

ELABORAÇÃO DE HOLOGRAMA PARA O ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR

ELABORATION OF HOLOGRAM FOR THE TEACHING OF MOLECULAR GEOMETRY

Glaylton Batista de Almeida¹, José Ossian Gadelha de Lima²

Recebido: março/2019 Aprovado: outubro/2019

Resumo: Uma das dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem da Química se refere à abordagem dos conteúdos relacionados ao mundo submicroscópico (atômico e molecular), os quais são difíceis de serem compreendidos pelos alunos. Um exemplo é Geometria Molecular, conteúdo que exige habilidades visuoespaciais do estudante para entender a disposição das moléculas no espaço e, conseqüentemente, muitas de suas propriedades químicas e físicas. Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho foi apresentar o processo de elaboração de um produto educacional (holograma), desenvolvido a partir de materiais simples, que pode ser utilizado como recurso didático nas aulas de Geometria Molecular, possibilitando aos alunos uma melhor compreensão sobre o formato espacial das estruturas moleculares. Assim, a partir de depoimentos de alunos do primeiro ano do Ensino Médio, após uma aula com apresentação de um holograma elaborado com a molécula de CO₂, foi possível perceber uma melhora significativa no entendimento desses estudantes sobre a disposição das moléculas no espaço.

Palavras-chave: ensino de química, hologramas, geometria molecular.

Abstract: One of the difficulties faced in the teaching and learning process of Chemistry refers to the approach of contents related to the submicroscopic world (atomic and molecular), which are difficult for students to understand. One example is Molecular Geometry, content that requires visuospatial skills of students to understand the arrangement of molecules in space and hence many of their chemical and physical properties. In this perspective, the objective of this work was to present the process of elaborating of an educational product (hologram), developed from simple materials, which can be used as a resource didactic in Molecular Geometry classes, enabling students to better understand about the spatial format of molecular structures. Thus, from the testimonies of high school first-year students, after a class using a hologram elaborated from the CO₂ molecule, it was possible to perceive a significant improvement in the understanding of these students about the arrangement of molecules in space.

Keywords: chemistry teaching, hologram, molecular geometry.

¹  <https://orcid.org/0000-0002-6110-3164> - Licenciado pela FAEC/UECE. Professor do Colégio Vitória, Crateús, Ceará, Brasil. Rua Emílio Falcão, 486, casa, Bairro Planalto, Cep. 63702-285, Crateús, Ceará, Brasil. E-mail: glaylton.almeida@gmail.com

²  <http://orcid.org/0000-0003-2423-3645> - Doutor pela UFMG. Professor da FAEC/UECE, Crateús, Ceará, Brasil. Rua Juarez Távora, 132, casa, Bairro São Vicente, Cep. 63700-330, CE, Brasil. E-mail: jose.lima@uece.br

1. Introdução

Uma das maiores complicações no aprendizado das disciplinas da área das Ciências da Natureza está relacionada ao fato do professor não conseguir trabalhar os conteúdos de forma contextualizada e/ou interdisciplinar. Quando esses conteúdos envolvem conhecimentos abstratos associados a fenômenos considerados distantes da realidade dos alunos, essas dificuldades se agravam (BRASIL, 2002).

Nessa mesma perspectiva, muitos dos problemas com os quais os professores de Química se deparam na sala de aula diz respeito à dificuldade de relacionar assuntos tratados em nível microscópico (por exemplo, estrutura atômica) a fenômenos e conhecimentos que fazem parte do cotidiano do aluno. Nesse sentido, Lima (2013), ao fazer uma análise das Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), destaca a dificuldade dos professores em trabalhar ideias científicas e relacioná-las a circunstâncias do dia a dia como um dos principais desafios dos professores ao ministrarem aulas de Química mais interessantes.

Tendo em vista esse aspecto que colabora para intensificar as dificuldades que o Ensino de Química enfrenta, o presente trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de elaboração de um holograma (registro de um objeto bidimensional que, ao ser iluminado de forma correta, permite a sua observação com um caráter tridimensional), que pode ser utilizado no estudo de Geometria Molecular, mostrando que instrumentos dessa natureza – elaborados a partir de materiais relativamente simples, alguns muito fáceis de serem encontrados no cotidiano do aluno - podem ajudar no desenvolvimento de metodologias de ensino diferenciadas que são capazes de facilitar o entendimento dos alunos.

2.0 holograma como instrumento de aprendizagem

De acordo com Sebata (2006), uma das dificuldades enfrentadas no processo de aprendizagem da Química, de uma maneira geral, consiste no fato dessa disciplina trabalhar conceitos relacionados ao mundo microscópico, o qual, muitas vezes, é difícil ser compreendido e apreendido pelos alunos. Além disso, a falta de recursos didáticos adequados e das competências e habilidades em alguns professores para explorar o conteúdo de forma interdisciplinar e contextualizada contribui para intensificar essas dificuldades.

Marques e Mendonça (2013) destacam que, dessa forma, os assuntos da disciplina se tornam quase impossíveis de serem compreendidos mediante apenas as explicações dos professores e a realização de experiências e de demonstrações, sendo, portanto, necessárias novas abordagens pedagógicas para garantir a sua compreensão. Nessa dimensão, então, cabe ao professor encontrar técnicas pedagógicas inovadoras capazes de superar essas dificuldades. Para Gibin e Ferreira (2010), de um modo geral, os estudantes apresentam grandes dificuldades em compreender as representações químicas, principalmente no que diz respeito àquelas que são tratadas em níveis não visualizáveis, não concretos. Isso se deve ao fato de elas pertencerem a um mundo abstrato, o qual, para a construção do conhecimento, exige o uso de informações que vão além das sensoriais e que deveriam ter sido previamente adquiridas.

A partir de uma análise sobre a obra de Jean Piaget, Flavell (1988) pôde concluir que a aprendizagem ocorre quando o indivíduo consegue visualizar o objeto físico, concreto, e somente depois consegue entender o conceito formal, abstrato. Nessa dimensão, Clauzen (2010) admite que no aprendizado dos conteúdos da Química isso constitui um problema, pois muitos alunos apresentam dificuldades para compreender fenômenos simples que ocorrem a nível submicroscópico, como por exemplo a dissolução da sacarose em água. Para que o aluno possa superar esses obstáculos, o professor de Química deveria estar apto a apresentar o conteúdo usando recursos que o ‘tornasse’ mais concreto possível.

Apesar de toda a evolução científica e tecnológica experimentada nos últimos tempos pelas Ciências da Natureza, em especial pela Física e pela Química, ainda não se tornou possível visualizar as moléculas e, conseqüentemente, não se conhece concretamente como elas estão dispostas e estruturadas no espaço. No entanto, por meio de artifícios matemáticos, baseados em evidências científicas, é possível determinar a sua forma geométrica a partir da orientação de suas ligações (NETO, 2007).

