



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS VII - GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ  
CENTRO DE CIENCIAS EXATAS SOCIAIS E APLICADAS- CCEA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**PAULO ARAUJO DINIZ FILHO**

**DESENHO TÉCNICO BÁSICO APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA PARA  
CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS.**

**PATOS  
2022**

PAULO ARAUJO DINIZ FILHO

**DESENHO TÉCNICO BÁSICO APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA PARA  
CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

**Área de concentração:** Ensino de Física.

**Orientador:** Prof. Dr. Rodrigo César Fonseca da Silva.

**PATOS  
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D585d    Diniz Filho, Paulo Araujo.  
Desenho técnico básico aplicado ao Ensino de Física para construção de materiais didáticos [manuscrito] / Paulo Araujo Diniz Filho. - 2022.  
32 p. : il. colorido.  
  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2022.  
"Orientação : Prof. Dr. Rodrigo César Fonseca da Silva, Coordenação do Curso de Física - CCEA."  
1. Ensino de Física. 2. Desenho técnico. 3. Material didático. I. Título  
  
21. ed. CDD 530.7

PAULO ARAUJO DINIZ FILHO

DESENHO TÉCNICO BÁSICO APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA PARA  
CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

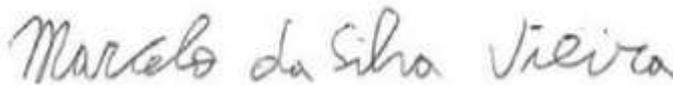
Aprovada em: 16/03/2022.

**BANCA EXAMINADORA**



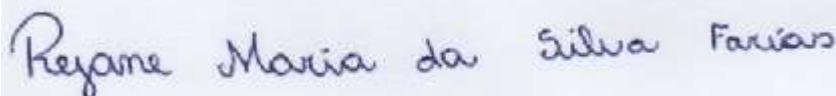
---

Prof. Dr. Rodrigo César Fonseca da Silva (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Marcelo da Silva Vieira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Me. Rejane Maria da Silva Farias  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e força para superar as dificuldades, me encorajando para enfrentar todos os obstáculos durante esta fase da minha vida.

A minha mãe Maria do Socorro Oliveira Bezerra e ao meu tio José Oliveira Bezerra pelo apoio nos momentos que mais precisei, me dando forças para continuar forte em alcançar meus objetivos.

Aos familiares, minha namorada e amigos próximos que de alguma maneira concederam palavras de incentivo para que atingisse minhas metas.

Ao meu orientador professor Dr. Rodrigo César Fonseca da Silva pelo tempo, ajuda, encorajamento na elaboração deste trabalho e atenção enquanto professor em minha formação, sendo também, um amigo importante nesse momento marcante em minha vida.

Aos professores Dr. Marcelo Vieira da Silva e Me. Rejane Maria da Silva Farias que também compõem a banca examinadora, pelo carinho, as contribuições neste presente trabalho e ao longo da minha jornada na universidade que tiveram peso no meu crescimento profissional e pessoal.

Aos demais professores que tive a oportunidade de ser discente ao longo da graduação em especial, Pedro Carlos, Rozana Bandeira, Valdeci Mestre, Ginaldo Farias e Rildo Cariri, por todos os ensinamentos adquiridos ao longo dessa jornada que contribuíram constantemente para meu desenvolvimento.

A todos os amigos que fiz amizades durante meu percurso acadêmico que me ajudaram diretamente e indiretamente durante essa jornada.

Aos colegas que tive a oportunidade de participar em conjunto no Programa Residência Pedagógica, em especial a professora Géssica Martins Rufino que somou de forma significativa em minha formação como um futuro profissional.

## **DEDICATÓRIA**

*A Deus por me permitir a glória de desfrutar desse momento e a minha mãe que nunca mediu esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos através da educação.*

“Se eu não fizer... ninguém vai fazer por mim”  
(Son Goku – Dragon Ball Z)

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Materiais de desenho técnico – a) lápis; b) lapiseiras; c) borracha; d) compasso; e) régua; f) esquadros; g) transferidor; h) escalímetro. ....	15
Figura 2: Passos da criação das retas paralelas. ....	16
Figura 3: Passos da criação de retas perpendiculares. ....	16
Figura 4: a) desenho técnico projetivo; b) desenho técnico não projetivo. ....	17
Figura 5: Experimento dos gregos. ....	18
Figura 6: a) demonstração das três faces; b) angulação dos eixos com seus graus de fuga. ....	19
Figura 7: Criação de um objeto na perspectiva isométrica a partir de um sólido envolvente. ....	20
Figura 8: Construção de uma circunferência na perspectiva isométrica. ....	20
Figura 9: Perspectiva cavaleiras em seus ângulos de equivalência. ....	21
Figura 10: Aplicação do coeficiente de redução. ....	21
Figura 11: Construção de um objeto com um ponto de fuga. ....	22
Figura 12: Perspectiva cônica com dois pontos de fuga. ....	23
Figura 13: Vista superior. ....	24
Figura 14: Vista inferior. ....	24
Figura 15: a) Projeção de um objeto no 1º e 3º; b) projeção no primeiro diedro. ....	25
Figura 16: Plano de projeção do primeiro diedro. ....	26
Figura 17: Vistas múltiplas do primeiro diedro. ....	26
Figura 18: Plano de projeção do terceiro diedro. ....	27
Figura 19: Vistas múltiplas do terceiro diedro. ....	27
Figura 20: Dimensão circular na perspectiva isométrica. ....	29
Figura 21: Criação de uma superfície gaussiana esférica na perspectiva cavaleira 45º. ....	30
Figura 22: Comportamentos dos vetores numa distribuição de cargas em simetria cilíndrica. ....	31
Figura 23: Comportamento do campo elétrico entre duas placas na perspectiva cavaleira 30º. ....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1. Normas em vigor .....	13
2.2. Materiais para uso manual de desenho técnico .....	15
2.3. Criação de retas paralelas e perpendiculares .....	16
2.4. Tipos de desenhos técnicos .....	17
2.5. Perspectivas .....	17
2.5.1. <i>Perspectiva isométrica</i> .....	19
2.5.2. <i>Perspectiva cavaleira</i> .....	20
2.5.3. <i>Perspectiva cônica</i> .....	22
2.6. Projeção ortográfica (ortogonal).....	24
2.6.1. <i>Vistas múltiplas</i> .....	25
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
4.1. Aplicação na teoria das cordas.....	28
4.2. Superfície Gaussiana .....	29
4.3. Distribuição de cargas em simetria cilíndrica .....	31
4.4. Campo elétrico entre duas placas .....	31
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## DESENHO TÉCNICO BÁSICO APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA PARA CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS.

### BASIC TECHNICAL DRAWING APPLIED TO PHYSICS TEACHING FOR THE CONSTRUCTION OF TEACHING MATERIALS.

FILHO, Paulo Araujo Diniz\*

#### RESUMO

O desenho é uma das formas mais antigas de comunicação, transmitindo a ideia de um elaborador para um leitor através de representações. É notório no cotidiano observar a dificuldade das pessoas em produzir desenhos sejam eles simples ou complexos, no âmbito acadêmico ou profissional; gerado pela ausência de dedicação correta para aprimorar uma nova habilidade. Com a necessidade de avançar nos estudos de objetos sólidos bidimensionais e tridimensionais necessitou-se de um aperfeiçoamento e surgiu o desenho técnico. A atual pesquisa tem como proposta a criação de material didático para o Ensino de Física usando o desenho técnico como um artifício facilitador. Inicialmente, o trabalho se desenvolveu de forma qualitativa e exploratória através de referências bibliográficas, coletando conhecimento para aplicabilidade das técnicas do desenho técnico nos domínios da Física. Deste modo, observou-se resultados positivos, de forma a diminuir a complexidade de certos conteúdos da Física de forma visual em suas representações, além disso, o estudo desenvolvido fornece a possibilidade da continuidade de sua aplicabilidade.

**Palavras-chave:** Desenho técnico. Física. Ensino de Física. Material didático.

#### ABSTRACT

Drawing is one of the oldest forms of communication, conveying the idea of a designer to a reader through representations. It is notorious in everyday life to observe the difficulty of people in producing drawings, whether simple or complex, in the academic or professional scope; generated by the lack of correct dedication to improve a new skill. With the need to advance in the studies of two-dimensional and three-dimensional solid objects, an improvement was needed and the technical drawing emerged. The current research proposes the creation of didactic material for Physics Teaching using technical drawing as a facilitating device. Initially, the work was developed in a qualitative and exploratory way through bibliographic references, collecting knowledge for the applicability of technical drawing techniques in the domains of Physics. In this way, positive results were observed, in order to reduce the complexity of certain contents of Physics in a visual way in their representations, in addition, the study developed provides the possibility of continuity of its applicability.

**Keywords:** Technical drawing. Physics. Physics Teaching. Courseware.

---

\*Aluno de graduação do curso de Licenciatura Plena em Física na Universidade Estadual da Paraíba - Campus VII. Email: licdiniz.p@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Desenho é umas das formas mais antigas de comunicação, que transmite uma leitura das informações do seu criador, permitindo compreender as ideias de forma sucinta de quem a elaborou (PACHECO; SOUZA-CONCÍLIO; PESSÔA FILHO, 2017). Em concordância, Porto e Alves (2016) declaram que, a história do desenho se relaciona desde o princípio do homem na terra, se comunicando através de ilustrações por meio de escritas rupestres nas cavernas.

Para Miceli e Ferreira (2004), o estudo da capacidade de interpretação e representação de desenhos 2D ou 3D, partindo das fases iniciais do aprendizado, é um recurso que amplia as capacidades motoras, do raciocínio e criatividade.

