

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: 3o Ano _____

ESTUDANTE: _____

Lista 08 (Vol.1/2/3) - 3o Ano: Superman e a Gravidade que Para o Tempo

3o Ano EM - A Física e os Super-Heróis - Relatividade Geral e Dilatacao Temporal

I. Aplique seus conhecimentos (Faceis)

1. De acordo com a Relatividade Geral trabalhada na Aula 08, o tempo flui de maneira diferente dependendo de qual fator?

- A) Da intensidade do campo gravitacional local.
- B) Apenas da velocidade com que o herói voa.
- C) Da cor da luz emitida por uma estrela.
- D) Da quantidade de oxigênio na atmosfera.
- E) Da distância entre o Sol e a Lua.

2. O que acontece com o fluxo do tempo quando o Superman se aproxima de um corpo extremamente massivo, como um buraco negro?

- A) O tempo passa muito mais rápido para ele.
- B) O tempo para completamente e ele deixa de existir.
- C) O tempo flui mais devagar para ele em relação a quem está longe.
- D) O tempo volta para o passado de Krypton.
- E) A massa do herói se transforma em luz visível.

3. O livro cita uma comparação real entre o topo do Monte Everest e o nível do mar. Onde o relógio biológico do Superman bateria mais rápido?

- A) No centro da Terra.
- B) Exatamente na Linha do Equador.
- C) Ao nível do mar, onde a gravidade é maior.
- D) Embaixo de uma montanha de chumbo.
- E) No topo do Monte Everest, onde a gravidade é menor.

4. A analogia utilizada para explicar como a massa de um planeta curva o espaço-tempo ao seu redor é a de:

- A) Uma mola sendo esticada.
- B) Um colchão macio (ou lençol) com uma bola pesada sobre ele.
- C) Um espelho que reflete raios solares.
- D) Um balão sendo inflado no vácuo.
- E) Uma corrente elétrica em um fio de cobre.

5. Se o Superman passasse apenas uma hora perto de um buraco negro e retornasse à Terra, o que ele encontraria segundo a física de Einstein?

- A) Séculos teriam se passado na Terra enquanto para ele passou apenas uma hora.
- B) Apenas 59 minutos teriam se passado na Terra.
- C) A Terra teria voltado à Idade Média.
- D) Todos os seus amigos estariam exatamente com a mesma idade.
- E) Ele teria rejuvenescido dez anos.

6. Qual tecnologia do nosso cotidiano exige ajustes baseados na Relatividade Geral para não errar as localizações?

- A) Televisão a cabo.
- B) Rádio AM/FM.
- C) Sistemas de GPS de celulares.
- D) Fornos de micro-ondas.
- E) Termômetros digitais.

7. Na Relatividade Geral, o tempo é considerado:

- A) Um valor absoluto que nunca muda.
- B) Uma ilusão criada pelos olhos do Superman.
- C) Uma dimensão que não é absoluta e pode ser esticada ou encurtada.
- D) Algo que só existe dentro de planetas.
- E) O resultado direto da pressão atmosférica.

8. Qual o valor da gravidade no topo do Monte Everest citado no guia, que faz o tempo passar mais rápido lá?

- A) 9,83 m/s².
- B) 10,0 m/s².
- C) 0 m/s².
- D) 9,78 m/s².
- E) 1,62 m/s².

9. O efeito da massa no fluxo do tempo é tecnicamente conhecido como:

- A) Efeito Joule.
- B) Atraso de Shapiro (ou Dilatação Gravitacional).
- C) Blindagem de Faraday.
- D) Força de Lorentz.
- E) Lei de Ohm.

10. Por que o Superman é considerado um quebra-cabeça relativístico?

- A) Porque ele é feito de peças magnéticas.
- B) Porque ele voa na velocidade do som.
- C) Porque ele sofre dilatação do tempo tanto pela velocidade quanto pela gravidade.
- D) Porque ele não possui massa inercial.
- E) Porque ele consegue ver através do tempo.

II. Teste seus conhecimentos (Medias)

11. No simulador PhET Gravidade e Órbitas, o que representa visualmente a alteração radical do espaço-tempo ao aumentarmos a massa da estrela?

- A) O planeta torna-se transparente.
- B) O sol muda de cor para azul.
- C) A curvatura da trajetória e a velocidade necessária para manter a órbita.
- D) O aparecimento de raios elétricos.
- E) A parada total do movimento.

12. De acordo com a Dica para o Professor, qual o erro mais comum sobre a dilatação do tempo?

- A) Achar que o tempo só muda no espaço.
- B) Acreditar que a gravidade atrai apenas metais.
- C) Pensar que o Superman envelhece mais rápido que o Flash.
- D) Confundir a dilatação pela velocidade com a dilatação pela gravidade.
- E) Achar que o vácuo apaga a memória do herói.