Por outro lado, Moura, Cardoso e Lamounier Jr (2009) discutem que muitos professores se queixam das dificuldades dos alunos do Ensino Médio em visualizar tridimensionalmente as estruturas moleculares, constituindo-se, por isso, em verdadeiros obstáculos na aprendizagem de Geometria Molecular. No entanto, Dias (2014) afirma que a capacidade de visualização espacial e da imaginação visual configuram como um dos mecanismos mais importantes e necessários ao desenvolvimento do pensamento matemático e das ciências a ela relacionadas, como a Química, por exemplo. Essa capacidade possibilita a conversão de representações de objetos em duas dimensões (2D) a representações em três dimensões (3D), e pode ser chamada de habilidade ‘visuoespacial’:

A visualização em Química é ponto fundamental, pois sua aprendizagem envolve habilidades visuoespaciais que dão suporte para realizar determinadas operações cognitivas espacialmente. É através destas operações que nos tornamos capazes de internalizar as visualizações externas, para então manipularmos as estruturas mentalmente, podendo externalizá-las após esse processo (RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009, p. 66).

Na opinião de Settimy e Bairral (2015), é essa capacidade que oportuniza ao indivíduo construir um conjunto de operações mentais que são essenciais à compreensão da Geometria Molecular. Portanto, segundo esses autores, cabe ao professor criar estratégias para estimular o desenvolvimento dessa capacidade, proporcionando uma noção de espaço e tridimensionalidade que são fundamentais para a compreensão de muitos conceitos químicos, evitando que os alunos continuem a crer que a Química é uma ciência puramente abstrata.

Nessa perspectiva, para Valente e Pereira (2015), apesar do uso da holografia avançar lentamente nos mais diversos segmentos, o holograma constitui uma ferramenta educacional poderosa por ser capaz de construir imagens tridimensionais das moléculas, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade visuoespacial.

Assim, o intuito maior desse trabalho é mostrar que é possível elaborar e trabalhar com hologramas no Ensino de Química na Escola Básica, possibilitando uma maior facilidade na

compreensão do modo como as moléculas se apresentam no mundo microscópico, possibilitando ao aluno entender sua forma e orientação no espaço, ou seja, seu aspecto geométrico.

3. Produção de um holograma e sua aplicação no ensino de Geometria Molecular

Descreveremos a seguir toda a trajetória referente à produção de um holograma que, se usado no estudo do assunto Geometria Molecular que é abordado na Química do Primeiro Ano do Ensino Médio, pode possibilitar aos estudantes a identificação e a percepção da real disposição espacial da molécula trabalhada, ou seja, pode contribuir para uma melhor compreensão da maneira como uma molécula se organiza no espaço.

MONTAGEM DOS PRISMAS

Utilizando régua, caneta, cola, fita adesiva e faca de mesa, confeccionamos, a partir de capas acrílicas de CD, um prisma quadrangular cujos quatro trapézios para sua montagem tinham as seguintes dimensões: base menor = 1,5 cm; base maior = 9 cm; e altura = 5,2 cm. Antes do início do processo de colagem dos trapézios, passamos uma fita adesiva pelo lado externo, na união de suas margens, deixando-as o mais próximo possível. No lado interno, vertemos cola de silicone para dar mais resistência e firmeza ao prisma (Figura 1).



Figura 1 – Etapas do processo de confecção do prisma a partir de capas de CD

PRODUÇÃO DO VÍDEO DA MOLÉCULA DE CO₂

Produzimos vídeos das moléculas de CO₂ (dióxido de carbono), BF₃ (trifluoreto de boro), H₂O (água), CH₄ (metano) e NH₃ (amônia), no entanto, descreveremos aqui apenas o processo da produção da primeira (CO₂) por se tratar da mais simples. Utilizando o *software Avogadro* (Figura 2), um programa gratuito encontrado na internet e de fácil manuseio, desenhamos a molécula com suas ligações e seus ângulos. Antes, porém, desmarcamos a opção *Adjust Hydrogens* no menu (Figura 2a), para evitar que átomos de hidrogênio fossem adicionados automaticamente ao de carbono, já que o CO₂ não contém aqueles átomos. Em seguida, selecionamos *Carbon* (6) na opção *Element*: e um clique na área escura do lado direito da tela do programa fez aparecer o átomo de carbono (esfera cinza, Figura 2a).

Na opção *Element*: alteramos para *Oxygen* (8) (Figura 2b). Um clique do lado esquerdo e outro do lado direito da 'esfera cinza' fizeram surgir os átomos de oxigênio (esferas vermelhas) da molécula (Figura 2c). Para serem geradas as ligações entre os átomos, bastou criarmos as ligações simples: clicamos no carbono, seguramos e arrastamos até um dos oxigênios; fizemos a mesma coisa com o outro oxigênio (Figura 2d). Como o CO₂ apresenta duas ligações duplas,

dois cliques nas ligações simples fizeram surgir as insaturações (Figura 2e). No menu superior (Figura 2e), clicamos em *Extensions*, surgindo várias outras opções. Ao clicarmos em *Optimize Geometry*, a molécula foi rearranjada para assumir a sua forma espacial (geometria) correta, respeitando as interações de repulsão existentes entre as nuvens eletrônicas originadas a partir dos pares de elétrons ligantes e não ligantes (Figura 2f).

