



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA (UESB)  
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**DESENVOLVIMENTO DIDÁTICO DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS NO  
ENSINO DE QUÍMICA**

**JAIME JOSÉ DA SILVA**

**JEQUIÉ – BA  
2023**

## **INTRODUÇÃO**

Este trabalho tem o intuito de propor uma sequência didática a partir do conteúdo de química orgânica para os alunos do ensino médio do 3º ano, desenvolvendo uma metodologia que procura estabelecer uma relação dos conteúdos com a realidade dos alunos. Para que este objetivo fosse alcançado, a disciplina trabalhou utilizando diversas formas de representação da linguagem científica (softwares, imagens, desenhos, representações bola-vareta jornais, etc.).

Sabemos dos desafios que os professores enfrentam em trabalhar os conteúdos de química, há já vista que a disciplina é encarada pelos alunos como complexa, indecifrável, repleta de simbologias, equações e diagramas. Sabemos que a química apresenta uma linguagem própria ao explicar os fenômenos da natureza e nesse sentido é importante promover um processo de alfabetização da linguagem científica. A proposta didática vem com esse objetivo de construir uma linha de ensino e aprendizagem, utilizando diversos recursos de comunicação que vai além da mera explicação verbal e escrita.

A sequência didática apresentada não pode vista como uma proposta acabada e definida. O professor que quiser desenvolvê-la pode fazer os seus devidos ajustes, incluindo outros tipos de ferramentas educacionais e outras modalidades de comunicação. O importante é que seja utilizada uma gama variada de representação em química e que este trabalho se desenvolva do conceito ao contexto e vice-versa. De modo geral é um trabalho que enfatiza o papel da linguagem química, do processo de compreensão da ciência a partir do cotidiano do estudante.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Para compreender melhor as representações químicas, no valem da obra de Charles Sanders Peirce (2005) o qual desenvolveu a teoria da Semiótica. A semiótica neste sentido pode trazer contribuições para compreensão da química no âmbito do ensino. Diante do que foi colocado acima, cabe fazer uma breve

explicação sobre o significado da teoria dos signos ou semiótica. A semiótica pode ser compreendida como a teoria geral dos signos ou teoria geral das representações.

A teoria dos signos desenvolvida por Peirce (2005) contribuem significativamente para elucidar questões ligadas às dificuldades de aprendizagem em química, propondo alternativas metodológicas e recursos didáticos para superar obstáculos que impedem a apreensão dos conceitos nas áreas das ciências da natureza.

Na concepção Peirceana, o signo é aquilo que representa algo para alguém, ocupando o lugar de alguma outra coisa, em lugar do ente em si, ou seja, só se percebe aquilo que se está capacitado a interpretar. Entende-se, com efeito, a importância do signo no processo de compreensão da realidade que nos cerca, nos fenômenos que são percebidos pelos sentidos, visto que as representações têm o papel de mediar os objetos enquanto aspectos da realidade que não podem ser vistos na sua dimensão concreta, imediata e tangível.

Na obra de Peirce (2005), as categorias de análise geralmente são explanadas em tríades ou tricotomias.

Uma tricotomia muito importante se refere aos conceitos de símbolos, índices e ícones. Como esclarece Romanini (2016):

Num importante texto sobre a álgebra da lógica, de 1885, Peirce fez a ponte entre sua descoberta dos quantificadores lógicos e sua semiótica, afirmando que uma notação lógica completa deveria possuir signos gerais ou convencionais (símbolos), quantificadores ou seletivos da mesma espécie que os pronomes demonstrativos (índices) e signos de semelhança (ícones). Os índices deixavam de ser coadjuvantes no processo do conhecimento e da representação". (ROMANINI, 2016, pg. 35).

Os símbolos estabelecem uma relação convencional com objeto. O símbolo é definido com uma regra estabelecida para um determinado grupo ou comunidade. Como exemplo pode-se falar das palavras do alfabeto ou as representações e códigos de trânsito. As representações convencionais na tabela periódica podem ser classificadas, a partir dessa definição, como símbolos. Os índices dizem respeito à

relação de proximidade com o objeto. Estabelecem uma relação de causa de efeito. Como exemplos têm-se as pegadas na areia que indicam que alguém passou por aquele lugar.

