

VESTINDO A QUÍMICA: APRENDER BRINCANDO COM OS CONCEITOS VSEPR COM ALUNOS DE GRADUAÇÃO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

Dressing Chemistry: learning through play using VSEPR concepts with undergraduate students at Federal University of Acre

Luís Carlos de Morais[luiscarlos_morais@yahoo.com.br]

Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação, Campus Univerdecidade, Unidade II, Av. Doutor Randolpho Borges Júnior, no. 1400, CEP: 38064-200, Uberaba – MG, Brasil.

Kelly Rodrigues Borges Morais[solurano@hotmail.com]

Colaboradora Especialista em Psicopedagogia, pesquisadora/colaboradora externa voluntária sem vínculo, Uberaba, MG – Brasil.

Juciana Cabral Kloster[badukloster@hotmail.com]

Universidade Federal do Acre, Curso de Licenciatura em Química da UFAC, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN), Rio Branco – AC, 69915-900, Brasil.

Daniel Francisco Scalabrini Machado[danieu_scalabrin@hotmail.com]

Universidade Federal do Acre, Curso de Licenciatura em Química da UFAC, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN), Rio Branco – AC, 69915-900, Brasil.

RESUMO

Os alunos do Estado do Acre, ao ingressarem no curso de Licenciatura de Química da Universidade Federal do Acre, quase sempre apresentam dificuldades de aprendizagem. E para dificultar o panorama, em uma turma havia uma aluna com total deficiência visual que era excluída pelos colegas, e que, como eles, apresentava grande dificuldade para aprender o tópico sobre Teoria de Repulsão dos Elétrons da Camada de Valência. Para contornar essa problemática o professor desenvolveu um projeto lúdico no qual a criatividade e integração dos discentes foram fundamentais. Os alunos produziram 30 modelos estruturais para diversas substâncias químicas, assim como criaram estruturas químicas em forma de ornamentos para as vestimentas. O projeto lúdico de ensino em Química contribuiu para uma melhora efetiva no aprendizado dos alunos, a estudante com deficiência visual surpreendeu a todos ao acertar todas as arguições que lhe foram feitas e ela foi de fato incluída pela turma. O projeto permitiu concluir que uma abordagem lúdica de ensino pode contribuir muito para a aprendizagem dos alunos, e que, por isso deveria ser mais utilizada pelos professores na Universidade.

Palavras chaves: Ensino de Química; Modelo VSEPR; Lúdico; Universidade.

ABSTRACT

Undergraduate students in their first year in the Chemistry College at the Federal University of Acre often present learning difficulties. This paper reports an experiential learning framework applied to a group studying General Chemistry in which playful activities created a ludic atmosphere conducive to deep learning and interaction. In the class there was a totally blind female student that was excluded by her peers and, like them, had problems to learn the approach to the Theory of Valence Shell Electrons Pair Repulsion (VSEPR). For this, the professor developed a project in which the playful creativity and integration of students were critical. The students produced 30 structural models for various chemicals, as well as created badges and ornaments worn with their clothing containing chemical structures. The framework generated good results. A real improvement in student learning was achieved and the blind student surprised everyone by replying all the inquiries that have been made and was in fact included in the group. The project allows us to conclude that a playful approach to

education can greatly contribute to student learning, and therefore could be used at the University.

Keywords: Teaching Chemistry VSEPR Model, Playful, University.

1 Introdução

Não têm sido divulgadas com frequência, nas revistas voltadas para o ensino de ciências, abordagens em sala de aula referentes às metodologias ou inovações cujas ações envolvam certos tópicos de Química de nível superior. Será que no Brasil todos os cursos superiores em Química não possuem alunos com problemas de aprendizagem? Ou será que o fato é mascarado pelo modo como muitos professores de curso superior pensam, como ilustrado a seguir: “... *aluno que entrou num curso superior tem que aprender a se virar sozinho*”, “*professor ensina uma vez só...*”.

Pensamentos como esses demonstram a falta de qualificação de certos profissionais que preferem circundar os problemas de aprendizagem apresentados pelos alunos, ao invés de buscarem o melhor caminho para que a aprendizagem seja alcançada. Tal concepção equivocada também pode ser identificada quando professores atestam a exigência de que os alunos são obrigados a saberem tudo o que aprenderam, desde o ensino médio até o ensino superior.

Tal fato foi analisado por Castilho (1999) que discutiu sobre certas posturas autoritárias e equivocadas, adotadas por alguns profissionais da área de ensino que acreditam serem essas as formas corretas de ensinar, até porque eles foram ensinados assim.

A partir de uma perspectiva de aprendizagem na qual o outro existe como um todo e que, por isso, ele está repleto de contradições, divergências e dificuldades, torna-se necessário que o professor se aproxime da realidade do aluno, e ao fazê-lo, ele pode perceber a singularidade de seu aluno. Desse modo, é possível compreender que não há lugar para um pensar pedagógico unilateral, no qual o professor é o único detentor do saber.

Desse modo é imprescindível que o ensino, por parte dos professores universitários, seja delineado por meio de uma práxis pedagógica que dialogue com as diferentes necessidades apresentada pelos alunos.

Cabe ressaltar ainda que as dificuldades de aprendizagem do aluno são muitas vezes decorrentes de uma preparação insatisfatória, ocorrida no ensino básico que repercute diretamente em sua aprendizagem ao entrar na Universidade. E, no Estado do Acre, a situação se agrava porque a aprendizagem em Química no ensino médio ainda é muito deficiente. As informações quanto a essa observação podem ser constatadas a partir das dificuldades apresentadas pelos alunos ingressantes no curso de Química da UFAC.

Acrescenta-se a isso o que pode ser visto pelos dados divulgados pela Secretaria de Educação do Estado do Acre em 2008. Num total de 265 professores que ministravam disciplinas de química, apenas 47 eram formados na área, o que representa apenas 17%. Fato esse que evidencia o ingresso de um grande público muito despreparado para suportar o modo como se pratica o ensino universitário, ainda mais em Química.

Tendo em vista as dificuldades de aprendizagem demonstradas pelos alunos do curso de Química da Universidade Federal do Acre, o professor decidiu realizar um projeto pedagógico de ensino-aprendizagem que dialogasse com o aluno.

