
UM TESTE PARA DETECTAR CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE TÓPICOS INTRODUTÓRIOS DE ÓTICA GEOMÉTRICA

João Batista Siqueira Harres

Fundação Alto Taquari de Ensino Superior

Lajeado – RS

Resumo

A partir de resultados de entrevistas clínicas, questões de escolha múltipla apresentados por outros pesquisadores e alguns itens criados especificamente para esta pesquisa foi elaborado um teste de lápis e papel, com escolha múltipla, destinado a detectar se o aluno tem concepções cientificamente corretas em alguns tópicos introdutórios da ótica geométrica. Esses tópicos dizem respeito ao processo da visão, às propriedades da propagação da luz e à formação de imagens em espelhos planos. O teste é constituído de 15 itens de escolha múltipla e foi aplicado em 152 estudantes de 2º e 3º graus que já tinham estudado ótica geométrica.

I. Introdução

O teste de lápis e papel relatado neste trabalho foi elaborado para uma pesquisa desenvolvida pelo autor⁽¹⁾ visando investigar se um planejamento de ensino tendo como ponto de partida as concepções alternativas dos alunos resulta em uma aprendizagem mais eficiente do que outro planejamento que não leva em conta estas concepções. Para tanto, foram elaborados materiais instrucionais correspondentes a cada tipo de planejamento que foram aplicados em dois grupos equivalentes de estudantes de 2º grau. Assim, o teste foi usado para medir, antes e depois da aplicação dos materiais instrucionais aos dois grupos, o nível das concepções científicamente corretas apresentadas pelos estudantes.

Este trabalho apresenta os resultados obtidos na aplicação do teste, antes da realização da pesquisa referida acima, em dois grupos de alunos que já tinham estudado a ótica geométrica.

O uso de testes de lápis e papel para a detecção de concepções alternativas tem sido proposto por pesquisadores em ensino de ciências como forma de superar as dificuldades de tempo e de prática com o uso de outras técnicas como entrevistas clínicas, testes com justificativa de resposta, etc.⁽²⁾.

Neste sentido, este trabalho propõe um teste de lápis e papel sobre concepções alternativas na área de ótica geométrica. Algumas questões foram retiradas da literatura existente, enquanto outras foram adaptadas, pois se referiam a investigações levadas a cabo através de entrevistas clínicas. Outros itens foram especificamente criados para este teste. Em anexo, apre-

senta-se a versão final do teste com as respectivas referências para os itens retirados ou adaptados de outros trabalhos.

Embora outras áreas da física já apresentem estudos mais avançados no que diz respeito às concepções alternativas, pode-se dizer que a ótica geométrica tem recebido pouca atenção dos pesquisadores⁽³⁾. No Brasil temos registro de apenas cinco trabalhos^(4,5,6,7 e 8). Assim, é no exterior que podemos encontrar relatos de um número maior de pesquisas nesta área de ensino de física.

Dentro da ótica geométrica, é justamente nos tópicos introdutórios que encontramos um maior número de trabalhos. Estas pesquisas relatam, em geral, a grande dificuldade dos alunos ao lidarem com o processo de visão, com as propriedades da propagação da luz e com os espelhos planos. Os poucos trabalhos que investigaram tópicos subsequentes a estes também encontraram resultados semelhantes. Além disso, as dificuldades apontadas mostraram-se fortemente relacionadas com as dificuldades detectadas nos tópicos introdutórios da ótica geométrica^(9, 10 e 11).

Uma provável causa destas dificuldades talvez resida no fato de que as concepções alternativas relativas aos tópicos introdutórios da ótica geométrica ainda não tenham recebido a devida atenção, tanto pelos autores de livros didáticos como também, e, talvez, até por consequência disso, pelos próprios professores^(1 e 12).

II. As concepções alternativas

A pesquisa em concepções alternativas (também denominadas “intuitivas”, “espontâneas”, “contextualmente errôneas” ou ainda “pré-concepções”) já conseguiu, em face da diversidade de populações investigadas e da intensidade com que certos conceitos foram analisados, delinear as suas características principais.

A primeira característica, e talvez a mais importante, é que as concepções alternativas existem, e, em geral, não correspondem às explicações e descrições que a ciência faz hoje⁽¹³⁾. Além disso, algumas ainda são muito semelhantes a determinadas concepções que, durante algum tempo, foram consideradas como corretas⁽¹⁴⁾.

