

Inovações tecnológicas e didáticas para o ensino de cor na odontologia

Technologic and didactic innovations for color teaching in dentistry

Luciano Amaral Antunes*
Álvaro Della Bona**

Resumo

Cor é uma propriedade física de caráter subjetivo e dependente da percepção individual. Assim, qualquer pessoa sem deficiência visual (DV) pode ser treinada para melhorar a percepção de cor. A seleção e a harmonia de cores são parte importante no sucesso dos tratamentos restauradores, pois o conceito de estética está intimamente relacionado com a cor dos dentes. A seleção de cor em odontologia tem se baseado no uso de escalas de cores e, mais raramente, no uso de equipamentos como espectrofotômetros e colorímetros. Contudo, enquanto os instrumentos apresentam certa evolução, muito pouco tem sido feito para melhorar o ensino de cor em odontologia. Além disso, alguns estudos mostraram que é possível melhorar o grau de determinação da cor através do ensino e treinamento. Objetivo: identificar alunos da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (FOUPF) com DV, do tipo daltonismo, e treinar os sujeitos sem DV para determinação da cor em odontologia. Métodos: foi avaliada a capacidade visual dos sujeitos da pesquisa para determinação de cores usando os testes de Ishihara e Farnsworth 100 (I e F), e aplicado um método de ensino e treinamento de determinação de cores utilizando o Toothguide Training Box (TTB). Resultados: os testes de IeF identificaram e auxiliaram indivíduos com DV, e aqueles com visão normal foram ensinados com TTB, melhorando o grau de determinação de cor, o que aumenta a possibilidade de um tratamento restaurador bem-sucedido esteticamente. Conclusão: a metodologia utilizada neste estudo melhorou a prática de escolha de cor em odontologia.

Palavras-chave: Cor. Educação. Odontologia.

Introdução

Muitas escolas de odontologia em outros países, especialmente aqueles da América do Norte e Europa, realizam testes para detectar possíveis deficiências visuais (DV) nos alunos do primeiro ano do curso. Contudo, não há relatos na literatura a respeito de uma estratégia para a realização dessa investigação de DV, especialmente o daltonismo, e do ensino de cor usando o *Toothguide Training Box* (TTB – Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha).

No ano de 2002, o TTB foi apresentado a um grupo de pesquisadores na Universidade de Leipzig (Alemanha). A estratégia naquele momento era incentivar o ensino da seleção de cor na odontologia através de uma metodologia que proporcionasse um aprendizado com o uso das escalas de cores presentes no mercado. Na terceira edição desse encontro, em 2005, ocorrida em Graz (Áustria), mais de oitenta pesquisadores de várias partes do mundo se reuniram para falar sobre TTB, espectrofotômetros e sobre escalas de cores. Naquele momento, o TTB já impressionava por ser um instrumento didático, compacto e ter um *software* parecido com o de um jogo de computador. Os relatos oriundos das Universidades que haviam usado o TTB eram os mais entusiasmados possíveis, resultando em um aprendizado rápido e eficiente aos estudantes de odontologia.

O fato de o cirurgião-dentista ter uma boa qualidade visual é de extrema importância na odontologia restauradora estética¹⁻⁵, que depende de muitos fatores combinados: anatomia, textura, qualidade do material restaurador, cor, brilho, pigmentação,

* Cirurgião-dentista formando pela Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo - RS.

** Doutor em Materials Sciences and Engineering pela University of Florida, EUA. Professor titular e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Passo Fundo - RS, Brasil.

translucidez etc. Contudo, todos esses fatores só levam ao sucesso do trabalho se o profissional possuir boa habilidade manual e acuidade visual⁴⁻¹⁰.

Desde 1931, quando Clark começou a estudar aspectos da cor em odontologia, os dentistas são desafiados a selecionar cor, mas pouco mudou nesses anos¹¹. A seleção de cor em odontologia pode ser realizada basicamente de duas formas: análise visual realizada pelo profissional ou pelo uso de equipamentos para identificação da cor^{3,5}. No caso da escolha de cores pelo método visual através de comparação, o profissional tem o auxílio de uma escala de cor comercial padronizada, como, por exemplo, a Vitapan® Clássica e a 3-D Master® (Fig. 1), fabricadas pela Vita e com custo relativamente baixo para o profissional¹². Na seleção de cor usando equipamento, pode-se usar espectrofotômetros, como o Easyshade® (Fig. 2) também fabricado pela Vita. Esse equipamento é capaz de selecionar a cor do dente, da cerâmica ou da resina, mas representa um custo razoavelmente significativo ao profissional.