Na química analítica, por exemplo, os índices podem ser caracterizados pela coloração que as substâncias adquirem quando submetidos por indicadores de ácido-base. Os ícones por sua vez apresentam uma relação de semelhança com o objeto. Os modelos atômicos são, por exemplo, representações que procuram estabelecer uma relação de semelhança entre a dimensão macroscópica e submicroscópica. (GOIS e GIORDAN, 2007).

Outra tríade importante destacada por Peirce diz respeito aos conceitos de primeiridade, secundidade e terceiridade. Estas categorias fundamentais explicam a forma como o indivíduo apreende o fenômeno analisado. Na perspectiva da Semiótica Peirceana, a imagem não é construída pelo sujeito, ela é percebida, relacionada, para permitir a construção de um novo signo e, nesse caso, a apreensão do conceito. Para que o signo seja capaz de mediar o processo de produção de significados (interpretantes) aceitos por determinada comunidade científica, é preciso considerar os fatores relacionados ao intérprete (estudante): conhecimento dos conteúdos (perceber/ primeiridade), regras e habilidade para estabelecer relações entre signo-referente e signo-interpretante (relacionar/secundidade) para poder atribuir significados (conceituar/terceiridade). (WARTHA E REZENDE, 2015). Em síntese, o estudante percebe o fenômeno mediado pelos objetos (primeiridade), estabelece conexões com os construtos teóricos que ele tem previamente em função de sua visão de mundo (secundidade) para em seguida reelaboram novos signos e novos construtos teóricos (terceiridade). A aprendizagem é, portanto, um processo infinito de reelaboração da linguagem, desenvolvimento de abstrações e construção de novos conceitos.

Como se pode compreender a partir do que foi exposto acima, aprender química é associá-la em uma linguagem representacional que engloba as tríades Peircianas. Os signos resultam, neste sentido, como elementos mediadores entre a dimensão macroscópica e a microscópica, entre o observável e o inobservável. “Em poucas palavras, pode-se dizer que aprender Química é aprender uma nova linguagem, associada a uma nova forma de pensar o mundo.” (WARTHA E REZENDE, 2015, p. 34).

A química, como forma de conhecimento construído a partir de processos empíricos, necessita que sua comunicação seja feita por meio de visualizações, estabelecendo uma conexão entre a dimensão abstrata e a realidade material e concreta. O espaço educacional se torna significativo quando propõe trabalhar baseado na perspectiva da multimodalidade, ou seja, pensar na combinação de vários recursos semióticos. Como esclarece Quadros (2020):

A multimodalidade está associada à comunicação e às representações. Quando se trata de sala de aula de Ciências ou mais especificamente de Química, a comunicação e os modos de representação se mostram primordiais, já que se trata de um entendimento de “entidades” químicas que não podem ser visualizadas. São átomos, elétrons, íons, moléculas, além de outras entidades submicroscópicas que formam o conjunto de entidades usadas para explicar a formação da matéria, as suas propriedades e como essa matéria se transforma ou é transformada. (QUADROS, 2020, pag. 17).

Partindo do referencial teórico e das categorias de análise apresentada é que se procura desenvolver a sequência didática propondo um método de ensino e aprendizagem que enfatiza a importância de compreender a linguagem química e suas representações.

## **DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

### **AULA 1**

Para o desenvolvimento da sequência didática, no primeiro dia de aula é proposto trabalhar uma aula expositiva apresentando os conteúdos de propriedades dos átomos de carbono, as suas ligações covalentes e estrutura das cadeias carbônicas. Em seguida, devem ser apresentadas as diversas representações das estruturas moleculares a partir de diversos modelos representacionais (fórmulas moleculares, condensadas, representações *bond line* e estruturas geométricas de bolas varetas). Nesta aula é possível perceber que os compostos moleculares orgânicos podem ser representados de diversas formas.

