



Pós-Graduação Interunidades
Instituto de Física da USP

SIMETRIAS E O EXPERIMENTO DE ORSTED

André K. F. Ferrazo

andre.k.ferrazzo@gmail.com

Viviana da Cruz Vicente

vivianavic@usp.br

Índice

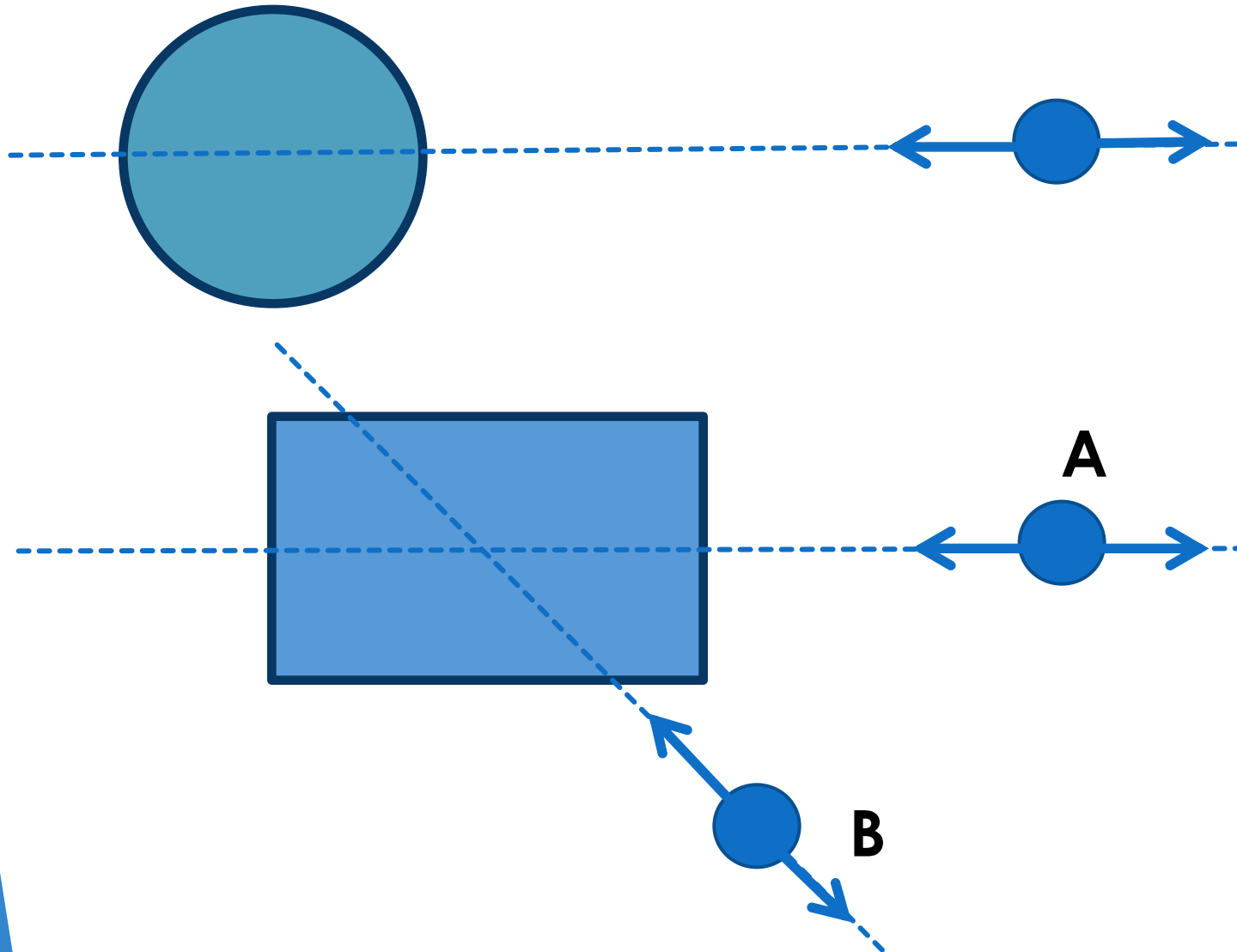
- Contextualizando a Simetria;
- Princípio de Curie;
- Simetrias;
- A experiência de Ørsted;
- Uma possível discussão sobre Representações de Grandezas na Física;

Contextualizando a Simetria



Parece-nos óbvio que a balança permanecerá em equilíbrio se os pesos sobre os pratos forem iguais e ela se desequilibrará caso exista uma diferença entre estes pesos.

Contextualizando a Simetria

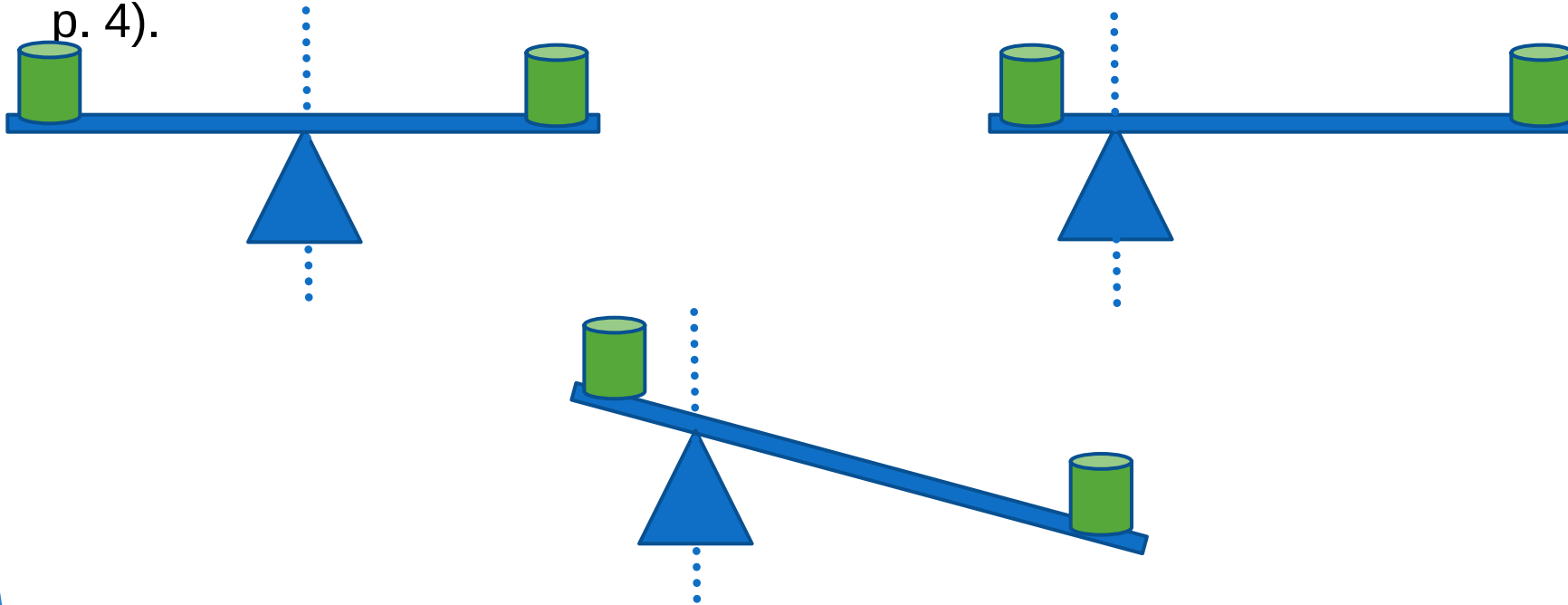


Imaginando duas esferas carregadas não é preciso usar nenhuma lei do eletromagnetismo para chegar na conclusão em qual direção ocorrerá as forças.

