

Il moderno ruolo della fotografia digitale nell'analisi dell'anatomia ottica dentale

Pasquale Loiacono

Sabato 28 Maggio 2016 - 09.00/13.00

In generale, la fotografia è un mezzo di esplorazione e narrazione della realtà, e anche nella pratica clinica odontoiatrica questo concetto è assolutamente pertinente, tanto da poter definire la fotografia come un 'potente mezzo diagnostico'¹. Basandosi su questo fondamentale principio, è ragionevole ammettere che la fotografia possa guidare il clinico nell'analisi oggettiva dell'anatomia e dei colori dentali ai fini restaurativi.^{2,3}

Questo moderno approccio alla documentazione fotografica, si scontra però con la tradizionale cultura odontoiatrica, rivolta generalmente alla descrizione del colore in sé, piuttosto che ai fattori che ne generano la percezione.

La cultura odontoiatrica si basa sostanzialmente su una concezione artistica, dove il privilegio è legato all'analisi della percezione del colore e alla sua descrizione accurata, declinata nella ricerca di dimensioni e caratteristiche oggettive di un fenomeno che è in se stesso, e in modo ineludibile, soggettivo! Il fenomeno colore è stato prevalentemente analizzato e descritto basandosi sulla soggettività dell'osservatore, ponendosi così da una prospettiva parziale e finendo col dare sostanza a un fenomeno mentale che sostanza non può avere.⁴⁻⁶

Il colore è infatti solo un'idea nella mente dell'osservatore, un'emozione istantanea e sfuggente, legata alla singolarità della temperatura della luce e a una molteplicità di variabili incontrollate e incontrollabili.⁷ La descrizione dei colori dentali che ciascun operatore fornisce non può essere giusta o sbagliata in assoluto, così come non può esistere una



Figura 1

Immagine di gruppo frontale che esalta il valore conoscitivo della fotografia: si può apprezzare la differenza ottica tra gengiva cheratinizzata e margine gengivale libero. Si rendono molto evidenti anche le caratteristiche anatomiche di superficie e la volumetria degli elementi dentali.

View of the frontal group exalting the finding value of photography: it is possible to appreciate the optical difference between keratinized gingiva and free gingival margin. Also the superficial anatomic characteristics and the dental elements volumetry are very evident.



Figura 2

L'immagine fotografica è un mezzo di studio delle proporzioni e dell'anatomia dentale, tissutale e occlusale, risultando uno strumento diagnostico utile, anzi fondamentale, per la formulazione dei piani di trattamento.

A photographic image allows to study dental, tissue and occlusal proportions and anatomy, resulting in a useful diagnostic tool, indeed fundamental, for treatment plans design.

The Role of Digital Photography Today in the Analysis of Dental Optical Anatomy

Pasquale Loiacono

Saturday, May 28, 2016 - 09.00/13.00

In general, a photo can be considered a way of reality exploring and narration, and also in dentistry this concept is absolutely applicable, so that it is possible to define photography as a 'powerful diagnostic tool'.¹ Based on this fundamental principle, it is reasonable admit that photography can guide the clinician objective analysis of anatomy and dental colours in view of a restoration.^{2,3} Anyway, this modern approach to the photographic documentation collides with the traditional dental culture, generally oriented to a colour description in itself, rather than to generating perception factors. Dental culture bases essentially itself on an artistic conception, in which the privilege is linked to the perception of the colour and its accurate description, searching objective dimensions and characteristics of a phenomenon that, in itself, is undoubtedly a subjective one! Colour phenomenon has been mainly analysed and described on the basis of the observer subjectivity, with a partial prospective and giving substance to a mental phenomenon that can't have a substance.⁴⁻⁶ As a matter of fact, colour is only an idea in the observer mind, an instant and elusive emotion, linked to a singularity of light temperature and to a multiplicity of uncontrolled and uncontrollable variables.⁷ Dental colours description provided by each operator can't be absolutely right or wrong, and in order to judge a colour and ideal light can't exist, as often someone affirms,⁵ because it is only possible to register a correspondence judgment between two colours, on which most of the observers agree.

