

Concepções alternativas sobre luz, cor e visão

Bernardo Buchweitz*
Virgínia Mello Alves**

Resumo:

Este trabalho apresenta alguns aspectos de Óptica obtidos de uma investigação que enfocou concepções relacionadas com luz, cor e visão. Os dados foram obtidos por meio de um questionário com nove situações práticas, sobre as quais dois grupos, um de oitava série e outro de estudantes de pós-graduação e professores de Física, foram solicitados a responder algumas questões. Os resultados mostraram que o primeiro grupo tinha o mesmo tipo de concepções alternativas mostrados por estudantes de mesmo nível em outras investigações, tais como a identificação da luz com sua fonte ou seus efeitos. Eles também apresentaram outros conceitos alternativos, como a idéia de que a luz não se reflete nos objetos, mas permanece neles. O segundo grupo não mostrou as mesmas concepções alternativas do primeiro, mas mesmo assim não estabeleceu relação alguma entre cor e visão: cor foi considerada uma propriedade da luz determinada pelo comprimento de onda.

Palavras-Chave: concepções; Física; Óptica

Abstract:

This work presents some aspects of Optics gathered from an investigation which focused on conceptions related to light, color, and vision. The data were gathered through a questionnaire containing nine practical situations, on which two groups, one of junior high school students and another of graduate students and physics teachers, were asked to answer some questions. The results showed that the first group had the same kind of alternative conceptions already held by pupils of similar level in other investigations, such as the identification of light with its source or light effects. They also had some other alternative conceptions, such as the idea that light does not reflect from objects but stays on them. The second group did not show the same alternative conceptions that the first group did, but they still did not establish any relationship between color and vision: color was considered a property of light which is determined by the light wavelength.

Key-words: conceptions, Physics, Optics

* Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas

E-mail: bbuch@ufpel.tche.br

** Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas

E-mail: vmalves@ufpel.tche.br

Introdução

A partir do começo dos anos 70 iniciou-se um grande movimento na pesquisa em Ensino de Ciências com o objetivo de buscar os conceitos ou relações entre conceitos que as pessoas possuem e que diferem dos conceitos ou das concepções científicas. Essas concepções podem originar-se de representações próprias que os indivíduos desenvolvem para descrever as suas experiências cotidianas, de significados a elas atribuídos pela linguagem utilizada ou de entendimento equivocado transmitido por uma situação de ensino. De maneira geral, chamam-se de concepções alternativas àquelas concepções que possuem significados diferentes daqueles atribuídos pela comunidade científica e que se formam pelos motivos acima mencionados, ou por outro qualquer. Na literatura relacionada com esse tema, concepções alternativas também são denominadas conceitos ou concepções espontâneas, intuitivas ou erradas.

Foi pensando na importância que as concepções prévias dos alunos têm na aprendizagem de novos conceitos, que elaboramos um projeto para investigar algumas concepções alternativas relacionadas com a Física. O objetivo principal foi identificar concepções, alternativas ou não, sobre a existência e a propagação da luz, os modelos de visão e a natureza da cor, presentes entre físicos e estudantes da última série do nível fundamental.

A Investigação

A organização do questionário e sua aplicação

Para realizar o levantamento das concepções, organizamos um questionário cujos problemas requerem respostas abertas. Esse questionário foi elaborado com base em artigos (Thiberghien et alii, 1980; Andersson e Kärqvist, 1983; Barros, 1985; Bouwens, 1987) que, entre outros, enfocam os temas escolhidos, tendo sido adaptadas algumas questões. A versão final está no apêndice A. Outras publicações, como as de Anderson et alii (1986), Guesne (1985) e Shapiro (1989) também descrevem idéias e concepções que as crianças têm sobre luz, relacionadas com o presente trabalho.

Os quatro primeiros problemas do questionário destinam-se a investigar as idéias sobre existência e propagação da luz. No problema nº 1 procura-se verificar se as pessoas utilizam a noção de que a luz se propaga no espaço e se a existência da luz é associada à sua fonte e/ou à sua propagação e/ou ao seu efeito. No problema nº 2, além da confirmação das respostas apresentadas no problema anterior, busca-se a idéia sobre até onde se propaga a luz e a constatação de que para o observador enxergar a luz

dos faróis de um automóvel, esta luz deve se propagar a partir dos faróis até os seus olhos. Aqui já se pretende identificar modelos de visão. O enfoque do problema nº 3 é verificar se a propagação da luz pode ser afetada por outras formas de iluminação. Já o problema nº 4 visa obter concepções sobre reflexão e a propagação retilínea da luz.