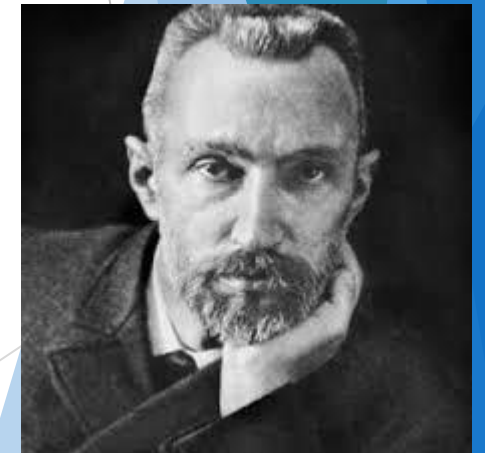
Para o caso de figuras planas, no caso **B** não é evidente em qual direção ocorrerá a força mas podemos afirmar que será no mesmo plano que contém as duas figuras.

Princípio de Curie

“Raciocínio de simetria são comuns na física e muitas vezes nem nos damos conta daquilo que está por trás desses argumentos”(SILVA, 2006, p. 4).



“O que é necessário é que certos elementos de simetria não existam, ou seja, é a assimetria que cria o fenômeno” (SILVA, 2006, p. 5).



“A simetria das causas se mantém nos efeitos” (CURIE, 1894, apud. SILVA, p. 5).

Auguste Bravais (1811-1863)



Físico de origem francesa e mineralogista. Além de ser professor de física e também de astronomia. Estabeleceu uma teoria segundo a qual as moléculas do cristais se encontram dispostas em redes tridimensionais.

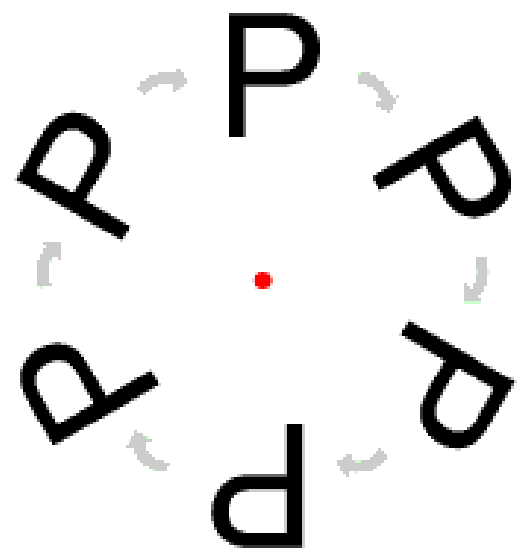
Simetria

*“Em termos geométricos, considera-se **simetria** como a semelhança exata da forma em torno de uma determinada linha reta (eixo), ponto ou plano”.*

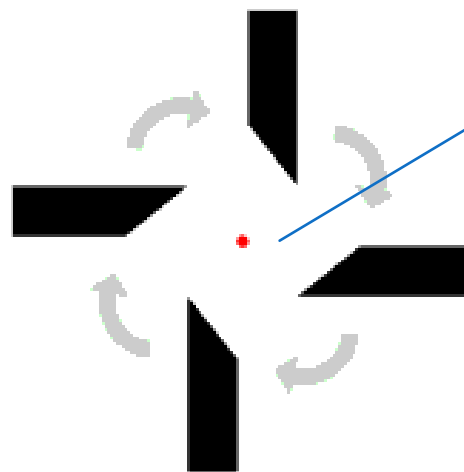
Fonte: <cristal.iqsc.usp.br/files/simetriapontual1.ppt>. Data de acesso: 06/04/2019.

Tipos de simetria:

Centrais ou Rotacionais....



Disponível
em: [http://www.dmm.im.ufrj.br/projeto/projetoc/prec
alculo/sala/conteudo/capitulos/cap21s3.html](http://www.dmm.im.ufrj.br/projeto/projetoc/prec
alculo/sala/conteudo/capitulos/cap21s3.html). Data
de acesso: 05/04/2019.



Disponível
em: [http://www.dmm.im.ufrj.br/projeto/projetoc/prec
alculo/sala/conteudo/capitulos/cap21s3.html](http://www.dmm.im.ufrj.br/projeto/projetoc/prec
alculo/sala/conteudo/capitulos/cap21s3.html). Data
de acesso: 05/04/2019.

Em relação a
um ponto...

Simetria bilateral



Disponível em:

<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=493&evento=3>. https://Data de acesso: 08/04/2019.



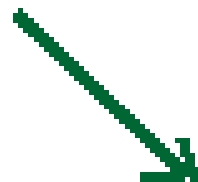
Disponível em:

<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=493&evento=3>. https://Data de acesso: 08/04/2019.

Translação

[before translation]

R



R

[after translation]

Mover o objeto
sem girar...

Disponível em:

<http://homes.dcc.ufba.br/~frieda/pedagogiadeprojetos/conteudos/mosaicopronto/osquatro.htm>.

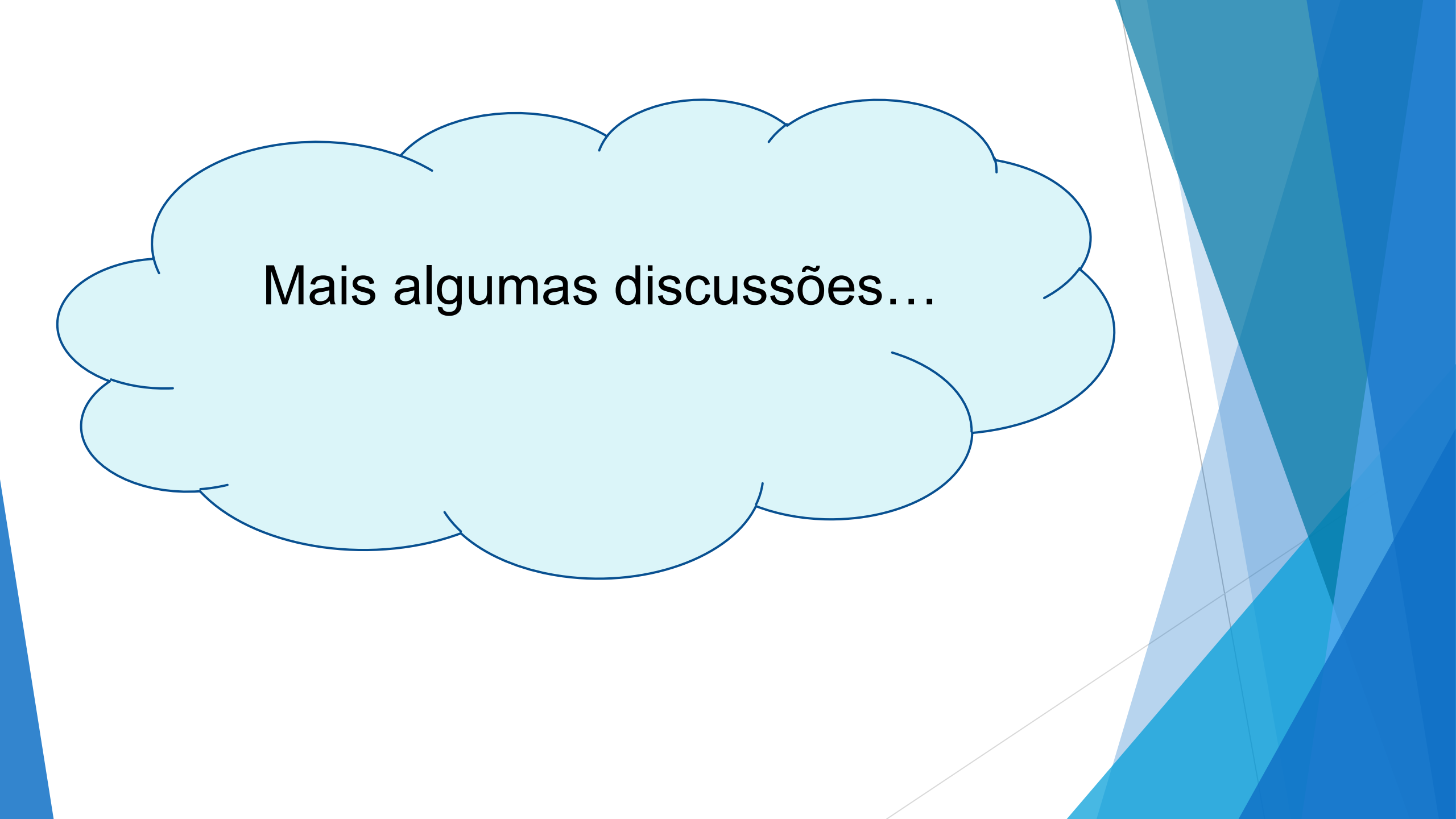
Data de acesso: 05/04/2019.

