

# La fotografia digitale per la diagnosi dei colori in odontoiatria estetica.

## Parte seconda: il workflow

L'Autore esamina le diverse fasi del workflow, cioè le procedure successive a quella dell'acquisizione delle immagini cliniche, necessarie per dare concreta attuazione all'EBDP (Evidence Based Dentistry Photography). La corretta gestione del flusso di lavoro è indispensabile per ottenere la massima fedeltà dei colori delle immagini, ma anche per la conservazione ottimale del patrimonio digitale (DAM). Solamente un flusso di lavoro accurato e coerente in tutte le sue fasi può dare risultati di qualità e duraturi nel tempo, e realizzare così l'EBDP. Nei limiti del presente studio, la convinzione generale che marche diverse di fotocamere producano colori diversi, secondo l'Autore non ha alcuna base scientifica, ma è solo il risultato di una non corretta gestione delle immagini. Alla luce delle attuali conoscenze, la creazione di documentazione fotografica di cattiva qualità, per errori di ortografia visiva, o dai colori infedeli e inverosimili, o ancora la perdita fisica dei file per mancata pianificazione di corrette procedure di backup, non è più accettabile.

**Parole chiave:** Workflow digitale, Gestione colore, EBDP, Digital Asset Management, Spazio colore, Profili ICC/DCP, Metadati, Gamut, Calibrazione e profilazione monitor, Backup.

### PREMESSA

Nella prima parte dell'articolo sono stati trattati argomenti generali e introduttivi, quali la natura e la diagnosi dei colori in odontoiatria estetica; sono stati inoltre analizzati i diversi fattori relativi alla fase dell'acquisizione, che condizionano in modo assoluto tutte le fasi successive. Si è proposto quindi un protocollo clinico, ma soprattutto un nuovo approccio alla fotografia digitale odontoiatrica, l'EBDP, che ha come finalità la ricerca e il mantenimento della fedeltà dei colori delle immagini. Si tratta ora di completare l'esposizione e definire compiutamente quali caratteristiche debbano avere e come eseguire le procedure successive all'acquisizione dell'immagine per poter realizzare l'EBDP. Dalla perfetta integrazione tra le diverse fasi, svolta ciascuna in modo accurato e ra-

\* Odontoiatra libero professionista in Tropea.

\*\* Ingegnere informatico in Tropea.

#### Indirizzo per la corrispondenza:

Pasquale Loiacono, Bruno Molina  
E-mail: lino@odontoloiacono.191.it - brunomolina@libero.it



**Figg. 1,2** Le immagini sono in formato jpeg, ottenute on-camera da Canon 40D e Nikon D90, impostate in identiche condizioni: EV +0.7, picture control standard o neutrale, WB premisurato, ISO standard, f/32. La differenza di colore è evidente, risultando i colori più freddi per Nikon e più caldi per Canon, ciò è quello che accade in condizioni di non gestione del colore.

zionale, scaturisce la qualità finale dell'immagine, termine che per gli Autori ha un solo significato: massima corrispondenza dei colori dell'immagine a quelli reali. Si nota purtroppo che pubblicazioni, anche prestigiose, mostrano evidenti e a volte gravi difetti nella documentazione fotografica, ma deve essere chiaro che, alla luce delle attuali conoscenze disponibili, questi errori non sono più accettabili. Gli standard per la documentazione fotografica e la gestione delle immagini, espressi anche nell'EBDP, sono ormai noti e l'inosservanza di queste regole è da considerarsi esclusivamente un'omissione degli operatori (Figg. 1, 2).

cattiva qualità, cioè non gestite in fase di acquisizione o postproduzione, o semplicemente immagini introvabili per difetto di catalogazione (perdita funzionale) o peggio ancora perse definitivamente per difetto di archiviazione (perdita fisica). Il flusso di lavoro, si configura quindi come presupposto essenziale per il raggiungimento di un'eccellenza duratura nel tempo. Non basta creare un'immagine stupenda, occorre anche poterla ritrovare e conservarla per un tempo indefinito. Analizziamo per comodità ogni fase isolatamente, ma si ricordi che il flusso è sempre interconnesso e ogni azione ha senso se integrata correttamente nell'intera procedura.