Para os alunos que ingressam em um curso superior de Química, as experiências e vivências em Química no ensino médio não foram satisfatórias e, aliás, até desanimadoras,

uma vez que os alunos acreditam que as disciplinas de Química são difíceis, desinteressantes e fora da realidade de suas vidas. Para complicar mais a questão, os alunos que ingressam no curso de Química sofrem por antecipação ao saberem que irão estudar, ao longo de seu curso, algumas teorias muito complicadas, como: reações em química orgânica, cálculo diferencial e integral e o modelo VSEPR (sigla em inglês *Valence Shell Electron Pair Repulsion*) que significa Repulsão Eletrônica entre os Pares de Elétrons na Camada de Valência. Essa última teoria mencionada foi a que delineou a elaboração desse trabalho.

É possível encontrar na literatura trabalhos que se referem ao ensino de formas geométricas e de estruturas moleculares (PEREIRA, 1999; VALENTE, 2006; MOURA, 2009). No entanto, o maior número de trabalhos é voltado ao ensino médio. Não podemos simplesmente manter uma forma única e padronizada quanto ao ensino de Química nos cursos superiores. Basta “lançar mão” do seguinte questionamento: *Quem nunca desejou em algum instante aprender um determinado assunto em Química de forma não ortodoxa?*

Ainda mais quando se trata de um tema de fundamental importância sobre a compreensão de vários fenômenos químicos, como o conceito VSEPR, pois a disposição espacial nos arranjos dos átomos determina várias propriedades das substâncias. Como exemplo, podem ser citadas as reações orgânicas, uma vez que nas moléculas há regiões que podem sofrer um ataque preferencial por um *nucleófilo* ou *eletrófilo*. Além do fato de que as configurações espaciais das estruturas moleculares afetam a solubilidade das substâncias, as propriedades físicas e mecânicas dos materiais. Da mesma forma com que as geometrias moleculares também contribuem na determinação dos odores, sabores e atividades de alguns fármacos (ATKINS, 2006, p.197).

Devido à riqueza de informações que o professor pode extrair de assuntos que envolvam geometrias moleculares é imprescindível modificar e adequar a metodologia de ensino ao público em questão. Por isso as atividades lúdicas (OLIVEIRA, 2005; SOARES, 2006; FILHO, 2009) têm o seu lugar como forma outra de incrementar a aprendizagem, tornando-a mais prazerosa e estimulante. Tal concepção é evidenciada quando as atividades de ensino, que fogem da rotina, resultam em uma “espécie de renovação”, sentidas por muitos alunos e constatadas pelo professor em sala de aula.

Com o lúdico é possível melhorar a integração dos alunos, fazê-los superarem dificuldades de auto-organização, orientá-los na discussão e reflexão dos conceitos ensinados, o que certamente contribui para uma melhora da aprendizagem.

Dentro desse contexto, neste trabalho, descreve-se o desenvolvimento de um projeto de ensino-aprendizagem em Química, que foi elaborado, a partir de uma perspectiva lúdica, para alunos universitários do curso de Licenciatura Plena em Química na Universidade Federal do Acre.

Esta proposta de ensino, além de querer proporcionar um aprendizado mais efetivo para os alunos, também quer avaliar a contribuição da ludicidade para o processo de ensino-aprendizagem quanto aos conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre a teoria VSEPR, ensinada como um dos tópicos da disciplina de Química Geral.

Além disso, é importante ressaltar que, na turma onde foi desenvolvido este projeto de ensino-aprendizagem, havia uma discente com 100% de perda visual. Essa aluna cursava a mesma disciplina, pela segunda vez, com o mesmo professor. Destaca-se ainda que não havia uma boa interação entre ela e os outros alunos. Tal fato preocupou muito o professor, porque mesmo após discussões sobre temas como a inclusão social e cidadania, tudo continuava do mesmo jeito e o problema parecia sem solução.

A interação social possibilita a aprendizagem e o desenvolvimento do ser humano construindo novos modos de dialogar com um mundo culturalmente complexo em que estamos inseridos durante toda a vida (RABELLO, 2010).

Aprender faz parte da natureza humana, no entanto, vários são os aspectos que contribuem para que o processo de aprendizagem ocorra de modo favorável ou não. Ainda mais quando estão envolvidos alguns tipos de assuntos e problemas, como os mencionados acima, que dependem de certas “habilidades” do professor para serem abordados de modo a tornar o assunto mais prazeroso para ser assimilado, bem como, promover uma boa interação e integração entre os alunos da disciplina.

2 Método e forma de organização

Em 2010, após lecionar, por cinco anos, a disciplina de Química Geral na UFAC e ao conviver frequentemente com as dificuldades e falta de entusiasmo que as diferentes turmas de alunos apresentavam com relação ao assunto VSEPR, o professor responsável pela disciplina de Química resolveu inovar nesta universidade. Ele delineou um projeto de caráter lúdico, como forma de complementar o ensino em sala de aula, para ensinar alguns assuntos em Química.

A partir disso, o professor propôs aos alunos a formação de 10 grupos, com o máximo de cinco alunos, com os quais foi acordada a seguinte distribuição de tempo para a apresentação das atividades: 20 minutos para demonstrarem suas estruturas químicas (sorteadas em sala de aula com um mês de antecedência) e mais 15 minutos para que uma arguição fosse feita pelo professor. As estruturas químicas escolhidas e sorteadas para as apresentações foram: H_2O , C_2H_5OH , CH_3OH , acetona, éter etílico, CO_2 , N_2O , SO_2 , íon I_3^- , íon $(SO_4)^{2-}$, XeF_2 ; íon $BrIF^-$, BF_3 , $COCl_2$, NH_3 , ClF_3 , CH_4 , CH_3Cl , C_2H_6 , SF_4 , XeF_4 , PCl_5 , PCl_4F , IF_5 , SF_6 , acetato de etila, íon $(SO_3)^{2-}$, ozônio; NF_3 , IF_4^+ . Um artifício usado para mobilizar melhor o conhecimento dos alunos foi o de identificar as estruturas químicas por meio de fórmulas estruturais, fórmulas iônicas e nomes de compostos.