Figura 1 - A escala Vita 3-D Master® é o padrão utilizado pelo TTB



Figura 2 - Espectrofotômetro Vita Easyshade®

Nas escolas de odontologia o método mais utilizado é o visual com escalas de cor. Para tanto, além

do correto treinamento, deve-se verificar a acuidade visual do profissional, o tipo de iluminação, se o paciente está utilizando maquiagem ou roupas com cores vivas, pois são fatores que podem influenciar na correta determinação da cor¹². Quando um indivíduo apresenta uma DV, como o daltonismo, envolvendo a incapacidade para identificar corretamente as cores do sistema RGB (*Red*, *Green* e *Blue* – vermelho, verde e azul), essa DV pode ser classificada em:

- protanope: ausência ou defeito nos cones sensibilizados pelo espectro verde;
- deuteranope: ausência ou defeito nos cones sensibilizados pelo espectro vermelho;
- tritanope: ausência ou defeito nos cones sensibilizados pelo espectro azul.

O método de seleção de cor convencional (visual) parece não ser tão preciso quanto métodos que utilizam sistemas computadorizados, pois a interpretação das frequências de cores pelo cérebro varia para cada indivíduo¹³. Assim mesmo, o olho humano é considerado o melhor detector do mundo devido à habilidade na percepção de heterogeneidades superficiais^{3,4}. Todas as teorias da visão em cores baseiam-se no conhecimento de que o olho humano consegue detectar quase todas as graduações de cores quando somente luzes monocromáticas vermelhas, verdes e azuis são apropriadamente misturadas em diferentes combinações¹⁴⁻²¹. Assim, este estudo teve por objetivo identificar alunos da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (FOUPF) com DV do tipo daltonismo, e treinar os sujeitos sem DV para determinação da cor em odontologia. Para isso, foi avaliada a capacidade visual dos sujeitos da pesquisa para determinação de cores usando os testes de Ishihara e Farnsworth 100 (I e F) e aplicado um método de ensino e treinamento de determinação de cores utilizando o *Toothguide Training Box* (TTB).

Materiais e método

Os participantes voluntários deste experimento foram alunos matriculados na Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo. Esse estudo utilizou, inicialmente, instrumentos/técnicas para diagnóstico de DV. Entre os métodos mais utilizados, com alto poder de diagnóstico de DV relacionada à determinação de cor, estão os testes de Ishihara e o Farnsworth 100 (IeF), os quais foram escolhidos como parte da metodologia utilizada no estudo.

O teste de Ishihara (Fig. 3-6) detecta deficiência visual do tipo daltonismo (discromatopsia).

Os participantes foram dispostos em um auditório com aproximadamente o mesmo ângulo de visão em relação à imagem projetada na parede. Foram projetadas 25 imagens do teste de Ishihara, similares aos das Figuras 3-6, e os participantes deveriam anotar o que estavam vendo em cada imagem em

um gabarito padrão contendo cinco possíveis alternativas para cada imagem projetada. Duas versões (1 e 2) do mesmo teste foram projetadas, simultaneamente, para que não ocorresse interferência do resultado por conferência de respostas entre os participantes vizinhos. O teste foi repetido, individualmente, no caso de algum indivíduo acertar menos de 20 das 25 imagens. As respostas foram registradas, organizadas e analisadas.



Figura 3 - O indivíduo com daltonismo do tipo protanope enxerga apenas o nº "6" e aquele que tem daltonismo do tipo deuteranope enxerga somente o nº "9". Imagem disponível em: <http://colorvisiontesting.com/ishihara.htm>

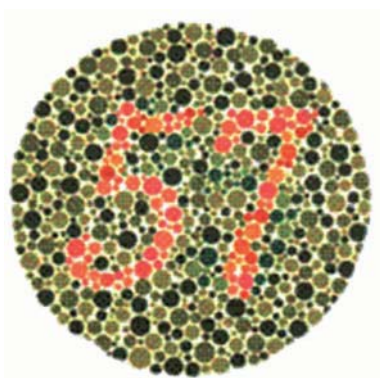


Figura 4 - O indivíduo que for portador de daltonismo com deficiência no espectro verde-vermelho enxergará o nº "35". Imagem disponível em: <http://colorvisiontesting.com/ishihara.htm>

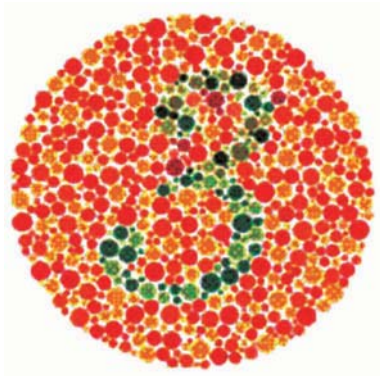


Figura 5 - O indivíduo que for portador de daltonismo com deficiência no espectro verde-vermelho enxergará o nº "5". Imagem disponível em: <http://colorvisiontesting.com/ishihara.htm>

