

ESCOLA: _____	DATA: ____/____/____
PROFESSOR(A): _____	TURMA: _____
ESTUDANTE: _____	

Aula 07: Superman e o Tecido do Universo - Curvatura e Buracos de Minhoca

ATIVIDADE DE FÍSICA MODERNA - RELATIVIDADE GERAL

■ APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. Diferente de Isaac Newton, que via o espaço como um "palco vazio", como Albert Einstein descreveu o universo na Relatividade Geral?

- A) Como um tecido elástico e quadridimensional chamado espaço-tempo.
- B) Como um vácuo absoluto sem propriedades físicas.
- C) Como uma nuvem de fumaça impulsionada pelo calor das estrelas.
- D) Como um conjunto de engrenagens mecânicas fixas.
- E) Como uma sucessão de imagens estáticas sem conexão entre si.

2. Na famosa "analogia do colchão" citada no guia, o que acontece quando colocamos um corpo muito pesado (como o Sol) sobre o tecido do espaço-tempo?

- A) O tecido permanece reto, pois a massa não afeta o espaço.
- B) O tecido se rompe e a massa cai para fora do universo.
- C) O corpo cria uma deformidade ou curvatura no tecido ao seu redor.
- D) O tecido se expande para longe do corpo pesado.
- E) O tecido desaparece, criando um vácuo perfeito.

3. Segundo a Relatividade Geral, o que nós percebemos como a "força da gravidade"?

- A) Um puxão invisível e instantâneo entre dois objetos.
- B) Uma onda sonora emitida pelo núcleo dos planetas.
- C) Uma pressão exercida pelo ar sobre os corpos.
- D) O resultado de corpos seguindo a trajetória em um espaço que está curvado.
- E) Uma forma de magnetismo exclusivo de planetas rochosos.

4. O Superman viajou de Krypton até a Terra atravessando uma distância de 27 anos-luz quase instantaneamente. Qual estrutura teórica permitiu esse "atalho"?

- A) Um motor a combustão de alto desempenho.
- B) Uma corrente de ar galáctica muito forte.
- C) Uma Ponte de Einstein-Rosen, também conhecida como Buraco de Minhoca.
- D) A simples força de vontade do herói.
- E) Uma explosão nuclear controlada atrás da nave.

5. Como se define, de forma simplificada, um Buraco de Minhoca?

- A) Um túnel escavado por meteoritos no espaço.
- B) Um local onde o tempo corre para trás naturalmente.
- C) Uma estrela que parou de brilhar, mas continua quente.
- D) Um planeta gasoso sem núcleo sólido.
- E) Dois pontos distantes do espaço-tempo que se tocam devido a uma curvatura extrema.

6. Qual é o nome do processo trágico que ocorre com um objeto ao se aproximar demais de um buraco negro, onde ele é "esticado" pela gravidade?

- A) Espaguetificação.
- B) Liquefação.
- C) Solidificação instantânea.
- D) Teletransporte quântico.
- E) Expansão de Lorentz.

7. O "Horizonte de Eventos" de um buraco negro pode ser descrito como:

- A) Uma luz brilhante que atrai navegantes espaciais.
- B) O ponto de onde nada, nem mesmo a luz, consegue escapar após cruzar.
- C) O centro exato onde a massa se transforma em ouro.
- D) Uma zona de segurança onde a gravidade é zero.
- E) A atmosfera respirável de um buraco negro.

8. Para a ciência atual, os Buracos Negros são considerados:

- A) Apenas mitos de histórias em quadrinhos.
- B) Estrelas feitas inteiramente de gelo seco.
- C) Portais mágicos que levam a mundos de fantasia.
- D) Buracos físicos no chão dos planetas.
- E) Objetos reais e densos cuja existência é confirmada por observações astronômicas.

9. Na analogia do lençol esticado com uma bola de boliche, o que representa a curvatura gerada pela bola?

- A) A luz das estrelas.
- B) A temperatura do objeto.
- C) O som emitido pelo movimento.
- D) A gravidade do corpo massivo.
- E) A cor do uniforme do Superman.