As pesquisas realizadas até aqui permitem afirmar que considerar o aluno, no início da instrução, como uma “tábula rasa”, certamente é um grande equívoco e prenúncio de uma aprendizagem mais difícil. Entretanto, a imutabilidade dos livros-texto de ciências mais usados parece indicar que os resultados destas pesquisas ainda não conseguiram atingir a sala de aula.

Outra característica das concepções alternativas é a sua transculturalidade. Isto é, elas identificadas de modo semelhante nas mais diversas culturas.

A resistência à mudança parece ser também uma característica marcante das concepções alternativas. Indivíduos com diferentes idades apresentam, em geral, o mesmo padrão de concepções alternativas independentemente do tempo de envolvimento com a instrução tradicional de ciência.

Além disso, as concepções alternativas possuem um amplo poder explicativo. Isto ocorre porque a criança, em geral, não se preocupa muito com a coerência e com a abrangência das ideias e porque, ao mesmo tempo, apóia-se em uma visão egocêntrica do mundo. Este comportamento é freqüentemente observado ainda na adolescência e também na idade adulta. De

fato, para explicar situações diametralmente opostas, muitas vezes, os estudantes usam as mesmas concepções, fazendo apenas modificações “ad hoc” que não reduzem o nível da sua validade.

Em virtude de todas estas características pode-se afirmar que as concepções alternativas influenciam fortemente na aprendizagem. Por isso, para haver uma mudança conceitual, é necessário que haja uma intenção explícita neste sentido. Conforme Silveira e outros⁽¹⁵⁾, “*muitos alunos, apesar de, aparentemente, terem “adquirido” concepções científicas, tendo inclusive resolvido muitos problemas, para quais o domínio destas concepções é supostamente necessário, principalmente em soluções numéricas e literais, em determinadas situações posteriores à instrução, provavelmente voltem a apresentar as mesmas concepções científicas*” (p.1129).

III. Concepções alternativas em ótica geométrica

Para podermos elaborar um teste de lápis e papel a fim de verificar se o estudante possui concepções científicas sobre alguns tópicos introdutórios da ótica geométrica fizemos um levantamento das concepções alternativas mais freqüentes citadas na literatura existente.

Destas, talvez a concepção alternativa da ótica geométrica que mais influencia a descrição e explicação de vários fenômenos é o não reconhecimento, por parte de um grande número de estudantes, da propagação da luz^(8, 14 e 16). Em geral, a luz é identificada como “estando” ou na fonte emissora ou no objeto iluminado. Quando a propagação é reconhecida, ela é feita, muitas vezes, com propriedades diferentes daquelas propostas pela ciência. Como conseqüência, é comum os estudantes dizerem que o alcance de uma fonte depende da sua intensidade luminosa^(8 e 17), ou que a sua propagação pode não se dar somente de modo retilíneo, além de ainda considerarem de modo inadequado a velocidade da luz⁽¹²⁾.

No processo da visão, pode-se identificar muitos problemas que, não raro, decorrem da dificuldade em reconhecer e aplicar corretamente as propriedades da propagação da luz. O maior desses problemas é a dissociação entre o processo da visão e a propagação da luz^(8,18 e 19). É comum o estudante considerar que, para ver um objeto, não é necessário que venha luz do objeto até nossos olhos. Alguns estudantes apresentam de modo muito arraigado o modelo dos “raios visuais”, proposto por Aristóteles, para explicar o processo da visão. Outras vezes, a qualidade da visão está associada à claridade que a tudo envolve. E mais: muitos consideram possível “enxergar” a luz se propagando no espaço em uma direção não incidente no olho da pessoa^(19 e 20).

A reflexão da luz não é reconhecida para objetos opacos, reforçando assim o modelo alternativo para a visão. Ela só é admitida para espelhos ou superfícies lisas similares. As leis da reflexão também são violadas freqüentemente. Os estudantes nem sequer relacionam, ou relacionam erroneamente, o ângulo de reflexão com o ângulo de incidência^(8,9,20 e 21).

Como conseqüência de todas essas concepções errôneas, as imagens em espelhos planos também apontam para uma grande variedade de concepções alternativas.

Em primeiro lugar, já acarreta dificuldade o reconhecimento de que a imagem se forma “dentro” do espelho. Mesmo que esse “dentro”, que caracteriza a observação de uma imagem virtual, não exista. A imagem é localizada na superfície do espelho ou até na frente dele^(20 e 21).

Uma segunda concepção muito comum é a de que um objeto que não estiver na frente do espelho não formará imagem⁽²¹⁾. A dependência da posição do observador (e não da

posição do objeto) também é muito comum. Com isso, a igualdade da distância entre o objeto e o espelho com a distância entre a imagem e o espelho fica também prejudicada.