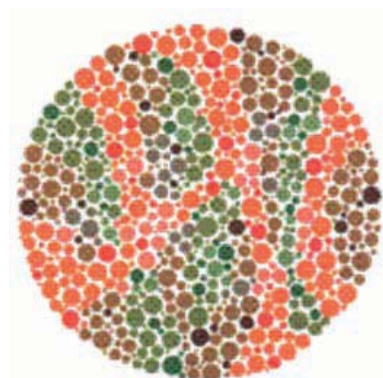


Figura 6 - O indivíduo que for portador de daltonismo com deficiência no espectro verde-vermelho enxergará o nº "2". Imagem disponível em: <http://colorvisiontesting.com/ishihara.htm>

O teste Farnsworth 100 (Fig. 7 e 8) é composto por quatro sequências (escalas de variações) de peças (minidiscos) apresentando uma variação de cor mínima entre elas, totalizando 85 peças (Fig. 7). Cada escala de variação representa um espectro de cor tendo uma cor inicial e uma final fixas e utilizadas como parâmetros. Todas as peças são numeradas, em ordem crescente, servindo como gabarito para a sequência correta de cores. Inicialmente, as peças coloridas de uma das quatro sequências (apenas uma das escalas de variações) são removidas da base escura e misturadas. O participante deve reorganizá-las na ordem adequada da tonalidade de cor enquanto o tempo do exercício é cronometrado. Esse procedimento foi repetido para as outras três escalas de variação de cor. O teste Farnsworth 100 é acompanhado de um *software* que permite ao avaliador registrar o desempenho dos participantes, avaliando o índice de aproveitamento, ou de acertos, de cada participante. Esse teste permite avaliar a acuidade visual para cores, classificando os examinados da seguinte forma:

- com alta discriminação visual (até cinco pares errados);
- com média discriminação visual (entre cinco e oito pares errados);
- com baixa discriminação visual (acima de oito pares errados, ou 16 peças).

Essa análise do desempenho ou "índice de aproveitamento" pode variar de acordo com o tipo de erro em relação à sequência de variação de cores e o tempo usado durante o teste. Os resultados foram registrados e analisados. Os resultados de ambos os testes (IeF) foram comparados com o objetivo de avaliar alguma incoerência entre os resultados dos dois testes e proporcionar uma melhor determinação do desempenho de cada participante.



Figura 7 - O teste Farnsworth 100 é composto por quatro escalas que correspondem a cada espectro de cores e contém 85 peças



Figura 8 - Cada peça deve ser posicionada seguindo a ordem da progressão de cores de cada espectro. Uma numeração sequencial crescente descrita no verso das peças garante a conferência correta dos resultados

O *Toothguide Training Box* (Fig. 9 e 10) é um equipamento produzido pela Vita (Bad Sackingen, Alemanha) que possibilita o treinamento de pessoas para a escolha de cores em odontologia. Essa metodologia tem sido utilizada com sucesso para melhorar o grau de determinação de cor em odontologia²². O TTB é composto por uma máquina que simula situações de escolha de cores utilizando amostras de dente da escala Vita 3-D Master e um computador que proporciona realizar os testes virtualmente utilizando um *software* (Fig. 9). O TTB simula a escolha de cores apresentando uma amostra de dente como parâmetro e os vários grupos de cores de dentes utilizados na escala de cores para que o participante escolha a cor correspondente à amostra (Fig. 10). Um computador conectado ao TTB simula o que está sendo realizado no TTB e faz a contagem de erros na seleção das cores.

Os resultados de todos os testes foram reportados na forma de número total de acertos e erros e seus devidos percentuais.



Figura 9 - Indivíduo realizando o teste do TTB com a utilização do software e com o iluminante D65

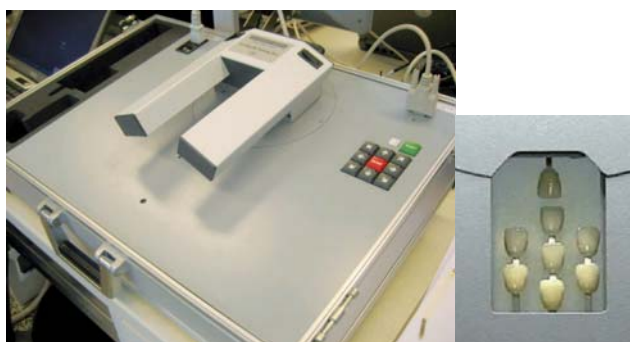


Figura 10 - Vista aproximada do TTB e do mecanismo de seleção da amostra sob o iluminante D65

Resultados e discussão

Neste estudo foi avaliada a capacidade visual de indivíduos à determinação de cores usando os testes de Ishihara (I) e Farnsworth 100 (F), além de aplicar um método de ensino para seleção de cor usando uma escala de cor de dentes (TTB).

