

COR, ÓPTICA E PINTURA

UM ESTUDO SOBRE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

LAURINDA LEITE e SUSANA SÁ

Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho
Campus de Gualtar — 4710 Braga Codex

Na sequência da recente Reforma Curricular, o estudo da Óptica passou a fazer-se, pela primeira vez, no 8.º ano de escolaridade, no âmbito da unidade didáctica "Luz e Visão". A Cor foi um dos tópicos incluídos nesta unidade que comporta algumas dificuldades para os alunos.

Neste artigo, para além de se apresentar as principais concepções alternativas perfilhadas por alunos dos 8.º e 11.º anos acerca da cor e de se discutir a origem das mesmas, analisa-se o modo como a cor é abordada pelos novos manuais escolares do 8.º ano. Finalmente, sugere-se que a mudança das concepções alternativas dos alunos requer, entre outros, que o ensino da cor inclua uma análise comparativa de aspectos de síntese aditiva e subtractiva.

1. Introdução

Apesar da falta de escritos sobre as primeiras investigações no domínio da Óptica, parece que, já na antiguidade, os povos babilónicos e egípcios dispunham de alguns conhecimentos acerca da luz, nomeadamente acerca da sua propagação rectilínea [1]. Por outro lado, filósofos gregos tais como Pitágoras, Demócrito, Platão e Aristóteles desenvolveram várias teorias sobre a natureza da luz, e Euclides (300 A.C.) conseguiu mesmo enunciar a lei da reflexão [2]. Contudo, as grandes controvérsias que ao longo dos séculos se levantaram acerca da natureza da luz, só no século XX foram resolvidas, e, mesmo assim, de uma forma salomónica, com a aceitação da dualidade onda/corpusculo, tanto para a natureza da matéria como para a natureza da luz [3].

A Óptica era um tema que fazia parte do antigo programa do 9.º ano de Ciências Físico-Químicas mas que, por falta de tempo, raramente era leccionado.

Na sequência da recente Reforma Curricular, o estudo da Óptica passou a fazer-se, pela primeira vez, no 8.º ano, no âmbito da nova unidade didáctica intitulada "Luz e Visão". O estudo deste tema é, em princípio, retomado no 11.º ano e, posteriormente, no 12.º ano.

Comparativamente com os anteriores programas, a abordagem da Óptica que agora se preconiza para o 8.º ano parece colocar uma maior ênfase no estudo da natureza e do comportamento da luz, enquanto aspecto fundamental para a compreensão de fenómenos do mundo que nos rodeia.

Um dos tópicos incluídos nesta unidade foi a cor, "fenómeno" que, desde a antiguidade, fascina e intriga o Homem [4] mas que só na sequência da descoberta do espectro por Newton, foi objecto de uma explicação satisfatória [5].

Estudos realizados por diversos autores [6, 7, 8] parecem indicar que, frequentemente, as explicações dadas por crianças e jovens para situações problemáticas relacionadas com a cor têm subjacentes concepções alternativas cujo conteúdo, em alguns casos, se assemelha ao de concepções outrora perfilhadas por diversos cientistas e que actualmente fazem parte da História da Óptica [1]. De entre as concepções identificadas por esses autores destacamos as seguintes:

- A cor da luz mistura-se com a cor do objecto, originando uma outra cor;
- Um vidro colorido "pinta" a luz que passa através dele;
- A luz dá a sua cor ao objecto;
- As cores escuras sobrepõem-se às cores claras;

A Óptica nos ensinamentos básico e secundário

O conceito de cor

Inquérito sobre concepções alternativas de alunos acerca da cor

Abordagem da cor em manuais escolares

Conclusões e implicações

- As diferentes cores formam um contínuo que vai desde o branco ao preto;
- O preto e o branco são cores.

Neste contexto, foram nossos objectivos identificar e comparar concepções perfilhadas por alunos do 8.º e do 11.º anos de escolaridade acerca da cor (antes do estudo deste conteúdo nos respectivos anos de escolaridade) e compreender a origem dessas mesmas concepções. Analisámos, ainda, a abordagem que os diferentes manuais escolares do 8.º ano fazem da cor, com o objectivo de verificar até que ponto ela é adequada às dificuldades conceptuais detectadas nos alunos.

