

RELATÓRIO DO LEAMAT III

CONSTRUÇÃO DO BENZENO COM RÉGUA E COMPASSO: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR

ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA

AMANDA DA SILVA RANGEL
DEISIANE CRISTINA RANGEL DE OLIVEIRA
HELENA LISTA RIBEIRO
LORENA PESSANHA DE SOUZA OLIVEIRA
THAÍS SOUZA DA SILVA

AMANDA DA SILVA RANGEL
DEISIANE CRISTINA RANGEL DE OLIVEIRA
HELENA LISTA RIBEIRO
LORENA PESSANHA DE SOUZA OLIVEIRA
THAÍS SOUZA DA SILVA

RELATÓRIO DO LEAMAT III

CONSTRUÇÃO DO BENZENO COM RÉGUA E COMPASSO: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR

ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA

Trabalho apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, *campus* Campos Centro, como requisito parcial para conclusão da disciplina Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática do Curso de Licenciatura em Matemática.

Orientador: Prof.º Me. Cleuber Eduardo do Nascimento Silva.

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
2021.2

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Relatório do LEAMAT I | 4 |
| 1.1 | Atividades desenvolvidas | 4 |
| 1.2 | Elaboração da sequência didática | 6 |
| 1.2.1 | Tema | 6 |
| 1.2.2 | Justificativa | 6 |
| 1.2.3 | Objetivo Geral | 7 |
| 1.2.4 | Objetivos Específicos | 7 |
| 1.2.5 | Público Alvo | 7 |
| 2 | Relatório do LEAMAT II | 8 |
| 2.1 | Atividades desenvolvidas | 8 |
| 2.2 | Elaboração da sequência didática | 8 |
| 2.2.1 | Planejamento da sequência didática | 8 |
| 2.2.2 | Experimentação da sequência didática na turma do LEAMAT II | 13 |
| 3 | Relatório LEAMAT III | 14 |
| 3.1 | Atividades desenvolvidas | 14 |
| 3.2 | Elaboração da sequência didática | 14 |
| 3.2.1 | Versão final da sequência didática | 15 |
| 4 | Considerações finais | 19 |
| | Referências | 20 |
| | APÊNDICE | 22 |
| | APÊNDICE: MATERIAL DIDÁTICO APLICADO NA TURMA DO LEAMAT II | 23 |

1 Relatório do LEAMAT I

1.1 Atividades desenvolvidas

No dia 17/09/2019 ocorreu a apresentação da disciplina e das referentes linhas de pesquisa com os professores orientadores e toda a turma do semestre letivo de 2019.2.

No dia 24/09/2019 os grupos A1, A2 e A3 se reuniram na sala 306G para discutir a respeito da linha de pesquisa orientada pelo professor Cleuber, Ensino e Aprendizagem de Geometria. O professor pediu para lermos o livro *“Arte de resolver problemas”* e fazer uma resenha para uma futura data que ele iria marcar. Mostrou diversos artigos sobre geometria e sobre o currículo escolar, como o PCN. Ele disponibilizou os documentos dos artigos no acadêmico para que todos tivessem acesso. Indicou o artigo *“Ensino de geometria: Rumos da Pesquisa (1991-2011)”* para termos embasamento nas escolhas dos temas e para uma futura discussão. Ocorreu também uma discussão sobre a experiência no ensino da geometria durante a vida acadêmica e também da aprendizagem, de acordo com os relatos dos alunos. O professor orientador começou a discussão contando sua experiência com o ensino da matemática e da geometria, colocando as dificuldades que enfrentou ao longo do ensino com a geometria, encontrando-a somente depois da sua formação docente. Ao final da aula, ele deixou uma reflexão para os alunos: “Se transformar para melhorar diariamente como docente”.

Já no dia 08/10/2019 houve o debate sobre o texto *“Ensino de Geometria: Rumos da Pesquisa (1991-2011)”* com os grupos A1, A2 e A3 e o professor orientador. O professor mostrou como era as questões de vestibulares no séc XX, despertando a curiosidade de todos, pois nem todo mundo sabia que as questões eram organizadas por conteúdos específicos. Houve bastante discussão sobre como a geometria era abordada naquela época e como é abordada atualmente. O professor ainda mostrou diversas maneiras de explicar o Teorema de Pitágoras.

No dia 22/10/2019 aconteceu a entrega dos resumos do texto *Ensino de Geometria: Rumos da Pesquisa (1991-2011)”*. O professor orientador mostrou algumas dissertações do PROFMAT, indicou o programa LATEX, esclareceu algumas dúvidas sobre a questão do aluno superdotado e apresentou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio. Falou sobre a interpretação da linguagem Matemática (simbologias, códigos, etc) e sobre a diferença de dedução e indução. Ao final da aula, o professor passou um vídeo a respeito de um projeto que ocorre em São Paulo, em parceria com o SESI, chamado Projeto Âncora, que atende pessoas de baixa renda e vulnerabilidade social. Lá, os alunos fazem seus planejamentos do dia ou quinzenalmente, seguem um roteiro de estudos, realizando diversas atividades ao longo

do dia ou da semana. O conteúdo é tão importante quanto saber se relacionar com as pessoas. Nesse projeto busca-se por uma aprendizagem significativa, e trata os alunos e professores como educando e educadores.

No dia 05/11/2019 dia não ocorreu o encontro, pois a turma estava no III Encontro da Educação Matemática no *campus*. Os alunos tiveram que participar da comunicação científica que teve como apresentação *“Trabalhos acadêmicos de egressos do curso de Licenciatura em Matemática do IFFluminense”*. A presença no evento era indispensável, pois era a presença da aula neste dia.

No dia 12/11/2019 houve a mudança da aula da linha de pesquisa de Álgebra para Geometria. O professor deu início à aula apresentando alguns livros aos alunos presentes, tais como *“Geometria elementar”*, *“Números complexos de A a...Z”*, *“Coordenadas no espaço”*, *“Banco de questões da OBMEP”*, entre outros. O professor fez uma breve apresentação de cada uma das obras citadas, com o objetivo de auxiliar os grupos que ainda não definiram seus respectivos temas. Logo em seguida, foram apresentados alguns recursos computacionais de Matemática como *“WalframAlpha”*, *“Grafo”* e *“Geogebra”*. Tivemos outras abordagens como, o centro de massa de figuras geométricas, lúnulas de Hipócrates e ex-incentro, que foram feitas durante a aula com o intuito de apresentar diferentes ideias para a escolha do tema.

No dia 19/11/2019 houve mudança da aula da linha de pesquisa de Geometria para Álgebra.

No dia 26/11/2019 houve novamente a mudança da aula de Álgebra para Geometria. No encontro, o professor orientador se reuniu com cada grupo separadamente, para esclarecer possíveis dúvidas sobre o tema escolhido, orientando mudanças e melhorias para que as apresentações sejam realizadas nos próximos encontros.

No dia 03/12/2019 ocorreu novamente a mudança da aula. Neste encontro, os grupos A1, A2 e A3 realizaram as apresentações dos temas da linha de pesquisa Ensino e Aprendizagem de Álgebra, com a presença da professora orientadora, Ana Mary e do professor Cleuber, orientador da linha de pesquisa Geometria, para contribuir na avaliação das apresentações.

Os encontros seguintes foram marcados pelas apresentações dos temas de todos os grupos da turma.

1.2 Elaboração da sequência didática

1.2.1 Tema

Utilização da estrutura química do benzeno para o estudo do hexágono regular.

1.2.2 Justificativa

Como a Matemática está diariamente presente no nosso cotidiano, há diversas formas de compreensão e interação. Ressaltando essa percepção, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) dizem que

A Matemática caracteriza-se como uma forma de compreender e atuar no mundo e o conhecimento gerado nessa área do saber como um fruto da construção humana na sua interação constante com o contexto natural, social e cultural (BRASIL, 1998, p. 24).

A proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para que se trabalhe as construções geométricas, orientam

O trabalho com espaço e forma pressupõe que o professor de Matemática explore situações em que sejam necessárias algumas construções geométricas com régua e compasso, como visualização e aplicação de propriedades das figuras, além da construção de outras relações. (BRASIL, 1998, p. 51).

Tendo em vista a utilização do compasso, par de esquadros e régua, esses “[...] instrumentos, além de desenvolverem a coordenação motora e a organização, ajudam a perceber certas propriedades geométricas. [...] Assim, a construção de figuras geométricas no papel é também uma construção de idéias.” (p.42 apud ZUIN, 2001, p. 152).

Visando que a proposta do trabalho tem o intuito de reunir duas linhas do conhecimento, Matemática e Química, a interdisciplinaridade dentro da sala de aula é fundamental para

[...] que os estudos do espaço e forma sejam explorados a partir de objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, de modo que permita ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento. (BRASIL, 1998, p. 51).

Mediante isso, para a utilização da estrutura química do benzeno como figura geométrica para o trabalho proposto, temos a afirmação de Silva (2015), ressaltando que “a molécula do benzeno é plana, sendo um hexágono regular perfeito, formado por seis carbonos de hibridização sp^2 ”.

1.2.3 Objetivo Geral

Conceituar o hexágono regular e desenvolver suas propriedades relacionando a Matemática e a Química.

1.2.4 Objetivos Específicos

Identificar o conhecimento em relação aos instrumentos matemáticos de construção geométrica e, em química orgânica, associada ao benzeno;

Entender sobre os instrumentos matemáticos, por meio de exemplos práticos para auxiliar na manipulação da régua e do compasso;

Compreender as definições e postulados com o intuito de auxiliar na construção geométrica do benzeno;

Construir o triângulo equilátero e a divisão da circunferência, que são base para a construção do hexágono regular;

Praticar a divisão da circunferência por meio dos exercícios propostos na apostila;

Perceber que a estrutura do benzeno é um hexágono regular e que a construção é a mesma por meio da divisão de circunferência;

Construir o hexágono regular de forma remota com o auxílio do *GeoEnzo*;

Conhecer a estrutura química do benzeno e construí-la de forma virtual, averiguando a similaridade entre a sua estrutura e a do hexágono regular;

Entender as definições, características e curiosidades relacionadas ao benzeno por meio de um infográfico;

1.2.5 Público Alvo

Alunos do 3.º ano do Ensino Médio.

2 Relatório do LEAMAT II

2.1 Atividades desenvolvidas

As atividades do LEAMAT II tiveram início nos dias 23 e 24 de agosto de 2021, com uma breve apresentação feita pelos orientadores de como seria o planejamento da disciplina no período considerando o ensino remoto. O semestre foi organizado da seguinte maneira: a primeira parte para elaboração da sequência didática, a segunda para aplicação das sequências na turma e a terceira para correção dos relatórios, posteriormente a esse processo será realizada a avaliação final.

Do dia 30 de setembro ao dia 26 de outubro, os encontros foram destinados às reuniões dos grupos em salas virtuais com os orientadores para auxiliar na elaboração da sequência didática.

Do dia 05 de novembro a 10 de dezembro, ocorreram as aplicações das sequências de todos os grupos na turma do LEAMAT II, no qual apresentamos no dia 22 de novembro.

A partir desse momento até o final do semestre letivo, todos os grupos desenvolveram, corrigiram e finalizaram os respectivos relatórios.

2.2 Elaboração da sequência didática

2.2.1 Planejamento da sequência didática

Diante de tantos temas possíveis dentro da linha de Geometria, a ideia de trabalhar com a construção do hexágono regular surgiu por meio de uma integrante do grupo como sugestão de trabalho interdisciplinar a partir da estrutura molecular do benzeno¹. Uma das motivações foi utilizar a proximidade entre a estrutura química e a construção desse polígono.

A ideia inicial é preparar um material de auxílio para ajudar na utilização da régua e do compasso e, de forma remota, utilizar o *software GeoEnZo*² com o intuito de facilitar a visualização e proporcionar um aprendizado mais significativo, ajudando os alunos a entender melhor a construção do hexágono regular. Posteriormente, será apresentado a

¹ O benzeno é uma substância química líquida, volátil, incolor, inflamável e explosiva e está presente em produtos do cotidiano como a gasolina.

² *GeoEnZo* é uma ferramenta útil nas aulas de matemática permitindo que o usuário desenhe e crie uma ampla variedade de formas e também contém uma calculadora científica.

fórmula molecular do benzeno construída no aplicativo *King Draw Chemical Structure*³ de forma 2D e 3D.

Após pesquisas em livros e reuniões com o orientador, foi resolvido que a sequência será estruturada da seguinte maneira:

I. Revisão de alguns conteúdos de Construção Geométrica e Geometria Descritiva I;

- a) Manipulação do compasso e da régua;
- b) Construção do triângulo equilátero;
- c) Divisão da circunferência.

II. Construção do hexágono regular e apresentação do infográfico⁴ sobre o benzeno;

III. Instrução para a construção do hexágono por meio do *software GeoEnZo*;

IV. Apresentação visual da fórmula molecular do benzeno no aplicativo *King Draw Chemical Structure*.

Com o intuito de compreender o grau de conhecimento dos alunos, será elaborado e aplicado um questionário para investigar a relação deles com os instrumentos matemáticos: régua e compasso e, também analisar o domínio do conteúdo de química orgânica, visto que o grupo desenvolverá a estrutura molecular do benzeno associada à geometria plana.

Após a aplicação do questionário, serão revisados alguns conteúdos de construção geométrica para serem relacionados à estrutura molecular do benzeno por meio de uma apostila enviada previamente para os e-mails dos alunos da turma.

Em seguida, serão apresentados os instrumentos de construção (o compasso e a régua) em conjunto com exemplos práticos de sua utilização e também será falado sobre o postulado do transporte de segmentos (Figura 1).

³ *King Draw Chemical Structure* é um aplicativo gratuito que permite a construção de diversas estruturas moleculares no âmbito da Química.

⁴ O infográfico é um conteúdo explicativo que une informações verbais e visuais, transmitindo dados e conceitos de forma fácil.

Figura 1 - Manipulação do compasso e da régua

1



Diretoria de Ensino Superior - Licenciatura em Matemática
 Disciplina: Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática II
 Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem de Geometria
 Licenciandos: Amanda da Silva Rangel, Deisiane Cristina Rangel de Oliveira, Helena Lista Ribeiro, Lorena Pessanha de Souza Oliveira e Thais Souza da Silva
 Orientadora: Prof. Me. Cleuber Eduardo do Nascimento Silva
 Nome: _____ Data: ____/____/____

Construção Geométrica do Benzeno

O benzeno é uma substância química que está presente no nosso cotidiano e o que as pessoas não sabem é que sua estrutura molecular é representada pelo hexágono regular. Abaixo serão revisados alguns conteúdos de construção geométrica, a construção do hexágono regular e a apresentação do infográfico sobre o benzeno.

1. Manipulação do compasso e da régua

Para que serve uma régua? É um instrumento que serve para "traçar segmentos de reta".
 Dito isso, desenhe sobre a reta r dois segmentos distintos de comprimentos 5cm e 3cm, respectivamente. Marque os pontos A, B e C.



Para que serve um compasso? É um instrumento para desenhar círculos e arcos de círculo, ele serve para transferir distâncias entre dois pontos e para comparar medidas de segmentos distintos.

Postulado do transporte de segmentos

Dados um segmento AB e uma semirreta de origem A' , existe sobre esta semirreta um único ponto B' tal que $AB' = AB$.



Figura 1: Transporte de segmentos

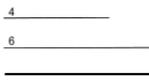
Fonte: Elaboração própria.

