

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO ESQUADRO MÓVEL

RAIAN SÂNDER F. DA SILVA
ANTÔNIO DOS SANTOS JÚNIOR



INSTITUTO FEDERAL DE
RONDÔNIA - IFRO

PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E
TECNOLOGICA - PROFEPT

PORTO VELHO - RO
2022

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO ESQUADRO MÓVEL

RAIAN SÂNDER F. DA SILVA
ANTÔNIO DOS SANTOS JÚNIOR



SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE USO DO ESQUADRO MÓVEL PARA APRENDIZAGEM DE TRIGONOMETRIA BÁSICA APLICADA A CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CORRENTE ALTERNADA DE RAIAN SÂNDER FREITAS DA SILVA E ANTÔNIO DOS SANTOS JÚNIOR ESTÁ LICENCIADO COM UMA LICENÇA CREATIVE COMMONS - ATRIBUIÇÃO- NÃO COMERCIAL - COMPARTILHA IGUAL 4.0 INTERNACIONAL. PARA VER UMA CÓPIA DESSA LICENÇA, VISITE [HTTP://CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-NC-SA/4.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PORTO VELHO - RO
2022

APRESENTAÇÃO

O conteúdo de impedâncias é abordado no componente curricular de circuitos elétricos, no segundo ano do curso técnico em eletrotécnica do IFRO - Campus Porto Velho Calama. Esse conteúdo é fundamental para outras aprendizagens, por exemplo, máquinas elétricas, as quais são estudadas de forma subsequente aos circuitos elétricos, investigando os conceitos de resistências e reatâncias. Isso esclarece a importância e a necessidade de uma boa base de conteúdos de trigonometria, os quais estão relacionados à compreensão das impedâncias e sua aplicação nos circuitos elétricos. Portanto, novamente, a aprendizagem de trigonometria é requisito para o desempenho das atribuições de um eletrotécnico (Figura 1).

Figura 1 - Pirâmide de conhecimentos: trigonometria é conteúdo base para aprendizagem do conteúdo de impedâncias, que por sua vez é base para aprendizagem do conteúdo de geradores, motores e transformadores.



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Ribeiro, Silva e Koscianski (2012), defendem que conteúdos de eletricidade que dependem de matemática para a compreensão exigem dos estudantes um esforço de abstração e uma capacidade de manter o foco em algo não palpável. Esses autores argumentam, também, que essa aprendizagem é prejudicada pela forma como esses conteúdos são ilustrados, envolvendo representações por meio de figuras e diagramas, nos livros e nos quadros.

Zabala (1998), diante de cenários similares ao descrito imediatamente acima, destaca a importância da disponibilidade de ferramentas didáticas para os professores. Ele ressalta, ainda, que essas ferramentas, além de proporcionar o planejamento das atividades de ensino-aprendizagem, devem auxiliar o docente na tomada de decisão relacionada à avaliação da aprendizagem.

Nesse sentido, essa sequência didática foi elaborada com o objetivo esclarecer os entendimentos necessários para utilização do Esquadro Móvel e guiá-lo para melhor aproveitamento da ferramenta didática.

Com o esquadro móvel é possível realizar as correlações de terminologias e conceitos utilizados na matemática com terminologias e conceitos utilizados em circuitos elétricos em corrente alternada, fazendo a aplicação dos conteúdos.

Buscou-se respeitar a ordem em que esses conhecimentos são apresentados aos estudantes, fazendo previamente uma explicação dos conhecimentos necessários para se utilizar o esquadro móvel, os quais devem ser identificados e considerados antes de apresentar novos conteúdos.

A seguir são apresentados os novos conteúdos e conceitos acerca dos conteúdos de trigonometria básica, números complexos e impedâncias de forma que os estudantes consigam enxergar as relações entre as grandezas de cada conteúdo e fazer as correlações de conceitos entre os conteúdos.

SUMÁRIO

1	CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	5
2	IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS	5
2.1	AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS	5
2.2	INVESTIGAÇÃO E QUESTIONAMENTOS SOBRE CONHECIMENTOS PRÉVIOS	6
3	TRIGONOMETRIA.....	6
3.1	TRIÂNGULO RETÂNGULO	6
3.2	RAZÕES E RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS	7
3.3	CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO E O TRIÂNGULO RETÂNGULO	8
4	O ESQUADRO MÓVEL	10
5	CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	11
5.1	CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CORRENTE ALTERNADA	11
5.2	ELEMENTOS ELÉTRICOS (RESISTORES, INDUTORES E CAPACITORES).....	11
5.3	IMPEDÂNCIAS.....	11
6	PRÁTICAS DE FIXAÇÃO E VISUALIZAÇÃO (TRIGONOMETRIA)	14
6.1	EXEMPLOS.....	14
6.2	EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO	17
7	PRÁTICAS DE FIXAÇÃO E VISUALIZAÇÃO APLICADAS A CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CORRENTE ALTERNADA.....	22
7.1	EXEMPLOS.....	22
7.2	EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO	25
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
9	BIBLIOGRAFIA CITADA.....	29

1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Sabendo que a ferramenta desenvolvida necessita de um certo nível de conhecimento para ser melhor utilizada, serão elucidados os conteúdos que se espera de um utilizador dessa ferramenta.

Para a apresentação do conteúdo de trigonometria, espera-se que o estudante tenha conhecimento básico das operações matemáticas - adição, subtração, multiplicação e divisão - e conhecimento das razões e proporções - regra de três simples.

2 IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS¹

Enqvist (2013), afirma que a matemática e a ciência possuem estrutura e progressão fortemente cumulativas, onde cada passo em frente é baseado em conhecimentos e habilidades prévios. Assim, se os estudantes possuem problemas com determinados conteúdos básicos, certamente eles enfrentarão dificuldades crescentes à medida que progredirem no estudo, mostrando a importância da compreensão de conceitos fundamentais.

Então, para que os novos conhecimentos sejam ancorados, promovendo a aprendizagem significativa - para a qual o aprendizado é significativo quando um novo conhecimento é ancorado em conhecimentos prévios (subsunçores) já presentes na estrutura cognitiva do estudante (Ausubel, 2003) -, é fundamental considerar os conhecimentos prévios dos estudantes. Mas como identificar esses conhecimentos? A seguir são apresentadas duas propostas para tal identificação.

2.1 AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Uma das alternativas mais comuns de identificar os conhecimentos prévios de um estudante é através de uma avaliação, a qual deve conter diferentes níveis de questionamentos e de questões (questões com alternativas e abertas/descritivas), com o objetivo de extrair o máximo de informações presentes na estrutura cognitiva do estudante. Essa primeira alternativa permite quantificar o nível médio de conhecimentos prévios.

¹ Sugestão: utilizar a primeira aula para identificar os conhecimentos prévios e promover discussões sobre o assunto a fim de extrair o máximo de informações (4 horas).

2.2 INVESTIGAÇÃO E QUESTIONAMENTOS SOBRE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Outra possibilidade de iniciar a investigação dos conhecimentos prévios é justamente disponibilizar o esquadro móvel para cada grupo de três ou quatro estudantes (sugestão) e, então, pedir que eles façam observações sobre ele. Após as observações apresentadas, instigar os estudantes a relacionar cada parte do esquadro (identificar conhecimentos sobre razões e proporções) identificando o nível médio de conhecimento dos estudantes de forma exploratória (qualitativa).

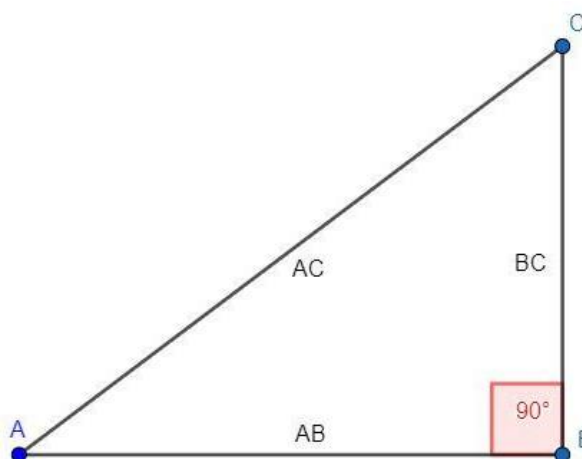
3 TRIGONOMETRIA

A trigonometria é responsável pelo estudo dos triângulos: lados dos triângulos, ângulos dos triângulos e as relações entre lados e ângulos dos triângulos. Um dos triângulos mais trabalhados na trigonometria é o triângulo retângulo, que nos ajuda a esclarecer/resolver diversas situações e problemas encontrados no dia-a-dia.

3.1 TRIÂNGULO RETÂNGULO

A figura 2 abaixo demonstra um triângulo retângulo ABC.

Figura 2 - Triângulo retângulo.

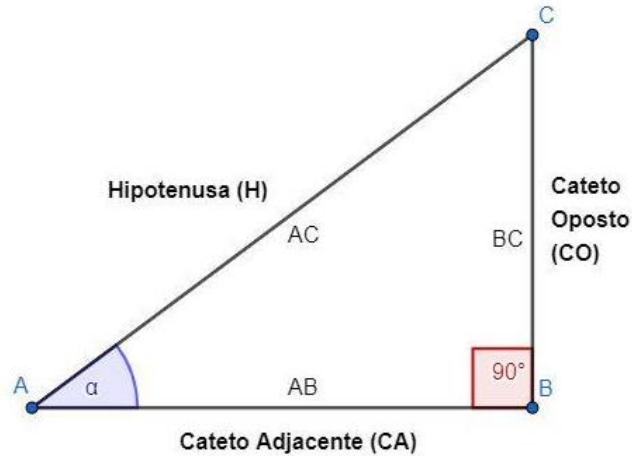


Fonte: Elaboração própria, 2022.