Dos 93 alunos participantes, 7,5% tiveram dificuldade para organizar de forma correta a sequência de cores (F), servindo de alerta para uma possível dificuldade na seleção de cor e comprometimento da qualidade nos tratamentos restauradores estéticos.

Este estudo-treinamento proporcionou aos alunos maior segurança na seleção de cores utilizando escala de cores como parâmetro, assim como aprenderam que há diversos fatores que podem modificar a cor dos dentes e dificultar a adequada seleção de cor.

O valor médio de acertos no teste de Ishihara foi de 24,6 para uma variação de 17 a 25, sendo que um valor inferior a vinte acertos sugere alguma deficiência visual (DV). Apenas um participante (1,1%) acertou menos de vinte imagens. Tanto no teste coletivo, onde as imagens foram projetadas, quanto no teste individual, que coloca o participante em contato direto com as imagens, esse acertou as mesmas 17 imagens. Esse indivíduo foi encami-

nhado a um oftalmologista para investigar o indicativo de DV, provavelmente daltonismo do tipo deuteranope, uma vez que os erros de identificação ocorreram nas imagens envolvendo o vermelho. No teste de Farnsworth, o mesmo indivíduo mostrou o maior número de erros, 24 de um total de 85. Após a realização dos testes (IeF), ao ser comunicado dos resultados, esse indivíduo relatou ter dificuldades no atendimento de pacientes com necessidades estéticas devido à sua limitação na diferenciação de cores. No entanto, ele só teve comprovação da DV com a participação no presente estudo.

A média de erros no teste F foi de 10,7 peças, sendo considerado aceitável o índice de até 16 peças sequencialmente erradas e um tempo máximo de 5min para a organização de cada uma das quatro escalas de cores. Entretanto, 7,5% dos participantes desse teste ficaram com resultado abaixo do aceitável, demonstrando alguma dificuldade na diferenciação de cores. As peças de número 1 e 2 tiveram a ordem invertida por 43 participantes, caracterizando-se no maior índice de erro nesse teste. A seguir, 31 participantes inverteram a ordem das peças 70 e 71.

Nos testes usando o TTB, a pontuação média foi de 916,6, variando entre 808 e 991, para uma pontuação máxima de 1.000. A amostra de cor 4L1,5 apresentou o maior nível de dificuldade para seleção correta dessa cor, cujo procedimento foi realizado por 15 indivíduos. Com relação ao tempo usado na seleção correta da cor, o maior tempo (4,34 min) foi usado para a amostra 2M2 e o menor tempo (7,3s) para a escolha da amostra 3M2.

Na primeira fase, na qual o participante deve selecionar apenas o grupo de cores (matiz), a média de erros foi de 0,73 para a seleção da amostra correta. Na segunda fase, na qual a saturação da cor é levada em consideração, ocorreu, em média, 2,1 erros até a seleção correta da cor. Na terceira fase, em que o participante deve avaliar o valor das cores, a média foi de 11,7 erros até que fosse selecionada a amostra correta de cor. Como pode ser percebido, o TTB permite ao participante uma interatividade permanente e a comparação com outros testes (exames) já realizados. Funciona como um jogo interativo de computador, mas com duas interfaces: uma real e outra por imagem. Os testes apresentam até três níveis de dificuldade, sendo possível emitir um boletim de aproveitamento do teste, ou interrompê-lo e voltar ao mesmo ponto em outro momento. Esse teste possibilita um treinamento real de seleção de cor usando escala de cores em uso rotineiro na odontologia²².

Após o uso do TTB, todos os alunos relataram melhora na percepção de cor e no aprendizado de seleção de cor em odontologia, sugerindo a inserção dessa atividade como parte permanente do currículo acadêmico, especialmente nas disciplinas da odontologia restauradora com envolvimento direto da estética.

Entre as limitações do presente estudo está a amostra de indivíduos participantes (amostra de conveniência), o que limita a representatividade dos resultados deste estudo à comunidade de alunos da FOUPE.