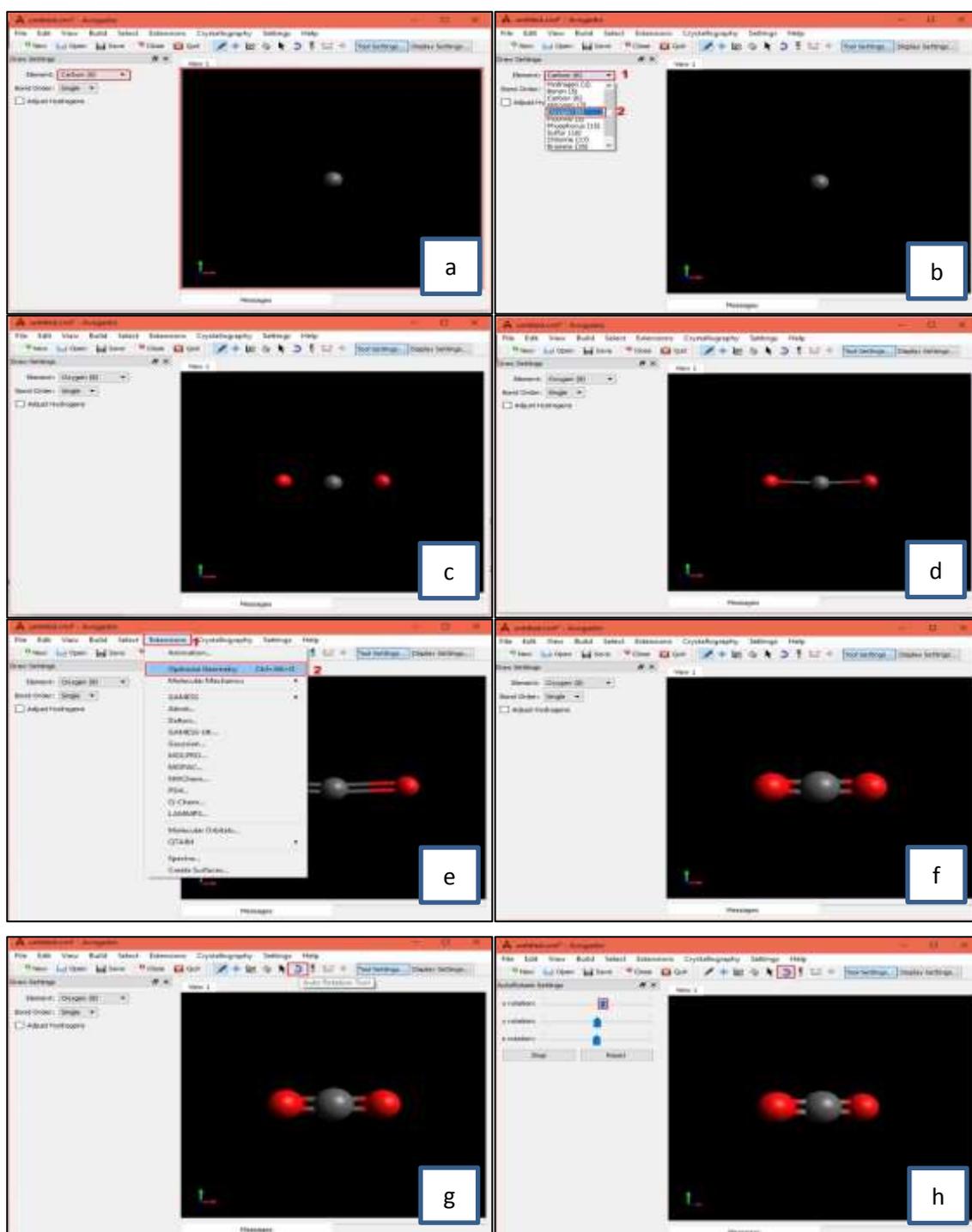


Figura 2 – Etapas de montagem e atribuição de movimento à molécula de CO_2 desenhada com o software Avogadro

Para atribuir movimento à molécula, clicamos na opção *Auto Rotation Tool*, uma seta curva (↻) na segunda linha do menu do programa (Figura 2g), alterando a interface do lado esquerdo para aparecerem as opções de girar os eixos x, y ou z (Figura 2h). Como a molécula de CO₂ apresenta uma geometria linear, o seu movimento foi executado apenas sobre o eixo x, conseguido ao clicarmos sobre a seta azul (cercada de vermelho) na opção *x rotation*, arrastando-a até o ponto da velocidade desejada e soltando o clique (Figura 2g).

Um dos problemas encontrados neste *software* se refere a impossibilidade de salvar os projetos (desenhos) elaborados em formato de vídeo. Por esse motivo, usamos um outro *software* com a capacidade de gravar simultaneamente a tela mostrada no computador enquanto trabalhávamos a montagem das moléculas no *Avogadro*.

Existem vários programas capazes de efetuar essa tarefa, como por exemplo o *Fraps*, o *Dxtory*, o *Bandicam*, o *Action Mirillis*, o *PlayClaw*, entre outros. Nesse trabalho usamos o *Fraps*, um *software* gratuito que está disponível para download em várias plataformas. Após abrímos o programa, clicamos na opção *movies* no menu superior (Figura 3a) e atentamos para três configurações importantes que foram implantadas antes da gravação (Números 1, 2 e 3 de vermelho na Figura 3b).

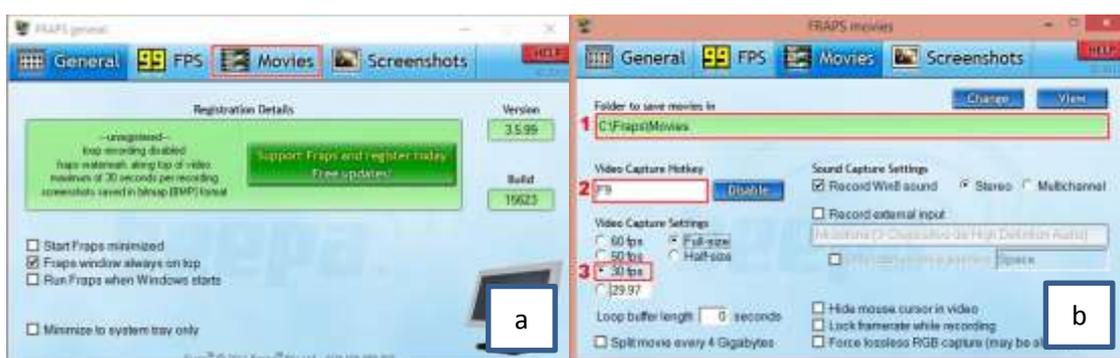


Figura 3 – Configuração do software Fraps

Na primeira, *Folder to save movies in* (número 1 em vermelho na Figura 3b), escolhemos o local (pasta) no qual seria salvo o vídeo. Na segunda, *Video Capture Hotkey* (número 2 em vermelho), escolhemos a tecla de atalho que deveria ser acionada para iniciar a gravação da tela do computador. No caso aqui relatado, escolhemos a tecla 'F9' (Figura 3b), também utilizada para encerrar a gravação. Por último, ajustamos a configuração de captura de tela em *Video Capture Settings* (número 3 em vermelho na Figura 3b) para 30 fps (*frames per second*) ou 'quadros por segundo' do vídeo a ser gravado. Esse número depende muito do desempenho do PC (*personal computer*) utilizado. Cabe ressaltar que *frames* são imagens sequenciadas que, ao serem reproduzidas com uma certa velocidade, dão a ideia de movimento (FURTADO, 2012).

Após a conclusão do ajuste dessas configurações, voltamos ao programa *Avogadro*, permanecendo com o *Fraps* aberto. Então apareceu, no canto esquerdo da área escura da tela (Figura 4a), o número 21 em amarelo, representando o número de frames sequenciados capturados na tela pelo *Fraps* e utilizados pelo *Avogadro* para gerar o movimento da molécula.

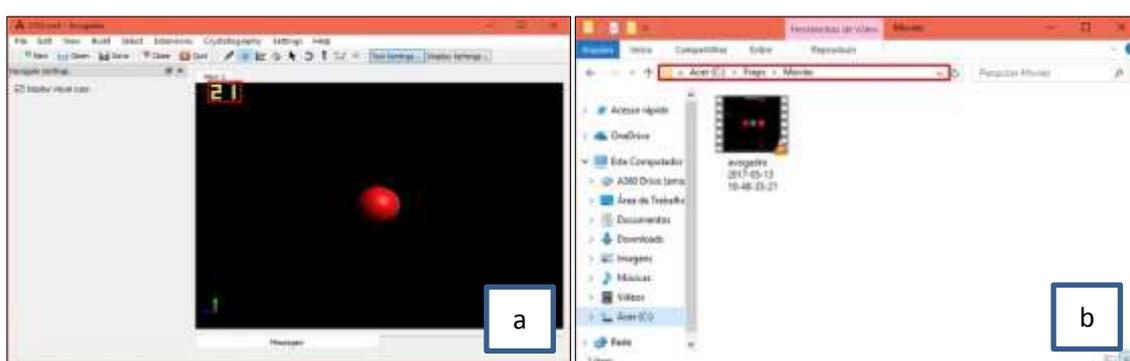


Figura 4 – Gravando a tela com o Fraps

Em seguida, pressionamos a tecla F9 para iniciar a gravação da tela. Esperamos o tempo de gravação de vídeo desejável e pressionamos novamente a tecla F9 para cessar a gravação. Com o vídeo produzido e salvo na pasta *Movies*, localizada em *Fraps* (Figura 4b), que tinha sido escolhida anteriormente, iniciamos então o processo de sua edição.