E, finalmente, uma concepção muito marcante, encontrada na revisão da literatura (e plenamente confirmada neste trabalho, como veremos mais adiante) se relaciona à crença de que o tamanho da imagem depende da posição do objeto em relação ao espelho. Em geral, os estudantes afirmam que, à medida que um objeto se afasta de um espelho, a sua imagem diminui de tamanho. Para a grande maioria dos indivíduos investigados, é possível, afastando-se de um espelho plano, ver uma parte maior de seu próprio corpo⁽²¹⁾.

IV. O Teste

O teste é constituído de 15 itens sendo a versão final resultado de diversos procedimentos de validação. Os itens do teste possuem três, quatro ou cinco alternativas. Uma delas se identifica com a concepção científica para o tópico considerado. As outras alternativas foram elaboradas de tal forma que representem as respostas mais comuns relatadas nos trabalhos de investigação de onde foram retiradas ou adaptadas.

O teste foi aplicado durante o segundo semestre de 1989 em estudantes de 2º grau e de 3º grau. O grupo de 2º grau tinha estudado a ótica geométrica no primeiro semestre do mesmo ano e era composto por 57 estudantes de 3ª série de 2º grau do Curso Técnico em Eletrônica da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, Novo Hamburgo (RS). O outro grupo, de 3º grau, tinha estudado a ótica geométrica ainda no segundo semestre de 1989 e compunha-se de 95 estudantes da disciplina de Física III do Curso de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS).

Os escores brutos, quantificando-se 1 (um) para resposta correta e 0 (zero) para a incorreta, foram submetidos a uma análise de consistência interna.

A Tabela 1, na página seguinte, mostra a distribuição da frequência das respostas em cada item, a proporção de respostas corretas e o coeficiente de correlação item-total.

A validade da construção de um escore total num teste deste tipo deve ser verificada pelo cálculo do coeficiente de correlação entre cada item e o escore total⁽¹⁵⁾. Embora os coeficientes de correlação obtidos aqui não sejam muito altos, a sua significância estatística nos permite considerar a construção do escore total do teste como válida. Conforme pode-se observar na Tabela I, à exceção do último item do teste; todos os itens restantes apresentaram correlação significativa em nível inferior a 1% com o escore total. No item nº 15 o nível de significância estatística foi inferior a 5%.

TABELA 1

Análise de consistência interna baseada nas respostas de 152 alunos de 2º e 3º graus após o estudo de ótica geométrica.

Item	A	B	C	D	E	Om	P	rit
1	1	14	113*	24	-	-	74,3%	0,35*
2	99*	16	20	17	-	-	65,1%	0,566*
3	27	12	9	104	-	-	68,4%	0,547*
4	69	4	1	78	-	-	49,3%	0,469*
5	5	6	111*	30	-	-	73,0%	0,356*
6	2	135*	8	7	-	-	8,8%	0,213*
7	80*	3	18	26	25	-	52,6%	0,481*
8	61	4	1	86	-	-	56,7%	0,452*
9	34	21	9	11	77*	-	50,7%	0,405*
10	17	44	89*	-	-	2	59,3%	0,380*
11	53*	26	72	-	-	1	35,1%	0,294*
12	12	95*	34	10	-	1	62,9%	0,494*
13	17	18	16	8	93*	-	61,1%	0,427*
14	18*	70	36	27	-	1	1,9%	0,317*
15	3*	131	18	-	-	-	2,0%	0,205**

* - resposta correta; Om-omissões; P-porcentagem de acertos; rit-coeficiente de correlação item-total; * - estatisticamente significativo em nível inferior a 1%; ** - estatisticamente significativo em nível inferior a 5%.

Além disso, foram calculados também o coeficiente ALFA de Cronbach⁽²²⁾ e o coeficiente BETA de Silveira⁽²³⁾, apresentados na Tabela 2 abaixo, os quais nos fornecem parâmetros para avaliar a fidedignidade do escore total.

TABELA 2

Característica do escore total do teste

Indivíduos	Média	Desvio Padrão	Coef. ALFA	Coef. BETA
162	8,06	2,67	0,60	0,67

Embora os coeficientes ALFA e BETA não sejam altos, pode-se considerá-los satisfatórios. O teste investiga um certo número de concepções sobre ótica geométrica que são de certa forma, independentes entre si. Isto é reforçado pelo fato de que a análise de consistência interna ter apontado alguns itens com correlação estatisticamente significativa com mais da metade dos outros.