Reflexão

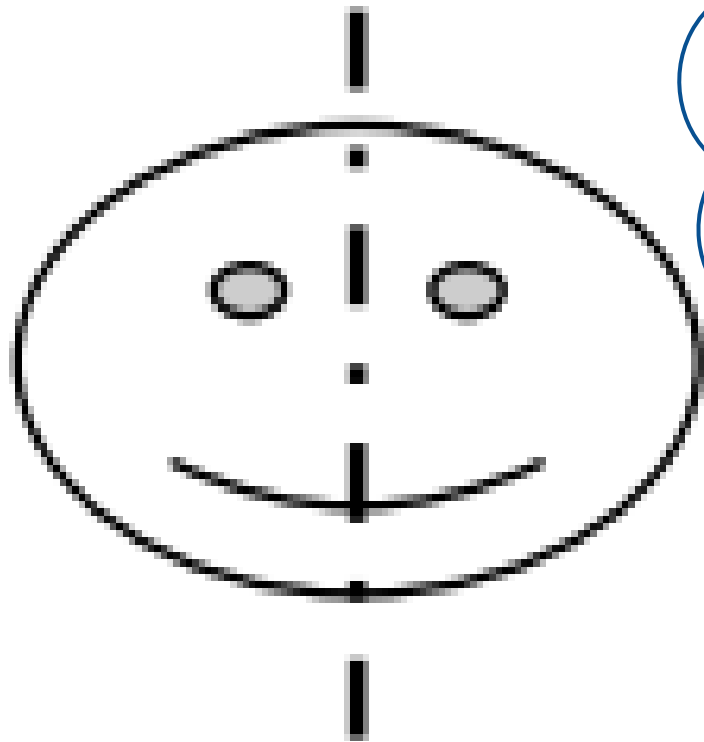
[before reflection] **R** [after reflection] **Я**

Um exemplo de reflexão de uma imagem produzida por um espelho plano.

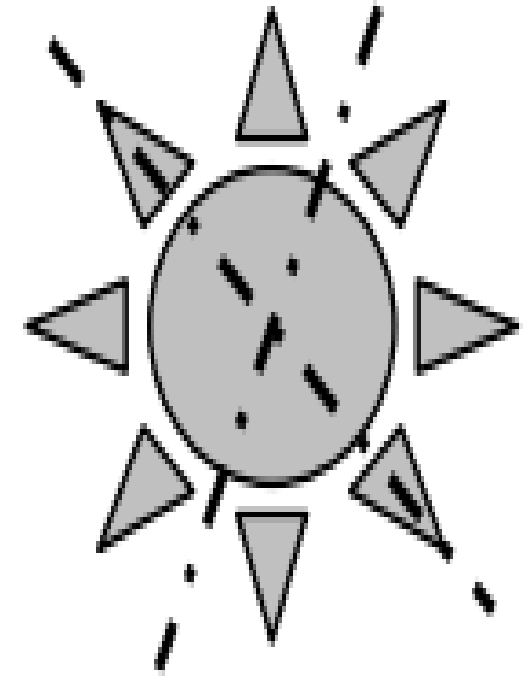
Disponível em: <http://homes.dcc.ufba.br/~frieda/pedagogiadeprojetos/conteudos/mosaicopronto/osquatro.htm>. Data de acesso: 05/04/2019.



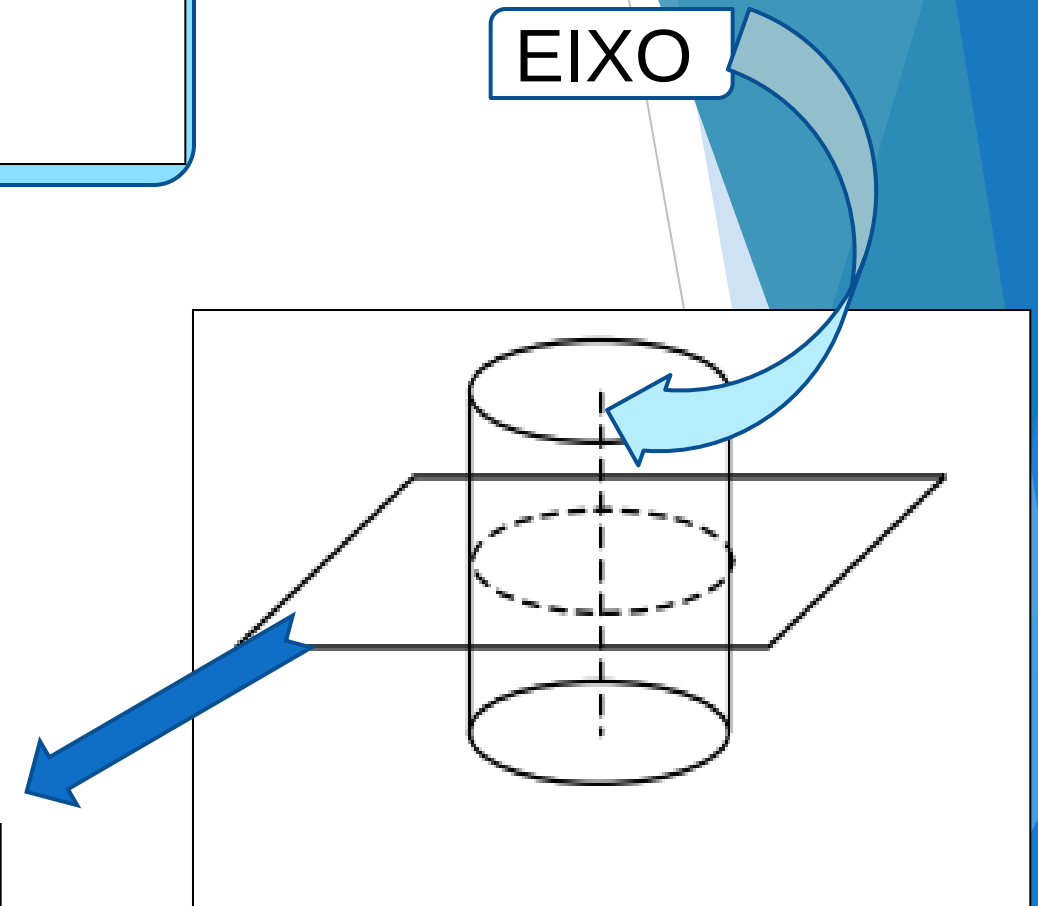
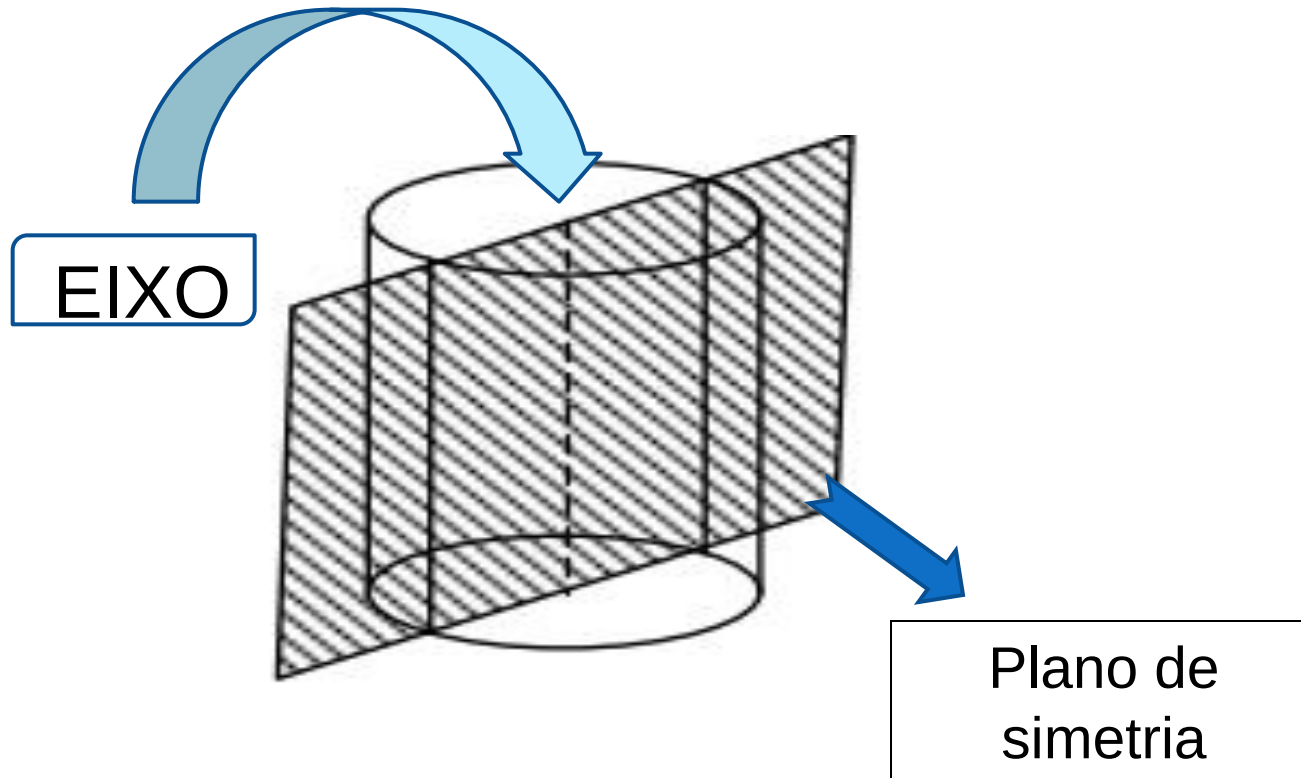
Mais algumas discussões...



