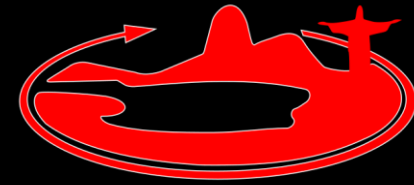


LISHEP 2021

Internacional School on High Energy Physics

Sessão A de 28 a 30 de junho de 2021

UERJ - Rio de Janeiro-RJ, Brasil



O QUE MAIS PODEMOS DIZER SOBRE AS SIMETRIAS DE TRANSLAÇÃO E PARIDADE

Francisco Caruso

Resumo: Discute-se a importância de se explorar o conceito de simetria no Programa de Física do Ensino Médio. Argumenta-se que, do ponto de vista pedagógico, não há qualquer impedimento a que se trate desse tema nesse nível de escolaridade. Apresenta-se uma análise do que está por trás das simetrias de translação e de paridade na Física. O foco da abordagem é destacar os diferentes aspectos de quando a Física obedece uma determinada simetria e explicitar tudo aquilo que se pode aprender e concluir nesse caso. Propostas concretas para sala de aula são apresentadas nos dois casos de simetria aqui citados.

SIMETRIA, do grego **συμμετρία** [**SIN (COM) MÉTRON (MEDIDA)]**

- **DIZER QUE ALGUMA COISA É SIMÉTRICA =
= BEM PROPORCIONAL = BEM EQUILIBRADA**

- **DENTRE TODAS AS SIMETRIAS, TALVEZ A MAIS
INTUITIVA SEJA A SIMETRIA BILATERAL, A **SIMETRIA
ENTRE DIREITA & ESQUERDA**, TAMBÉM CONHECIDA
COMO **SIMETRIA DE PARIDADE**, EVIDENTE EM VÁRIOS
SERES VIVOS, PRINCIPALMENTE NO CORPO HUMANO.**

DEFINIÇÃO DE SIMETRIA DO MATEMÁTICO HERMANN WEYL

**UMA COISA É SIMÉTRICA SE É POSSÍVEL
MUDAR NELA QUALQUER COISA DEIXANDO
IMUTÁVEL SEU ASPECTO.**

Permite compreender facilmente o que é a
simetria de uma lei física

SIMETRIA DE TRANSLAÇÃO

8 Estudo da simetria de translação e de suas conseqüências: uma proposta para o ensino médio

Study of the translation symmetry and its implications: a proposal for high school teaching

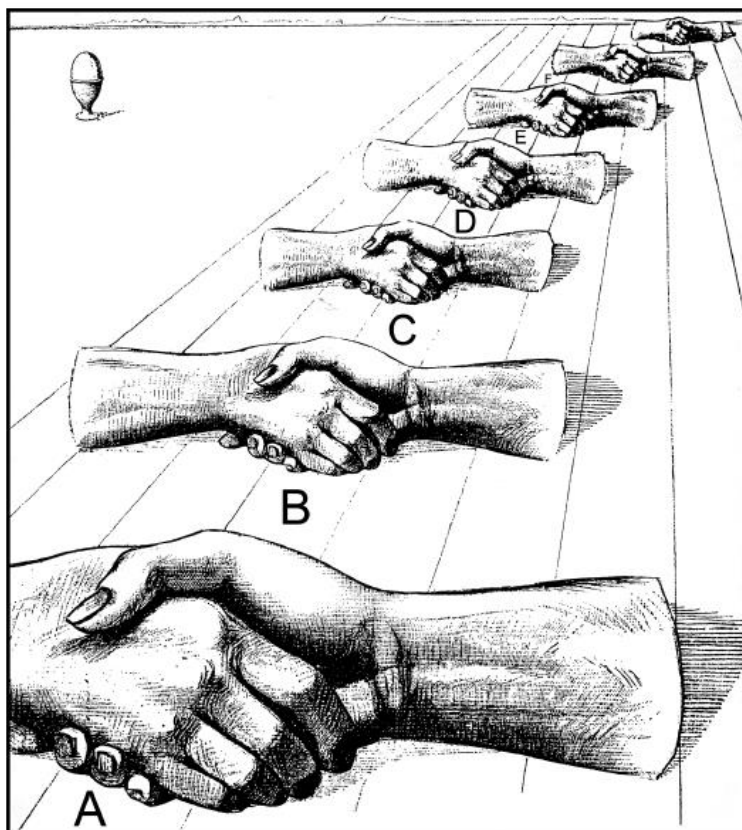


Figura 2: Movimento de translação ilustrado com um desenho de Max Ernst.