13. Por que os relógios atômicos nos satélites GPS adiantam cerca de 45 microssegundos por dia em relação aos da Terra?

- A) Devido ao calor do Sol.
- B) Porque o sinal viaja na velocidade do som.
- C) Porque os satélites são mais leves que a Terra.
- D) Porque eles estão a 20.000 km de altitude, onde a gravidade é mais fraca.
- E) Devido à interferência magnética da Lua.

14. Se a gravidade ao nível do mar (9,83 m/s²) é maior que no Everest (9,78 m/s²), podemos concluir que:

- A) O tempo flui mais devagar para quem está embaixo, ao nível do mar.
- B) O tempo para de passar para quem sobe a montanha.
- C) A massa do herói aumenta no topo do Everest.
- D) A gravidade empurra o tempo para o passado.
- E) Não há diferença perceptível no tempo entre os dois locais.

15. Quando o Superman tira férias em um planeta com gravidade dez vezes superior à da Terra, sua percepção de uma semana equivale a meses para quem ficou na Terra. Isso ocorre porque:

- A) Ele dormiu demais no outro planeta.
- B) O ar do planeta era muito denso.
- C) A luz viaja mais devagar em planetas pesados.
- D) O tecido do espaço-tempo naquele planeta está muito mais curvado (cova profunda).
- E) O magnetismo do planeta atraiu os ponteiros do relógio.

16. O ajuste líquido total diário que os sistemas de GPS precisam fazer para compensar os efeitos de Einstein (incluindo velocidade e gravidade) é de:

- A) 1 hora por dia.
- B) 38 microssegundos.
- C) 7 microssegundos apenas.
- D) 1 segundo exato.
- E) 45 microssegundos apenas.

17. O conceito de cova no espaço-tempo significa que, quanto mais fundo você está nessa deformação gravitacional:

- A) Mais rápido você envelhece.
- B) Menos massa você possui.
- C) Mais devagar o seu tempo flui em relação a quem está fora dela.
- D) Mais fácil é escapar da atração.
- E) O tempo se torna uma linha reta infinita.

18. Em termos fenomenológicos, por que a gravidade afeta o tempo?

- A) Porque a massa empurra os elétrons dos relógios.
- B) Porque o tempo é feito de nêutrons pesados.
- C) Porque a gravidade não é apenas uma força, mas uma mudança na geometria do ambiente.
- D) Porque a pressão esmaga os segundos.
- E) Porque a luz cansa ao subir contra a massa.

19. Superman experimenta a dilatação pela velocidade quando voa rápido. Segundo a Relatividade Restrita, esse efeito faz o tempo dele:

- A) Atrasar (passar mais devagar por causa do movimento).
- B) Adiantar (passar mais rápido por causa do movimento).
- C) Parar completamente de fluir.
- D) Mudar de sentido.
- E) Ficar independente da massa.

20. No simulador PhET, ao manter a distância mas aumentar a massa da estrela, o puxão gravitacional cresce. Relacionando com o tempo, isso implica que:

- A) A região ao redor da estrela torna-se um vácuo de tempo.
- B) O tempo passaria mais devagar no ponto mais próximo da estrela massiva.
- C) O tempo passaria mais rápido para o planeta.
- D) A gravidade anularia a dilatação pela velocidade.
- E) O envelhecimento dos habitantes do planeta seria instantâneo.

III. Desafie seus conhecimentos (Difíceis - Estilo ENEM/Vestibular)

21. (ENEM) Satélites GPS sofrem dois efeitos relativísticos opostos: adiantam 45 microssegundos pela menor gravidade e atrasam 7 microssegundos pela alta velocidade. O resultado é um ajuste diário de 38 microssegundos. Sem esse letramento científico aplicado à tecnologia:

- A) O celular ficaria sem bateria mais rápido.
- B) As chamadas de voz teriam eco.
- C) Os mapas dos celulares errariam localizações em quilômetros todos os dias.
- D) O satélite cairia na Terra em poucas horas.
- E) O horário de verão seria eterno.

22. (Ética e Ciência) Se o Superman salvar o universo próximo a um buraco negro e retornar, ele encontrará sua geração já idosa. Isso caracteriza a viagem no tempo pela gravidade como:

- A) Uma viagem para o passado.
- B) Uma viagem para o futuro (pausando o próprio envelhecimento enquanto o resto corre).
- C) Uma ilusão que pode ser revertida com supervelocidade.
- D) Um processo que não segue a conservação de energia.
- E) Uma violação das leis biológicas de Krypton.

23. (Geometria do Universo) Na Relatividade Geral, a gravidade não é descrita como uma força invisível de puxar, mas sim como:

- A) Uma curvatura na geometria do tecido do espaço-tempo causada pela massa.
- B) Um fluxo de partículas chamadas grávitons de borracha.
- C) Uma pressão de radiação vinda do centro da Terra.
- D) O efeito do magnetismo solar sobre os polos.
- E) Uma distorção óptica causada pela atmosfera.