Além disso, as alternativas não envolvem uma mesma concepção em todas as questões, de modo que concepções diferentes podem ser adotadas em igual intensidade e independentes da concepção adotada em outro item. Isto talvez ocorra porque, conforme Watts⁽²⁴⁾, as concepções alternativas sobre a luz podem ser de elaboração muito pessoal. Assim, num teste como este, onde são investigados vários tópicos iniciais (não totalmente dependentes entre si) da ótica geométrica, é de se esperar que, dificilmente, alcance um coeficiente de fidedignidade muito elevado.

V. Análise dos resultados

Faremos, agora, algumas considerações sobre o desempenho da população investigada.

Os resultados mostram que o desempenho dos estudantes no teste foi medíocre pois o escore médio foi pouco acima de 50%. Considerando que todos os estudantes da amostra (da qual 60% aproximadamente são estudantes de 3º grau) já tinham estudado a ótica geométrica, esta porcentagem de acertos chama a atenção. Este resultado parece indicar uma certa resistência à mudança das concepções alternativas nos tópicos introdutórios da ótica geométrica.

A análise específica dos itens do teste também parece evidenciar a constatação acima. Por exemplo, nas duas primeiras questões, onde o estudante é questionado sobre o processo de visão, cerca de 30% concebem erroneamente este processo. A maioria dos que erraram os itens 1 e 2 explicou a visão a partir do modelo dos “raios visuais”.

Já nos itens 3 e 4, foi muito referida a concepção alternativa de que o alcance da luz depende da intensidade da fonte que a gerou. Isto é evidenciado pela grande frequência de escolha pela alternativa (a) do item 4.

A propagação retilínea da luz aparece nos itens de 5 a 9. Especialmente nos itens 7, 8 e 9, a margem de acertos caiu. Isto pode ter ocorrido tanto pelo fato dos estudantes não considerarem a propagação retilínea da luz como também pela dificuldade de usarem esta idéia traçando retas (ou “raios”) para resolver a questão, confirmando, assim, o fato, já constatado por outros pesquisadores, de que o uso do conceito de “raio de luz” não é trivial^(20 e 21).

Mesmo que outros aspectos estejam envolvidos, os itens de 10 a 13 referem-se particularmente às imagens formadas nos espelhos planos. O resultado indica que, provavelmente, concepções errôneas em itens anteriores influenciaram itens subsequentes, como estes compreendidos nesta seqüência de 10 a 13.

As respostas ao item 10, que investiga onde está localizada a imagem em um espelho, indicaram que cerca de 40% dos estudantes não a localizaram corretamente, ou seja, “dentro” do espelho. Isto mostra que a definição de imagem virtual deve ser encarada com mais cuidado pelos professores. No item II, quase a metade dos indivíduos assinalou que, se o observador se move para o lado esquerdo, a imagem do objeto se moverá para o lado contrário, o direito. Talvez os modelos incorretos sobre o processo da visão tenham influenciado estas respostas. E os itens

12 e 13 mostraram que a compreensão da imagem formada por um objeto que não está posicionado em frente a um espelho plano também requer uma atenção maior.

Como nos dois últimos itens a proporção de acertos ficou realmente muito baixa, cabe uma análise mais detalhada de cada um. O penúltimo item, o de número 14, de certa forma abarca quase todos os conceitos e proposições introdutórios de ótica geométrica. Estão ali envolvidos o modelo da visão, a propagação retilínea da luz, a reflexão (especular e difusa) da luz, a relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão e, por último, a formação de imagens em espelhos planos. Apenas 12% dos estudantes responderam corretamente. A maioria dos que erraram, apresentaram uma forte dissociação entre processo da visão, propagação da luz e sua reflexão, já que optaram, neste item, pela alternativa (b) que afirma que a pessoa poderia ver a luz mas não o espelho.

O último item chamou mais ainda a atenção, pois, de 152 estudantes, apenas três indivíduos o acertaram. Comprova-se assim que é muito forte a concepção de que o tamanho da imagem de um objeto diminui quando este se afasta de um espelho plano. Provavelmente, a elaboração desta concepção se dá antes do estudante se defrontar com o ensino formal da ótica geométrica. O fato merece atenção pois esta concepção ainda permanece no indivíduo mesmo depois que ele tenha participado do ensino introdutório tradicional nesta área da física. Para tentar reverter este processo, talvez o caminho mais adequado seja insistir em que os estudantes “se olhem” cuidadosamente em espelhos planos colocando-se em distâncias diferentes em relação a eles. O professor pode, ainda, pedir que seus alunos demonstrem, através de um diagrama de raios, que o tamanho da imagem de um objeto não se modifica se este aproxima-se ou afasta-se do espelho. Talvez os livros didáticos também devessem se dedicar a elucidar melhor este aspecto das imagens em espelhos planos.