O que significa dizer que o desenho apresenta uma simetria de translação? Segundo a definição de Weyl, dada anteriormente, significa que foi possível mudar alguma coisa (a posição) referente ao objeto (o aperto de mãos de cera) deixando imutável seu aspecto (sua forma). Mas não é só isso. Podemos aprender muito mais com este exemplo simples. É preciso enfatizar, por exemplo, que a simetria de translação não é uma consequência única e exclusivamente derivada de propriedades do objeto; ela depende, crucialmente, de propriedades do *espaço*, como veremos a seguir.

Vimos até aqui que, como consequência da simetria de translação, existe algo observável que *se conserva*: neste exemplo, a forma do objeto transladado no plano. Entretanto, é importante chamar a atenção para um outro aspecto desta simetria, de certa forma, complementar ao primeiro: a simetria de translação implica necessariamente que uma *posição espacial absoluta* (o ponto D , no nosso exemplo) *não possa* ser observada. Este resultado é muito importante, pois, em última análise, como enfatiza T.D. Lee [24], “*a validade de todo princípio de simetria baseia-se na hipótese teórica de não-observáveis*”. Com esse exemplo simples, o aluno não precisa aguardar os cursos de quântica ou teoria de campos para ser apresentado a esta ideia.

compreendida com clareza por Pierre Curie, em 1894, como atesta a citação a seguir [25]:

“A simetria característica de um fenômeno é a simetria máxima compatível com a existência do fenômeno (...) Alguns elementos de simetria podem coexistir com certos fenômenos, mas eles não são necessários. O que é necessário é que certos elementos de simetria não existam: é a assimetria que cria o fenômeno.”

SIMETRIA DE PARIDADE

VEJAMOS AS LETRAS DO ALFABETO: ELAS POSSUEM SIMETRIA BILATERAL?

Seguindo a definição de Weyl, as que possuem essa simetria não mudam sua forma quando vistas através de um espelho.