Os problemas nº 5 e nº 6 se dirigem especificamente a investigar os modelos de visão utilizados pelas pessoas. No problema nº 5 procura-se verificar se elas entendem que é necessário algum vínculo entre objeto e observador para que o primeiro seja visto e até que nível a percepção visual é entendida; e no problema nº 6, além de confirmar essas idéias, tenta-se identificar se a iluminação do observador é necessária para que ele veja um objeto.

Os três últimos problemas relacionam-se à idéia de cor como uma percepção visual. No problema nº 7 procura-se identificar se a cor é uma propriedade absoluta ou se a iluminação pode alterá-la. Os problemas nº 8 e nº 9 tratam especificamente de como a iluminação e a pigmentação dos objetos determinam as suas cores. No problema nº 8 também procura-se verificar se o branco é considerado uma cor ou não.

Foram escolhidas fotografias para ilustrar algumas situações propostas porque, além de representarem a situação com grande facilidade, tornam possível a aplicação do questionário em qualquer local, evitando o deslocamento das pessoas de seus ambientes próprios para outro local estranho. Ou seja, além de operacionalizar a aplicação, este procedimento deixa as pessoas mais à vontade.

Os grupos investigados

Inicialmente aplicou-se o questionário em 25 físicos sendo 13 alunos de pós-graduação em Física e 12 professores universitários de Física. Além de identificar algumas concepções alternativas existentes nesse grupo, foi possível verificar que a disposição dos problemas dificultava as respostas e, em consequência, foram feitas pequenas alterações de redação para torná-los mais claros.

Em um segundo momento, o questionário foi aplicado em 25 alunos de 8ª série do ensino fundamental com idades entre 14 e 18 anos. Esses alunos pertenciam a uma escola municipal de periferia e não haviam recebido instrução alguma sobre os temas pesquisados.

Resultados

A seguir, apresentaremos uma classificação das respostas fornecidas

para cada problema, indicando o número de respostas para cada grupo e as idéias evidenciadas por essas respostas segundo a interpretação dos autores. Os exemplos serão apresentados na sua versão original dada pelos alunos e físicos.

Tabela 1: Respostas dadas pelos físicos e pelos alunos para o problema no 1.

Resposta	Físicos	Alunos
a) Em I, II e III	16	01
b) Em I	-	04
c) Em II	07	07
d) Em III	-	07
e) Em I e II	-	02
f) Em II e III	-	01
g) Em I e III	-	01
h) Outras	02	02

A resposta a) da tabela 1, dada pela maioria dos físicos, tem presente a idéia de que a luz parte da fonte, propaga-se no espaço e reflete na parede. O único aluno que deu esta resposta sugeriu que a luz fica na parede.

Na resposta b), quatro alunos identificaram a luz com sua fonte. Por exemplo: *"Na lâmpada porque ela é a única fonte de luz."*

Nas respostas c) e e) sete físicos e nove alunos sugeriram a identificação da existência da luz com propagação. Entre os alunos, as explicações das respostas foram variadas: duas foram confusas, duas deram idéia de propagação, e quatro se basearam no fato de que é nesse espaço que se pode iluminar outros objetos, assim vinculando a luz com o efeito. Como exemplo desse último caso, temos: *"Parte II. Porque a luz fica no espaço. Ilumina tudo que está ali."*

Na resposta d), dada por sete alunos, ocorreu a identificação da luz com seu efeito (brilho). Por exemplo: *"Na parede, a lâmpada refletirá diretamente na parede"*.

Um aluno identificou a luz com sua fonte e com seu efeito, simultaneamente (resposta g).

As respostas dos dois físicos classificadas na opção h) apresentavam dificuldade na definição de luz e questionavam a relação entre perceber e existir.

Tabela 2: Respostas dadas para o problema nº 2.