Com o intuito de que o projeto fosse desenvolvido, durante o semestre, com uma efetiva mediação do professor, foram estabelecidas previamente as seguintes regras: cada grupo deveria apresentar três estruturas químicas e estas deveriam ter no mínimo 20 cm, seja na altura, largura ou no comprimento. As estruturas poderiam ser de papel ou de qualquer outro material, desde que os modelos produzidos fossem condizentes com a proposta. Os ângulos de ligações deveriam estar obrigatoriamente de acordo com as medidas geométricas envolvidas nas respectivas estruturas químicas, para isso os alunos teriam que usar instrumentos apropriados para acertar os ângulos das ligações.

Cada estrutura geométrica apresentada por grupo deveria ser acompanhada de um cartaz que também as descrevessem em braile, para ajudar a discente com deficiência visual a reconhecer as estruturas geométricas demonstradas, de modo que a aluna pudesse acompanhar toda a apresentação dos trabalhos, assim como ter condições de responder às questões feitas pelo professor. Ela teria que tatear a estrutura geométrica, depois a mesma se dirigia ao cartaz e tateava-o.

Com isso, ela teria acesso às descrições em braile sobre algumas características das estruturas químicas, tais como: o nome da molécula, os átomos que a formam, o número total de elétrons de valência na molécula, tipo de estrutura VSEPR, identificação do átomo central, quais são os ângulos de ligações envolvidos, a geometria da molécula e se a mesma é polar ou apolar.

O professor conscientizou os alunos a usarem materiais que não oferecessem qualquer risco à aluna e solicitou-lhes que interagissem com a discente antes de escreverem as

informações, de tal forma que a discente os ajudasse na elaboração das descrições. Também foi imposta a condição de que nenhum aluno poderia solicitar a ajuda dela, antecedendo três dias das avaliações, para evitar que a mesma ficasse em condições de estresse.

A segunda parte do projeto foi voltada para a caracterização dos discentes, os quais teriam que improvisar roupas que expressassem a temática desenvolvida, ou seja, os modelos moleculares. Estes poderiam ser pintados em relevo, dependurados, colados nas roupas e não precisariam ser necessariamente as estruturas escolhidas nesse projeto. Para evitar que ocorresse duplicação de estruturas moleculares nas caracterizações, cada grupo deveria eleger o seu representante, e assim, todos os representantes escolhidos reunir-se-iam para definirem quais estruturas químicas seriam usadas pelos seus respectivos grupos, evitando assim a repetição de estruturas.

A partir desse enfoque, os alunos perceberiam a necessidade de pesquisarem novas estruturas químicas para construir parte de suas roupas, o que os levariam a ampliar seu processo de aprendizagem. Desse modo foi possível estimulá-los a estudarem um pouco mais, à medida que se envolviam com o assunto. Cada aluno deveria, ao entrar na sala, fazer uma “espécie de desfile” para que o professor pudesse observar os detalhes das vestimentas. Com isso ele poderia realizar, por meio de filmagem, fotos e anotações, um melhor registro para uma adequada avaliação e atribuição de notas aos discentes.

3 Resultados e Discussão

Para entender a importância do lúdico no processo de aprendizagem compartilha-se do pensar de Ronca e Terzi:

”Essa ponta lúdica, entre o inquieto e o curioso, habita em cada um de nós. É preciso adubá-la e desenvolvê-la, pois isto aproxima-nos cada vez mais da História universal do Homem, em sua própria trajetória da construção do Conhecimento. Toda aula é, pois, um produto histórico porque, além de representar o momento do processo geral pelo qual passa a formação do Pensamento, contribui, de maneira especial da estruturação de novas ideias e concepções” (RONCA E TERZI, 1995, p.103).

Em consonância com tal pensamento entende-se que a escolha pelo lúdico, como parte integrante do processo de ensino, foi o melhor caminho encontrado para alcançar êxito na aprendizagem do tema. Além disso, destaca-se o amadurecimento da turma em relação às capacidades humanas de comprometimento, responsabilidade, integração, respeito e cooperação, que foi resultante de um processo de aprendizagem em que os discentes se sentiam descontraídos e satisfeitos, pois conseguiram se expressar por meio de sua criatividade.

Várias são as formas em que o lúdico tem sido usado como uma ferramenta de apoio para melhorar a relação ensino-aprendizagem (BENEDETTI-FILHO, 2009; KISHIMOTO, 1996; CAVALHEIRO, 2003). E em todos os trabalhos os resultados demonstraram que se o lúdico é usado com critério, o mesmo deixa de ser apenas um momento de descontração, passando a funcionar como uma valiosa ferramenta de trabalho.

Com o intuito de alcançar maior êxito na aprendizagem, efetivou-se uma sequência didática, que contribuiu para uma melhor articulação do pensamento sobre o tema VSEPR ensinado. Num primeiro instante, iniciou-se o aprendizado em sala de aula seguindo a rotina acadêmica, recorrendo aos textos da literatura (ATKINS, 2006). Discutiu-se passo-a-passo com o alunado a teoria envolvida, o que permitiu aos alunos adquirirem conhecimentos suficientes para se expressarem por meio da oratória e da escrita. Complementaram-se as discussões com aplicação de listas de exercícios, que foram solicitadas pelos próprios alunos. Assim, o professor conseguiu observar o quanto os mesmos aprenderam sobre o tema na

primeira avaliação. Depois se fortaleceu o processo através de ações que produziram estímulos prazerosos, como as que ocorreram quando todos os alunos construía suas vestimentas incrementadas de estruturas moleculares. E finalmente, após a absorção dos conceitos e da autoconfiança gerada ao longo das atividades, fez-se a segunda avaliação, que foi realizada em função das apresentações das estruturas químicas sorteadas para cada grupo.

De acordo com as frases dos alunos direcionadas ao professor da disciplina, transcritas a seguir, têm-se uma noção da profundidade que o processo alcançou junto à comunidade acadêmica:

“... professor, estou a um mês sonhando com a minha apresentação... o senhor vai adorar a minha roupa e as estruturas químicas que estamos pondo nela...”(aluno A).