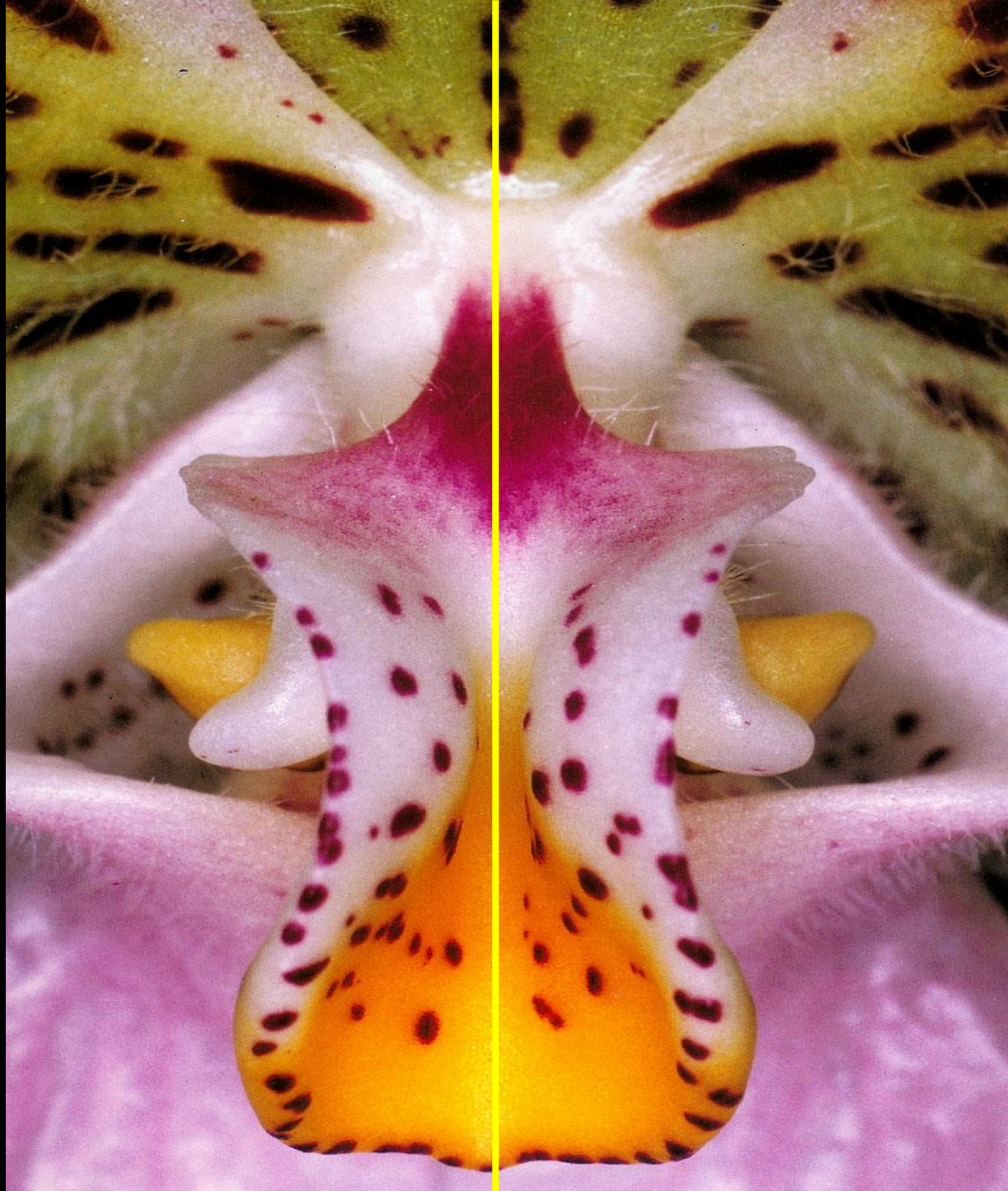
SIM:

A H I M O T U V X

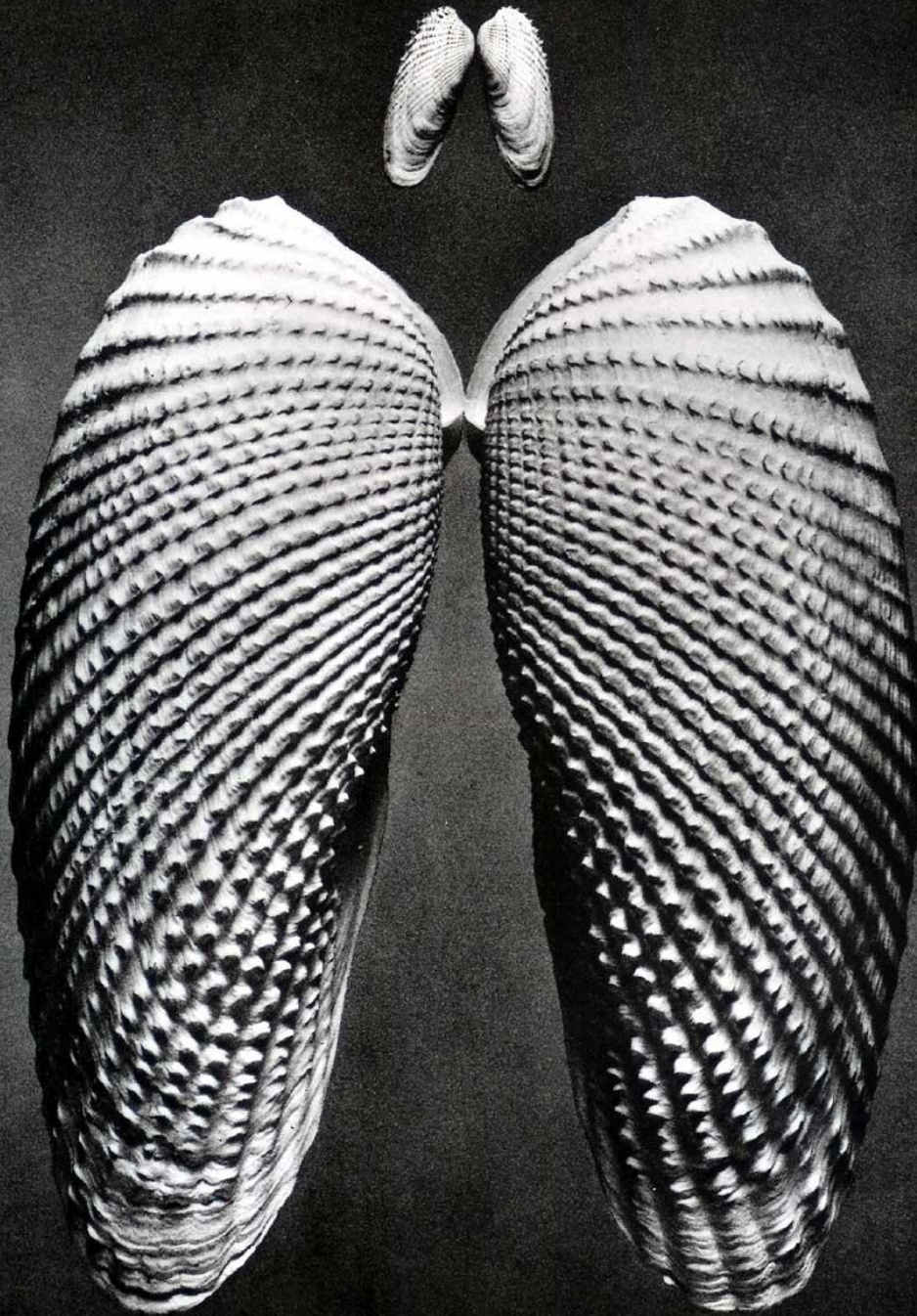
NÃO:

B C D E F G J K L ...





UM EIXO VERTICAL
DIVIDE A ORQUÍDEA
EM DUAS PARTES
APARENTEMENTE
IGUAIS.



OUTRO EXEMPLO DE
SIMETRIA BILATERAL
PODE SER
ENCONTRADO NAS
CONCHAS.

**MAS ESSAS METADES
SÃO REALMENTE
IGUAIS?**



O ALEX “DIREITO”

O ALEX “ESQUERDO”