2. Metodologia

2.1. Amostra

O estudo com alunos envolveu seis turmas (N = 134) de três Escolas Secundárias da cidade de Braga, agrupadas em três grupos, como se segue:

- 3 turmas do 8.º ano, sem ensino formal acerca da cor (n = 90);
- 2 turmas do 11.º ano, sem formação em Óptica/cor (n = 26);
- 1 turma do 11.º ano, com formação em Óptica/Cor do antigo 9.º ano (n = 18).

Os alunos não tinham iniciado o estudo da Óptica nos anos de escolaridade em que se encontravam e apenas uma das turmas do 11.º ano tinha estudado Óptica e cor no 9.º ano.

No que respeita a manuais escolares, foram analisados os 11 manuais do 8.º ano a que tivemos acesso. Para este efeito, considerou-se a edição mais recente.

2.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados junto dos alunos foi efectuada por questionário e entrevista.

O questionário elaborado para este estudo continha 13 perguntas acerca de uma situação problemática. Entre as perguntas variava a luz incidente num filtro (designado para os alunos por plástico) e o próprio filtro. Na figura 1 apresenta-se o seu formato geral.

Esquema da situação	Passa luz através do plástico?	O Tiago vê o plástico?
	__ Não	__ Não
	__ Sim, cor _____	__ Sim, cor _____
	Explicação: _____	Explicação: _____
	_____	_____

Fig. 1 — Esquema geral das perguntas colocadas aos alunos.

As combinações de luz e filtro consideradas estão assinaladas no quadro 1, através do número correspondente à pergunta do questionário.

Quadro 1 — Combinações de luz e filtro usadas no estudo e sua relação com o número da pergunta

Luz \ Filtro	Branco	Azul	Amarelo	Vermelho	Preto
Branca	5	1	8	—	13
Azul	6	2	—	—	12
Amarela	7	3	10	9	—
Vermelha	—	4	11	—	—

O questionário foi aplicado por uma das autoras, tendo sido apresentadas aos alunos amostras dos diversos filtros. Os alunos responderam individualmente, tendo demorado no máximo 30 minutos.

Dez alunos do 8.º e do 11.º anos foram entrevistados por uma das autoras acerca de algumas das perguntas do questionário, com o objectivo de complementar a informação recolhida através deste e, assim, melhor podermos compreender a origem das concepções apresentadas pelos alunos.

No que respeita aos manuais escolares, analisou-se o conteúdo dos livros de texto do 8.º ano (e, quando existem, dos correspondentes manuais de actividades e livros do professor), com o objectivo de verificar se os conceitos e as relações conceptuais que nos parecem necessárias para a compreensão da cor são abordadas.

3. Resultados

3.1. Concepções alternativas perfilhadas pelos alunos

As previsões e explicações dadas pelos alunos em resposta às diferentes perguntas foram analisadas com vista à identificação das concepções, cientificamente aceites ou alternativas, que lhes estão subjacentes.

A identificação das concepções alternativas perfilhadas por cada aluno foi efectuada tendo em conta a coerência das suas respostas às diversas questões que compunham o questionário embora, em alguns casos, se tenha considerado suficiente a coerência em subconjuntos de questões (quadro 2) que parecem mais capazes de evidenciar uma determinada concepção alternativa.

O quadro 2 apresenta os resultados relativos às questões que se baseavam na utilização de filtros brancos, azuis, amarelos e vermelhos (não pretos).