“... professor, estamos pagando uma costureira para fazer as nossas roupas, pra mim essa foi a melhor disciplina que já cursei na universidade... o senhor vai lecionar outras disciplinas?...” (aluno B).

Percebe-se aqui o grau de interesse em vivenciar prazerosamente a atividade, o que não ocorreu com as outras atividades relacionadas aos outros tópicos da disciplina de Química Geral, que na ocasião, apresentaram um número elevado de alunos faltantes às aulas. E ainda é percebida a satisfação do aluno em querer o professor como orientador educacional para outras disciplinas, o que até então era um fato raro.

“...professor, consegui entender algumas diferenças entre o modelo usado por Lewis e o modelo da teoria VSEPR que o senhor ensinou...eu tinha muitas dúvidas...agora sei que o modelo de Lewis não se preocupa com a geometria da molécula... eu nem conseguia visualizar a estrutura no espaço, e agora até consigo desenhar elas num papel de modo que elas parecem tridimensional...”(aluno C).

Nessa fala foram evidenciados alguns aspectos muito significativos inerentes ao processo de aprendizagem, como o fato de que eles perceberam as discrepâncias entre os dois modelos conceituais, de Lewis e VSEPR, uma vez que no primeiro modelo a forma geométrica da estrutura molecular não é considerada, porém no segundo ela é relevante. Esse fato demonstra uma evolução quanto ao aprendizado dos alunos referente aos conceitos discutidos, uma vez que para muitos, até então, eram obscuros.

Cabe ressaltar que o professor constatou o desenvolvimento da capacidade dos alunos de realizarem, a partir do processo de construção dos modelos, desenhos no plano com perspectivas tridimensionais, o que era um ponto de fragilidade registrado pelo professor.

Os alunos eram encorajados, durante o processo de montagem dos modelos, a visualizá-los, direcionando a atenção aos ângulos formados entre dois vértices, os quais caracterizavam uma ligação química. E também eram estimulados a olhar atentamente os detalhes das estruturas, pois em certos casos eram tridimensionais.

Todo esse processo auxiliou-os a desenvolverem a capacidade de visualização espacial das estruturas químicas geométricas. Com uma reflexão-prática, o professor fez uma efetiva mediação junto aos alunos quanto à análise das estruturas geométricas espaciais, a partir da qual lhes sugeriu que fizessem cortes transversais e longitudinais nas estruturas, e que, depois disso, as visualizassem e tentassem desenhá-las no caderno nessa nova perspectiva.

Esse aspecto de aprendizagem em Química fundamenta uma etapa essencial, pois como já foram comentadas anteriormente, várias propriedades químicas dependem das estruturas geométricas. E para que o aluno aprenda melhor o conceito é preciso que ele tenha uma boa capacidade de visualização espacial, por isso essa habilidade ganhou uma atenção

especial, tanto por parte do professor como dos alunos, fazendo com que os alunos se sentissem animados e que atingissem o objetivo pretendido.

Outro aspecto relevante para o processo de aprendizagem dos alunos se refere à linguagem dos mesmos quanto à sua capacidade de oratória, pois, no início das aulas, constituía-se num fator efetivamente deficiente, fato esse que enfatiza ainda mais a importância da evolução que eles obtiveram, e que pôde ser constatada pelo professor durante todo o desenvolvimento desse projeto pedagógico.

Por isso, destacam-se alguns aspectos referentes à apresentação dos alunos em sala de aula: as falas dos alunos fluíram com maior desenvoltura, foi perceptível pelo professor que os alunos mostraram um melhor domínio do assunto e a apresentação de seus trabalhos refletiu uma eficiente integração entre o conhecimento técnico do assunto com a capacidade de apresentá-lo em sala de aula.

Outro momento de grande relevância e até emocionante no processo de aprendizagem, visto pelo modo pelo qual todos os alunos vibraram, ocorreu no momento da participação da discente, uma vez que a mesma é portadora de uma deficiência visual total. Ela acertou todas as perguntas feitas, respondendo qual elemento químico era o átomo central e qual motivo o fazia ser um átomo central, onde ele se localizava naquela estrutura geométrica feita pelos alunos, quantos elétrons de valência a molécula tinha, entre outras respostas dadas. E a discente fez o seguinte comentário:

“... estou feliz por vários motivos, primeiro porque acertei as perguntas, o que não aconteceu no semestre passado quando eu não entendia nada do assunto... depois porque meus colegas de classe me levavam para os lugares para se reunirem e conversaram bastante comigo... e finalmente, porque gostei da roupa que alguns alunos improvisaram para mim...” (aluna deficiente visual).

Nesse momento é que se podem compreender algumas das grandes contribuições do caráter lúdico, como o da integração social e o da interação com o meio, ações essas que permitem a superação de certas barreiras no ambiente educacional, e que muito raramente são discutidas em ambiente universitário.

A exclusão exercida pelo ser humano se realiza quando este não enxerga que o outro é seu igual, uma vez que também é um ser humano, e que por isso é constituído de sentimentos, sonhos e desejos, assim como deficiências, necessidades e contradições. Dessa maneira cria-se o desrespeito, o distanciamento humano e a concorrência desmedida.

O lúdico pode contrapor tal perspectiva de exclusão, na medida em que abre espaço para o diálogo entre as pessoas e dessas com o conhecimento, o que influencia diretamente em uma aprendizagem mais prazerosa e efetiva. Quando isso acontece, se percebe naturalmente a necessidade primeira de se respeitar as pessoas e de haver um esforço para compreender as diferenças existentes entre elas, o que pode gerar a necessidade de ajudar o próximo e assim superar o velho pensamento que leva a conclusão de que o colega de classe é uma pessoa inferior ou que será sempre um “futuro concorrente profissional”.

3.1 Da avaliação das vestimentas

Uma das condições acordadas para a avaliação foi a de que o aluno só poderia participar das avaliações se usasse as vestimentas dentro dos requisitos preestabelecidos. A imposição foi necessária, mas não se fundamentou no autoritarismo e sim numa condição que estimulasse a participação de cada aluno e o resultado obtido foi bem interessante.