Basicamente esse triângulo é caracterizado como retângulo por ter um ângulo de 90° entre dois lados e outros dois ângulos agudos (menores que 90°). Esses dois lados (\overline{AB} e \overline{BC}) que formam o ângulo de 90° são denominados catetos e o lado restante (\overline{AC}), que por sua vez é o maior e oposto a esse ângulo de 90° , é denominado hipotenusa (Hip.) (LUCENA, 2020).

Para uma denominação completa dos lados desse triângulo retângulo (figura 3), é preciso adotar um dos ângulos agudos como referência e para isso, aqui será adotado o ângulo α formado a partir dos lados (AB e AC).

Figura 3 - Triângulo retângulo com os nomes de cada um dos lados.



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Tem-se então um triângulo onde os lados possuem nomenclaturas que facilitam o entendimento, pois a hipotenusa é sempre o maior lado sendo oposto ao ângulo de 90° e os catetos possuem nomes intuitivos que se referem ao ângulo agudo de referência, a saber: cateto adjacente (Cat. Adj.) (adjacente ao ângulo agudo de referência α) e cateto oposto (Cat. Opo) (oposto ao ângulo agudo de referência α) (LUCENA, 2020).²

3.2 RAZÕES E RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

Uma parte importante da trigonometria são as razões trigonométricas, onde essas razões são representadas por frações que relacionam os lados do triângulo retângulo. A compreensão dessas razões trigonométricas é também a compreensão do triângulo retângulo, uma vez que essas relações vão se alterando à medida que as medidas dos lados do triângulo se alteram.

Essas razões trigonométricas relacionam cada lado do triângulo sendo preciso que cada lado esteja devidamente nomeado, portanto, essas razões tomam como referência um dos ângulos agudos.

As razões seno e cosseno precisam ser aplicadas em um ângulo e como o ângulo agudo

² Sugestão: utilizar a segunda aula para apresentar o conteúdo de trigonometria e apresentar o triângulo retângulo (4 horas).

α foi adotado como referência para a nomenclatura dos lados do triângulo retângulo, as considerações serão feitas a partir dele.

- Seno de α ($\text{sen } \alpha$), é a razão entre o cateto oposto a α e a hipotenusa:

$$(\text{sen } \alpha = \frac{\text{Cat.Opo.}}{\text{Hip.}}) \quad (1)$$

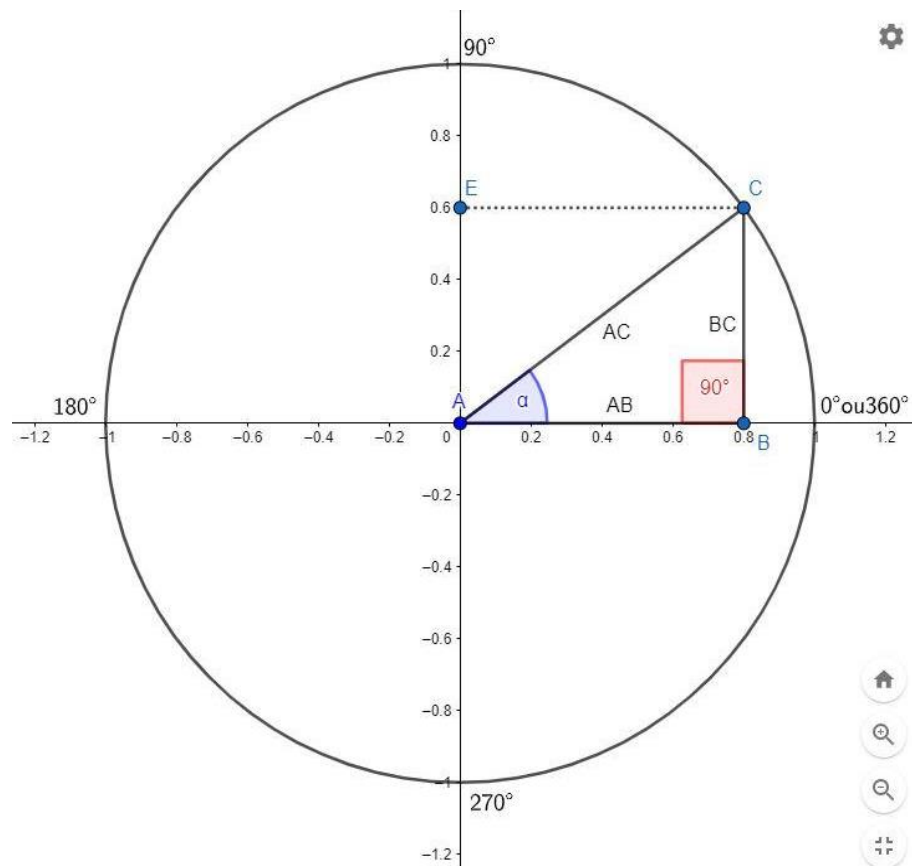
- Cosseno de α ($\text{cos } \alpha$), é a razão entre o cateto adjacente a α e a hipotenusa:

$$(\text{cos } \alpha = \frac{\text{Cat.Adj.}}{\text{Hip.}}) \quad (2)$$

3.3 CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO E O TRIÂNGULO RETÂNGULO

O círculo trigonométrico é normalmente apresentado através de um círculo de raio unitário, onde, ao longo de sua circunferência, possui os valores de ângulos crescentes no sentido anti-horário e cada volta ou ciclo somam 360° como mostrado na figura 4 a seguir:

Figura 4 - Círculo trigonométrico.



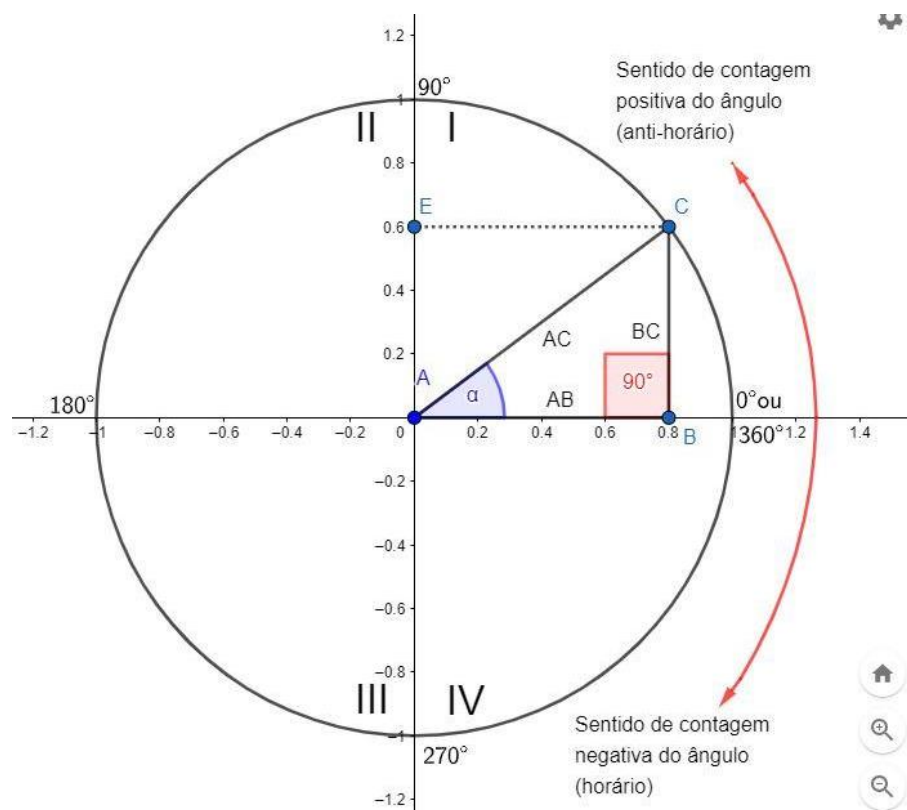
Fonte: Elaboração própria, 2022.

É importante entender que o círculo trigonométrico é representado sobre um plano cartesiano, o qual possui coordenadas X (no eixo das abscissas) e Y (no eixo das ordenadas). O

raio desse círculo trigonométrico (hipotenusa do triângulo retângulo projetado dentro do círculo) pode assumir qualquer valor, mas para fins didáticos e para a compreensão inicial é atribuído valor unitário. Assim, os valores das coordenadas X e Y são, respectivamente, o valor do cateto adjacente e do cateto oposto, os quais também são os valores das razões trigonométricas cosseno e seno do ângulo α . Essas últimas informações serão melhor observadas a seguir.

O círculo trigonométrico ainda possui outras informações acerca da sua composição, verifica-se que ele está sobre o plano cartesiano e se divide em quatro partes denominadas quadrantes, os quais são contadas no sentido crescente dos ângulos (sentido anti-horário), conforme figura 5.

Figura 5 - Quadrantes do círculo trigonométrico e sentido de contagem dos ângulos.