VI. Conclusões

Propõe-se um teste de lápis e papel que, por um lado, pode ser aplicado e avaliado muito rapidamente e, por outro lado, é capaz de dar ao professor (ou ao pesquisador) informações se o aluno tem concepções científicas sobre tópicos introdutórios da ótica geométrica.

O escore total do teste pode indicar o nível das concepções científicas apresentadas pelo estudante sobre esta área da física. Porém como o teste aborda tópicos, em alguma medida, independentes entre si, o professor (ou o pesquisador) deve ter em mente que a semelhança entre os escores totais de dois estudantes não significa necessariamente que estes estudantes possuem as mesmas concepções.

Os resultados da aplicação do teste na amostra selecionada indica que os estudantes com grande grau de envolvimento com a ótica geométrica apresentam dificuldades consideráveis nos tópicos introdutórios. Por isso, espera-se que os autores de livros didáticos e, principalmente, os professores considerem de maneira diferente a abordagem destes tópicos.

No que diz respeito aos professores, é necessário também que eles adotem uma postura que propicie a reformulação conceitual, desenvolvendo assim atividades que levem o estudante a percorrer o caminho desde as suas concepções alternativas até as concepções científicas, não bastando apenas detectar as concepções erradas dos estudantes.

Nesse sentido, o texto⁽²⁵⁾ que elaboramos para a pesquisa⁽¹⁾ mencionada no início deste trabalho, e que pode ser obtido em contato com o autor, tem se mostrado como uma ferramenta relativamente eficiente no sentido de promover uma reformulação conceitual nos tópicos introdutórios da ótica geométrica.

Referências

- 1- HARRES, J.B.S. Concepções espontâneas como ponto de partida para o ensino: um estudo quase experimental em ótica geométrica. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, PUCRS, 1991.
- 2- SILVEIRA, F.L.; MOREIRA, M.A. e AXT, R. Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento. **Ciência e Cultura**, 38(12): 2047 - 2055, 1986.
- 3- GILBERT, J.K. e WATTS, M. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. Science Education. 66(4): 623-633, 1982.
- 4- TEIXEIRA, S.K Estudo das noções espontâneas acerca dos fenômenos relativos à luz em alunos de 11 a 18 anos. Dissertação de mestrado. São Paulo, IFUSP, 1982.
- 5- CARVALHO, A.M.P. Piaget e o ensino de Ciências. Revista da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2(1): 55-77,1983.
- 6- TEIXEIRA, S.K. e CARVALHO, A.M.P. A visão de um fenômeno: como os alunos de 11-18 anos interpretam a queima de uma folha de papel com o auxílio de uma lente. Revista da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 10(2):301-313, 1984.
- 7- CARVALHO, A.M.P e FERNANDES, O.O.J. Uma tentativa de destruição do modelo espontâneo da luz e construção do modelo físico. V Simpósio Nacional de Ensino de Física, Niterói, 1985.
- 8- BARROS, S.L.S.; GOULART, S.M. e DIAS, E.C.N. Conceitos espontâneos de crianças sobre fenômenos relativos à luz: análise qualitativa. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 3(3): 138-159,1989.
- 9- LaROSA, C.; MAYER, M; PATRIZZI, P. e VICENT-MISSONI,M. Commonsense knowledge in optics: preliminary results of an investigation into the properties of light. European Journal of Science Education, 6(40): 387-397, 1984.
- 10- GOLBERG, F.M. e McDERMOTT, L.C. An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror. American Journal of Physics, 55(2): 108-119, 1987.
- 11- SAXENA, A.B. The understanding of the properties of light by students of India. International Journal of Science Education 13(3): 283-289, 1991.