Conclusões

Considerando as limitações deste estudo, os testes aplicados para determinação de DV (I e F) foram eficientes na identificação de alunos com dificuldade em diferenciar tonalidades de cores, o que pode prejudicar o desempenho desses acadêmicos, futuros profissionais, na área estética restauradora. Os indivíduos com visão normal foram ensinados a selecionar cor com o uso do TTB, melhorando o grau de determinação de cor, aumentando, assim, a possibilidade de um tratamento restaurador bem sucedido esteticamente.

Abstract

Color is a physical property that is subjective and dependent on individual perception. Thus, any person without visual impairment (DV) can be trained to improve the perception of color. Shade matching is an important part for the success of restorative treatments and the overall esthetic result. Shade matching in dentistry has been based on the use of shade guides and, few times, on the use of instrumentation such as spectrophotometers and colorimeters. Yet, as the instruments have showed some improvement, very little has been done to improve teaching of color in dentistry. In addition, some studies have showed that it is possible to improve shade matching through education and training. Objective: to identify students from the Dental School in the University of Passo Fundo (FOUPF) with DV, mainly color-blindness, and training students without DV to improve shade matching. Methods: The visual capability of all individuals were evaluated using the Ishihara and Farnsworth 100 tests (I and F) and teaching shade matching in dentistry using the Toothguide Training Box-(TTB). Results: The I and F tests identified and assisted individuals with DV. Normal vision subjects improved shade matching after using TTB. Conclusion: The methods used in the present study improved the students ability for shade matching.

Key words: Color. Dentistry. Education.

Referências

1. Moser JB, Wozniak WT, Nalemay CA. Color vision in dentistry: a survey. *J Am Dent Assoc* 1985; 110(4):509-10.
2. Wasson W, Schuman N. Color vision in dentistry. *Quintessence Int* 1992; 23(5):349-53.
3. Della Bona A, Barrett AA, Rosa V, Pinzetta C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: Three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dent Mater* 2009; 25:276-81.
4. Barrett AA, Grimaudo NJ, Anusavice KJ, Yang MC. Influence of tab and disk desing on shade matching of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2002; 88(6):591-7.
5. Della Bona A. Bonding to ceramics: scientific evidences for clinical dentistry. São Paulo: Artes Médicas; 2009.
6. Donahue JL, Goodkind RJ, Schwabacher WB, Aepli DP. Shade color discrimination by men and women. *J Prosthet Dent* 1991; 65(5): 699-703.
7. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CHF. C.H.F. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002; 81(8):578-82.
8. Ishikawa S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color gradation using computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 2005; 93(2):129-37.
9. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68(5):819-22.
10. Yuan JC, Brewer JD, Monaco JR, Davis EL. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. *J Prosthet Dent* 1997; 98(2):110-9.
11. Clark EB. An analysis of tooth color. *J Am Dent Assoc* 1931; 18:2093-2103.
12. Choi J, Park J, Ahn S, Song K, Lee M, Jung J et al. Comparative study of visual and instrumental analyses of shade selection. *J Wuhan University of Technology-Mater* 2010; 25(1):62-7.
13. Jarad FD, Russell MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *Br Dent J* 2005; 199(1):43-9.
14. Calkins DJ. Seeing with S cones. *Prog Retin Eye Res* 2001; 20(3):255-87.
15. Neitz M, Neitz J. Molecular genetics of color vision defects. *Arch Ophthalmol* 2000; 118(5): 691-700.
16. Hall JE, Guyton AC. Tratado de fisiologia médica. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier LTDA; 2006.
17. Dacey DM, Parker OS. Colour coding in the primate retina: diverse cell types and cone-specific circuitry. *Curr Opin Neurobiol* 2003; 13(4):421-7.
18. Gegenfurtner KR, Kipper DC. Color vision. *Annu Ver Neurol* 2003; 26:181-206.
19. Hendee WA, Wells PNT. The perception of visual information. 2ª ed. New York: Springer; 2007.
20. Michaelides M, Hunt DM, Moore AT. The cone dysfunction syndromes. *Br J Ophthalmol* 2004; 88(2):291-7.
21. Land EH. The retinex theory of color vision. *Sci Am* 1977; 237(6): 108-28.
22. Borbély J, Varsányi B, Fejérdy P, Hermann P, Jakstat HA. Toothguide Trainer tests with color vision deficiency simulation monitor. *J Dent* 2010; 38S: e41-e49.

Endereço para correspondência:

Álvaro Della Bona
Programa de Pós-graduação em Odontologia
da Universidade de Passo Fundo
Campus I, Bairro São José, BR 285, Km 171,
99001-970 Passo Fundo – RS
Fone (54) 3316 8395
E-mail: dbona@upf.br

Recebido: 07/04/2012 Aceito: 03/07/2012