Posteriormente, serão demonstrados dois processos para a construção geométrica do triângulo equilátero utilizando a régua e o compasso, o primeiro se dá a partir da interseção das circunferências de mesmo raio e o segundo por meio da interseção dos arcos das circunferências (Figura 2).

Figura 2 - Construção geométrica

2

Dados dois segmentos distintos de medida 4 e 6, respectivamente, transfira-os para a reta s .



2. Construção do triângulo equilátero

Eurides foi um matemático de Alexandria, no Egito. Também é conhecido como "pai" da Geometria e escreveu o livro "Elementos".

Problema: Para qualquer segmento de reta dado, existe um triângulo equilátero que tem esse segmento como lado. Vejamos como Eurides procede na construção do triângulo equilátero.

Demonstração: Seja AB um segmento de reta dado. Com o compasso centrado no ponto A e de abertura AB, tracemos um círculo de centro A passando pelo ponto B (Figura 2).

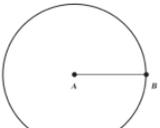


Figura 2: Circunferência de centro A e passando por B

Agora, com o compasso centrado em B e abertura igual a AB, tracemos outro círculo de centro B passando por A (Figura 3).

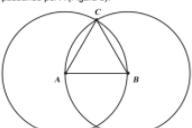


Figura 3: Os vértices do triângulo equilátero ABC

3

Note que os círculos se intersectam em dois pontos. No nosso caso, usaremos o ponto C como indicado na figura 3. Então o triângulo $\triangle ABC$ é equilátero e pode ser construído traçando-se os segmentos AC e BC com o auxílio de uma régua.

Para justificar a afirmação de que $\triangle ABC$ é equilátero, devemos observar que os dois círculos têm o mesmo raio, e que, devido ao modo como construímos esses círculos, esse raio coincide com os segmentos AB, AC e BC. Portanto, os três lados do triângulo são iguais e ele é equilátero.

Uma outra forma de construirmos o triângulo equilátero é utilizando o segmento OA como amplitude do compasso como indicado na figura 4. Em seguida, posicionamos a ponta seca do compasso no ponto O e traçamos um arco de circunferência. Fazemos o mesmo processo no ponto A. A interseção com os arcos das circunferências será o terceiro ponto (B). Por fim, construindo os segmentos OB e AB temos que o $\triangle OAB$ é equilátero (Figura 4).

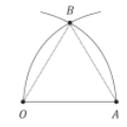
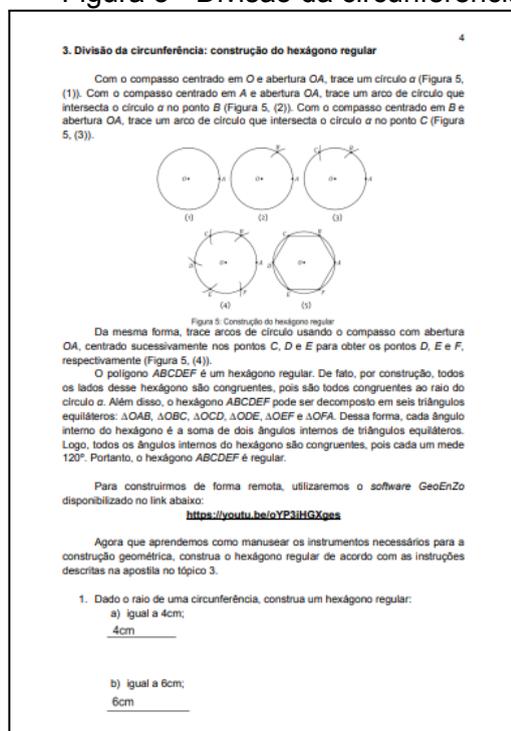


Figura 4: Construção do hexágono regular

Fonte: Elaboração própria.

Para dar continuidade, será desenvolvido o passo a passo da divisão da circunferência em seis partes iguais que são divididas a partir do transporte da medida do raio utilizando o compasso, e então serão obtidos seis pontos que ao serem ligados por segmentos de reta utilizando a régua, formam um hexágono regular (Figura 3).

Figura 3 - Divisão da circunferência



Fonte: Elaboração própria.

Na próxima etapa, será disponibilizado um vídeo por meio de um *link* (<https://youtu.be/oYP3iHGXges>), para que os alunos assistam a construção do hexágono regular por meio da divisão da circunferência utilizando o software *GeoEnZo* como recurso tecnológico (Figura 4)

Figura 4 - Print do vídeo do software *GeoEnZo*



Fonte: Elaboração própria.

Após a exibição do vídeo, dando continuidade a apostila, os alunos irão realizar os exercícios propostos de acordo com as instruções desenvolvidas no tópico anterior. As

resoluções dos exercícios serão coletadas por meio de um formulário cujo *link* será disponibilizado durante a aula para os alunos.

Em seguida, será explorada a relação entre a estrutura molecular do benzeno e o hexágono regular por meio de um vídeo demonstrativo do aplicativo *King Draw Chemical Structure* (https://youtu.be/s1gCxIX-_jM) que possibilita a construção da estrutura molecular do benzeno (Figura 5).

Figura 5 - Print do vídeo do aplicativo *King Draw Chemical Structure*



Fonte: Elaboração própria.

E para finalizar a aula, será apresentado um infográfico que pontua algumas características e curiosidades sobre o benzeno e também a relação existente com a geometria plana (Figura 6).

Figura 6 - Infográfico

5

Para entendermos como é construída a estrutura molecular do benzeno, vamos ver o vídeo abaixo:
https://youtu.be/s1gCxIX-_jM

4. O benzeno e a geometria

BENZENO
Definição, contabilidade e a relação da estrutura do benzeno com a geometria

O QUE É O BENZENO?
O benzeno é uma substância química líquida, volátil, incolor, inflamável e explosiva.

ONDE O BENZENO ESTÁ PRESENTE?
Ele é uma das substâncias presentes na gasolina, também é utilizado na produção de ceras, óleos, borrachas, lubrificantes, na indústria alimentícia na formulação de refrigerantes.

QUAIS OS RISCOS DO BENZENO PARA A SAÚDE?
O benzeno em altas concentrações é uma substância bastante irritante para os mucosas (olhos, nariz, boca, etc.), quando respirado pode provocar inflamação pulmonar, e sangramento nos tecidos de contato. Quanto aos efeitos da exposição em longo prazo (crônicos) ao benzeno, podem ocorrer alterações na medula óssea, no sangue, nos cromossomos, no sistema imunológico e pode causar vários tipos de câncer.

CURIOSIDADE: BENZENO E A GEOMETRIA
A molécula do benzeno, é representada por um hexágono regular contendo 6 átomos de carbono ligados cada um a um átomo de hidrogênio por ligações que alternam entre simples e duplas. Muitas representações mostram que a molécula do benzeno é plana, formando um hexágono regular que pode ser construído com auxílio de régua e compasso por meio da divisão de uma circunferência em 6 partes iguais.

Testado de interação entre a radiação eletromagnética e o sistema

AUTORES
Amanda Rangel, Deiane Oliveira, Helena Lima, Lorena Passinho e Prisc Souza.

Fonte: Elaboração própria.

2.2.2 Experimentação da sequência didática na turma do LEAMAT II

No dia 22 de novembro de 2021, foi realizada a aplicação da sequência didática na turma do LEAMAT II, com a finalidade de verificar se o conteúdo a ser trabalhado e o tempo destinado estavam de acordo para a aplicação na turma regular adaptada ao ensino remoto, no qual a turma foi muito participativa, colaborando com sugestões.

Inicialmente, como planejado, foi aplicado um questionário sobre o conhecimento prévio dos alunos em relação aos instrumentos matemáticos (régua e compasso) e em relação ao conteúdo de química orgânica, em que foram estipulados 5 minutos para coletar as respostas da turma. Em seguida, foram desenvolvidos os conteúdos presentes na apostila, apresentados os vídeos, os exercícios propostos e o infográfico que continha informações sobre o benzeno.