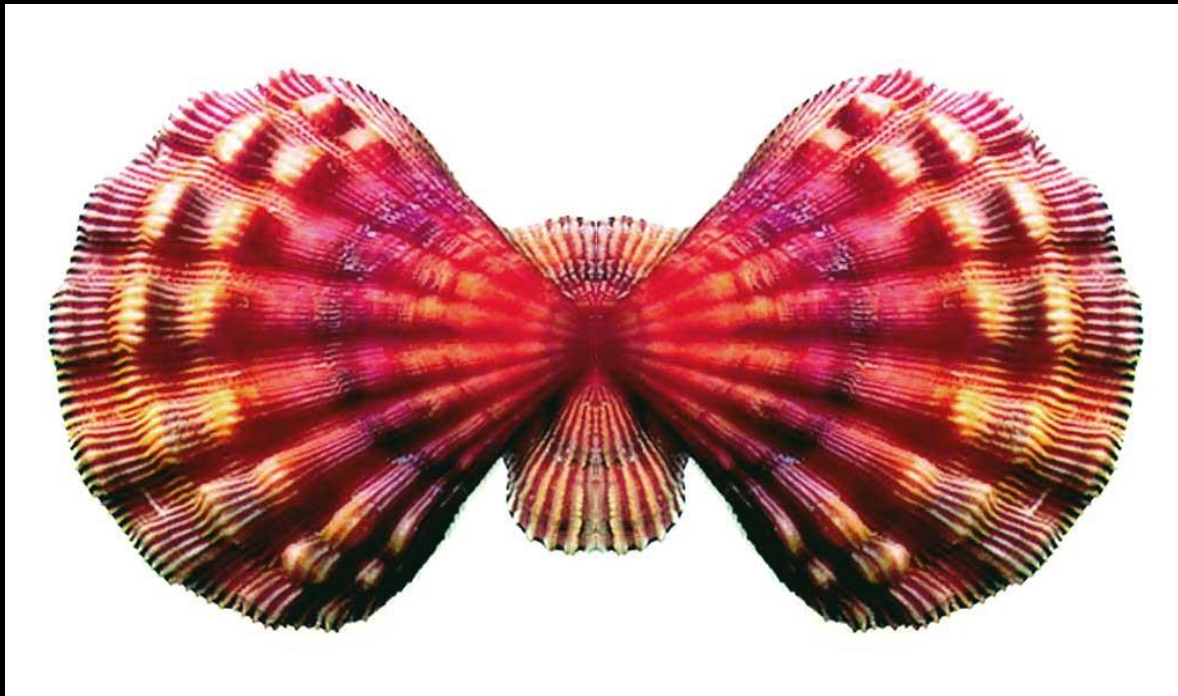
VEJAMOS O ALEX

**LOGO, A SIMETRIA
ENTRE DIREITA E
ESQUERDA DO NOSSO
ROSTO NÃO É EXATA!
(É aproximada)**



E O QUE SIGNIFICA DIZER QUE A SIMETRIA DE PARIDADE É EXATA?

VAMOS VOLTAR PARA
AS CONCHAS...