Para desenhar necessita-se da criação de linhas, traços e ter um controle sobre seus movimentos, fortalecendo suas atividades motoras de forma progressiva, desenvolvendo com o tempo representações mais precisas. Por alguns, a produção de desenhos possui caráter divertido como forma de entretenimento, por outros, é utilizado para propósitos informativos fazendo uso de formas bidimensionais e tridimensionais, sendo ponte de esclarecimentos para construção de linhas de raciocínio de acordo com o objetivo do criador.

Com o avanço dos estudos de objetos tridimensionais por meio de construções de objetos sólidos surgiu o desenho técnico que segundo Santos (2016):

O renascimento marcou o surgimento dos primeiros desenhos técnicos e um dos grandes avanços em desenho técnico se deu com a geometria descritiva de Gaspard Monge (1746-1818), também chamada de teoria de monge ou geometria mongeana. Gaspard Monge, matemático francês, criou uma técnica de representação das superfícies tridimensionais (3D) dos objetos sobre a superfície bidimensional (2D) do papel, e esse método é usado até os dias atuais. (SANTOS, 2016, p.14).

Na educação básica, ensino superior e até no cotidiano, a produção de desenhos é um recurso fundamental como meio esclarecedor para entendimento de certas questões sejam elas apresentadas a um amigo, na escola ou trabalho. Sendo o desenho técnico uma técnica mais precisa que de acordo com French (1978), são aqueles produzidos nas indústrias, pelos engenheiros e pelos desenhistas, que em outras palavras, seria a linguagem gráfica que apresentam e assinalam suas ideias.

Pensando por este lado, o desenho técnico é uma ferramenta essencial ao estudo dos fenômenos naturais que são baseados por meio da observação e

experimentação. Associando o desenho técnico ao estudo da Física, é possível potencializar o poder instrutivo para uma orientação minuciosa e com maior exatidão através de desenhos didáticos.

O desenho didático pode ser entendido como um produto que utiliza diferentes meios de construção com a finalidade de obter a melhor interpretação possível daquilo que está sendo abordado e que necessita ser apresentado, seja ao estudante, professor ou até mesmo indivíduos com pouco ou nenhum conhecimento sobre determinada matéria. O desenho técnico trabalha por exemplo com: determinação de distâncias, projeções, planificações, vistas ortogonais, perspectivas, entre outros; que combinados com a ideia de um desenho didático associado ao ramo da Física é possível ter como consequência de forma natural a criação de um material instrutivo direcionado a este ensino.

No cotidiano o termo “saber desenhar” é associado ao indivíduo que nasceu com talento ou dom, contrariando a ideia real do aprimoramento de suas habilidades que ascende do seu esforço, determinação e horas dedicadas para aprender e aperfeiçoar uma nova habilidade. Nos casos que são indispensáveis a condução de uma informação mediante a construção de desenho com demanda didática, é notório os bloqueios e empecilhos gerados pela falta de conhecimento e destreza na aplicação de seus fundamentos básicos para criação de um material com caráter didático.

O desenho técnico por seguir normas e diretrizes faz com que todos os indivíduos se comuniquem numa mesma linguagem, produzindo ilustrações com representações em uma padronização técnica de qualidade em caráter instrutivo que de acordo com Sardelich (2006, p.459 apud LIMA p. 9-10), “as imagens não cumprem apenas a função de informar ou ilustrar, mas também de educar e produzir conhecimento”.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A tecnologia exerce uma função facilitadora nas diversas atividades, realizando processos manuais trabalhosos na maioria das vezes em menos tempo, mas longe do propósito de substituir a ação humana e no desenho técnico não é diferente. O desenho pode ser criado a mão livre ou através de um computador utilizando

softwares de desenho e projeto, como o Photoshop, Illustrator, entre outros (PACHECO; SOUZA-CONCÍLIO; PESSOA FILHO, 2017).

Para Kubba (2014), habitualmente o desenho técnico apresenta-se impresso em papel e nele pode ser representado um objeto, obra de arquitetura, da engenharia entre outros. E de acordo com Da Cruz (2013), desenho técnico é um meio preciso e formal de fornecer informações sobre o formato e dimensões que compõe objetos físicos.

Neste contexto, os conceitos são os mesmos sejam eles para produções por meios digitais fazendo uso da tecnologia ou dispendo de meios físicos, utilizando uma folha de papel, assim mantendo a qualidade e obedecendo as normas de criação, pois “os desenhos técnicos têm pouco valor se não podem ser reproduzidos satisfatoriamente” (KUUBA, 2014, p. 4). Com isso, pode-se afirmar que produzir representações com critérios de alta qualidade não depende dos meios tecnológicos mais caros ou sofisticado, e sim, da aplicação correta das normas, empregando o conhecimento técnico em meios materiais.

Dessa maneira, as normas são diretrizes, regras ou padrões para orientar o comportamento técnico de certas atividades, que na perspectiva de Santos (2016, p. 28) afirma que “o conjunto de normas brasileiras que regem o desenho técnico abrange questões referentes à representação de desenho, tais como: formatos de papel, tipos de linhas, escala, caligrafia técnica, cotação, legendas, dentre outros”.

## **2.1 Normas em vigor**

As instituições normativas cumpridoras dessas políticas de diretrizes e execução, utilizam-se de estruturas técnicas para se manter um padrão de qualidade que de acordo com Santos (2016):

Desenhos técnicos são normalizados no Brasil pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e internacionalmente pela ISO (International Organization for Standardization). As normas técnicas que regulam o desenho técnico são editadas pela ABNT, registradas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) como Normas Brasileiras (NBR) e estão em consonância com as normas internacionais aprovadas pela ISO (SANTOS, 2016, p.28).

Atualmente as normas com status em vigor, direcionadas ao desenho técnico podem ser conferidas na Tabela 1:

**Tabela 1:** Normas da ABNT para desenho técnico.

<b>Norma</b>	<b>Descrição</b>
NBR 17006:2021	Desenho técnico – Requisitos para apresentação de meios de projeção.
NBR 16861:2020	Desenho técnico – Requisitos para representação de linhas e escritas.
NBR 16752:2020	Desenho técnico – Requisitos para apresentação em folhas de desenho.
NBR 14611:2000	Desenho técnico – Representação simplificada em estruturas metálicas.
NBR 10126:1987 Errata 2:1998	Cotagem em desenho técnico – Procedimento.
NBR 12298:1995	Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico – Procedimento.
NBR 12288:1992	Representação simplificada de furos de centro em desenho técnico – Procedimento.
NBR 10126:1987 Errata 1:1990	Cotagem em desenho técnico – Procedimento.
NBR 11145:1990	Representação de molas em desenho técnico.
NBR 10126:1987 Versão corrigida:1998	Cotagem em desenho técnico – Procedimento.
NBR 8404:1984	Indicação do estado de superfície em desenhos técnicos – Procedimento.
NBR 13043:1993	Soldagem – Números e nomes de processo – Padronização.
NBR 7191:1982	Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado
NBR 6492:2021	Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos – Requisitos.

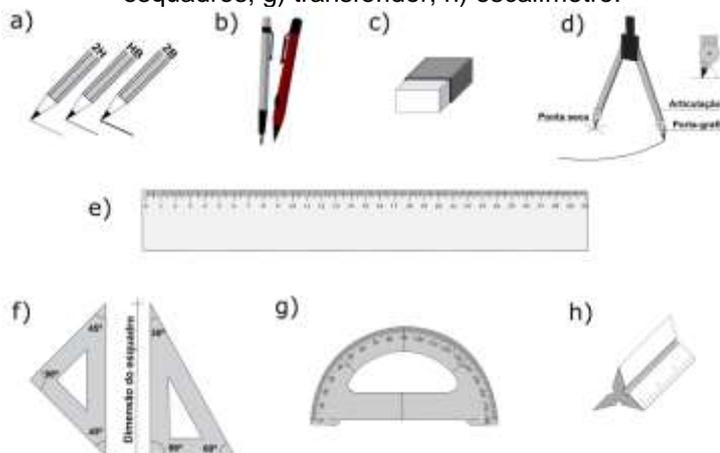
NBR ISSO 3864-1:2013	Símbolos gráficos – Cores e sinais de segurança. Parte 1: Princípios de design para sinais e marcações de segurança.
NBR 14646:2001	Tolerâncias geométricas – Requisitos de máximo e requisitos de mínimo material.
NBR ISSO 2768-1:2001	Tolerâncias gerais. Parte 1: Tolerância para dimensões lineares e angulares sem indicação de tolerância individual.
NBR ISSO 2768-2:2001	Tolerâncias gerais. Parte 2: Tolerâncias geométricas para elementos sem indicação de tolerância individual.
NBR 6409:1997	Tolerâncias geométricas – Tolerância de formas, orientação, posição e batimento – Generalidades, símbolos, definições e indicações em desenho.

Fonte: <https://www.abntcatalogo.com.br/>, 2022. Adaptado pelo autor, 2022.

## 2.2 Materiais para uso manual de desenho técnico

Muitas dúvidas podem surgir em saber quais são os materiais para se produzir um desenho técnico, que segundo Santos (2016), para sua construção é possível fazer uso de ferramentas específicas para tornar o trabalho mais simples, evidentemente obedecendo os fundamentos corretos. Na figura 1 apresenta os materiais de forma ilustrativa.

**Figura 1:** Materiais de desenho técnico – a) lápis; b) lapiseiras; c) borracha; d) compasso; e) régua; f) esquadros; g) transferidor; h) escalímetro.