## IL SIGNIFICATO DEL WORKFLOW

Per flusso di lavoro o workflow si intende l'insieme delle azioni effettuate sui file e sulle periferiche che li gestiscono, dalla generazione all'elaborazione, catalogazione, fruizione, sino all'archiviazione finale dei file. Se il flusso è ordinato e coerente i risultati saranno rispondenti alle aspettative e quindi eccellenti, mentre un flusso di lavoro disordinato, nel tempo produce inevitabilmente risultati mediocri. Per risultati mediocri intendiamo immagini di

## LA POST-PRODUZIONE O ELABORAZIONE

Preliminarmente occorre puntualizzare un concetto fondamentale: la fase di post-produzione, che consiste nell'elaborazione dell'immagine, può assumere due significati molto diversi tra loro. Elaborare con finalità di *fotoritocco* vuol dire utilizzare un software per migliorare esteticamente, o comunque a proprio arbitrio, una fotografia e ottenere così un risultato anche totalmente diverso dall'immagine della scena catturata dal sensore. Elabo-



**Figg. 3,4** Le identiche immagini delle figure 1 e 2, ottenute cioè con due fotocamere impostate nelle medesime condizioni che hanno salvato lo stesso file in doppio formato raw e jpeg. In questo caso le immagini sono state sviluppate successivamente con Camera raw applicando il profilo specifico di fotocamera. Le foto appaiono indistinguibili nei colori e comunque molto differenti dalle stesse immagini ottenute on-camera.

rare con finalità di *gestione del colore* significa invece intervenire sul file per mantenere l'assoluta fedeltà e corrispondenza dei colori dell'immagine a quelli reali della scena catturata dal sensore (Figg. 3, 4).

La gestione colore è quindi una strategia, un insieme di azioni coordinate, per mettere ordine e coerenza nel mondo dei numeri che rappresentano i colori; è in antitesi rispetto al fotoritocco, ma ne utilizza gli stessi strumenti hardware e software. Il fotografo deve avere dunque ben chiare quali sono le finalità del proprio lavoro sulle immagini, e in base a tali finalità scegliere le procedure più adatte. Ecco perché è necessario, per dare sostanza e coerenza all'EBDP, conoscere il workflow e in particolare quella fase che va sotto il nome di gestione colore o color management.

## IL SIGNIFICATO DEI FORMATI D'IMMAGINE

Non tutti hanno chiara l'importanza e il significato profondo del concetto di *formato dell'immagine* e la maggior parte degli utenti salva l'immagine in formato jpeg in una delle possibili opzioni di qualità, dalla minima alla massima, ma senza approfondire le implicazioni di tale scelta. Chi nutre aspettative importanti e progetta di

ottenere risultati eccellenti, normalmente salva le foto in formato jpeg alla massima qualità, eventualmente memorizzando una copia del file anche in formato raw, come ormai concesso da quasi tutte le fotocamere. Ma cosa significa salvare un'immagine in formato jpeg alla massima qualità? È veramente questa la condizione ideale per il clinico che intende documentare il proprio lavoro in modo eccellente? Nel tentativo di dare risposte a questi interrogativi, partiamo da una considerazione fondamentale: il formato jpeg è un formato nel quale i dati vengono compressi e in parte eliminati definitivamente, quindi il jpeg comporta, in ogni caso, perdita di dati rispetto al negativo originale raw. Il jpeg è quindi un formato di tipo distruttivo e la perdita di dati è legata al tipo di compressione scelta dall'utente, risultando minima con l'opzione alta qualità e ovviamente grave a quella bassa qualità. I dati raw sono i dati forniti dal sensore e, in quanto, tali contengono tutte le informazioni relative alla scena inquadrata, rappresentando quindi il cosiddetto "negativo digitale"; il formato raw è un formato non distruttivo, e, come il negativo della pellicola, ha bisogno di essere sviluppato per svelare l'immagine. La costruzione dell'immagine può avvenire in due modi diversi: direttamente nella fotocamera a opera del microprocessore della