10. Qual a principal diferença entre os Buracos Negros e os Buracos de Minhoca mencionada no guia?

- A) Buracos negros são frios e buracos de minhoca são quentes.
- B) Buracos negros são confirmados pela observação, enquanto buracos de minhoca são soluções teóricas.
- C) Buracos de minhoca são maiores que as galáxias.
- D) Somente o Flash pode entrar em um buraco negro.
- E) Não há diferença; são nomes diferentes para a mesma coisa.

■ TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIAS)

11. Analisando a equação do campo gravitacional ($g = G \cdot M / R^2$), o que acontece com a gravidade se comprimirmos a massa (M) de um planeta em um raio (R) cada vez menor?

- A) A gravidade diminui até sumir.
- B) A gravidade permanece constante, pois a massa não mudou.
- C) O planeta explode devido à pressão interna positiva.
- D) A gravidade aumenta drasticamente, tendendo ao infinito conforme o raio diminui.
- E) A velocidade da luz ao redor do planeta diminui.

12. Por que a analogia do colchão ou do lençol é considerada limitada para explicar o espaço-tempo real?

- A) Porque o lençol é feito de tecido e o espaço é feito de vácuo.
- B) Porque o lençol não consegue segurar bolas de gude.
- C) Porque o lençol é bidimensional, enquanto o espaço-tempo é quadridimensional.
- D) Porque no espaço não existe cor branca como no lençol.
- E) Porque o Superman não conseguiria voar sobre um lençol.

13. De acordo com o guia, o que seria necessário para manter um "Buraco de Minhoca" aberto para que o Superman pudesse atravessá-lo com segurança?

- A) Uma grande quantidade de oxigênio líquido.
- B) Matéria exótica com energia negativa.
- C) Luz solar amarela vinda da Terra.
- D) Uma liga metálica de Krypton.
- E) O uso constante da visão de calor do herói.

14. Se a Terra fosse comprimida até se tornar um buraco negro, seu raio teria que ser reduzido a aproximadamente:

- A) 100 quilômetros.
- B) 1 quilômetro.
- C) O tamanho de um estádio de futebol.
- D) Poucos centímetros (menos de 1 cm).
- E) O tamanho da Lua.

15. O fenômeno da "Espaguetificação" ocorre devido à:

- A) Reação química entre o uniforme do herói e o vácuo.
- B) Alta temperatura encontrada no horizonte de eventos.
- C) Diferença extrema de força gravitacional entre as partes de um corpo próximas e distantes do buraco negro.
- D) Falta de gravidade que faz os átomos se soltarem.
- E) Pressão do ar que esmaga o objeto horizontalmente.

16. No simulador "Gravidade e Órbitas" (PhET), ao aumentarmos a massa da estrela, o que acontece com a órbita do planeta parceiro?

- A) Ele é "puxado" para uma curvatura mais profunda e acelera sua órbita.
- B) Ele se afasta da estrela.
- C) Ele para de girar instantaneamente.
- D) Ele muda de cor para azul.
- E) Ele encolhe devido à contração de Lorentz.

17. O que a Relatividade Geral diz sobre o caminho que a luz percorre ao passar perto de um objeto muito massivo?

- A) A luz faz uma curva, seguindo a geometria do espaço-tempo deformado.
- B) A luz ignora a massa e segue em linha reta absoluta.
- C) A luz para completamente e vira massa sólida.
- D) A luz acelera para além de 300.000 km/s.
- E) A luz reflete de volta para a fonte.

18. O conceito de "Ponte de Einstein-Rosen" sugere que o universo pode ter atalhos geométricos. Para a jornada do Superman, isso significa que:

- A) Ele viajou mais rápido que a luz no vácuo.
- B) Ele viajou para o passado e voltou.
- C) Ele usou a força centrífuga da galáxia.
- D) Ele apenas imaginou que chegou rápido.
- E) Ele percorreu uma distância física menor através de uma dobra espacial.

19. Na visão de Newton, a gravidade era uma força agindo à distância. Para Einstein, se o Sol desaparecesse agora, a Terra só sentiria o efeito após alguns minutos porque:

- A) A notícia demoraria a chegar pelo rádio.
- B) A deformação no tecido do espaço-tempo se propaga à velocidade da luz.
- C) O Sol ainda deixaria um rastro de calor.
- D) A gravidade é preguiçosa.
- E) A Terra tem muita inércia para parar de girar.