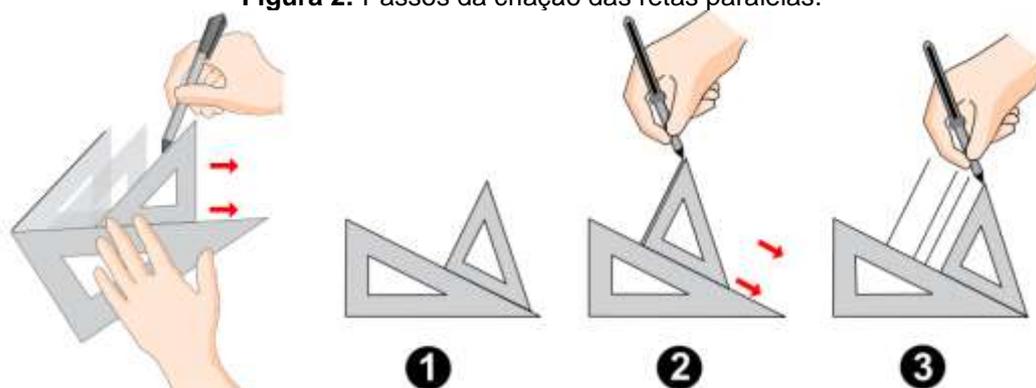


Fonte: Acervo do autor.

### 2.3 Criação de retas paralelas e perpendiculares

Para criação de retas paralelas apoie um esquadro sobre o outro, sendo deslocado para um local escolhido e tracejado a primeira reta; o mesmo procedimento é executado na segunda reta e assim sucessivamente (DA CRUZ, 2012). Na figura 2 mostra com clareza os passos da execução.

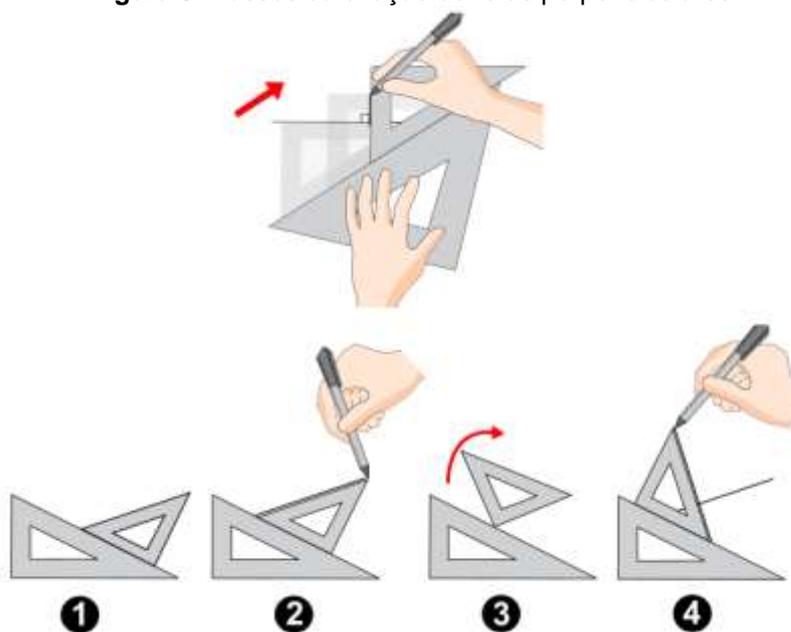
**Figura 2:** Passos da criação das retas paralelas.



Fonte: Acervo do autor.

Para criação de retas perpendiculares apoie um esquadro sobre o outro, trace a primeira reta; para a segunda reta execute um giro de  $90^\circ$  com segundo esquadro sobre o primeiro (DA CRUZ, 2012). É possível conferir de forma nítida na figura 3.

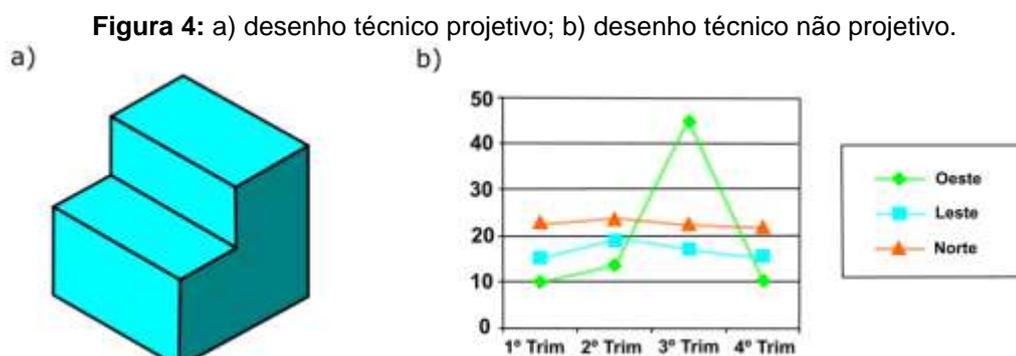
**Figura 3:** Passos da criação de retas perpendiculares.



Fonte: Acervo do autor.

## 2.4 Tipos de desenhos técnicos

Se classifica em dois tipos os projetivos e não projetivos, que conforme da Cruz (2013), os projetivos se encaixam nas projeções ortogonais, respectivamente objetos em 3D que possuem representações em diferentes pontos de vista; e os não projetivos que se enquadram nos fluxogramas, gráficos, diagramas, entre outros. A figura 4 apresenta um exemplo ilustrativos dos dois tipos.



Fonte: Acervo do autor.

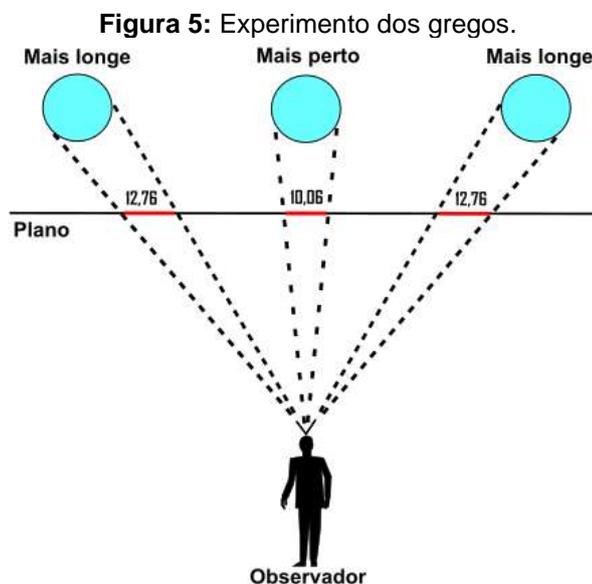
## 2.5 Perspectivas

“A perspectiva é uma representação gráfica de extrema utilidade para uma visão espacial de qualquer objeto. É particularmente usada em folhetos de divulgação de produtos e em publicidade” (SILVA, et al., 2006, p. 96). Por outro lado, Kubba (2014) afirma que:

As perspectivas normalmente não são utilizadas para fins de construção. No entanto, em alguns projetos executivos tais perspectivas são empregadas para apresentar informações que as vistas ortogonais por si só seriam incapazes de mostrar; outras situações podem exigir uma perspectiva essencialmente para complementar a vista principal. Essas perspectivas, diferente das projeções múltiplas, são projetadas para permitir que o observador veja em três dimensões principais dos objetos de projeção (KUBBA, 2014, p.89).

Desde da antiguidade, o ser humano procurava representar a realidade das pinturas, porém, nem sempre os resultados obtidos tinham a exatidão dos objetos que queriam retratar. Para os gregos a representação com exatidão e precisão estimulava os estudiosos, pois se aproximava da realidade. Os gregos executaram um experimento, em que consideraram um plano e um observador, e posicionaram um

mesmo objeto em diferentes lugares com o objetivo de representá-los (PACHECO; SOUZA-CONCÍLIO; PESSÔA FILHO, 2017). A figura 5 representa a representação do experimento.



Fonte: Acervo do autor.

Pacheco; Souza-Concílio e Pessoa Filho (2017) complementam falando que:

Os gregos então perceberam que, ao contrário do que viam no mundo real, os objetos mais distantes eram, no fim de contas, representados em tamanho maior do que os mais próximos. Havia, portanto, imenso interesse e um grande problema na busca pela forma ideal de representar os objetos tridimensionais no plano o mais fielmente possível à realidade.

No Renascimento, contudo, o interesse pela representação fiel intensificou-se. No período de transição entre a Idade Média e o Renascimento ocorreu o estabelecimento das regras de perspectiva com um ponto de fuga, o que alterou profundamente a arte e a arquitetura. Juntas, geometria e óptica mostraram que a representação da profundidade em objetos pressupunha o uso de linhas convergentes para representar as linhas paralelas no fundo físico.

Filippo Brunelleschi, arquiteto e escultor florentino, foi pioneiro no uso da técnica, inspirando uma série de artistas a incorporá-la a suas pinturas. Assim, a perspectiva, tão bem praticada pelos artistas renascentistas, tornou-se um dos principais fundamentos da pintura europeia até meados do século XIX, quando outras correntes, mirando qualidades artísticas além da fiel representação da realidade, difundiram-se.