EDIÇÃO DO VÍDEO DA MOLÉCULA DE CO₂

Concluída a etapa de produção do vídeo, iniciamos o trabalho de edição de modo a podermos dispor do efeito desejado na demonstração que faríamos. O *software* escolhido para essa etapa foi o *Sony Vegas Pro 14.0*, um programa de edição de vídeo que dispõe de licença para uso gratuito durante apenas trinta dias. No entanto, é possível obtermos os mesmos resultados com o uso de versões mais antigas: *Sony Vegas Pro 12.0* e *Sony Vegas Pro 13.0*.

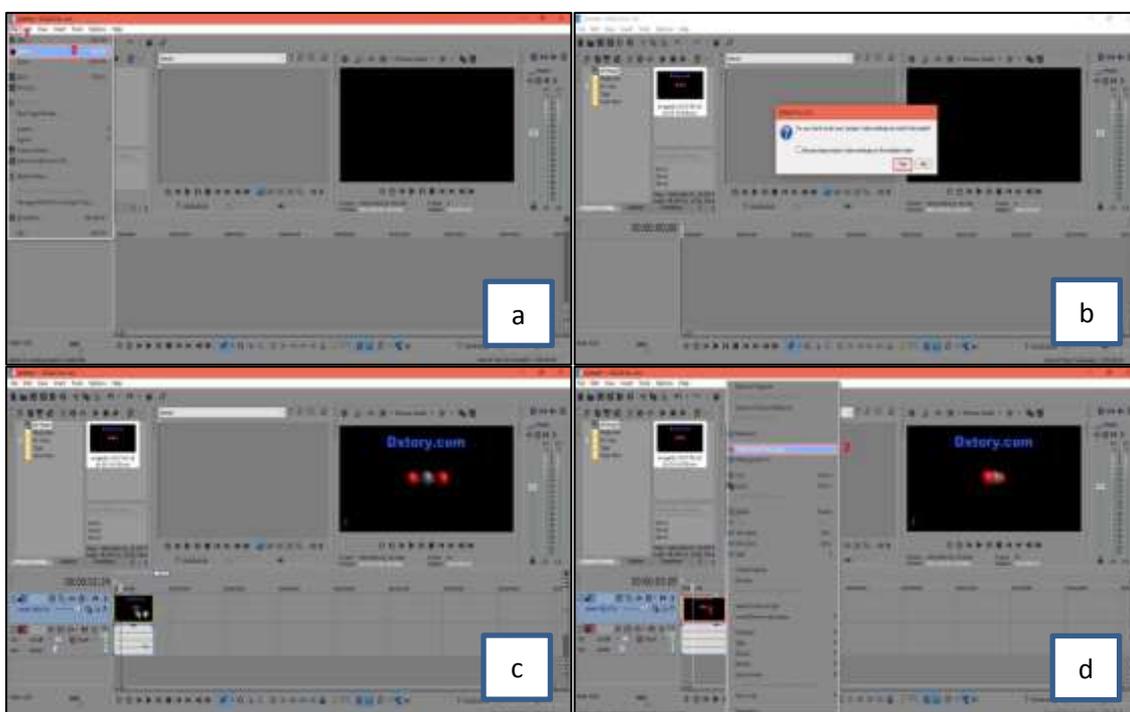


Figura 5 – Etapas iniciais da edição do vídeo usando do programa Sony Vegas Pro 14.0

Após abrirmos o programa (Figura 5a), clicamos na opção *File* do canto superior esquerdo da tela (número 1 em vermelho) e, em seguida, em *Open* (número 2 em vermelho). Este comando possibilitou a abertura de uma janela com todos os arquivos armazenados no PC.

Buscamos então o arquivo do vídeo produzido anteriormente e o selecionamos. Na janela aberta no centro da tela, demos um clique em *Yes* para abri-lo (Figura 5b). A Figura 5c mostra a tela do *Sony Vegas Pro 14.0* com o vídeo aberto.

Com o nosso vídeo aberto no *Sony Vegas Pro 14.0*, clicamos com o botão direito no *track* do vídeo (número 1 em vermelho na Figura 5d) e depois com o botão esquerdo em *Video Event Pan/Crop...* (número 2 em vermelho na mesma figura).

Em seguida, realizamos uma espécie de ajuste de zoom de nosso vídeo, eliminando espaços pretos da sua tela que não eram necessários, deixando apenas a molécula no espaço restante. Para conseguirmos esse efeito, após clicarmos em *Video Event Pan/Crop...*, abriu-se a janela *Video Event FX* (Figura 6a) na qual os pontos vermelhos em destaque foram selecionados para serem trabalhados. Ao clicar sobre cada um deles, arrastamos em direção ao centro, de modo a ficar bem próximos da molécula (Figura 6b).

Após isso, organizamos a molécula de tal forma que ela ficasse posicionada no topo do vídeo, de modo a dar espaço para três cópias suas que seriam introduzidas no espaço escuro. Para que isso fosse feito, clicamos na opção *Track Motion...* (número 1 em vermelho na Figura 6c), abrindo a janela *Track Motion – Track 1*, e em seguida editamos a posição da molécula no espaço escuro do vídeo.

Uma das vantagens desse programa se fundamenta no fato de, caso aconteça algum erro durante esses procedimentos, é possível retomar ao padrão inicial clicando com o botão direito na área em branco (número 1 em vermelho na Figura 6d) e, em seguida, dar um simples clique na opção *Restore Box*. Esse posicionamento pôde ser feito manualmente ao movermos uma das arestas do retângulo (número 2 em vermelho) mostrado na Figura 6c, ou alterando os valores das coordenadas x e y correspondentes à posição da molécula (número 3 em vermelho na Figura 6c).

Depois dessa etapa, precisávamos duplicar o vídeo. Para isso, clicamos com o botão direito no *track* do vídeo (número 1 em vermelho na Figura 6e) e demos um outro clique com o botão esquerdo do mouse em *Duplicate Track* da janela que foi aberta (número 2 em vermelho na mesma figura). Após a duplicação do vídeo, trabalhamos na sua edição. Clicamos em *Track Motion* (número 1 em vermelho na Figura 6f), fazendo abrir a janela *Track Motion – Track 2*. Em seguida, com o botão direito do mouse, clicamos dentro da área indicada pelo número 2 em vermelho da mesma figura. Aberta a janela cinza contendo várias opções, clicamos em *Flip Vertical* (número 3 em vermelho na Figura 6f). Este comando fez com que a cópia do vídeo fosse invertida verticalmente.