stessa, sviluppo "on-camera", o successivamente con un processore esterno e un apposito programma di sviluppo (demosaiscizzazione) dei dati raw. La differenza qualitativa tra le due opzioni è notevole per due motivi: il primo è la limitata capacità di calcolo del processore della fotocamera, il secondo è legato al processo stesso di costruzione dell'immagine. Analizzandoli attentamente: lo sviluppo dei dati raw richiede un notevole impegno di calcolo, rappresentato dall'applicazione di algoritmi, cioè di formule matematiche costruite appunto per eseguire calcoli complessi. Gli algoritmi hanno diversa efficacia e precisione in ragione della loro complessità e logica di costruzione, e poiché i produttori di fotocamere devono privilegiare la velocità di calcolo per offrire la possibilità di effettuare numerosi scatti in sequenza, gli algoritmi utilizzati dalle fotocamere non hanno la stessa potenza di calcolo di quella offerta da applicazioni esterne e indipendenti dalla fotocamera. Si evince così che il processo di sviluppo dei dati raw effettuati on-camera è di minore qualità rispetto a quelli effettuati dall'utente sul proprio computer con un programma di elaborazione dedicato. Il secondo motivo riguarda il processo di costruzione dell'immagine: la possibilità d'intervento dell'utente sui processi on-camera è molto ridotta e vincolata dalle scelte del produttore, mentre è assolutamente illimitata nell'elaborazione esterna. Si tenga inoltre presente che i processi di costruzione del jpeg on-camera sono irreversibili, e che a ogni nuova correzione, anche minima, seguita da salvataggio, si realizza una significativa perdita di dati. La costruzione di un jpeg effettuata dall'utente con un software di elaborazione è invece sempre perfettamente reversibile, perché i dati raw non vengono mai modificati. Ma perché è necessario un processo di costruzione dei colori dell'immagine? Ciò accade perché i sensori sono ciechi al colore e vedono solo in bianco e nero, cioè discriminano solo l'intensità

della luce. Il colore è frutto di artifici tecnici: si filtra la luce selettivamente per far giungere a ciascun elemento fotosensibile solamente una banda elettromagnetica di determinata lunghezza d'onda. È, *mutatis mutandis*, ciò che accade nell'occhio grazie alla presenza di tre diversi tipi di fotorecettori tipo coni, ciascuno sensibile a una banda luminosa di lunghezza d'onda specifica, e infatti la scelta del tipo di filtro da anteporre ai fotodiodi si riferisce esattamente a queste caratteristiche di sensibilità. Nella pratica si crea un mosaico di micro-filtri di colore diverso che si alternano formando quadrati e poiché l'occhio è maggiormente sensibile alla luce di lunghezza d'onda 550 nm, corrispondente al verde, per ogni filtro rosso e blu ce ne sono due verdi. Nell'organo biologico, che è un magnifico sistema integratore, la ricomposizione dei tre diversi stimoli crea la sensazione del colore, mentre nella fotocamera sarà il processore a ricostruire attraverso calcoli matematici i colori, attuando un processo di demosaicizzazione. Concludendo con una similitudine, il jpeg on-camera è come un piatto surgelato pronto, molto comodo e veloce da preparare nel forno a microonde, ma non paragonabile a un piatto preparato con ingredienti freschi e cucinato nei modi e nei tempi idonei.

## L'AMBIGUITÀ DEI NUMERI

L'immagine digitale è per sua intima natura una semplice successione di numeri ordinati secondo un certo criterio; infatti la luce presente sulla scena è catturata dal sensore genera correnti elettriche proporzionali, che vengono poi trasformate dal convertitore analogico-digitale in una serie ordinata di valori del codice binario (0 e 1). In modalità colore RGB, quella cioè utilizzata per descrivere i colori da fotocamere e monitor, questa successione numerica è per convenzione organizzata in modo da esprimere valori interi, da 0 a 255, rappresentativi



**Figg. 5,6** L'ambiguità dei numeri: identici valori RGB possono essere interpretati e visualizzati in modo diverso da monitor o stampanti diverse. Non ci possono essere colori giusti o sbagliati in una condizione di non gestione del colore. Allo stesso modo i numeri forniti dal sensore, in assenza di gestione del colore, non potranno fornire colori assolutamente fedeli.

di tre colori primari RGB (Red, Green, Blue). La dizione “modalità colore” indica quali sono gli elementi utilizzati per esprimere e definire i colori (RGB, CMYK, Lab), mentre lo “spazio colore” rappresenta un modello matematico, costruito secondo criteri determinati per rappresentare il colore nella modalità scelta. Il “profilo colore” di un’immagine contiene le informazioni relative alle modalità e ai criteri con i quali sono stati costruiti i colori dell’immagine stessa, e quindi anche il suo spazio colore, rappresentando così la carta d’identità di ogni immagine. In altri termini, lo spazio colore stabilisce i criteri con i quali si devono utilizzare i numeri per rappresentare i colori, e infatti chi si interessa di gestione colore richiede che di ogni immagine sia specificato il profilo colore. Il grande problema è che ogni periferica di out-put, cioè che visualizza colori partendo da numeri (monitor o stampante), ha un proprio specifico spazio colore, detto anche *gamut*, ciò significa che identici valori RGB hanno significato diverso, e quindi generano colori diversi, per ciascuna periferica (Figg. 5, 6).