Devido aos critérios de não poderem repetir as roupas e que nelas deveriam conter estruturas químicas, esta parte da avaliação foi um show à parte, sendo percebida por algumas imagens selecionadas a seguir.

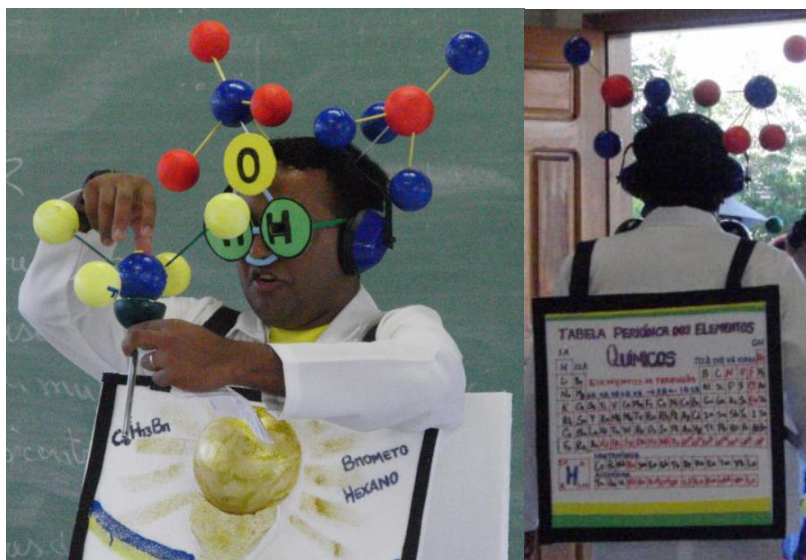


Figura 1: (imagem esquerda) A vestimenta abordou o tema da copa do mundo, incrementada com máscara feita de estruturas moleculares. (imagem direita) E nas costas da pessoa foi apresentada uma tabela periódica feita em isopor contendo as cores verdes e amarelas.

A criatividade do aluno expressou claramente como o mesmo articulou o momento da copa do mundo, a questão da seleção brasileira buscar o hexacampeonato com as estruturas moleculares, as quais respeitaram as exigências com relação a certos requisitos, como os ângulos de ligação e disposição espacial. Mas o professor tem que estar atento a tudo e principalmente a todos os pequenos e cruciais detalhes. Pela figura 1, o aluno colocou na vestimenta a fórmula estrutural química, $C_6H_{13}Br$ e o denominou de brometo hexano. Como há formas corretas para nomear a estrutura, o aluno poderia ter escrito bromo cicloexano ou brometo de cicloexila.

Na figura 2, a seguir, uma aluna aproveitou o momento de celebração das festas juninas e criou uma fantasia sobre o tema.



Figura 2: A vestimenta abordou o tema da festa junina contendo estruturas moleculares. No chapéu, colar e brincos.

Na figura 3 consta a imagem de um super-herói idealizado pelo aluno referente à estrutura do $COCl_2$. No entanto, pequenos erros passaram despercebidos pelo mesmo, mas o professor dialogou com a turma sobre a alusão que o aluno fez ao criar um personagem SP^3 para um tema que não leva em consideração a hibridização do carbono e, que, caso fosse, teria que ser SP^2 para a estrutura abordada.



Figura 3: A vestimenta idealizou um super-herói criado pelo aluno, o super SP^3 .

E também foi discutido o fato de o aluno ter colocado a letra “L” maiúscula na escrita da fórmula estrutural. No entanto, a vestimenta fez parte de um conjunto de intenções que tornaram a participação enriquecedora. Tanto que houve o cuidado de apresentarem na estrutura química os átomos de cloro em cores diferentes do átomo de carbono e do oxigênio e estes dois últimos também foram feitos em cores diferentes entre si. Esqueceram apenas que os três elementos químicos possuem tamanhos diferentes e isso deveria ser levado em consideração.

Foram mostradas apenas algumas estruturas, mas havia mais de 50 alunos matriculados nessa turma e todos os envolvidos participaram usando vestimentas.

3.2 Da avaliação das estruturas

Após a exposição das vestimentas, os grupos apresentaram as estruturas químicas. As apresentações dos modelos ocorreram concomitantemente às respectivas discussões sobre as estruturas químicas, que se pautaram em: definir os tipos de fórmulas AX_nE_m , se as estruturas geométricas eram apolar ou polar, quais os ângulos envolvidos nas ligações, quais regiões em que concentravam maior densidade de cargas (negativa e positiva), se haviam elétrons livres no átomo central e ainda apresentar um pôster contendo estas informações em braile. Além disso, abriu-se espaço pedagógico para aqueles grupos que optaram por ampliarem suas formas de expressão, o que resultou em apresentações com música, jôgo, etc.

Dentre os materiais produzidos para avaliação do conhecimento, num total de 30, algumas imagens são mostradas a seguir. A figura 4 representa uma estrutura do acetato de etila construída para que a aluna deficiente visual pudesse usar o tato e decifrar a estrutura química apresentada.

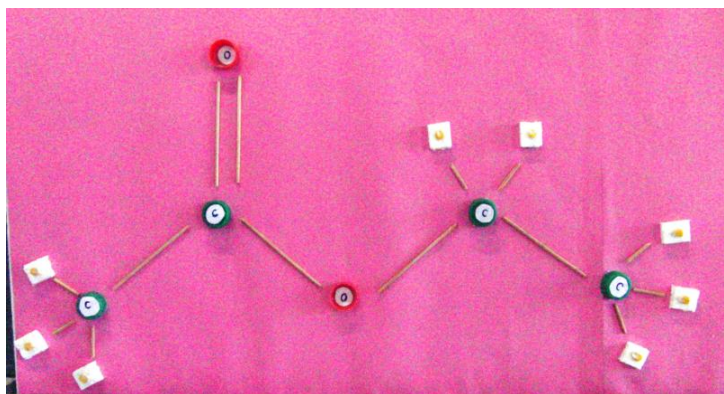


Figura 4: Estrutura do acetato de etila construído com material alternativo para uma aluna deficiente visual que cursava a disciplina.