- 12- WATTS, M. Student conceptions of light: a case study. Phys Educ., 20(4):183-187, 1985
- 13- GILBERT, J.K.; OSBORNE, R.J. e FENSHAM, P.J. Children's science and its consequences for teaching. Science Education, 66(4): 623-633, 1982.
- 14- ANDERSSON, B. e KARRQVIST, C. How swedish pupils, aged 12-15 years, understanding light and its properties. Eur. Jour. Sci. Educ.,5(4): 387-401, 1983.
- 15- SILVEIRA, F.L.; MOREIRA, M.A. e AXT, R. Validação de um teste para detectar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples Ciência e Cultura, 41(11):1129-1133, 1989.
- 16- RICE, K e FEHER, E. Pinholes and images: children's conceptions of light and vision. Science Education. 71(4): 629-639, 1987.
- 17- STEAD, BF. e OSBORNE, RJ. Exploring student's concepts of light. Australian Science Teachers Journal, 26(3): 84-90, 1980.
- 18- JUNG, W. Erhebungen zu Schülervorstellungen in Optik. Physica Didactica, 8: 173, 1981.
- 19- SHAPIRO, BL. What children bring to light: giving high status to learner's views and actions in science. Science Education, 73(6)711-733, 1989.
- 20- PERALES, F.J.; NIEVAS, F. e CERVANTES, A. Misconceptions on geometric optics and their association with relevant educational variables European Journal of Science Education. 11(3): 273-286, 1989.
- 21- GOLDBERG, F.M. e McDERMOTT, L.C. Students difficulties in understanding image formation by a plane mirror. The Physics Teacher, 472-480, nov., 1986.
- 22- CRONBACH, L.J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika 12:297-334, 1951.
- 23- SILVEIRA, F.L. Coeficiente beta: estimativa do coeficiente de fidedignidade de uma variável compósita. Educação e Seleção, 11:105-108, 1985.
- 24- WATTS, M. De mapas de conceitos a sinalizadores de currículo. Caderno Catarinense de Ensino de Física- 7(1): 7-20, 1990.
- 25- HARRES, J.B.S. Introdução à ótica geométrica. 2 ed Lajeado, FATES, 1993.
- 26- ALVARENGA, B. e MAXIMO, A. Curso de Física. vol.2. Harba, São Paulo, 1986.

TESTE

Instruções:

- 1º) Este teste consta de 15 questões, confira se ele está completo.
- 2º) Em cada uma das questões escolha uma e apenas uma das alternativas apresentadas.
- 3º) Depois de ter certeza da alternativa escolhida, marque a sua resposta na grade de respostas que aparece na última página deste teste.

1) Uma aluna, Elisa, e seu professor discutem o que segue:

“Prof.: Explique como você vê o livro.

Elisa: Sinais nervosos vão desde meus olhos até meu cérebro.

Prof.: Sim, isto acontece entre os olhos e seu cérebro.
Mas existe uma certa distância entre o livro e seus olhos. O que acontece entre eles?”



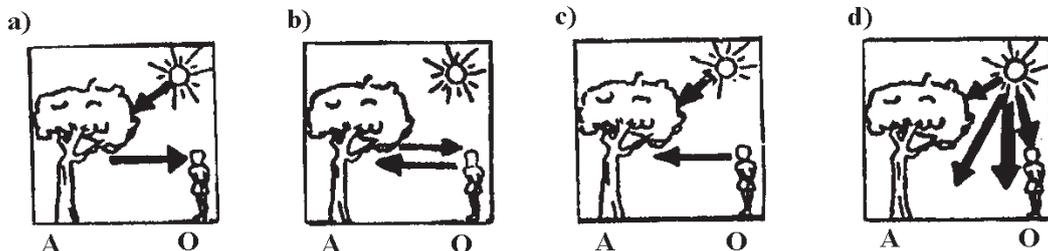
Com qual das alternativas seguintes você responderia à pergunta do professor?

- a) Raios vão dos meus olhos até o livro de modo que assim posso vê-lo.
- b) Não acontece nada, o livro está iluminado e isto basta para que eu possa vê-lo.
- c) A luz do ambiente refletida no livro chega até os meus olhos.
- d) Os olhos emitem raios que retomam ao cérebro trazendo a informação da imagem.

(adaptada de Andersson e Kärqvist, 1983).

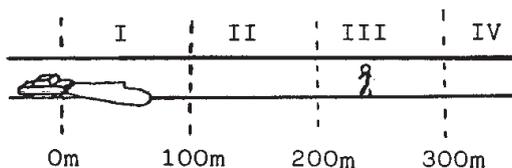
2) As figuras abaixo representam uma fonte de luz S (Sol), um objeto A (árvore) e um observador O (menino). Qual das alternativas abaixo melhor representa o modo pelo qual podemos enxergar um objeto?

(adaptada de Barros et alii, 1989).



