

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: _____

ESTUDANTE: _____

■ Aula 05: Chapolin Colorado e a Ação Fantasmagórica - Entrelaçamento Quântico

ATIVIDADE DE FÍSICA MODERNA - MECÂNICA QUÂNTICA

■ I. APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. O termo "ação fantasmagórica à distância" foi cunhado por qual cientista para descrever o estranho comportamento do entrelaçamento quântico?

- a) Isaac Newton.
- b) Stephen Hawking.
- c) Albert Einstein.
- d) Chapolin Colorado.
- e) Marie Curie.

2. Na física quântica, quando duas partículas são geradas juntas e tornam-se "gêmeas", dizemos que elas estão:

- a) Em combustão.
- b) Entrelaçadas.
- c) Em órbita.
- d) Desintegradas.
- e) Em repouso absoluto.

3. De acordo com o Guia de Atividades, o que é transmitido instantaneamente no teletransporte quântico realizado em laboratórios?

- a) Átomos físicos de matéria.
- b) Seres vivos completos.
- c) O estado físico (informação) da partícula.
- d) O som do herói Chapolin.
- e) Naves espaciais inteiras.

4. Se o Chapolin Colorado estivesse em Marte e sua parceira de partícula entrelaçada estivesse na Terra, quanto tempo levaria para a partícula em Marte "sentir" uma mudança feita na da Terra?

- a) 20 minutos (tempo da luz).
- b) 1 hora.
- c) Seria instantâneo.
- d) 3 dias.
- e) Dependeria da velocidade do sinal Wi-Fi.

5. Qual é o nível da matéria onde ocorrem os fenômenos de entrelaçamento e teletransporte de informação?

- a) Nível macroscópico (objetos visíveis).
- b) Nível subatômico (elétrons, fótons).
- c) Nível galáctico.
- d) Apenas no vácuo do espaço.
- e) Apenas dentro de supercomputadores de metal.

6. No experimento das "Meias Entranhadas" (envelopes), ao abrir o primeiro envelope e ler "HERÓI", o que sabemos sobre o outro envelope no fundo da sala?

- a) Não sabemos nada até abri-lo.
- b) Sabemos que ele também diz "HERÓI".
- c) Sabemos instantaneamente que ele diz "VILÃO".
- d) O papel dentro dele desaparece.
- e) Ele se transforma em um rádio.

7. O teletransporte de pessoas, como visto em filmes de ficção científica, é atualmente:

- a) Uma realidade científica comum.
- b) Ficção, pois a ciência teletransporta apenas estados de informação.
- c) Possível apenas para o Chapolin Colorado.
- d) Feito através de buracos de minhoca em hospitais.
- e) Proibido pelas leis da gravidade.

8. Qual tecnologia atual está sendo desenvolvida utilizando os princípios do entrelaçamento para processar dados muito mais rápido?

- a) Televisores de LED.
- b) Motores a combustão.
- c) Computadores quânticos.
- d) Rádios de pilha.
- e) Lanternas de bolso.

9. Segundo a explicação didática do simulador "Construa um Átomo", o que acontece se mudarmos a rotação (spin) de um elétron entrelaçado?

- a) O elétron explode.
- b) O elétron parceiro muda sua rotação na mesma hora, mesmo distante.
- c) Nada acontece até que a luz chegue ao outro elétron.
- d) O átomo de Hélio vira hidrogênio.
- e) O elétron foge do átomo.

10. As "Anteninhas de Vinil" do Chapolin são usadas no guia como uma analogia para:

- a) Captar sinais de rádio FM.
- b) Detectar a presença de inimigos através de Wi-Fi.
- c) Exemplificar a recepção de informações via conexões quânticas.
- d) Aumentar a audição do herói.
- e) Equilibrar o herói durante o voo.

■ II. TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIAS)

11. Qual a diferença fundamental entre o teletransporte de matéria (ficção) e o quântico (ciência) apresentada no guia?

- a) A ficção é mais lenta que a ciência.
- b) Na ciência, o átomo físico não viaja pelo ar; o que viaja é a informação de seu estado.
- c) Na ciência, apenas vilões podem ser teletransportados.
- d) A matéria viaja mais rápido que a luz no laboratório.
- e) Não há diferença; ambos movem objetos sólidos pelo espaço.

12. Um computador normal leva 10^6 segundos para resolver um cálculo. Um computador quântico, sendo mil vezes (10^3) mais rápido, levaria quanto tempo?

- a) 10^9 segundos.
- b) 1.000 segundos (10^3 s).
- c) 10^2 segundos.
- d) Zero segundos.
- e) 10^{-3} segundos.

13. Por que Einstein chamou o entrelaçamento de "ação fantasmagórica"?

- a) Porque ele acreditava em fantasmas.
- b) Porque a conexão parecia ignorar as barreiras do tempo e do espaço, desafiando a intuição clássica.
- c) Porque as partículas ficavam invisíveis.
- d) Porque o fenômeno só ocorria à noite.
- e) Porque ele não conseguia medir a massa das partículas.