Durante a aula pode ser estabelecida a relação entre os tipos de ligação (simples, dupla ou tripla) e a geometria correspondente dos hidrocarbonetos (linear trigonal plana e tetraédrica). Como recurso semiótico para aprendizagem utiliza-se a

montagem de estruturas geométricas utilizando bexigas e estruturas geométricas (figura 1) para estabelecer analogias com as estruturas moleculares dos compostos orgânicos.

**Figura 1: Representação geométrica utilizando bexiga**

**Linear**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

**Trigonal**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

**Tetraédrica- bexiga**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

**Tetraedro**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

As estruturas acima apresentam caráter icônico, estabelecendo aproximação de como as estruturas angulares são dispostas nos compostos orgânicos. Baseado

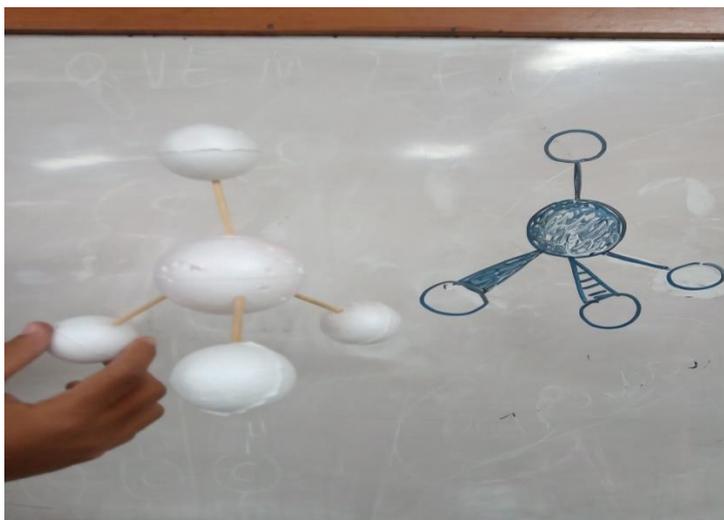
nas analogias apresentadas pode-se discutir a ideia de repulsão de pares eletrônicos e sua implicação no arranjo das estruturas moleculares.

Os recursos didáticos acima promovem uma abordagem na perspectiva de compreensão sob a dimensão da tríade periana, haja vista que os estudantes perceberam os objetos apresentados (primeiridade – perceber), estabelecendo relações de analogia com os entes moleculares (secundidade - relacionar) e reelaborando concepções acerca do que são estruturas moleculares e a consequente ideia de repulsão eletrônica (terceiridade – conceituar)

## **AULA 2**

No segundo dia de aula pode ser feita uma discussão dos compostos orgânicos no cotidiano. Os alunos podem perceber, por exemplo, a presença dos compostos propano e butano no botijão de gás de cozinha. Pode-se fazer uma abordagem da composição do petróleo e seus derivados que são constituídos basicamente de hidrocarbonetos. Os estudantes discutem a existência de diversos compostos orgânicos presentes em nosso cotidiano tais como gasolina óleo diesel, parafina e petróleo. O professor pode levar para a sala de aula um desodorante de aerossol, pedir para que os estudantes leiam o rótulo identificando, por exemplo, a presença de butano e metano. Na mesma aula, pode ser apresentada a estrutura do metano a partir do modelo molecular, condensado (representação simbólica). Para uma percepção mais concreta deve-se apresentar uma estrutura molecular de bolas de isopor e palitos de madeira (representação icônica). Também se deve apresentar a estrutura do metano no quadro usando os traços de cunhas tracejadas e cunhas em negrito, conforme a figura 2, representando a tridimensionalidade da molécula (representação simbólica). Deste modo estabelece-se uma relação entre as duas formas de representação

**Figura 2: Imagem na lousa e no espaço da sala – Molécula de etanol**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

### **AULA 3**

No terceiro dia de aula os alunos podem conhecer e manipular o software Molview (<https://molview.org/>). Este programa apresenta a propriedade de ser on-line, intuitivo, de fácil manuseio, possibilitando pesquisar diversas moléculas em estrutura 2D e 3D. Através deste recurso tecnológico é possível rotacionar a molécula, construir modelos próprios e fazer diversas combinações moleculares.