Quadro 2 — Concepções evidenciadas pelos alunos em questões envolvendo filtros não pretos (%)

Categorias de resposta	(N = 134)		
	8.º ano (n = 90)	11.º ano S/ Óptica (n = 26)	11.º ano C/ Óptica (n = 18)
A - Respostas cientificamente aceites	0.0	0.0	0.0
B1 - As cores misturam-se, originando uma nova cor que depende das cores misturadas: - qualquer que seja a combinação cor da luz/ cor do filtro (3, 4, 9, 11) - quando a cor mais escura é a do filtro (1, 3, 4, 8, 9)	84.4 4.4	57.7 11.5	55.6 22.2
B2 - As cores escuras sobrepõem-se às cores claras - qualquer que seja a combinação cor da luz/ cor do filtro (1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11) - quando a cor mais escura é a da luz (6, 7, 11)	4.4 4.4	3.8 11.5	11.1 22.2
B3 - O filtro e a luz têm cores características	1.1	15.4	11.1
B4 - O filtro tem uma cor característica que determina a cor da luz que o atravessa	2.2	3.8	0.0
C - Outras respostas	3.3	7.7	0.0

Nota: Na coluna "Categorias de resposta", os números entre parêntesis representam o número das perguntas do questionário que foram consideradas para a identificação da concepção.

Como mostra a análise deste quadro, não se detectaram respostas cientificamente aceites em nenhum dos grupos considerados.

A concepção alternativa largamente predominante, independentemente do grupo, é a concepção B1 — "As cores misturam-se, originando uma nova cor que depende das cores misturadas". Esta concepção é coerentemente utilizada por muitos alunos em quatro questões que envolvem diferentes combinações de luz e filtro, mas a frequência da sua utilização, nestas condições, diminui do 8.º (mais de 80% dos alunos) para o 11.º ano (cerca de 55% dos alunos). Por outro lado, parece haver alunos que usam coerentemente (em cinco situações) a concepção B1 apenas quando o filtro é mais escuro do que a luz. Neste caso, a concepção em causa é mais utilizada por alunos do 11.º ano que tinham recebido formação em óptica no 9.º ano, de acordo com os programas anteriores.

A concepção alternativa que aparece em segundo lugar é B2 — "As cores escuras sobrepõem-se (ou anulam) às cores claras". Alguns alunos evidenciam-na para qualquer combinação de luz e filtro, mas outras apenas a manifestam em respostas a perguntas em que a luz é

mais escura do que o filtro (luz azul/amarela e filtro branco ou luz vermelha e filtro amarelo). Os resultados obtidos parecem evidenciar que esta concepção é mais frequente no grupo de alunos do 11.º ano que tinham estudado Óptica no 9.º ano.

De notar que alguns alunos pensam que a cor é característica da luz e do filtro (B3), uma vez que afirmam (por exemplo em resposta à pergunta 3) que quando luz amarela incide num filtro azul, passará luz amarela através do filtro e este continuará a ser visto azul. Parece, não só, que a cor com que vemos um objecto à luz branca é, na opinião destes alunos, uma propriedade característica desse objecto (independente da radiação incidente), mas também que a cor da luz é uma característica desta, que permanece inalterada na sequência da sua interacção com o filtro.

De referir ainda que um número reduzido de alunos do 8.º e do 11.º anos parecem acreditar que a cor do filtro determina a cor da luz que o atravessa (B4). Parece, assim, que o filtro "pinta" a luz da sua própria cor.

Para além das concepções explicitamente referidas no quadro 2, pode ainda inferir-se a existência da concepção "o branco é uma cor", dado que alguns alunos participantes no estudo tratam a luz branca e o filtro branco do mesmo modo que uma luz monocromática ou um filtro que deixa passar uma só cor.

No quadro 3 apresentam-se os resultados obtidos através das questões que envolviam a utilização de um filtro preto.

Quadro 3 — Concepções evidenciadas pelos alunos em questões que envolviam um filtro preto

Categorias de resposta	(N = 134)		
	8.º ano (n = 90)	11.º ano S/ Óptica (n = 26)	11.º ano C/ Óptica (n = 18)
Não passa luz através do filtro	34.3	30.8	33.3
Passa luz através do filtro:			
— As cores misturam-se	47.8	30.8	33.3
— As cores escuras sobrepõem-se	7.8	0.0	22.3
— A cor da luz é uma sua característica	7.8	0.0	0.0
— Não justificam	0.0	30.8	11.1
Não responde	2.2	7.6	0.0

Mais de 30% dos alunos de cada grupo afirmam que o filtro preto não deixa passar luz. Contudo, as explicações que eles apresentam para este facto ou não são suficientes para considerarmos as respostas como cientificamente aceites (ex. "o preto não tem cor, logo não deixa passar nenhuma cor" e "o preto faz com que a cor não passe") ou indicam que os alunos perfilham a concepção de que o preto anula as outras cores

(ex.: "o preto é bastante forte" e "o plástico é mais escuro do que a luz").