No entanto, faltava ainda mudarmos a posição desta cópia, de modo que as duas moléculas ficassem diametralmente opostas e equidistantes do centro do vídeo. Para realizar esta tarefa, foi necessário alterar o valor de 'Y' em *Position* da janela *Track Motion – Track 2* aberta. Isso foi possível colocando um sinal negativo (-) antes do valor de y. No nosso caso, como a primeira molécula estava localizada no ponto 225 do eixo y, demos um valor de -225 para este eixo da segunda molécula. Isso fez com que esta molécula declinasse para o polo oposto da primeira. Após isso, fechamos a janela. Esses passos podem ser acompanhados pelas imagens mostradas nas Figuras 6g e 6h. Esta última mostra o resultado obtido até esta fase. Então, a

janela *Track Motion* – *Track 2* foi fechada.

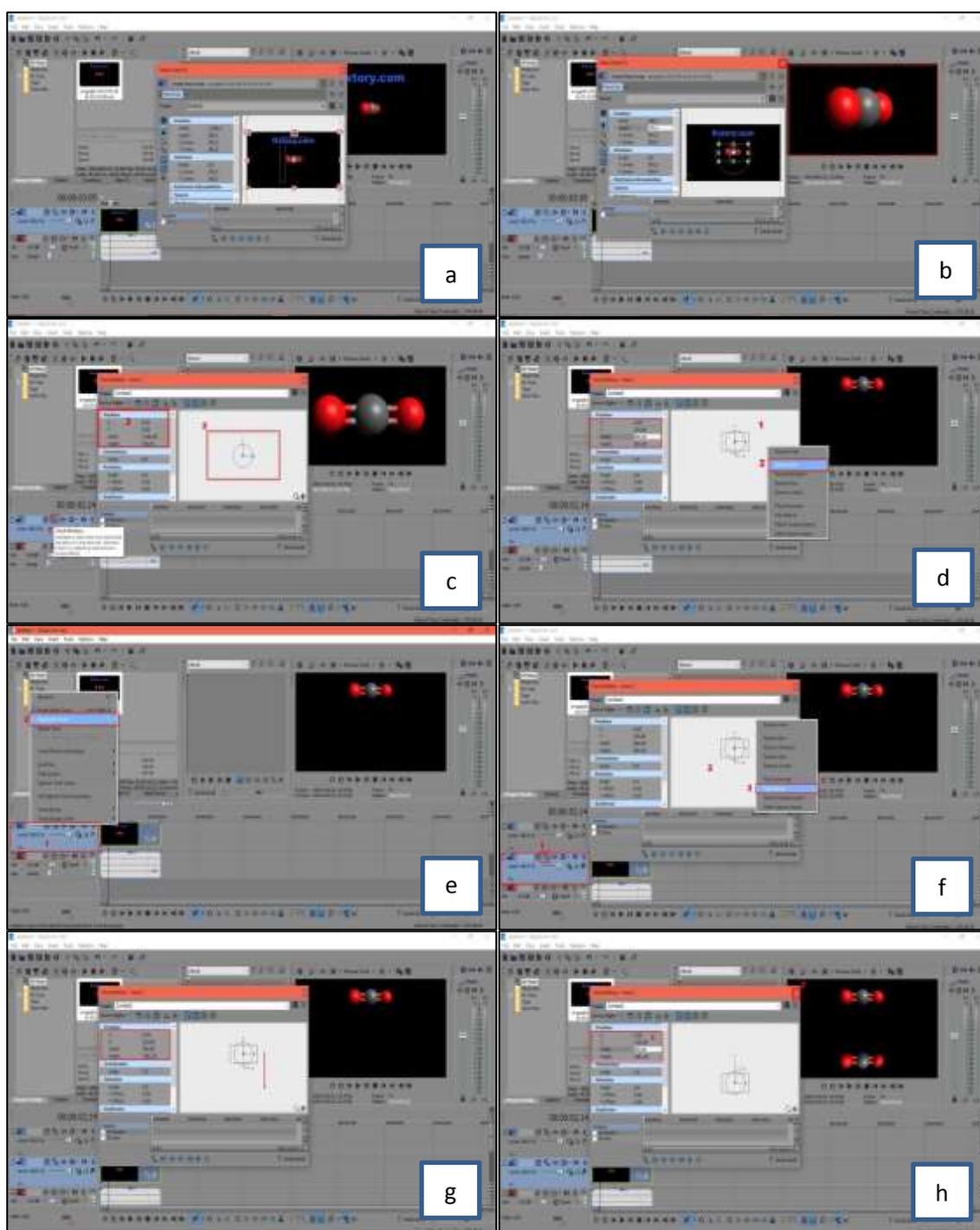


Figura 6 – Edição do vídeo usando o Sony Vegas Pro 14.0

Após isso, duplicamos o vídeo 2 seguindo o procedimento explicado anteriormente nos textos referentes à Figura 6e. Depois de feita a cópia, clicamos em *Track Motion...*, abrindo a janela *Track Motion* – *Track 3* (Figuras 7a e 7b).

No entanto, foi necessário rotacionar esse vídeo para que a molécula se posicionasse ao lado esquerdo do espaço escuro da tela. Primeiramente, modificamos a orientação da molécula, alterando o valor do ângulo de 0° (Figura 6c) para 90° em *Orientation* (Figura 7b) e o valor de

sua posição em relação ao eixo x para -300 em *Position* (Figura 7c). Nesse ponto, se com esse valor de x este terceiro vídeo tivesse ficado se sobrepondo a algum dos outros, seria preciso substituí-lo por um valor menor, de maneira que não se sobrepussem. Após isso, fechamos a janela *Track Motion – Track 3*. Os resultados obtidos até esta fase podem ser observados por meio da Figura 7d.

Para concluirmos a edição, precisávamos repetir o processo de duplicação do primeiro vídeo produzido. Desta vez, no entanto, usamos o último produzido, o vídeo 3. Após isso, movemos o cursor do lado inferior direito na tela reproduzida na Figura 7d um pouco para baixo, para que pudéssemos trabalhar com o novo vídeo. Em seguida, clicamos em *Track Motion...*, abrindo a janela *Track Motion – Track 4*, conforme mostrado nas Figuras 7e e 7f.