Fonte: Elaboração própria, 2022.³

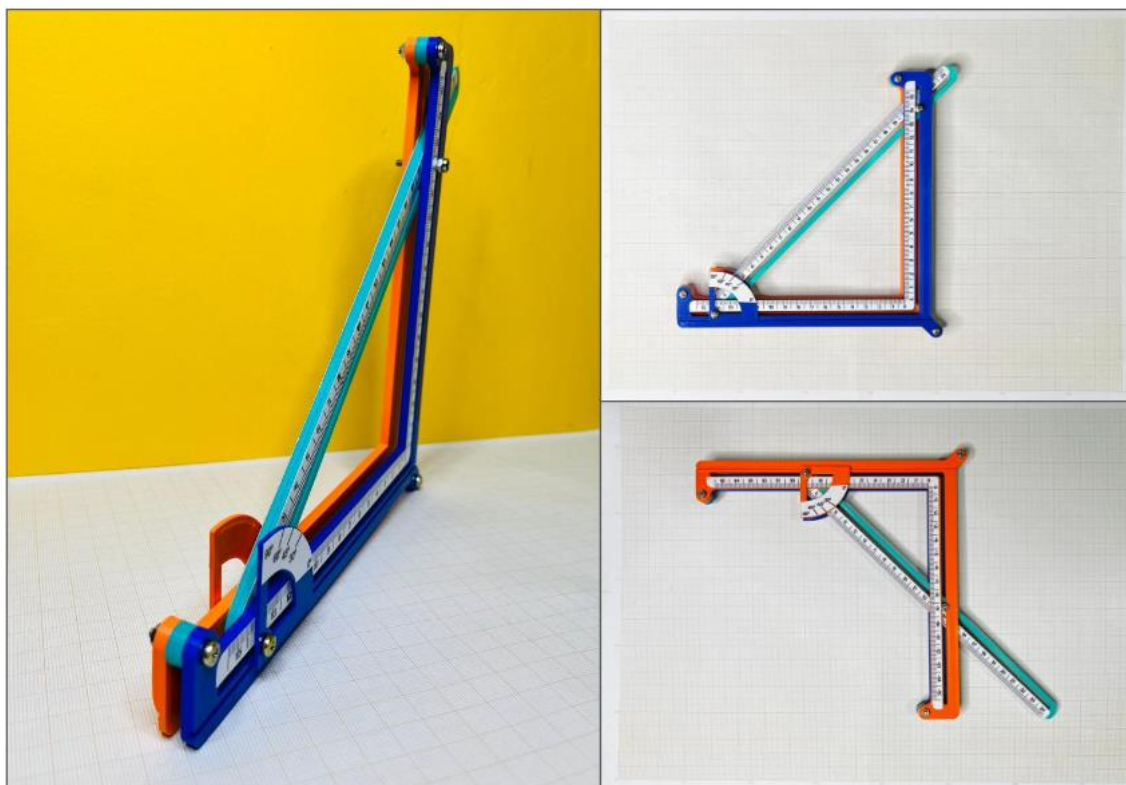
³ Sugestão: utilizar a terceira aula para apresentar o círculo trigonométrico, relacionar o triângulo retângulo com o círculo trigonométrico e relacionar os lados do triângulo retângulo (4 horas).

4 O ESQUADRO MÓVEL

O esquadro móvel é composto basicamente por três peças: dois conjuntos de catetos e uma reta hipotenusa. Para melhor visualização, foi inserida uma escala em milímetros para determinar valores e ainda uma espécie de mini transferidor, onde é possível verificar o ângulo de inclinação da hipotenusa em relação ao cateto adjacente, que está sobre o eixo que representa o ângulo de referência de 0° .

Essa ferramenta pode ser utilizada para averiguar valores onde o ângulo de inclinação da hipotenusa variam de -90° (ou 270°) até 90° , ou seja, pode ser utilizado para dois dos quatro quadrantes de um círculo trigonométrico: o primeiro e o quarto quadrante.

Figura 6: Esquadro móvel na versão final.



Fonte: Elaboração própria, 2022.⁴

⁴ Sugestão: utilizar a quarta aula para apresentar o esquadro móvel e promover discussões sobre sua relação com os conteúdos previamente apresentados: trigonometria, triângulo retângulo e círculo trigonométrico.

5 CIRCUITOS ELÉTRICOS

5.1 CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CORRENTE ALTERNADA

Os circuitos elétricos em corrente alternada possuem uma característica de mudança de sentido da corrente elétrica, induzida pela tensão elétrica alternada.

Essa característica faz com que o efeito de alguns elementos do circuito, como indutores e capacitores, difiram do efeito desses elementos quando submetidos a um circuito de corrente contínua.

5.2 ELEMENTOS ELÉTRICOS (RESISTORES, INDUTORES E CAPACITORES)

Em um circuito existem, basicamente, três elementos: resistores, indutores e capacitores.

O resistor é um elemento que gera resistência à passagem da corrente elétrica sem gerar campo magnético nem campo elétrico, apenas resistência.

O indutor é um elemento que, quando submetido a uma corrente alternada, gera campo magnético que acaba gerando uma “objeção” à passagem de corrente elétrica. Essa “objeção” é uma forma de resistência, mas é denominada de reatância, portanto o indutor gera reatância. Como essa reatância é gerada a partir de um indutor, é chamada de reatância indutiva e possui valor positivo.

O capacitor é um elemento que, quando submetido a uma corrente alternada, gera um campo elétrico que também gera uma “objeção” a passagem de corrente elétrica denominada reatância capacitiva e possui valor negativo.

5.3 IMPEDÂNCIAS

A impedância representa o efeito de oposição à passagem de corrente elétrica que os elementos de um circuito elétrico oferecem. É essa impedância que determina a amplitude da corrente e sua defasagem em relação à tensão, a qual pode ser adiantada ou atrasada. A impedância é dada em função da resistência elétrica (R) e da reatância (X) do circuito, cuja unidade é Ohm (Ω) (RÊGO, 2015).

A impedância equivalente de um circuito elétrico é representada nas formas complexas cartesianas e polar. A forma cartesiana:

$$\dot{Z}_{eq} = R + j.X \quad (3)$$

Onde, R é a componente real, em Ω , e X é a componente imaginária, também em Ω .

Já na forma polar:

$$\dot{Z}_{eq} = Z \angle \alpha \quad (4)$$

Onde, Z é o módulo da impedância dado por:

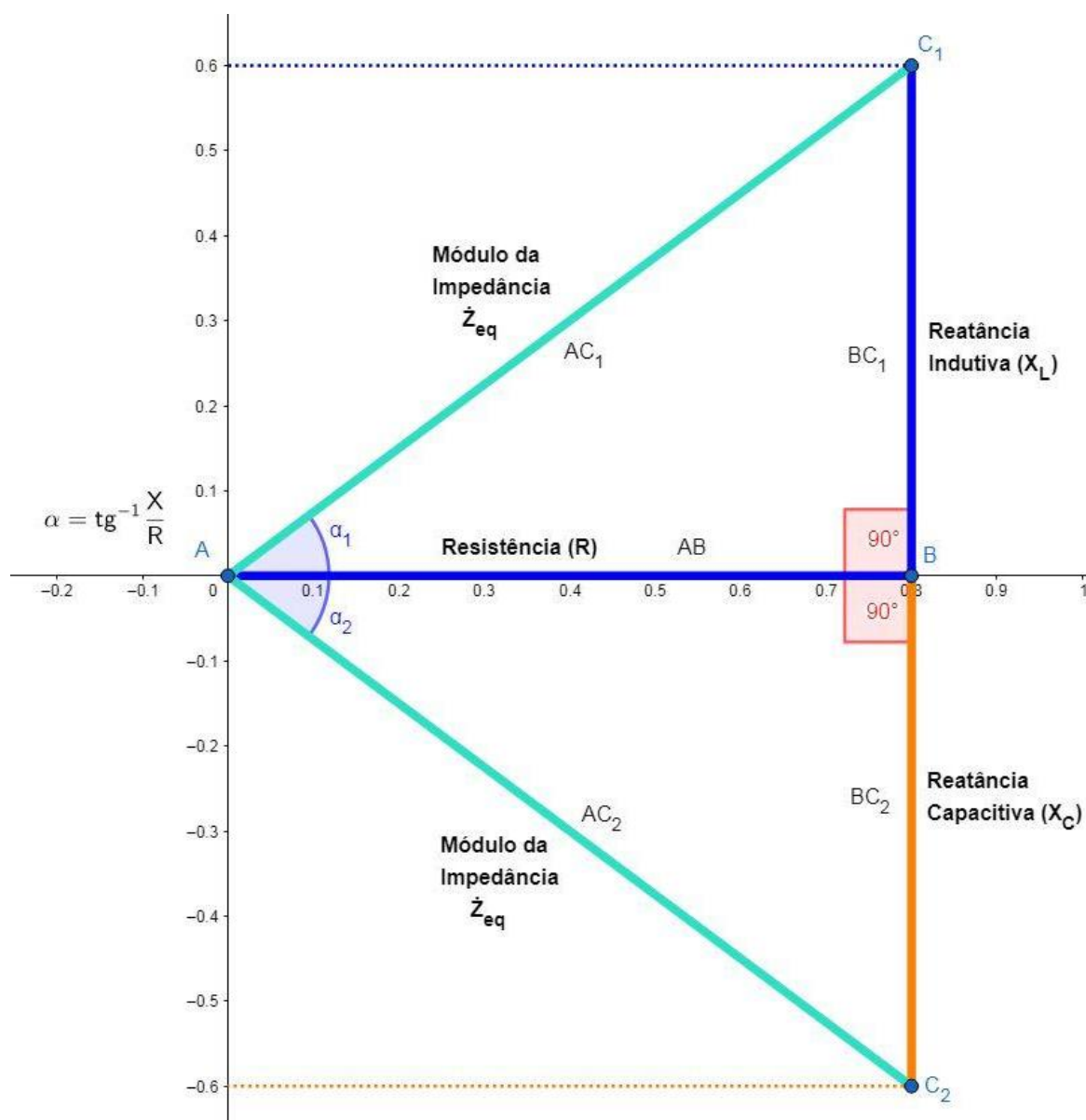
$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (5)$$

E α é o ângulo da impedância dado por:

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{X}{R} \right) \quad (6)$$

Esse conteúdo traz como base o conhecimento de números complexos, mas que através da representação no plano cartesiano é possível entender como se relacionam essas duas formas de representação.

