

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

EDUARDO DIEDOVIEC

**A ABORDAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA PARA CURSOS TÉCNICOS NA ÁREA
DA SAÚDE POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Porto Alegre
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

EDUARDO DIEDOVIEC

**A ABORDAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA PARA CURSOS TÉCNICOS NA ÁREA
DA SAÚDE POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Trabalho de conclusão apresentado junto a atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso” do Curso de Licenciatura em Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Química

Prof. Dr. Maurícus Selvero Pazinato
Orientador

Porto Alegre
2019

Dedico este trabalho em memória ao meu Querido pai Jorge Diedoviec.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Maurício Selvero Pazinato pela disponibilidade, pelo apoio e por interagir comigo, permitindo que seus ensinamentos guiassem-me nesta caminhada.

A todos os familiares, especialmente, a minha amada esposa e a minha abençoada filha, que me incentivaram na conclusão deste projeto.

Aos amigos que foram parceiros e ajudaram na construção desta trajetória.

Eu componho de acordo com as circunstâncias em que estou envolvido, seja na de ácido ou na de água.

John Lennon

RESUMO

O Ensino Técnico é voltado principalmente para formar profissionais qualificados, capacitados e com senso crítico para atuarem no mercado de trabalho. Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver uma Sequência Didática para o ensino de tópicos básicos de Química Orgânica necessários para a disciplina de Bioquímica (carga horária de 40h) nos cursos Técnico em Análises Clínicas e Farmácia. Os tópicos abordados foram: identificação de funções orgânicas, transcrições de fórmulas, principalmente, estruturais plana e em traço e classificação de cadeia carbônica de forma aplicada diretamente a temática dos Cursos Técnicos em Farmácia e Análises Clínicas. A Sequência Didática teve duração de quatro encontros (totalizando 16 horas/aula) e foi estruturada considerando as concepções dos estudantes em relação à Química Orgânica e a partir de estratégias de ensino diversificadas, tais como: atividades de modelagem, leituras e produção de textos, elaboração de Seminários, entre outras, à luz da teoria dos níveis representacionais da matéria. Os dados foram coletados por intermédio de questionários, textos escritos a partir da elaboração dos seminários, teste e prova, de quatorze sujeitos e avaliados por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados foram organizados nas seguintes dimensões: Conhecimentos prévios sobre Química Orgânica e sua relação com a Bioquímica; Importância da Química e nível do conhecimento em Química Orgânica; Relação entre propriedades físicas e substâncias; Nível representacional em Química Orgânica. Em síntese, os resultados revelam que no início da pesquisa predominavam concepções alternativas ou noções restritas em relação ao objetivo da Química Orgânica enquanto área de conhecimento e a maioria dos estudantes percebia a relação entre a Química Orgânica e a Bioquímica, no entanto não estabelecem associações coerentes. Percebe-se que a participação na Sequência Didática ampliou a visão dos estudantes sobre a importância dos conceitos químicos, grande parte dos alunos identificou duas de três funções orgânicas na representação estrutural em traço e também soube transcrever a representação estrutural plana para traço em molécula de estruturação mais simples.

Palavras-chave: Técnico em Farmácia e em Análises Químicas. Sequência Didática. Níveis representacionais da matéria. Ensino de Química Orgânica.

ABSTRACT

Technical Education is mainly aimed at training qualified, and critical professionals to work in the job market. In this context, the general objective of this work was to develop a Didactic Sequence for teaching the basic topics of Organic Chemistry required for the subject of Biochemistry (40h workload) in the Technical courses in Clinical Analysis and Pharmacy. The topics covered were: identification of organic functions, transcriptions of formulas, especially flat and tracing structural and carbon chain classification applied directly to the theme of the Technical Courses in Pharmacy and Clinical Analysis. The Didactic Sequence lasted four meetings (totaling 16 hours / class) and was structured considering the students conceptions regarding Organic Chemistry and from diversified teaching strategies, such as: modeling activities, reading and text production, Seminars, among others, in the light of the theory of representational levels of matter. Data were collected through questionnaires, texts written from the elaboration of the seminars, test and test, from fourteen subjects and evaluated through Content Analysis. The results were organized in the following dimensions: Previous knowledge about Organic Chemistry and its relationship with Biochemistry; Importance of Chemistry and level of knowledge in Organic Chemistry; Relationship between physical properties and substances; Representational level in Organic Chemistry. In summary, the results reveal that at the beginning of the research, alternative conceptions or restricted notions regarding the objective of Organic Chemistry as a field of knowledge predominated and most students perceived the relationship between Organic Chemistry and Biochemistry, but did not establish coherent associations. Participation in the Didactic Sequence broadened the students view of the importance of chemical concepts, and most of the students identified two of three organic functions in the structural representation in trace and also knew how to transcribe the flat structural representation for trace in structuring molecule simpler.

Keywords: Pharmacy and Chemical Analysis Technician. Didactic Sequence. Representational levels of matter. Organic Chemistry Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da Estrutural do Nanokid.	17
Figura 2 - Os três componentes básicos da “nova Química”.	18
Figura 3 - Exemplo de <i>Nanoputians</i>	30
Figura 4 - Resultado referente ao conhecimento prévio sobre foco de estudo de Química Orgânica.	35
Figura 5 - Resultado referente ao conhecimento prévio da importância da Química Orgânica para o estudo de Bioquímica.	36
Figura 6 - Resultado sobre a importância da Química Orgânica e Bioquímica.	38
Figura 7 - Estrutura da questão sobre o NanoKid.	39
Figura 8 - Resultado referente a comparação do número de acertos entre questões objetivas, antes e depois da aplicação da Sequência Didática.	39
Figura 9 - Número de estudantes que acertou a identificação das funções orgânicas e as transcrições entre as fórmulas estruturais traço e plana.	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Orientações do CNCT a serem seguidas pelas Instituições de Cursos Técnicos...	20
Quadro 2 - Ementas das disciplinas de bioquímica geral e de bioquímica clínica da escola analisada.	22
Quadro 3 - Sequência Didática aplicada.	25
Quadro 4 - Representações das estruturas traço e plano feitas na atividade de modelagem....	29
Quadro 5 - Descrição e exemplos das categorias que emergiram das respostas sobre o foco de estudo da Química Orgânica.	34
Quadro 6 - Descrição e exemplos das categorias que emergiram das respostas sobre importância da Química Orgânica para o estudo de Bioquímica.	35
Quadro 7 - Descrição e exemplos das categorias que surgiram das respostas sobre importância da Química Orgânica e Bioquímica para a futura profissão.	37
Quadro 8 - Descrição e exemplos das categorias que surgiram das respostas sobre os temas dos Seminários 1 e 2.	41
Quadro 9 - Questões de cada instrumento utilizadas para análise.	43
Quadro 10 - Descrição e exemplos das categorias que surgiram das respostas sobre as transcrições estruturais de plana para <i>bond line</i>	44
Quadro 11 - Descrição e exemplos das categorias que surgiram das respostas sobre as transcrições estruturais de <i>bond line</i> para plana.	46
Quadro 12 - Cada instrumento avaliativo caracterizada por pelo menos uma categorização..	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Ensino de Química Orgânica como foco de pesquisas	15
3.2 Dificuldades de representação em Química Orgânica	17
3.3 Contexto dos cursos Técnicos em Análises Clínicas e Farmácia.....	19
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	23
4.1 Classificação da pesquisa.....	23
4.2 Contexto da pesquisa	24
4.3 Sujeitos da pesquisa.....	24
4.4 Sequência de aulas.....	24
4.4.1 Primeiro encontro.....	26
4.4.2 Segundo encontro.....	27
4.4.3 Terceiro encontro	28
4.4.4 Quarto encontro	28
4.5 Instrumentos de coleta de dados.....	30
4.5.1 Questionários	30
4.5.2 Avaliações requisitadas pela escola	31
4.6 Método de análise dos dados.....	32
5. RESULTADOS	34
5.1 Conhecimentos prévios sobre Química Orgânica e sua relação com a Bioquímica	34
5.2 Importância da Química e nível do conhecimento em Química Orgânica	36
5.3 Relação entre propriedades físicas e substâncias	40
5.4 Nível representacional em Química Orgânica	42
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A	56
APÊNDICE B	57
APÊNDICE C	58
APÊNDICE D	59
APÊNDICE E	61

APÊNDICE F	62
APÊNDICE G	63
APÊNDICE H	64
APÊNDICE I	65
APÊNDICE J	66
APÊNDICE K	67

1 INTRODUÇÃO

No processo de ensino há preocupações e receios de como executar uma estratégia metodológica eficiente, em resposta aos questionamentos sobre o ensino tradicional que apontam a falta de interesse dos alunos. Discentes das áreas das ciências naturais, geralmente, veem o conteúdo dessa área, inclusive da Química, como algo abstrato e desvinculado ao seu cotidiano.

Algumas reflexões sobre a educação básica brasileira, ensino fundamental, médio e técnico, revelam que esse modelo não atende às atuais demandas necessárias para a formação dos estudantes. De acordo com os documentos oficiais, há exigências que esses se posicionem, julguem e tomem decisões das quais sejam responsáveis (BRASIL, 1996). Já o ensino técnico tem como característica formar profissionais capacitados, tendo uma visão crítica frente às diversas situações do cotidiano de sua profissão e o conhecimento científico e tecnológico, a fim de desenvolver, atualizar e agregar a qualidade e a eficiências de recursos humanos. Se as mesmas carências de aprendizagem oriundas do Ensino Médio são levadas ao Ensino Técnico, portanto, *como elevar o nível de conhecimento necessário a formação e capacitação profissional, se o aluno possui problemas conceituais intrínsecas de conteúdos básicos do Ensino Médio?* Em vista disso, se o conteúdo exposto em sala de aula é visto de forma obsoleta e reprodutiva, *como é possível ocorrer uma mudança significativa na aprendizagem sem levar em consideração ideias, interesses e demandas formativas dos alunos?* Todo esse contexto motivou o desenvolvimento desta pesquisa, a qual buscou metodologias de ensino que foram organizadas em uma Sequência Didática para o ensino de Química Orgânica, associando-o à área da saúde.

Nessa área, a bioquímica se desenvolveu enormemente nas últimas décadas, contribuindo com vários conceitos que envolvem o funcionamento dos organismos vivos, tendo direto impacto nos avanços obtidos na qualidade de vida e saúde das pessoas. Além disso, constitui uma área do conhecimento que deriva da integração entre a Química Orgânica e Biologia, o que possibilitou sua atuação em diversos ramos, tais como: alimentos, toxinas, cosméticos, medicamentos, entre outros (SILVA *et al.*, 2017).

Sendo assim, os conceitos de Química Orgânica são fundamentais para o estudo da Bioquímica e constituem o eixo articulador entre os conceitos vistos no Ensino Médio e os desenvolvidos nos cursos Técnicos em Análises Clínicas e Farmácia, na atual proposta da disciplina de Bioquímica. Para que essa integração ocorra, elaborou-se uma Sequência Didática a qual abordou conteúdos básicos de Química Orgânica, baseando-se nas concepções

prévias e alternativas dos estudantes. Além disso, levou-se em consideração a vivência do discente e autor deste Trabalho de Conclusão de Curso, o qual atuou como professor dessa disciplina em várias ocasiões. Nestas vivências, percebeu-se a falta de compreensão dos alunos dos cursos técnicos, mesmo já tendo concluído o Ensino Médio, de tópicos básicos da Química Orgânica, como, por exemplo, os diferentes tipos de representações químicas utilizados para os compostos orgânicos (fórmula estrutural, condensada, molecular, etc.), bem como a identificação de grupos funcionais em biomoléculas.

Partindo desta realidade, pretende-se que a Sequência Didática enfatize os diferentes níveis de representação da matéria, descritos por Johnstone (1982), os quais são: o macroscópico, que refere-se aos fenômenos que podem ser observados, ou seja, o concreto; o submicroscópico, relacionado ao estudo das entidades químicas, tais como átomos, moléculas e seus constituintes, isto é, o abstrato; e o representacional, que utiliza a simbologia científica para representar os fenômenos submicroscópicos por meio de gráficos, equações e fórmulas no ensino de química, ou seja, o simbólico. Portanto, a integração desses três níveis, faz-se importante para a aprendizagem em Química Orgânica, sendo que o Johnstone (1982) destaca que a capacidade de transitar entre os níveis é imprescindível para a compreensão e aplicação dos conceitos científicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e analisar as formas de contribuição de uma Sequência Didática para o ensino de tópicos básicos de Química Orgânica necessários para a disciplina de Bioquímica nos cursos Técnico em Análises Clínicas e Farmácia.

2.2 Objetivos específicos

- Fomentar conceitos fundamentais de Química Orgânica, expondo as criticidades e a importância dessa ciência aos estudantes em relação à disciplina obrigatória de Bioquímica;
- Realizar um levantamento das concepções dos estudantes referentes ao conhecimento de Química Orgânica;
- Avaliar o nível de conhecimento básico para atingir o objetivo da disciplina, como identificação de funções orgânicas e representação estrutural de compostos orgânicos;
- Avaliar o desenvolvimento da capacidade de transição entre os níveis de representação da matéria de Johnstone (1982) durante o estudo de Química Orgânica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ensino de Química Orgânica como foco de pesquisas

Para Batista (2018), a falta de domínio e os obstáculos de aprendizagem em Química Orgânica, relacionados aos conteúdos iniciais, tais como representação das estruturas químicas e funções orgânicas, refletirão dificuldades em temas futuros. Além disso, Marcondes *et al.* (2015) destacam três grandes problemas do ensino de Química Orgânica, que são:

[...] ser desvinculado dos demais conteúdos da Química. Embora a Química Orgânica tenha conceitos peculiares a ela, ela precisa ser vista, também, de maneira integrada aos demais conhecimentos químicos. (MARCONDES *et al.*, 2015, p 11)

[...] ênfase demasiada tem sido dada aos livros didáticos de Química quanto às classificações, nomenclaturas e formulações de compostos orgânicos. Estes conhecimentos são importantes para a compreensão de vários aspectos da Química Orgânica, sem dúvida; entretanto, há um exagero diante das condições das aulas que geralmente professores e alunos estão sujeitos. (MARCONDES *et al.*, 2015, p 11)

[...] o terceiro é a ausência de contextualização dos conhecimentos científicos. Contextualizar os conhecimentos de Química Orgânica – e das demais áreas da Química também – muitas vezes adquire o sentido de “dar exemplos” de compostos orgânicos de uma determinada função. Estes exemplos são secundários dentro das propostas de ensino tradicionais. O vinagre não é tratado como um “objeto de conhecimento” a ser explorado no ensino, mas apenas um exemplo de ácido carboxílico (MARCONDES *et al.*, 2015, p 12).

Cabe ao professor o papel de ser responsável por estabelecer metodologias diversificadas e o mediador do processo de construção do saber junto a seus educandos, criando em sala de aula, um espaço instigador e oportuno de explorar: recursos didáticos, metodológicos, avaliativos e outros processos, os quais flexibilizam e consolidam a relação de ensino e aprendizagem. Desse modo várias pesquisas apontam um viés exploratório e analítico no ensino de química, conforme serão mostrados a seguir.

Ferreira e Del Pino (2009) ressaltam que a escolha do tema a ser estudado em Química Orgânica não assegura a aprendizagem ou dá sentido aquilo que será ensinado, no entanto, ao se empregar diferentes recursos didáticos de modo a contextualizar os conteúdos escolares a partir de situações problema, pode resultar em uma estratégia não só beneficiando a prática de um conceito, mas que conduza o aluno a utilizá-lo de modo produtivo e crítico. Nesse sentido, Bitencourt *et al.* (2015), mostram que a função orgânica amina contextualizada ao tema drogas e medicamentos, durante uma Sequência Didática aplicada a alunos do Ensino Médio, favoreceu o entendimento sobre esse tema, integrando-o ao aprendizado dos conhecimentos químicos. Foram inclusos nessa Sequência Didática, vários recursos didáticos, como:

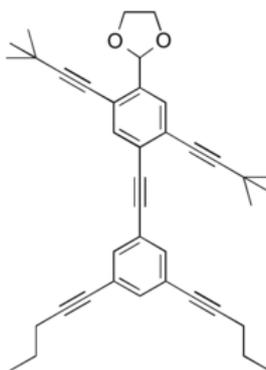
discussão em aula, visualização de vídeo e leitura conjunta de textos. Da mesma forma, Oliveira *et al.* (2010) investigaram a familiaridade que os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio têm com 38 compostos orgânicos presentes no cotidiano, em que suas fórmulas estruturais foram exploradas relacionando-os com respectivos grupos funcionais. Esses mesmos autores concluíram nesse estudo que em um ensino contextualizado, o aluno percebe que tem algo mais significativo a aprender do que fórmulas. Concordantemente, Pazinato *et al.* (2012) indicam que mesmo a Química Orgânica estando intrinsecamente relacionada com a vida, a grande maioria dos professores do Ensino Médio ainda têm muitas dificuldades em contextualizar os seus conteúdos curriculares. Na tentativa de contribuir com uma proposta para minimizar esse problema, os autores propuseram o desenvolvimento de atividades experimentais para a identificação das funções orgânicas presentes nos princípios ativos dos seguintes medicamentos: Codaten®; Energil C®; Tylenol®; Aspirina®.