24. Um experimento com relógios atômicos precisos colocados em aviões e no solo confirmou as previsões de Einstein. Esse experimento prova que:

- A) Aviões voam mais rápido que o tempo.
- B) A altitude anula o efeito da velocidade.
- C) O tempo é relativo e depende da posição do observador no campo gravitacional.
- D) Relógios não funcionam bem em grandes altitudes.
- E) A massa do avião é maior que a da Terra.

25. A biologia de um herói como o Superman torna-se um quebra-cabeça porque os efeitos de dilatação (gravidade e velocidade) podem se somar ou se anular. No caso do GPS, o ajuste líquido é:

- A) Puramente gravitacional.
- B) O balanço entre o adiantamento gravitacional e o atraso pela velocidade.
- C) Apenas um erro de fabricação dos relógios.
- D) A soma total de 52 microssegundos.
- E) Independente da distância do satélite.

26. De acordo com o livro, por que corpos massivos puxam o tempo?

- A) Porque o tempo tem peso.
- B) Porque a massa atrai a luz que forma o tempo.
- C) Porque onde a grade do espaço-tempo está mais esticada/curvada, a métrica do tempo muda.
- D) Porque o calor do núcleo derrete os segundos.
- E) Porque o tempo busca o equilíbrio magnético.

27. Se o Superman estacionasse sua nave em um ponto de gravidade nula no espaço profundo, em comparação com a Terra, seu relógio:

- A) Bateria mais rápido (pois ele estaria fora da cova gravitacional terrestre).
- B) Bateria mais devagar.
- C) Pararia de funcionar.
- D) Bateria no mesmo ritmo exato.
- E) Voltaria para trás.

28. O Atraso de Shapiro, mencionado como conteúdo da aula, refere-se ao fato de que sinais de luz ou rádio:

- A) Ficam mais rápidos perto do Sol.
- B) Mudam de cor ao passar por planetas.
- C) Levam mais tempo para percorrer uma distância perto de massas porque o caminho está curvado.
- D) São bloqueados totalmente pela gravidade.
- E) Transformam-se em matéria densa.

29. (Conceitual) A relação entre massa, espaço e tempo na Aula 08 nos permite afirmar que:

- A) Massa cria espaço e destrói o tempo.
- B) O tempo só existe se houver movimento.
- C) A massa dita como o espaço-tempo se curva, e a curvatura dita como o tempo flui.
- D) O tempo é a única constante imutável do universo.
- E) A gravidade é uma força elétrica de curto alcance.

30. Qual a conclusão pedagógica da Aula 08 sobre o tempo para o Superman?

- A) Ele pode viver para sempre se ficar na Terra.
- B) A biologia e o tempo do herói são afetados pela geometria do universo onde ele atua.
- C) O tempo é igual para todos os seres do universo.
- D) Buracos negros são portais para o passado de Metrópolis.
- E) O GPS funciona apenas por causa da velocidade dos satélites.

Gabarito Comentado - Lista 08 - 3o Ano (Professor)

A Física e os Super-Heróis - Superman e a Gravidade que Para o Tempo

1. A - Fluxo do tempo depende da gravidade local.
2. C - Perto de massas colossais, tempo flui mais devagar.
3. E - No Everest a gravidade é menor (9,78), logo tempo passa mais rápido.
4. B - Analogia clássica da curvatura do espaço-tempo.
5. A - Efeito extremo da dilatação perto de buracos negros.
6. C - GPS é aplicação prática mais famosa da Relatividade.
7. C - Tempo não é absoluto na física moderna.
8. D - Valor exato citado no livro para Everest.
9. B - Fenômeno de atraso temporal em campos gravitacionais.
10. C - Herói combina dilatação por velocidade e por gravidade.
11. C - Curvatura e velocidade são evidências de mudança no espaço-tempo.
12. D - Erro comum de confundir os dois tipos de dilatação.
13. D - Menor gravidade em órbita faz relógio correr.
14. A - Maior gravidade = tempo mais lento.
15. D - Cova gravitacional profunda dilata tempo localmente.
16. B - 45 adiantados (gravidade) - 7 atrasados (velocidade) = 38.
17. C - Profundidade na curvatura é proporcional ao atraso temporal.
18. C - Gravidade é geometria, e geometria dita ritmo do tempo.
19. A - Movimento rápido (Relatividade Restrita) causa atraso no tempo.
20. B - Intensidade gravitacional é maior perto da massa, logo tempo é mais lento.
21. C - Erro acumulado sem ajuste de 38 microssegundos seria de quilômetros.
22. B - Dilatação só permite avançar para futuro do universo externo.
23. A - Definição moderna de gravidade pela Relatividade Geral.
24. C - Confirmação experimental da natureza relativa do tempo.
25. B - GPS é exemplo perfeito do balanço entre as duas Relatividades.
26. C - Métrica temporal muda conforme espaço é curvado pela massa.
27. A - Sem gravidade para atrasar tempo, relógio bateria na velocidade máxima.
28. C - Luz leva mais tempo em caminhos curvos perto de massas.
29. C - Síntese da interação entre massa e tecido quadridimensional.
30. B - Conclusão sobre integração entre biologia, herói e física universal.