Figura 7 - Representação da Impedância no plano cartesiano.



Fonte: Elaboração própria, 2022.⁵

A correlação entre os lados do triângulo retângulo (conteúdos de matemática) e das grandezas dos conteúdos de impedâncias (conteúdos de circuitos elétricos em corrente alternada), que podem ser observadas no esquadro móvel, está apresentada no quadro 1.

⁵ Sugestão: utilizar a quinta aula para apresentar os circuitos elétricos em corrente alternada e o conteúdo de impedâncias e promover discussões sobre as relações das grandezas com os conteúdos de trigonometria (4 horas).

Quadro 1 - Correlação entre os lados do triângulo retângulo em cada conteúdo

Conteúdos das disciplinas	Módulo do vetor unitário ou raio do círculo trigonométrico	Eixo X (Abscissas)	Eixo Y (Ordenadas)	Ângulo α
Plano cartesiano	Reta AC	Reta AB ou Coordenada X	Reta BC ou Coordenada Y	-
Razões trigonométricas	Hipotenusa	Cosseno de α	Seno de α	Ângulo α
Impedâncias	Módulo da Impedância	Resistência (R)	Reatância (indutiva ou capacitiva)	Ângulo ou fase do módulo da impedância

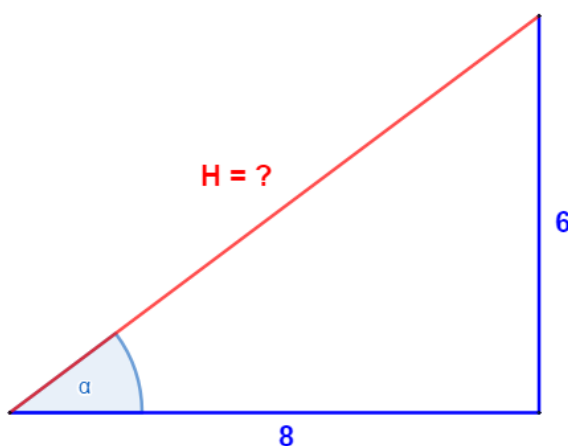
Fonte: Elaboração própria, 2022.

6 PRÁTICAS DE FIXAÇÃO E VISUALIZAÇÃO (TRIGONOMETRIA)

6.1 EXEMPLOS

Exemplo 01

Considerando o triângulo retângulo abaixo, encontre o valor da hipotenusa e o valor aproximado do ângulo:



Podemos verificar que o valor da hipotenusa e do ângulo encontrados matematicamente são, respectivamente:

$$\text{Hipotenusa} = \sqrt{8^2 + 6^2}$$

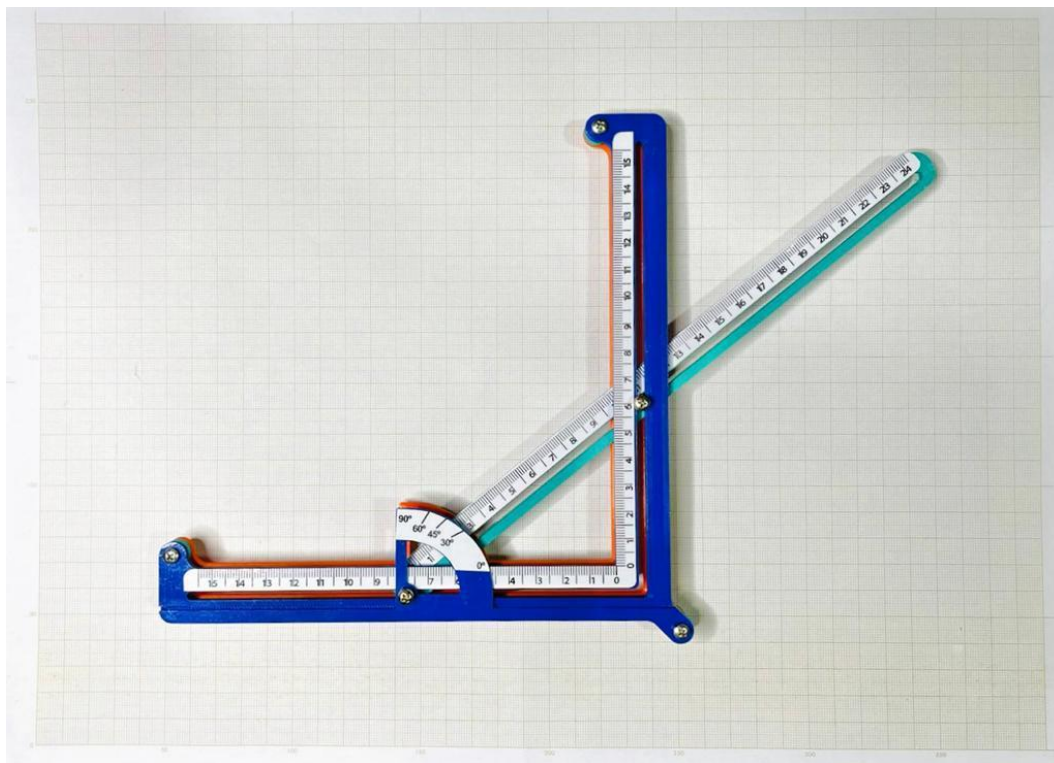
$$\text{Hipotenusa} = 10$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1}\left(\frac{6}{8}\right)$$

$$\alpha = 36,87^\circ$$

Agora, posicione o esquadro móvel de maneira que o eixo X tenha valor 8 e o eixo Y tenha valor 6, conforme demonstrado na figura 6 abaixo.

Figura 8 - Posicionamento do esquadro móvel para resolução do exemplo 01.

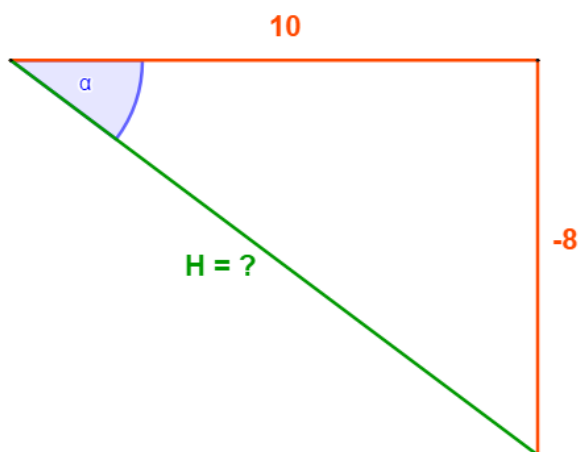


Fonte: Elaboração própria, 2022.

Podemos verificar que o valor da hipotenusa apresentado no esquadro é aproximadamente 10 e o ângulo encontra-se entre 30° e 45° , conforme os valores encontrados matematicamente.