3) Em uma noite escura e sem nevoeiro um carro está parado em uma estrada reta e plana. O carro está com seus faróis ligados. Um pedestre, também parado na estrada, é capaz de ver os faróis. A figura da página seguinte ilustra esta situação e está subdividida em quatro seções. Até onde a luz dos faróis do carro alcança?

- a) No máximo até a seção I.
- b) No máximo até a seção II.
- c) No máximo até a seção III.
- d) Até a seção IV e ainda vai mais além.

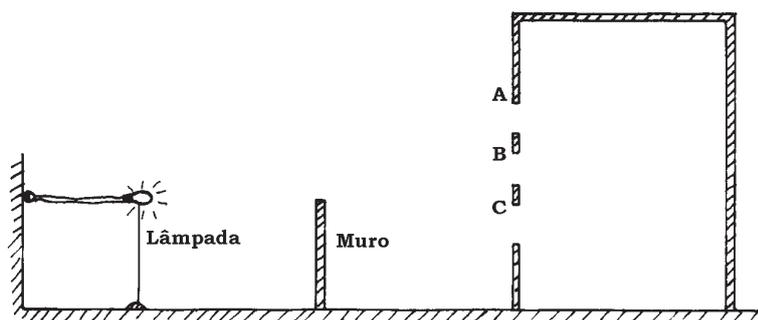


(adaptada de Andersson e Kärrqvist, 1983).

4) Suponha a mesma situação descrita na questão anterior só que, em vez de carro, tivéssemos ali uma pequena vela acesa. Até onde a luz da vela alcançaria?

- a) No máximo até a seção I.
- b) No máximo até a seção II.
- c) No máximo até a seção III.
- d) Até a seção IV e ainda iria mais além.

As questões 5 e 6 referem-se à figura abaixo. Ela mostra um muro colocado entre uma pequena lâmpada e uma sala com três janelas na parede da esquerda.



5) Qual(ais) da(s) janela(s) é(são) iluminada(s) pela lâmpada?

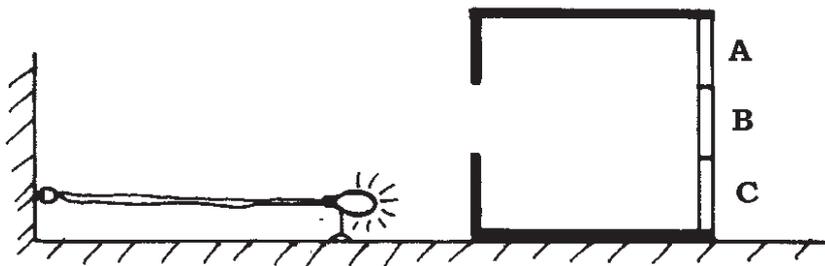
- a) A
- b) B
- c) A e B
- d) A, B e C

6) Se você estiver dentro da sala, através de qual(ais) das janelas você poderá ver a lâmpada?

- a) A, B e C b) A e B c) B d) A

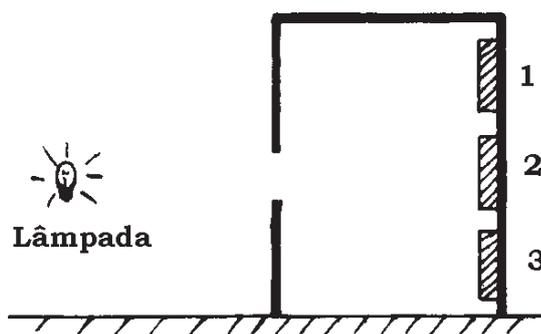
(adaptadas de LaRosa et alii, 1984)

7) A figura abaixo mostra uma pequena lâmpada colocada em frente a uma caixa que possui uma abertura no seu lado esquerdo. Que região(ões) da parte inferior direita da caixa é(são) iluminada(s) pela lâmpada?



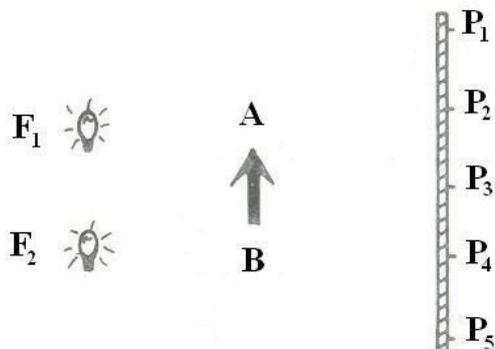
- a) Somente A.
b) Somente B.
c) Somente A e B.
d) A, B e C.
e) Nenhuma delas.