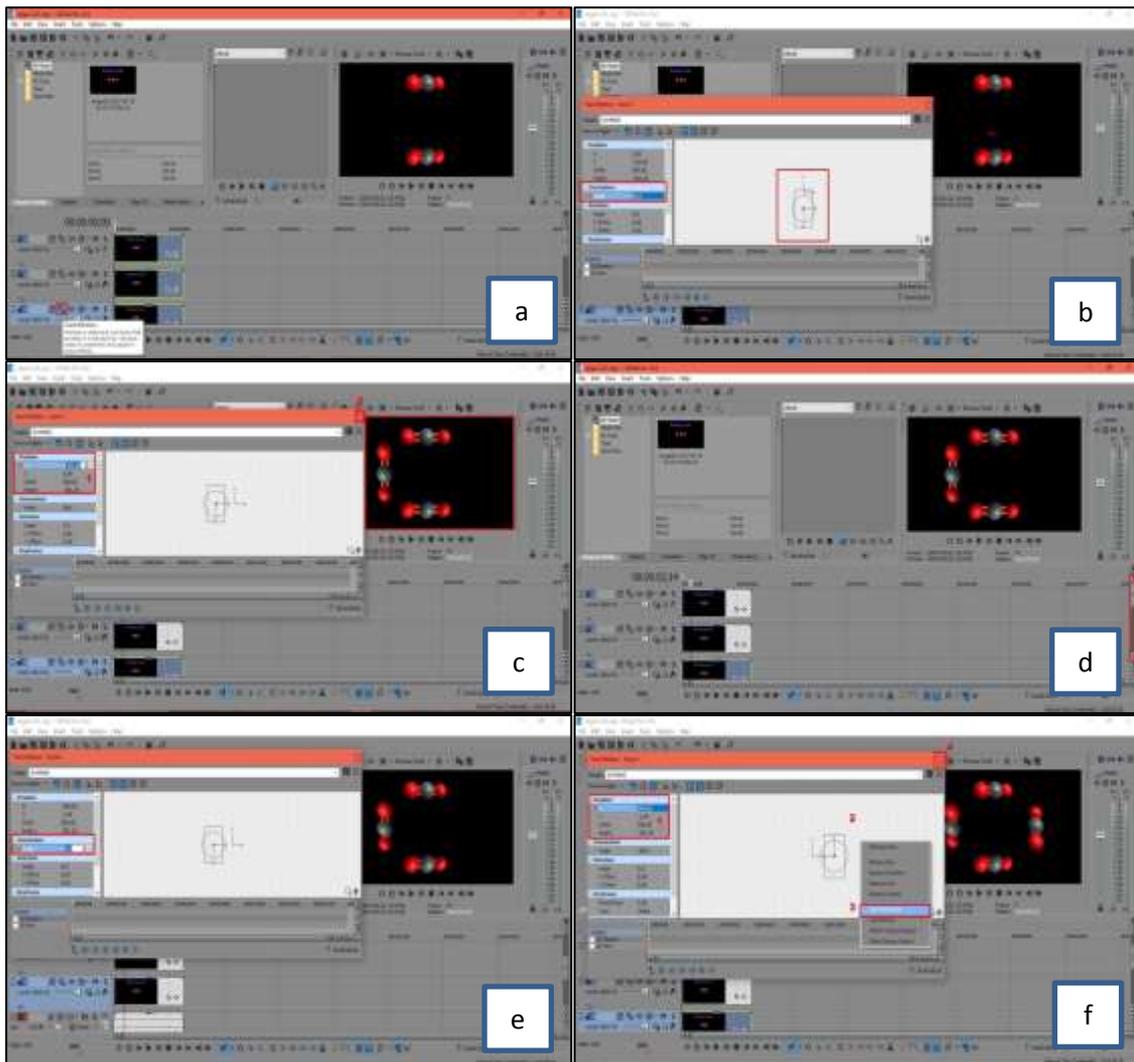


Figura 7 – Edição do vídeo no Sony Vegas Pro 14.0

Na opção *Orientation* (Figura 7f), alteramos o ângulo de orientação para -90° e a orientação em relação ao eixo x, na opção *Position*, para o mesmo valor do vídeo colocado anteriormente, mas com sinal trocado. Assim, se no vídeo anterior esse valor foi -300, neste ficou 300, sem necessidade de expressar o sinal positivo. Depois disso, clicamos com o botão direito no local indicado pelo número 2 (em vermelho na Figura 7f) e, em seguida, com o botão

esquerdo em *Flip Horizontal*. Isso fez com que o vídeo fosse invertido horizontalmente. Então foi fechada a janela *Track Motion – Track 4* (número 4 em vermelho na Figura 7f).

Depois de editados os quatro vídeos, foi necessário renderizá-los, ou seja, transformar todos os vídeos produzidos e montados individualmente em um único vídeo (Moreira, V., 2013). Então, na tela mostrada na Figura 8a, clicamos em *File* (número 1 em vermelho), localizado no canto superior esquerdo, e em *Render As* (número 2 em vermelho). Com isso, foi aberta uma janela com várias opções (Figura 8b).

Na opção *Browse...* (número 1 em vermelho na Figura 8b), selecionamos a pasta de destino na qual o vídeo final seria salvo. Em *Output Format* e em *MainConcept AVC/AAC (*.mp4, *.avc)*, número 2 em vermelho na Figura 8b, clicamos em *Internet HD 1080p* (número 3 em vermelho), como escolha para o formato do vídeo final. Essa escolha foi feita devido ao fato de que iríamos trabalhar com um tablete, o qual possibilita a exibição de vídeos de excelente qualidade, independentemente dos sistemas usados por esse dispositivo (Android ou IOS). Após isso, para concluir o processo, clicamos na opção *Render* (número 4 em vermelho na Figura 8b) e aguardamos (Figuras 8c e 8d). Ao final do processo, após 100% da renderização ter sido completada, clicamos em *Open Folder* (circulado de vermelho na Figura 8d) para abrir a pasta que continha o arquivo, cuja cópia foi transferida para um tablete com o qual se fez testes para comprovar o sucesso na elaboração do holograma.