Exemplo 02

Considerando o triângulo retângulo abaixo, encontre o valor da hipotenusa e o valor aproximado do ângulo:



Podemos verificar que o valor da hipotenusa e do ângulo encontrados matematicamente são, respectivamente:

$$\text{Hipotenusa} = \sqrt{10^2 + (-8)^2}$$

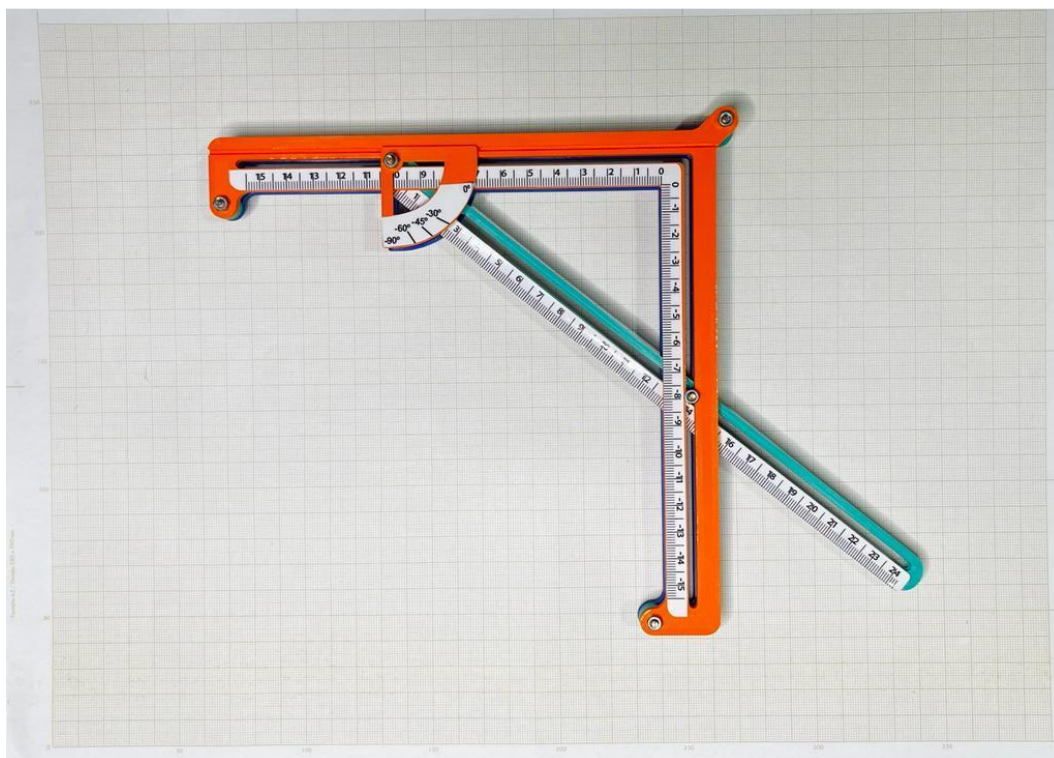
$$\text{Hipotenusa} = 12,8$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1}\left(\frac{-8}{10}\right)$$

$$\alpha = -38,66^\circ$$

Agora, posicione o esquadro móvel de maneira que o eixo X tenha valor 10 e o eixo Y tenha valor -8, conforme demonstrado na figura 7.

Figura 9 - Posicionamento do esquadro móvel para resolução do exemplo 02.



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Podemos verificar que o valor da hipotenusa apresentado no esquadro é aproximadamente 12,8 e o ângulo encontra-se entre -30° e -45° , conforme os valores encontrados matematicamente.

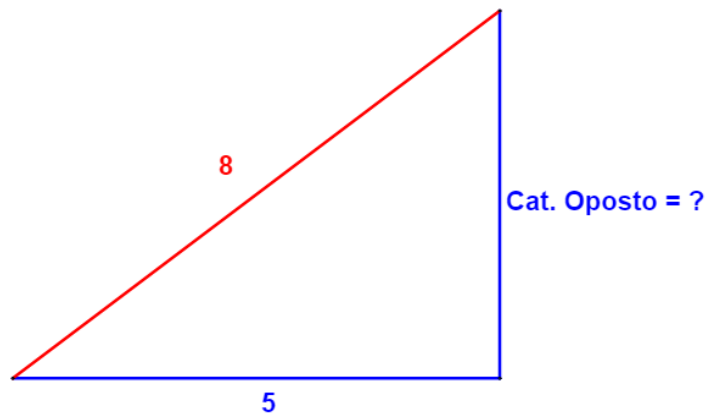
6.2 EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

Seguindo a lógica do exemplo apresentado e utilizando o esquadro móvel, encontre os valores desconhecidos de cada um dos triângulos seguintes:

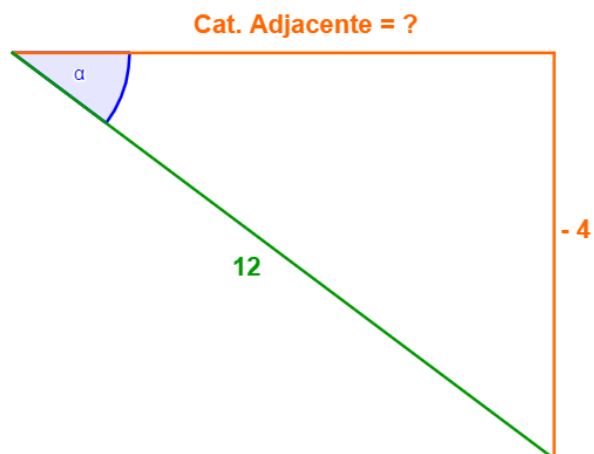
Triângulo 01



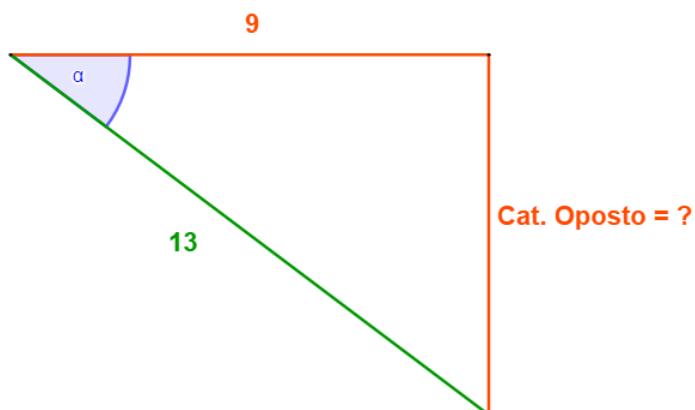
Triângulo 02



Triângulo 03:



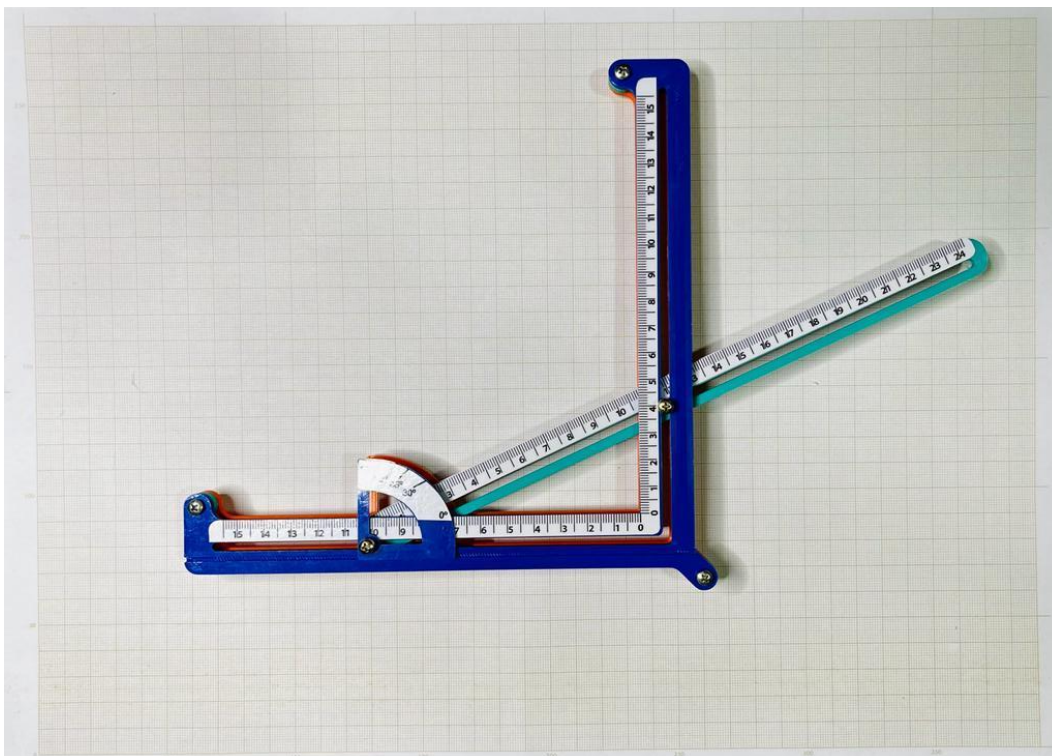
Triângulo 04



Resolução dos exercícios de fixação

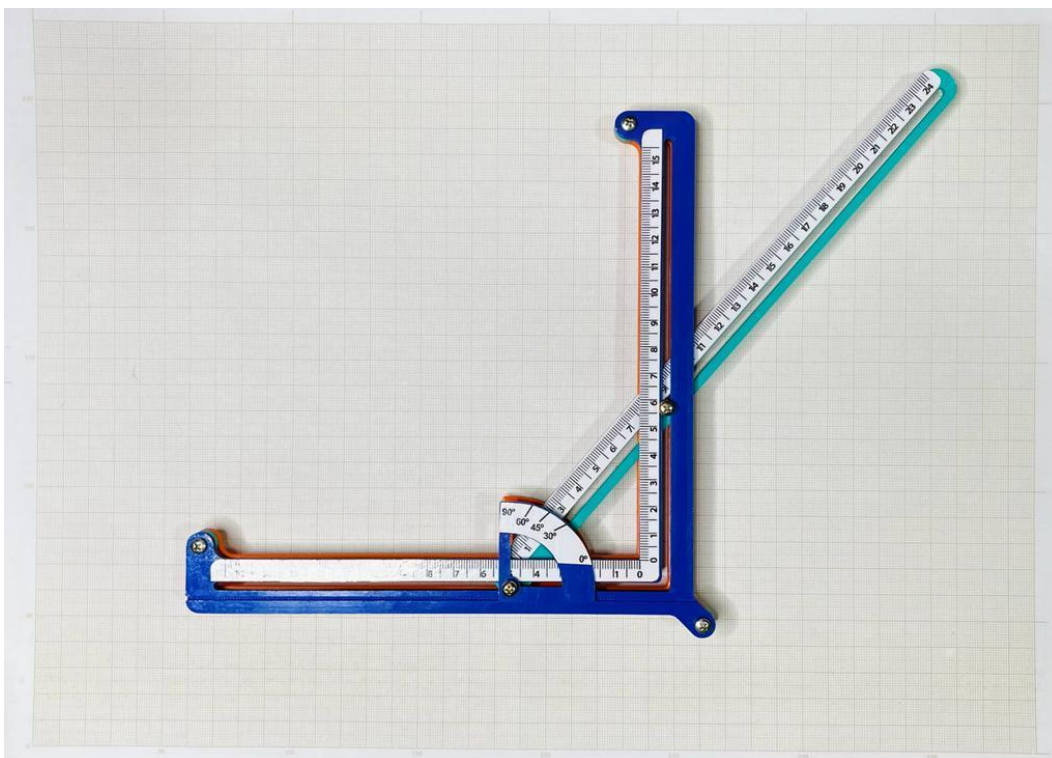
Para encontrar os valores desconhecidos de cada triângulo, basta posicionar os valores conhecidos em cada parte do triângulo, assim o valor desconhecido poderá ser identificado na escala do esquadro móvel no lado correspondente ao valor desconhecido, conforme apresentado nas figuras de 10 a 13.

Figura 10 - Posicionamento do esquadro móvel para o triângulo 01.



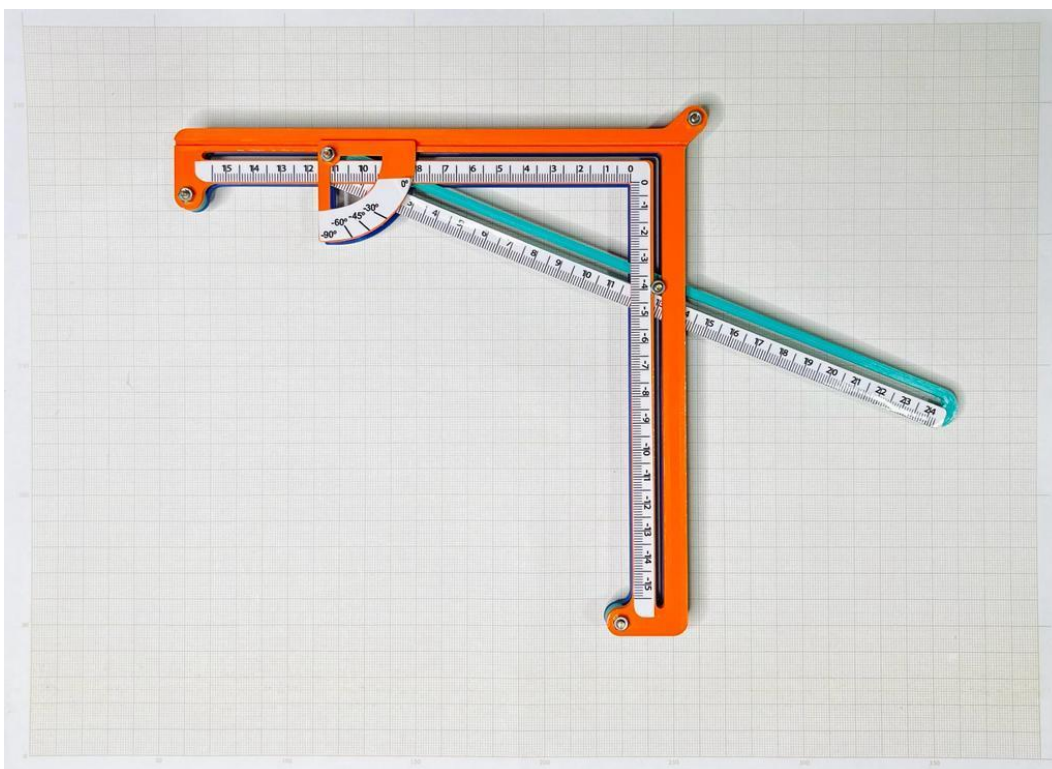
Fonte: Elaboração própria, 2022.

Figura 11 - Posicionamento do esquadro móvel para o triângulo 02.



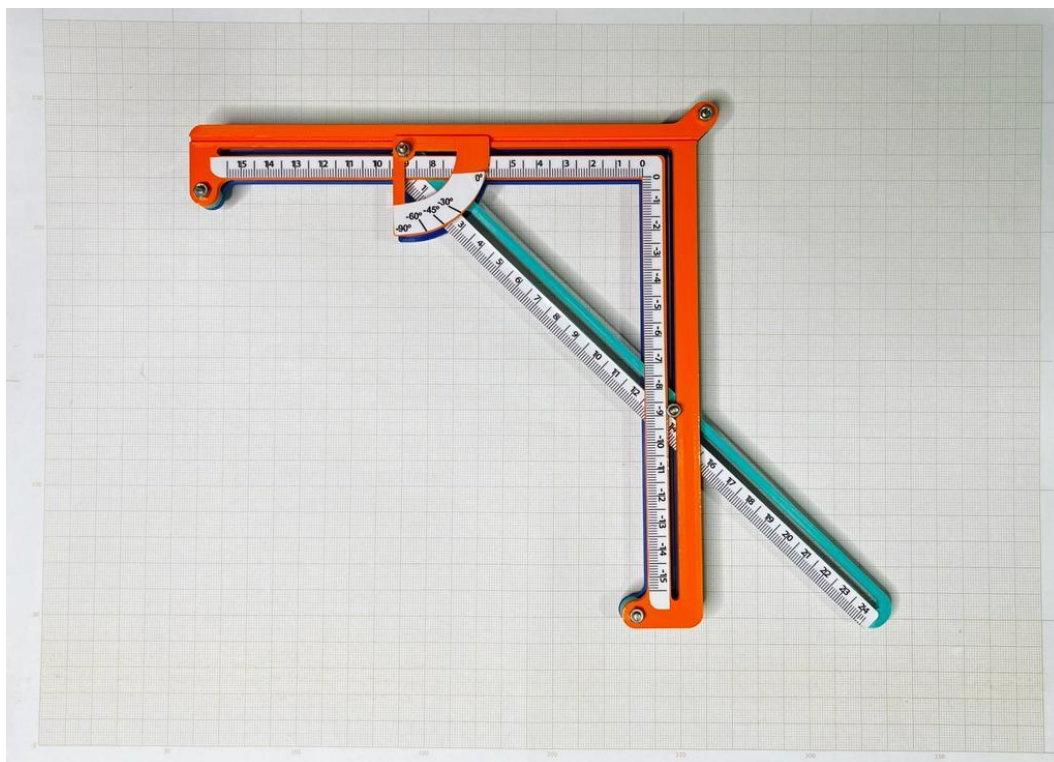
Fonte: Elaboração própria, 2022.

Figura 12 - Posicionamento do esquadro móvel para o triângulo 03.



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Figura 13 - Posicionamento do esquadro móvel para o triângulo 04.



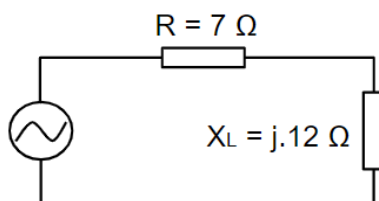
Fonte: Elaboração própria, 2022.

7 PRÁTICAS DE FIXAÇÃO E VISUALIZAÇÃO APLICADAS A CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CORRENTE ALTERNADA

7.1 EXEMPLOS

Exemplo 01

Encontre a impedância equivalente para o circuito RL (resistivo-indutivo) abaixo:



Conforme apresentado anteriormente, a impedância é dada em função da resistência R e da reatância (X_L ou X_C). Podendo ser representada nas formas cartesiana e polar. Para a representação na forma cartesiana, tem-se os valores de R e X_L , resultando em:

$$Z = 7 + j.12 \Omega$$

Para a representação na forma polar, é necessário inserir os valores desejados nas equações (5) e (6), a fim de encontrar o módulo e o ângulo de fase da impedância, respectivamente:

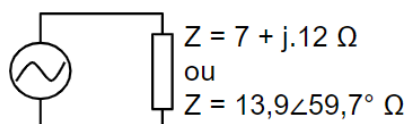
$$Z = \sqrt{7^2 + 12^2}$$

$$Z = 13,9$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1}\left(\frac{12}{7}\right)$$

