



**Questão 1.** O artigo de L. C. McDermott (2014) faz um balanço das atividades desenvolvidas pelo grupo de Pesquisa em Ensino de Física (PER) da Universidade de Washington, correspondendo à palestra apresentada pela ocasião do recebimento da Medalha Melba Newell Phyllips.

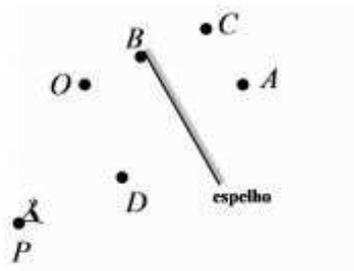
- Descreva a metodologia básica de coleta de dados utilizada pelo grupo da Universidade de Washington para realizar suas pesquisas.
- Apresente alguns dos temas de física mencionados no texto que consolidaram os trabalhos do grupo.
- Discuta a diferença que a autora faz entre textos “baseados em pesquisa” e textos “validados por pesquisa”.
- Comente o parágrafo final do texto, transcrito a seguir. Utilize para isso argumentos do texto e argumentos próprios, deixando claro quais são próprios.

Research in physics education requires deep knowledge of the subject, ready access to students, and the ability to affect instruction at one's university. Only faculty in physics departments can meet all of these requirements. The likelihood of being able to influence instructors at other institutions is also much greater if the individuals conducting the research are physicists. The credibility of PER among physicists depends on discipline-specific arguments and evidence-based conclusions. The connection to student learning needs to be direct rather than through educational theory. It is hard to make a strong case for tenured or tenure-track positions in physics departments unless the emphasis is on physics. To maintain the present level of productivity, it is essential that at least a few research-oriented departments have groups with two or three faculty who can prepare graduate students and post-docs as future leaders in PER.

**Questão 2.** O tópico Ondas e Luz, assunto do Capítulo 9 do texto de Arons, é abordado no ensino médio inicialmente sob o ponto de vista da ótica geométrica, um dos primeiros modelos usados para a descrição da luz.

Considere os exemplos a seguir, correspondendo a atividades propostas em sala de aula em cursos de educação básica e dos anos iniciais do ensino superior.

**Exemplo 1.** Na figura, um observador no ponto  $P$  está de frente para um espelho, e observa uma fonte de luz na posição  $O$ . Dentre as posições assinaladas, qual delas representa a posição na qual o observador em  $P$  vê a imagem de  $O$ ?

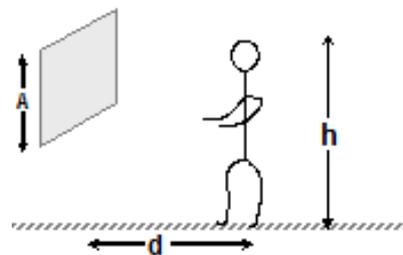


**Exemplo 2.** (a) Dois pequenos objetos e um espelho estão colocados como indica a figura 3. Desenhe um diagrama de raios para determinar a localização da imagem de cada um desses objetos.

- (b) Como você usaria um diagrama de raios para determinar a posição da imagem de um objeto extenso, como um lápis?
- (c) Um lápis é colocado na frente de um espelho plano, como mostra a figura 4. Use um diagrama de raios para indicar a localização da imagem deste lápis. Faça um desenho preciso e cuidadoso, e indique claramente toda a imagem no seu diagrama.
- (d) Indique na figura 4 em que posição um observador pode estar para que ele seja capaz de observar a ponta do lápis.



**Exemplo 3.** Um aluno tem altura  $h$  e está na frente de um espelho plano preso à uma parede. O espelho tem altura  $A$ , e o aluno coloca-se a uma distância  $d$  deste espelho, como mostra a figura.



Assinale a resposta correta entre as opções apresentadas.

O estudante verá sua imagem no espelho:

- sobre a superfície do espelho
- frente do espelho
- atrás do espelho

A razão entre o tamanho de sua cabeça e o tamanho da imagem de sua cabeça é

- igual a 1
- maior que 1
- menor que 1

Para que o estudante consiga ver seu corpo inteiro no espelho, ele deve

- aproximar-se do espelho
- afastar-se do espelho
- agachar-se
- ficar sobre um banquinho
- nenhuma das respostas anteriores

Qual deve ser a menor altura do espelho para que o estudante consiga ver-se por inteiro nele? Justifique.

O exemplo 1 foi aplicado a uma turma de estudantes calouros de cursos de ciências exatas. Os resultados obtidos para as escolhas feitas pelos alunos de uma turma estão apresentadas na tabela a seguir.

Posição (opções)	Número de escolhas	Percentual do total
A	37	38,9 %
B	19	20,0 %
C	8	8,4 %
D	22	23,2 %
Nenhuma delas	9	9,5 %

Considere agora a discussão no texto do Cap. 9 do livro de A.B. Arons.

Resolva esses exercícios. Relacione o que é solicitado com a discussão feita no livro e no artigo sobre as dificuldades dos alunos para resolvê-los.