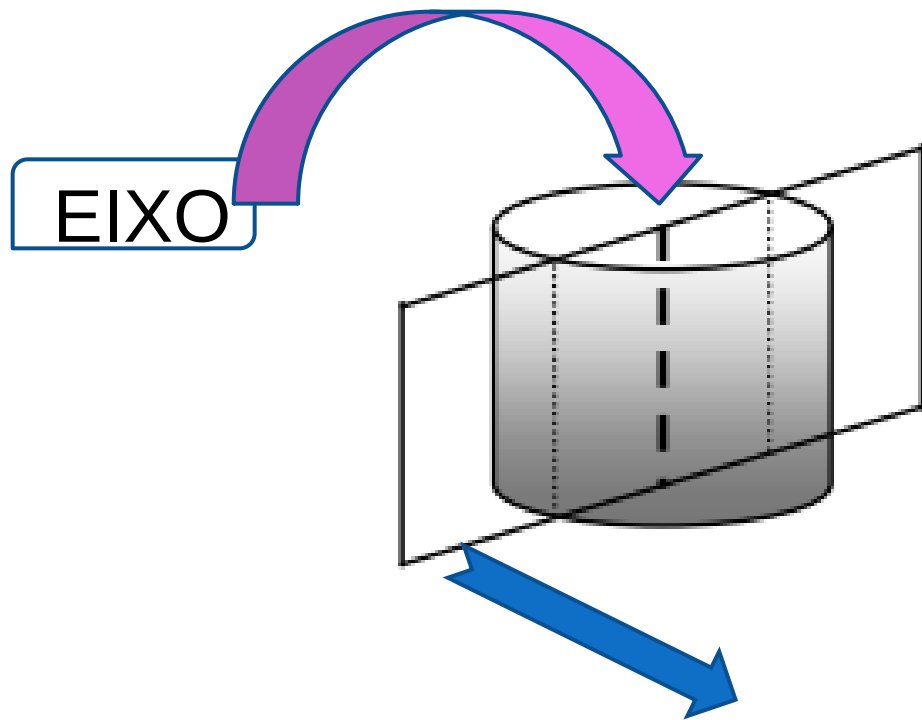
Quais os outros
tipos de simetrias
encontramos nas
imagens
apresentadas?



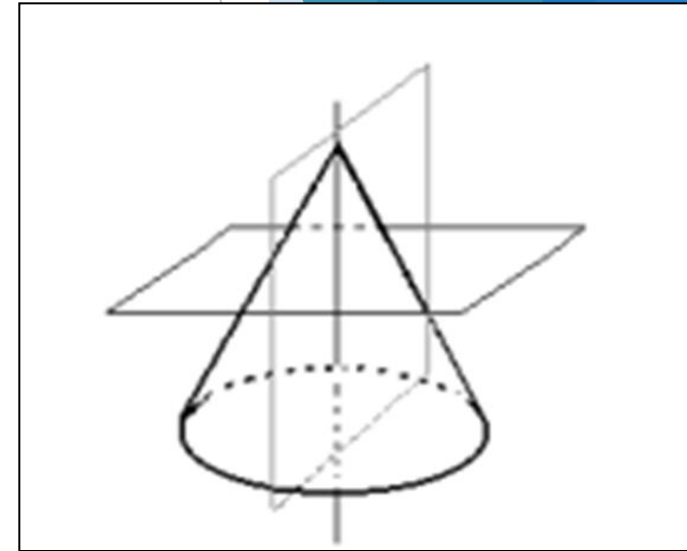
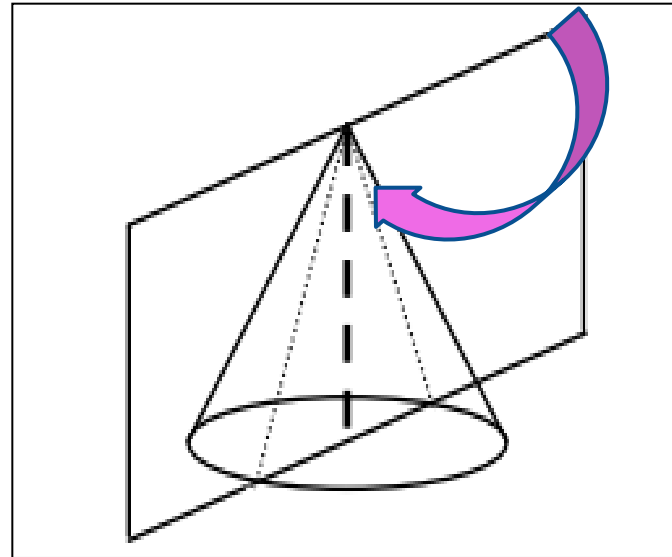
Plano de simetria de um cilindro homogêneo e parado