Resposta	Físicos	Alunos
a) Em 1, 2, 3 e 4	19	01
b) Em 1, 2 e 3	01	02
c) Em 2, 3 e 4	02	-
d) Em 1 e 2	-	05
e) Em 2 e 3	-	03
f) Em 1	-	06
g) Em 2	-	04
h) Outras	03	04

A resposta a) da tabela 2, dada pela grande maioria dos físicos, apresenta a idéia de que a luz se propaga independentemente de sua observação. A resposta c) representa a mesma idéia, mas não considera a fonte.

Nas respostas b) e e) aparece o vínculo da existência da luz com sua observação pois a luz se propaga somente até o observador, sendo que em e) a fonte não é considerada. Por exemplo: "*p.1 de onde ela é emitida p.2 onde ela passa p.3 onde ela chega ao homem.*"

Na interpretação das respostas d) e g) transparece a concepção de que a luz se propaga um pouco além da fonte, sendo que em g), a fonte não é considerada. Como um exemplo, temos: "*na rua em frente do carro porque os faróis estão ligados e os faróis transmitem luz.*"

Na resposta f) ocorre a identificação da luz com sua fonte. Por exemplo: "*No farol do carro*". As respostas d), f) e g) foram as mais freqüentes entre os alunos. Entre as outras respostas (g), apareceram novamente idéias sobre a definição de luz e o questionamento sensação x existência.

Tabela 3: Respostas dadas para o problema nº 3.

Resposta	Físicos	Alunos
a) A mesma da questão nº 2	24	03
b) Durante o dia se propaga menos	01	07
c) Outras	01	15

Apenas um físico não apresentou uma resposta do tipo a) da tabela 3, na qual está presente a idéia de que a luz do Sol não altera a propagação da luz dos faróis. Três alunos apresentaram essa idéia, mas sete deles tiveram a idéia contrária (resposta b), por meio de respostas como: "*Até a parte 2. A luz do sol anula a luz do carro.*"

Entre as outras (c), houve oito respostas evasivas e sete respostas do tipo "Não precisaria ligar os faróis". Como exemplo desse último tipo de resposta, temos: "não posso explicar, por que é muito difícil que o motorista ligue o farol durante o dia, a não ser que esteja estragado."¹

Tabela 4: Respostas dadas para o problema nº 4.

Resposta	Físicos	Alunos
a) Reflexões	15	04
b) Reflexão no chão	-	09
c) Reflexão na parede branca	-	02
d) A luz do Sol ilumina	-	05
e) Reflexões e Espalhamento	01	-
f) Reflexão e Difusão	01	-
g) Reflexão e Dispersão	01	-
h) Espalhamento pelas partículas do ar	01	-
i) Espalhamento pelos objetos	01	-
j) Difusão	01	-
k) Dispersão pela janela e reflexões nas paredes	01	-
l) Dispersão pelo chão e paredes	01	-
m) Difração	01	-
n) Outras	10	05

Embora a maioria dos físicos (15) tenha respondido corretamente que as reflexões da luz do Sol tornam possível ver os objetos da sala (resposta *a* da tabela 4), e os alunos também tenham considerado as reflexões responsáveis por isso (respostas *a*, *b* e *c*), houve uma grande diversidade de idéias entre os demais físicos, aparecendo concepções como espalhamento, difusão, dispersão, difração e combinações dessas com reflexão.

¹ Quando citamos trechos de resposta dos entrevistados, fazemos a transcrição literal, independentemente da correção lingüística.

Tabela 5: Respostas dadas para o problema nº 5.

Resposta	Físicos	Alunos
a) A luz ilumina o livro	19	01
b) A luz ilumina o livro e “raio visual”	01	02
c) A luz ilumina, “raio visual” e “raio imagem”	02	-
d) A luz ilumina o livro e o olho do menino	-	05
e) A luz reflete no livro e é percebida pelo menino	-	03
f) A luz reflete no livro e é percebida pelos olhos do menino	-	06
g) A luz reflete no livro e atinge a retina	-	04
h) Não respondeu		
i) Outras	03	04

As respostas a) e d) da tabela 5 sugeriram a desvinculação do observador no processo visual, ou seja, um objeto para ser visto só precisa ser iluminado.