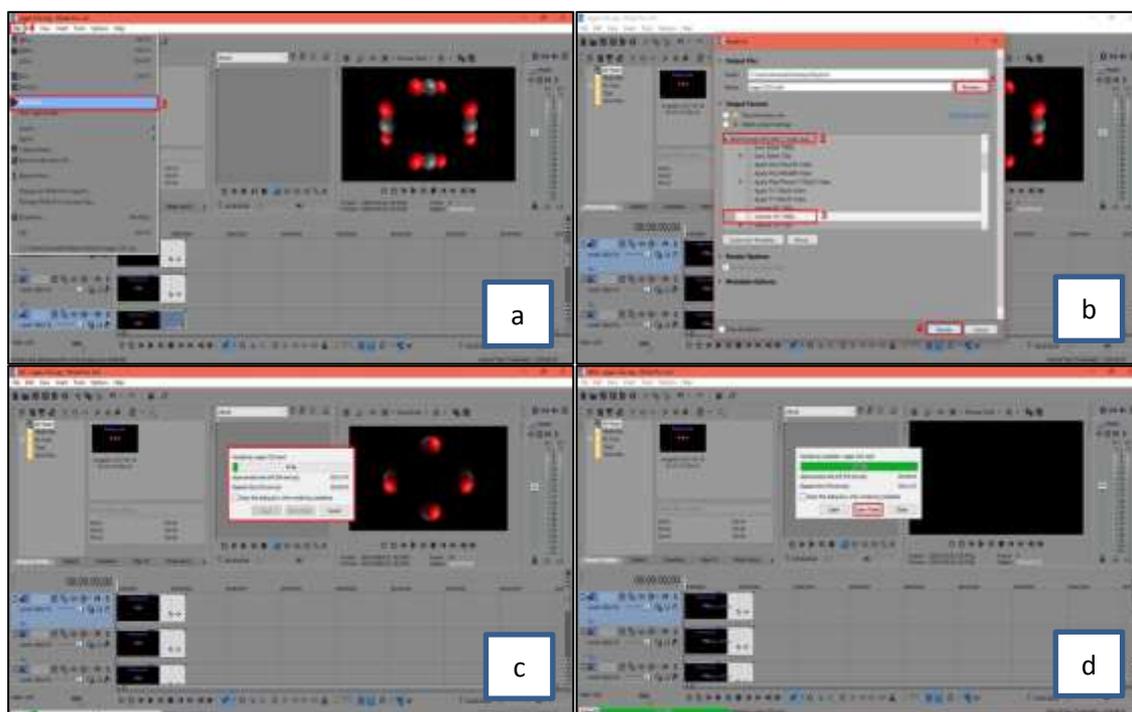


Figura 8 – Renderizando o vídeo no Sony Vegas Pro 14.0

UMA DEMONSTRAÇÃO PARA OS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Em uma aula de Geometria Molecular para uma turma de 20 alunos do 1º ano do Nível Médio de uma escola pública, desenvolvida durante uma das atividades da disciplina de Estágio Supervisionado I no Ensino Médio do nosso curso de Licenciatura em Química, trabalhamos, inicialmente, uma exposição oral sobre o assunto. Logo após a exposição, foi realizada uma

'brincadeira' com os alunos que consistiu no uso de balões (bexigas contendo ar) para que eles pudessem observar a relação espacial existente entre as nuvens eletrônicas das ligações químicas. Assim, em um clima de descontração, montamos, juntamente com os estudantes, modelos espaciais de algumas moléculas (CO_2 , BF_3 , H_2O , CH_4 e NH_3) usando os balões e, observando a teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons na Camada de Valência (RPECV), atribuímos nomes às geometrias das moléculas construídas.

Em seguida, após a brincadeira com os balões, as luzes da sala foram desligadas (o ambiente com pouca luminosidade favorece a visualização das projeções), sobrepusemos o prisma construído de acrílico à tela do tablete (com a abertura menor voltada para baixo, encostada na tela), e colocamos os vídeos para serem reproduzidos. Apresentamos, um a um, os hologramas das cinco moléculas para os alunos (Figura 9). A Figura 9b mostra o mesmo resultado usando um prisma maior confeccionado de vidro, sobre o monitor de um PC.

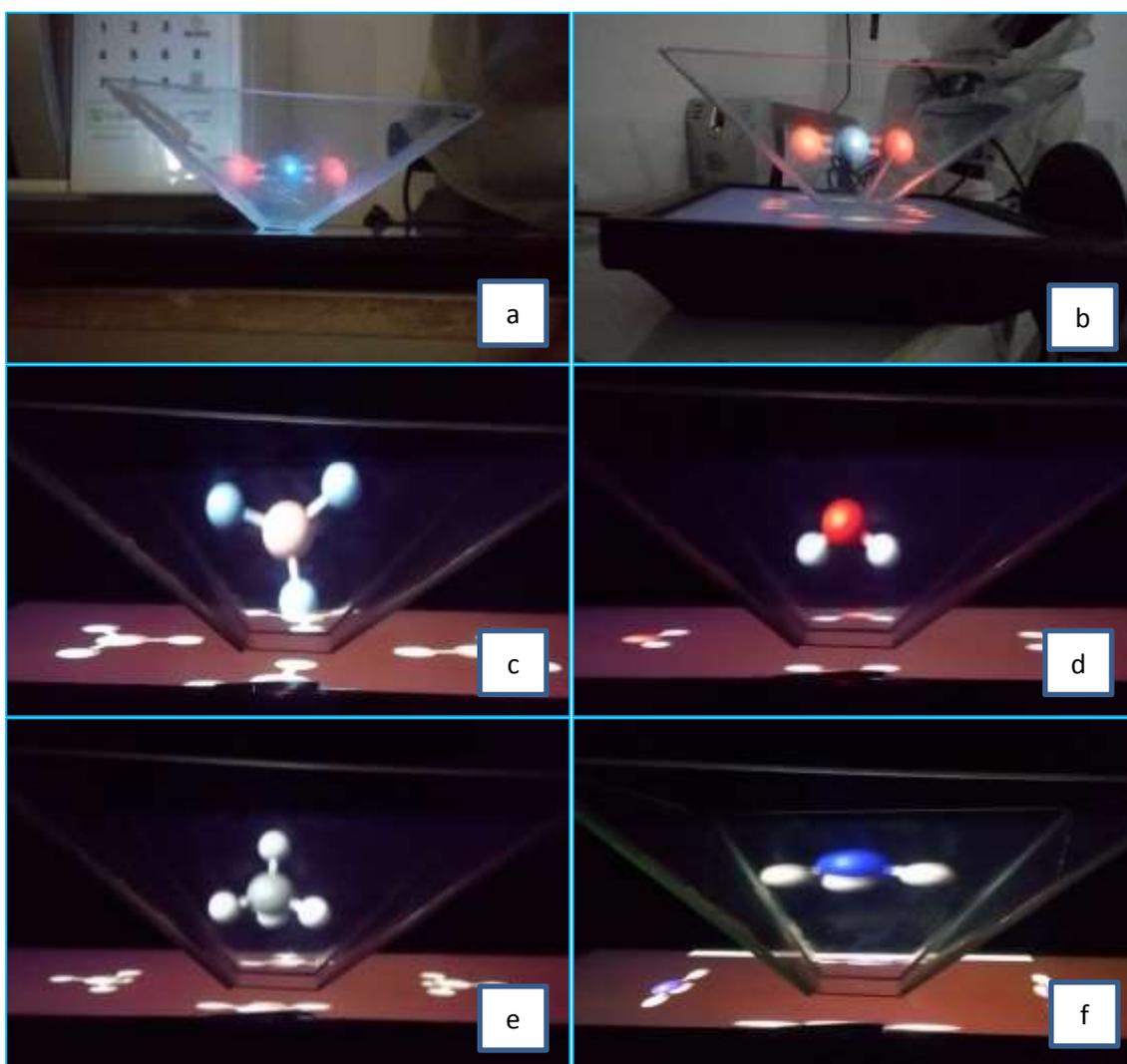


Figura 9 – Vídeos sendo reproduzidos no prisma (hologramas) do CO_2 , no tablete (a) e no monitor de PC (b); do trifluoreto de boro, BF_3 (c); da água, H_2O (d); do metano, CH_4 (e); e da amônia, NH_3 (f)

Com a mostra dos hologramas, os alunos puderam observar as moléculas tridimensionais em movimento, possibilitando identificar, a partir de uma 'realidade mais concreta', a sua disposição espacial e os ângulos de suas ligações, tornando o entendimento desse assunto

menos complexo, descontraído, visualmente estimulante e prazeroso. Nessa aula foi possível observarmos um elevado grau de atenção e envolvimento por parte de todos os alunos, além de um excelente desempenho na resolução das atividades (exercícios) contidas no livro didático referentes ao conteúdo estudado.