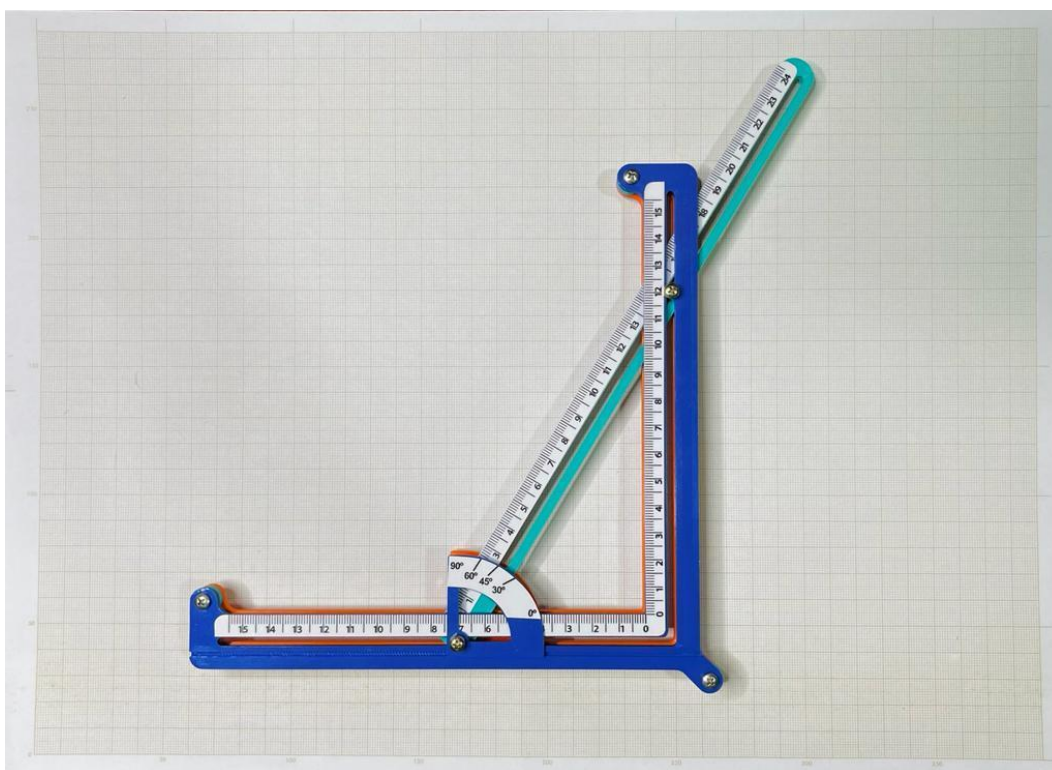
$$\alpha = 59,74^\circ$$

De posse desses valores, podemos representar o circuito da seguinte maneira:



Utilizando o esquadro móvel, também é possível identificar o valor da impedância equivalente através dos valores das componentes R e X_L , como apresentado na figura 14.

Figura 14 - Impedância na forma polar por meio de R e X_L .

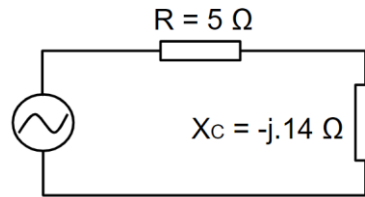


Fonte: Elaboração própria, 2022.

Com os valores de R posicionado no eixo das resistências (eixo X) e X_L posicionado no eixo das reatâncias (eixo Y) - reatância indutiva/positiva, tem-se o valor aproximado do módulo da impedância, representado pela hipotenusa, e também o valor do ângulo de fase, identificado no mini transferidor, que conforme a figura 14, são, respectivamente: $Z \cong 14,2$ e $\alpha \cong 60^\circ$.

Exemplo 02

Encontre a impedância equivalente para o circuito RC (resistivo-capacitivo) abaixo:



Conforme exemplo anterior, a impedância é dada em função da resistência R e da reatância (X_L ou X_C). Podendo ser representada nas formas cartesiana e polar. Para a representação na forma cartesiana, tem-se os valores de R e X_C , resultando em:

$$Z = 5 - j.14 \Omega$$

Para a representação na forma polar, é necessário inserir os valores desejados nas equações (5) e (6), a fim de encontrar o módulo e o ângulo de fase da impedância, respectivamente:

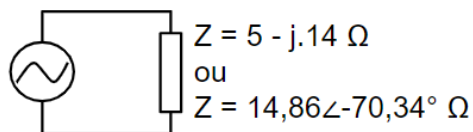
$$Z = \sqrt{5^2 + (-14)^2}$$

$$Z = 14,86$$

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{-14}{5}\right)$$

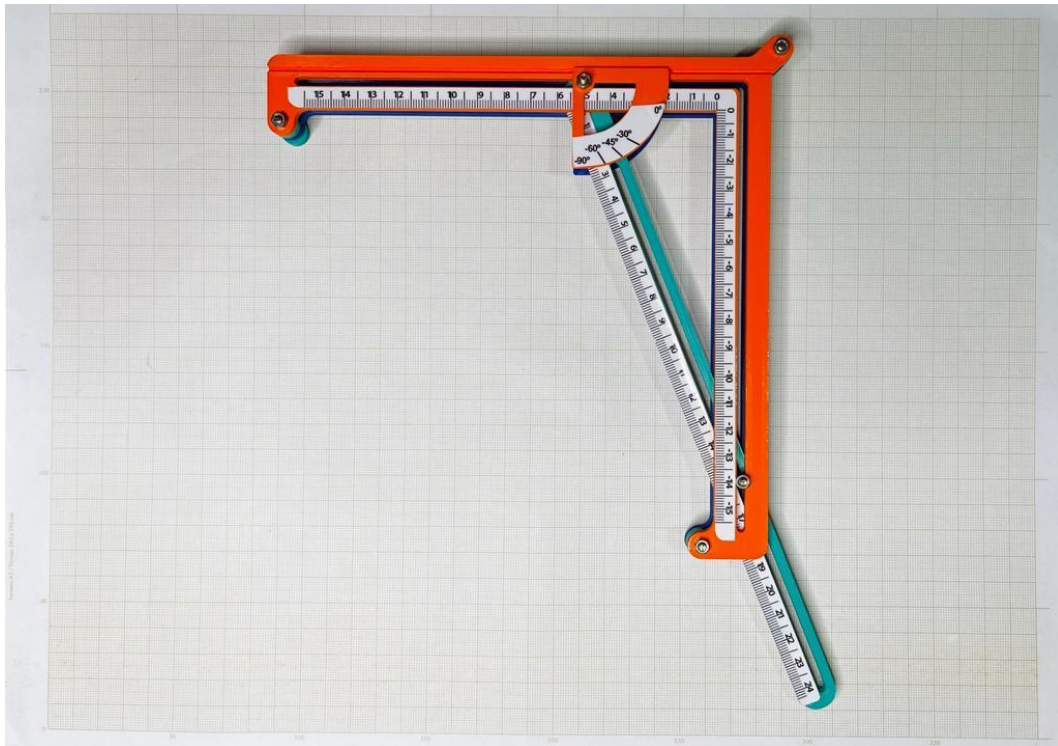
$$\alpha = -70,34^\circ$$

De posse desses valores, podemos representar o circuito da seguinte maneira:



Utilizando o esquadro móvel, também é possível identificar o valor da impedância equivalente através dos valores das componentes R e X_C , como apresentado na figura 15.

Figura 15 - Impedância na forma polar por meio de R e X_C .



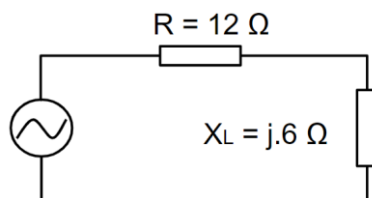
Fonte: Elaboração própria, 2022.

Com os valores de R posicionado no eixo das resistências (eixo X) e X_C posicionado no eixo das reatâncias (eixo Y) - reatância capacitiva/negativa, tem-se o valor aproximado do módulo da impedância, representado pela hipotenusa, e também o valor do ângulo de fase, identificado no mini transferidor, que conforme a figura 13, são, respectivamente: $Z \cong 15,1$ e $\alpha \cong -75^\circ$.

Observação Importante: O objetivo do esquadro móvel é promover a visualização dos valores e das variações desses valores de acordo com a manipulação, permitindo ao usuário ter a compreensão das relações entre cada parte do esquadro (catetos, hipotenusa e ângulo), que por sua vez representam as grandezas dos conteúdos trabalhados em cada disciplina. Ele apresenta valores aproximados que permitem ainda a conferência dos resultados, mas existe uma inexactidão e imprecisão que precisam ser considerados.