Nas respostas b) e c) apareceu a idéia de que para um objeto ser visto é preciso que o objeto seja iluminado e que o observador “dirija” o olhar no sentido de que algo sai de dentro do olho. Por exemplo: *“Tem que estar iluminado o espaço onde está o livro.”*

Tabela 6: Respostas dadas para o problema nº 6.

Resposta	Físicos	Alunos
a) A luz do Sol ilumina a árvore	01	10
b) “Raio visual”	-	06
c) A luz do Sol ilumina e “raio visual”	-	02
d) A luz do Sol reflete na árvore e é percebida pelo homem	05	-
e) A luz do Sol reflete na árvore e é percebida pelos olhos do homem	15	-
f) A luz do Sol reflete na árvore e atinge a retina do homem	04	-
g) Outras	-	07

A resposta a) da tabela 6, dada por dez alunos e um físico, sugeriu a desvinculação do observador no processo visual. Um objeto para ser visto só precisa ser iluminado. Exemplos de respostas: *“pode, porque é dia e o Sol ilumina tudo”*; *“Sim, porque o sol continua a refletir a luz”*.

Nas seis respostas do tipo b) dadas por alunos, apareceu a idéia de que para um objeto ser visto é preciso que o observador "dirija" o olhar no sentido de algo. Exemplo: "*Sim. A arvore esta visivelmente a sua frente*" para as duas situações do problema.

Dois alunos consideraram que para um objeto ser visto é preciso que, além dele ser iluminado, o observador "dirija o olhar" (resposta c).

Em d) ocorreu a identificação do processo visual a nível de observador, enquanto que em e) ocorreu a identificação do processo visual a nível de olho, e em f) a identificação se deu a nível de retina.

Entre as outras respostas (g), três apresentaram a idéia de que a luz do Sol atrapalha a visão do homem na primeira situação; três não foram possíveis de serem classificadas e uma não respondeu.

Na tabela 7, as respostas classificadas em a) sugeriram que a cor é uma percepção visual. Os alunos não deram explicações de suas respostas, mas alguns físicos não explicam a cor como uma percepção visual e sim como uma propriedade da luz confundindo cor com comprimento de onda. Como exemplo desse último caso, temos: "*Os objetos que absorvem e reemitem o vermelho ficarão avermelhados, enquanto os que absorvem o vermelho ficarão escuros.*".

Tabela 7: Respostas dadas para o problema nº 7.

Resposta	Físicos	Alunos
a) Cores sob luz vermelha	07	04
b) Cores sob luz branca	18	19
c) Outras	-	02

As respostas de b), as mais freqüentes, sugeriram que a cor é uma propriedade do objeto. Entre os alunos surgiu a idéia de que as cores dos objetos são absolutas, são propriedades deles, como mostra o exemplo: "*Esta tudo de cores diferentes eu acho que não estão na sua cor normal, fica tudo avermelhado. Apenas a lata não está meio avermelhada*".

Entre os físicos surgiram algumas explicações do tipo fornecido pelos alunos e algumas outras do tipo apresentadas na classificação a). Por exemplo: "*Alguns possuem cores tais que luz vermelha é refletida (ou parcialmente, ao menos). Estes aparecem claros. Outros absorvem a luz vermelha (possuem cores diferentes do avermelhado), logo aparecem escuros.*".

Tabela 8: Respostas dadas para o problema nº 8.

Resposta	Físicos	Alunos
a) Transformação no filtro	17	08
b) A placa colore a luz e a parede ganha cor	-	03
c) Transformação no filtro e reflexão na parede branca	08	-
d) Outras	-	12

A maioria dos físicos e oito alunos consideraram que a transformação no filtro é suficiente para explicar a cor na parede (resposta a, tabela 8). Para os alunos, a explicação foi como se o filtro "colorisse" a luz quando ela passa por ele. Como exemplo, temos: *"Por que a placa de vidro é vermelha a luz passa sobre ela e reflete a cor que ela é"*.