O estudo realizado por Santos *et al.* (2018) mostra que os estudantes do ensino médio têm dificuldades de compreender a representação tridimensional de moléculas orgânicas e as ligações que ocorrem entre a cadeia carbônica. Os resultados obtidos sugerem que a utilização de atividades de modelagem utilizando massa de modelar e palitos como recurso didático, foi significativa para a aprendizagem dos estudantes, o que sugere aos docentes uma potencial metodologia para ser trabalhada em sala de aula. Nesse mesmo viés didático, Almeida *et al.* (2010) explanam que a estrutura molecular representada por massa de modelar e palitos fundamenta os conteúdos de Química Orgânica, em que a representação de modelos de hidrocarbonetos moleculares mais simples, como por exemplo, o metano, o eteno e o etino, podem explicar uma grande variedade de acontecimentos com poucos esquemas teóricos.

Neste contexto, a representação estrutural em traço, também conhecida como *bond line*, a qual é recomendada por Livros Didáticos do Ensino Médio (DOS SANTOS; MÓL, 2013) é muito utilizada em comunicações científicas na área de Orgânica. A intenção com essa abordagem é relembrar os estudantes que a fórmula estrutural é feita por meio de traços sem indicação dos átomos de carbono (C) e hidrogênio (H), subentendendo-se que os primeiros estão presentes nas pontas de cada segmento de reta ou nos vértices que unem essas retas, já os segundos (átomos de H), também não são representados e pode-se prever sua quantidade pelo número de ligações dos átomos de C. Os professores James Tour e Stephanie Chanteau, da Universidade de Rice nos Estados Unidos, desenvolveram, em 2003, espécies de moléculas cujas fórmulas estruturais se parecem com figuras humanas. Eles desenharam e sintetizaram as estruturas com o objetivo de utilizá-las com estudantes dos cursos de Química como uma ferramenta no estudo de Química Orgânica (CHANTEAU; TOUR, 2003).

Conforme Moreira (2016), essas estruturas foram nomeadas genericamente de *Nanopotians*, e este nome foi formado a partir da junção das palavras “nano” e “liliputiano”. O prefixo “nano” foi utilizado para relacionar uma dimensão na ordem de 10^{-9} m, já a designação “liliputiano” foi utilizada em referência aos diminutos habitantes de Liliput, ilha fictícia do romance “As viagens de Gulliver”. Um exemplo dessas figuras é o *Nanokid* (Figura 1), em que as partes do corpo: peito e quadril são formados por anéis benzênicos unidos por um grupo acetileno; na parte do quadril, nas posições meta do anel aromático estão ligados as pernas que são representadas por substituintes butinila; enquanto que na parte dos braços, os substituintes 3,3-dimetil-1-butinila estão ligados nas posições meta do anel benzênico, na parte do peito. Por fim, a parte da cabeça é representada pelo anel 1,3-dioxolano o qual é conectado na posição 2 ao anel aromático, parte peito.

Figura 1 - Representação da Estrutural do Nanokid.



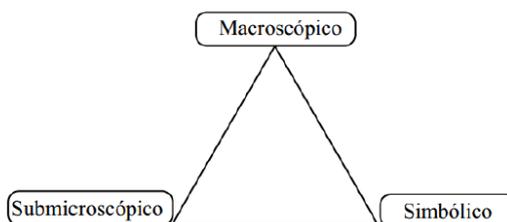
Fonte: CHANTEAU; TOUR, 2003.

Vale destacar, que em 2013, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), na questão 90 (caderno azul), utilizou a representação do *Nanokid*, a fim de questionar aos estudantes em qual parte do corpo existe carbono quaternário.

3.2 Dificuldades de representação em Química Orgânica

O modelo de Johnstone (1982) é muito referenciado na área de Ensino de Química, pois integra: o nível macroscópico (os fenômenos, o que é perceptível aos sentidos); o nível submicroscópico (o teórico, base em modelos atômico-moleculares); e o nível simbólico (o representacional, equações químicas). O modelo sofreu algumas alterações pelo próprio Johnstone, ainda que os níveis pudessem ser representados no triângulo da Figura 2.

Figura 2 - Os três componentes básicos da “nova Química”.



Fonte: Adaptado de WARTHA; REZENDE, 2011, p. 278.

No presente Trabalho de Conclusão de Curso, os três níveis de representação da matéria propostos por Johnstone (1982), foram considerados durante a elaboração da Sequência Didática desenvolvida com os estudantes dos cursos técnicos. Desta forma:

- Nível macroscópico: temáticas foram utilizadas para elucidar o nível "macro", remetendo a percepções e sentidos, relacionados a aplicação de substâncias orgânicas (hidrocarbonetos, oxigenadas e nitrogenadas), principalmente, através da leitura e contextualização de textos descritos e aulas expositivas e dialogadas.

- Nível simbólico: a atividade de modelagem (massa de modelar e palito) em sala de aula foi convenientemente para entrelaçar o conceito e a representação estrutural *bond line*, neste caso, juntamente com a explanação representacional das estruturas *Nanoputians* (CHANTEAU; TOUR, 2003) e também a representação estrutural plana e condensada das estruturas químicas das moléculas orgânicas. Em relação às representações, devem seguir um viés mais reflexivo, pois Justi (2010) revela que muitos professores adotam representações como meras repetições.

[...] Os modelos podem ser considerados as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência. Além disso, o fato de modelos serem representações parciais significa que eles (i) não são a realidade; (ii) não são cópias da realidade e (iii) têm limitações. A importância desse elemento emerge da constatação (evidenciada em pesquisas e na realidade de muitas salas de aula) de que boa parte dos estudantes pensa, por exemplo, que o átomo “é” o que está desenhado no livro, que os desenhos de modelos atômicos nos livros são ampliações do átomo, ou que o modelo atômico mais recente é perfeito. (JUSTI, 2010, p. 211).

- Nível submicroscópico: Esse é o nível de aprendizagem mais complexo e abstrato, pois de acordo com Sangiogo (2014), ao se questionar o ensino de química, percebe-se algumas problemáticas, como a não transparência da linguagem e a circulação intercoletiva de práticas e saberes, os quais envolvem explicações em um nível submicroscópico. Assuntos, conceitos e conteúdos que envolvem representações de partículas

submicroscópicas, não são feitas somente a partir dos conceitos espontâneos ou do senso comum, porém pela proximidade e uso de um modo de entendimento muito específica e abrangente, seguido de teorias e ideias representativas de "entidades" simbólicas, culturalmente criadas (SANGIOGO, 2014; ZANON, 2009). Para isso, é necessário entender que, a todo instante, as substâncias químicas se transformam; as ligações químicas são formadas e rompidas; os átomos organizam-se e reorganizam-se mediante interações intramoleculares e intermoleculares; os entes químicos representados não são coloridos como mostram os livros; possuem estrutura em três dimensões (SANGIOGO, 2014).

Dessa forma, a Sequência Didática elaborada, aplicada e relatada neste TCC, a qual será descrita no próximo capítulo, tem o desafio de unir os vértices do triângulo adaptado de Jonstone (1982) numa tentativa de auxiliar na formação de novos saberes.

3.3 Contexto dos cursos Técnicos em Análises Clínicas e Farmácia

O Ensino Médio Profissionalizante obrigatório foi criado através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº 5692 de 1971. A década de 90 foi caracterizada pela nova LDB nº 9394 de 1996, em que o Ministério da Educação buscou realizar uma reforma mais intensa no Ensino Médio do Brasil. Assim, os Cursos Técnicos podem ser desenvolvidos de forma articulada com o Ensino Médio ou subsequente a ele (BRASIL, 1996). A forma articulada pode ocorrer integrada com o Ensino Médio para aqueles estudantes que concluíram o Ensino Fundamental ou com ele concomitante para alunos que irão iniciar ou estejam cursando o Ensino Médio, com oferta tanto na mesma escola quanto em instituições de ensino distintas, podendo ainda ser desenvolvida em regime de intercomplementaridade, ou seja, concomitante na forma e integrado em projeto pedagógico conjunto. A forma subsequente destina-se a quem já concluiu o Ensino Médio.

O Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT), instituído pela Portaria MEC nº 870, de 16 de julho de 2008 (BRASIL, 2008a), com base no Parecer CNE/CEB nº 11/2008 e na Resolução CNE/CEB nº 3/2008, é atualizado periodicamente para contemplar novas demandas socio-educacionais (BRASIL, 2008b). O CNCT é uma ferramenta que norteia a oferta de cursos de educação profissional técnica, com o objetivo de orientar as instituições, os estudantes e a sociedade em geral. É um marco para subsidiar a estruturação dos cursos e correspondentes qualificações profissionais e especializações técnicas de nível médio. Em relação aos cursos Técnicos em Análises Clínicas e Farmácia, o CNCT, em sua 3ª edição de 2016, contempla o perfil profissional de conclusão, o seu campo de atuação, a Norma

associada ao exercício profissional (BRASIL, 2016), entre outras, como mostra a Quadro 1.

Quadro 1 - Orientações do CNCT a serem seguidas pelas Instituições de Cursos Técnicos.

Curso Técnico em Análises Clínicas	
Perfil profissional de conclusão	Executa atividades padronizadas de laboratório necessárias ao diagnóstico, nas áreas de parasitologia, microbiologia médica, imunologia, hematologia, bioquímica, biologia molecular e urinálise. Realiza investigação e implantação de novas tecnologias biomédicas. Executa ações de rotina de trabalho em laboratório de análises clínicas. Recepciona o cliente à execução de exames laboratoriais nas diversas amostras biológicas, nas atividades de auxílio diagnóstico. Opera aparato tecnológico de laboratório de saúde. Aplica técnicas adequadas de descarte de fluidos e resíduos biológicos e químicos.
Campo de atuação	Hospitais. Clínicas. Postos de saúde. Laboratórios de diagnósticos médicos. Laboratórios de pesquisa e ensino biomédico. Laboratórios de controle de qualidade em saúde.
Norma associada ao exercício profissional	Portaria MS nº 3.189/2009.
Curso Técnico em Farmácia	
Perfil profissional de conclusão	Realiza operações farmacotécnicas. Identifica e classifica produtos e formas farmacêuticas, composição e técnica de preparação. Manipula formas farmacêuticas alopáticas, fitoterápicas, homeopáticas e de cosméticos. Realiza testes de controle da qualidade. Executa, como auxiliar, as rotinas de compra, armazenamento e dispensação de produtos. Realiza o controle e manutenção do estoque de produtos e matérias-primas farmacêuticas, sob supervisão do farmacêutico. Atende as prescrições médicas dos medicamentos e identifica as diversas vias de administração. Orienta sobre o uso correto e a conservação dos medicamentos.
Campo de atuação	Drogarias. Unidades básicas de saúde e Unidades de dispensação do SUS. Farmácias de manipulação. Farmácias homeopáticas. Indústria farmacêutica. Indústria de cosméticos. Farmácias hospitalares. Distribuidoras de medicamentos, insumos e correlatos.
Norma associada ao exercício profissional	Lei nº 3.820/1960.

Fonte: BRASIL, Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, 2016.

Após se formar no Curso Técnico em Análises Clínicas, o profissional poderá ter sua regulamentação no Conselho Regional de Farmácia (CRF), de acordo com a Resolução Normativa nº 464/08 (CFF, 2008). Porém, o CRF não inscreve os técnicos em farmácia de acordo com a Lei 3820/1960 (CFF, 1960), sendo assim, é uma profissão cuja existência legal é regulada pela lei federal de dispensação de medicamentos nº 5.991/1973 (BRASIL, 1973).

De acordo com o artigo 2 da Resolução nº 485/08 (CFF, 2008), os Técnicos de Laboratório de Análises Clínicas, sob a direção técnica e a supervisão do Farmacêutico que atua na área das Análises Clínicas, deverão realizar as seguintes atividades:

- a) Coletar o material biológico empregando técnicas e instrumentações adequadas

- para testes e exames de Laboratório de Análises Clínicas;
- b) Atender e cadastrar pacientes;
 - c) Proceder ao registro, identificação, separação, distribuição, acondicionamento, conservação, transporte e descarte de amostra ou de material biológico;
 - d) Preparar as amostras do material biológico para a realização dos exames;
 - e) Auxiliar no preparo de soluções e reagentes;
 - f) Executar tarefas técnicas para garantir a integridade física, química e biológica do material biológico coletado;
 - g) Proceder a higienização, limpeza, lavagem, desinfecção, secagem e esterilização de instrumental, vidraria, bancada e superfícies;
 - h) Auxiliar na manutenção preventiva e corretiva dos instrumentos e equipamentos do Laboratório de Análises Clínicas;
 - i) Organizar arquivos e registrar as cópias dos resultados, preparando os dados para fins estatísticos;
 - j) Organizar o estoque e proceder ao levantamento de material de consumo para os diversos setores, revisando a provisão e a requisição necessária;
 - k) Seguir os procedimentos técnicos de boas práticas e as normas de segurança biológica, química e física, de qualidade, ocupacional e ambiental;
 - l) Guardar sigilo e confidencialidade de dados e informações conhecidas em decorrência do trabalho.

Um curso Técnico deve atender o desenvolvimento de habilidades específicas, pois conforme Lipman (1995), o estímulo para o desenvolvimento de habilidades, ressalta a necessidade de os professores reverem as suas práticas e reformulem seus planejamentos para o ensino, com o intuito de aperfeiçoamento das práticas docentes.

Com essa compreensão, o autor aponta essas habilidades:

a) **Habilidade de investigação:** Essa habilidade consiste em uma prática em que um tema é investigado, com o objetivo de achar uma solução para resolver esse problema. Essa ação trabalha com avaliação de alternativas, construção de hipóteses e através do exercício da mesma, os estudantes vão adquirindo capacidade de identificar, argumentar, prever e relacionar experiências recentes com situações que já aconteceram ou que possam acontecer.

b) **Habilidade de raciocínio:** seria a etapa na qual ocorre um processo de ordenar e organizar tudo que foi encontrado através da investigação feita anteriormente. Para auxiliar essa habilidade é importante ter ações de mediação, de comparação, de hipótese, de descrição e de classificação, permitindo ao raciocínio fazer conexões entre o que já era conhecido e o que está sendo analisado, com o propósito de formar conexões entre temas e gerar conceitos de maior grau de complexidade.

c) **Habilidade de organização de informações:** com essa habilidade é que geralmente formam-se os conceitos, sendo essencial, analisar e esclarecer as informações, de maneira que as mesmas sejam necessárias em situações de explicações e argumentações.

d) **Habilidade de tradução:** está diretamente relacionado à forma de interpretação, ressaltando que, traduzir, compreende usar diferentes linguagens para explicar, por exemplo, algum fenômeno, porém mantendo seu significado original.

Ademais, a relação da Química Orgânica interagindo com os sistemas biológicos faz parte da ementa da disciplina de Bioquímica e também da disciplina sequente que é a Bioquímica Clínica, ambas ministradas nos cursos: Técnicos de Análises Clínicas e de Farmácia, da Escola analisada, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Ementas das disciplinas de bioquímica geral e de bioquímica clínica da escola analisada.

EMENTAS	
Ementa da disciplina de Bioquímica	A disciplina de Bioquímica Geral estuda a composição da matéria viva (estrutura química e propriedades das biomoléculas). Química dos aminoácidos e proteínas. Bioquímica dos carboidratos e lipídios. Função das membranas celulares. Introdução ao metabolismo celular. Noções básicas de nucleotídeos.
Ementa da disciplina de Bioquímica Clínica	A disciplina de Bioquímica Clínica visa fundamentar a avaliação da função renal, função hepática, função cardíaca, equilíbrio hidroeletrolítico e ácido-base e líquidos biológicos. Metabolismo proteico e avaliação laboratorial clínico-diagnóstica; metabolismo de carboidratos e metabolismo de lipídios e classificação dos distúrbios clínicos das lipoproteínas

Fonte: Projetos Pedagógicos dos cursos.