Os átomos de hidrogênio foram representados por quadrinhos de papéis que continham sementes de milho coladas neles. Os átomos do esqueleto central foram compostos por tampinhas de refrigerantes e as ligações covalentes foram feitas de palitinhos usados em espeto de carne. Apesar de a aluna ter conseguido identificar a estrutura sem apresentar maiores dificuldades, o professor interagiu com os alunos, evidenciando a problemática dos tamanhos dos átomos usados e também dos comprimentos de ligações, nas quais as ligações covalentes simples são maiores do que as duplas, por isso devem seguir uma proporcionalidade para a construção dos modelos.

Ainda que a teoria VSEPR não aborde este fato, não se pode esquecer que os alunos já tinham conhecimento sobre o assunto, por isso é fundamental que eles estabeleçam um diálogo reflexivo entre os conhecimentos adquiridos para atingirem resultados eficientes, assim como é essencial que essa ação-reflexiva torne-se natural para o discente ao longo de sua formação acadêmica. São pequenos detalhes que se tornam importantes no universo da aprendizagem em Química.

Outro modelo é apresentado na figura 5 que se refere a uma estrutura do éter etílico.

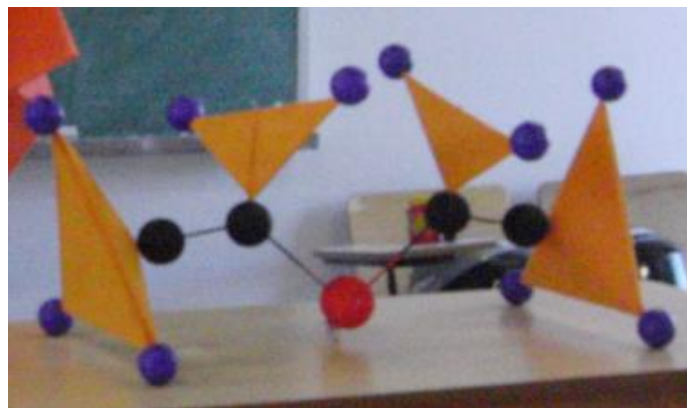


Figura 5. Estrutura do éter etílico.

Pela figura 5 é possível visualizar que as bolas pretas referem-se aos átomos de carbono, as azuis aos átomos de hidrogênio, a bola vermelha se refere ao átomo de oxigênio e as estruturas tetraédricas onde estão ligados os átomos de hidrogênio representam as disposições espaciais de acordo com o máximo de repulsão dos elétrons de valência, um dos conceitos abordados na teoria VSEPR. Para esta figura o professor arguiu sobre o fato de que para a representação do átomo de oxigênio foi usada uma bola de isopor maior do que a usada para o átomo de carbono. O que não poderia ser, uma vez que são átomos pertencentes ao mesmo período da tabela periódica. Desse modo o raio atômico segue uma propriedade

periódica, que no caso é a diminuição do tamanho dos átomos, da esquerda para a direita, dentro do mesmo período, o que contraria o que foi apresentado no modelo estrutural.

Tal erro geralmente é cometido, o que pode ser evidenciado até no livro do autor Peter Atkins (2006), onde as estruturas AX_nE_m são representadas na forma de esferas diferenciadas apenas nas cores, sem dar importância ao tamanho dos átomos constituintes. Isso de alguma forma contraria alguns conhecimentos ensinados no momento em que os alunos estudaram a Tabela Periódica, pois naquele momento se discutiu os tamanhos dos raios atômicos dos elementos químicos e as suas associações com os volumes atômicos.

Como o aprendizado em Química segue sempre baseados nos modelos mais aceitáveis, passa a ser de suma importância por parte de quem ensina monitorar sempre que possível as informações, de forma que estas sejam sempre condizentes com o que foi ensinado. Em fase de aprendizagem é importante esclarecer ao máximo, mesmo os “pequenos detalhes”.

3.3 Da avaliação da música

Um dos grupos fez a apresentação dos seus modelos e também apresentou uma música adaptada ao ritmo da música “Maluco Beleza” de Raul Seixas, vista a seguir:

<i>“Olha só o trabalho que dá aprender A teoria VSEPR Elétrons se repelem</i>	<i>Eu digo que não é difícil aprender Se prestar atenção Na explicação</i>
<i>E eu daqui deste lado tentando entender Uma forma legal De explicar tudo igual</i>	<i>Olha só o ângulo do clorometano Cento e nove graus Isso é tetraedral</i>
<i>Clorometano molécula polar CH₃Cl é sua fórmula</i>	<i>Sua fórmula estrutural É perfeita e cabal</i>
<i>Refrão: Vou cantar... Cantar com firmeza VSEPR é beleza</i>	<i>Refrão: Vou cantar... Cantar com firmeza VSEPR é beleza...!!!”</i>

Primeiro o professor perguntou aos alunos se a música foi feita por eles ou se eles copiaram de alguma outra fonte, e caso houvesse ocorrido a cópia, a fonte teria que ser informada. E o professor aproveitou este momento para discutir aspectos que caracterizam o plágio, pois os alunos não sabiam o que o mesmo significava.

A música proporcionou uma interação, por meio da linguagem lúdica, entre arte e ciências, a partir da qual se estabeleceu efetivamente um diálogo dos alunos com o conhecimento químico proposto. Assim a aprendizagem foi mais efetiva, mediada pelo prazer de aprender.

Ressaltam-se também alguns aspectos interessantes referentes à letra da música: na primeira estrofe aparece o sentido maior envolvido na teoria VSEPR, voltado para a formação das estruturas moleculares pela repulsão eletrônica, na terceira estrofe há a abordagem da polaridade da estrutura molecular, bem como de sua fórmula molecular, a quinta estrofe alerta os outros alunos para a importância de eles prestarem atenção na explicação dada pelo professor durante as aulas, o que facilita a aprendizagem da teoria VSEPR. Caracterizando assim o reconhecimento por parte do alunado com relação à figura do professor em sala de aula e a sexta estrofe discute a geometria em si.

