

## PROVA DE SELEÇÃO PARA O MESTRADO ACADÊMICO DO PPGENFIS INGRESSO EM 2023/01

### ORIENTAÇÕES PARA A PROVA

1. Ao longo das próximas quatro páginas, você encontrará quatro questões versando sobre os temas dos quatro artigos indicados no edital de seleção. A questão 4 é obrigatória. O(a) candidato(a) deverá escolher mais duas questões para responder, dentre as questões 1, 2 e 3.
2. Todas as questões têm um mesmo valor. A pontuação de cada item está indicada na questão.
3. O desenvolvimento de cada questão deve ser apresentado de forma clara, conduzindo à resposta. A avaliação consistirá da análise do nível de conhecimento demonstrado pelos(as) candidatos(as) nas respostas fornecidas às questões, **levando em conta a qualidade dos argumentos utilizados, assim como a clareza e consistência da redação.**
4. A prova deverá ser feita com caneta.
5. As questões deverão ser resolvidas em folhas em branco fornecidas pela comissão de seleção. Na parte superior de cada folha deverá ser preenchido o CPF do(a) candidato(a), e tão somente o CPF. O nome do(a) candidato(a) ou qualquer outra identificação, que não o CPF, não deverá constar na resolução da prova. (Caso haja identificação, o candidato será reprovado.)
6. A prova poderá ser feita com consulta à bibliografia previamente aprovada pelo(s) professor(es) responsável(is) pela aplicação da prova.
7. Ao final da prova, na última página da prova, deverá ser relacionada a bibliografia consultada durante a prova.
8. Não poderá ser utilizado qualquer dispositivo eletrônico, nem mesmo calculadora.
9. A prova terá duração máxima de 4h.
10. Antes de entregar a prova, o(a) candidato(a) deve indicar no diagrama abaixo quais questões devem ser corrigidas. As questões não indicadas não serão corrigidas. Se forem indicadas mais de duas questões entre a Q1, Q2 e Q3, serão corrigidas as questões Q1 e Q2.

Q1	<input type="radio"/>
Q2	<input type="radio"/>
Q3	<input type="radio"/>
Q4	<input type="radio"/>

**Questão 1.** Considere o artigo intitulado *Revisitando o Experimento de Eratóstenes: medida do raio de Terra*, no qual os autores relatam um experimento realizado em duas diferentes cidades para determinar o raio da Terra.

a) (2 pontos) Na p. 4 desse artigo, no trecho abaixo da eq. (3), os autores afirmam que:

$$\alpha = \phi_T^{Min} - \phi_R^{Min}.$$

Use argumentos geométricos para demonstrar essa expressão.

b) (2 pontos) Suponha que dois grupos de estudantes, situados em diferentes locais do hemisfério sul, reproduziram os experimentos relatados no artigo em pauta. Na Tabela 1.1 consta a longitude dos locais em que supostamente os estudantes coletaram os dados. O tempo transcorrido entre os instantes de sombra com comprimento mínimo nesses dois locais foi de 17 minutos. Use os dados dessa tabela para obter uma estimativa da velocidade angular da Terra. Obtenha uma estimativa do erro relativo percentual do experimento sabendo que  $2,3 \pi 10^{-5} \text{ rad/s}$  pode ser considerada uma boa aproximação para a velocidade angular da Terra.

Tabela 1.1. Dados utilizados pelos alunos para obter a velocidade angular da Terra.

	Local A	Local B
Longitude $\lambda$	60° 55" 35"	57° 19" 34"

- c) (2 ponto) Suponha que para conferir seus resultados, os estudantes decidam usar o Google Earth, GPS ou algum outro recurso moderno que permita medições de grandezas espaciais do globo terrestre. Explique que dados eles poderiam coletar com esses instrumentos e deduza uma expressão para a estimativa do raio terrestre em função dessas grandezas. Discuta possíveis fatores de erro nessa estimativa.
- d) (2 pontos) Na introdução e conclusões desse artigo os autores se referem ao método científico. Discuta possíveis sentidos atribuídos a essa expressão e sua relação com uma noção adequada do que é ciência e como se faz ciência.
- e) (2 pontos) Discuta, em diálogo com os referenciais teóricos, metodológicos e/ou epistemológicos da área de Ensino de Física, possíveis contribuições e desafios pedagógicos em uma abordagem histórica aliada ao uso de experimentação na sala de aula.