20. Buracos Negros de massa estelar originam-se de:

- A) Colisões entre cometas de gelo.
- B) Acúmulo de poeira cósmica em planetas como Júpiter.
- C) Explosões causadas por super-heróis em batalha.
- D) Buracos de minhoca que deram errado.
- E) O colapso gravitacional de estrelas massivas ao final de suas vidas.

■ DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS)

21. A Teoria da Relatividade Geral substituiu a visão mecânica de Newton por uma visão geométrica da gravidade. Enquanto Newton explicava o movimento planetário através de forças de atração, Einstein o explicou como o movimento de corpos em superfícies curvas. Uma consequência direta dessa teoria confirmada experimentalmente é:

- A) A constatação de que o tempo é igual em todo o universo.
- B) O desvio da luz de estrelas distantes ao passar perto do Sol durante um eclipse.
- C) A prova de que a Terra é o centro imóvel do sistema solar.
- D) A descoberta de que a gravidade empurra os objetos para longe de massas grandes.
- E) A evidência de que o vácuo espacial é preenchido por um éter sólido.

22. Se comprimirmos uma massa "M" até um raio crítico, chamado Raio de Schwarzschild, a velocidade de escape desse corpo torna-se igual à velocidade da luz (c). Isso implica que:

- A) O corpo se torna invisível, mas ainda emite calor.
- B) O tempo passa a correr de trás para frente dentro do raio.
- C) A massa do objeto desaparece, sobrando apenas energia pura.
- D) Nada que entre nessa região pode sair, pois nada supera a velocidade da luz.
- E) O objeto se transforma em uma estrela de nêutrons instantaneamente.

23. Sobre a existência teórica das Pontes de Einstein-Rosen (Buracos de Minhoca), é correto afirmar, segundo o debate proposto na Aula 07, que:

- A) Elas são portais estáveis que qualquer pessoa pode usar hoje.
- B) São soluções matemáticas válidas, mas exigem energia negativa para não colapsarem imediatamente.
- C) São o destino final de todos os buracos negros conhecidos.
- D) Funcionam apenas para partículas sem massa, como os fótons.
- E) Foram criadas artificialmente por civilizações alienígenas.

24. O processo de "espaguetificação" demonstra um limite físico da Relatividade Geral. Ele ocorre porque:

- A) O vácuo do buraco negro suga o ar de dentro das células.
- B) A luz dentro do buraco negro queima a matéria.
- C) O tempo para de passar, fazendo o corpo derreter.
- D) A matéria exótica do buraco negro é ácida.
- E) A variação da aceleração gravitacional entre a cabeça e os pés do herói torna-se maior que as forças atômicas que mantêm seu corpo unido.

25. Astrônomos observam que galáxias distantes parecem estar atrás de grandes aglomerados de massa, mas sua luz chega até nós "distorcida" e multiplicada, como se estivesse passando por uma lente. Esse fenômeno de "Lente Gravitacional" é uma prova de que:

- A) O espaço é preenchido por vidros gigantes.
- B) A luz se propaga em zigue-zague no vácuo.
- C) Os telescópios terrestres estão com as lentes sujas.
- D) O universo está encolhendo rapidamente.
- E) Grandes massas curvam o tecido do espaço-tempo, alterando a trajetória da luz.

26. Stephen Hawking afirma que, se dominássemos Buracos de Minhoca, poderíamos cruzar a galáxia e estar "de volta a tempo para o jantar". Contudo, a principal barreira científica para isso é:

- A) A falta de combustível de foguete comum.
- B) O fato de a galáxia ser fria demais para humanos.
- C) A necessidade de "matéria exótica" com densidade de energia negativa, que ainda não foi observada na natureza.
- D) A velocidade da luz ser muito rápida para os computadores.
- E) Os heróis não quererem compartilhar a tecnologia.