Os alunos que afirmam que passa luz através do filtro preto, tanto os que consideram a mistura de cores (concepção prevalecente) como os que consideram a sobreposição da cor mais escura, parecem adoptar a concepção "preto é uma cor", uma vez que tratam este filtro do mesmo modo que qualquer outro filtro não preto.

De notar que alguns alunos do 8.º ano (7.8%) afirmam que a luz passa através do filtro, sem sofrer alteração de cor. Consideram estes alunos que a cor é característica da luz.

3.2. Origem das concepções alternativas acerca da Cor

As explicações dadas pelos alunos às perguntas que envolvem luz branca revelam que muitos deles tratam a luz branca do mesmo modo que uma qualquer luz colorida, afirmando, por exemplo, que "branco mais azul dá azul claro". Em nossa opinião, isto deve-se ao facto de os alunos (incluindo alguns do 11.º ano) não possuírem uma concepção adequada do que é a luz branca.

Como já referimos anteriormente, a análise das concepções evidenciadas nas respostas às questões que envolviam um filtro preto mostra que muitos alunos consideram que o preto é uma cor. Esta concepção parece ser induzida pela linguagem do dia a dia mas pode também dever-se ao desconhecimento dos princípios que regem a interacção da radiação com os objectos, nomeadamente no que se refere à subtracção de cores.

A concepção de cor como característica dos objectos (aplicada tanto à luz como ao filtro) pode, em nossa opinião, dever-se ao facto de as experiências dos alunos com objectos coloridos (pelo menos aquelas de que eles têm consciência) se realizarem à luz branca, o que faz com que eles vejam os objectos sempre da mesma cor e, conseqüentemente, os leva a construir a concepção de que a cor dos objectos (e da luz) é invariável.

A concepção de que o filtro tem uma cor que determina a cor da luz que o atravessa, ou seja "o filtro pinta a luz da sua própria cor", pode ter várias origens mas uma delas pode estar relacionada com o desconhecimento da subtracção de cores e outra com uma "analogia hidráulica" — a água ao atravessar alguns materiais coloridos pode arrastar pigmentos que foram usados no tingimento desses materiais e, conseqüentemente, adquirir a cor do material que atravessa.

Consideremos, finalmente, as duas concepções alternativas mais frequentes entre os participantes no estudo: "as cores misturam-se originando uma nova cor" e "as cores escuras sobrepõem-se às cores claras". A análise das respostas dadas pelos alunos no questionário e na entrevista indicam que estas concepções têm a sua origem na pintura. Na verdade, relativamente à primeira concepção, alguns alunos limitam-se a afirmar "a mistura

do amarelo com o azul dá verde" ou "o vermelho com o amarelo dá laranja" mas outros explicitam que "é igual à mistura de cores feita em desenho" ou "é igual à mistura de pigmentos feita em educação visual". Para estes alunos, "juntar" uma luz com um objecto que apresenta uma determinada coloração quando visto à luz branca é o mesmo que juntar tintas (ex. guache ou aguarelas).

No que se refere à concepção "as cores escuras sobrepõem-se às cores claras", os alunos apresentam explicações do tipo "o azul é mais escuro e sobrepõe-se ao amarelo". Dado que a informação recolhida junto dos sujeitos entrevistados não foi suficientemente esclarecedora, tentámos, em conversas informais com outros alunos, compreender melhor a origem desta concepção. Verificámos que ela parece dever-se às experiências dos alunos com lápis de cor. Neste contexto, os alunos conseguem sobrepor o preto, por exemplo, ao branco ou ao amarelo, pintando com um lápis preto sobre uma folha anteriormente pintada com essas cores. Esta experiência do domínio da Pintura parece ser linearmente transferida para a Óptica dando origem à existência da concepção alternativa em questão.