7.2 EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

- 1) Encontre a impedância equivalente para o circuito RL (resistivo-indutivo) abaixo:



Sabendo que a impedância é dada em função da resistência R e da reatância (X_L ou X_C), a representação na forma cartesiana é dada por:

$$Z = 12 + j.6 \Omega$$

Para a representação na forma polar, é necessário inserir os valores desejados nas equações (5) e (6), a fim de encontrar o módulo e o ângulo de fase da impedância, respectivamente:

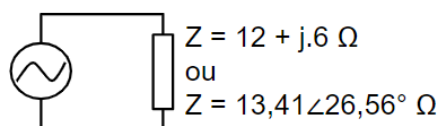
$$Z = \sqrt{12^2 + 6^2}$$

$$Z = 13,41$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1}\left(\frac{6}{12}\right)$$

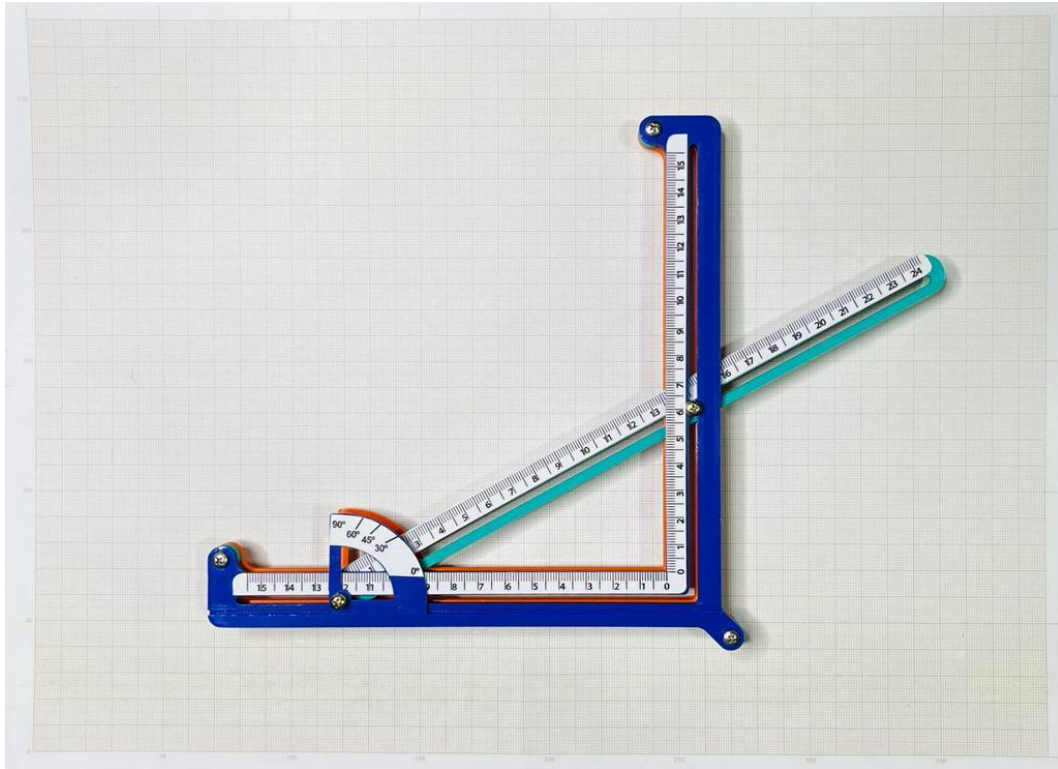
$$\alpha = 26,56^\circ$$

De posse desses valores, podemos representar o circuito da seguinte maneira:



Utilizando o esquadro móvel, também é possível identificar o valor da impedância equivalente através dos valores das componentes R e X_L , como apresentado na figura 16.

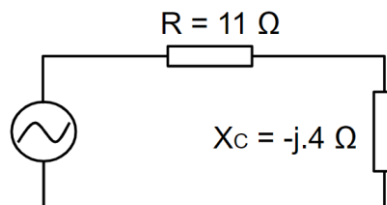
Figura 16 - Impedância na forma polar por meio de R e X_L .



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Com os valores de R posicionado no eixo das resistências (eixo X) e X_L posicionado no eixo das reatâncias (eixo Y) - reatância indutiva/positiva, tem-se o valor aproximado do módulo da impedância, representado pela hipotenusa, e também o valor do ângulo de fase, identificado no mini transferidor, que conforme a figura 14, são, respectivamente: $Z \cong 13,51$ e $\alpha \cong 30^\circ$.

2) Encontre a impedância equivalente para o circuito RC (resistivo-capacitivo) abaixo:



Sabendo que a impedância é dada em função da resistência R e da reatância (X_L ou X_C), a representação na forma cartesiana é dada por:

$$Z = 11 - j.4 \Omega$$

Para a representação na forma polar, é necessário inserir os valores desejados nas equações (5) e (6), a fim de encontrar o módulo e o ângulo de fase da impedância, respectivamente:

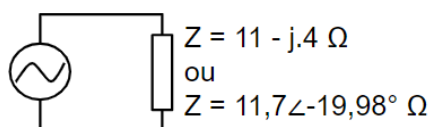
$$Z = \sqrt{11^2 + (-4)^2}$$

$$Z = 11,7$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1}\left(\frac{-4}{11}\right)$$

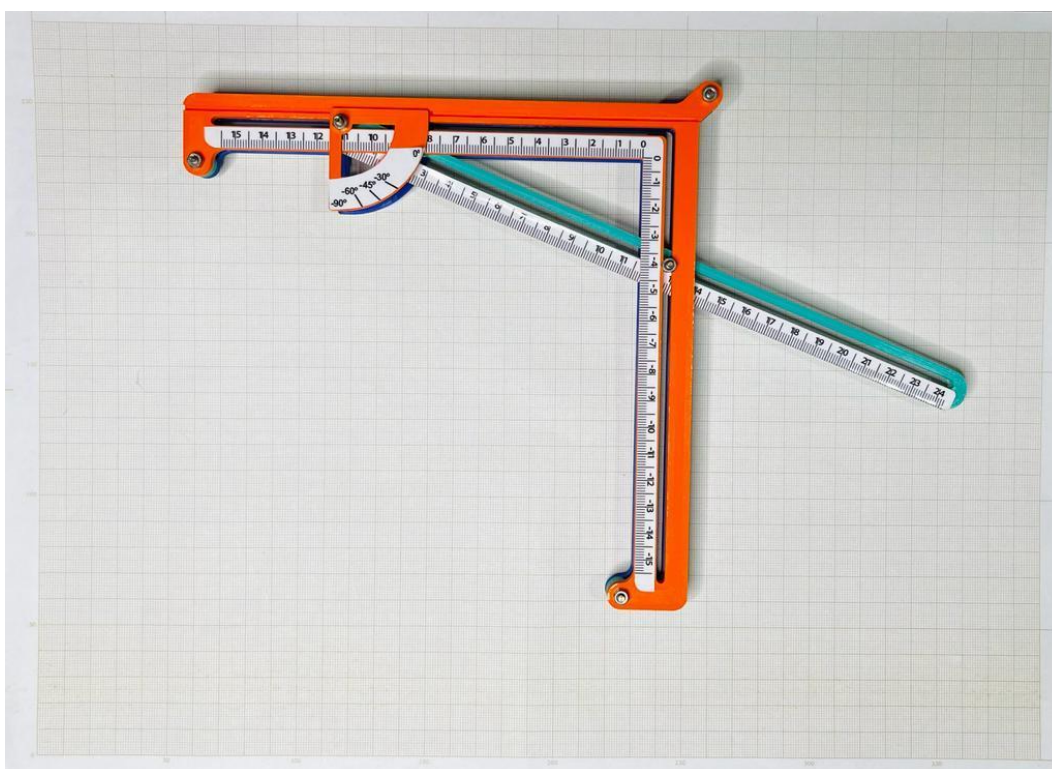
$$\alpha = -19,98^\circ$$

De posse desses valores, podemos representar o circuito da seguinte maneira:



Utilizando o esquadro móvel, também é possível identificar o valor da impedância equivalente através dos valores das componentes R e X_C , como apresentado na figura 17.

Figura 17 - Impedância na forma polar por meio de R e X_C .



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Com os valores de R posicionado no eixo das resistências (eixo X) e X_C posicionado no eixo das reatâncias (eixo Y) - reatância capacitiva/negativa, tem-se o valor aproximado do módulo da impedância, representado pela hipotenusa, e também o valor do ângulo de fase, identificado no mini transferidor, que conforme a figura 17, são, respectivamente: $Z \cong 11,8$ e $\alpha \cong -22^\circ$.⁶

⁶ Sugestão: utilizar a sexta e a sétima aula para realizar a experimentação. Resolver os exemplos e os exercícios de fixação apresentados a fim de contextualizar todos os conteúdos. Espera-se que através

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa ferramenta foi desenvolvida visando auxiliar o professor no planejamento e desenvolvimento das atividades do processo de ensino-aprendizagem, facilitando a compreensão dos conteúdos abordados através da visualização e percepção das relações entre as partes do triângulo retângulo. Essa sequência didática apresentou uma sugestão de como identificar os conhecimentos prévios dos alunos e também uma sequência lógica em que os conteúdos podem ser apresentados.

Efetuada a leitura desta sequência didática e realizando as atividades práticas propostas, espera-se que o usuário consiga enxergar as relações entre os lados do triângulo retângulo, independente do conteúdo que está sendo apresentado, e, principalmente, que o usuário tenha a percepção de como a variação de cada uma das grandezas (cada lado e ângulo) irá afetar as outras.

9 BIBLIOGRAFIA CITADA

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

ENQVIST, J. **STEM subjects – important, but not attracting much interest? Towards Vocational Top Expertise**. HAMK University of Applied Sciences Professional Teacher Education Unit, Finlândia, p. 83-90, 2013.

LUCENA, L. A. S. **Trigonometria no triângulo retângulo: uma proposta de sequência didática no ensino básico**. UFMA, São Luís - MA, 2020.

RÊGO, A.; RODRIGUES, C. L. C. **Eletricidade em CA**. Ouro Preto: Instituto Federal de Minas Gerais – CEAD, 2015.

RIBEIRO, R. J.; SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. **Organizadores prévios para a aprendizagem significativa em física: o formato curta de animação**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, 2012.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como ensinar**. trad. Ernani F. da F. Rosa - Porto Alegre : ArtMed, 1998.

da manipulação do esquadro móvel os estudantes compreendam as relações entre as partes do esquadro móvel e conseqüentemente entre as grandezas de todos os conteúdos apresentados.