In reality colour exists as a psychophysical sensation, that is as a neural stimulus produced by the retinal receptors (cones) producing a precise electric signal proportionally correlated to the number of photons by which have been stimulated. Colour can be 'measured' only in this psychophysical context, and described by three values (the fundamental values of the 'three-stimulus') with a precise mathematical model called 'colour space'.⁷ The digital camera can be considered as a tool to measure colours exactly by analogy of the physiological concept above described. In order to describe light and its relative colours, the digital camera obtains from a precise quantity of photons reaching the sensor three numerical values coherent in a specific colour space. Based on these data of reality, we can admit two conclusions: the first one is that the only visual judgment on the correspondence to a referral colour, evaluation necessarily done by the dentist in order to communicate the colour information and allow the technician to create a likely aesthetic prosthetic restoration, is always subjective and questionable. The second one is that the digital camera, absolutely more objective and precise thanks to its inherent characteristics, can represent a powerful tool for colours diagnosis!

Based on these considerations, it is necessary to move the dentist's attention from the colour phenomenon, always subjective and questionable, to the objectivity of anatomy, representing, together with the light, one of the colour matrices, and that is perfectly described by a digital image.^{2,3,8,9} This is why it is necessary to introduce the concept of 'optical anatomy', in order to underline the centrality of light/substance correlation in colour evaluation rather than perception in itself.^{6,7} In synchrony and in relation with the colour culture evolution, an innovative concept of the photographic tool developed,

luce ideale per giudicare il colore, come spesso si sostiene,⁵ ma si può solamente registrare un giudizio di corrispondenza tra due colori, sul quale convergono la maggior parte degli osservatori. Il colore esiste realmente sotto forma di sensazione psicofisica, cioè come stimolo neurale prodotto dai recettori retinici (i coni) che producono un segnale elettrico preciso e proporzionalmente correlato al numero di fotoni da cui sono stati stimolati. Il colore può essere 'misurato' solo in questo ambito psicofisico, e descritto tramite tre valori (i fondamentali valori del 'tristimolo' di un preciso modello matematico detto 'spazio colore'.⁷ Si può considerare la fotocamera digitale come strumento di misurazione dei colori esattamente per analogia ai concetti fisiologici appena esposti, infatti anch'essa per descrivere la luce e i colori che la compongono ricava, da una precisa quantità di fotoni che raggiungono il sensore, tre valori numerici coerenti in un determinato spazio colore. Partendo da questi dati della realtà possiamo ammettere due conclusioni: la prima è che il solo giudizio visivo sulla corrispondenza a un colore di riferimento, valutazione che l'odontoiatra deve necessariamente formulare per comunicare le informazioni sul colore e consentire al laboratorio di creare un manufatto protesico esteticamente verosimile, è ovviamente sempre soggettivo e opinabile. La seconda è che la fotocamera digitale, assolutamente più oggettiva e precisa per sue intrinseche caratteristiche, può rappresentare un formidabile strumento per la diagnosi dei colori! Da queste considerazioni discende la necessità di spostare l'attenzione dell'odontoiatra dal fenomeno colore, sempre soggettivo e opinabile, all'oggettività dell'anatomia, che rappresenta, insieme alla luce, una delle matrici del colore, ed è perfettamente descritta da un'immagine digitale.^{2,3,8,9}

Ecco perché è pertinente e necessario introdurre il concetto di 'anatomia ottica', a sottolineare la centralità della correlazione luce/materia nella valutazione del colore piuttosto che la percezione in sé.^{6,7} In sincronia e in dipendenza dall'evoluzione della cultura del colore si è sviluppata una concezione dello strumento fotografico innovativa, nella quale la fotocamera



Figura 3

Immagine in CPP che permette di cogliere la complessità ottica dei denti e le proprietà ottiche intrinseche principali e accessorie dei denti.
Image in CPP that show the tooth complexity and the principal and ancillary inherent tooth properties.



Figura 4

Se correttamente utilizzata la fotocamera è uno strumento di misurazione e l'immagine un dato oggettivo e strumentale: in figura i valori L*a*b* ricavati su quattro punti tramite Photoshop. L'esame tramite software si è dimostrato preciso e affidabile nei limiti delle soglie comunemente accettate in odontoiatria.