Neste contexto e a partir das considerações da literatura da área sobre o Ensino de Química Orgânica, no próximo capítulo será apresentada a metodologia da pesquisa deste TCC, a qual contempla a descrição das atividades que foram desenvolvidas nos cursos Técnicos.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

O interesse de repensar a organização dos conteúdos da disciplina de Bioquímica se deu pela observação e percepção de que, ao cursarem os cursos Técnicos em Farmácia e Análises Químicas, os alunos desconheciam ou não identificavam o significado dos conceitos básicos de Química Orgânica vistos no Ensino Médio. Segundo Patton (1980), para realizar as observações, é preciso preparo material, físico, intelectual e psicológico. O observador, segundo ele, precisa aprender a fazer registros descritivos, saber separar os detalhes relevantes dos triviais, aprender a fazer anotações organizadas e utilizar métodos rigorosos para validar suas observações.

A seguir serão apresentados os procedimentos metodológicos da presente pesquisa, a fim de, atingir esse propósito.

4.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa desenvolvida neste trabalho foi de natureza predominantemente qualitativa, na qual o autor deste TCC, através de experiências anteriores como professor da disciplina, promoveu mudanças em sua prática docente, o que a caracteriza quanto ao método como pesquisa-ação.

O método utilizado nesta investigação baseia-se em Lüdke e André (1986), bem como em Bogdan e Bilken (1982), os quais afirmam que a pesquisa qualitativa não deve apresentar somente um produto final, mas sim, o desenvolvimento das experiências e perspectivas dos participantes, relacionando com os seus contextos sociais, históricos e culturais. Segundo Bogdan e Bilken (1982), a pesquisa qualitativa visa a coleta de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, destacando mais o processo do que o resultado, preocupando-se em retratar a perspectiva dos alunos.

Segundo Lüdke e André (1986), os tipos de pesquisa mais utilizados no campo da Educação são os estudos de caso e a pesquisa etnográfica. Contudo, Scarpa e Marandino (1999) destacam outros tipos como a pesquisa-ação e os estudos comparados. Para Tripp (2005), a pesquisa-ação pode ser usada como uma maneira de investigação-ação na qual utiliza técnicas de pesquisa renomadas, para ilustrar a ação que se decide tomar, a fim de aperfeiçoar a prática. A pesquisa-ação é participativa, o pesquisador e os participantes colaboram e envolvem-se em todas as etapas da pesquisa. Este tipo de pesquisa tem como

objetivo controlar a ação do relato do processo, entendendo o problema, sabendo como ele ocorre, e então buscar uma melhoria para esta ação (TRIPP, 2005). Conforme Franco (2005), a pesquisa-ação pode e deve funcionar como uma metodologia de pesquisa, pedagogicamente organizada, possibilitando conhecimentos novos para a área da educação e formando sujeitos pesquisadores, reflexivos e críticos de sua prática.

4.2 Contexto da pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola técnica e privada da cidade de Porto Alegre, RS, localizada na zona central. A investigação ocorreu nas aulas da disciplina de Bioquímica, ofertada à noite para os Cursos Técnicos em Farmácia e em Análises Clínicas.

A importância do conhecimento em Bioquímica remete diretamente a algumas atribuições desses futuros profissionais. O técnico em Análises Clínicas, por exemplo, como descrito no item 3.1, poderá ter sua regulamentação tanto pelo CRQ, conforme Resolução Normativa nº 36/74; ou poderá também, se filiar ao CRF, de acordo com a Resolução Normativa nº 311/97. Ambos os Conselhos têm atribuições ligadas ao conhecimento de bioquímica, por exemplo: estar apto a desempenhar análise química e físico-química, químico-biológica, bromatológica, toxicológica, manipular substâncias químicas para preparo de soluções e reagentes, executar exames e testes laboratoriais, entre outras.

4.3 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram 14 estudantes matriculados na disciplina de Bioquímica Geral no segundo semestre de 2019 de uma Escola Técnica privada, situada em Porto Alegre, RS, sendo que seis cursavam o Técnico em Farmácia e oito o Técnico em Análises Clínicas. A turma era constituída por três estudantes do gênero masculino e onze estudantes do gênero feminino. Todos os estudantes dessa turma cursam o técnico de forma subsequente, ou seja, já concluíram o Ensino Médio. A maioria, 93%, provém da rede pública e apenas 7% da rede privada.

4.4 Sequência de aulas

Em experiências anteriores, observei que o estudo de biomoléculas seria prejudicado sem uma introdução prévia do conteúdo de Química Orgânica. Alguns pontos que

questionava eram: *Como mencionar os carboidratos, que são poli álcoois derivados de cetona ou de aldeído, sem que os alunos tenham a mínima ideia do que sejam essas funções orgânicas? Como relacionar suas propriedades físico-químicas e estruturas eletrônicas covalentes?*

Portanto, houve a necessidade de repensar a estrutura curricular da disciplina de Bioquímica, através do planejamento de uma Sequência Didática de quatro aulas iniciais (quatro encontros de 4h cada), abordando as representações das fórmulas estruturais plana, condensada e traço e funções orgânicas, à luz da teoria de Johnstone (1982).

A Sequência Didática elaborada foi aplicada em quatro encontros, de quatro períodos cada, totalizando 4h/aula por turma. O Quadro 3 apresenta uma síntese de cada aula, com objetivos e conteúdos contemplados.

Quadro 3 - Sequência Didática aplicada.

Encontro	Atividade	Objetivos	Conteúdos trabalhados
1	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do questionário inicial. • Apresentação da disciplina de Bioquímica. • Aula expositivo-dialogado a respeito dos hidrocarbonetos: carbono tetravalente, ligação química covalente sigma, insaturações, fórmula estrutural plana e condensada, visão espacial molecular e aplicações. • Leitura de textos relacionando os hidrocarbonetos a partir da temática da área da saúde. • Atividade modelagem: modelo massa de molelar e palitos. • Exercícios sobre o conteúdo proposto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar os conhecimentos prévios e as concepções alternativas dos estudantes referentes ao conhecimento de química orgânica; • Introduzir a bioquímica como temática por meio da leitura e debate de textos relacionados a área da saúde. • Reconhecer as características estruturais dos hidrocarbonetos, através das representações simbólicas da química, como fórmulas estruturais planas, condensadas e moleculares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hibridização dos átomos de carbono. • Classificação da cadeia carbônica quanto a saturação (saturado ou insaturado) • Função orgânica Hidrocarbonetos: alcanos, alcenos, alcinos, ciclanos e aromáticos.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositivo-dialogada a acerca das funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas. • Exercícios sobre o conteúdo proposto. • Leitura de textos que relacionam as funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas com o contexto da área da saúde. • Apresentação do Seminário 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualizar os química orgânica dos oxigenados e dos nitrogenados, dentro do universo da bioquímica, através da leitura e debate de textos. • Reconhecer os grupos funcionais e funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funções orgânicas oxigenadas: álcoois, fenóis, aldeídos, ácidos carboxílicos, éteres, cetonas e ésteres. • Funções orgânicas nitrogenadas: aminas e amidas. • Classificação da cadeia carbônica quanto a natureza dos átomos (homogênea ou heterogênea).

3	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositivo-dialogada sobre classificação da cadeia carbônica quanto a disposição dos átomos no modelo estrutural plano • Apresentação do Seminário 2. • Exercícios sobre o conteúdo proposto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Articular os simbolismos das fórmulas da química orgânica e classificação de cadeia estudadas até presente aula, com a identificação de compostos orgânicos: hidrocarbonetos, oxigenados e nitrogenados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Classificação da cadeia carbônica quanto a disposição dos átomos (normal ou ramificada).
4	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositivo-dialogada a respeito da classificação da cadeia carbônica através da representação molecular <i>bond line</i>. • Atividade modelagem: modelo massa de molelar e palitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Articular os simbolismos das fórmulas da química orgânica, trazendo como contexto os <i>nanoputians</i> (moléculas que lembram figuras humanas), a fim de promover o interesse e a compressão da representação estrutural em Química Orgânica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Classificação da cadeia carbônica quanto à disposição dos átomos (normal ou ramificada).

Fonte: Autores.

As atividades que foram aplicadas em cada aula são apresentadas de forma mais detalhada nos encontros que serão descritos a seguir.

4.4.1 Primeiro encontro

No primeiro encontro, após a apresentação do professor, foi aplicado o questionário inicial (Apêndice A), para investigar as concepções alternativas e o conhecimento dos sujeitos da pesquisa sobre a temática bioquímica.

Após, iniciou-se formalmente a abordagem dos conceitos químicos. As definições de Química Orgânica e Hidrocarbonetos foram revisados com os estudantes, visto que todos já cursaram o ensino médio. Além disso, tópicos fundamentais da Química Orgânica, tais como características do carbono (ligação covalente, tetravalência, capacidade de formar cadeias, entre outros) e classificação das cadeias carbônicas foram estudados. Por intermédio da utilização de modelos moleculares confeccionados com palitos e massa modelar foram representadas as estruturas químicas de compostos orgânicos tridimensionalmente. De acordo com Santos *et al.* (2018), esse tipo de atividade auxilia os discentes a compreender a estrutura molecular tridimensionalmente e as ligações que ocorrem entre a cadeia carbônica. Conforme Almeida *et al.* (2010), a representação de hidrocarbonetos moleculares mais simples como, por exemplo, o metano, o eteno e o etino, modelados em massa de modelar e palitos, podem explicar uma grande variedade de acontecimentos com poucos esquemas teóricos. Esses

mesmos compostos foram modelados nesta pesquisa, conectando-os assim, aos tópicos fundamentais da Química Orgânica revisados no início da aula.

A seguir, os estudantes organizados em grupos, realizaram a leitura e discussão do texto “Hidrocarbonetos: algumas aplicações e curiosidades” (Apêndice B). Os textos trazem o estudo dos hidrocarbonetos relacionados à temática da área da saúde, como: hidrocarbonetos cíclicos que já foram utilizados como anestésico; a digestão anaeróbica para a produção de biogás; o amadurecimento de frutas por meio da liberação do etileno; e o efeito tóxico de alguns compostos presentes no cigarro. Essas leituras integram a contextualização dos conteúdos de Química Orgânica que serão abordados, bem como, têm a intenção de aplicar de uma maneira mais significativa os tópicos estudados ao contexto dos cursos.

A partir dessa leitura, cada grupo recebeu a tarefa de organizar um seminário (Seminário 1), que deveria ser apresentado na aula seguinte, sobre um hidrocarboneto, ressaltando: a nomenclatura, a fórmula estrutural plana, a fórmula estrutural condensada, a fórmula molecular, bem como aplicações e características físico-químicas do composto orgânico escolhido. Além da apresentação, foi solicitada a entrega de um material escrito ou impresso sobre a pesquisa realizada para o Seminário.

Para finalizar a aula, alguns exercícios (Apêndice C) sobre ligação tetravalente em cadeias saturadas e insaturadas foram realizados pelos estudantes. Essa atividade seria corrigida na íntegra na próxima aula.

4.4.2 Segundo encontro

Neste encontro, a aula iniciou com uma revisão a respeito dos hidrocarbonetos e resolução dos exercícios pendentes (Apêndice C). A seguir os alunos apresentaram o Seminário 1, em um tempo aproximado de 10 minutos por grupo.

No que se refere às estratégias de ensino, as funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas foram abordadas de maneira semelhante aos hidrocarbonetos, ou seja, por intermédio da leitura de textos, elaboração e apresentação de seminários.

Em relação ao texto “Importância dos compostos orgânicos oxigenados e nitrogenados” (Apêndice D), os compostos, novamente, são apresentados sob a ótica de interesse dos cursos desta pesquisa, como: a eficácia do álcool 70% em ação bactericida; o embalsamento de cadáveres através do formol; o clareamento da pele a base de fenol; a importância do ácido benzóico para a indústria cosmética e farmacêutica; os problemas causados pela acetona como removedor de “esmalte de unha”; no passado o éter foi

empregado como anestésico; o aprimoramento da formulação da aspirina; a dopamina e seus efeitos neurotransmissores; e os efeitos benéficos da uréia em relação a pele.

Após essas leituras, cada grupo (no máximo de quatro alunos), pesquisou novas informações a respeito desses compostos orgânicos e de outros de interesse para a elaboração de um novo seminário (Seminário 2), que será apresentado na aula seguinte. Nesta nova apresentação, os grupos deveriam abordar: o grupo funcional; as propriedades físico-químicas; e aplicações.

Por fim, foi entregue uma lista de exercícios a turma, de forma impressa, pertinentes a identificação das funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas presentes em fórmulas estruturais condensadas de alguns compostos orgânicos (Apêndice E).

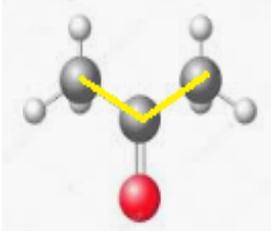
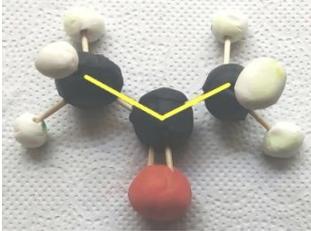
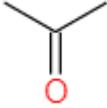
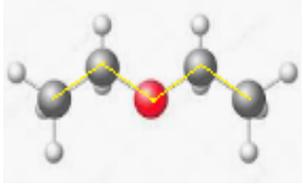
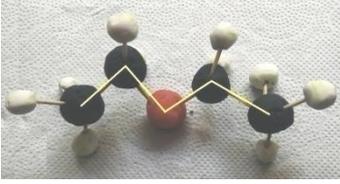
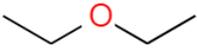
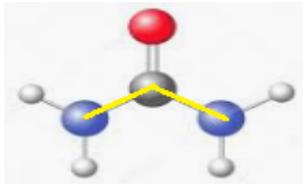
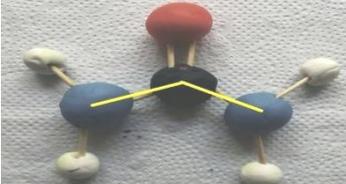
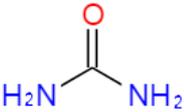
4.4.3 Terceiro encontro

Neste encontro, a aula iniciou com uma revisão geral a respeito das funções orgânicas estudadas: hidrocarbonetos, oxigenadas e nitrogenadas e a resolução completa dos exercícios pendentes (Apêndice E). A seguir os estudantes apresentaram o Seminário 2, em um tempo aproximado de 10 minutos por grupo.

4.4.4 Quarto encontro

Novamente, foi desenvolvida uma atividade de modelagem com a utilização de massa de modelar e palito, com o propósito de auxiliar na compreensão da estrutura em traço. Pretende-se que o estudante perceba que essa representação mostra a ligação covalente entre os átomos de carbono, conforme Quadro 4, fazendo uma espécie de "zig-zag" (retas segmentadas de cor amarela mostradas nas estruturas planas e modelos moleculares); como se cada ligação simples (átomos com hibridização sp^3) estivesse "costurando" a cadeia carbônica. Sendo assim, o Quadro 4 retoma algumas moléculas explanadas no Texto acerca dos compostos oxigenados e nitrogenados (Apêndice D), como: a acetona, o éter etílico e a uréia, as quais suas fórmulas estruturais planas vistas anteriormente, também podem ser representadas em modelos estruturais traços, possibilitando uma visualização tridimensional.

Quadro 4 - Representações das estruturas traço e plano feitas na atividade de modelagem.

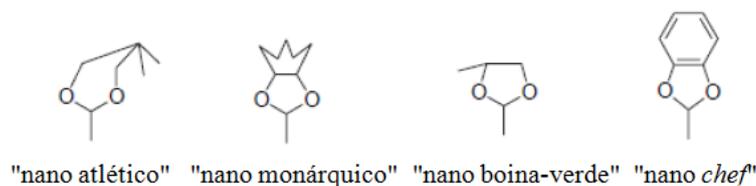
Composto	Representação da Estrutura tridimensional no plano	Modelos construídos em aula para representação tridimensional	Fórmula Estrutural Traço
Acetona			
Éter etílico			
Uréia			

Fonte: Autores.

Após a atividade de modelagem, que relacionou diferentes tipos de representação dos compostos orgânicos com sua organização espacial, utilizou-se como recurso didático os *Nanoputians*, que são representações de estruturas químicas que imitam seres humanos (CHANTEAU; TOUR, 2003). As estruturas do tipo *Nanoputians* foram escritas no quadro tal qual mostra a Figura 3. Por intermédio dessas representações discutiu-se com estudantes, por exemplo, que:

- os olhos de cada *Nanoputian* representam a função éter;
- na "presilha de cabelo" do nano atlético e na "aba do boné" do nano boina-verde, há ramificações da cadeia carbônica;
- a coroa do nano monárquico é composta por um hidrocarboneto cíclico;
- o chapéu do nano *chef* está simbolizado por um hidrocarboneto aromático.

Figura 3 - Exemplo de *Nanoputians*.



Fonte: Adaptado de Chanteau e Tour (2003).