Discuta a partir do que está apresentado nestes textos quais as dificuldades que os estudantes têm para resolver e compreender este problema, e as soluções propostas para eles. Comente os resultados mencionados na tabela.

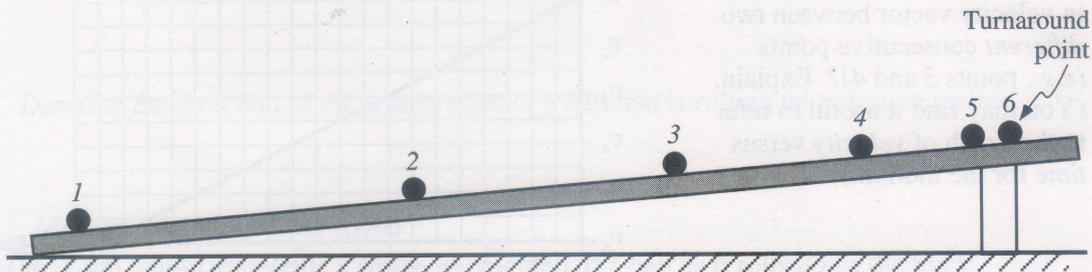
Avalie as questões, e indique de que forma elas podem ser utilizadas para obter informações a respeito da aprendizagem dos estudantes sobre o modelo geométrico para a propagação da luz.

**Questão 3.** Nas duas páginas apresentadas como anexo, são reproduzidos tutoriais em Física Introdutória elaborados e validados em uso com estudantes dos anos iniciais dos cursos universitários do grupo de ensino de física da Universidade de Washington, como mencionado no artigo de McDermott (2014).

Analise este material, resolvendo as atividades sugeridas no item I e discutindo-as sob a ótica apresentada no Capítulo 2 do livro texto de A.B. Arons.

## I. Motion with decreasing speed

The diagram below represents a strobe photograph of a ball as it rolls *up* a track. (In a strobe photograph, the position of an object is shown at instants separated by *equal time intervals*.)



Draw vectors on your diagram that represent the instantaneous velocity of the ball at each of the labeled locations. If the velocity is zero at any point, indicate that explicitly. Explain why you drew the vectors as you did.

We will call diagrams like the one you drew above *velocity diagrams*. Unless otherwise specified, a velocity diagram shows both the location and the velocity of an object at instants in time that are separated by equal time intervals.

- A. In the space at right, compare the velocities at points 1 and 2 by sketching the vectors that represent those velocities. Draw the vectors side-by-side and label them  $\vec{v}_1$  and  $\vec{v}_2$ , respectively.

Sketch  $\vec{v}_1$ ,  $\vec{v}_2$ , and  $\Delta\vec{v}$

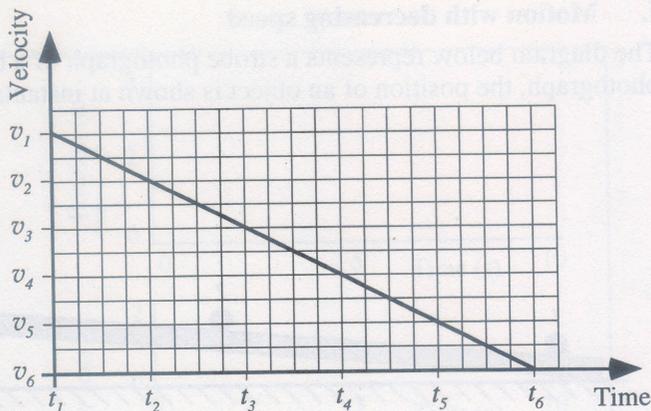
Draw the vector that must be *added* to the velocity at the earlier time to equal the velocity at the later time. Label this vector  $\Delta\vec{v}$ .

Why is the name *change in velocity* appropriate for this vector?

How does the direction of the change in velocity vector compare to the direction of the velocity vectors?

Would your answer change if you were to select two *different* consecutive points (e.g., points 3 and 4) while the ball was slowing down? Explain.

How would the magnitude of the change in velocity vector between points 1 and 2 compare to the magnitude of the change in velocity vector between two different consecutive points (e.g., points 3 and 4)? Explain. (You may find it useful to refer to the graph of *velocity* versus *time* for the motion.)



Note: The positive direction has been chosen to be *up* the track.

- B. Consider the change in velocity vector between two points on the velocity diagram that are not consecutive, e.g., points 1 and 4.

Is the direction of the change in velocity vector different than it was for consecutive points? Explain.

Is the length of the change in velocity vector different than it was for consecutive points? If so, how many times larger or smaller is it than the corresponding vector for consecutive points? Explain.

- C. Use the definition of acceleration to draw a vector in the space at right that represents the acceleration of the ball between points 1 and 2.

How is the direction of the acceleration vector related to the direction of the change in velocity vector? Explain.

Sketch acceleration vector

- D. Does the acceleration change as the ball rolls up the track? Would the acceleration vector you obtain differ if you were to choose (1) two different successive points on your diagram or (2) two points that are not consecutive? Explain.