**Figura 1: Representação molecular no programa Molview**

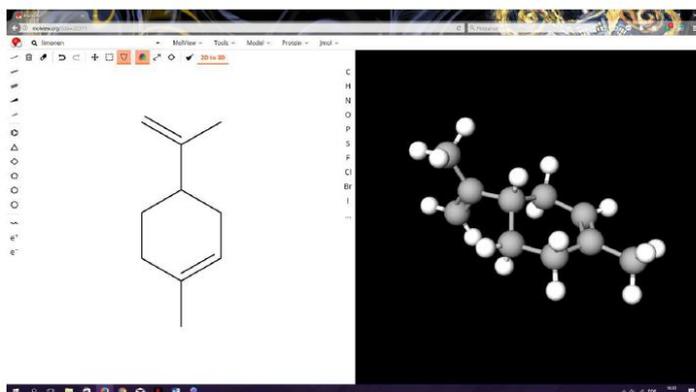


Figura 2 - Modelos 2D e 3D da molécula de (S)-limoneno no software MolView.

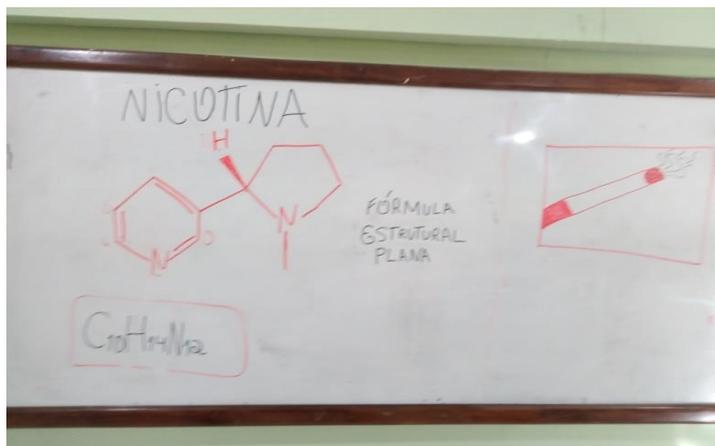
O software permite que os alunos pesquisem diversas moléculas tais como: etanol, cafeína, morfina e diversos outros compostos orgânicos. Neste mesmo dia pode-se organizar equipes e cada uma dessas devem fazer pesquisas de diversos tipos de moléculas no cotidiano, sua utilidade, presença na natureza, possíveis malefícios e benefícios. Ao mesmo tempo eles podem construir representações de bolas e varetas. Esta aula é o momento de confecção de ferramentas didáticas para compreender a estrutura da molécula. O professor pode propor a construção dos modelos moleculares utilizando isopor e palitos. Caso a escola disponha de kits bola-vareta, pode ser interessantes trabalhar com este recurso. As construções podem ser confeccionadas utilizando como referência o software Molview, para orientar na estruturação, ângulos e percepção espacial.

#### **AULA 4, 5 e 6**

No quarto, quinto e sexto dia de aula ocorre o momento de exposição das estruturas moleculares nas suas diversas formas de representação. Os alunos podem apresentar suas estruturas de bola/vareta, pesquisa escrita e discussão da presença destes compostos do dia-a-dia.

As Imagens 3 e 4 demonstram a apresentação dos trabalhos dos estudantes sobre a molécula de nicotina. Nesta pesquisa os alunos puderam representar as diversas formas em que a molécula pode ser simbolizada e o desenho que associa o cigarro com a presença da molécula. O momento foi oportuno para esclarecer a composição do cigarro que apresenta inúmeras substâncias, tais como açúcares, arsênio, amônia, sulfito de hidrogênio e outras mais. A exposição da aula também permitiu discutir acerca da ação da nicotina no sistema nervoso e a dependência decorrente de uso constante do cigarro.