No caso dos físicos, a explicação foi que o filtro absorve os comprimentos de onda ou frequências a não ser o daquele que pode ser visualizado como vermelho. Por exemplo: *"Porque a placa de vidro filtra as outras frequências (cores) só permitindo a passagem do vermelho."*

Para os três alunos que deram a resposta b), o filtro "colore" a luz e a parede que não tinha cor (branco não sendo considerado como cor) fica com a cor da luz. Por exemplo: *"Por que a parede é branco e não da cor e a placa de vidro vermelho deu cor a parede branca."*

Nas respostas dadas pelos físicos em c), além da transformação no filtro, foi considerada a parede que por ser branca reflete o comprimento de onda do vermelho. Por exemplo: *"Porque somente a luz vermelha passou pelo vidro e como a parede é branca ela reflete a luz na cor da luz incidente."*

As doze respostas classificadas por d) foram pouco elaboradas, do tipo *"Por causa do vidro vermelho"* e nas outras respostas não foi possível entender a explicação.

Tabela 9: Respostas dadas para o problema nº 9.

Resposta	Físicos	Alunos
a) NÃO. A luz continuaria vermelha	01	04
b) SIM. Mistura das cores da luz e da parede	03	03
c) SIM. Dependeria da cor da parede	11	06
d) SIM. Seria a cor da parede	-	01
e) SIM. Depende das cores dentro do vermelho que passam	01	-
f) NÃO. Só tem vermelho para ser refletido	01	-
g) NÃO. A parede só reflete o vermelho	01	-
h) Outras	03	11

Nas respostas classificadas em a), na tabela 9, as características do objeto e o próprio observador não interferem na cor observada desse objeto, somente a iluminação. Por exemplo: *"Não por que o reflexo da lanterna não ia trocar de cor."*

Já nas respostas do tipo b) a cor observada em um objeto é uma mistura da cor da luz que ilumina e da cor real desse objeto. Por exemplo: *"Sim, porque as cores ficam diferentes quando se encontram uns com as outras"*.

Cinco das respostas dos alunos e cinco das respostas dos físicos da classificação c) também apresentaram uma espécie de mistura de cores, como mostra a resposta de um aluno: *"Sim, por que a parede é colorida, então a cor muda conforme a cor da parede."*

Um aluno desvinculou a iluminação da percepção da cor dos objetos (d). Um aluno e seis físicos justificaram dizendo que se a parede for de outra cor que não vermelha, ela apareceria preta. Dessa forma, as respostas g) e h) se assemelham à c), exceto que nas respostas de c) o preto é considerado como cor.

Conclusões

Os dados obtidos nesta pesquisa mostram uma grande diversidade de concepções relacionadas com a existência e propagação da luz, os modelos de visão e a natureza das cores.

Entre os físicos houve uma forte tendência a associar a existência da luz com a sua propagação. Já os alunos dividiram-se ao identificar a existência da luz ora com a fonte de luz, ora com a propagação dando ênfase ao efeito provocado, ora com o efeito. Ao tentar confirmar essas idéias com o problema nº 2, onde o efeito passava ser a própria observação, encontraram-se alterações nas respostas dos alunos. Como os faróis são regulados para iluminarem a rua à sua frente, ou um pouco mais além no caso de "luz alta", o efeito pode ter sido considerado a iluminação da estrada e não a observação do pedestre. Nesse caso, confirmariam-se respostas dadas no problema nº 1. Realmente, a idéia de propagação da luz é abstrata e, por isso, não aparece espontaneamente para as pessoas. O que se observa no dia-a-dia são os efeitos produzidos pela luz. Além disso, é comum na nossa linguagem utilizarmos a palavra luz para designar as fontes de luz. Por exemplo, *"ligar a luz"* pode significar ligar uma lâmpada pelo interruptor.

A questão de que a luz se propaga por grandes distâncias no ar está clara para os físicos, mas para os alunos a propagação pode ser alterada pela

presença de outras formas de iluminação, como foi possível verificar a partir dos dados sobre o problema de nº 3, apresentados na tabela 3.

Com relação ao problema nº 4 encontrou-se uma multiplicidade de respostas entre os físicos, evidenciando uma certa falta de domínio dos temas relacionados com os fenômenos ópticos de difração, dispersão, espalhamento e difusão, que são confundidos com reflexão.