Espera-se que com esse tipo de representação, os estudantes tenham interesse e compreendam os aspectos simbólicos empregados na Química Orgânica. Depois de explanadas essas contextualizações, foram descritos no quadro, exercícios de classificação de cadeia carbônica (Apêndice H). Após a correção dessa atividade, foram entregues mais exercícios de forma impressa, pertinentes a identificação de compostos oxigenados e nitrogenados expressos na representação traço (Apêndice F) para serem feitos em sala de aula. Por fim, escreveu-se no quadro o *Nanoputian* criado nesta pesquisa (Apêndice G), visando treinar mais a habilidade dos estudantes em transcrever os carbonos e os hidrogênios para a sua respectiva fórmula estrutural plana, além de identificarem as funções orgânicas presentes nessa molécula.

4.5 Instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados ocorreu no período entre agosto e setembro do corrente ano (2019). Após, será descrito cada instrumento utilizado, situando em que momento, o mesmo foi usado.

4.5.1 Questionários

4.5.1.1 Questionário inicial

O questionário inicial (Apêndice A) teve por finalidade investigar as concepções dos alunos a respeito da relação a Química Orgânica, a Bioquímica e também a relação de ambas com a futura profissão dos alunos. No que se refere a Química Orgânica, teve-se o mesmo questionamento realizado no estudo de Mitami *et al* (2017): "*Você sabe o que se estuda em química orgânica? Dê exemplos*", evidenciando que há falta de criticidade nas concepções de

Química Orgânica de 29 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, em uma escola pública; pois a maioria dos estudantes ligou essa ciência, apenas com "plantas" e "alimentos" em suas repostas. Além disso, o Questionário Inicial visou avaliar os conhecimentos adquiridos de Química Orgânica no Ensino Médio, antes de iniciar a Sequência Didática proposta. Sendo assim, esse Instrumento, foi aplicado no primeiro encontro e é composto de três perguntas dissertativas (avaliação das concepções prévias e alternativas) e uma pergunta objetiva (avaliação de conhecimentos prévios) adaptado, conforme já dito, da questão ENEM de 2013.

4.5.1.2 Questionário final

O questionário final (Apêndice I) teve por objetivo avaliar o conhecimento de Química Orgânica após o desenvolvimento da Sequência Didática, bem como verificar a opinião dos estudantes sobre a importância desse conhecimento para a sua futura profissão (pergunta dissertativa). Outras duas perguntas objetivas foram descritas: uma delas é a Questão nº 2, que é a mesma Questão nº 4 do Questionário inicial (Apêndice A); a outra, avaliou a capacidade de transição entre os níveis de representação da matéria, propostos por Johnstone (1982). Esse questionário foi aplicado após o término de Sequência Didática, ou seja, na semana seguinte após o quarto encontro.

4.5.2 Avaliações requisitadas pela escola

A escola em que a pesquisa foi desenvolvida é bastante rígida em relação aos instrumentos avaliativos das disciplinas, sendo exigido que sejam realizados testes, provas e trabalhos. Neste contexto, optou-se por utilizar as informações levantadas nestes instrumentos como fonte de dados para a presente pesquisa. Além das avaliações formais da disciplina, acrescentou-se a elaboração e apresentação de seminários para contabilizar na nota dos alunos e, também, para obter dados para a pesquisa.

Desta forma, foram feitas quatro avaliações: dois seminários; teste; e prova, as quais foram utilizadas nesta investigação.

4.5.2.1 Seminários

Veiga (2006, p. 106) refere que o seminário, em sua amplitude, é um “congresso científico, cultural ou tecnológico”. E, no sentido restrito, é compreendido como técnica de

ensino em que o grupo de estudo “debate um ou mais temas apresentados por um ou vários alunos, sob direção do professor responsável pela disciplina ou curso”. Diante disso, fez-se dois seminários, destacando que para esta pesquisa, será avaliada apenas a produção escrita e em grupos de no máximo quatro alunos ou também, de forma individual.

No Seminário 1 avaliou-se a representação das estruturas e fórmulas dos compostos, aplicações e também propriedades físico-químicos dos hidrocarbonetos escolhidos por grupo, enquanto, no Seminário 2, a escolha dos compostos oxigenados foi limitada aos textos acerca das funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas (Apêndice D), que são: ácido benzóico, hidroquinona, dopamina e uréia. Os Seminários 1 e 2, foram apresentados e as apresentações foram impressas e entregues no segundo e terceiro encontros, respectivamente.

4.5.2.2 Teste e Prova

Fez-se um teste (Apêndice J), no sexto encontro, com o propósito de avaliar o conhecimento adquirido durante a Sequência Didática e após o Questionário final, porém utilizando fórmulas estruturais mais simples. A prova (Apêndice K) também teve o mesmo intuito, porém o desenvolvimento desses níveis foi avaliado dentro dos conhecimentos de bioquímica propriamente dito, estudados pós-sequência didática aplicada. A prova foi realizada no nono encontro.

4.6 Método de análise dos dados

A Análise de Conteúdo (AC) foi a técnica empregada para a avaliação dos dados. Segundo Bardin (1979), esse método é caracterizado pela definição das categorias, que é a descrição analítica feita por um estudo detalhado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos.

O primeiro passo da AC é a elaboração de categorias de análise, processo promissor e brando que requer constante leva e traz de teoria ao material de análise (FRANCO, 2005). As categorias podem surgir a priori (categorias predefinidas) ou a posteriori (categorias que surgem do próprio material). Nesta pesquisa, as categorias foram definidas como a posteriori. Segundo Lüdke e André (1986, p. 49)

A categorização, por si mesma, não esgota a análise. É preciso que o pesquisador vá além, ultrapasse a mera descrição, buscando realmente acrescentar algo à discussão já existente sobre o assunto focalizado. Para isso ele terá que fazer um esforço de abstração, ultrapassando os dados, tentando estabelecer conexões e relações que

possibilitem a proposição de novas explicações e interpretações (LÜDKE E ANDRÉ, 1986, p. 49).

Após é feito o tratamento, a inferência e interpretação dos dados. Esses momentos são intuitivos, de análise reflexiva e crítica (BARDIN, 1979).

O fator comum destas técnicas múltiplas e multiplicadas – desde o cálculo de frequências que fornece dados cifrados, até à extração de estruturas traduzíveis em modelos – é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência (BARDIN, 1979 p. 9).

Portanto, nesta investigação foram analisados os dados obtidos, conforme os citados instrumentos de coleta, por meio da análise de conteúdo de Bardin (1979) e referenciais teóricos consistentes, a fim de compreender suas experiências e perspectivas em relação ao conhecimento de Química Orgânica aplicada à bioquímica.

5. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos durante esta pesquisa-ação. Os resultados foram categorizados seguindo as etapas da análise de conteúdo objetivando melhor compreender e discutir os mesmos, com exceção de questões que envolvem respostas puramente objetivas. A identidade dos participantes desta pesquisa será preservada, sendo que para cada estudante foi designado um número aleatoriamente (Aluno 1, Aluno 2, Aluno 3... até o Aluno 14).

5.1 Conhecimentos prévios sobre Química Orgânica e sua relação com a Bioquímica

O questionário inicial (Apêndice A) visou identificar algumas concepções prévias e alternativas dos alunos em relação ao conteúdo inicial de Química Orgânica, através de duas questões abertas.

Conforme a questão, já citada, de Mitami *et al.* (2017), tem-se a primeira pergunta: "Você sabe o que se estuda em química orgânica? Dê exemplos". Dos resultados obtidos, criaram-se três categorias (Quadro 5):

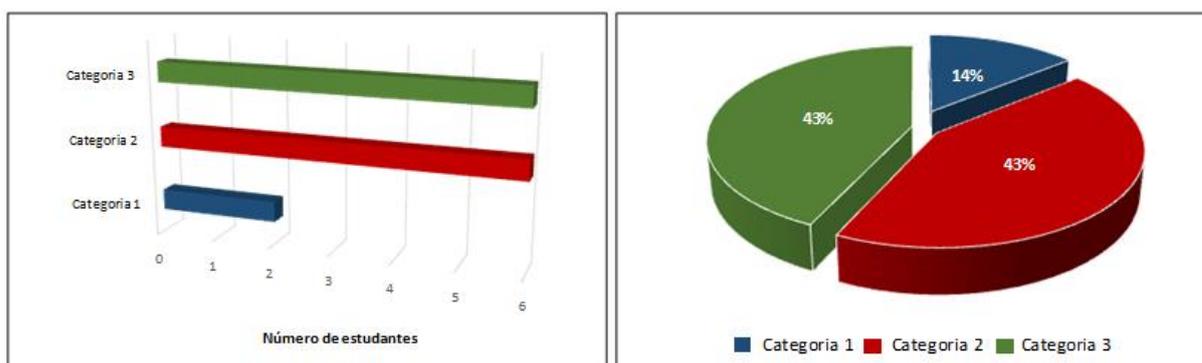
Quadro 5 - Descrição e exemplos das categorias que emergiram das respostas sobre o foco de estudo da Química Orgânica.

Categorias	Descrição	Exemplos
<i>Categoria 1</i> Conhecimento formal e restrito	Forneceu uma resposta mais próxima ao conceito formal, associaram a Química Orgânica, principalmente ao átomo de carbono.	Aluna 6: <i>Ela estuda a composição dos compostos, apresenta o carbono como o elemento mais importante.</i> Aluna 8: <i>É a parte da química que estuda os componentes do carbono: os compostos orgânicos</i>
<i>Categoria 2</i> Conhecimento aplicado a fenômenos biológicos	Apresentou um conhecimento limitado sobre o que de fato a química orgânica estuda, no entanto, as respostas estão ligadas a conhecimentos biológicos.	Aluno 1: <i>Se estuda as reações químicas entre elementos orgânicos. Respiração de uma pessoa, metabolismo do nosso corpo humano.</i> Aluno 3: <i>Acho que estuda a química nos organismos.</i> Aluno 5: <i>Acho que deve ser sobre as células.</i>
<i>Categoria 3</i> Conhecimento generalista ou desconhecem	Mostrou conhecimento associado com a Química Orgânica de forma muito generalista, ou simplesmente desconhecem.	Aluna 9: <i>Não sei.</i> Aluna 4: <i>Acredito que estuda átomos, tabela periódica e cálculos.</i>

Fonte: Autores.

As análises da frequência e porcentagem de estudantes em cada categoria são apresentadas na Figura 4.

Figura 4 - Resultado referente ao conhecimento prévio sobre foco de estudo de Química Orgânica.



Fonte: Autores.

Concepções alternativas são caracterizadas por apresentarem natureza eminentemente pessoal e estruturada, bem como esquemas dotados de certa coerência interna, pouco consistentes, resistentes à mudança e cuja persistência vai além da aprendizagem formal (GODIM; MENDES, s.d). Portanto, as categorias que emergiram revelaram concepções alternativas ou noções restritas dos estudantes em relação ao objetivo da Química Orgânica enquanto área de conhecimento. Dessa forma, procurou-se na elaboração da Sequência Didática desenvolver encontros dialogados para cada conteúdo abordado e uma contextualização significativa que trouxesse temas de interesse aos cursos dessa turma, que os auxiliassem a compreender a importância do conhecimento químico, especificamente de orgânica, em suas futuras profissões.

Em relação à associação estabelecida entre a Química Orgânica e a Bioquímica, das respostas emergiram três categorias (Quadro 6).

Quadro 6 - Descrição e exemplos das categorias que emergiram das respostas sobre importância da Química Orgânica para o estudo de Bioquímica.

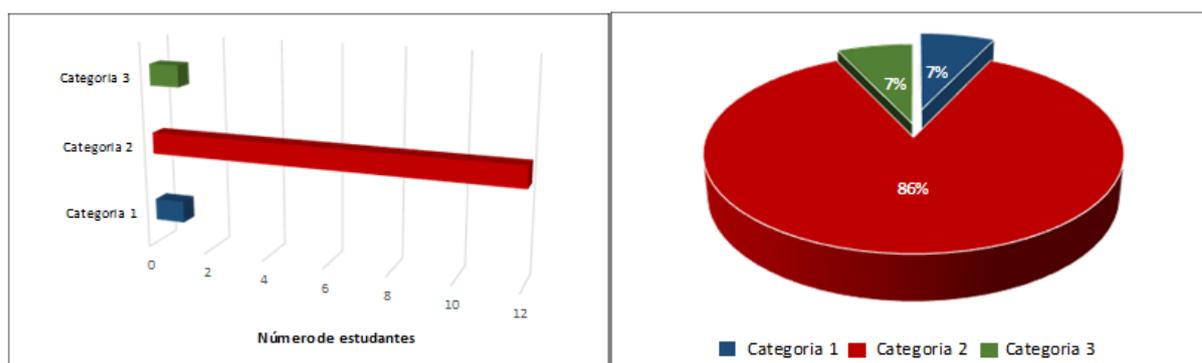
Categorias	Descrição	Exemplos
<i>Categoria 1</i>	Demonstrou uma relação consistente relacionado a	Aluna 8: <i>Sim, bastante, porque estuda as propriedades e composição, as</i>

Associação consistente	Bioquímica	<i>reações, sínteses de compostos orgânicos.</i>
<i>Categoria 2</i> Associação generalista	Mostrou uma proximidade entre a Química orgânica e a Bioquímica, porém, não há um elo de conhecimento que justifique essa conexão.	Aluno 6: <i>Sim, porque ela estuda as células e como os seres vivos são formados.</i> Aluno 10: <i>Sim, pois estão conectadas entre si.</i> Aluna 13: <i>Sim, pois um assunto complementa o outro.</i>
<i>Categoria 3</i> Não soube responder	Não soube associar os conhecimentos	Aluna 9: <i>Não sei.</i>

Fonte: Autores.

As análises da frequência e porcentagem de estudantes em cada categoria são apresentadas na Figura 5.

Figura 5 - Resultado referente ao conhecimento prévio da importância da Química Orgânica para o estudo de Bioquímica.



Fonte: Autores.

Praticamente a totalidade dos estudantes (94%) percebe a relação entre a Química Orgânica e a Bioquímica, no entanto quando solicitados a exemplificarem apenas uma aluna estabeleceu associações coerentes. Isso demonstra uma falta de aprofundamento conceitual dos estudantes dos cursos técnicos investigados. Esse resultado inicial corrobora com outros estudos de concepções de estudantes sobre conceitos específicos da Bioquímica (CARVALHO; COUTO; BOSSOLAN, 2012; SILVA *et al.*, 2017), mostrando que há uma tendência em definir genericamente as relações entre os conceitos e aplicações de compostos química no contexto da Bioquímica.

5.2 Importância da Química e nível do conhecimento em Química Orgânica

Nesta seção apresenta-se, inicialmente, a análise das opiniões dos estudantes sobre a importância do conteúdo de Química Orgânica e Bioquímica, antes e depois da Sequência Didática, para suas futuras profissões. Os dados foram obtidos das questões de resposta abertas e fechadas do Questionário inicial e do Questionário final (Apêndices A e I), respectivamente. As categorias que emergiram da análise estão no Quadro 7.

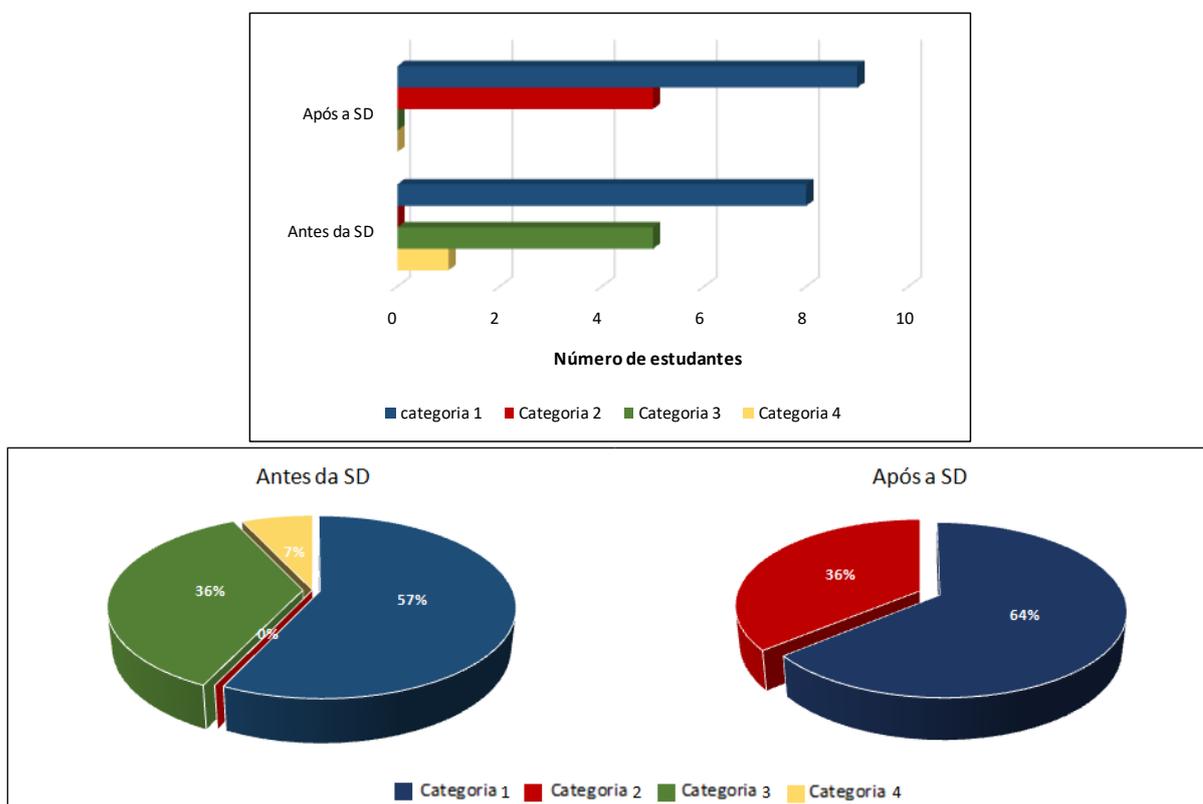
Quadro 7 - Descrição e exemplos das categorias que surgiram das respostas sobre importância da Química Orgânica e Bioquímica para a futura profissão.