**Figura 4: Imagem na lousa – representações da nicotina**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

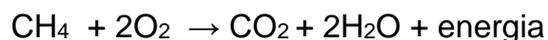
**Figura 5: Modelo molecular de nicotina em bola-vareta**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

## AULA 7

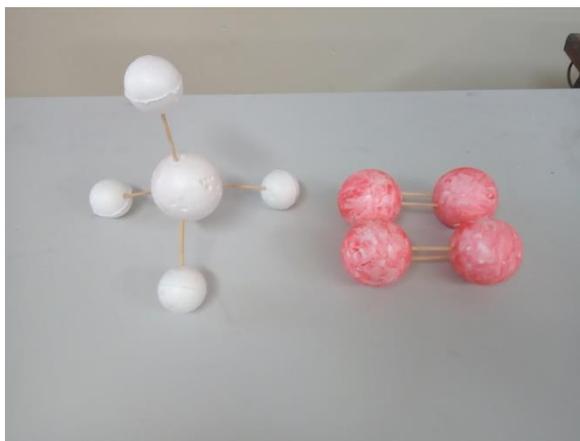
No sétimo dia aula é oportuno trabalhar o conceito de combustão. Neste momento deve-se discutir com os estudantes o significado deste termo e como o processo acontece do ponto de vista molecular. Para compreensão do conceito pode-se apresentar a reação química mostrando a equação balanceada.



Neste momento é explicado que a reação depende de um combustível (metano), um comburente ( $\text{O}_2$ ) e geram como produtos água, dióxido de carbono, liberando energia (fogo). O momento foi oportuno para falar sobre a Lei de Lavoisier na qual se afirma que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma.” Logo, era importante eles compreenderem que as quantidades de átomos que estavam presentes nos reagentes deveriam ser iguais as dos produtos.

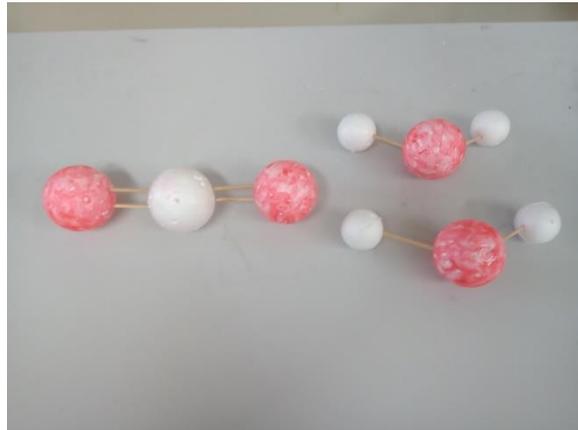
Para que essa reação fosse mais concreta e realista é proposto que um aluno simule a transformação utilizando os modelos de bolas e varetas, conforme as figuras 11 e 12. Para ajudar no processo de construção das moléculas de dióxido de carbono e água, pesquisa-se no programa Molview, a constituição geométrica destes compostos.

**Figura 6: Reagentes da combustão: metano e oxigênio**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

**Figura 7: Produtos da combustão: água e dióxido de Carbono**



Fonte: Fotografia feita pelo autor

O momento é oportuno para discutir questões tais como o conceito de energia, quebra de ligações químicas, compartilhamento de elétrons e as representações dos entes químicos por meio de modelos bola-vareta ou em forma de equações.

Ademais, pode-se compreender que a conjugação de representações tanto virtuais quanto concretas possibilita aumentar a percepção dos alunos sobre as reações químicas, consolidando a construção de conceitos científicos.

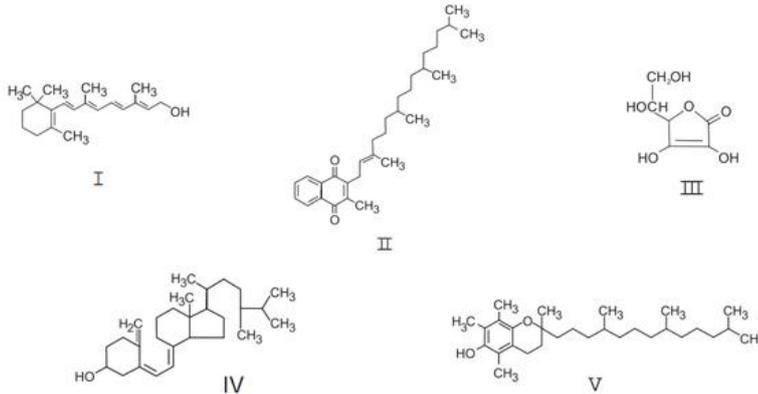
## **AULA 8**

Durante a oitava aula pode-se aplicar uma atividade contendo duas questões baseadas em provas do ENEM conforme explicitado abaixo:

**Figura 8: Atividade diagnóstica**

Atividade diagnóstica de química

1) (Enem 2014) O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.