Quanto à apostila (Apêndice) foi sugestionada pela a orientadora da linha de pesquisa de Ensino e Aprendizagem de Álgebra a alteração no passo a passo na construção da divisão da circunferência, mas o grupo decidiu manter a ideia inicial por ser uma demonstração de melhor entendimento para os alunos.

Para facilitar a compreensão dos alunos nesse período remoto, o grupo enviou *link* do vídeo no *chat* do passo a passo para a construção do hexágono regular por meio do *GeoEnzo*. A turma elogiou a apresentação do vídeo e a forma como foi abordada, pois contribuiu para o entendimento para a resolução dos exercícios.

Em relação aos exercícios, foi disponibilizado um formulário em que o grupo deixou em aberto sua entrega até o final do dia, para que os alunos direcionassem a atenção para a aula e depois reservassem um tempo para responderem os exercícios. A turma sugeriu que esses exercícios fossem resolvidos no momento síncrono.

Como curiosidade, o grupo apresentou o vídeo que mostrava a estrutura molecular do benzeno e o infográfico com algumas informações, sendo este o último momento, elogiado pela turma.

3 Relatório LEAMAT III

3.1 Atividades desenvolvidas

As atividades do LEAMAT III tiveram início do ano de 2022, as quais foram planejadas de acordo com o período vigente, considerando que os grupos publicarão um e-book sobre o trabalho. O semestre foi organizado da seguinte maneira: a primeira parte para a revisão e leitura do que foi feito durante o período do LEAMAT II, a segunda para a escrita do relatório e do e-book e a terceira para as correções. Posteriormente a esse processo será realizada a avaliação final.

Os encontros foram destinados às reuniões dos grupos em salas virtuais com o orientador para auxiliar na elaboração do relatório e do e-book.

A partir desse momento até o final do semestre letivo, todos os grupos desenvolveram, corrigiram e finalizaram os respectivos relatórios e e-books.

3.2 Elaboração da sequência didática

Diante de tantos temas possíveis dentro da linha de Geometria, a ideia de trabalhar com a construção do hexágono regular surgiu por meio de uma integrante do grupo como sugestão de trabalho interdisciplinar a partir da estrutura molecular do benzeno⁴. Uma das motivações foi utilizar a proximidade entre a estrutura química e a construção desse polígono.

A ideia inicial é preparar um material de auxílio para ajudar na utilização da régua e do compasso e, de forma remota, utilizar o *software GeoEnZo*⁵ com o intuito de facilitar a visualização e proporcionar um aprendizado mais significativo, ajudando os alunos a entender melhor a construção do hexágono regular. Posteriormente, é apresentado a fórmula molecular do benzeno construída no aplicativo *King Draw Chemical Structure*⁶ de forma 2D e 3D.

⁴ O benzeno é uma substância química líquida, volátil, incolor, inflamável e explosiva e está presente em produtos do cotidiano como a gasolina.

⁵ *GeoEnZo* é uma ferramenta útil nas aulas de matemática permitindo que o usuário desenhe e crie uma ampla variedade de formas e também contém uma calculadora científica.

⁶ *King Draw Chemical Structure* é um aplicativo gratuito que permite a construção de diversas estruturas moleculares no âmbito da Química.

3.2.1 Versão final da sequência didática

A sequência é estruturada da seguinte maneira, após pesquisas em livros e reuniões com o professor orientador:

I. Revisão de alguns conteúdos de Construção Geométrica e Geometria Descritiva I;

- Manipulação do compasso e da régua;
- Construção do triângulo equilátero;
- Divisão da circunferência.

II. Instrução para a construção do hexágono por meio do *software GeoEnZo*;

III. Construção do hexágono regular e apresentação do infográfico⁷ sobre o benzeno;

IV. Apresentação visual da fórmula molecular do benzeno no aplicativo *King Draw Chemical Structure*.

Etapa 1

Com o intuito de compreender o grau de conhecimento dos alunos, é elaborado e aplicado um questionário *online* no *Google Forms*, para investigar a relação deles com os instrumentos matemáticos: régua e compasso e, também analisar o domínio do conteúdo de química orgânica, visto que o intuito do grupo é desenvolver a estrutura molecular do benzeno associada à geometria plana.

Após a aplicação do questionário, são revisados alguns conteúdos de construção geométrica, como a manipulação da régua e do compasso (Figura 7), com o objetivo de relembrar aos alunos a utilização dos instrumentos para, posteriormente, serem desenvolvidas nas atividades, por meio de uma apostila (Apêndice) enviada previamente para os e-mails dos alunos da turma.

Figura 7 - Manipulação do compasso e da régua

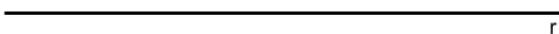
Construção Geométrica do Benzeno

O benzeno é uma substância química que está presente no nosso cotidiano e o que as pessoas não sabem é que sua estrutura molecular é representada pelo hexágono regular. Abaixo serão revisados alguns conteúdos de construção geométrica, a construção do hexágono regular e a apresentação do infográfico sobre o benzeno.

1. Manipulação do compasso e da régua

Para que serve uma régua? É um instrumento que serve para "traçar segmentos de reta".

Dito isso, desenhe sobre a reta *r* dois segmentos distintos de comprimentos 5cm e 3cm, respectivamente. Marque os pontos A, B e C.

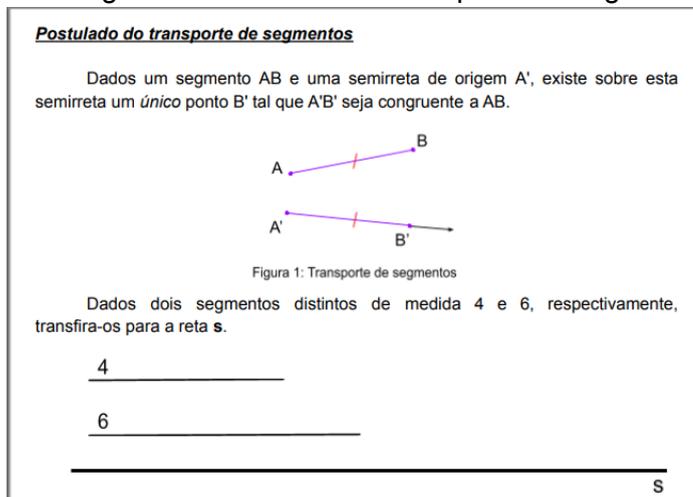


Para que serve um compasso? É um instrumento para desenhar círculos e arcos de círculo, ele serve para transferir distâncias entre dois pontos e para comparar medidas de segmentos distintos.

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Em seguida, é falado sobre o postulado do transporte de segmentos (Figura 8), com o intuito de mostrar como é feito esse transporte para auxiliar na construção dos lados do polígono regular. Após a explicação, é apresentado um exercício relacionado ao conteúdo trabalhado até o momento.

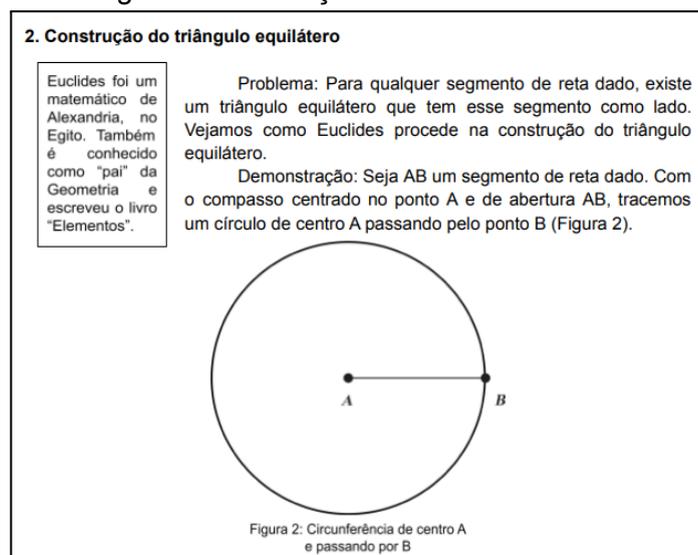
Figura 8 - Postulado do transporte de segmentos



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Posteriormente, são demonstrados dois processos para a construção geométrica do triângulo equilátero utilizando a régua e o compasso. O primeiro se dá a partir da interseção das circunferências de mesmo raio (Figura 9) e o segundo por meio da interseção dos arcos das circunferências (Figura 10). O objetivo dessas demonstrações visa a percepção de que se pode encontrar um triângulo equilátero de diversas maneiras buscando uma compreensão que sob o viés matemático, existem diferentes caminhos para as resoluções das atividades.