27. Ao cair em um Buraco Negro, um observador externo veria o Superman "congelar" no horizonte de eventos, enquanto o Superman sentiria que entrou normalmente (antes de ser espaguetificado). Esse paradoxo de percepção deve-se à:

- A) Dilatação temporal gravitacional extrema próxima a massas colossais.
- B) Falta de luz dentro do buraco negro.
- C) Velocidade do Superman ser constante.
- D) Poeira espacial que bloqueia a visão.
- E) Ilusão de óptica causada pelo medo.

28. Se uma "Ponte de Einstein-Rosen" conectasse a Terra a um ponto a 27 anos-luz, o herói percorreria esse caminho quase instantaneamente sem violar o limite de c porque:

- A) O túnel encurta a distância geométrica entre os dois pontos através de uma dobra dimensional.
- B) No interior do túnel a velocidade da luz é infinita.
- C) Ele viaja em uma dimensão onde o tempo não existe.
- D) Ele se transforma em som durante a viagem.
- E) O vácuo dentro do túnel empurra o herói.

29. A curvatura do espaço-tempo não afeta apenas o espaço, mas também o tempo. Em campos gravitacionais muito intensos:

- A) O tempo passa mais rápido.
- B) O tempo para de existir completamente em todo o universo.
- C) O tempo passa mais devagar em relação a áreas de gravidade fraca.
- D) O tempo torna-se uma dimensão espacial sólida.
- E) O tempo depende da cor da luz ao redor.

30. Qual seria o maior impacto para a humanidade se buracos de minhoca fossem estabilizados, conforme o debate final da Aula 07?

- A) O fim da necessidade de exercícios físicos.
- B) A transformação da Terra em um buraco negro.
- C) O controle do clima através da gravidade.
- D) A possibilidade de colonização interestelar e exploração imediata de recursos em outros sistemas solares.
- E) O desaparecimento das fronteiras terrestres devido ao Wi-Fi quântico.

1. **A** — Conceito central da Relatividade Geral: espaço-tempo elástico.
2. **C** — Massa gera curvatura na geometria do universo.
3. **D** — Gravidade não é força, mas efeito de seguir caminhos curvos.
4. **C** — Nome técnico para atalhos espaciais.
5. **E** — Definição geométrica básica de buraco de minhoca.
6. **A** — Nome dado ao alongamento gravitacional extremo.
7. **B** — Fronteira de não retorno de buraco negro.
8. **E** — Diferenciação entre hipótese e objeto real comprovado.
9. **D** — Analogia clássica para influência da massa no espaço.
10. **B** — Status científico: Buracos Negros (reais) vs Buracos de Minhoca (teóricos).
11. **D** — Se raio (denominador) cai, força gravitacional explode matematicamente.
12. **C** — Limitação dimensional da analogia didática.
13. **B** — Requisito teórico (matéria exótica) para portais estáveis.
14. **D** — Cálculo teórico do raio de Schwarzschild para massa da Terra.
15. **C** — Causa física: forças de maré (diferença de atração entre pés e cabeça).
16. **A** — Aplicação prática da curvatura no movimento orbital.
17. **A** — Luz viaja em geodésicas (caminhos mais curtos em superfícies curvas).
18. **E** — Atalho é espacial, não necessariamente de velocidade.
19. **B** — Informação gravitacional respeita limite de c .
20. **E** — Origem estelar dos buracos negros densos.
21. **B** — Deflexão da luz no eclipse de Sobral/1919 confirmou Einstein (ENEM).
22. **D** — Definição do limite onde velocidade de escape supera c .
23. **B** — Dificuldade técnica de manter portais abertos (Energia Negativa).
24. **E** — Explicação mecânica detalhada da ruptura do corpo.
25. **E** — Aplicação astronômica da curvatura do espaço-tempo (ENEM).
26. **C** — Grande barreira científica atual para viagens por atalhos.
27. **A** — Conexão entre dilatação temporal e campos gravitacionais intensos.
28. **A** — Explicação da viagem instantânea via geometria de dobras.
29. **C** — Efeito da gravidade no tempo (Dilatação Gravitacional).
30. **D** — Análise do impacto socio-tecnológico de viagens interestelares (ENEM).