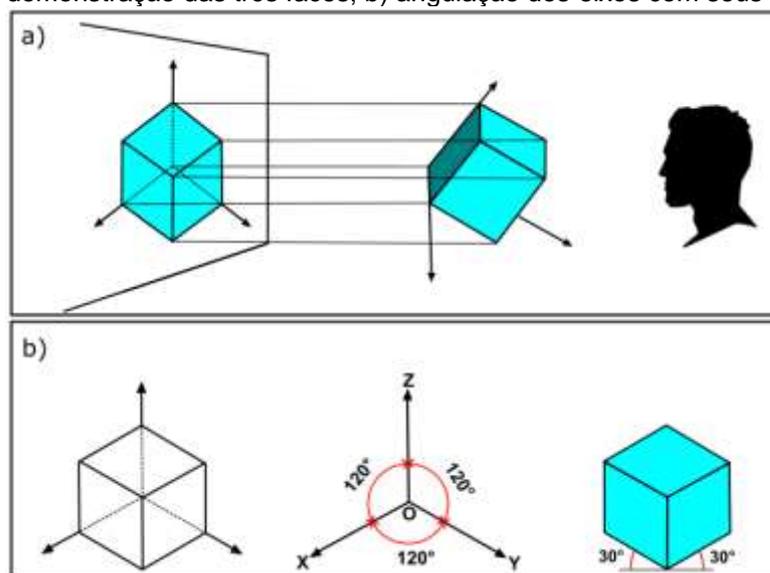
O maior mérito da perspectiva é representar a realidade tridimensional no plano de forma bastante próxima ao modo como a enxergamos. A perspectiva capta os fatos visuais e os consolida (ou os representa de forma fixa) a partir de conceitos geométricos, tomando como base um observador fixo por meio do qual aquela visão de mundo se constrói.

A palavra perspectiva vem do termo latino *perspicere*, cujo significado é "ver através de" (PACHECO; SOUZA-CONCÍLIO; PESSÔA FILHO, 2017, p.155-156).

### 2.5.1 Perspectiva isométrica

Na perspectiva isométrica os eixos possuem a mesma inclinação de  $120^\circ$  em relação ao plano de projeção; apresentando 3 faces, sendo elas a face frontal, a superior e lateral esquerda, que são conectadas sobre três eixos perpendiculares, sendo colocadas obliquamente proporcionando noções de altura, largura e comprimento referente as três dimensões (MICELI; FERREIRA, 2004). Sabendo que o ângulo de inclinação é de  $120^\circ$ , Silva et al. (2006, p. 99), complementam afirmando que “dentre todas as projeções axonométricas, a isométrica é a mais utilizada, principalmente porque não carece de coeficientes de redução ( $r = 1$ ) e os ângulos de fuga são ambos  $30^\circ$ , permitindo assim obter perspectivas verdadeiramente rápidas”. A figura 6 fornece com clareza a ilustração das três faces e a angulação dos eixos com seus graus de fuga.

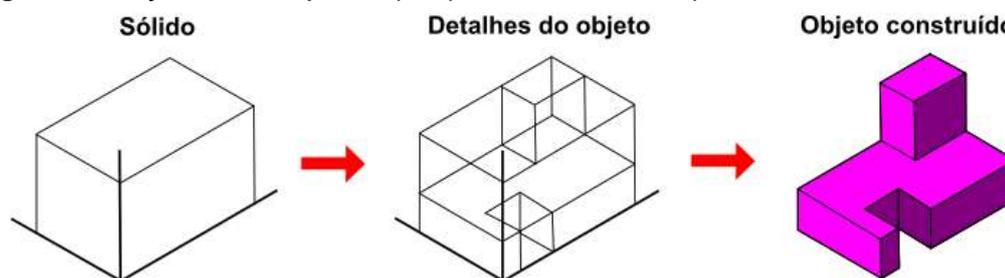
**Figura 6:** a) demonstração das três faces; b) angulação dos eixos com seus graus de fuga.



Fonte: Acervo do autor.

Para criação de um objeto na perspectiva isométrica tomamos como base um sólido, cujas medidas da largura, comprimento e altura estarão sobre os eixos. No sólido criado, são tracejadas linhas paralelas aos eixos referentes ao objeto que se deseja criar (MICELI; FERREIRA, 2004). Logo abaixo, é apresentado na figura 7 a criação de um objeto na perspectiva isométrica.

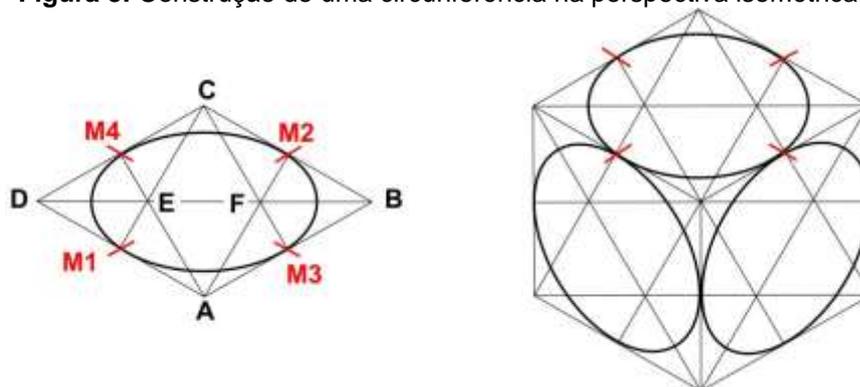
**Figura 7:** Criação de um objeto na perspectiva isométrica a partir de um sólido envolvente.



Fonte: Acervo do autor.

Para construção de uma circunferência na perspectiva isométrica não utilizamos utensílios usuais, e como nessa perspectiva a circunferência é uma elipse, aconselha-se a substituição da verdadeira elipse por uma falsa elipse (ou oval regular) de quatro centros. Sua produção inicia-se com um quadrado (ABCD); seguido da determinação de pontos médios; delineamento das linhas dos vértices com ângulos obtusos aos pontos médios gerando os pontos E e F; traçar arcos entre os pontos médios (AM4 e AM2; CM1 e CM3); por fim, determinar arcos menores de EM1 a EM4 e FM2 a FM3, para as outras faces realizar os mesmos métodos feitos anteriormente (MICELI; FERREIRA, 2004).

**Figura 8:** Construção de uma circunferência na perspectiva isométrica.



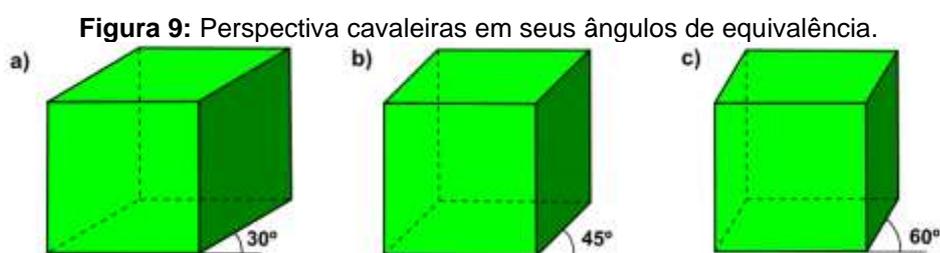
Fonte: Acervo do autor.

### 2.5.2 Perspectiva cavaleira

De acordo com Leake e Borgerson (2015), nessa perspectiva três faces são representadas e apenas uma das faces é retratada com sua verdadeira grandeza (mais complexa entre elas); na maioria das vezes a face frontal é aquela que aparece em verdadeira grandeza, sendo a mesma paralela ao eixo de projeção. A perspectiva cavaleira é uma projeção oblíqua axonométrica, podendo ser representada com

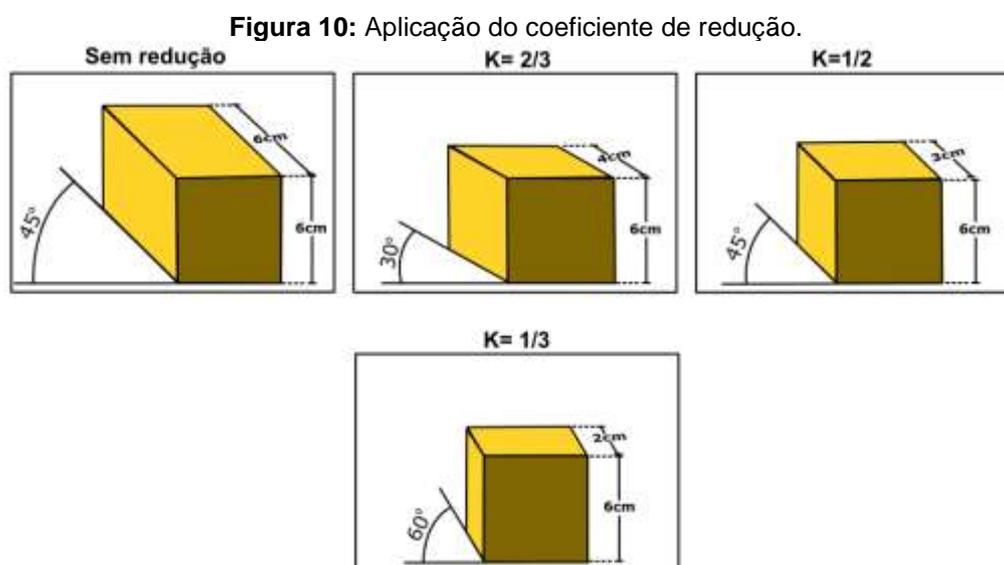
ângulos equivalentes  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$  e em relação a face paralela ao plano de projeção as principais medidas de contorno são apresentadas na mesma equivalência (DA CRUZ, 2012). De acordo com Kubba (2014), a projeção axonométrica é aquela que apresenta a ilustração de um objeto em um ponto de vista inclinado, revelando mais de uma lateral desta representação.

A projeção dos outros dois eixos (segundo e terceiro eixo) também respeitará a mesma proporção. A figura 8 mostra as três representações da perspectiva cavaleira.



Fonte: Acervo do autor.