Quanto à geometria, o professor instaurou um processo de reflexão sobre os conceitos discutidos. Nesse caso foi questionado se a presença do elemento cloro permitia manter os $109,5^\circ$ de um tetraedro regular, ou o que a presença do cloro poderia ocasionar na estrutura. Após eles discutirem entre si, a resposta dada pelos alunos foi a seguinte: “... professor, a presença do cloro altera o ângulo, pois ele é mais eletronegativo e a quantidade de elétrons fica mais nele. Se ele tem mais volume que os átomos de hidrogênios ele repele os outros átomos vizinhos com mais intensidade... a nossa dúvida agora é saber se o ângulo de ligação aumenta ou diminui...” (alunos A, B, C, D, E).

A partir dessa resposta o professor também localizou alguns pontos importantes a serem explorados junto com os alunos, pois o fato de reconhecer a presença de um elemento mais eletronegativo é relevante por parte do aluno. O termo “*quantidade de elétrons*” mencionado supõe em se tratar da “*densidade eletrônica*”, o que denota uma riqueza de conhecimento associada ao efeito de contribuição na repulsão. Abordar o aspecto de que o elemento cloro tem mais volume do que os átomos de hidrogênios e por isso repelem mais os átomos vizinhos é outro ponto relevante do processo de aprendizagem pertinente ao tema.

E o fato de apresentarem uma dúvida final sobre se a presença do cloro contribui para aumentar ou diminuir o ângulo de ligação demonstra que os alunos desenvolveram modelos mentais sobre as estruturas moleculares, pois a dúvida só surgiu em função de um modelo preconcebido. Nesse momento o uso de um programa computacional, como descrito por Moura (1999), que fez uso da realidade virtual, permite aos alunos perceberem com maior nitidez o efeito que o tipo de substituinte ocasiona numa estrutura tetraédrica. A substituição de elementos químicos e grupos volumosos contribuem para as distorções angulares, o que certamente enriqueceria o aprendizado dos alunos sobre o tema.

3.4 Reflexão sobre a aprendizagem dos alunos

O professor, por meio de uma perspectiva lúdica e reflexiva de ensino; esforçou-se em monitorar cuidadosamente a parte conceitual envolvida e enfatizou os detalhes pertinentes ao conhecimento químico, pois ao longo do processo de aprendizagem ocorre o prazer e a diversão, e com isso alguns alunos tendem a distração. Por isso, alguns dos discentes se prenderam à beleza dos figurinos e das estruturas, esquecendo-se, de vez em quando, dos detalhes conceituais envolvidos, e é nesse momento que o professor precisa interceder e corrigir.

“A atividade lúdica proposta pode auxiliar o professor na identificação de dificuldades enfrentadas pelos alunos, principalmente quanto aos problemas de interpretação de conceitos e definições” (BENEDETI-FILHO et al., 2006, p.89).

Desse modo, o professor precisa estar sempre presente e mediar a relação entre ensino e aprendizagem, e de preferência, que as correções sejam feitas no momento em que os equívocos surjam. Pois nesse instante, o professor pode ajudar o aluno a reestruturar suas idéias, o que deve implicar numa melhora substancial no processo de aprendizagem.

Mesmo tendo sido realizadas aulas teóricas, esclarecimento de dúvidas, discussão de exercícios do livro e acompanhamento dos trabalhos desenvolvidos, uma série de erros já discutidos ainda foram observados.

A partir disso, o professor foi estimulado a aprofundar seu pensamento reflexivo quanto ao processo de aprendizagem de seus alunos, o que o influenciou a melhorar sua interação pedagógica com os alunos. De acordo com Castilho (1999), o professor deixará de ser apenas um transmissor de informações e ocupará um papel importante nesse processo buscando sempre novos rumos para sua prática profissional.

Algumas confusões cometidas pelos grupos foram percebidas pelo professor durante as apresentações e em seguida foram discutidas com todos os discentes. Em muitos casos, os

grupos, ao fazerem suas apresentações, desenharam no quadro negro os orbitais atômicos e fizeram a configuração eletrônica dos mesmos, na tentativa de entender a qual átomo os elétrons pertenceriam.

Os desenhos os ajudaram a discutir algumas questões sobre hibridização e energias envolvidas nos orbitais, onde supunham encontrarem-se os elétrons envolvidos na discussão. Mas este artifício, apesar de conduzir ao resultado esperado, não condiz com os conceitos que foram abordados sobre os modelos de Lewis e da própria teoria VSEPR, porque os mesmos abordam somente o uso total do número de elétrons de valência dos átomos de uma substância em questão e a distribuição destes elétrons entre os átomos ligantes.

O uso de tais modelos pelos alunos, ainda que não seja o indicado para solucionar a dúvida em questão, torna possível conhecer as estruturas geométricas, o que favorece a aprendizagem do aluno, uma vez que ele internaliza os conceitos que o fazem entender as possibilidades de aplicação do modelo VSEPR, assim como suas limitações.

Tal situação se configurou porque os alunos adquiriram, por meio de outra disciplina, vista anteriormente, informações que seriam mais avançadas em relação aos modelos de Lewis ou VSEPR. O professor ao esclarecer-lhes este ponto, isto é, ao situá-los sobre as abordagens inerentes ao modelo VSEPR, também fez comentários relevantes sobre o fato de que os alunos souberam relacionar seus conhecimentos adquiridos e aplicá-los na solução de uma dúvida.

Outro detalhe que confundiu a maioria dos alunos refere-se ao tema do arranjo dos elétrons segundo o modelo VSEPR e as formas das moléculas. Nesse caso, a maioria sempre esquecia que por haver par de elétrons isolados no átomo central, estes participariam no processo de repulsão dos elétrons, forçando-os a ocuparem as regiões mais distantes uns dos outros, até que houvesse uma condição de estabilidade pela minimização das repulsões. No entanto, os pares de elétrons isolados no átomo central não podem ser considerados no momento em que são definidas as formas geométricas que determinam as estruturas das substâncias químicas em questão.

Alguns grupos, durante suas apresentações, confundiram os termos “*condição de estabilidade*” com “*equilíbrio químico*”, e sempre que eram questionados pelo professor sobre a distinção desses termos, os alunos não conseguiam dar uma explicação condizente.