Figura 9 - Interseção das circunferências



Fonte: Protocolo de pesquisa.

Figura 10 - Interseção dos arcos das circunferências

Note que os círculos se intersectam em dois pontos. No nosso caso, usaremos o ponto C como indicado na figura 3. Então o triângulo $\triangle ABC$ é equilátero e pode ser construído traçando-se os segmentos AC e BC com o auxílio de uma régua.

Para justificar a afirmação de que $\triangle ABC$ é equilátero, devemos observar que os dois círculos têm o mesmo raio, e que, devido ao modo como construímos esses círculos, esse raio coincide com os segmentos AB, AC e BC. Portanto, os três lados do triângulo são iguais e ele é equilátero.

Uma outra forma de construirmos o triângulo equilátero é utilizando o segmento OA como amplitude do compasso como indicado na figura 4. Em seguida, posicionamos a ponta seca do compasso no ponto O e traçamos um arco de circunferência. Fazemos o mesmo processo no ponto A. A interseção com os arcos das circunferências será o terceiro ponto (B). Por fim, construindo os segmentos OB e AB temos que o $\triangle OAB$ é equilátero (Figura 4).

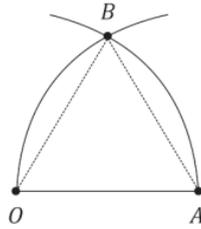


Figura 4: Construção do triângulo equilátero

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Para dar continuidade, é desenvolvido o passo a passo da divisão da circunferência em seis partes iguais, que são divididas a partir do transporte da medida do raio utilizando o compasso, levando em consideração que este conteúdo foi explicado anteriormente. O intuito de dividir a circunferência em partes iguais é para que o aluno construa polígonos regulares, visto que por meio da divisão são obtidos seis pontos na circunferência, que ao serem ligados por segmentos de reta utilizando a régua, formam um hexágono regular (Figura 11).

Figura 11 - Divisão da circunferência

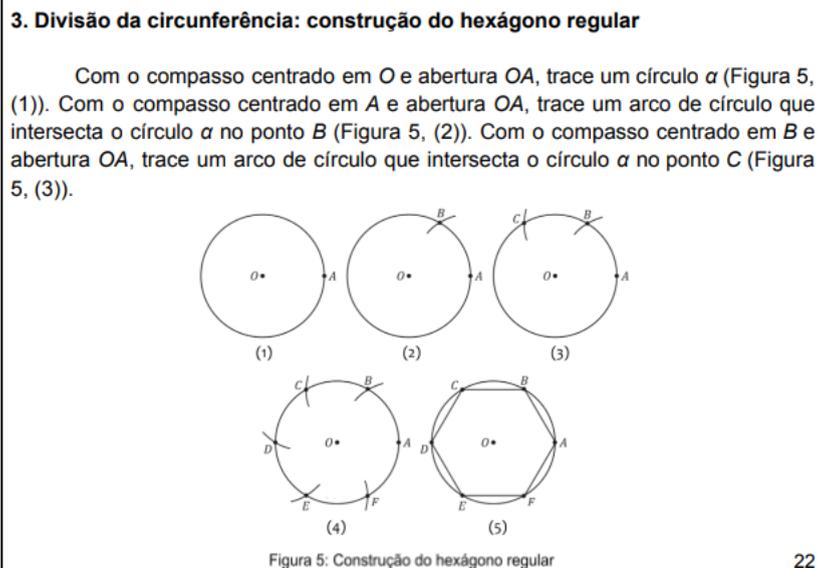


Figura 5: Construção do hexágono regular

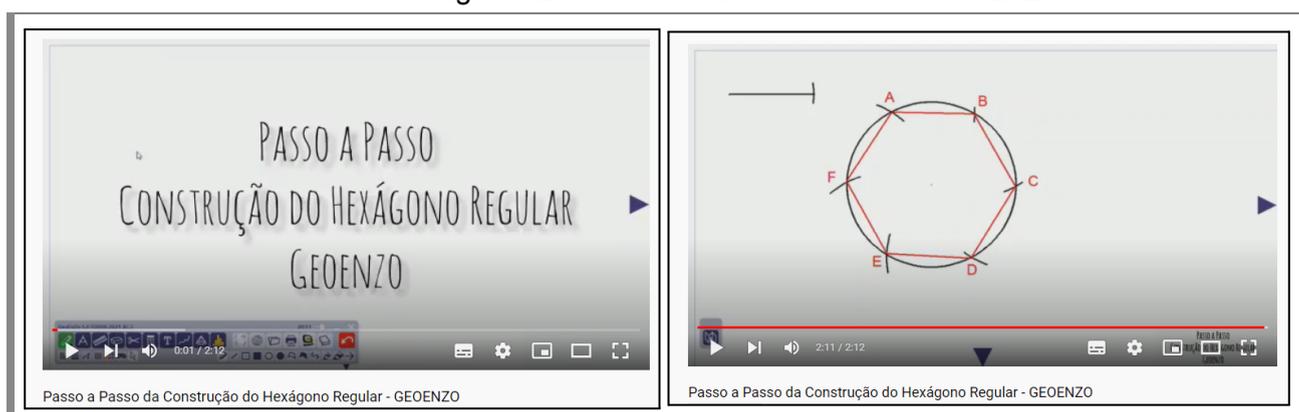
22

Fonte: Protocolo de pesquisa.

Etapa 2

Na próxima etapa, é disponibilizado um vídeo por meio de um *link* (<https://youtu.be/oYP3iHGXges>), para que os alunos assistam a construção do hexágono regular por meio da divisão da circunferência utilizando o *software GeoEnZo* como recurso tecnológico (Figura 12). A finalidade da apresentação do *software GeoEnZo*, foi mostrar aos alunos como a tecnologia pode nos auxiliar e compreender novas maneiras de construir e visualizar a construção do polígono, promovendo um meio pelo qual eles pudessem construir e analisar o processo de construção do hexágono regular.

Figura 12 - Print do vídeo do *software GeoEnZo*

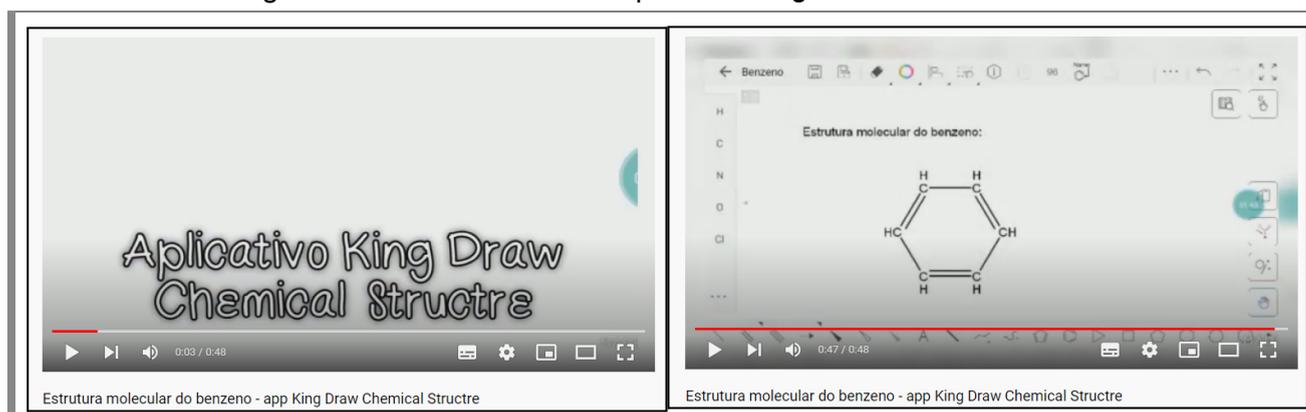


Fonte: Protocolo de pesquisa.