*If properly used, the camera is a measuring tool and the image is an objective instrumental datum: in the figure the L*a*b* values acquired on 4 points through Photoshop. The examination by means of the software has shown to be precise and reliable within the threshold limits accepted in dentistry.*

in which the camera acquires more and more the role of 'measuring tool of light', and consequently even of colours.

However, in this perspective it is necessary to establish in an accurate way the conditions in which the camera can act as a measuring tool, and this can be found in the scientific evidence concepts of photography (EBDP).^{8,9} The Author believes that it is necessary to switch from a perceptive-artistic vision of photography and colour phenomenon to a scientific-objective one, in which the digital image precisely correlate the optical phenomena to the dental structure and reveals the complex dynamics originated by light radiation and substance. The optical anatomy is not a theoretical abstraction or a mere style exercise, but a practical tool in order to understand the intrinsic dental structure and its rationale, in order to apply them to the restoration layering techniques. Only by understanding the optical-structural tooth complexity it is possible to emulate them, even partially, in the restoration characteristics¹⁰. The aim of the optical anatomy is twofold: to specify and identify in an accurate way the perceptive correlations, that is the aesthetic sensations raised in the observer, and understand the perceptive correlations with the anatomical characteristics of the dental structure. In other words, the optical anatomy takes into account the modalities with which the structural anatomy influences the optical behaviour of radiation and consequently the perceptive phenomena.¹¹

In this way, the traditionally defined 'optical properties of the tooth' will be analysed and described in a more precise and accurate way, with reference to the dental anatomical structure, with a logical workflow starting from the objectivity of the dental substance study and that only in the end give a conclusive perceptive judgment. In conclusion, it is possible to affirm that the objective and describable optical anatomy generates the perceptions of aesthetic and colour, always subjective and questionable. So, it is



Figura 5

La complessa e suggestiva dinamica ottica offerta dalle crepe dello smalto: si noti come alla crepa possa corrispondere una sottilissima depressione verticale, che nel tempo potrebbe pigmentarsi e arricchire ulteriormente la cromaticità dell'elemento dentario.

The complex and suggestive optical dynamic shown by the enamel cracks: note how the crack can correspond to a very thin vertical depression that over time could become stained, further enriching the dental element chromaticity.



Figura 6

Immagini di perikymata interne: linee sottili più chiare ad andamento orizzontale molto regolare, presenti negli strati interni dello smalto, espressione di uno stato di decussazione dei prismi dello smalto e quindi correlato percettivo delle bande di Hunter Schreger. Queste sono da considerare proprietà ottiche intrinseche accessorie, ma non per questo sono meno importanti nella genesi della percezione finale del dente.

Images of internal perikymata: thin clearer lines with an horizontal and very regular development, present in the inner layers of the enamel, expression of a decussation of enamel prisms and so perceptive correlated to the Hunter Schreger bands. These are to be considered as accessory optical properties, but not less important in the genesis of the final perception of the tooth.

assume sempre più il ruolo di 'strumento di misurazione della luce', e quindi dei colori. In questa prospettiva è stato però necessario stabilire con precisione le condizioni alle quali la fotocamera può funzionare da strumento di misurazione, e ciò si è concretizzato nei concetti della fotografia basata sull'evidenza scientifica (EBDP).^{8,9}