Miceli e Ferreira (2004), informam que nos ângulos de  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$  é utilizado um coeficiente de alteração ou redução que chamaremos de “K”. Para possibilitar um aspecto mais agradável é empregado este coeficiente para não permanecer com uma forma alongada nos eixos que determinam a largura do nosso objeto. Esta redução varia de acordo com nosso ângulo de inclinação. Para uma inclinação de  $45^\circ$  é reduzido  $1/2$  da aresta; para  $30^\circ$  se aplica o valor de  $2/3$  e para  $60^\circ$  um valor de  $1/3$ . A figura 10 mostra a aplicação do coeficiente de redução.



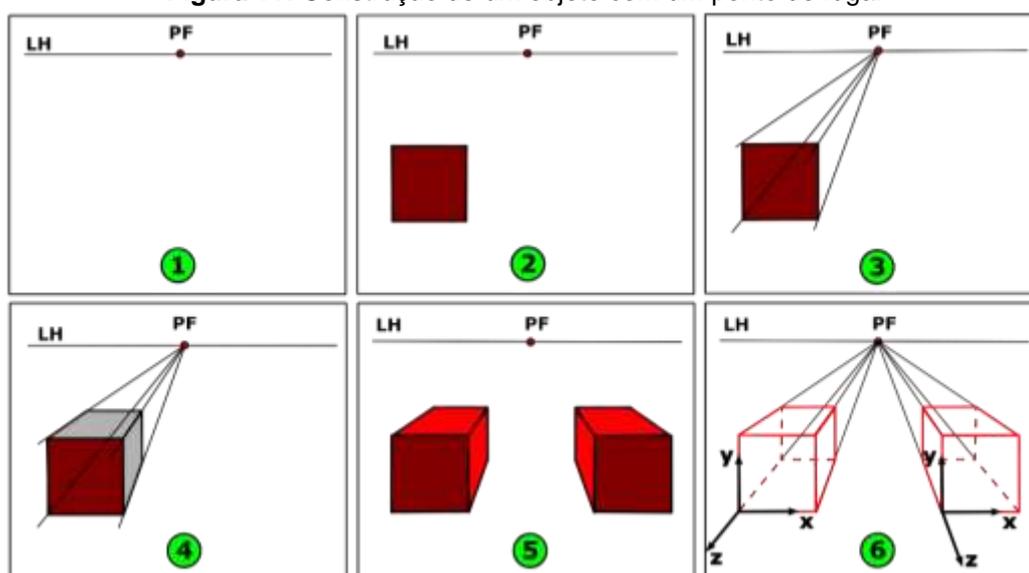
Fonte: Acervo do autor.

### 2.5.3 Perspectiva cônica

As perspectivas cônicas utilizam um, dois ou três pontos de fugas para onde as linhas de recuo se afastam sendo construído em uma superfície plana para representações em três dimensões; sendo em si, um método que não é visto com frequência, mesmo assim, é uma forma artística que dispõe de inúmeras informações. Os pontos de fugas são posicionados na linha do horizonte (linha horizontal) e suas linhas de recuo deixam de ser paralelas como em outras perspectivas. Nessa perspectiva, também são empregadas representações do tipo: paisagens, edificações, peças mecânicas, utensílios de cômodos, entre outros. Em resumo, nos deparamos com três tipos de perspectivas cônica: com um ponto de fuga, dois pontos de fuga e com três pontos de fuga (KUBBA, 2014). Conforme Pacheco; Souza-Concílio e Pessoa Filho (2017), relata que essa perspectiva tenta representar os objetos próximo a realidade que é observado por um humano.

Para criação da perspectiva com um ponto de fuga é preciso desenhar uma linha de horizonte (LH) e em seguida determinar um ponto em qualquer localidade desta linha, formando assim o ponto de fuga (PF), sendo posto no final da vista oferecendo profundidade na criação ao nível do observador. A linha horizonte pode estar acima ou abaixo do objeto e as linhas de recuo são esboçadas em direção ao ponto de fuga que foi criado na localização escolhida pelo elaborador (KUBBA, 2014). A figura 11 mostra os passos da construção da perspectiva.

**Figura 11:** Construção de um objeto com um ponto de fuga.

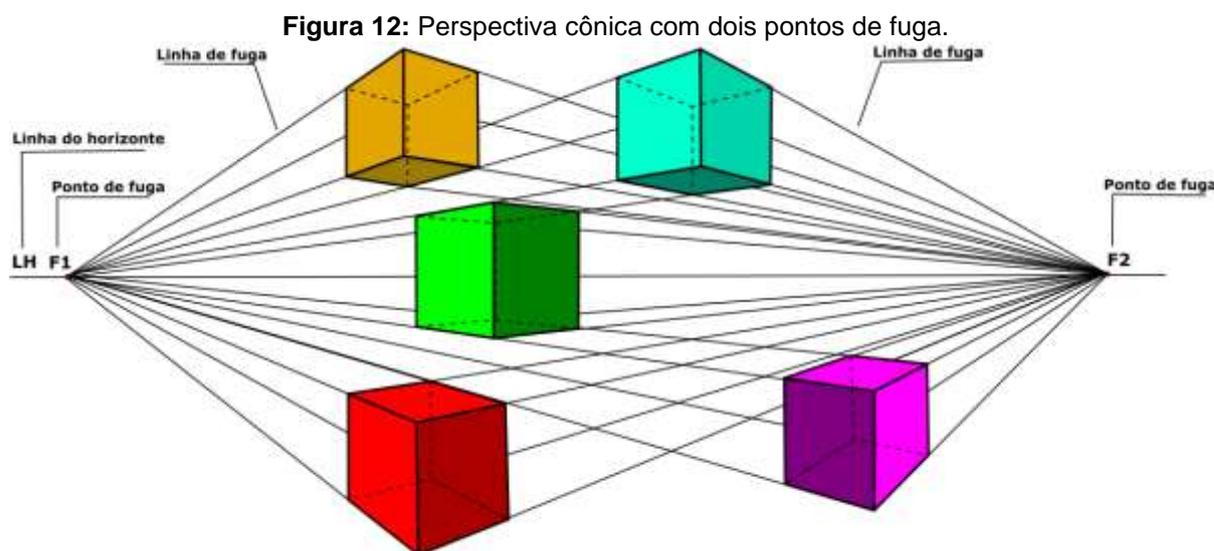


Fonte: Acervo do autor.

A vista que possui dois pontos de fuga fornece mais naturalidade, com um sistema em que o objeto converge para um dos pontos das linhas verticais paralelas entre si. Para sua construção Kubba (2014), descreve como desenhar um cubo nessa perspectiva:

1. Coloque dois pontos nas extremidades opostas da linha horizonte.
2. Desenhe a vista vertical do cubo. Se desenharmos a linha de terra embaixo da horizontal, teremos uma perspectiva como se estivéssemos olhando o objeto de cima. Para olhar o objeto de baixo, desenhe a vista vertical acima da linha do horizonte.
3. Desenhe linhas do alto da vertical que vão em direção a ambos os pontos de fuga. Repita o processo para a linha da terra.
4. Para completar os dois lados, desenhe as verticais posteriores.
5. Para desenhar o topo do cubo, desenhe linhas das verticais posteriores até os pontos de fuga opostos (KUBBA, 2014, pag. 96).

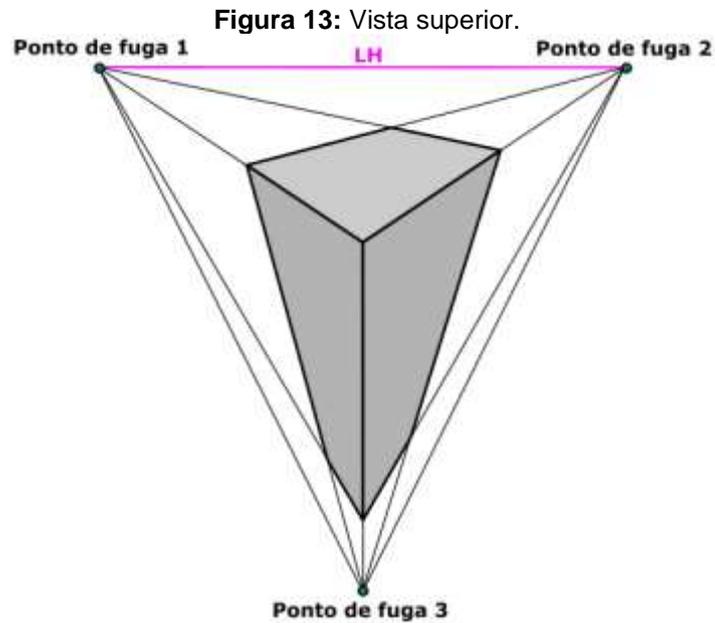
A figura 12 mostra uma ilustração da construção de alguns objetos na perspectiva com dois pontos de fuga.