14. Se o Chapolin Colorado usasse o entrelaçamento para se comunicar, por que ele não precisaria de rádio ou Wi-Fi?

- a) Porque o entrelaçamento usa ondas sonoras.
- b) Porque a informação é detectada pela conexão direta entre as partículas "gêmeas", sem depender de ondas eletromagnéticas externas.
- c) Porque o rádio é lento demais para um herói.
- d) Porque as anteninhas dele funcionam como pilhas.
- e) Porque o vácuo do espaço impede o uso de Wi-Fi.

15. Sobre a velocidade da informação no entrelaçamento, o especialista do guia afirma que:

- a) A matéria viaja mais rápido que a luz.
- b) A conexão quântica parece ignorar o tempo e o espaço, mas a matéria física não viaja.
- c) O tempo para durante o teletransporte.
- d) A luz é sempre mais rápida que o entrelaçamento.
- e) O Chapolin viaja no tempo ao usar o entrelaçamento.

16. Na analogia do átomo de Hélio (simulador), por que os elétrons na primeira camada são usados para explicar o entrelaçamento?

- a) Porque eles são maiores que o núcleo.
- b) Porque, ao serem gerados juntos, podem manter um estado de conexão subatômica.
- c) Porque eles são feitos de ouro.
- d) Porque eles param de girar quando o observador olha.
- e) Porque eles representam a força da gravidade.

17. A principal vantagem dos computadores quânticos em relação aos atuais reside em:

- a) Terem telas mais coloridas.
- b) Gastarem menos energia elétrica.
- c) Processarem informações em velocidades milhares de vezes superiores.
- d) Serem imunes a vilões cibernéticos.
- e) Funcionarem sem precisar de internet.

18. No debate da Aula 05, questiona-se se o Chapolin precisaria de rádio para detectar perigo. A conclusão física baseada no entrelaçamento sugere que:

- a) Sim, o rádio é essencial.
- b) Não, pois a detecção seria baseada em uma conexão instantânea de estados quânticos.
- c) Ele precisaria apenas de um espelho.
- d) A gravidade avisaria o herói.
- e) O perigo não existe no mundo quântico.

19. O que garante que duas partículas sejam "entrelaçadas" segundo a teoria?

- a) Elas devem ser da mesma cor.
- b) Elas devem ser colocadas em um liquidificador.
- c) Elas devem ser geradas juntas em um mesmo processo físico.
- d) Elas precisam estar muito próximas uma da outra para sempre.
- e) Elas precisam ser observadas pelo Superman.

20. Por que o teletransporte quântico de seres humanos é considerado extremamente complexo ou impossível hoje?

- a) Porque os humanos são pesados demais.
- b) Porque a quantidade de informação em cada átomo de um corpo humano é colossal e o processo exige a reconstrução do estado de cada um.
- c) Porque não existem cabines de teletransporte.
- d) Porque o Chapolin não permite.
- e) Porque a gravidade da Terra impediria a saída da informação.

■ III. DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS - ENEM)

21. O teletransporte de informação via entrelaçamento quântico é uma fronteira da ciência moderna. Diferente da ficção, onde corpos viajam pelo espaço, na ciência o que ocorre é a transferência de estados quânticos. Sobre este fenômeno, é correto afirmar que:

- a) Viola a teoria da relatividade, pois a matéria viaja acima de c.
- b) Permite a comunicação instantânea de estados, embora a matéria física permaneça em seu local de origem.
- c) Só é possível se as partículas estiverem conectadas por fios de cobre.
- d) Depende da temperatura ambiente para manter a conexão ativa.
- e) É uma ilusão causada pela velocidade de processamento dos computadores.

22. Se um computador quântico utiliza o entrelaçamento para realizar cálculos paralelos, ele consegue resolver problemas que computadores clássicos levariam bilhões de anos. Isso se deve à propriedade de:

- a) Usar eletricidade estática.
- b) Processar múltiplos estados simultaneamente através da sobreposição e conexão quântica.
- c) Diminuir o tamanho dos átomos.
- d) Converter massa em energia durante o cálculo.
- e) Eliminar o calor gerado pelos circuitos.

23. Considere que o Chapolin Colorado utilize uma "Anteninha de Vinil Quântica". Se um sinal for emitido de uma galáxia a 1 milhão de anos-luz via rádio, ele levaria 1 milhão de anos para chegar. Via entrelaçamento quântico, a detecção do estado seria:

- a) Também de 1 milhão de anos.
- b) De 500 mil anos.
- c) Instantânea, demonstrando a "não-localidade" da mecânica quântica.
- d) Impossível, pois o sinal se perderia no vácuo.
- e) Dependente da massa do herói.

24. A "Ação Fantasmagórica à distância" desafiou a visão clássica da física porque:

- a) Introduziu o conceito de que o universo é feito de som.
- b) Provou que as partículas têm vontade própria.
- c) Demonstrou que objetos podem estar correlacionados de forma que a medição de um afeta o outro imediatamente, independente da separação espacial.
- d) Negou a existência de átomos.
- e) Afirmou que o tempo passa mais rápido no espaço quântico.