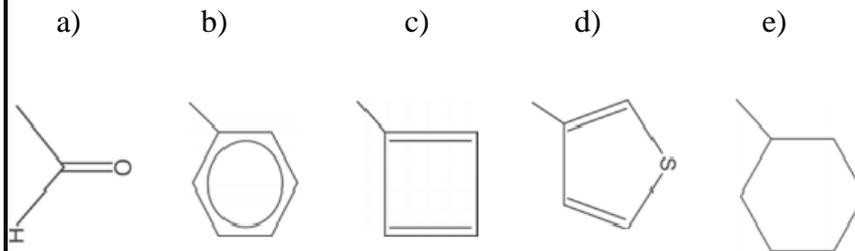


**Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é:**

- a) I      b) II      c) III      d) IV      e) V

2 – (Enem 2014) A forma das moléculas, como representadas no papel, nem sempre é planar. Em um determinado fármaco, a molécula contendo um grupo não planar é biologicamente ativa, enquanto moléculas contendo substituintes planares são inativas.

O grupo responsável pela bioatividade desse fármaco é:



Fonte: Autor próprio

Na questão 1, o estudante devem identificar qual vitamina dentre as alternativas, seria considerada solúvel em água. Pode-se sugerir que os mesmos identifiquem intuitivamente, qual característica particular de uma vitamina em sua estrutura molecular diferenciava das demais. Neste caso leva-se em consideração a presença de hidroxilas. Deve-se solicitar que os alunos justifiquem a sua escolha. A proposta aqui é trabalhar noções de solubilidade e polaridade, partindo das representações moleculares.

Na questão 2, é proposto identificar qual fármaco apresenta função ativa baseado na estrutura molecular. Também deve-se justificar a escolha da alternativa. A proposta nessa questão é aprender a noção de estruturas planares, tetraédricas, ligações simples, dupla e sua relação com estrutura da molécula no espaço. O aprendizado partindo da tricotomia periana (perceber, relacionar, conceituar), conduziu a uma noção de articular noções indiciais, simbólicas e icônicas, permitindo que estes compreendessem a relação da representação molecular do fármaco e sua função dentro de uma atividade biológica.

### **AULA 9, 10 e 11**

Na aula 9,10 e 11 propõe-se a atividade de produção do Jornal Científico com o intuito dos estudantes estabelecerem relações das estruturas representacionais com temas do cotidiano, permitindo que haja uma contextualização dos conteúdos de química. Os compostos orgânicos não podem ser estudados de forma isolada, sem um nexo, mas inseridos na vivência social. No desenvolvimento da linguagem científica, foi proposto da atividade de produção do jornal, estimulando que os alunos no desenvolvimento de pesquisa articulando linguagem escrita, oral, representacional, associação de signos simbólicos, indiciais, icônicos, promovendo orquestração de componente multimodal, no sentido de contextualizar as temáticas propostas na disciplina de química orgânica. A proposta didática implica em propiciar um ensino de ciências na qual o aluno é protagonista da construção dos saberes. Deste modo eles podem fazer uma leitura da realidade, desenvolvendo habilidade de articulação da linguagem científica e inserindo-os na discussão das problemáticas sociais e consolidando uma visão mais abrangente dos saberes

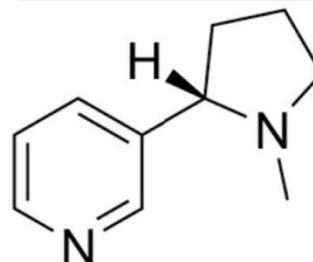
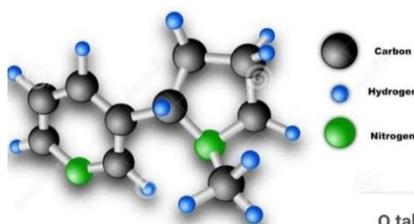
científicos. O jornal elaborado pelos estudantes baseou-se na pesquisa dos compostos orgânicos que eles haviam pesquisando ao longo da sequência didática. É importante frisar o que jornal deve conter notícias sobre determinado composto orgânico e ao mesmo tempo representações da referida molécula.