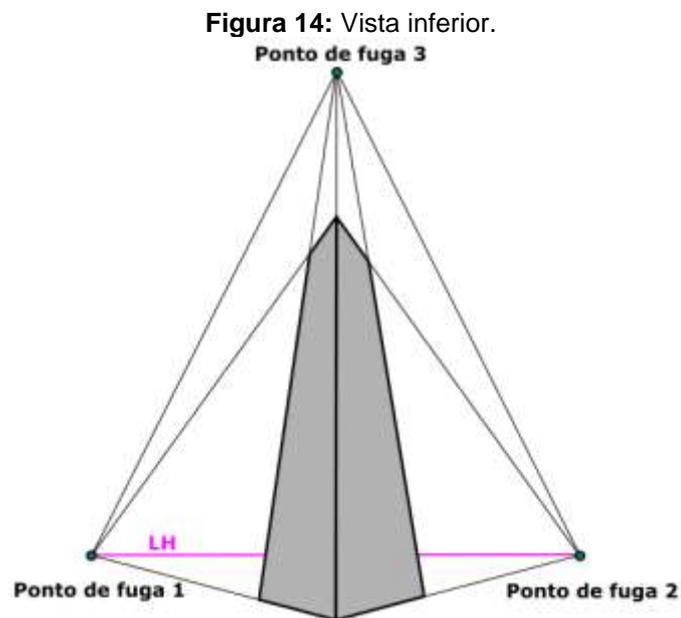
**Fonte:** Acervo do autor.

A perspectiva cônica com três pontos de fuga é utilizada com frequência para representar construções focando em sua vista superior e inferior. Em poucas palavras, podemos dizer que ela é um aprimoramento da perspectiva anterior, possuindo um terceiro ponto, que poderá ser criado acima ou abaixo desta mesma linha (LH), com as linhas de recuo direcionadas também a este terceiro ponto de fuga. Ela nos mostra uma visão de um observador bem próximo de um objeto sendo usada com mais frequência em edifícios nos possibilitando uma perspectiva particular de um

objeto alto (KUBBA, 2014). Na figura 13 e 14 é possível visualizar a perspectiva cônica com três pontos de fuga exibindo respectivamente a vista superior e inferior dessa perspectiva.



Fonte: Acervo do autor.



Fonte: Acervo do autor.

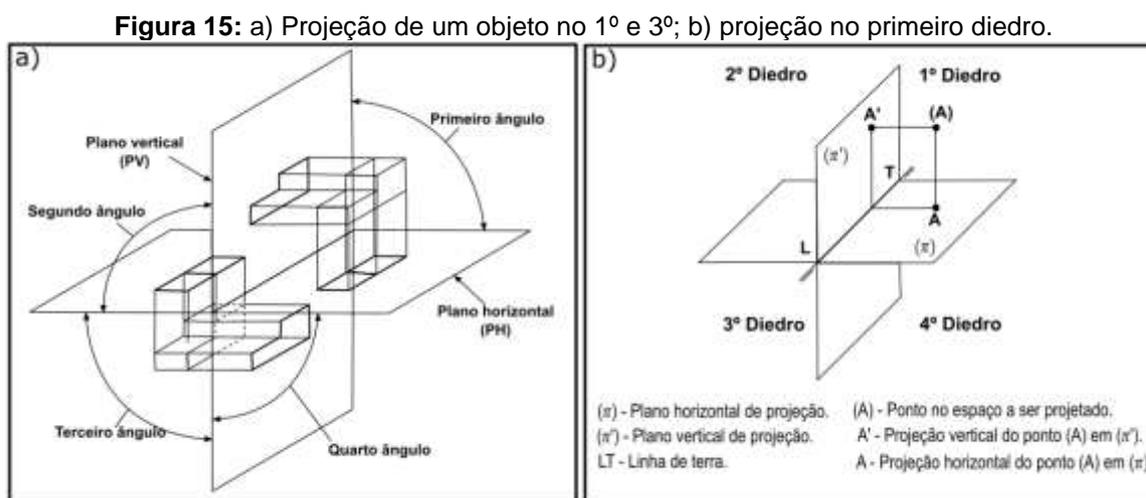
## 2.6 Projeção ortográfica (ortogonal)

A projeção ortográfica é a saída de muitos desenhistas quando se quer solucionar o maior problema de desenhar um objeto 3D sobre um plano 2D com

bastante clareza. O desenho deve expor de maneira clara e detalhada e de maneira dimensionada os projetos de todas as faces. Esta projeção pode ser dividida em duas formas: Primeiro diedro e terceiro diedro (KEN, 2016). Micelli e Ferreira (2004), complementam afirmando:

Dos quatro diedros formados pela interseção dos planos horizontal e vertical de projeção, apenas o 1º e 3º diedros são utilizados em desenho técnico. O 1º diedro é também denominado de sistema europeu de projeção, e o 3º diedro, de sistema americano de projeção (MICELI; FERREIRA, 2004, p. 38).

Com isso, é compreensível e indispensável ter conhecimento prévio de ambos os sistemas para uma interpretação destas linguagens em diferentes regiões do planeta. A figura 15 possibilita a visualização dos diedros de projeção em dois exemplos diferentes.

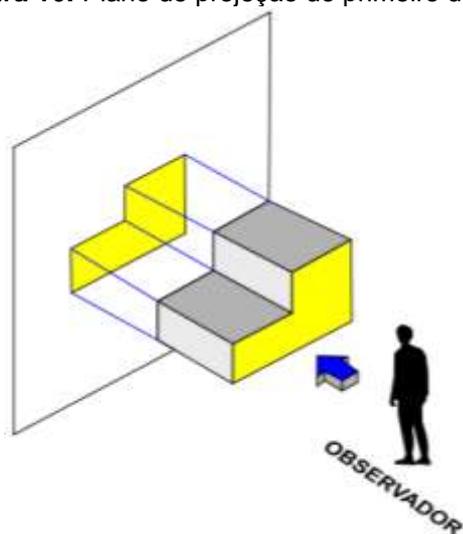


Fonte: Acervo do autor.

### 2.6.1 Vistas múltiplas

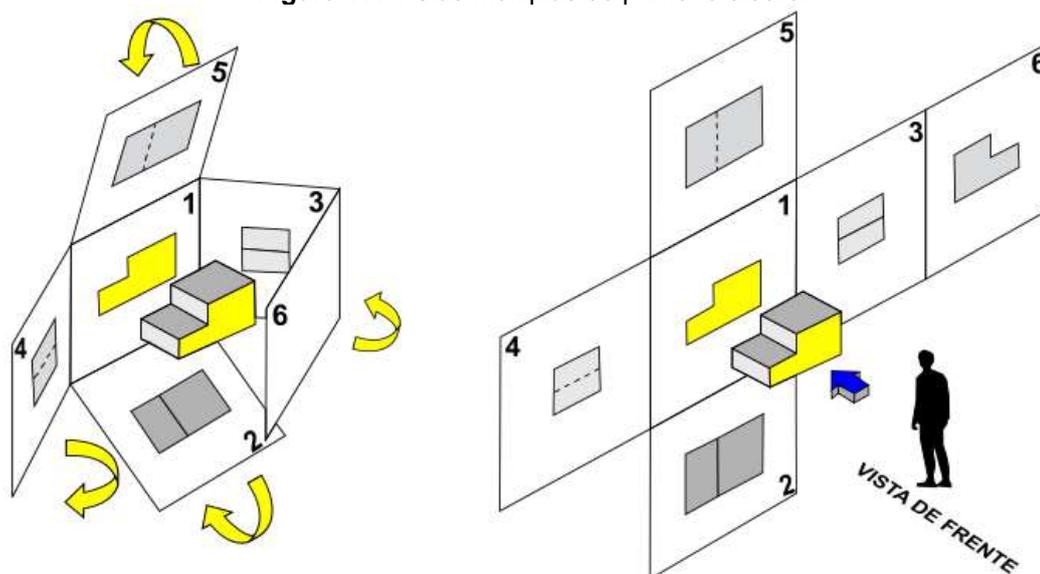
As vistas múltiplas fornecem todas as informações necessárias para construir um objeto; são caracteristicamente consideradas como os desenhos utilizados na engenharia que possui como principal objetivo a representação com fidelidade das dimensões (LEAKE; BORGERSON, 2015). Fazendo uso da projeção ortogonal é possível visualizar diferentes vistas do objeto, entre elas: frente, esquerda, direita, baixo, cima ou trás (KUBBA, 2014). Em relação ao primeiro diedro a figura 16 apresenta um plano de projeção e a figura 17 exhibe as vistas múltiplas.

**Figura 16:** Plano de projeção do primeiro diedro.



Fonte: Acervo do autor.

**Figura 17:** Vistas múltiplas do primeiro diedro.



1 - Vista frontal.

2 - Vista superior.

3 - Vista lateral esquerda..

4 - Vista lateral direita.

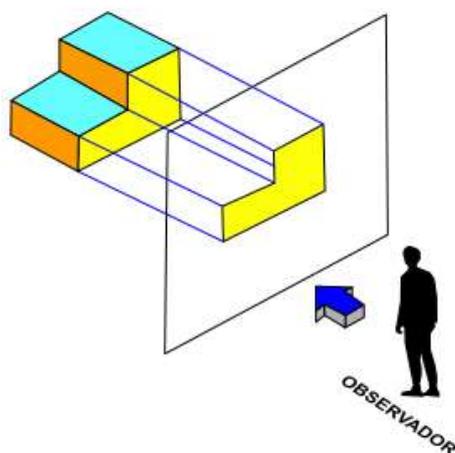
5 - Vista inferior.

6 - Vista posterior.

Fonte: Acervo do autor.

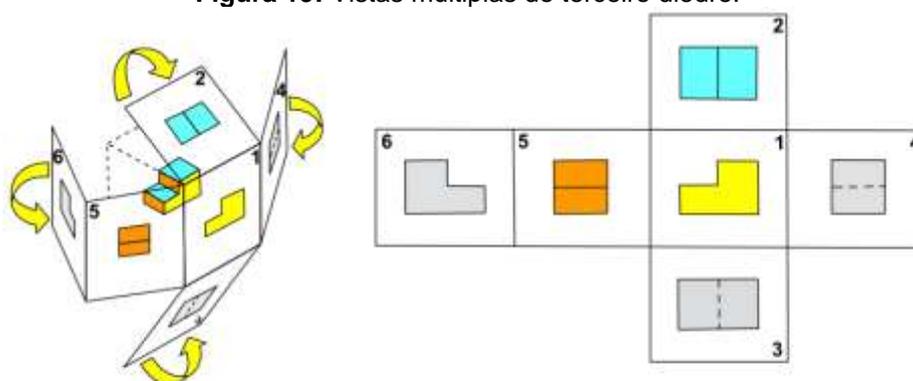
Em relação ao terceiro diedro a figura 18 apresenta um plano de projeção e a figura 19 exhibe as vistas múltiplas.