A visão é explicada, pelos físicos, até o ponto em que a luz chega aos olhos do menino. Os olhos são pensados como detectores de luz e isso basta para o entendimento da visão. Essa compreensão incompleta do processo visual se reflete nos problemas subsequentes, onde é questionada a natureza da cor. Talvez a percepção humana não seja estudada suficientemente nem a nível superior, de forma que a cor deixa de ser vista como uma propriedade do objeto e passa a ser compreendida como uma propriedade da luz e que é determinada pelo comprimento de onda, muitas vezes sendo confundida com este. A percepção visual se torna apenas uma detecção de uma realidade absoluta exterior, e não uma interpretação que o cérebro realiza ao processar um estímulo e que, portanto, é uma experiência única e incomparável.

O modelo de visão mais comum entre os alunos foi aquele em que um objeto só precisa ser iluminado para poder ser visto. Considerando que os alunos não têm a idéia de propagação da luz, como foi evidenciado, é natural que esse modelo apareça. Outro modelo que surge entre os alunos é o modelo do "raio visual", onde um tipo de raio sai de dentro dos olhos e ao atingir um objeto, este se torna visível. Este modelo pode ocorrer simultaneamente ao modelo anterior. O modelo do "raio visual" pode ter sua origem na linguagem, ao falarmos em *olhar alguma coisa* ou *o olhar penetrante de alguém*, ou em filmes em que atores aparecem *olhando através de* obstáculos. Nesses casos sugere-se que algo sai de dentro dos olhos e chega até o objeto. Este modelo também explicaria que as pessoas cegas não enxergam porque o seu olhar não funciona.

Como já foi analisado acima, o fato da cor ser uma percepção visual não é entendida nem pelos alunos, nem pelos físicos. Entre os alunos, isso seria uma decorrência do modelo de visão que eles possuem. Os objetos se tornam visíveis, e isso é absoluto. Como vivemos em um mundo onde a iluminação é predominantemente "branca", pois as lâmpadas são fabricadas para reproduzir a iluminação do dia, o nosso senso comum é que as cores "normais" dos objetos são as observadas sob iluminação branca, enquanto outras iluminações "disfarçariam" essas cores dos objetos. Entre os físicos, isso ocorreria devido a informação incompleta sobre os processamentos visuais bem como a utilização, na linguagem acadêmica, das cores para designar propriedades de luz.

Outro fato interessante que surgiu na pesquisa foi a identificação do branco como não sendo cor. Essa concepção é apresentada pelos alunos no problema da lanterna com o filtro iluminando uma parede branca. Realmente, na vida cotidiana, quando pintamos com uma tinta que vemos de uma certa cor sobre um fundo branco, essa cor não se modifica (não se mistura com o branco), e quando misturamos tintas de várias cores, obtemos uma cor escura. Na Física, por outro lado, é muito trabalhada a noção de “cor-luz”, em que a reunião de luz de todos os comprimentos de onda produz a luz branca, enquanto que a falta de luz produz o preto. Entretanto, quando é preciso considerar tanto a “cor-pigmento” (processo que ocorre ao nível do objeto, de forma que a mistura de todas as cores não gera o branco) como a “cor-luz”, os físicos apresentam dificuldades, como foi o caso do problema nº 9.

A maioria dos alunos não conseguiu responder os problemas de números 8 e 9. Esses problemas certamente são complexos para indivíduos que não apresentam os conceitos e as idéias necessárias para a compreensão das situações propostas, o que deve ter ocorrido nesses casos.

Como podemos ver, as concepções apresentadas pelos grupos investigados têm suas raízes em idéias próprias desenvolvidas para descrever as situações da vida cotidiana, na linguagem utilizada dentro de uma certa cultura e nas situações de ensino e aprendizagem onde elas não são levadas em consideração. Por isso, uma proposta comum é que tanto as concepções alternativas como as suas causas sejam consideradas na organização e no desenvolvimento do ensino de conhecimentos com elas relacionados. Esperamos que nosso estudo tenha contribuído nesse sentido.