3.3. A abordagem da Cor em manuais escolares do 8.º ano

No quadro 4 apresentam-se os resultados de uma análise de 11 manuais escolares (incluindo os respectivos cadernos de actividades e livros do professor, quando existem) acerca da abordagem que fazem da Cor.

Quadro 4 — A abordagem da Cor em manuais escolares de 8.º ano

Subtópicos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Luz branca	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cores primárias/monocromáticas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cores secundárias/policromáticas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cores complementares	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓	
Preto	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cor dos objectos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Adição de cores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Subtracção de cores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ref. explícita a cor em Pintura	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
Comparação Luz/Tintas	✓	✓									

Como se pode verificar pela análise deste quadro, há cinco subtópicos que são abordados por todos os manuais analisados, embora nem sempre os nomes dos conceitos sejam explicitados. São eles a composição da luz

branca, cores primárias/radiação monocromática, cores secundárias/radiação policromática, a cor dos objectos e sua dependência da radiação incidente e a subtracção de cores. Contudo, em alguns casos (e talvez devido ao facto de a abordagem da radiação ter, a este nível, que ser necessariamente superficial), a definição de radiação monocromática que é apresentada parece contradizer algumas afirmações efectuadas a propósito da adição e da subtracção de cores. Por exemplo, no manual D afirma-se que o amarelo é resultante da adição de vermelho e verde (cores primárias) e que, portanto, é uma cor secundária e, por outro lado, apresenta-se como exemplo de luz monocromática a luz amarela. Também no manual B, a propósito da dispersão da luz e do espectro solar, se apresenta a radiação amarela como exemplo de um feixe monocromático e se afirma que o amarelo é uma só cor, e depois, a propósito da subtracção de cores, se diz que um filtro amarelo deixa "passar a luz vermelha e a luz verde; logo, obtemos luz amarela". Talvez fosse importante distinguir estas cores metaméricas [2] que, parecendo iguais, se demonstrariam com constituição diferente, caso fossem decompostas através de um espectrofotómetro. Ainda a propósito da subtracção de cores, refira-se que a abordagem superficial deste aspecto realizada por alguns manuais escolares (ex. K) pode conduzir/reforçar a ideia de que os objectos pintam a luz da sua própria cor.

Dez dos 11 manuais abordam a adição de cores e/ou o conceito de preto/negro. Contudo, verifica-se que em alguns desses manuais aparecem expressões como "a cor preta" (A e H), "produz-se o preto" (C), "obtem-se o preto" (E), as quais podem levar o leitor a pensar que o preto é uma cor. Por outro lado, o manual J, apesar de incluir situações de ausência de luz, não relaciona esta com as palavras preto ou negro.

Apenas seis dos manuais analisados fazem referência à cor em Pintura e entre eles encontram-se diferenças, nomeadamente no que respeita às cores que consideram primárias, em Pintura. Assim, enquanto que os manuais A, B, C e E consideram (e bem [2]) que o amarelo, o ciano e o magenta são as cores primárias em Pintura, os manuais D e F consideram que a esse tipo de cor corresponde o amarelo, o azul e o vermelho. Por outro lado, a referência à cor em Pintura é feita em "opção" no manual F e numa espécie de nota (tipo legenda a uma figura) no manual C. Finalmente, é de realçar que os manuais A e B são os únicos que explicitam a diferença, no que respeita à cor final obtida, entre misturar luzes coloridas e misturar tintas.

4. Conclusões e implicações

Os resultados deste estudo parecem indicar que os alunos portugueses perfilham concepções alternativas acerca da cor que são idênticas às referidas na literatura. Essas concepções parecem ser independentes do ano de escolaridade considerado e do facto de os alunos terem

sido submetidos a ensino formal acerca da cor, uma vez que são semelhantes tanto no 8.º como no 11.º anos e, neste último caso, não diferem entre alunos com e sem formação prévia em Óptica.