**Figura 18:** Plano de projeção do terceiro diedro.



**Fonte:** Acervo do autor.

**Figura 19:** Vistas múltiplas do terceiro diedro.



1 - Vista frontal.  
2 - Vista superior.  
3 - Vista inferior.

4 - Vista lateral direita.  
5 - Vista lateral esquerda.  
6 - Vista posterior.

**Fonte:** Acervo do autor.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de um estudo básico exploratório de caráter qualitativo. Foi realizado uma pesquisa bibliográfica em artigos e livros dispostos suas publicações entre os anos de 1978 e 2022, entre diversas áreas do conhecimento. O intervalo amplo entre os anos se deu pelas especificidades da temática ainda continuarem as mesmas, bem como a escassez de material de fácil acesso e de credibilidade para o âmbito acadêmico.

A ideia surgiu pela necessidade de construir materiais didáticos que possam ser sobrepostos em diferentes meios, mantendo o padrão de qualidade e a satisfação do produto final por meio do desenho técnico. Por outro lado, seu desenvolvimento

ocorreu na criação de desenhos que fossem direcionados ao ensino de Física utilizando procedimentos para facilitar o entendimento e a linguagem transmitida pelas ilustrações seguindo uma forma acessível e compreensível a todos.

Dentre os procedimentos utilizados destacam-se o ensinamento dos tipos de perspectivas que abordam diferentes pontos de vistas, entre elas: a isométrica, a cavaleira ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ) e a cônica. Para o esclarecimento da formação de figuras em um plano a partir de figuras fora deste plano, foi abordado a projeção ortogonal, bem como as vistas múltiplas.

Desta forma, foram selecionados alguns conteúdos para se empregar todo conhecimento adquirido e abordado neste trabalho para produção de material didático através das metodologias disponíveis no desenho técnico direcionados ao ensino de Física.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como já apontado, o desenho técnico é uma forma de comunicação que transmite as informações do autor, sendo um método indispensável para a clareza e interpretação de projetos sejam eles bidimensionais ou tridimensionais. Se aplicado os conceitos de forma correta, pode-se produzir materiais de forma didática para qualquer campo de estudo da Física, seja ela a clássica ou a moderna. Este conhecimento é aberto a qualquer público que possua interesse em aprender e aplicar em seus estudos com a finalidade de aprimorar seus projetos.

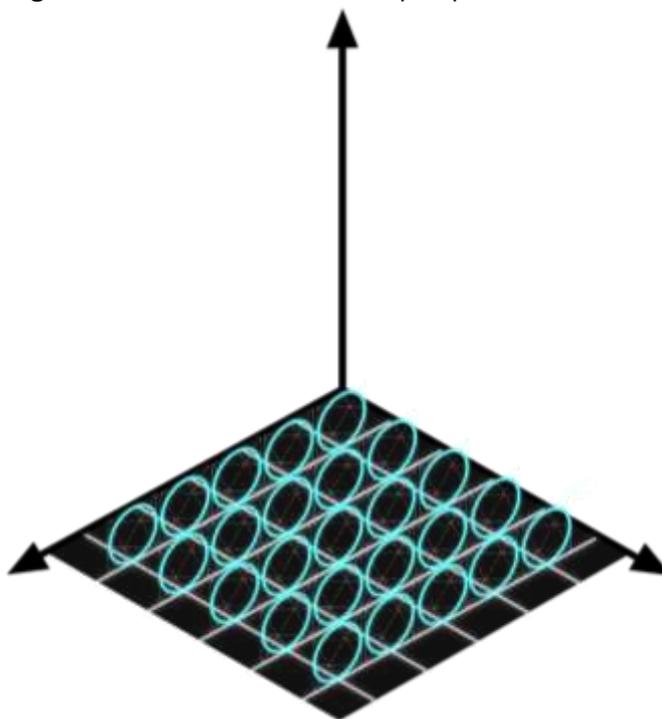
### **4.1 Aplicação na teoria das cordas**

A interpretação do universo pode ser baseada de maneira sucinta em duas teorias, sendo elas a teoria da relatividade geral de Albert Einstein e a mecânica quântica; cada um com seus domínios e com seus grupos de leis, trabalhando-as separadamente de forma sublime e o oposto em conjunto, permitindo assim estudos desde coisas pequenas como partículas subatômicas até coisas extremamente grandes como galáxias. Surgiu então, a necessidade de uma teoria que englobasse estes dois campos, descrevendo todas as forças do universo; chamado de teoria das cordas. Esta teoria afirma que a menor estrutura da matéria é um filamento vibrante e minúsculo de energia chamada de corda, sendo esses filamentos um ponto central

para união da mecânica quântica e a relatividade geral de Albert Einstein. É também, enunciado a possibilidade de dimensões escondidas não visíveis a olho nu, que mergulhando neste mundo microscópico, diminuindo a escala manifesta-se uma dimensão circular e curvada em cada ponto do espaço (GREENE, 2001).

A ilustração dessa dimensão circular e curvada foi criada através da perspectiva isométrica utilizando eixos com ângulos de  $120^\circ$ . Foi denominado os eixos, em seguida foi traçados as linhas paralelas para construir o tecido da superfície; a cada ponto foi aplicado a regra da criação da circunferência, respeitando o ponto de vista isométrico. A figura 20 mostra o desenho final desta ilustração.

**Figura 20:** Dimensão circular na perspectiva isométrica.



Fonte: Acervo do autor.

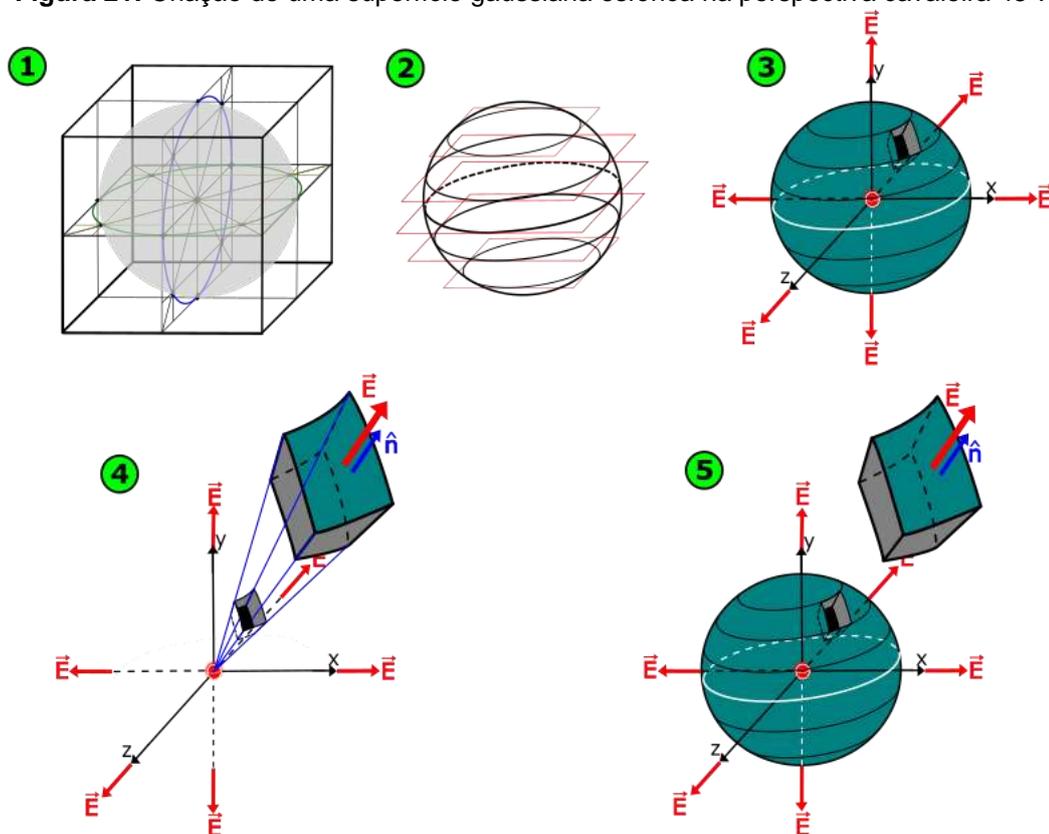
## 4.2 Superfície Gaussiana

A superfície Gaussiana pode ser definida como aquela superfície fechada que pode ser representada em três dimensões (3D), empregada nos estudos do Eletromagnetismo, sendo bem eficiente através da Lei de Gauss para apuração de resultados referentes ao campo elétrico e fluxo elétrico. Segundo Halliday; Resnick e Walker (2012), confirmam que:

Para certas distribuições simétricas de cargas, podemos poupar muito mais trabalho usando uma lei conhecida como lei de Gauss, descoberta pelo matemático e físico Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Em vez de considerar os campos  $d\vec{E}$  criados pelos elementos de carga de uma dada distribuição de cargas, a lei de Gauss considera uma superfície fechada imaginária que envolve a distribuição de cargas. Essa superfície gaussiana, como é chamada, pode ter qualquer forma, mas a forma que facilita o cálculo do campo elétrico é a que reflete a simetria da distribuição de cargas. Se a carga está distribuída homogênea em uma esfera, por exemplo, usamos uma superfície gaussiana esférica [...] (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012, p. 50).