Plano de simetria de um cilindro não homogêneo e de um cone



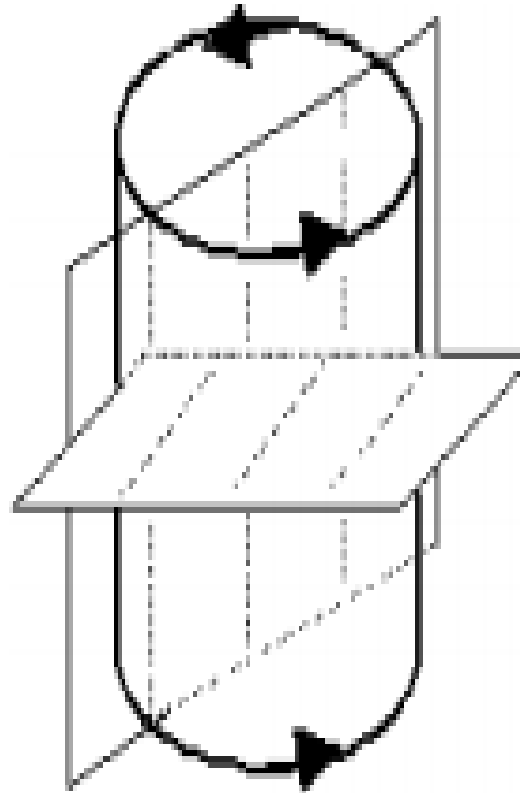
EIXO



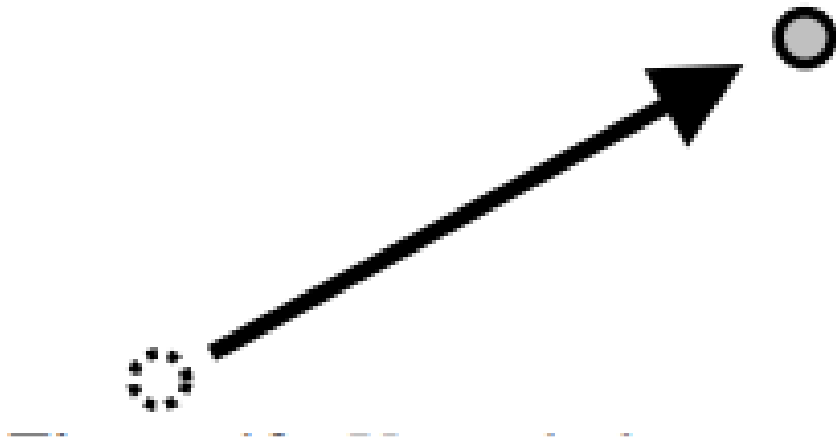
Plano de
simetria

Cilindro homogêneo em rotação

Não é simétrico em relação ao plano que contém o eixo.



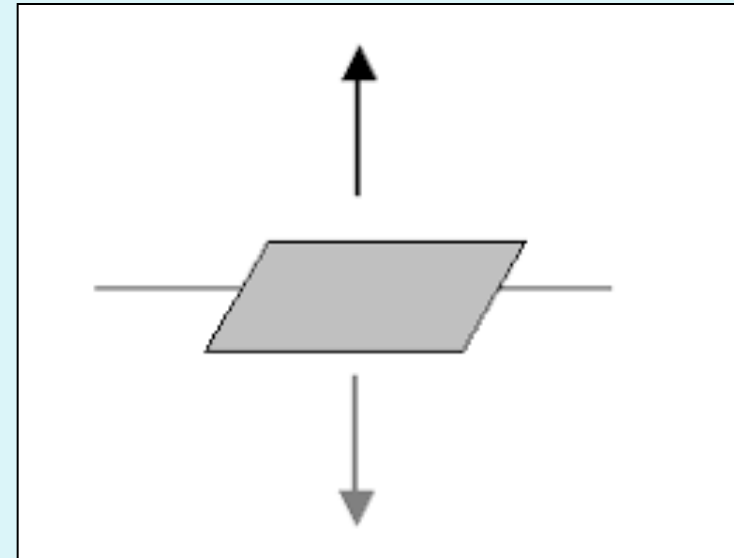
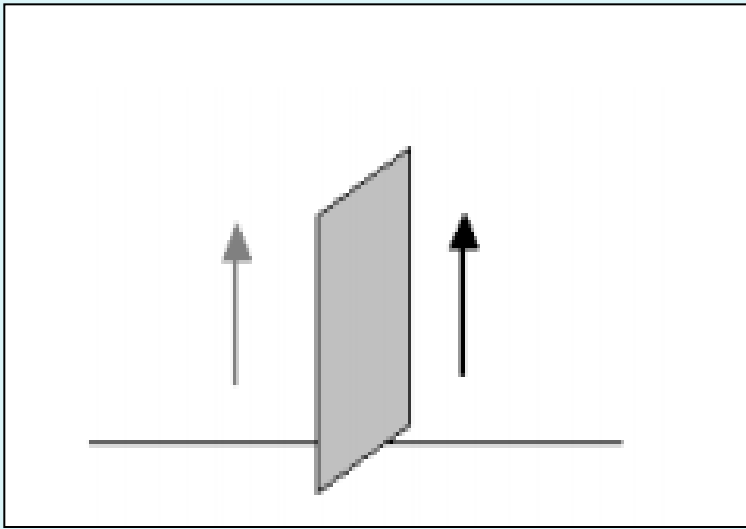
Vetor deslocamento e simetria polar



Pode ser pensado como um segmento de reta que une a posição inicial e final...

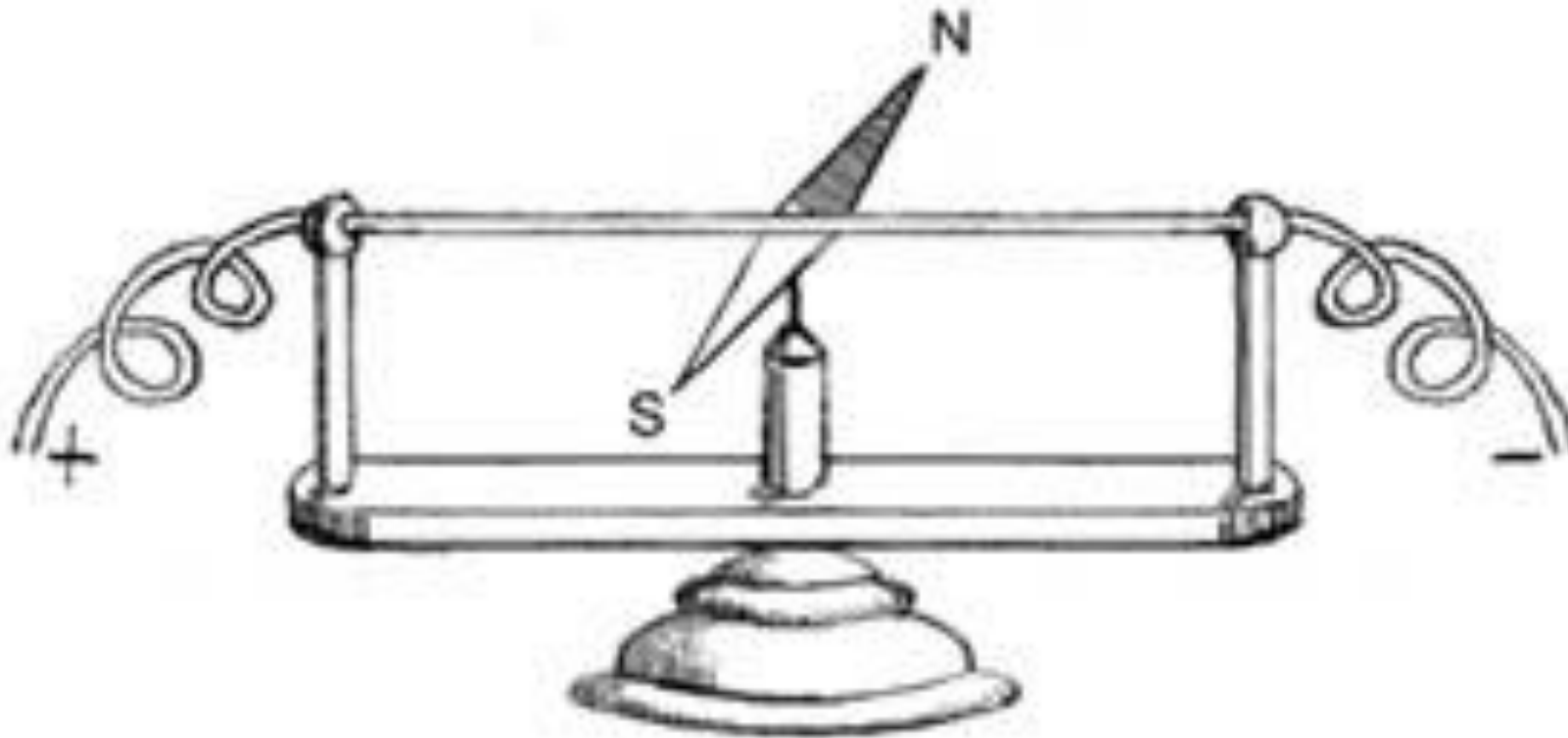
Vetor polar...