Os dados recolhidos sugerem que as concepções mais frequentes, relacionadas com a mistura e a sobreposição de cores, parecem ter origem nas experiências dos alunos com guaches/aguarelas e lápis de cor, respectivamente.

A concepção de cor como característica dos objectos parece ter a sua origem no facto de as experiências dos alunos com objectos coloridos se realizarem à luz branca. Por outro lado, as concepções de que "branco é uma cor" e "preto é uma cor" parecem dever-se a um desconhecimento da natureza da luz branca e da cor, enquanto que a concepção de que "um filtro pinta a luz que o atravessa" pode dever-se a uma "analogia hidráulica" e/ou ao desconhecimento da subtracção de cores.

A análise da abordagem da cor efectuada pelos diferentes manuais escolares mostra que eles contemplam a maior parte dos aspectos cuja ausência parece estar na origem das concepções alternativas acima referidas. Parece-nos, contudo, que o conceito de preto é ainda insuficientemente tratado na maior parte dos manuais e que a distinção entre "Cor em Óptica" e "Cor em Pintura" é explicitamente efectuada num número muito reduzido de casos.

Os resultados deste estudo relativos às concepções alternativas acerca da cor apontam para a necessidade de se utilizar estratégias de ensino que sejam capazes de promover e facilitar a mudança conceptual dos alunos. Tendo em conta as causas que parecem estar na origem do conteúdo das diferentes concepções, essas estratégias deveriam permitir aos alunos, entre outros:

- Compreender que a luz branca é uma mistura de várias cores;

- Constatar a dependência da cor do objecto relativamente à radiação incidente;

- Relacionar o preto com ausência de luz;

- Distinguir a situação de mistura de tintas coloridas, da situação em que uma radiação colorida incide sobre um objecto que apresenta determinada cor quando observado à luz branca.

Alguns dos manuais escolares existentes no mercado podem já constituir um recurso didáctico importante e facilitador da implementação destas estratégias. Contudo, seria desejável que o conceito de preto e a distinção entre cor em Óptica e cor em Pintura (de acordo com a terminologia usada nos manuais escolares) ou cor espectral e cor de pigmentos (terminologia cientificamente mais adequada, dado que no fundo se trata de distinguir a síntese aditiva e subtractiva de cores, ambas englobadas na Óptica) fosse adequadamente efectuada por todos os manuais escolares, de modo a darem um contributo ainda maior para a mudança conceptual dos alunos que os utilizarem e, conseqüentemente, para a diminuição das concepções alternativas com que os alunos chegam ao 11.º ano de escolaridade.

Finalmente, refira-se que o facto de neste artigo nos termos centrado na cor, não significa que acreditamos no sucesso de um ensino orientado para a mudança conceptual que se restrinja a esse tópico. Como se sabe, um dado conceito não existe nem tem significado isoladamente, mas antes está incluído numa rede conceptual que pode mesmo estender-se a outras disciplinas [9]. Para que os alunos possam construir aquele conceito, os restantes conceitos da rede devem ser adequadamente compreendidos. Obviamente, a cor está integrada numa rede conceptual da qual fazem parte conceitos de Óptica, tais como natureza da luz, interacção da luz com os corpos (absorção, transmissão, reflexão selectiva) e sua percepção. É nossa convicção que se o aluno não tiver tido oportunidade de (re)construir as suas ideias acerca dos conceitos pertencentes á rede conceptual da cor (especialmente os do domínio da Óptica), o ensino deste tópico, mesmo que orientado numa perspectiva de mudança conceptual, terá poucas hipóteses de ser bem sucedido.

Nota: Parte deste trabalho foi apresentado em poster na Conferência Física-96.

Agradecimentos: As autoras agradecem aos Alunos e aos Professores que tornaram possível este trabalho.