Figura 8: Produção de Jornal Científico

# JORNAL CIENTÍFICO



O tabaco mata mais de 8 milhões de pessoas a cada ano. Mais de 7 milhões dessas mortes são resultado do uso direto do tabaco, enquanto cerca de 1,2 milhão são resultado de não-fumantes expostos ao fumo passivo. Quase 80% dos 1,1 bilhão de fumantes do mundo vivem em países de baixa e média renda.



O tabaco mata mais de 8 milhões de pessoas a cada ano. Mais de 7 milhões dessas mortes são resultado do uso direto do tabaco, enquanto cerca de 1,2 milhão são resultado de não-fumantes expostos ao fumo passivo. Quase 80% dos 1,1 bilhão de fumantes do mundo vivem em países de baixa e média renda.



No caso da **nicotina**: irritabilidade, ansiedade, depressão; diminuição da concentração; inquietação; insônia ou hipersônia; aumento de apetite ou de peso; diminuição dos batimentos cardíacos; e diminuição da pressão arterial.

@Ninno\_rfq

Fonte: trabalho desenvolvido por estudantes

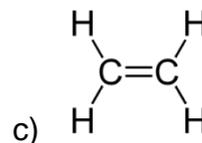
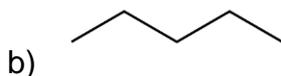
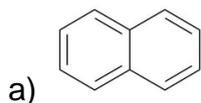
## AULA 12

Nesse momento é importante aplicar um questionário com estudantes como objetivo de avaliar e diagnosticar como se desenvolveu o processo de sequência

didática. Assim o professor pode avaliar as potencialidades da proposta didática e as dificuldades que são apontadas pelos estudantes ao longo do percurso metodológico.

### Questionário sobre sequência didática de química orgânica

1- Qual modelo abaixo pode ser considerado não planar? Justifique.



---

---

---

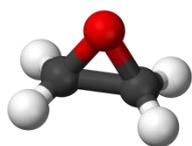
2) O que você entende por combustão? Elabore um esquema ou representação do processo de combustão.

---

---

---

3) Represente a estrutura do óxido de etileno utilizando o modelo de cunha tracejada e cunha preenchida.



4- Você acredita que as representações moleculares através do modelo bola-vareta contribuíram ou dificultaram o aprendizado dos conteúdos de química?

Explique

---

---

---

5 - A utilização do software Molview para elaboração e visualização de estruturas moleculares facilitou a compreensão dos conteúdos de química orgânica? Quais dificuldades você encontrou na utilização do programa?

---

---

---

---

6-Comente o que você aprendeu em química orgânica na elaboração do Jornal Científico.

---

---

---

---

7-Qual(is) recurso(s) você considerou mais significativo no aprendizado de química orgânica? (modelo bola-vareta, software Molview e Jornal Científico). Explique o motivo.

---

---

---

---

---

8 – Quais as dificuldades você encontrou na aprendizagem dos conteúdos de química orgânica?\_\_\_\_\_

---

---

---

---

## **BIBLIOGRAFIA**

GOIS Jackson; GIORDAN Marcelo. **Semiótica na Química: a teoria dos signos de Pierce para compreender a representação**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, nº 7, dezembro/2007.

PEIRCE, Charles Sanders. **Semiótica**, 3ª Ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

QUADROS, Ana Luiza de (org). **Representações Multimodais no ensino de Ciências: compartilhando experiências**. Coleção: perspectiva em ensino de Ciências. Curitiba- 2020

ROMANINI, Vinicius. **A Contribuição de Peirce para a Teoria da Comunicação**.

WARTHA Edson José; REZENDE Daisy de Brito. **A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana**. Ciênc. Educ., Bauru, v. 21, n. 1, p. 49-64, 2015.