Campo
Elétrico



Vetores polares: deslocamento, velocidade, força, etc.

A experiência de Ørsted e uma nova simetria relacionada ao fenômeno magnético



Disponível em:
<http://www.maquinascientificas.es/07experimento%20oersted.htm>. Data de acesso: 11/04/2019.

Hans Christian Ørsted (1777-1851)

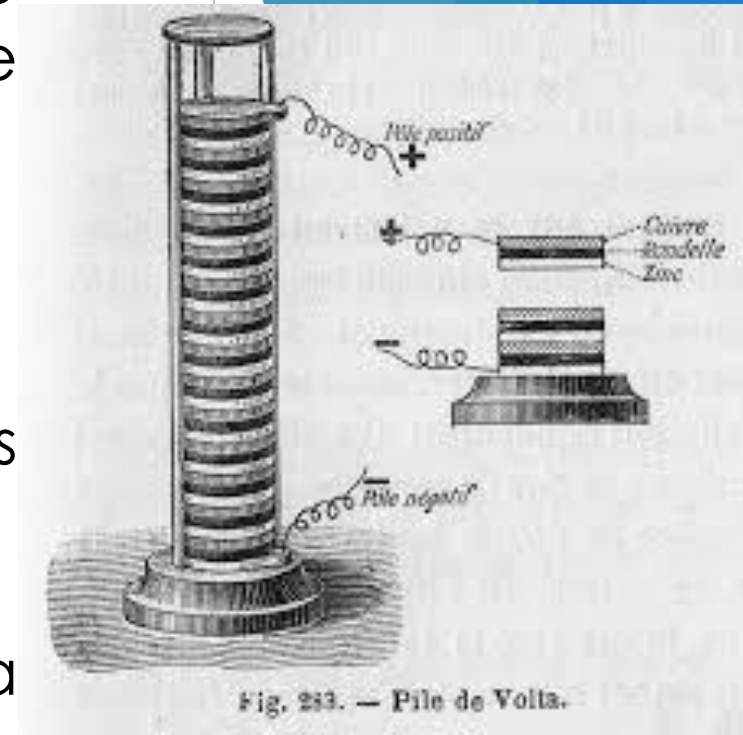


- Nascido em 14 de agosto de 1777 na Dinamarca.
- Letramento e estudo de Física e Química na infância por meio dos pais e Vizinhos.
- Ingressou na Universidade em Copenhague aos 17 anos onde se graduou como farmacêutico.
- Doutorou-se em Filosofia onde fez uma descrição crítica das ideias de Kant sobre a filosofia Natural.
- Tornou-se Farmacêutico adjunto na Faculdade de Medicina.
- Recebeu Bolsa de Estudos no Exterior.
- Tornou-se Professor de Física na Universidade.
- Foi nomeado Secretário Vitalício da Academia de Ciências de Copenhague.
- Tornou-se primeiro diretor da Escola Politécnica de Copenhague.

Disponível em:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Auguste_Bravais. Data de
acesso: 05/04/2019.

Precedentes da Descoberta

- ❑ Observação dos fenômenos elétricos como descargas de raios influenciando no movimento de bússolas.
- ❑ O surgimento e a popularização da Pilha de Volta.
- ❑ Tentativa de Estabelecer uma Unidade entre os Fenômenos Físicos.
- ❑ Concepção dos efeitos das forças a partir da Mecânica Newtoniana.



Hipóteses iniciais

- Semelhança entre as simetrias dos fenômenos elétricos e magnéticos.
- Efeito Magnético radial ao fio condutor.
- Efeito Magnético paralelo ao fio condutor.
- Efeito Magnético ocorrendo no plano que contém a agulha e o fio condutor.

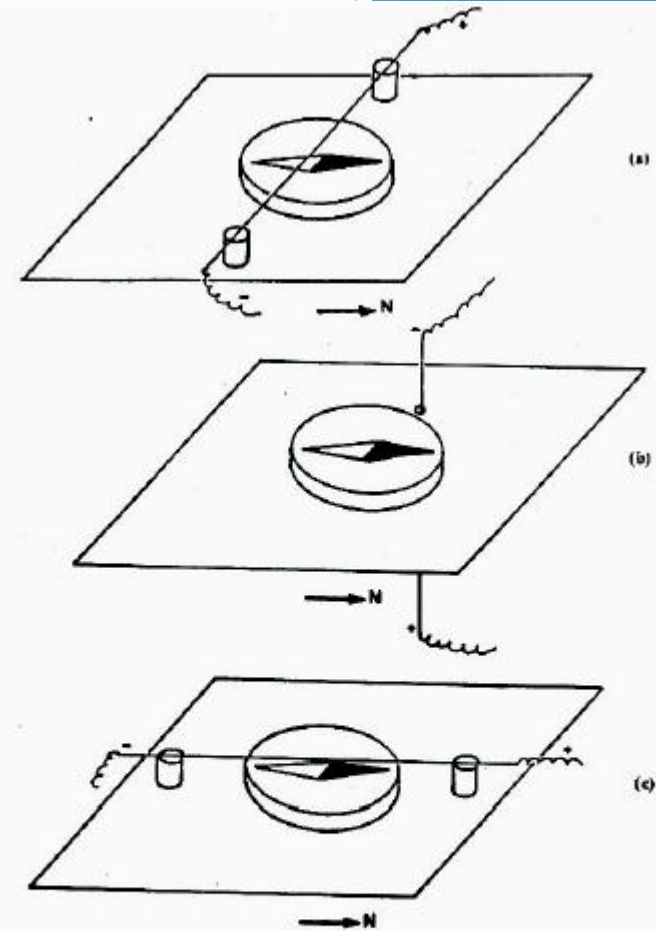


Figura 1. De acordo com as conjecturas mais naturais da época de Ørsted, poder-se-ia esperar que a agulha de uma bússola girasse, por efeito de uma corrente elétrica, quando o fio estivesse perpendicular à bússola (a) ou quando fosse aproximado de um dos pólos da bússola, lateralmente, perpendicular a seu plano de rotação (b). O efeito só foi observado, no entanto, colocando-se o fio paralelo à agulha (c).

A Descoberta

Em 1820, após cerca de 60 séries de experimentos, de vários tipos, Ørsted publica então o primeiro artigo que evidência sua descoberta.