Durante as aulas teóricas, o professor percebeu que os alunos continuavam com dificuldades para entender o assunto, mesmo depois de apresentar-lhes modelos moleculares cuja visualização espacial das estruturas era mais fácil e nos quais os pares de elétrons isolados poderiam ocupar posições axiais ou equatoriais.

Após todo esse processo de discussão, o professor notou que, para estruturas contendo mais de um átomo central, as dificuldades em produzir modelos espaciais eram ampliadas, da mesma forma que aumentavam as dificuldades para definir qual a forma geométrica envolvida em cada átomo central. A partir dessa observação, o professor discutiu com todos os alunos o modelo estrutural do éter etílico, que apresenta mais de um átomo central. Analisaram as partes integrantes do modelo e juntos identificaram em cada parte qual seria o átomo central e a geometria obtida resultante das posições que os átomos terminais ocupariam, oriundas dos efeitos de repulsões dos elétrons de valência.

A cada momento as devidas correções foram feitas em tempo, lembrando aos alunos os princípios que envolvem o uso do modelo VSEPR e também os lembrando de que o modelo tem seus limites, uma vez que não se consideram várias informações relevantes, como fazer abordagens sobre energias, orbitais, etc.

O professor explicou-lhes que o modelo trata ligações insaturadas apenas como regiões mais ricas em densidade eletrônica e que as repulsões mais fortes seguem a ordem □

par isolado – par isolado > par isolado – par ligante > par ligante – par ligante (ATKINS, 2006), não considerando assim, questões pertinentes à hibridização.

4 Conclusão

Se fosse considerar apenas a forma tradicional de avaliação como sempre foi feita, certamente a maioria dos alunos receberia nota média ou inferior a que conseguiram e passariam despercebidos vários aspectos cognitivos referentes a aprendizagem dos mesmos. Para o professor apenas mais uma prova seria aplicada, entretanto para os alunos ocorreria apenas mais um momento de frustração. E novamente poderia se perguntar se esta seria a melhor maneira para formar cidadãos críticos, criativos e que saibam expressar seus pensamentos de forma mais bem elaborada.

Mas com a aplicação do lúdico foi possível vivenciar, junto com os alunos, a evolução que eles conseguiram e que se verificou não somente quanto ao conhecimento específico de Química, como também quanto ao desenvolvimento dos valores intrinsecamente humanos, como o de tentar enxergar o outro como seu igual a partir de suas diferenças.

A ludicidade do processo de aprendizagem foi o fator preponderante, uma vez que esteve presente qualitativamente em tudo: nas vestimentas criativas produzidas pelos alunos, na realização de modelos geométricos coloridos e interessantes, na música, na união da turma promovendo a inclusão, etc. O professor pôde aproveitar ainda do momento de descontração para corrigir detalhes e dúvidas sobre o tema, e teve a certeza de que os conceitos abordados foram mais bem assimilados.

A proposta lúdica que foi experimentada e vivenciada criou uma interação social em sala de aula muito positiva, tanto entre os alunos como entre estes e o professor. O relacionamento entre os alunos melhorou substancialmente, houve uma conscientização coletiva que permitiu incluir, em todos os instantes, a participação da aluna com deficiência visual e esta quando solicitada demonstrou ter aprendido os conceitos sobre o tema. As construções das figuras geométricas pelos alunos afetaram consideravelmente suas abstrações e conseqüentemente houve um efetivo desenvolvimento da capacidade de imaginação deles quanto aos modelos estruturais. O lúdico foi celebrado como diversão, não em primeiro e nem em segundo plano, mas integrado naturalmente ao processo de aprendizagem, o que potencializou e facilitou a aprendizagem dos alunos. Os momentos vivenciados mostraram a todos que a aproximação do professor como figura mediadora do conhecimento é extremamente importante e necessária, e como resultado foi gerado uma relação profissional mais respeitosa e com reconhecimento por parte do alunado.

5 Referências bibliográficas

- Atkins, P., & Jones, L. (2006) *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. Trad. R.B. Alencastro, Porto Alegre: Bookman.
- Benedetti-Filho, E.; Fiorucci, A.R.; Benedetti, L.P.S.; Craveiro, J.A. (2009). Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica. *Química Nova na Escola*, 31(2), maio, 88-95.
- Castilho, D.L., Silveira, K.P., Machado, A.H. (1999). As Aulas de Química como Espaço de Investigação e Reflexão. *Química Nova na Escola*, 9, 14-17.
- Cavalheiro, E.T.G. (2003). Um jogo didático para ensinar o conceito de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, 18, 13-17.
- Filho, E.B., Fiorucci, A.R., Benedetti, L.P.S., Craveiro, J.A. (2009). Palavras Cruzadas como Recurso Didático. *Química Nova na Escola*, 31(2), 88-95.
- Kishimoto, T.M. (1996). *O jogo e a educação infantil*. São Paulo: Pioneira.

Moura, J.A.S, Cardoso, A, Lamounier Jr., EA. (2009). A criação dos elementos químicos tridimensionais através da realidade virtual – uma aplicação na química orgânica. *Revista Ceciliansa*, 1(1), 32-42.

Oliveira, A.S., Soares, M.H.F.B. (2005). Júri químico e a discussão de conceitos químicos. *Química Nova na Escola*, 21, 18-24.

Pereira, R.L., Munhoz, D.A., Pestana, A.P., Vieira, L.A., Machado, A.H. (1999). Tirando as argilas do anonimato. *Química Nova na Escola*, 10, 3-5.

Rabello, E.T., Passos, J.S. Vygotsky e o desenvolvimento humano. Acesso em 18 out., 2012, <http://www.josesilveira.com/artigos/vygotsky.pdf>.

Ronca, P.A.C., & Terzi, C.A. (1995). *A Aula Operatória e a Construção do Conhecimento*. São Paulo: Ed. do Instituto Esplan.

Soares, M.H.F.B, Cavalheiro, E.T.G.(2006). O Ludo como um jogo para discutir conceitos em Termoquímica. *Química Nova na Escola*, 23, 27-31.

Valente, M., Moreira, H.(2006). Estrutura de Lewis e Geometria Molecular.-. mas não necessariamente por essa ordem! *Química*, 103, 25-27.