Categorias	Descrição	Exemplos
<p><i>Categoria 1</i></p> <p>Restrita à futura profissão</p>	<p>Respostas associadas as áreas da farmácia e de análises clínicas</p>	<p><u>Concepções iniciais</u></p> <p>Aluno 11: <i>Para a minha profissão eu acho importante porque trabalho em manipulação de medicamentos, uso matérias-primas, produtos químicos etc.</i></p> <p>Aluno 7: <i>Sim, porque em análises clínicas lidamos muito com micro-organismo que a olho nu são vistos.</i></p>
		<p><u>Concepções finais</u></p> <p>Aluna 2: <i>Sim, e muito, pois trabalho em uma empresa de saúde animal e tenho que aprender o que realmente nem vi no Ensino Médio e nem no Fundamental.</i></p> <p>Aluno 6: <i>Sim, pois na área de análises utiliza bastante</i></p>
<p><i>Categoria 2</i></p> <p>Reconhecem a importância não só para a sua profissão</p>	<p>Associaram suas respostas não só a profissão em si, mas também a descobertas, a vida, a saúde, entre outros</p>	<p><u>Concepções iniciais</u></p> <p>-----</p>
		<p><u>Concepções finais</u></p> <p>Aluno 4: <i>Sim, a química orgânica está presente na nossa vida, e aprendendo a química descobrimos cada vez mais meios de vida saudável de evitar doenças.</i></p>
<p><i>Categoria 3</i></p> <p>Não sabem explicar ao certo o motivo de ser importante</p>	<p>Apesar de perceberem sua importância, não sabem explicar com clareza o motivo.</p>	<p><u>Concepções iniciais</u></p> <p>Aluno 2: <i>Sim, pois o curso nessa área abrange vários conhecimentos que é importante sabermos</i></p>
		<p><u>Concepções finais</u></p> <p>-----</p>
<p><i>Categoria 4</i></p> <p>Não soube responder</p>	<p>Não soube explicar o motivo</p>	<p><u>Concepções iniciais</u></p> <p>Aluna 9: <i>Não sei.</i></p>
		<p><u>Concepções finais</u></p> <p>-----</p>

Fonte: Autores.

A partir da emergência das categorias, realizou-se o cálculo da frequência e porcentagem de estudantes em cada uma. Os resultados são apresentados na Figura 6.

Figura 6 - Resultado sobre a importância da Química Orgânica e Bioquímica.



Fonte: Autores.

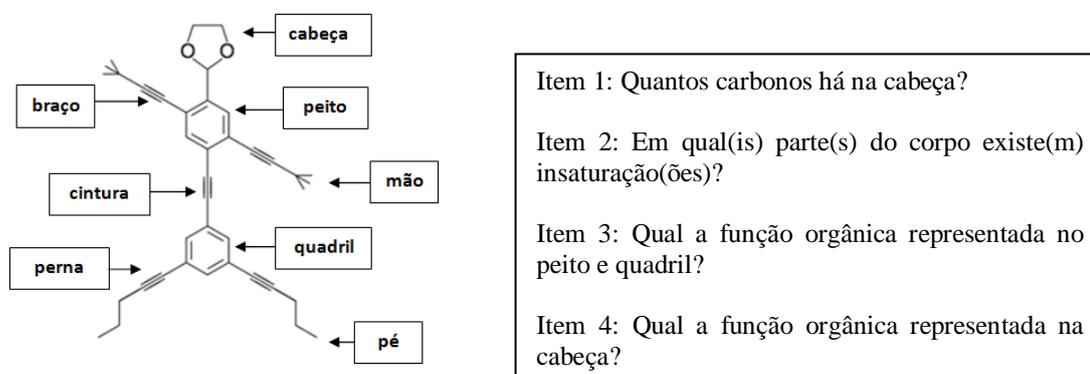
Percebe-se que a Sequência Didática ampliou a visão dos estudantes sobre a importância dos conceitos químicos e bioquímicos. As respostas obtidas após a participação deles nas aulas foram classificadas nas categorias 1 e 2, consideradas satisfatórias, pois demonstram conhecimento sobre a relevância das áreas do conhecimento estudadas. Além disso, ressalta-se os 36% dos alunos dos cursos técnicos que enfatizaram aplicações da Química Orgânica e Bioquímica em outros contextos além do profissional. Isso reforça a importância da contextualização nas aulas e da busca de temas ou situações que apliquem os conteúdos ultrapassando a ideia que estão apenas no cotidiano (WARTHA *et al.*, 2013).

Também foi avaliado o conhecimento químico, referente a tópicos básicos da Química Orgânica, antes e após a Sequência Didática. Esperava-se que os estudantes resolvessem com certa facilidade exercício de identificação e quantificação de carbonos em cadeias carbônicas,

presença de insaturações e reconhecimento de funções orgânicas, visto que todos, já concluíram o ensino médio.

Para isso, aplicou-se uma questão (adaptada da prova do ENEM do ano de 2013), em que apresentava o *NanoKid*, um dos exemplos de *Nanoputians*, ou seja, de moléculas que lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais em Química orgânica. A estrutura da questão apresentada aos estudantes, antes e após a Sequência Didática, é exposta na Figura 7.

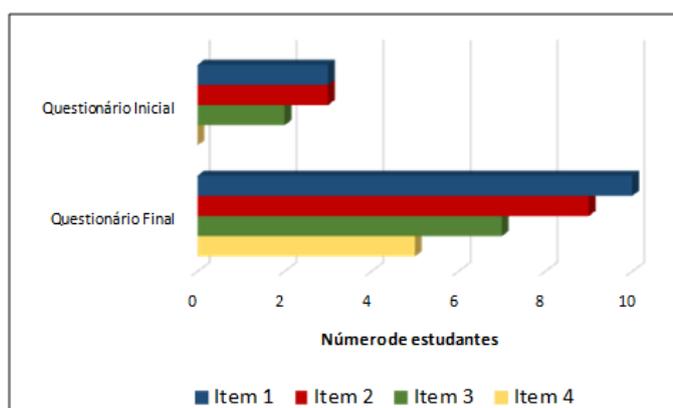
Figura 7 - Estrutura da questão sobre o NanoKid.



Fonte: Autores.

A Figura 8 apresenta a avaliação dos itens 1, 2, 3 e 4 antes e após a participação dos estudantes da Sequência Didática.

Figura 8 - Resultado referente a comparação do número de acertos entre questões objetivas, antes e depois da aplicação da Sequência Didática.



Fonte: Autores.

Analisando a Figura 8, percebe-se que houve um aumento do número de acertos em cada item. No entanto, o resultado demonstra a fragilidade conceitual com que os estudantes investigados concluíram o ensino médio, visto que apenas 21% identificou corretamente a quantidade de carbonos na molécula e de insaturações, 14% reconheceu a estrutura de um hidrocarboneto aromático e nenhum deles apontou a função orgânica éter na cabeça do *NanoKid*. Ao final da pesquisa, percebeu-se o grande avanço de acertos nos itens 1 e 2, porém nessa etapa ainda permaneceu a dificuldade de reconhecimento das funções orgânicas. Sobre esse aspecto, a literatura da área (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014; SILVA *et al.*, 2017) aponta para a dificuldade de identificação das funções orgânicas, sendo que essa agrava-se no caso de moléculas polifuncionais, por exemplo, as biomoléculas que serão trabalhadas ainda na disciplina em que a pesquisa foi realizada. No caso do *NanoKid*, não foram encontradas pesquisas que investigassem as dificuldades decorrentes do estudo destas moléculas. Porém, acredita-se que por se tratar de uma estrutura razoavelmente complexa, assim como as moléculas polifuncionais, isso pode ter atrapalhado os sujeitos no reconhecimento das funções. De qualquer forma, é importante que os professores busquem estruturas complexas e desenvolvam nos estudantes a capacidade de interpretá-las, uma vez que a maioria dos compostos de importância biológica, industrial, financeira, etc... são constituídos por estruturas semelhantes.

5.3 Relação entre propriedades físicas e substâncias

Durante a Sequência Didática os estudantes organizaram seminários, que foram apresentados para a turma. Na data da apresentação dos Seminários 1 e 2, foi solicitado, conforme já citado, que cada grupo entregasse impressa a apresentação elaborada, a qual foi avaliada pelos seguintes quesitos:

- estruturação das fórmulas plana, condensada e molecular;
- aplicações;
- propriedades físico-químicas e suas relações com a substância escolhida.

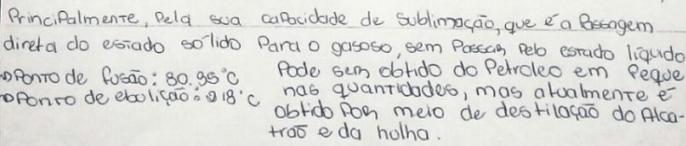
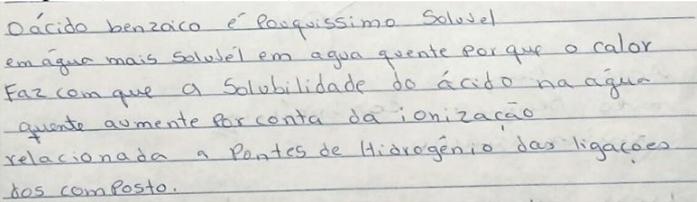
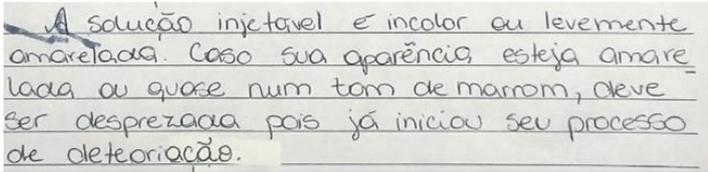
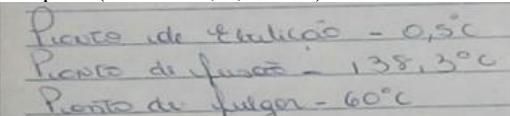
Cabe mencionar novamente que esses quesitos deveriam estar relacionados a temática do Seminário 1, que foi a escolha de algum hidrocarboneto e do Seminário 2, a qual foi a escolha de alguma substância oxigenada e/ou nitrogenada, extraída do texto Apêndice D (ácido benzóico, hidroquinona, dopamina e ureia).

Em relação à avaliação dos dados coletados, no Seminário 1 apenas um grupo não realizou o quesito propriedades físico-químicas. Já no Seminário 2, todos adicionaram os itens solicitados.

De modo geral, em ambos seminários, os quesitos solicitados foram contemplados, porém as propriedades físico-químicas mais pertinentes (na visão do grupo ou individual) da substância escolhida deveria ser escrita e apresentada de forma justificada, fazendo relação com a estrutura química do composto. Por exemplo, é sabido que os hidrocarbonetos não são solúveis em água, mas por que isso ocorre? Qual a relação entre a solubilidade destes compostos com sua estrutura química?

Assim, durante a análise desse quesito, propriedades físico-químicas, emergiram duas categorias, conforme Quadro 8.

Quadro 8 - Descrição e exemplos das categorias que surgiram das respostas sobre os temas dos Seminários 1 e 2.

Categorias	Descrição	Exemplos
<p><i>Categoria 1</i> Satisfatório</p>	<p>Estabelece relações entre as propriedades físico-químicas e as substâncias</p>	<p>Seminário 1 Grupo 1 (Alunos: 7 e 13)</p>  <p>Seminário 2 Grupo 2 (Estudantes: 2 e 8)</p>  <p>Estudante 14</p> 
<p><i>Categoria 2</i> Insatisfatório</p>	<p>Não estabelece relações entre as propriedades físico-químicas e as substâncias</p>	<p>Seminário 1 Grupo 3 (Alunos: 2, 3, 6 e 11)</p> 

		Seminário 2 Aluno 13
--	--	------------------------------------

Fonte: Autores.

No Seminário 1, somente o Grupo 1, fez uma análise satisfatória, informando que a naftalina sublima em temperatura ambiente, explicando o termo sublimação e como a naftalina é obtida. O Grupo 3, por exemplo, apenas citou dados referente aos pontos de ebulição e fusão do butano, porém esperava-se que os componentes desse grupo questionassem o fato desses valores serem negativos, $-0,5$ e $-138,3^{\circ}\text{C}$, respectivamente, associando-os ao fato do composto ser um gás à temperatura ambiente.

Analisando o Seminário 2, o Aluno 14, que fez individualmente a tarefa, mostrou que a mudança de coloração da substância dopamina indica a sua deterioração e o Grupo 2, salientou que a solubilidade do ácido benzóico em água é aumentada com aquecimento, relacionando também o efeito de ligação de hidrogênio com água (chamada por ele por ponte de hidrogênio, conforme o texto). Os demais educandos, não estabeleceram relações entre as propriedades dos compostos e suas características estruturais.

Portanto, conforme Sangiogo (2014), nota-se alguns problemas nas explicações dos estudantes quando essas envolvem o nível submicroscópico. Isso ficou evidente pelos poucos questionamentos e discussões durante os seminários. Pelo que se percebe, a explicação das propriedades macroscópicas das substâncias por meio do nível submicroscópico não é, para os estudantes, uma tarefa trivial.

5.4 Nível representacional em Química Orgânica

Nesta seção foram avaliados aspectos fundamentais para o entendimento do nível representacional em Química orgânica, que são: identificação de funções orgânicas e transcrição entre fórmula estrutural em traço e em plano. Os dados foram obtidos da avaliação de três instrumentos aplicados na seguinte ordem cronológica, após a Sequência Didática: Questionário final (Apêndice I), teste (Apêndice J) e prova (Apêndice K). No Quadro 9 encontra-se a relação entre as questões avaliadas e seus respectivos instrumentos de coleta de dados.

Quadro 9 - Questões de cada instrumento utilizadas para análise.

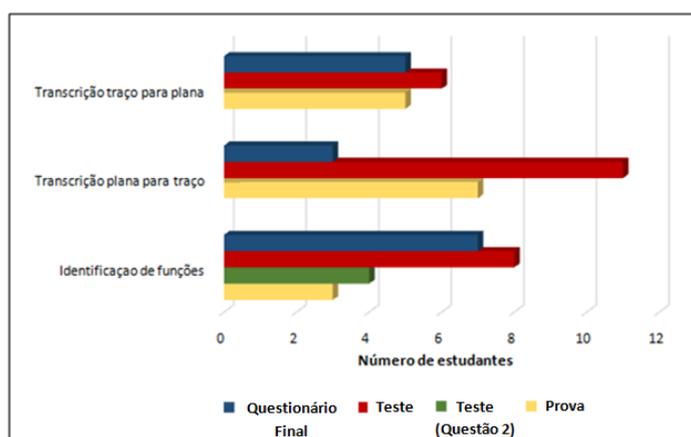
	Questionário final (Molécula Analisada)	Teste (Molécula Analisada)	Prova (Molécula Analisada)
Identificação das Funções Orgânicas	Questão 3 - Quadro A (benzepireno)	Questões 1 e 2 (<i>Nanoputian</i> e glicose, respectivamente)	Questão 2 (leucina)
Transcrição da fórmula estrutural plana para <i>bond line</i>	Questão 3 - Quadro B (ibuprofeno)	Questão 3 (glicerina)	Questão 3 (leucina)
Transcrição da fórmula estrutural <i>bond line</i> para plana	Questão 3 - Quadro C (glutamina)	Questão 4 (benzocaína)	Questão 1 (galactose)

Fonte: Autores.