**Questão 2.** No artigo intitulado *Interações Discursivas, Práticas Epistêmicas e o Ensino de Relatividade Restrita*<sup>1</sup> há a análise das práticas epistêmicas e funções argumentativas presentes em uma sequência didática que envolve o ensino da relatividade restrita. Com base neste artigo, responda as seguintes questões:

a) (4 pontos) A partir da situação-problema colocada pelo professor no turno 92 (página 17):

Uma espaçonave que está se afastando de você a uma rapidez igual a  $0,8c$  dispara um pulso de luz de um laser no mesmo sentido em que está viajando. Pautado na situação descrita anteriormente, dois alunos apresentaram as seguintes afirmações:

Aluno A: “A velocidade da luz sempre dependerá de um referencial”

Aluno B: “Independente do referencial a velocidade da luz sempre será igual a  $c$ ”

Discuta qual é a afirmação correta e prove matematicamente, a partir da transformada de Lorentz, esta afirmação.

$$x' = \gamma(x - vt),$$

$$y' = y,$$

$$z' = z,$$

$$t' = \gamma(t - vx/c^2).$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

b) (3 pontos) Os autores defendem que a educação científica não deve possuir como objetivo único o ensino de conteúdos. Proponha resumidamente uma situação de aprendizagem em Física que envolva esses outros objetivos propostos pelos autores, relacionando-os com o desenvolvimento da atividade.

c) (3 pontos) Os autores relacionaram certos movimentos epistêmicos desenvolvidos pelo professor na sequência didática ministrada com o engajamento dos estudantes em certas práticas epistêmicas. Eles destacam também que as atividades presentes na sequência didática analisada foram planejadas a partir da estratégia didática das “Teorias Concorrentes” de Erduran (2006). Explicita como a estratégia didática das “Teorias Concorrentes” pode contribuir para as relações observadas pelos autores entre os movimentos epistêmicos desenvolvidos pelos professores e as práticas epistêmicas vivenciadas pelos estudantes.

---

<sup>1</sup> NEVES, J. A.; PIERSON, A. H. C. Interações Discursivas, Práticas Epistêmicas e o Ensino de Relatividade Restrita, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 22, e33345, p. 1–31, 2021.

**Questão 3.** No artigo intitulado *Refinamentos da interpretação da complementaridade a partir do experimento de Afshar*, Pessoa Júnior<sup>2</sup> defende a tese de que o experimento de Afshar não leva a uma violação do princípio da complementaridade, mas sim a uma extensão de tal princípio.

- a) (3 pontos) Descreva de forma sucinta o experimento de Afshar e explique de que modo o resultado levaria, de acordo com o físico iraniano, a uma violação do princípio da complementaridade de Bohr.
- b) (4 pontos). Na Mecânica Quântica, um “sistema de dois estados” com igual probabilidade de se obter um dos dois possíveis resultados de medição é representado pela superposição:

$$\Psi = \Psi_0/\sqrt{2} + e^{i\theta}\Psi_0/\sqrt{2},$$

sendo  $e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$ ,  $i = \sqrt{-1}$  e  $\theta$  é um número real.

Considere o interferômetro de Mach-Zehnder representado na Figura 3.1 (abaixo). Com base na regra estabelecida na nota de rodapé 8 do artigo (Pessoa Jr., 2013, p. 127) e na regra de Born ( $I = |\Psi|^2$ ), calcule a amplitude de onda  $\Psi_1$  que chega ao detector  $D_1$  e sua respectiva intensidade (probabilidade)  $I_1$  em termos de  $\Psi_0$  e  $\phi$ . Mostre que para  $\phi = \pi$ , a intensidade (probabilidade) em  $D_1$  é  $I_1 = 0$ .