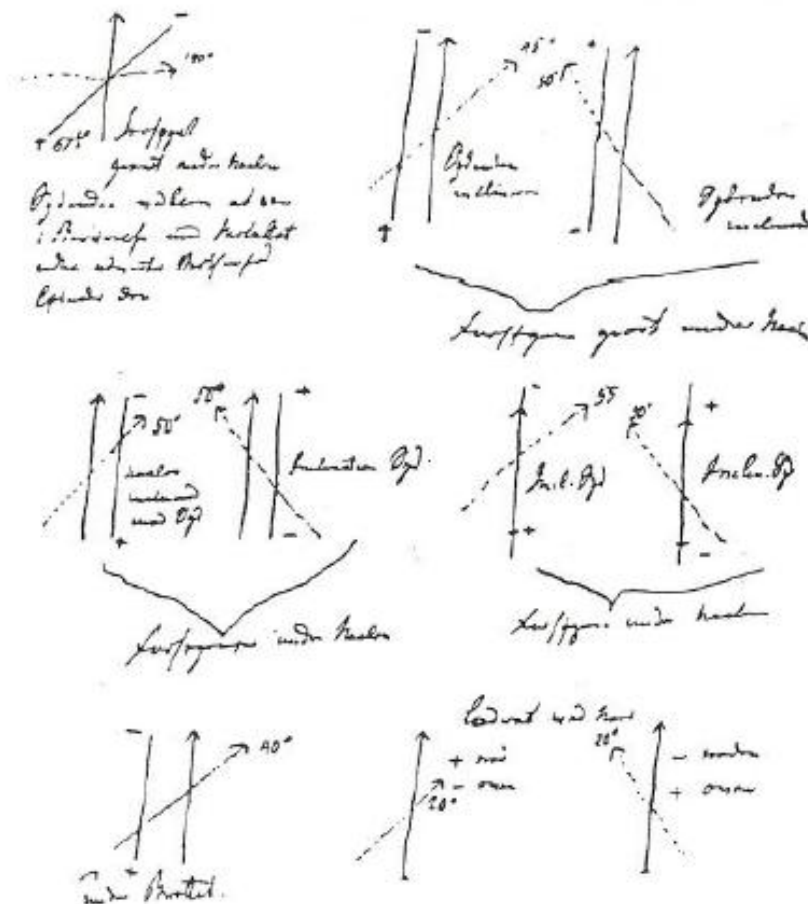
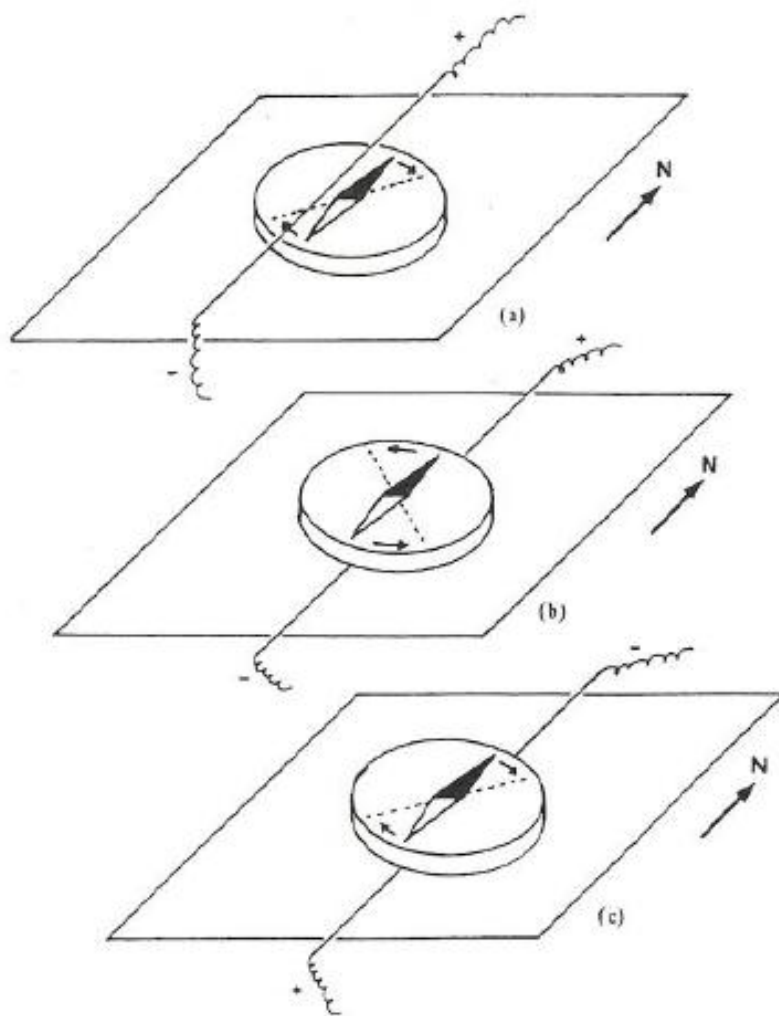


Figura 2. Esboços de Ørsted relativos a seus experimentos de 1820 (extraídos de FRANKSEN, Ørsted, capa). Os diagramas mostram variações da experiência, em que o fio era colocado acima ou abaixo da bússola, paralelo à agulha ou oblíquo, com a corrente em um sentido ou em outro. As setas representam a agulha (a linha tracejada indica a posição da agulha magnética quando o fio está sendo percorrido pela corrente elétrica).

A Descoberta

Experiências Sobre o Efeito do Conflito Elétrico sobre a Agulha Magnética 121

Consideremos agora a razão de todos esses fenômenos¹⁷.

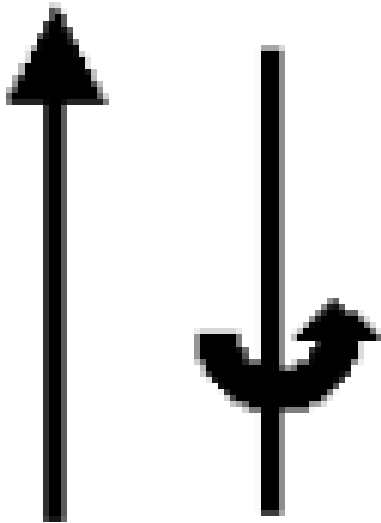
O conflito elétrico apenas atua sobre as partículas magnéticas da matéria. Todos os corpos não-magnéticos parecem ser permeáveis ao conflito elétrico; mas os [corpos] magnéticos, ou suas partículas magnéticas, resistem à passagem desse conflito magnético, o que faz com que possam ser movidas pelo ímpeto das forças em luta¹⁸.

As observações expostas mostram que o conflito elétrico não está confinado ao fio condutor, mas está amplamente disperso no espaço circunjacente a ele.

Também se pode concluir das observações que esse conflito age por rotações [gyros], pois parece que essa é a condição sem a qual não se pode compreender que a mesma parte do fio de conexão, colocado abaixo do pólo magnético o leve para leste, e colocado acima dele o mova para oeste; pois tal é a natureza da rotação, que movimentos em partes opostas possuem direções opostas. Além disso, pareceria que um movimento de rotação, unido a um movimento progressivo dirigido segundo o comprimento do condutor, deveria formar uma linha conchoidal ou espiral ou seja, em hélice, mas isso, se não me engano, não contribui para a explicação dos fenômenos explicados até agora¹⁹.