Inicialmente apresenta-se o resultado geral obtido da avaliação da identificação das funções orgânicas e das representações da transcrição entre as diferentes fórmulas estruturais: traço – plano e vice e versa.

Vale destacar, que fazendo a avaliação de identificação de funções (Figura 9) foram avaliadas duas questões (Questões 1 e 2) do Teste, por isso é o único item do Gráfico da Figura 9 que apresenta a barra de cor verde, referente, portanto, a Questão 2.

Figura 9 - Número de estudantes que acertou a identificação das funções orgânicas e as transcrições entre as fórmulas estruturais traço e plana.



Fonte: Autores.

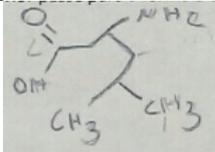
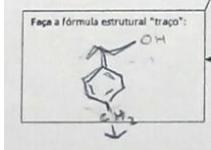
Percebe-se o maior número de acertos relacionado à identificação de funções nas questões com moléculas mais simples, com no máximo dois grupos funcionais. De acordo com Pazinato e Braibante (2014), existe maior dificuldade na identificação das funções orgânicas em moléculas polifuncionais, como foi verificado no caso da molécula do aminoácido Leucina (Prova), com três grupos funcionais, se comparado com o índice de

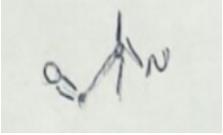
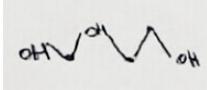
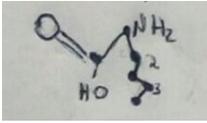
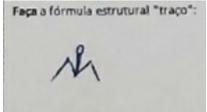
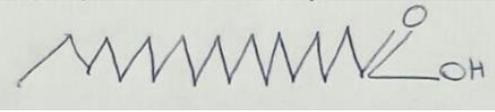
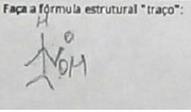
acertos obtidos no *Nanoputian* e Glicose referentes às Questões 1 e 2 do Teste, respectivamente. É importante ressaltar que o Benzepireno (Questionário final) é uma molécula monofuncional, pois apresenta apenas o hidrocarboneto aromático como grupo funcional, mesmo assim, o fato de conter cinco anéis condensados, gerou alguns equívocos de identificação, pois metade da classe acertou.

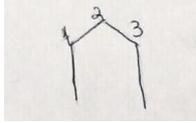
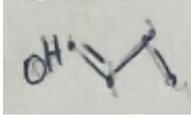
Analisando os dados obtidos de cada transcrição de fórmula em cada instrumento de coleta, tem-se que da fórmula estrutural plana para *bond line*, houve maior número de acerto em quase todos os instrumentos de coleta de dados, sendo que no Teste, esse índice foi o maior deste estudo (11 alunos). Esse fato se deve a estrutura simples (apenas três átomos de carbono e cadeia aberta) da molécula da glicerina e também a percepção que o aluno adquiriu na Sequência Didática, de que a ligação covalente entre os átomos de carbono, faz uma espécie de "zig-zag" na versão *bond line*, conforme mostrado o Quadro 4 (conferir na p. 29).

Para os estudantes que tiveram dificuldades nas transcrições de fórmulas, geraram-se as categorias explanadas no Quadro 10 (desvios de transcrição da fórmula estrutural plana para *bond line*) e também no Quadro 11 (desvios de transcrição da fórmula estrutural *bond line* para plana)

Quadro 10 - Descrição e exemplos das categorias que surgiram das respostas sobre as transcrições estruturais de plana para *bond line*.

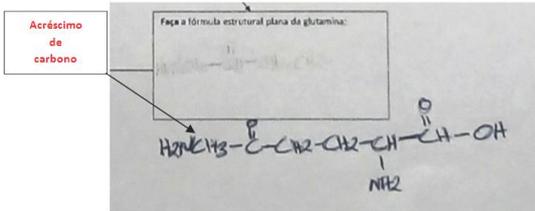
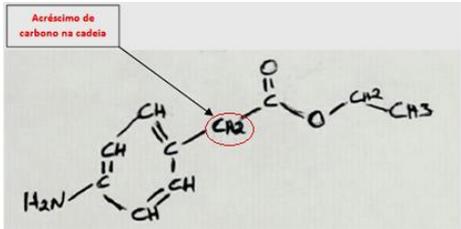
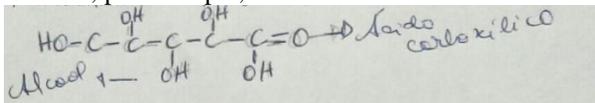
Categorias	Descrição	Exemplos
<p><i>Categoria 1</i></p> <p>Acréscimo ou decréscimo de carbonos na cadeia carbônica</p>	<p>A adição ou retirada de carbonos compromete a cadeia principal analisada</p>	<p>Questão 3 quadro B (questionário final)</p> <p>-----</p>
		<p>Questão 3 (teste)</p> <p>-----</p>
		<p>Questão 3 (prova)</p> <p>O Educando 12 acrescentou um carbono a mais entre o carbono alfa e o grupo carboxila</p> 
<p><i>Categoria 2</i></p> <p>Descaracterização de grupo(s) funcional(is).</p>	<p>Mudanças de elementos na estrutura do grupo funcional, comprometem a identificação correta da função orgânica</p>	<p>Questão 3 quadro B (questionário final)</p> <p>O Estudante 12 descaracterizou, exclusivamente, o oxigênio do grupo funcional carboxila (-COOH)</p> 

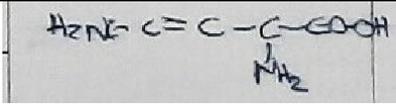
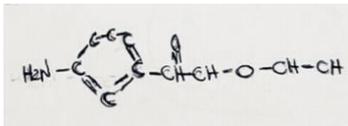
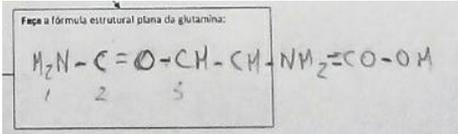
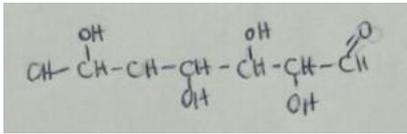
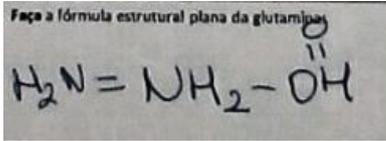
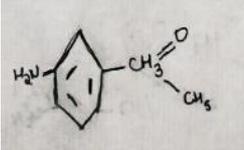
		<p>Questão 3 (teste) Estudante 11, que retirou os hidrogênios da hidroxila. Dessa forma, a molécula desenhada abaixo, não é mais um poliálcool, mas sim, um polialdeído</p> 
		<p>Questão 3 (prova) o Aluno 10, descaracterizou o grupo carboxila (-COOH), retirando um oxigênio e passando a ser uma fórmula (-CHO)</p> 
<p><i>Categoria 3</i></p> <p>Erro(s) posicional(is) na cadeia carbônica</p>	<p>Troca de posições de radicais ou grupos funcionais para dentro da cadeia carbônica</p>	<p>Questão 3 quadro B (questionário final) -----</p> <p>Questão 3 (teste) O Educando 13, apresentou uma representação equivocada, colocando a hidroxila como um heteroátomo</p>  <p>Questão 3 (prova) O Estudante 13, trocou a posição do radical metil para dentro da cadeia</p> 
<p><i>Categoria 4</i></p> <p>Estruturação incompreendida</p>	<p>Descaracterização total na transcrição solicitada</p>	<p>Questão 3 quadro B (questionário final) Aluno 6</p> <p>Faça a fórmula estrutural "traço":</p>  <p>Questão 3 (teste) -----</p> <p>Questão 3 (prova) Aluno 6</p> 
<p><i>Categoria 5</i></p> <p>Omissão de grupo(s) funcional(is):</p>	<p>Retirada de grupos funcionais descaracteriza a função orgânica da molécula</p>	<p>Questão 3 quadro B (questionário final) Aluno 10</p> <p>Faça a fórmula estrutural "traço":</p>  <p>Questão 3 (teste) O Estudante 8, omitiu as hidroxilas presentes na molécula</p>

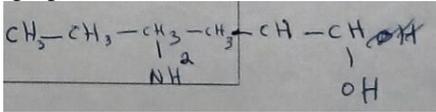
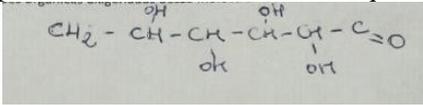
		
		<p>Questão 3 (prova) O Educando 2, omitiu o grupo amino (- NH₂)</p> 
<p><i>Categoria 7</i></p> <p>Não respondeu</p>	<p>Nada foi escrito</p>	<p>Questão 3 quadro B (questionário final) Educandos:4 e 13</p>
		<p>Questão 3 (teste)</p> <p>-----</p>
		<p>Questão 3 (prova) Estudante 8</p>

Fonte: Autores.

Quadro 11 - Descrição e exemplos das categorias que surgiram das respostas sobre as transcrições estruturais de *bond line* para plana.

Categorias	Descrição	Exemplos
<p><i>Categoria 1</i></p> <p>Acréscimo ou decréscimo de carbonos na cadeia carbônica</p>	<p>Já descrito no Quadro 9</p>	<p>Questão 3 quadro C (questionário final) Aluno 3</p> 
		<p>Questão 4 (teste) O Aluno 3 acrescentaram um carbono a mais entre o anel aromático e o grupo funcional -COO-</p> 
		<p>Questão 1 (prova) O Estudante 2, por exemplo, omitiu um carbono</p> 
<p><i>Categoria 2</i></p> <p>Descaracterização</p>	<p>Já descrito no</p>	<p>Questão 3 quadro C (questionário final) O Aluno 13, retirou a carbonila presente no grupo funcional (-CONH₂) da amida, transformando-a em amina</p>

de grupo(s) funcional(is).	Quadro 9	 <p>Questão 4 (teste) O Estudante 9, descaracterizou a ressonância do hidrocarboneto aromática pela falta de alternância das insaturações e também descaracterizou o grupo funcional -COO- desmembrando-o em carbonila e -O-</p>  <p>Questão 1 (prova) -----</p>
<p><i>Categoria 3</i></p> <p>Erro(s) posicional(is) na cadeia carbônica</p>	Já descrito no Quadro 9	<p>Questão 3 quadro C (questionário final) O Aluno 11, adicionou insaturações e o radical amino para dentro da cadeia</p>  <p>Questão 4 (teste) -----</p> <p>Questão 1 (prova) O Estudante 9, deslocou a hidroxila do segundo carbono (da esquerda para a direita) e deslocou-o para o carbono da extremidade esquerda</p> 
<p><i>Categoria 4</i></p> <p>Estruturação incompreendida</p>	Já descrito no Quadro 9	<p>Questão 3 quadro C (questionário final) Aluno 5</p>  <p>Questão 4 (teste) O Aluno 5, por exemplo, vários erros podem ser observados, como troca da posição par para a posição meta do anel benzênico, troca do grupo funcional -COO- por carbonila e falta de continuidade da cadeia carbônica</p>  <p>Questão 1 (prova) -----</p>

<p><i>Categoria 5</i></p> <p>Omissão de grupo(s) funcional(is):</p>	<p>Já descrito no Quadro 9</p>	<p>Questão 3 quadro C (questionário final) O Aluno 8, não pôs o grupo funcional -CONH2, além de ter descolocado o grupo amino (-NH₂) distante do carbono alfa</p> 
		<p>Questão 4 (teste)</p> <p>-----</p>
		<p>Questão 1 (prova)</p> <hr/>
<p><i>Categoria 6</i></p> <p>Acréscimo ou decréscimo do número de radicais na cadeia carbônica</p>		<p>Questão 3 quadro C (questionário final)</p> <hr/>
		<p>Questão 4 (teste)</p> <hr/>
		<p>Questão 1 (prova) o Aluno 4, supriu a hidroxila da extremidade esquerda da cadeia</p> 

Fonte: Autores.

Unindo os dados referentes aos Quadros 10 e 11, obteve-se o Quadro 12, o qual sintetiza o instrumento avaliativo que emergiu de pelo menos uma categorização assinalada em "x".

Quadro 12 - Cada instrumento avaliativo caracterizada por pelo menos uma categorização.

Transcrição de plana para <i>bond line</i>						
	CATEGORIA	CATEGORIA	CATEGORIA	CATEGORIA	CATEGORIA	CATEGORIA
	1	2	3	4	5	6
Questionário Final (Questão 3 - Quadro B)	-----	X	-----	X	X	X
Teste (Questão 3)	-----	X	X	-----	X	-----
Prova (Questão 3)	X	X	X	X	X	X
Transcrição de <i>bond line</i> para plana						
	CATEGORIA	CATEGORIA	CATEGORIA	CATEGORIA	CATEGORIA	CATEGORIA
	1	2	3	4	5	6

Questionário Final (Questão 3 - Quadro C)	X	X	X	X	X	----
Teste (Questão 4)	X	X	----	X	----	----
Prova (Questão 1)	X	----	X	----	----	----

Fonte: Autores.

Dessa forma, as categorias referentes aos equívocos em relação à descaracterização e omissão de grupos funcionais, que são as categorias 2 e 5, respectivamente, tiveram menores frequências nas transcrições de *bondline* para plana. Sendo assim, as representações *Nanoputians*, explanadas em aula, foram importantes para esse aprendizado. Dessa forma, o aluno visualizou melhor os grupos funcionais na versão *bond line*, pois transcreveu para versão plana de maneira correta, embora tenha maiores frequências na categoria 1, indicando falhas na transcrição da cadeia carbônica principal. Durante esses processos, percebeu-se que a representação em Química Orgânica não é tarefa trivial para estudantes, até para os que já estudaram o tópico formalmente mais de uma vez, como é o caso dos sujeitos desta pesquisa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido no contexto dos cursos Técnicos em Farmácia e Análises Clínicas, os quais têm em comum a disciplina de Bioquímica. Tratou-se de uma pesquisa-ação, nas turmas que o autor deste TCC vem atuando no decorrente ano. Acredita-se que os dados obtidos durante a Sequência Didática, que contemplou tópicos básicos de Química Orgânica, trouxeram contribuições pedagógicas para o Ensino no nível Técnico, bem como, para a formação do professor da disciplina.

A análise dos conhecimentos prévios e alternativos dos alunos orientou o professor a um cuidado especial e estratégico de como revisar e, ao mesmo tempo, adentrar nos conhecimentos de Química Orgânica na disciplina de Bioquímica. A partir da limitação temporal de apenas quatro aulas, acredita-se que a Sequência Didática foi importante para desenvolver os conhecimentos introdutórios da Bioquímica como identificação de biomoléculas e suas estruturas. Além disso, o conhecimento das concepções dos estudantes e a experiência do docente em outras edições da disciplina foram fundamentais para os avanços obtidos, e demonstraram as deficiências de aprendizagem do Ensino Médio. Além desse limite temporal de cada aula e das fragilidades conceituais decorrentes do ensino médio, os resultados obtidos foram influenciados por outros fatores, como a ausência dos alunos nos períodos finais, devido a dificuldades de transporte público, pois muitos moram na região metropolitana. Essa dificuldade de transporte era intensificada nos jogos de quartas-feiras que envolveram a dupla Grenal, os quais coincidiam com o horário dos períodos finais.

Em relação às principais contribuições deste trabalho na aprendizagem de tópicos da Química Orgânica, destacam-se:

- a maior parte dos alunos conseguiu identificar corretamente duas funções orgânicas (hidrocarbonetos e álcool) na representação *Nanoputian* (Questão 1 do teste);
- a transcrição estrutural de plana para traço teve um índice maior de acertos (11 alunos) do que na transcrição contrária;
- durante a transcrição de um tipo de representação para outro, observou-se a descaracterização e omissão de grupos funcionais, insaturações ou número de carbonos;
- os estudantes apresentaram nos Seminários 1 e 2 as propriedades físico-químicas das substâncias investigadas, porém, apenas um e dois alunos, respectivamente, fizeram uma

tentativa de compreender e associar essas propriedades com a representação feita em modelagem e o conteúdo mostrado em sala de aula.

Percebi na prática de sala de aula que o professor deve parar e refletir sobre o seu processo de aprendizagem, tendo em vista que as concepções prévias dos alunos refletem diretamente na sua prática docente, repercutindo dessa forma, em todo o seu modo de ensinar. O cotidiano escolar propiciou-me questionamentos acerca do modo como eu poderia vir a contribuir com o Ensino Técnico e não apenas reproduzir conteúdos descritos em apostilas.