Il pensiero dell'Autore è che si debba passare da una visione artistica-percettiva della fotografia e del fenomeno colore a una scientifica-oggettiva, nella quale l'immagine digitale correla precisamente i fenomeni ottici alla struttura dentale e svela le complesse dinamiche originate dall'interazione tra radiazione luminosa e materia. L'anatomia ottica non è un'astrazione teorica o un puro esercizio di stile, ma uno strumento pratico per comprendere l'intima struttura dentale, comprenderne le logiche per applicarle alle tecniche di stratificazione dei restauri. Solo conoscendo la complessità ottico-strutturale del dente, si può pensare di riprodurre, anche parzialmente, le caratteristiche nei restauri.¹⁰ Lo scopo dell'anatomia ottica è duplice: specificare e identificare accuratamente i correlati percettivi, cioè le sensazioni estetiche suscitate nell'osservatore, e risalire dalla comprensione dei correlati percettivi alle caratteristiche anatomiche della struttura dentale. In altri termini, l'anatomia ottica considera le modalità con le quali l'anatomia strutturale influenza il comportamento ottico della radiazione e quindi i fenomeni percettivi.¹¹ Così, quelle che tradizionalmente sono definite 'proprietà ottiche del dente', potranno essere analizzate e descritte in maniera più precisa e accurata, con riferimento alla struttura anatomica che le sostanzia, secondo un flusso di lavoro ordinato e razionale che inizia dall'oggettività dello studio della materia dentale e solo al termine fornisce un giudizio percettivo personale conclusivo. Concludendo si può affermare che l'anatomia ottica, oggettiva e descrivibile, genera le percezioni dell'estetica e del colore, sempre soggettive e opinabili. È quindi necessario comprendere che è l'anatomia ottica il vero oggetto di studio dell'analisi del colore, e la descrizione finale di questo tramite attributi percettivi (impropriamente 'dimensioni') solo una convenzione necessaria. Il concetto di anatomia ottica proposto si sposa così perfettamente, integrando e completando per la parte strutturale, la filosofia della Fotografia Basata sull'Evidenza, che ha come fine la corretta documentazione del colore dentale.



Figura 7

Le crepe dello smalto - enamel cracks - influenzano grandemente la dinamica della radiazione luminosa e quindi la percezione del dente stesso. Nella figure, oltre alle crepe verticali, sono ben visibili le perikymata interne ad andamento orizzontale.

The enamel cracks greatly influence the dynamic of the light radiation and consequently the perception of the tooth in itself. In the image, besides the vertical cracks, the internal perikymata are visible with their horizontal development.



Figura 8

Si noti come in questo paziente adulto la perdita della micro-anatomia di superficie ha reso più evidenti le perikymata interne. Come si può notare l'immagine fotografica permette l'esplorazione analitica, oggettiva e approfondita della sostanza dentale.

Note as in this adult patient the loss of the superficial micro-anatomy put more in evidence the internal perikymata. As can be noted, the photo allows an analytical, objective and deep exploration of the dental substance.

necessary to understand that the real object of the colour analysis is the optical anatomy and that the final description of the colour through perceptive attributes (improperly 'dimensions') is only a necessary convention. The proposed optical anatomy concept integrates and completes the structural part of the philosophy based on the Evidence Based Photography, aiming to document in a proper way the dental colour.

Bibliografia / References

1. Loiacono P., Pascoletti L. Photography in Dentistry, Chicago, Quintessence Publishing Co, 2012
2. Vanini L. il restauro conservativo dei denti anteriori. ACME 2003
3. Spina G. Il colore è anatomia, Teamwork media Brescia 2010
4. Chu SJ. Fundamentals of Color. Quintessence Publishing 2004, Chicago
5. Oleari C. Misurare il colore: fisiologia della visione a colori. Hoepli 2008. Milano.
6. Loiacono P. Il nuovo concetto di Anatomia Ottica. Il dentista Moderno 2014;10: 44-82
7. Loiacono P. Le Nuove Evidenze Scientifiche in Fotografia, Cultura del Colore e Workflow Digitale in odontoiatria, Milano, Quintessenza Internazionale, 2016,
8. Loiacono P. La fotografia digitale per la diagnosi dei colori in odontoiatria estetica. Parte prima; Quint. Intern. 2012 (28); 3: 93 113
9. Loiacono P. Molina B. La fotografia digitale per la diagnosi dei colori in odontoiatria estetica. Parte seconda. Quint. Intern. 2012 (28); 4: 83 101
10. Manauta J. Salat A. Layers, An Atlas of Composite Resin Stratification Quintessence Publishing Chicago 2012.
11. Bazos P, Magne P., Bio-emulation: Biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis. Eur J Esthet Dent. 2011 Spring; 6(1):8-19.