A figura 21 mostra os passos da construção de uma superfície gaussiana esférica homogênea, que possui uma carga pontual (ou puntiforme) positiva em seu centro; utilizando os conceitos abordados na perspectiva cavaleira 45°, juntamente com os aprendizados adquiridos na perspectiva cônica que faz uso dos pontos de fuga.

**Figura 21:** Criação de uma superfície gaussiana esférica na perspectiva cavaleira 45°.

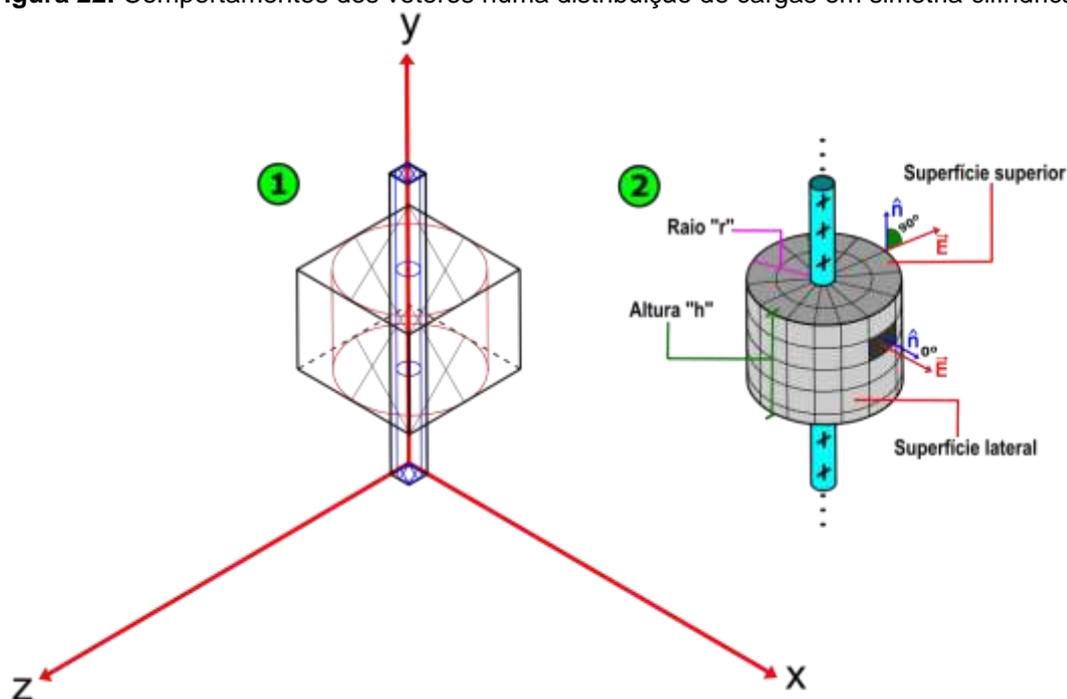


**Fonte:** Acervo do autor.

### 4.3 Distribuição de cargas em simetria cilíndrica

No exemplo a seguir, é considerado um fio reto e longo; carregado com densidade linear e uniforme de cargas, de tal maneira, que é impossível medir seu comprimento (infinito). Este fio, está eletrizado e para sua produção foi criado um sólido envolvente para suas bases cilíndricas utilizando a perspectiva isométrica. Fazendo uso da mesma perspectiva, foi formado uma superfície gaussiana através de um molde de um cubo, ocasionando ao final um novo sólido geométrico (cilindro). O fio gera um campo elétrico na direção radial sendo paralelo ao vetor normal formando um ângulo de  $0^\circ$ ; na superfície superior o campo é perpendicular a normal, formando um ângulo de  $90^\circ$ . A figura 22 ilustra o comportamento destes vetores.

**Figura 22:** Comportamentos dos vetores numa distribuição de cargas em simetria cilíndrica.



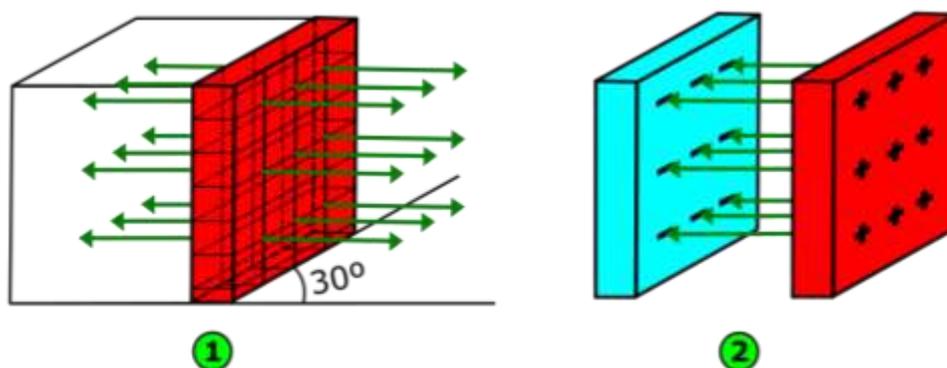
Fonte: Acervo do autor.

### 4.4 Campo elétrico entre duas placas

No modelo a seguir, é necessário considerar que existem duas placas condutoras paralelas e infinitas, carregadas com densidade superficial uniforme de cargas, mas com sinais opostos. Para construção da primeira placa, utilizou-se a perspectiva cavaleira ( $30^\circ$ ) com um molde inicial de um cubo. Foi repetido o mesmo processo para construção da segunda, totalizando duas placas. A figura 23 mostra o

comportamento das linhas de campo de um campo elétrico uniforme, direcionadas da placa positiva para negativa, sendo as mesmas paralelas entre si.

**Figura 23:** Comportamento do campo elétrico entre duas placas na perspectiva cavaleira 30°.



Fonte: Acervo do autor.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção adquirida pelas impressões teóricas e práticas da pesquisa a respeito da aplicabilidade do desenho técnico para construção de material didático para o Ensino de Física são evidentes. Conteúdos que tinham paradigmas quanto suas representações, complexidades e custosos para se ilustrar; tornam-se mais compreensíveis e técnicos em suas produções. Percebeu-se que, com o tempo correto para aprimorar uma nova habilidade articulado com o uso do desenho técnico pode-se alcançar produtos finais de alto padrão de qualidade.

Dessa forma, com base nos resultados alcançados, foram obtidos uma apuração positiva e bem promissora, inclusive, fornecendo a possibilidade da continuidade de sua aplicabilidade, analisando e pesquisando formas de melhoria para o aprimoramento do objetivo da pesquisa. Assim, o desenho técnico atingiu seu propósito como ferramenta auxiliadora para construção de material didático para Ensino de Física de forma simples e estimuladora, para que outros possam testar e empregar através da educação.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/normagrid.aspx>>. Acesso em: 06/03/2022.
- COSTA, Ricardo. **Desenho Técnico para Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)**. 1ª edição. Quântica Editora, 2018.
- DA CRUZ, Michele David. **Desenho Técnico para Mecânica – Conceitos, Leitura e Interpretação**. 1ª edição. Editora Érica, 2012.
- DA CRUZ, Michele David. **Desenho Técnico**. 1ª edição. Editora Érica, 2013.
- FRENCH, Thomas E. **Desenho Técnico**. 19ª edição. Editora Globo, 1978.
- GREENE, Brian. O universo elegante: supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva. **Companhia das Letras, São Paulo**, 2001.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo. Vol. 3**. 9ª Edição. Editora LTC, 2012.
- KEN, Morling. **Desenho técnico e geométrico**. 3ª Edição. Editora Alta Books. Rio de Janeiro, 2016.
- KUBBA, Sam AA. **Desenho Técnico para Construção: Série Tekne**. 1ª edição. Bookman Editora, 2014.
- LEAKE, James M.; BORGERSON, Jacob L. **Manual de desenho técnico para engenharia: Desenho, modelagem e visualização**. 2015.
- LIMA, Cristiane Rodrigues. **O uso da leitura de imagens como instrumento para a alfabetização visual**. Consultado a, v. 28, n. 01, 2015.
- MICELI, Maria Teresa; FERREIRA, Patricia. **Desenho Técnico Básico**. 2ª edição. Editora Ao Livro Técnico, 2004.
- PACHECO, Beatriz de Almeida; SOUZA-CONCÍLIO, Ilana de Almeida; PESSÔA FILHO, Joaquim. **Desenho Técnico**. 1ª edição. Editora Intersaberes, 2017.
- PORTO, Valdênia de Sousa; ALVES, Flávia da Silva. **ACESSIBILIDADE E DESENHO UNIVERSAL NO BRASIL**. In: Anais da VII Mostra de Pesquisa em Ciência e Tecnologia DeVry Brasil. **Anais...** BELÉM, CARUARU, FORTALEZA, JOÃO PESSOA, MANAUS, RECIFE, SALVADOR, SÃO LUÍS, SÃO PAULO, TERESINA: DEVRY BRASIL, 2016. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/viimostradevry/30022-ACESSIBILIDADE-E-DESENHO-UNIVERSAL-NO-BRASIL>>. Acesso em: 12/01/2022.
- SANTOS, Cleudiane Soares. **Desenho Técnico**. 1ª edição. Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2016.

SILVA, Arlindo et al. **Desenho Técnico Moderno**. 4ª Edição. Editora LTC. Rio, 2006.