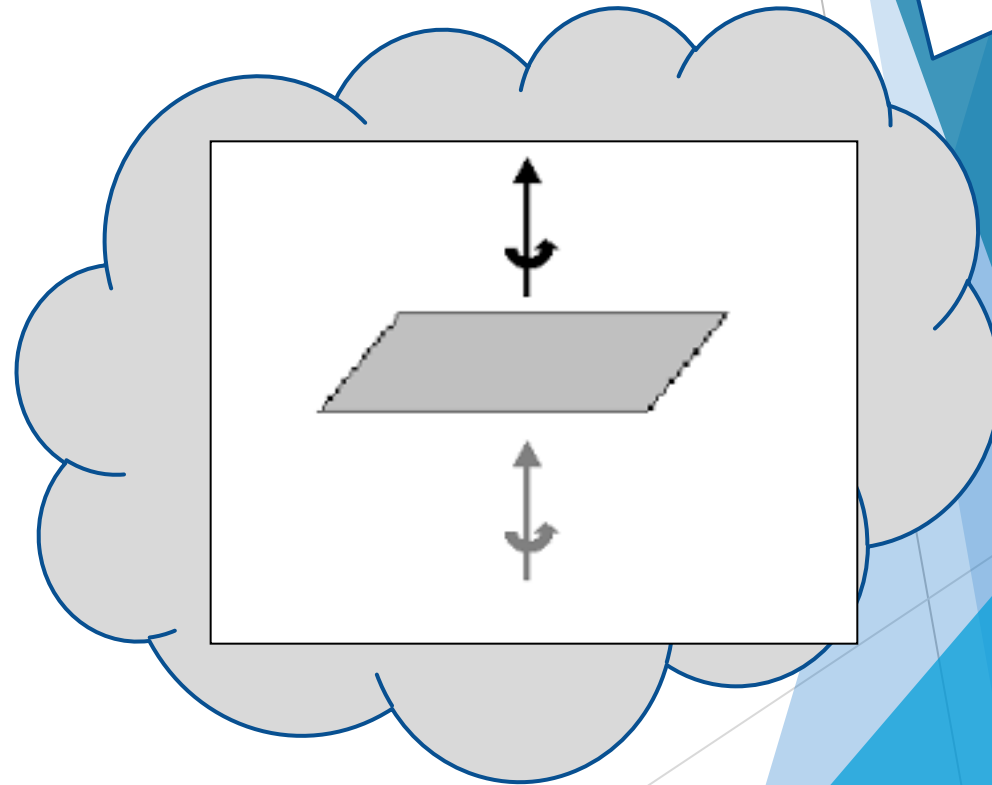
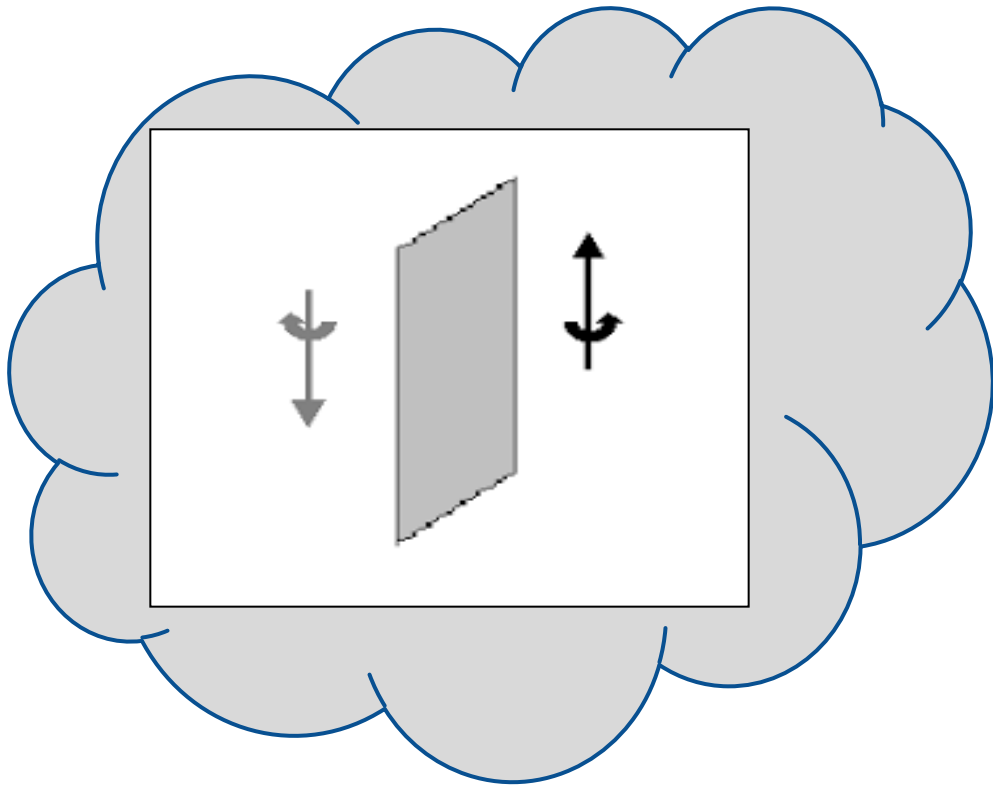
Uma possível discussão sobre Representações de Grandezas na Física



- ❑ Vetores Polares representam grandezas como, força, velocidade, deslocamento.
- ❑ Vetores Axiais representam grandezas como, velocidade angular, torque, momento angular, campo magnético.

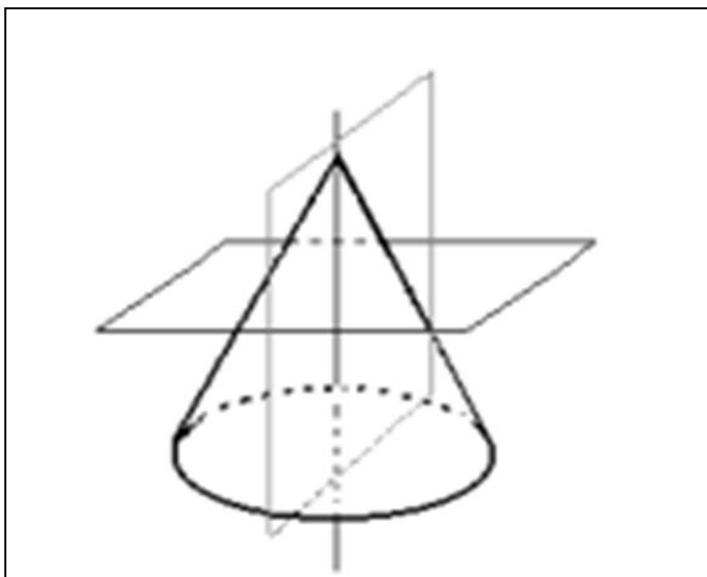
Vetor Axial...

**Campo
Magnético**



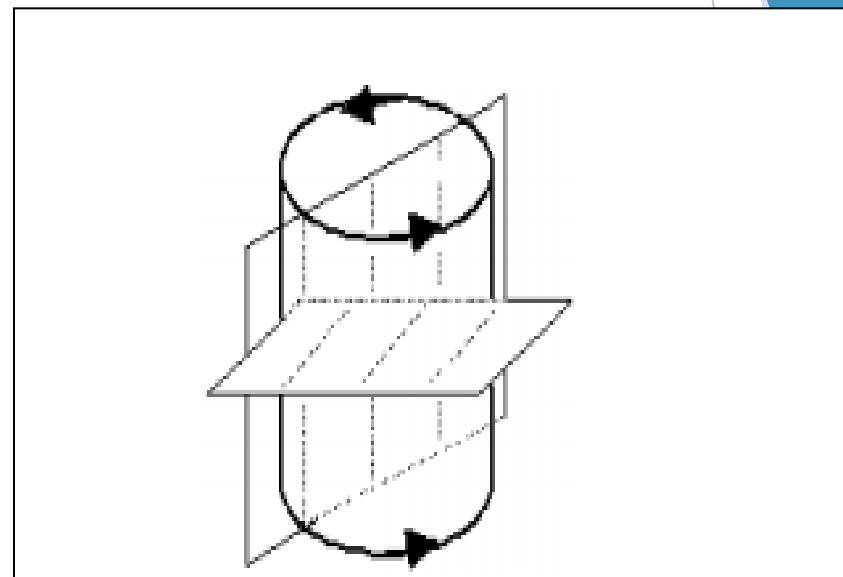
Vetores axiais (pseudo-vetores): torque, momento angular, etc.

ANÁLOGO AO
VETOR POLAR



CAMPO
ELÉTRICO

ANÁLOGO AO
VETOR AXIAL



CAMPO
MAGNÉTICO

Referências

GOVERNO DO PARANÁ. **Mecanismos Biológicos**. Disponível em: <http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=493&evento=3>. Data de Acesso: 05/04/2019.

MARTINS, R. A. **Orsted e a descoberta do eletromagnetismo**. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**. (10): 89-114, 1986. Disponível em: https://www.academia.edu/1589495/%C3%98rsted_e_a_descoberta_do_eletromagnetismo._Experi%C3%Aancia_sobre_o_efeito_do_conflito_el%C3%A9trico_sobre_a_agulha_magn%C3%A9tica._MARTINS_Roberto_de_Andrade. Data de acesso: 05/04/2019.

ORSTED, H. C. **Experiência sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética**. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência** (10): 115-122, 1986. Disponível em: <https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/1227>. Data de acesso: 05/04/2019.

SILVEIRA, A. V. C. O conceito de simetria em Física e sua importância para a aprendizagem da disciplina de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2008. Disponível em:
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/14775/000668479.pdf;sequence=1>.
Data de acesso: 05/04/2019.

SILVA, C. C. Pierre Curie e a simetria das grandezas eletromagnéticas. Estudos de História e Filosofia das Ciências, p.117, Ed. Livraria da Física . São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. Disponível em: <
<http://www.ifsc.usp.br/~cibelle/arquivos/HCEnsino%20simetria.pdf>>. Data de acesso: 05/04/2019.



Para saber mais, consulte também o “Teorema de Emmy Noether”...