Após a exibição do vídeo, dando continuidade a apostila, os alunos irão realizar os exercícios propostos de acordo com as instruções desenvolvidas no tópico anterior. As resoluções dos exercícios serão coletadas por meio de um formulário do *Google forms* (Apêndice), cujo *link* é disponibilizado durante a aula para os alunos. Vale ressaltar, que o planejamento foi feito para o período remoto, ou seja, ele também pode ser aplicado de forma presencial utilizando apostilas com os conteúdos e os exercícios.

Em seguida, será explorada a relação entre a estrutura molecular do benzeno e o hexágono regular por meio de um vídeo demonstrativo do aplicativo *King Draw Chemical Structure* (<https://youtu.be/s1gCxIX-jM>) que possibilita a construção da estrutura molecular do benzeno (Figura 13).

Figura 13 - Print do vídeo do aplicativo *King Draw Chemical Structure*



Fonte: Elaboração própria.

Etapa 3

E para finalizar a aula, será apresentada um infográfico que pontua algumas características e curiosidades sobre o benzeno e também a relação existente com a geometria plana (Figura 14).

Figura 14 - Infográfico

5

Para entendermos como é construída a estrutura molecular do benzeno, vamos ver o vídeo abaixo:
https://youtu.be/stqCvIX_JM

4. O benzeno e a geometria

BENZENO

Definição, curiosidade e a relação da estrutura do benzeno com a geometria

O QUE É O BENZENO?
O benzeno é uma substância química líquida, volátil, incolor, inflamável e explosiva.



ONDE O BENZENO ESTÁ PRESENTE?
Ele é uma das substâncias presentes na gasolina, também é utilizado na produção de carvão, óleos, borrachas, lubrificantes, na indústria alimentícia na formulação de refrigerantes.

Tóxico

QUAIS OS RISCOS DO BENZENO PARA A SAÚDE?
O benzeno em altas concentrações é uma substância bastante irritante para as mucosas (olhos, nariz, boca, etc.), quando respirado pode provocar irritação pulmonar, e sangramento nos tecidos de contato. Quanto aos efeitos da exposição em longo prazo (crônicos) ao benzeno, podem ocorrer alterações no medula óssea, no sangue, nos cromossomos, no sistema imunológico e pode causar vários tipos de câncer.

CURIOSIDADE: BENZENO E A GEOMETRIA
A molécula do benzeno, é representada por um hexágono regular contendo 4 dígitos de carbono ligados cada um a um átomo de hidrogênio por ligações que alternam entre simples e duplas. Medidas espectroscópicas mostram que a molécula do benzeno é plana, formando um hexágono regular que pode ser construído com auxílio de régua e compasso por meio da divisão de uma circunferência em 6 partes iguais.

Artículo de interesse sobre o modelo eletrônico e o modelo

AUTORAS
Ananda Baggio, Daviane Oliveira, Helena Litta, Lorena Passaroti e Thais Souza.

Fonte: Elaboração própria.

4 Considerações finais

A ideia inicial do trabalho proposto era fazer a montagem da estrutura molecular do benzeno com palitos e esferas de isopor, no qual os alunos participariam unindo as esferas com os palitos formando as ligações duplas e simples, para que eles pudessem compreender o conteúdo abordado na aula, de forma interativa, tornando a aprendizagem

mais significativa. No entanto, todo o planejamento do trabalho teve que ser reorganizado para uma aplicação remota, por conta do período de pandemia.

O objetivo da sequência didática é conceituar o hexágono regular e desenvolver suas propriedades relacionando a Matemática e a Química, com isso, foram desenvolvidos vídeos em aplicativos e *software* junto aos conteúdos, no entanto, vale ressaltar a possibilidade do trabalho ser aplicado presencialmente.

Devido ao período remoto, a aplicação da aula foi realizada como um teste exploratório na turma da disciplina do LEAMAT II por meio do *Google Meet*, sendo dividida em etapas para que o conteúdo desenvolvido em sala fosse avançando gradativamente, facilitando também na organização da aula, o que foi de grande importância para a compreensão e aprendizagem dos alunos. Além do planejamento em etapas, as apresentações dos vídeos foram bem dinâmicas e os alunos gostaram bastante, cumprindo com o objetivo do grupo.

Isto se deu devido ao fato da organização da aula trazer uma autonomia para os alunos, assim o professor assume o papel de mediador dentro da sala de aula, seja ela virtual ou presencial, contribuindo para a aprendizagem do aluno, o conduzindo nas atividades propostas e também auxiliando na construção do seu autoconhecimento e do pensamento crítico diante dos exercícios.

Assim, o trabalho proposto poderá ser continuado tanto de forma remota como de forma presencial, acrescido de novas propostas didáticas e atividades adaptadas. Com isso, como sugestão de novos trabalhos e projetos, destacamos o uso de jogos interativos para o ensino e aprendizagem da construção do hexágono regular, inclusive podendo ser retornado o planejamento inicial do trabalho que seria a montagem manual da estrutura molecular do benzeno.

Portanto, toda a experiência vivenciada nesta disciplina foi importante, visto que durante o processo de criação e desenvolvimento do trabalho passamos por desafios e mudanças, que levaram ao crescimento e amadurecimento pessoal e profissional dos integrantes do grupo.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília/DF: MEC, SEF, 1998.

SILVA, Jefferson José Soares da. **Ligação de hidrogênio intermolecular entre o benzeno e as espécies doadoras de próton: HF, HCl, HCN, H₂O, NH₃, CH₄ E C₂H₆**. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/handle/tede/8208>. Acesso em: 25 nov. 2019.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. **Da régua e do compasso:** as construções geométricas como um saber escolar no Brasil. 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-85DGQB>. Acesso em: 10 dez. 2019.

APÊNDICE

APÊNDICE: MATERIAL DIDÁTICO APLICADO NA TURMA DO LEAMAT II

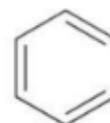
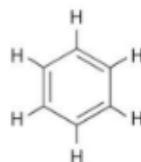
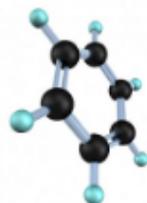
Formulário: Questionário inicial

DIPLIC DIRETORIA DE ENSINO SUPERIOR DAS LICENCIATURAS



INSTITUTO FEDERAL
Fluminense
Campus Campos Centro

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



Questionário Geometria

Olá, tudo bem?

Somos licenciandas do curso de Licenciatura em Matemática do IFFluminense campus Campos Centro e gostaríamos que você respondesse este questionário sobre os seus conhecimentos em relação aos instrumentos matemáticos (régua e compasso) e ao conteúdo de química orgânica com o intuito de contribuir para o nosso trabalho do Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática (LEAMAT) II.

E-mail *

Não é possível preencher automaticamente o e-mail.

Nome completo: *

Sua resposta

Qual sua instituição de ensino? *

Sua resposta

Conhecimento sobre os instrumentos matemáticos

Abaixo marque as alternativas que você conhece ou já utilizou em sala de aula ou fora dela.