25. Na analogia das meias ou envelopes (tópico 5.4), o que o guia quer enfatizar sobre a natureza da informação quântica?

- a) Que a informação está escondida e só o herói pode ver.
- b) Que a realidade quântica é definida no momento da medição e a informação flui pela conexão preexistente entre as partes.
- c) Que o correio é o melhor meio de transporte.
- d) Que envelopes protegem as partículas da luz.
- e) Que a cor do papel muda a velocidade da partícula.

26. Do ponto de vista tecnológico, a principal barreira para a comunicação quântica em larga escala hoje é:

- a) A falta de antenas de vinil.
- b) A dificuldade de manter as partículas entrelaçadas estáveis (coerência) sem interferência do ambiente.
- c) O preço da energia elétrica.
- d) A velocidade da luz ser lenta demais.
- e) A inexistência de vilões para testar o sistema.

27. Se compararmos o Flash (Relatividade) com o Chapolin (Mecânica Quântica), podemos dizer que:

- a) O Flash lida com o muito grande e rápido, enquanto o Chapolin (nesta aula) lida com o muito pequeno e suas conexões instantâneas.
- b) Ambos trabalham com a mesma equação $E=mc^2$.
- c) O Flash é real e o Chapolin é apenas ficção.
- d) O tempo para ambos passa da mesma maneira.
- e) A física quântica anula a relatividade de Einstein.

28. O teletransporte quântico exige o envio de uma informação clássica adicional para que o estado seja reconstruído no destino. Isso significa que:

- a) O teletransporte é inútil.
- b) Embora a conexão quântica seja instantânea, a "mensagem completa" ainda respeita o limite da velocidade da luz para ser interpretada.
- c) A luz viaja dentro das partículas.
- d) O Chapolin precisa de um celular.
- e) A informação clássica é mais rápida que a quântica.

29. O "bit" quântico (qubit) difere do bit clássico (0 ou 1) porque o entrelaçamento permite que:

- a) O qubit seja sempre 2.
- b) Vários qubits trabalhem de forma correlacionada, aumentando exponencialmente a capacidade de processamento.
- c) O computador funcione sem bateria.
- d) O qubit tenha massa infinita.
- e) O computador seja feito de plástico.

30. Qual seria a "moral da história" científica da Aula 05 para os alunos?

- a) O teletransporte de pessoas será inventado amanhã.
- b) O universo possui conexões invisíveis e instantâneas que desafiam nossa percepção comum de distância.
- c) Devemos usar antenas para detectar perigo.
- d) A física quântica serve apenas para computadores.
- e) Einstein estava errado sobre tudo.

1. C — Einstein usou o termo para criticar aparente impossibilidade.
2. B — Termo técnico para conexão quântica.
3. C — Guia enfatiza que viaja a informação (estado), não matéria.
4. C — Conexão descrita como instantânea no entrelaçamento.
5. B — Fenômeno típico da mecânica quântica (microscópico).
6. C — Analogia direta do experimento de baixo custo proposto.
7. B — Distinção importante feita no desenvolvimento da aula.
8. C — Aplicação tecnológica citada no tópico 5.4.
9. B — Exemplo do simulador: mudança em um reflete no outro instantaneamente.
10. C — Analogia lúdica para teletransporte de informação.
11. B — Esclarecimento crucial sobre o que realmente viaja.
12. B — Cálculo notação científica: $10^6/10^3=10^3$ (mil segundos).
13. B — Explicação histórica sobre estranheza do fenômeno.
14. B — Entrelaçamento é conexão direta que dispensa meios clássicos.
15. B — Ação é instantânea, mas matéria não se move.
16. B — Elétrons em mesmo átomo são exemplos ideais de partículas que nascem juntas.
17. C — Foco da computação quântica é ganho colossal de velocidade.
18. B — Aplicação do conceito à utilidade das Anteninhas de Vinil.
19. C — Requisito para que estados fiquem correlacionados.
20. B — Dificuldade técnica baseada na complexidade da estrutura atômica humana.
21. B — Síntese do conceito de teletransporte quântico (Perfil ENEM).
22. B — Explicação técnica sobre poder dos computadores quânticos.
23. C — Não-localidade permite que distância galáctica não afete instantaneidade.
24. C — Definição profunda do desafio que entrelaçamento impôs à física clássica.
25. B — Explicação sobre como medição revela conexão entre partes.
26. B — Desafio real da engenharia quântica citado indiretamente.
27. A — Diferenciação das áreas de atuação da Física Moderna estudadas.
28. B — Detalhe técnico importante sobre impossibilidade de violar causalidade sem sinais clássicos.
29. B — Diferença entre bit clássico e correlação entre qubits.
30. B — Visão filosófica e científica final proposta pela aula sobre espaço-tempo.