Ao serem questionados oralmente sobre a maneira como foram trabalhadas as Geometrias Moleculares, obtivemos dos alunos alguns depoimentos orais espontâneos bastante interessantes: “As formas geométricas ficaram muito interessantes de estudar”; “Melhora a visualização”; “... pois agora ficou mais fácil e interessante”; “... pois deu pra ver de diferentes ângulos”.

4. Considerações finais

Muitas vezes os professores de Química se deparam com situações de ensino em que se torna quase impossível tratar o conteúdo de forma contextualizada. No entanto, ferramentas tecnológicas como, por exemplo, tabletes, computadores, softwares, podem contribuir enormemente para que o professor consiga fazer uma aproximação entre os conceitos abstratos e a realidade concreta do aluno, dando a este a oportunidade de entender melhor os conteúdos da disciplina.

Nesse sentido, o holograma, uma ferramenta da qual pouco se tem falado na literatura sobre sua utilização no âmbito educacional, pode se tornar um poderoso aliado no trabalho do professor de Química. Como mostrado neste texto, o uso dessa tecnologia pode propiciar ao aluno um desenvolvimento efetivo das habilidades visuoespaciais, indispensáveis na compreensão de muitos assuntos de várias áreas do conhecimento científico. Esse tipo de instrumento possibilita uma importante contribuição para o estudo da Química na escola, pois oportuniza ao aluno a visualização de eventos submicroscópicos por meio de modelos representativos, contribuindo, conseqüentemente, para a compreensão dos fenômenos químicos que acontecem em nível molecular.

Outros aspectos destacáveis no recurso didático apresentado se referem ao baixíssimo custo para elaboração dos instrumentos aqui descritos e ao fácil acesso aos materiais necessários à sua confecção. Provavelmente, uma das dificuldades seja o manuseio do software Sony Vegas para a edição do vídeo, custando para isso vários dias de estudos e pesquisas. Já para a produção do prisma, a dificuldade foi realizar os cortes dos trapézios na capa de CD, um processo que requer muita paciência, pois qualquer descuido pode comprometer as dimensões desejadas.

Por fim, é importante registrar que, a partir da observação do elevado grau de atenção e envolvimento dos alunos, dos seus desempenhos na resolução dos exercícios e dos comentários proferidos ao final da demonstração que realizamos, foi possível percebermos que este recurso didático pode se tornar um importante aliado do professor de Química durante suas aulas. Da mesma maneira, é possível afirmarmos que esse novo modelo de representação molecular apresenta a vantagem de possibilitar a visualização da forma correta e precisa dos ângulos das ligações e da disposição tridimensional dos átomos na molécula.

Para o professor, isso se torna mais interessante e estimulante quando o aluno percebe que a associação entre esses instrumentos e materiais simples, de baixo custo, como as capas de CD por exemplo, causam um efeito inusitado e surpreendente, além de contribuir para a compreensão dos assuntos estudados.

5.Referências

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.** Brasília, MEC/SEC, 141 p. 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2017.

CLAUZEN, H. de M. **Compreender e transformar o Ensino de Química: o laboratório como recurso auxiliar à prática docente.** 2010, 164 f. Dissertação (Programa de Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Santos, Santos, 2010. Disponível em: <<http://biblioteca.unisantos.br:8181/bitstream/tede/182/1/AClauzen%20Revisao.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2017.

DIAS, A. F. P. **Estudo das analogias presentes no livro didático ‘Química na abordagem do cotidiano – vol. 1.** 2014, 51 f. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Química) – Faculdade de Educação de Crateús, Universidade Estadual do Ceará, Crateús, 2014.

FLAVELL, J. H. **A psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget.** São Paulo, Editora Pioneira, 1988. 479 p.

FURTADO, T. **O que é FPS?** *Techtudo*, 11 jul. 2012, notícia. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/07/o-que-e-fps.html>>. Acesso em: 5 mai. 2017.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. **Química Nova**, v. 33, n. 8, p.1809-1814, ago. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000800033>. Acesso em: 20 dez. 2016.

LIMA, J. O. G. de. O ensino de química na escola básica: o que se tem na prática, o que se intenta na teoria. In: ROMERO, Marco Antônio Ventura; MAIA, Saulo Robério Rodrigues (Orgs.). **O ensino e a formação do professor de Química em questão.** Teresina: EDUFPI, 2013. p. 61-82.

MARQUES, L. M.; MENDONÇA, G. L. F. Uso de tecnologias no ensino de química. In: ROMERO, Marco Antônio Ventura; MAIA, Saulo Robério Rodrigues (Orgs.). **O ensino e a formação do professor de Química em questão.** Teresina: EDUFPI, 2013. p. 101-124.

MOREIRA, L. P. B. Representações mentais de concepções espontâneas dos estudantes após utilização de softwares. **Revista Novas Tecnologias em Educação (RENOTE)**, v. 11, n. 3, p. 1-10, dez. 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/download/44472/28216>>. Acesso: 22 fev. 2017.

MOREIRA, V. *O que é renderizar?* 2013. Disponível em: <<https://oprofessorweb.wordpress.com/2013/12/10/o-que-e-renderizar/>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

MOURA, J. A. dos S.; CARDOSO, A.; LAMOUNIER JR, E. A. A criação dos elementos químicos tridimensionais através da realidade virtual – uma aplicação na química orgânica. **Revista Ceciliana**, v. 1, n. 1, p. 32-42, 2009. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_01/1-2009-32-42.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2017.

NETO, J. R. F. **Tecnologias no ensino de geometria molecular**. 2007, 122 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17464/1/joao%20parte%201.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

RAUPP, D. T.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p. 65-78, mar. 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID73/v4_n1_a_2009.pdf>. Acesso em: 30 out. 2016.

SEBATA, C. E. **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de geometria molecular**. 2006, 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/6442>>. Acesso em: 30 out. 2016.

SETTIMY, T. F. de O.; BAIARRAL, M. A. O Desenvolvimento da visualização em Geometria. **Caderno de Extensão-UFRJ**, n. 1, p. 123-127, 2015. Disponível em: <http://www.academia.edu/25443222/O_DESENVOLVIMENTO_DA_VISUALIZA%C3%87%C3%83O_EM_GEOMETRIA>. Acesso em: 3 jan. 2017.

VALENTE, V. C. P. N.; PEREIRA, T. T. Aprimoramento da capacidade de visualização espacial com a utilização de hologramas. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION, 9., 2015, Zilina, Eslováquia. **Anais eletrônicos**. Braga, Portugal: COPEC, 2015. p. 142-146. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/icece2015/proc/works/32.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2017.