Referências

- ANDERSSON, B. and KÄRRQVIST, C. How swedish pupils, aged 12-15 years, understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 1983.
- ANDERSON, C. W. and SITH, E. L. Children's conceptions of light and color: understanding the role of unseen rays. *Research Series nº 166*. Institute for Research on Teaching, Michigan State University, 1986.
- BARROS, S.L.S. Spontaneous concepts about light phenomena in children: qualitative analysis. Presented at workshop W-6, at the *ICPE Conference*, Germany, 1985.
- BOUWENS, R. Misconceptions among pupils regarding geometrical optics. *Proceedings of the 2nd International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, United States, 1987.

- BOUWENS, R. *Pupil's questionnaire about geometrical optics*. Eindhoven University of Technology, 1987.
- GUESNE, E. *Light. in Children's Ideas in Science*. Driver, R., Guesne, R., Thibergien, A. Open University Press, 1985.
- SHAPIRO, B.L. What children bring to light: giving high status to learners' view and actions in science. *Science Education*, 73(6), 1989.
- THIBERGHIE, A. DELACOTE, G., GHIGLIONE, R. and MATALON, B. Conception de la lumiere chez l'enfant de 10-12 ans. *Revue Française de Pédagogie*, vol. 5, 1980.

*** **

Apêndice A

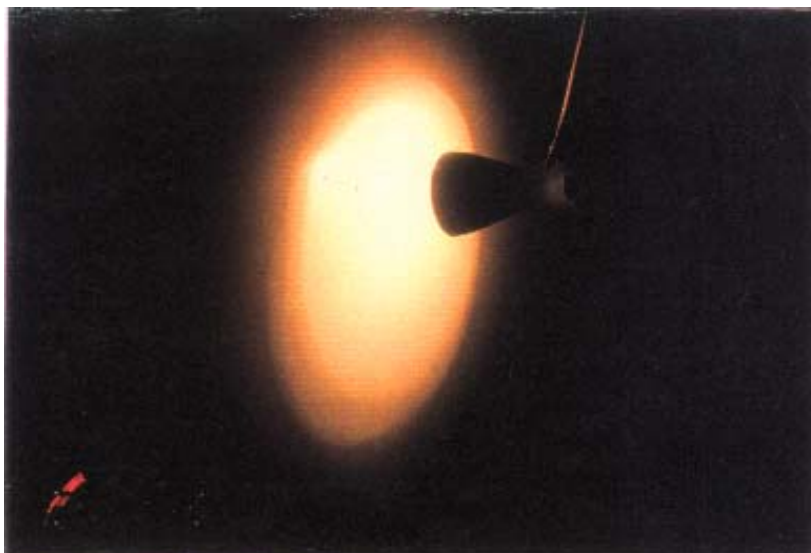
QUESTIONÁRIO SOBRE LUZ, COR E VISÃO ²

Este questionário não é uma prova; seu objetivo não é o de avaliar seu conhecimento para atribuir-lhe uma nota. Ele será útil para uma pesquisa em Ensino de Física onde pretende-se investigar como as pessoas interpretam certos fenômenos físicos observados na vida diária. Portanto, você não precisa escrever seu nome, mas procure responder as questões da maneira como você realmente pensa que as coisas funcionam.

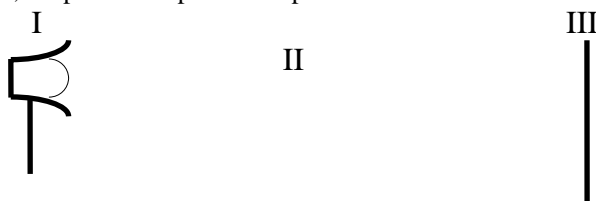
O QUE INTERESSA É A SUA INTERPRETAÇÃO.

1. A fotografia abaixo foi tirada em uma sala onde a única fonte de luz é uma lâmpada. Essa lâmpada está com a frente para uma parede de modo que, quando ela estiver ligada, pode-se observar um círculo brilhante sobre a parede.

² As fotos constantes no questionário foram originalmente apresentadas em cores pelos autores. Por motivos técnicos, são aqui apresentadas em preto e branco. (N. E.)

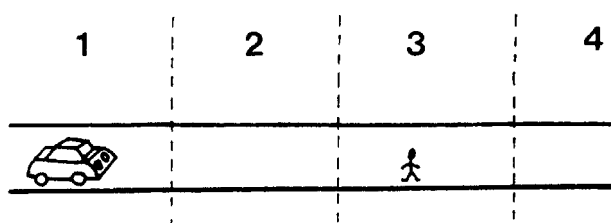


Mostramos essa situação na figura abaixo, dividindo-a em três partes: a parte I representa a lâmpada, a parte II representa o espaço entre a lâmpada e a parede, e a parte III representa a parede.