Você conhece a régua? *

Sim

Não

Você conhece o compasso? *

Sim

Não

Você já manipulou a régua e/ou o compasso? *

Apenas a régua

Apenas o compasso

Os dois

Nenhum dos dois

Caso tenha manipulado os instrumentos acima, você teve alguma dificuldade? *

Sua resposta

Você já construiu algum polígono (figura plana) com esses instrumentos? *

Sim

Não

Conhecimento sobre Química Orgânica

Marque abaixo se você já estudou o conteúdo de química orgânica e se conhece a estrutura molecular do benzeno.

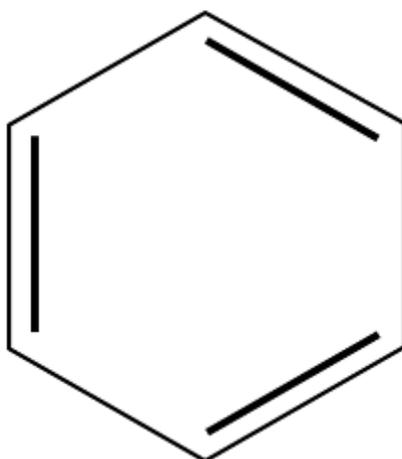
Na disciplina de química, você já estudou sobre o conteúdo de química orgânica? *

Sim

Não

Não lembro

Você conhece a estrutura molecular do benzeno?



Sim

Não

Você acha que pode existir alguma relação entre a química e a matemática? *

Sim

Não

Talvez

Como você acha que pode ser essa relação? Escreva abaixo. *

Sua resposta

Diretoria de Ensino Superior - Licenciatura em Matemática

Disciplina: Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática II

Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem de Geometria

Licenciandos: Amanda da Silva Rangel, Deisiane Cristina Rangel de Oliveira, Helena Lista Ribeiro, Lorena Pessanha de Souza Oliveira e Thaís Souza da Silva

Orientadora: Prof^o. Me. Cleuber Eduardo do Nascimento Silva

Nome: _____ Data: ____ / ____ / ____

Construção Geométrica do Benzeno

O benzeno é uma substância química que está presente no nosso cotidiano e o que as pessoas não sabem é que sua estrutura molecular é representada pelo hexágono regular. Abaixo serão revisados alguns conteúdos de construção geométrica, a construção do hexágono regular e a apresentação do infográfico sobre o benzeno.

1. Manipulação do compasso e da régua

Para que serve uma régua? É um instrumento que serve para “traçar segmentos de reta”.

Dito isso, desenhe sobre a reta r dois segmentos distintos de comprimentos 5cm e 3cm, respectivamente. Marque os pontos A, B e C.



r

Para que serve um compasso? É um instrumento para desenhar círculos e arcos de círculo, ele serve para transferir distâncias entre dois pontos e para comparar medidas de segmentos distintos.

Postulado do transporte de segmentos

Dados um segmento AB e uma semirreta de origem A' , existe sobre esta semirreta um *único* ponto B' tal que $A'B'$ seja congruente a AB.

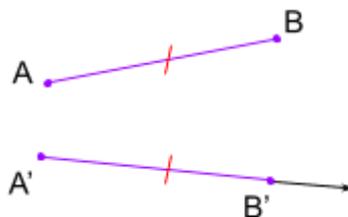
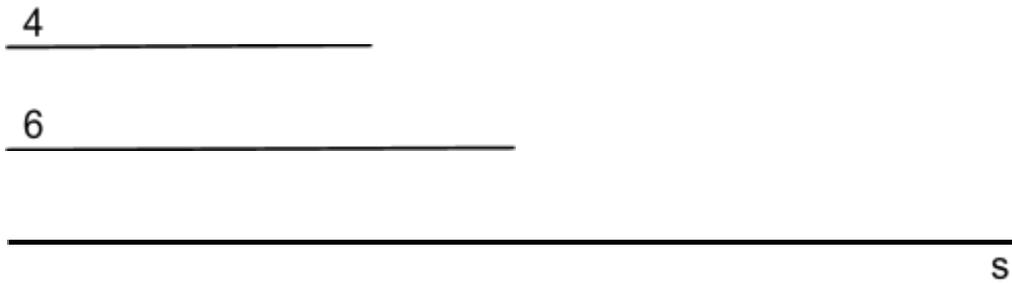


Figura 1: Transporte de segmentos

Dados dois segmentos distintos de medida 4 e 6, respectivamente, transfira-os para a reta s .



2. Construção do triângulo equilátero

Euclides foi um matemático de Alexandria, no Egito. Também é conhecido como "pai" da Geometria e escreveu o livro "Elementos".

Problema: Para qualquer segmento de reta dado, existe um triângulo equilátero que tem esse segmento como lado. Vejamos como Euclides procede na construção do triângulo equilátero.

Demonstração: Seja AB um segmento de reta dado. Com o compasso centrado no ponto A e de abertura AB , tracemos um círculo de centro A passando pelo ponto B (Figura 2).

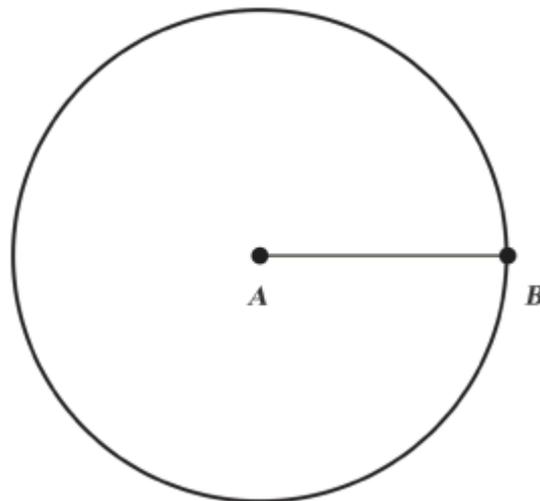


Figura 2: Circunferência de centro A e passando por B

Agora, com o compasso centrado em B e abertura igual a AB , tracemos outro círculo de centro B passando por A (Figura 3).

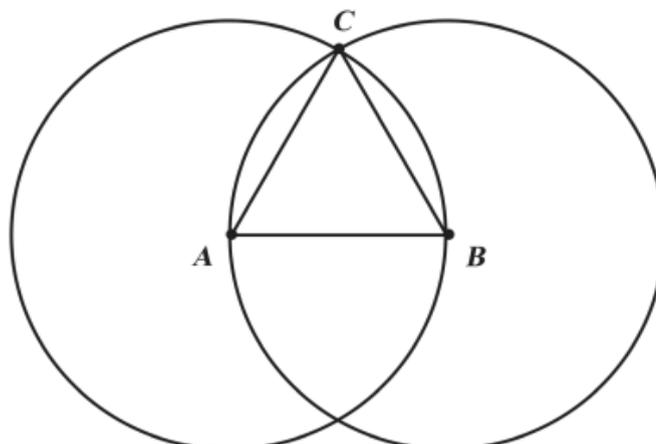


Figura 3: Os vértices do triângulo equilátero ABC

Note que os círculos se intersectam em dois pontos. No nosso caso, usaremos o ponto C como indicado na figura 3. Então o triângulo ΔABC é equilátero e pode ser construído traçando-se os segmentos AC e BC com o auxílio de uma régua.

Para justificar a afirmação de que ΔABC é equilátero, devemos observar que os dois círculos têm o mesmo raio, e que, devido ao modo como construímos esses círculos, esse raio coincide com os segmentos AB , AC e BC . Portanto, os três lados do triângulo são iguais e ele é equilátero.

Uma outra forma de construirmos o triângulo equilátero é utilizando o segmento OA como amplitude do compasso como indicado na figura 4. Em seguida, posicionamos a ponta seca do compasso no ponto O e traçamos um arco de circunferência. Fazemos o mesmo processo no ponto A . A interseção com os arcos das circunferências será o terceiro ponto (B). Por fim, construindo os segmentos OB e AB temos que o ΔOAB é equilátero (Figura 4).