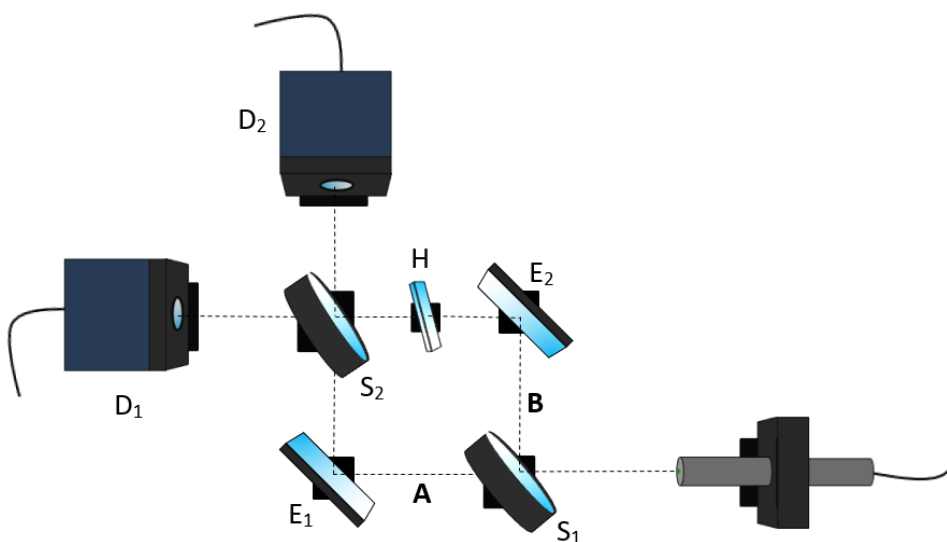


Figura 3.1. Interferômetro de Mach-Zehnder.

- c) (3 pontos) Discorra sobre a importância (ou não) do princípio da complementaridade de Bohr para o ensino de física quântica com base em um referencial teórico.

<sup>2</sup> PESSOA Jr., O. Refinamentos da interpretação da complementaridade a partir do experimento de Afshar. *Scientiae Studia*. v. 11, n.1, pp. 119-139, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662013000100006>.

**Questão 4.** No artigo intitulado *Conceptual challenges with the graphical representation of the propagation of a pulse in a string*, Rangkuti e Karam (2022)<sup>3</sup> apresentam resultados de uma pesquisa que evidencia grande dificuldade de estudantes universitários na interpretação de um gráfico que representa um pulso que se propaga em uma corda.

- a) (3 pontos) Suponha que você queira fazer uma pesquisa semelhante a que esses autores fizeram com estudantes universitários. Para isso considere um pulso que se propaga em uma corda horizontalmente no **sentido negativo** do eixo  $x$  e, em determinado instante de tempo, apresenta o perfil mostrado na Figura 4.1 (abaixo). Enuncie com as suas palavras uma questão semelhante à proposta pelos autores, porém envolvendo os pontos A, B, C e D, mostrados nessa mesma figura. Forneça uma resposta à questão por você enunciada.

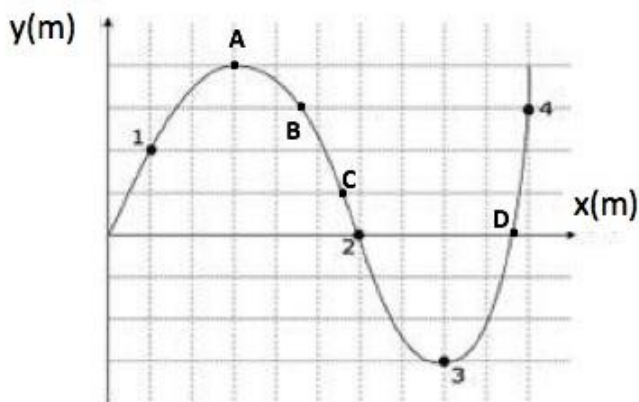


Figura 4.1 Adaptação da figura 1 do artigo em discussão.  
Fonte: Rangkuti e Karam (2022)

- b) (3 pontos) Suponha que em vez de um pulso, duas ondas progressivas  $y_1(x, t)$  e  $y_2(x, t)$  se propagam na corda de modo a produzir uma onda estacionária. Sabendo que:

$$y_1(x, t) = 7 \cos(\pi x - 2\pi t),$$

onde  $x$  e  $y$  são medidos em centímetros e  $t$  em segundos,

- b.1) (1 ponto) proponha uma forma funcional para  $y_2(x, t)$ .  
b.2) (2 pontos) Obtenha o menor valor positivo de  $x$  que corresponde a um nó.

Podem ser úteis as relações:  $\sin(A \pm B) = \sin(A) \cos(B) \pm \cos(A) \sin(B)$   
 $\cos(A \pm B) = \cos(A) \cos(B) \mp \sin(A) \sin(B)$

- c) (4 pontos) Com base em algum referencial teórico, discuta a relevância de trabalhar com representações gráficas para a compreensão de conceitos da física.

<sup>3</sup> RANGKUTI, M. A.; KARAM, R. Conceptual challenges with the graphical representation of the propagation of a pulse in a string, *Physical Review Physical Education Research*, v. 18, n.2, 020119, 2022.