Assim, com o desenvolvimento deste TCC espera-se contribuir com mais uma proposta de Sequência Didática para o ensino de Química Orgânica no contexto de cursos técnicos. Além disso, que os resultados e discussão tecida possam auxiliar professores, servindo de modelo de estratégia didática diferenciada e que suscitem novos debates e pesquisas sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. B.; DA SILVA, N. C.; CARVALHO, W. C. Utilização de modelos moleculares versáteis de baixo custo na representação tridimensional das cadeias carbônicas. *In: ENEQ - ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 15., 2010, Brasília. **Anais...**Brasília: Universidade de Brasília. 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Martins Fontes, 1979.

BATISTA, B. M. **Ensino e aprendizagem de química orgânica na visão de professores do ensino médio e superior**. 2018. 54 f. Trabalho de conclusão de curso (do Curso de Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

BITENCOURT, T. C.; SCHWEIG, G. R.; de AZEVEDO, S. S.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. Contextualização do Ensino de Química Orgânica: uma abordagem do PIBID/Química da UFRGS sobre medicamentos e drogas. *In: EDEQ - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA*, 35., 2015, Lajeado. **Anais...**Porto Alegre: UNIVATES, 2015. p. 70-74.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S.K. **Qualitative Research for Education**. Boston, Allyn and Bacon, Inc. 1982.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 5.692 de 11 de agosto de 1971. **Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências**. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 5.991, de 17 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Controle Sanitário do Comércio de Drogas, Medicamentos, Insumos Farmacêuticos e Correlatos, e dá outras Providências. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5991.htm> Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 870, de 16 de julho de 2008. Disponível em:

<<http://www.educacao.pr.gov.br/arquivos/File/portarias/portaria8702008.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Parecer CNE/CEB nº 11/2008a. **Proposta de instituição do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos de Nível Médio**. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2008/pceb011_08.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 3, de 9 de julho de 2008b. Dispõe sobre a instituição e implantação do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos de Nível Médio. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb003_08.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Catálogo Nacional de Cursos Técnicos. 3. ed. Ministério da Educação. Brasília. 2016. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2017-pdf/77451-cnct-3a-edicao-pdf-1/file>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

CARVALHO, J. C. Q.; COUTO, S. G.; BOSSOLAN, N. R.S. Algumas concepções de alunos do Ensino Médio a respeito das proteínas. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 897-912, 2012.

CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. Synthesis of anthropomorphic molecules: the *NanoPutians*. **The Journal of organic chemistry**, Houston, v. 68, n. 23, p. 8750-8766. Set, 2003.

CONSELHO FEDERAL E OS CONSELHOS REGIONAIS DE FARMÁCIA. Lei nº 3.820 de 11 de novembro de 1960. **Cria o Conselho Federal e os Conselhos Regionais de Farmácia, e dá outras providências**. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L3820.htm>. Acesso em: 14 nov. 2019.

CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA. Resolução nº 464 de 23 de julho de 2007. **Dispõe sobre a inscrição, o registro, o cancelamento de inscrição e a averbação no Conselho Regional de Farmácia, e dá outras providências**. Disponível em:

<http://www.cff.org.br/userfiles/23%20%20BRASIL_%20CONSELHO%20FEDERAL%20DE%20FARMACIA,%202007_%20RDC%20465%20de%202007.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA. Resolução nº 485 de 21 de agosto de 2008. **Dispõe sobre o Âmbito Profissional de Técnico de Laboratório de Nível Médio em Análises Clínicas**. Disponível em:

<http://www.cff.org.br/userfiles/file/resolucoes/res485_2008.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

DOS SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. **Química Cidadã**. 3ª série. Ensino Médio. 2. ed. São Paulo: AJS Ltda., 2013. 458 p.

FERREIRA, M. e Del PINO, J. C. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular. **Acta Scientiae**. Canoas, v. 11, n.1, p.101-118, jan./jun., 2009.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liber Livro, 2005.

GODIM, M. S. C.; MENDES, M, R. M. **Concepções Alternativas na Formação Inicial de Professores de Química: Pressuposto para Uma Reflexão Sobre o Processo Ensino/Aprendizagem**. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p726.pdf>>. Acesso em: 30/07/2019.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**. v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

JUSTI, R. S. Modelos e modelagem no ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. *In*. SANTOS, Wildson L. P; MALDANER, Otavio A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010, p. 209-230.

LIPMAN, M. **O Pensar na Educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARCONDES, M. E. R.; DE SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; SILVA, M. A. E. **Química Orgânica**: reflexões e propostas para o seu ensino. São Paulo: Centro Paula Souza - Setec/MEC 2015. 69 p.

MOREIRA, J. V. X. **Stereogame** – desenvolvimento, implementação e avaliação de um jogo didático-computacional para o ensino de estereoquímica. 2016. 126 f. Dissertação. (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2016.

OLIVEIRA, B. R. M.; da SILVA, C. F. N.; da SILVA, E. L.; RODRIGUES, M. A.; KIOURANIS, N. M.; RUPP, K. J. Uma abordagem contextualizada na introdução de funções orgânicas a alunos do Ensino Médio. *In*: ENEQ - ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010. Brasília. **Anais...**Brasília: Universidade de Brasília.2010.

PATTON, M. Q. Qualitative Evaluation Methods, Beverly Hills, CA: Sage, *In*: DIAS, C., 2000, **Pesquisa qualitativa** – características gerais e referências. Maio, 2000.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 21-25, fev. 2012.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

SANGIOGO, F. A.; ZANON, L. B. Mobilização de linguagens e pensamentos necessários à compreensão de modelos de estruturas submicroscópicas em aulas de Ciências. *In*:ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 7., 2009. Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

SANGIOGO, F. A. **A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de química da educação básica: aspectos pedagógicos e epistemológicos**. 2014. 291 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2014.

SANTOS, G. A.; SANTOS, D. F.; DA FRANÇA, R. S. Mão na Massa: modelagem dos hidrocarbonetos utilizando materiais de baixo custo para o conteúdo da química orgânica em uma turma da 3ª Série da rede estadual.*In*:CONEDU - CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO. 5., 2018. Olinda. **Anais...**Pernambuco, v. 1, 2018.

SCARPA, L.; MARANDINO, M. Pesquisa em ensino de Ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas. *In*. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,2., 1999, Valinhos. **Anais...** Porto Alegre: IF-UFRGS, 1999. p. 1-15.

SILVA, L. D.; MAIA, A. F.; PAZINATO, M. S.; SUDATI, J. H. Percepções dos licenciandos em Ciências da Natureza sobre aminoácidos e proteínas. **Revista Debates em Ensino de Química**. Pernambuco, v.3, n.2, p. 142-155, 2017.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez, 2005.

VEIGA, I. P. A. (Org). **Técnicas de ensino**: novos tempos, novas configurações. Campinas: Papirus, 2006.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.

WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO INICIAL

Nome:

Qual Instituição você concluiu o Ensino Médio? Público() Privado() EJA() Supletivo() Outro():

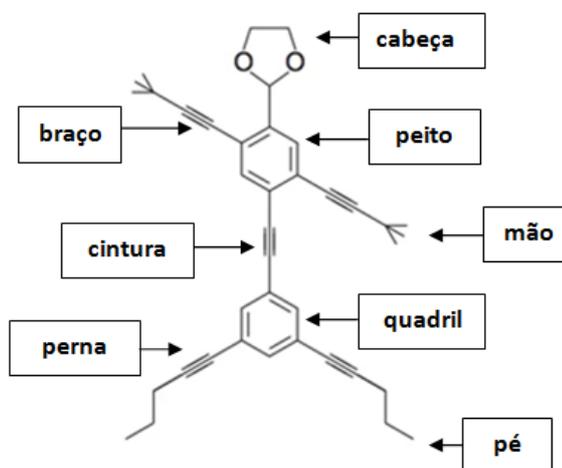
Idade:

1) Você sabe o que se estuda em química orgânica? Dê exemplos.

2) Você considera a química orgânica importante para a disciplina de bioquímica? Justifique.

3) Você considera a bioquímica importante para a sua futura profissão? Justifique.

4) As moléculas de *Nanopotians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais em química orgânica. Um exemplo é o *NanoKid*, representado na figura abaixo.



Conforme *NanoKid*, responda:

4.a Quantos carbonos há na cabeça?

4.b Em qual(is) parte(s) do corpo existe(m) insaturação(ões)?

4.c Qual a função orgânica representada no peito e quadril?

4.d Qual a função orgânica representada na cabeça?

APÊNDICE B

"Hidrocarbonetos: algumas aplicações e curiosidades"

1. Biogás: uma realidade conveniente (Biogás / BNDES Setorial 47, p. 221-276)

A tendência de longo prazo da produção de energia convencional apresenta um quadro de esgotamento progressivo de fontes tradicionais (por exemplo, hidroeletricidade, carvão, petróleo) e emergência de novas fontes, com destaque para as renováveis. Combinado aos custos crescentes para produção da energia convencional, e com impactos socioambientais relevantes de grandes projetos, o aproveitamento da biomassa, com destaque para o biogás, surge como fonte privilegiada. O principal método de produção do biogás é a quebra biológica de material orgânico na ausência de oxigênio, conhecida como digestão anaeróbica. Em plantas industriais, os micro-organismos digerem a matéria-prima em um reator controlado, produzindo biogás com 50% a 70% de metano. O potencial de crescimento do biogás depende da quantidade de matéria-prima que pode ser processada. O biogás bruto normalmente costuma ser queimado no local de produção para produzir eletricidade e gerar calor, sendo que a eletricidade tanto pode ser consumida localmente como exportada para a rede.

2. O etileno e o amadurecimento de frutas (PERUZZO, F. M. e do CANTO, E. L. "Química na abordagem do cotidiano" dos autores, volume 3, editora Moderna, página 38)

Ele é uma das substâncias orgânicas mais importantes para as indústrias químicas e é obtido do petróleo, principalmente como subproduto do craqueamento catalítico e de outros procedimentos envolvendo o processamento petroquímico. O etileno ocorre em pequena quantidade na natureza, sendo liberado por certas plantas e atuando como hormônio vegetal responsável, entre outras coisas, pelo amadurecimento de frutos. Fruticultores se aproveitam dessa propriedade do etileno. Eles podem apanhar frutos ainda verdes, transportá-los sem que haja perda apreciável por apodrecimento e forçar a maturação submetendo-os a um ambiente contendo o gás. O acetileno também age no amadurecimento artificial de frutas, porém com menor eficiência que o etileno.

3. O ciclopropano já foi utilizado como anestésico (<https://pt.thpanorama.com/blog/ciencia/ciclopropano-c3h6-estrutura-propiedades-usos-y-riesgos.html>)

O uso comercial do ciclopropano como agente anestésico foi estudado pela primeira vez em 1929. O ciclopropano é um potente agente anestésico de ação rápida, que não irrita o trato respiratório nem apresenta mau cheiro. Ele foi usado por várias décadas, administrada junto com oxigênio, para pacientes com sono durante intervenções cirúrgicas, mas os efeitos colaterais indesejados começaram a ser observados como "choque ciclopropano", caracterizada por uma queda repentina da pressão arterial, levando a distúrbios do ritmo cardíaco. Junto com fatores de custo e alta inflamabilidade, passou por um processo de descarte e substituição por outros agentes anestésicos mais seguros.

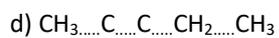
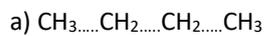
4. É proibido fumar (https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2011/01/110118_fumo_mv)

O câncer de pulmão mata três mil pessoas por dia no mundo, a grande maioria delas, em consequência do fumo. Um estudo realizado por cientistas americanos concluiu que a fumaça do cigarro começa a provocar danos genéticos minutos - e não anos - após chegar aos pulmões. Os cientistas adicionaram um HPA (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) específico, o fenantreno, a cigarros, e depois monitoraram o progresso da substância nos organismos de 12 voluntários que fumaram os cigarros. O fenantreno rapidamente formou substâncias tóxicas no sangue dos voluntários, provocando mutações que podem causar câncer. Os fumantes desenvolveram níveis máximos da substância em um intervalo de tempo que surpreendeu os próprios pesquisadores: entre 15 e 30 minutos após os voluntários terminarem de fumar. O efeito foi tão rápido que foi equivalente a injetar a substância diretamente na corrente sanguínea.

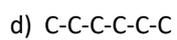
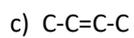
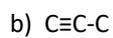
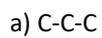
APÊNDICE C

Exercícios

1. Complete as ligações simples, duplas e triplas que estão faltando nas seguintes estruturas:



2. Complete as seguintes fórmulas estruturais, acrescentando os átomos de hidrogênio que estão faltando



APÊNDICE D

Importância dos Compostos Orgânicos oxigenados

1. Afinal, por que o álcool 70% é mais eficaz como bactericida que o álcool absoluto?

(<https://foodsafetybrazil.org/afinal-por-que-o-alcool-70-e-mais-eficaz-como-bactericida-que-o-alcool-absoluto/>)

O álcool 70% possui concentração ótima para o efeito bactericida, porque a desnaturação das proteínas do microrganismo faz-se mais eficientemente na presença da água, pois esta facilita a entrada do álcool para dentro da bactéria e também retarda a volatilização do álcool, permitindo maior tempo de contato. Nesta concentração, o etanol destrói bactérias vegetativas, porém esporos bacterianos podem ser resistentes. Fungos e vírus (envelopados, como o vírus Influenza H1N1) também são destruídos pelo álcool.

2. Formol e o embalsamento(<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/formaldeido.htm>)

O formol é uma solução a 37%, é um composto líquido claro com várias aplicações, sendo usado normalmente como preservativo, desinfetante e anti-séptico. O formol tem a propriedade de desnaturar proteínas, por isso elas ficam mais resistentes à decomposição por bactérias. Esta propriedade justifica seu uso como fluido de embalsamamento e na conservação de espécies biológicas. Nas aulas experimentais de anatomia, nas faculdades, é preciso estudar partes do corpo humano que são retiradas de cadáveres e conservadas em soluções de formol.

3. Clareamento à base de fenol (<https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/beleza/corpo-em-forma/tratamento-com-hidroquinona-pode-manchar-a-pele,0929e9511a40e8a07f13d7dd41dd23fclsbx011.html>)

Segundo a Dra. Ediléia Bagatin, coordenadora do Departamento de Cosmiatria da Sociedade Brasileira de Dermatologia, a hidroquinona é um potente clareador, o padrão “ouro” para tratamento de manchas escuras na pele. A profissional alerta que é preciso prestar atenção à sensibilidade da pele, pois por ser de fácil irritação, a substância não deve ser usada em concentrações maiores que 4%. O uso da hidroquinona na virilha e nas axilas, pode ter o efeito contrário, e escurecer ainda mais essas regiões. O tratamento com hidroquinona é utilizado há bastante tempo e deverá ser sempre orientado por um médico.

4. Ácido benzóico e sua importância(<https://www.infoescola.com/quimica/acido-benzoico/>)

Por causa da sua propriedade antimicrobiana, o ácido benzóico é muito utilizado pela indústria farmacêutica, na fabricação de pomada para o tratamento de doenças de pele causadas por fungos. Na indústria cosmética, o ácido benzóico, é utilizado como um agente preservativo e pode ser encontrado em produtos para bebês, para o banho, para a maquiagem, para cremes de limpeza, entre outros. Na natureza, o ácido benzóico é normalmente encontrado em ameixas e em frutas de bagas, como: morango, amora, framboesa, groselha, entre outras.

5. Qual é a diferença entre removedor de esmalte e acetona? (<http://www.mulher.com.br/10992/qual-e-diferenca-entre-removedor-de-esmalte-e-acetona>)

Segundo a Dra. Valéria Campos, da Sociedade Brasileira de Dermatologia, a principal diferença entre a acetona e o removedor é que o removedor não possui acetona. “A acetona por si só já é capaz de danificar a unha e até mesmo a pele em volta. Esse componente pode ressecar e até retirar a película protetora da unha”, esclarece. Como vantagem, os removedores também “possuem lubrificantes e emolientes em sua formulação, o que proporciona às unhas mais hidratação”. De acordo com a dermatologista, a tecnologia aplicada a esses produtos evoluiu muito e, por isso, hoje em dia é possível encontrar removedores com silicone e até vitaminas.

6. O éter já foi utilizado como anestésico(<http://manualdaquimica.uol.com.br/quimica-organica/eteres.htm>)

O éter foi muito usado com analgésico nos EUA em 1846. Mas ele passou a ser substituído por outros anestésicos mais seguros, visto que, além de ser inflamável e poder causar incêndios, ele também faz mal ao paciente, causando irritação do trato respiratório. Outras aplicações dos éteres são nas resinas do tipo epóxi, usadas em reparos caseiros, em pranchas de surfe, em artesanato, em tintas e em pisos industriais.