Referências Bibliográficas

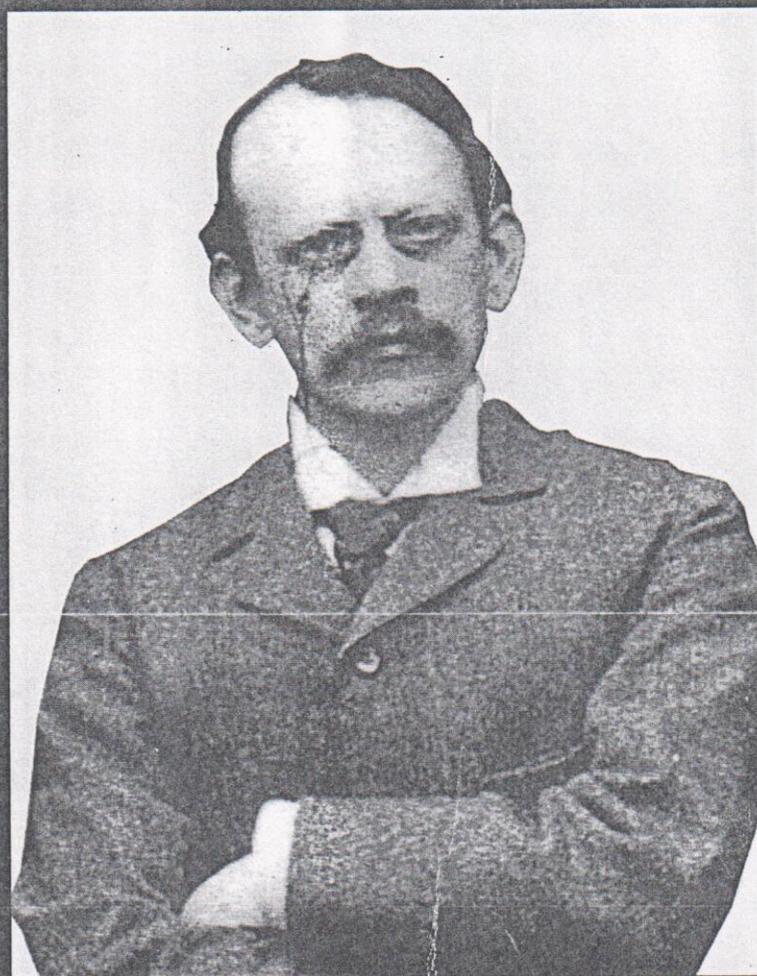
- [1] HOPPE, E. (1928). *Histoire da la physique*. Paris: Payot.
- [2] HECHT, E. (1991). *Óptica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- [3] MORENO, A. (1993). Light stories: A brief history of light. Em *Proceedings of the GIREP'93 international conference on physics education — Light and information*. Braga: Universidade do Minho, 38-80.
- [4] EINSTEIN, A. e INFELD, L. (s/d). *A evolução da Física*. Lisboa: Livros do Brasil.
- [5] NASSAU, K. (1983). *The physics and chemistry of color*. New York: John Wiley & Sons.
- [6] SAXENA, A. (1991). The understanding of the properties of light by students in India. *International Journal of Science Education*, 13 (3), 283-289.
- [7] FEHER, E. e MEYER, K. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (5), 505-520.
- [8] VERKERK, G. e BOWENS, R. (1993). Learning optics from seeing light. Em *Proceedings of the GIREP'93 international conference on physics education — Light and information*. Braga: Universidade do Minho, 100-121.
- [9] DE VECCHI, G. e GIORDAN, A. (1990). *L'enseignement scientifique: Comment faire pour que ça marche?*. Nice: Z'édicions.

Laurinda Leite é doutorada em Educação — Metodologia do Ensino das Ciências, pela Universidade do Minho, e professora Auxiliar na mesma Instituição.

Susana Sá é licenciada em Ensino de Física e Química pela Universidade do Minho, e Assistente Convidada nesta Instituição. Frequenta o curso de Mestrado em Educação — Supervisão Pedagógica em ensino de Física e Química.

G A Z E T A D E

FÍSICA



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

VOL. 20 • FASC. 2/3 • 1997 • PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL • ABRIL / SETEMBRO