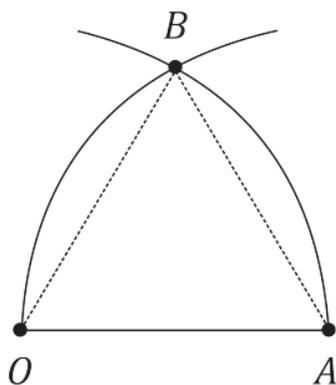


Figura 4: Construção do triângulo equilátero

3. Divisão da circunferência: construção do hexágono regular

Com o compasso centrado em O e abertura OA , trace um círculo α (Figura 5, (1)). Com o compasso centrado em A e abertura OA , trace um arco de círculo que intersecta o círculo α no ponto B (Figura 5, (2)). Com o compasso centrado em B e abertura OA , trace um arco de círculo que intersecta o círculo α no ponto C (Figura 5, (3)).

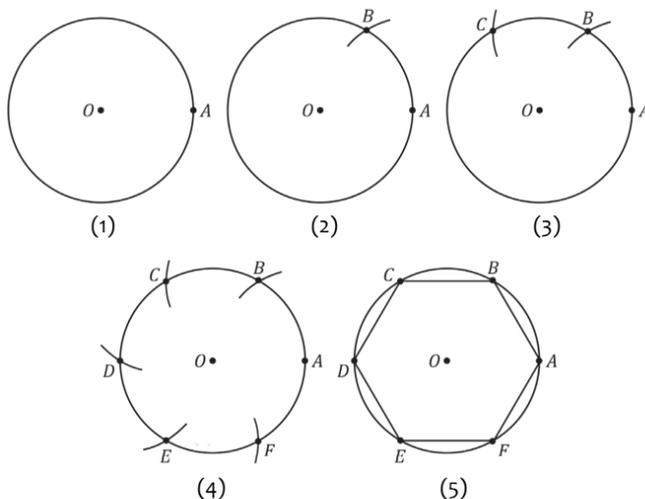


Figura 5: Construção do hexágono regular

Da mesma forma, trace arcos de círculo usando o compasso com abertura OA , centrado sucessivamente nos pontos C , D e E para obter os pontos D , E e F , respectivamente (Figura 5, (4)).

O polígono $ABCDEF$ é um hexágono regular. De fato, por construção, todos os lados desse hexágono são congruentes, pois são todos congruentes ao raio do círculo α . Além disso, o hexágono $ABCDEF$ pode ser decomposto em seis triângulos equiláteros: $\triangle OAB$, $\triangle OBC$, $\triangle OCD$, $\triangle ODE$, $\triangle OEF$ e $\triangle OFA$. Dessa forma, cada ângulo interno do hexágono é a soma de dois ângulos internos de triângulos equiláteros. Logo, todos os ângulos internos do hexágono são congruentes, pois cada um mede 120° . Portanto, o hexágono $ABCDEF$ é regular.

Para construirmos de forma remota, utilizaremos o *software GeoEnZo* disponibilizado no *link* abaixo:

<https://youtu.be/oYP3iHGXges>

Agora que aprendemos como manusear os instrumentos necessários para a construção geométrica, construa o hexágono regular de acordo com as instruções descritas na apostila no tópico 3.

1. Dado o raio de uma circunferência, construa um hexágono regular:

a) igual a 4cm;

4cm

b) igual a 6cm;

6cm

Para entendermos como é construída a estrutura molecular do benzeno, vamos ver o vídeo abaixo:

<https://youtu.be/s1gCxIX-jM>

4. O benzeno e a geometria

BENZENO

Definição, curiosidade e a relação da estrutura do benzeno com a geometria

O QUE É O BENZENO?

O benzeno é uma substância química líquida, volátil, incolor, inflamável e explosiva.



Tóxico

ONDE O BENZENO ESTÁ PRESENTE?

Ele é uma das substâncias presentes na gasolina, também é utilizado na produção de ceras, óleos, borrachas, lubrificantes, na indústria alimentícia na formulação de refrigerantes.

QUAIS OS RISCOS DO BENZENO PARA A SAÚDE?

O benzeno em altas concentrações é uma substância bastante irritante para as mucosas (olhos, nariz, boca, etc.), quando respirado pode provocar inflamação pulmonar, e sangramento nas áreas de contato. Quanto aos efeitos da exposição em longo prazo (crônicos) ao benzeno, podem ocorrer alterações na medula óssea, no sangue, nos cromossomos, no sistema imunológico e pode causar vários tipos de câncer.

CURIOSIDADE : BENZENO E A GEOMETRIA



A molécula do benzeno, é representada por um hexágono regular contendo 6 átomos de carbono ligados cada um a um átomo de hidrogênio por ligações que alternam entre simples e dupla.

Medidas espectroscópicas¹ mostram que a molécula do benzeno é plana, formando um hexágono regular que pode ser construído com auxílio de régua e compasso por meio da divisão de uma circunferência em 6 partes iguais.

¹estudo da interação entre a radiação eletromagnética e a matéria

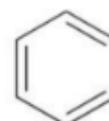
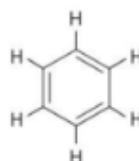
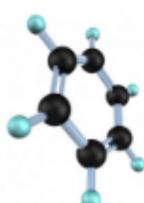
AUTORAS

Amanda Rangel, Deisiane Oliveira, Helena Lista, Lorena Pessanha e Thais Souza.

Referências

- DOLCE, Osvaldo. **Fundamentos de matemática elementar 9: geometria plana**/Osvaldo Dolce, José Nicolau Pompeo. 9. ed. São Paulo: Atual, 2013.
- NETO, Angelo Papa. **Geometria plana e construções geométricas**/Angelo Papa Neto - Fortaleza: UAB/IFCE, 2017. 226 p.

Formulário dos exercícios da apostila:



Exercícios de Construção

Olá, tudo bem?

Somos licenciandas do curso de Licenciatura em Matemática do IFFLuminense campus Campos Centro e gostaríamos que você respondesse estes exercícios com o intuito de contribuir para o nosso trabalho do Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática (LEAMAT) II.

A foto e o nome associados à sua Conta do Google serão registrados quando você fizer upload de arquivos e enviar este formulário.. Só o e-mail informado por você faz parte da sua resposta.

E-mail *

Não é possível preencher automaticamente o e-mail.

Nome Completo *

Sua resposta

Manipulação do compasso e da régua

Desenhe sobre uma reta r dois segmentos distintos de comprimentos 5cm e 3cm, respectivamente. Marque os pontos A, B e C. *

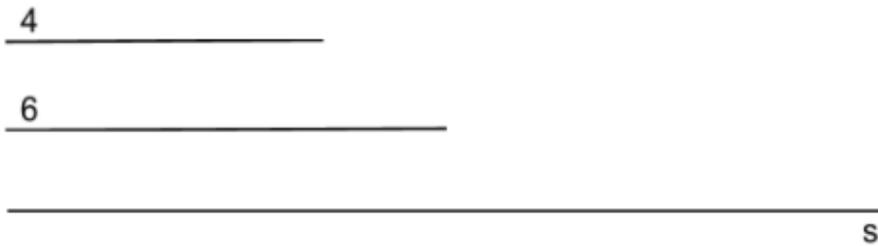


r

[Adicionar arquivo](#)

Transporte de segmentos

Dados dois segmentos distintos de medida 4 e 6, respectivamente, transfira-os para a reta s . *



[↑ Adicionar arquivo](#)

Divisão da circunferência: construção do hexágono regular

Dado o raio de uma circunferência, construa um hexágono regular igual a 4cm. *

4cm

[↑ Adicionar arquivo](#)

E agora, construa um hexágono regular com raio igual a 6cm. *

6cm

[↑ Adicionar arquivo](#)