7. Faltava o "acetil" da Aspirina(<https://super.abril.com.br/historia/aspirina-bendito-alivio/>)

A eficácia da aspirina, a droga feita de ácido acetilsalicílico, que é o antitérmico e analgésico mais popular do mundo, foi descoberta por acaso. Em 1870, químicos da companhia Bayer, na Alemanha, sintetizaram o ácido salicílico (Figura 1) para usá-lo como anti-séptico, pois essa propriedade é atribuída ao grupo funcional fenol, presente nessa molécula. Aos poucos, entretanto, deram-se conta de que, além de combater infecções, o ácido diminuía a febre e as dores dos pacientes, embora causando forte mal-estar no estômago. Ninguém deu importância ao fato até outra coincidência acontecer. Em Munique, o químico da Bayer Felix Hoffmann (1868-1946), que estava aflito com as dores reumáticas do pai, prestou atenção e resolveu pesquisar. Viu que, agregando a substância acetyl, facilitadora da ação do ácido, eliminava a febre e as dores mais rapidamente e diminuía os efeitos colaterais. Com o acetyl, seu pai melhorou da noite para o dia. Em 1899, Hoffmann registrou em seu diário a fórmula pura da aspirina (Figura 2). Ela alivia dores de cabeça e febres até hoje.

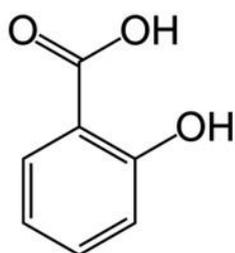


Figura 1: ácido salicílico

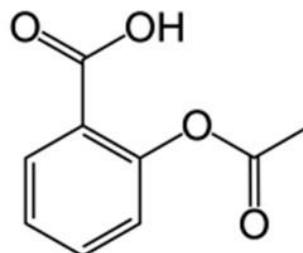


Figura 2: ácido acetilsalicílico

Importância dos Compostos Orgânicos nitrogenados

1. A droga do amor (<https://www.infoescola.com/bioquimica/dopamina/>)

Os neurônios, células do sistema nervoso, têm a função de conduzir impulsos nervosos para o corpo. Para isso, tais células produzem os neurotransmissores, substâncias químicas responsáveis pelo envio de informações às demais células do organismo. Nesse conjunto de substâncias está a dopamina, que atua, especialmente, no controle do movimento, memória, e sensação do prazer. No decorrer de circunstâncias agradáveis, a dopamina é liberada, desencadeando impulsos nervosos, que levam a uma sensação de prazer e bem estar. Alimentos saborosos, sexo, jogos e drogas são alguns exemplos de situações que estimulam a ação da dopamina. Para estimular a produção e a liberação saudáveis de dopamina, recomenda-se o consumo de alimentos ricos em tirosina como derivados do leite, abacate, abóbora, amêndoa, feijão, nozes, carnes, ovos e outros; evitar o consumo de cafeína e fazer exercícios físicos regularmente.

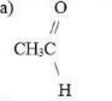
2. A uréia hidrata a pele ressecada (<https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/beleza/sua-pele/para-sua-pele/ureia-tem-vantagens-e-desvantagens-para-todos-os-tipos-de-pele,767a60bcce587310VgnVCM5000009ccceb0aRCRD.html>)

Como possui uma propriedade hidratante grande, a uréia vem sendo utilizada há bastante tempo no combate à pele seca, pois suas características mantêm a cutis hidratada por mais tempo. “Ao hidratar, a uréia também estimula a produção de colágeno, evita as fissuras decorrentes do ressecamento e melhora a aparência da pele”, explica Adriano Almeida, dermatologista do IPTC (Instituto de Pesquisa e Tratamento do Cabelo e da Pele) e professor do curso de pós-graduação em dermatologia da Fundação Pele Saudável. Mas é preciso ficar atento. Para obter os resultados esperados na pele seca, é importante considerar que a quantidade de uréia presente nos produtos deve estar entre 3% e 10%.

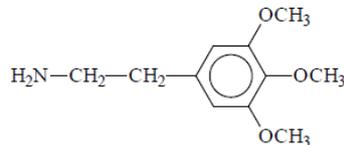
APÊNDICE E

Exercícios - Funções orgânicas - PARTE I

1. (UFPR-adaptado) Relacione as colunas

Coluna I: Substâncias:	Coluna II: Grupos funcionais:
a) 	I - Hidrocarboneto
b) $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	II - Ácido carboxílico
c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	III - Álcool
d) 	IV - Fenol
e) 	V - Enol
	VI - Amina
	VII - Amida
	VIII - Éter
	IX - Éster
	X - Cetona
	XI - Aldeído

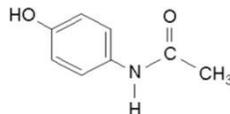
2. (Unespar 2016) Semanalmente nos noticiários (jornais escritos, TV, Internet e revistas de maior circulação, etc.) informam sobre o consumo e a proliferação de drogas no mundo. A cadeia abaixo pertence a uma substância alucinógena denominada “*mesalina*”, que tem a seguinte fórmula estrutural:



As funções orgânicas presentes na *mesalina* são:

- a. Éster e amida b. Éster e amina c. Éter e amina d. Éter e fenol e. Fenol e amina

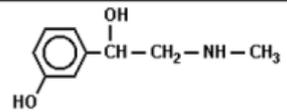
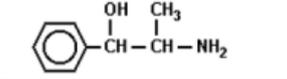
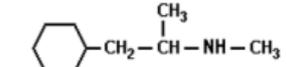
3. (PUC-MG) O princípio ativo dos analgésicos comercializados com nomes de Tylenol, Cibalena, Resprin é o paracetamol, cuja fórmula está representada a seguir



As funções orgânicas presentes no *paracetamol* são:

- a) fenol, cetona e amina b) álcool, cetona e amina c) álcool e amida d) fenol e amida

4. (FATEC-SP) As três substâncias indicadas a seguir são usadas em remédios para gripe, devido a sua ação como descongestionantes nasais:

	neo-sinefrina
	propadrina
	benzedrex

Essas três substâncias apresentam em comum, em suas estruturas, a seguinte função orgânica:

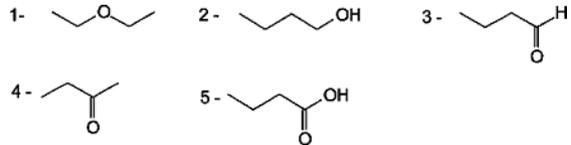
- a) benzeno b) fenol c) álcool d) amida e) amina

APÊNDICE F

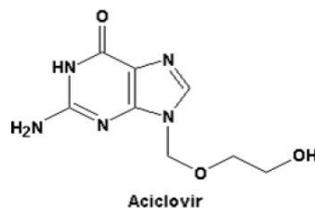
Exercícios - Grupos Funcionais - PARTE II

1. (UFRRJ- RJ) O vinho, o vinagre, a acetona e o éter etílico são apenas alguns exemplos de compostos orgânicos que estão presentes no nosso cotidiano. Observe as estruturas dos compostos representadas a seguir e indique as funções às quais elas pertencem, respectivamente:

- aldeído, cetona, éter, álcool e ácido carboxílico
- éter, cetona, ácido carboxílico, álcool e aldeído
- ácido carboxílico, álcool, cetona, éter e aldeído
- éter, álcool, aldeído, cetona e ácido carboxílico
- cetona, aldeído, éter, ácido carboxílico e álcool.



2. (PUC-MG) O *aciclovir*, cuja estrutura é representada a seguir, é um antiviral importante utilizado no tratamento de infecções por herpes.



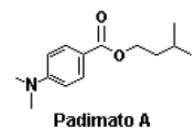
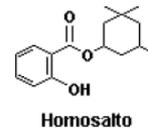
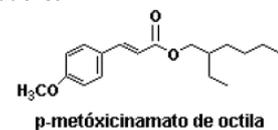
O aciclovir possui todas as funções orgânicas listadas a seguir, **EXCETO**:

- amina
- éter
- éster
- álcool

3. (UEL-PR) Para evitar os efeitos nocivos à pele causados pela radiação ultravioleta (UV) da luz solar, são utilizados os protetores ou bloqueadores solares, os quais podem apresentar diferentes tipos de substâncias ativas. A seguir estão representadas as estruturas químicas de três substâncias utilizadas em cremes bloqueadores.

É correto afirmar que as funções orgânicas presentes nestas substâncias são:

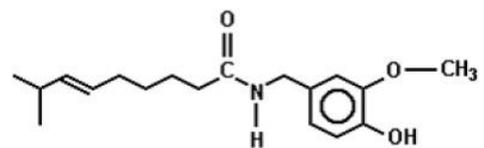
- Éster, éter, fenol, amina
- Éster, cetona, álcool, amina
- Cetona, éster, álcool, amida
- Cetona, ácido carboxílico, amida
- Éster, amida, fenol, aldeído.



4. (UEL-PR) Você já sentiu o ardor de pimenta na boca? Pois bem, a substância responsável pela sensação picante na língua é a capsaicina, substância ativa das pimentas. Sua fórmula estrutural está representada a seguir.

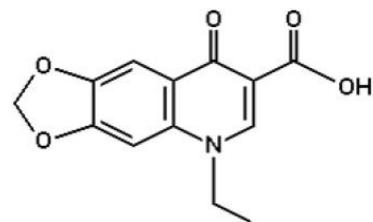
As funções orgânicas, características da *capsaicina* são:

- Cetona, álcool e amina
- Ácido carboxílico, amina e cetona
- Amida, éter e fenol
- Cetona, amida, éster e fenol
- Cetona, amina, éter e fenol.



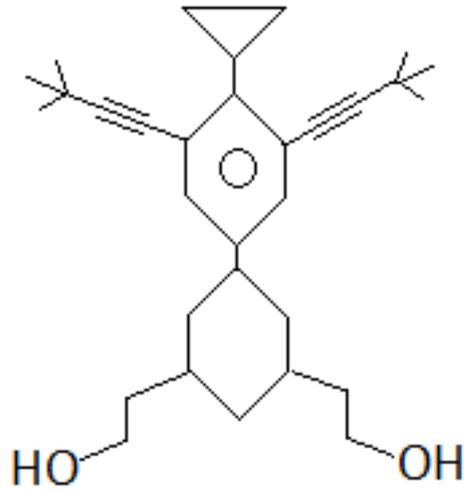
5. (UFPI-PI) O composto antibacteriano, ácido oxalínico, é representado pela fórmula estrutural ao lado e representa as seguintes funções:

- éster, cetona, amina e éter.
- éter, cetona, amina e ácido carboxílico.
- éster, amida, amina e ácido carboxílico.
- éster, amina, fenol e cetona.
- éter, amida, éster e amina.



APÊNDICE G

Da figura *Nanoputian* abaixo, passe da sua fórmula de traços para fórmula estrutural plana, além disso, circule as funções orgânicas representadas na cabeça, braços, peito, quadril e pés desse *Nanoputian*



APÊNDICE H

1. Passe da fórmula estrutural condensada para a representação em traço, conforme tabela abaixo:

Substância	Fórmula estrutural condensada	Representação traço
2-metilpentano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$	
3,4-dimetil-hexano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
3,3-dimetil-hexano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
metilciclobutano	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array}$	

2. Passe da fórmula estrutural traço para a representação plana e informe também o tipo de cadeia quanto a sua saturação, conforme tabela abaixo:

Substância	Fórmula estrutural condensada	Representação traço	Tipo de cadeia
propeno			
propino			
butano			
butan-1-ol			

3. Passe da fórmula estrutural condensada para a representação em traço e informe também o tipo de cadeia quanto a ser ou não heterogênea, conforme tabela abaixo:

Substância	Fórmula estrutural condensada	Representação traço	Tipo de cadeia
metoxietano	$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$		
etilmetilamina	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$		
butano	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$		
ácido propanoico	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{O} - \text{H} \\ \\ \text{O} \end{array}$		

APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO FINAL

1) Após a sua participação na saulas de química orgânica deste semestre, você considera esse conhecimento importante para a sequência de seus estudos e para a sua profissão? Justifique.

2) As moléculas de *nanoptians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais em química orgânica. Um exemplo é o *NanoKid*, representado na figura abaixo.

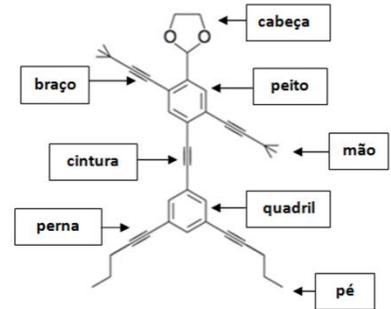
Conforme *NanoKid*, responda:

2.a Quantos carbonos há na cabeça?

2.b Em qual(is) parte(s) do corpo existe(m) insaturação(ões)?

2.c Qual a função orgânica representada no peito e quadril?

2.d Qual a função orgânica representada na cabeça?



3) Complete os quadros abaixo:

Quadro A

O benzpireno é encontrado no alcatrão da fumaça do cigarro e está associado à ocorrência de câncer de pulmão, de laringe e de boca em fumantes. Qual função orgânica está associado o benzpireno? _____

Quadro B

O Ibuprofeno é um fármaco, anti-inflamatório, derivado do ácido carboxílico, sendo eficiente no combate a inflamação, a dor e a febre

Faça a fórmula estrutural "traço":

Quadro C

Aglutamina é o aminoácido livre mais abundante no plasma e no tecido muscular.

Faça a fórmula estrutural plana da glutamina:

APÊNDICE J

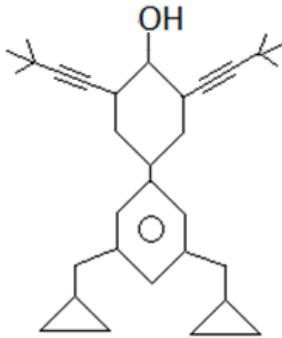
TESTE

1. Relacione as seguintes funções orgânicas:

- HIDROCARBONETOS: **alcino, ciclano, aromático**

- OXIGENADO: **álcool**

Com as partes do corpo do *Nanoputian*:



CABEÇA =

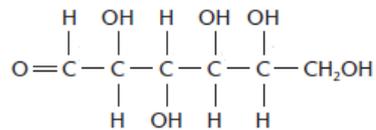
BRAÇOS =

PEITO =

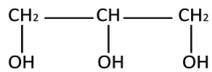
QUADRIL =

PÉS =

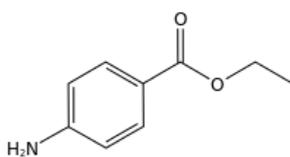
2. Considerando fórmula estrutural do carboidrato abaixo, dê o nome das DUAS funções oxigenadas presentes dessa molécula:



3. Da fórmula estrutural "plana" da glicerina abaixo, faça a sua respectiva fórmula estrutural "traços":



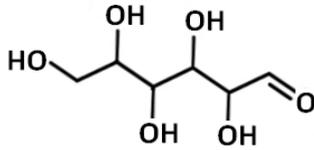
4. Da fórmula estrutural "traço" do anestésico *benzocaína* abaixo, faça a sua respectiva fórmula estrutural "plana":



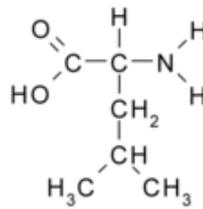
APÊNDICE K

PROVA

1. Dada a fórmula estrutural traço da molécula do glicídio chamada galactose (o açúcar do leite), passe para a fórmula estrutural plana.



2. O aminoácido mostrada abaixo é a *leucina* (encontrado no amendoim, na castanha-do-pará, no avelã e em outras oleaginosas). Identifique e circule as 3 funções orgânicas as quais estão ligadas ao carbono alfa.



3. Dada a fórmula estrutural plana da *leucina* da questão anterior passe para a fórmula estrutural traço.

4. Os ácidos graxos são altamente apolares, porém no caso do vinagre, o ácido acético (CH_3COOH) é muito solúvel em água. Se ambos possuem a mesma função orgânica, "ácido carboxílico", por que o comportamento quanto a polaridade é distinto?

5. Explique o caráter anfifílico ou anfipático dos fosfolipídios e onde são encontrados em nosso organismo

6. Marque "V" para **VERDADEIRO** ou "F" para **FALSO** em cada questão abaixo:

- Os açúcares são constituídos apenas de moléculas de cadeias abertas.
- numa reação de hidrólise, a água é um "produto" formado dessa reação.
- cada enzima tem um pH ótimo de atuação, no qual a sua atividade é máxima.
- Os ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos de longas cadeias de hidrocarbonetos acíclicas, não-polares, sem ramificações

7. Complete a frase:

Conforme a proteína mostrada abaixo, os dois aminoácidos estão ligados por ligação _____ representada pela função orgânica _____.