8) A figura abaixo mostra uma pequena lâmpada colocada frente a uma janela de uma sala que contém três quadros (1, 2 e 3) na parede oposta à janela. Qual(ais) quadro(s) é(são) iluminado(s) pela lâmpada?



- a) 1, 2 e 3 b) 1 e 2 c) 2 e 3 d) Apenas o 2.

9) Duas pequenas fontes, F_1 e F_2 , estão situadas em frente a um objeto opaco AB, como mostra a figura abaixo. Considerando os pontos assinalados na parede, qual (ais) deles está(ão) recebendo luz das duas fontes?



- a) Todos.
- b) Apenas P_3 .
- c) P_2 , P_3 , e P_4 .
- d) P_2 e P_4 .
- e) P_1 e P_5 .

(adaptada de Alvarenga e Máximo, 1986)

10) Onde está localizada a imagem de um objeto colocado em frente a um espelho plano?

- a) Na frente do espelho.
- b) Na superfície do espelho
- c) Atrás do espelho

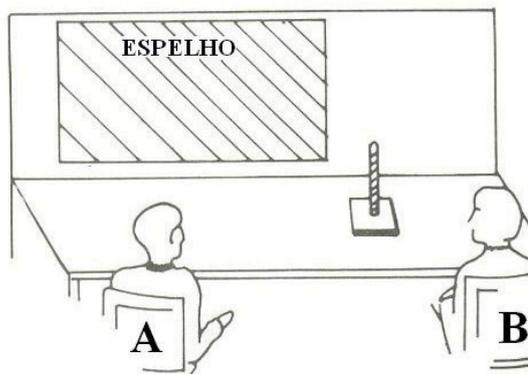
11) O desenho ao lado mostra um observador parado em frente a um espelho plano. Entre o espelho e o observador encontra-se um objeto. Se o observador mover-se para a esquerda, o que acontecerá com a imagem do objeto?



- a) Permanecerá no mesmo lugar onde estava.
- b) Se deslocará para a esquerda do observador.
- c) Se deslocará para a direita do observador.

(adaptada de Goldberg e McDermott, 1986)

12) A figura abaixo mostra um objeto que se encontra além da borda direita de um espelho plano. Os observadores A e B podem ver a imagem do objeto?



- a) Sim, ambos podem
- b) A pode ver a imagem, mas B não.
- c) A não pode ver a imagem, mas B pode.
- d) Não, nenhum dos dois pode ver a imagem.

(adaptada de Goldberg e McDermott, 1986)

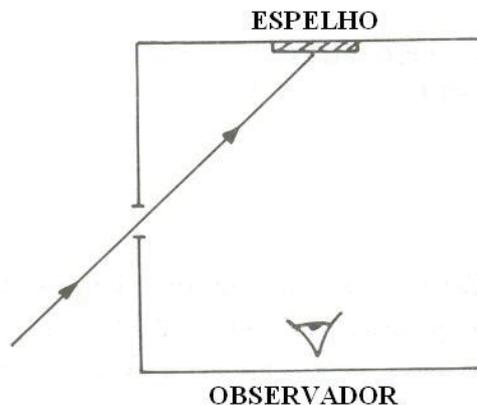
13) A ilustração abaixo mostra uma sala, vista de cima, contendo um espelho em uma parede e um quadro em outra parede. Em qual(ais) das posições indicadas na ilustração, uma pessoa poderá ver a imagem do quadro?



- a) Em A, B e C.
- b) Somente em A e B
- c) Somente em C.
- d) Somente em B
- e) Somente em A.

(adaptada de LaRosa et alii, 1984)

14) A figura abaixo mostra uma sala completamente escura, sem pó, sem fumaça e de paredes totalmente negras. Através de uma abertura, faz-se incidir um fecho retilíneo de luz obliquamente em direção ao espelho. Uma pessoa, colocada na parede oposta ao espelho, como mostra a figura, poderá ver o espelho e a luz nele refletida?



- a) Não ela não poderá ver o espelho e nem a luz nele refletida.
- b) Poderá ver a luz, mas não poderá ver o espelho.
- c) Poderá ver o espelho, mas não a luz.
- d) Sim, poderá ver tanto a luz quanto o espelho.

(adaptada de Andersson e Kärrqvist, 1983)

15) O que você poderá fazer para que, colocado em frente a um espelho plano, possa ver uma maior parte do seu próprio corpo?

- a) Nada.
- b) mover-se para trás.
- c) Mover-se para frente.

GRADE DE RESPOSTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15