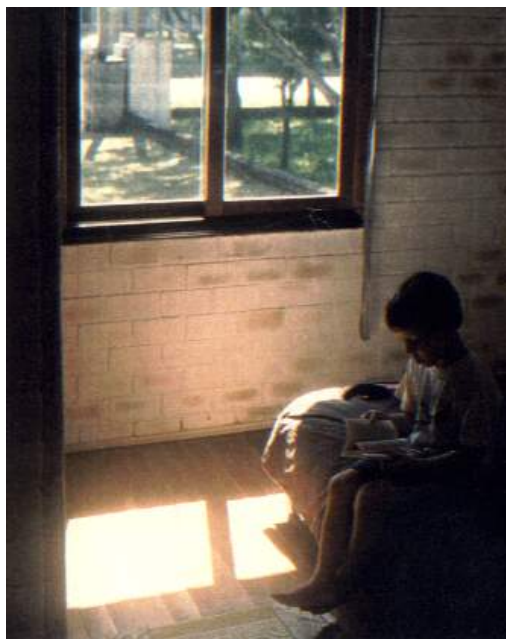
Em quais dessas três partes você acha que existe luz? Explique e, se quiser, represente na figura.

2. Imagine a seguinte situação:
 Numa noite escura, você está caminhando por uma estrada sem curvas e sem lombas. Você pode ver à sua frente um carro com faróis ligados.
 Abaixo representamos essa situação dividindo-a em quatro partes.



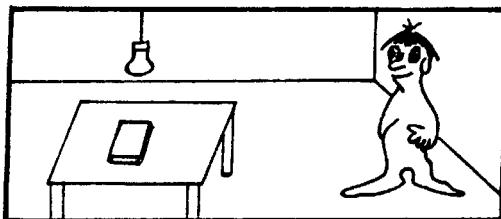
Em que partes você acha que existe luz? Justifique sua resposta e, se quiser, desenhe na figura.

3. Supondo que a situação da questão anterior se passasse durante o dia, qual seria a sua resposta? Justifique.
4. Na fotografia abaixo a luz do Sol entra pela única janela de uma sala fechada.



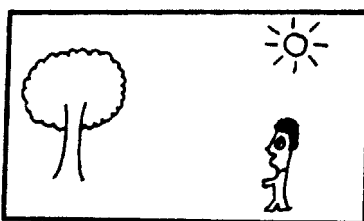
Como essa luz pode iluminar completamente a sala, inclusive a parede onde está a janela?

5. À noite, ao entrar em seu quarto, um menino liga a lâmpada para procurar um livro que ele havia esquecido. A lâmpada ligada, o livro e o menino estão representados na seguinte figura.

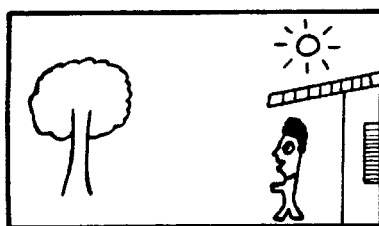


Explique o que acontece para o menino ver o livro e represente na figura.

6. Considere as duas situações representadas abaixo.



O homem pode ver a árvore? Justifique a sua resposta e represente na figura.



O homem pode ver a árvore? Justifique a sua resposta e represente na figura.

7. A fotografia abaixo foi tirada sob iluminação de uma lâmpada vermelha.



Quais as cores dos objetos?

8. Com uma lanterna ilumina-se uma parede branca e observa-se um círculo brilhante branco formado pela luz da lanterna. A seguir, coloca-se uma placa de vidro vermelho na frente da lanterna e o círculo brilhante fica vermelho.
Por que o círculo brilhante sobre a parede mudou de cor?
9. Supondo que parede fosse colorida, você acha que as cores do círculo brilhante seriam diferentes das observadas na questão anterior? Justifique sua resposta.

OBRIGADO POR SUA COLABORAÇÃO!