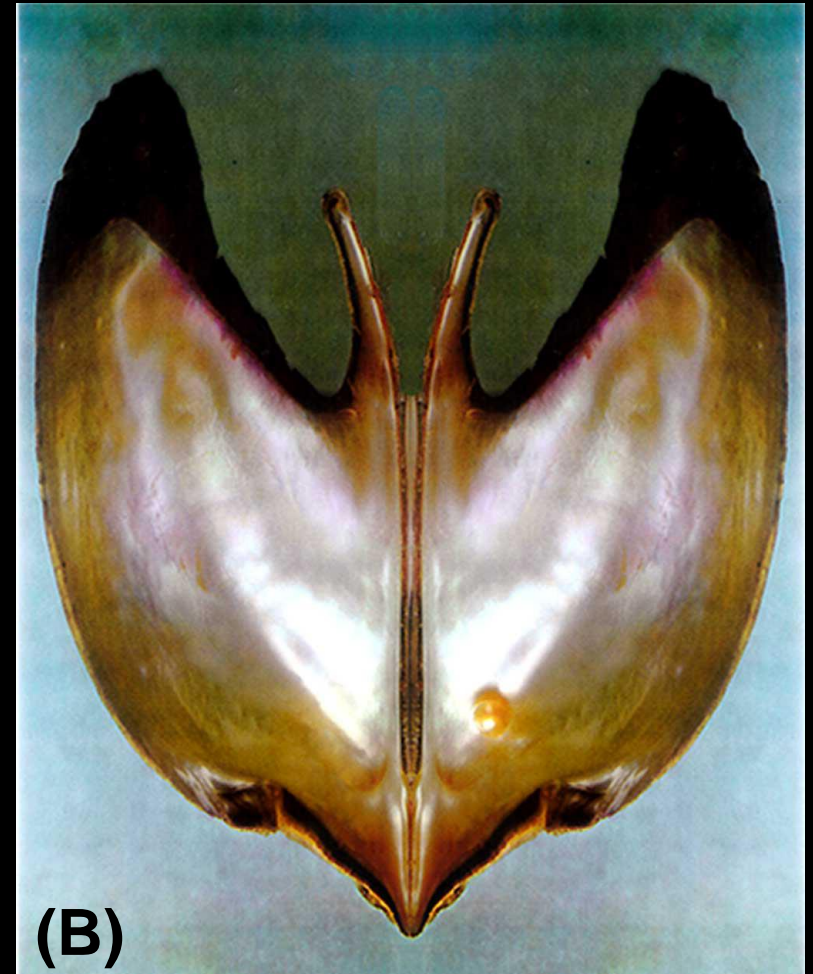


OLHAR NO ESPELHO A CONCHA CORRESPONDE A TROCAR DIREITA PELA ESQUERDA E VEMOS QUE **NADA MUDA.**

SE NA NATUREZA SÓ EXISTISSE ESSE TIPO DE CONCHA,
PERFEITAMENTE SIMÉTRICA ENTRE DIREITA E ESQUERDA,
NÃO PODERÍAMOS USÁ-LA PARA DEFINIR UMA DIREITA OU
UMA ESQUERDA ABSOLUTA.

DIREITA E ESQUERDA SERIAM MERA CONVENÇÃO!

Vejamos agora o exemplo dessa ostra, comparando o objeto real (A) com sua imagem no espelho (B)





Se todas as vezes que abrissemos esse tipo de ostra, a pérola estivesse nesta posição, poderíamos usá-la para definir o que é esquerda.

Esquerda seria o lugar onde está sempre a pérola!

No entanto, se repetirmos muitas vezes a experiência de abrir a ostra, veremos que 50% das vezes a pérola estaria na esquerda e 50%, na direita.

Assim, a Natureza parece que continua a não nos deixar definir esquerda ou direita de forma absoluta.

ISSO É VERDADE PARA TODA A FÍSICA CLÁSSICA

PORTANTO, TODA VEZ QUE EXISTIR A SIMETRIA DE PARIDADE, NÓS NÃO SEREMOS CAPAZES DE DEFINIR DE FORMA ABSOLUTA O QUE É ESQUERDA OU DIREITA.

NESSE CASO, O MUNDO E OS FENÔMENOS REAIS OBSERVADOS DIRETAMENTE SÃO RIGOROSAMENTE IGUAIS AOS VISTOS ATRAVÉS DE UM ESPELHO.

Encontramos uma exceção na Mitologia Grega:
Medusa e Perseu



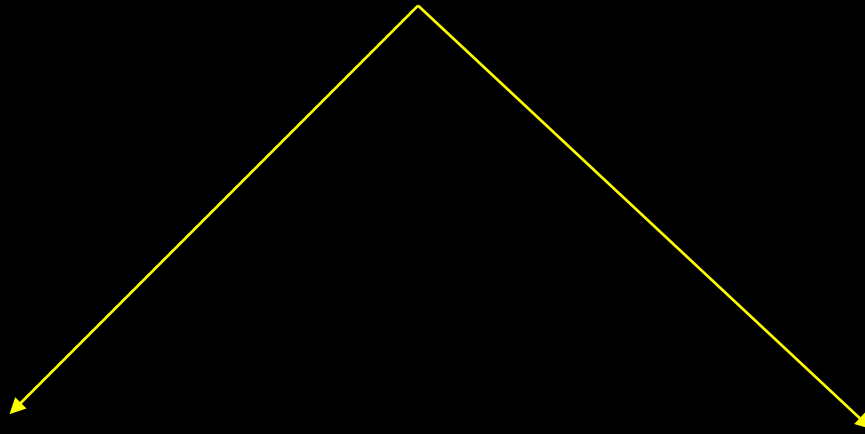
DE TODAS AS 4 INTERAÇÕES FÍSICAS, 3 SATISFAZEM A **SIMETRIA DE PARIDADE**.

SÃO ELAS:
GRAVITACIONAL,
ELETROMAGNÉTICA
NUCLEAR.

APENAS A **INTERAÇÃO FRACA** (RESPONSÁVEL PELA RADIOTIVIDADE) VIOLA A SIMETRIA DE PARIDADE.

PORTANTO, É A PARTIR DESSA INTERAÇÃO QUE PODEMOS DEFINIR DE FORMA ABSOLUTA O QUE É ESQUERDA.

A UMA TRANSFORMAÇÃO DE SIMETRIA



**ALGO QUE SE
CONSERVA**

**ALGO QUE NÃO SE
PODE OBSERVAR**

MUITO OBRIGADO!