Fotocamere e scanner, periferiche di input, non hanno un gamut perché non producono colori, ma comunque interpretano la luce in modo specifico e quindi presentano anch’esse un proprio spazio colore, detto “spazio colore del sensore”. Si può

insomma affermare che lo spazio colore RGB è device-dipendente ovvero necessariamente relativo a quella determinata periferica, e questo concetto vale anche per esemplari diversi dello stesso modello; si realizza cioè una condizione generale per la quale ogni periferica è un individuo unico e irripetibile. Se ne deduce che i numeri sono assolutamente ambigui e arbitrari, cosa che renderebbe impossibile la costruzione di un’immagine dai colori certi e fedeli. Poiché la fotocamera non ha consapevolezza della propria specificità, ma si avvale di profili colore generici impressi dal produttore, non può autonomamente risolvere questa ambiguità. Si rende evidente così ancora di più come il jpeg costruito on-camera sia semplicemente un compromesso, più o meno accettabile, per ciò che riguarda la fedeltà dei colori, non potendo infatti l’utente applicare il profilo della specifica fotocamera nei processi di costruzione dell’immagine.

## LA GESTIONE DEL COLORE: I PROFILI DI COLORE

La gestione colore rappresenta quella fase del workflow necessaria per superare l’ambiguità dei numeri, e consiste essenzialmente nelle fasi di calibrazione, caratterizzazione e creazione dei profili

dei monitor, dei sensori e delle stampanti; delle fotocamere si possono solo creare i profili perché sono già calibrate in fabbrica. Questi profili consentono il mantenimento della fedeltà cioè la gestione del colore, mettendo in relazione lo spazio RGB relativo di ciascuna periferica con uno spazio assoluto e universale. In pratica la gestione colore si fa carico, utilizzando i profili, di cambiare i numeri RGB per non cambiare i colori rappresentati sulle diverse periferiche. I profili attualmente sono per lo più costruiti secondo le specifiche emanate dall'ICC (International Colour Consortium), un organismo creato dalle principali aziende che si interessano di colore e informatica, Apple, Microsoft, Adobe; le specifiche sono pubbliche e multipiattaforma e l'ultima versione – la 4.3.0. del dicembre 2010 – è diventata standard ISO (15076-1:2010). Esiste un altro formato di profilo di fotocamera, il DCP (DNG Camera Profiles) creato e proposto da Adobe nei propri software di elaborazione immagine.

Per risolvere l'ambiguità si deve quindi ricorrere a uno spazio colorimetrico, cioè a spazi colore assoluti espressi non in modalità RGB, ma in modalità CIE Lab o CIE XYZ; si noti che la dizione "Lab" è riferita a una modalità colore, mentre quella L\*a\*b\* è riferita a uno spazio colore preciso, definito da CIE nel 1976. Gli spazi colore assoluti servono a dare certezze in un mondo di numeri aleatori e incerti, e sono costruiti secondo criteri scientifici condivisi, che permettono di identificare con sicurezza matematica ogni colore visibile. Per le loro caratteristiche e per la loro funzione tali spazi vengono anche detti "spazi di connessione dei profili" o Profile Connection Space (PCS). Il profilo colore di periferica è così un traduttore, da linguaggio dialettale a lingua universale, ed è costituito, tra l'altro, da tabelle numeriche di conversione da uno spazio a un altro dette "tabelle di caratterizzazione".

## IL PROFILO DI FOTOCAMERA

La creazione di un profilo di fotocamera consiste nel correlare lo spazio colore relativo del sensore, cioè le modalità con le quali il sensore valuta la luce, a numeri assoluti, cioè valori colorimetrici. Praticamente si procede fotografando un target con un certo numero di tacche di colore conosciuto (per esempio Color Checker, X-Rite), e lanciando un'applicazione che valuta il comportamento della fotocamera fornendone il profilo (Fig. 7).

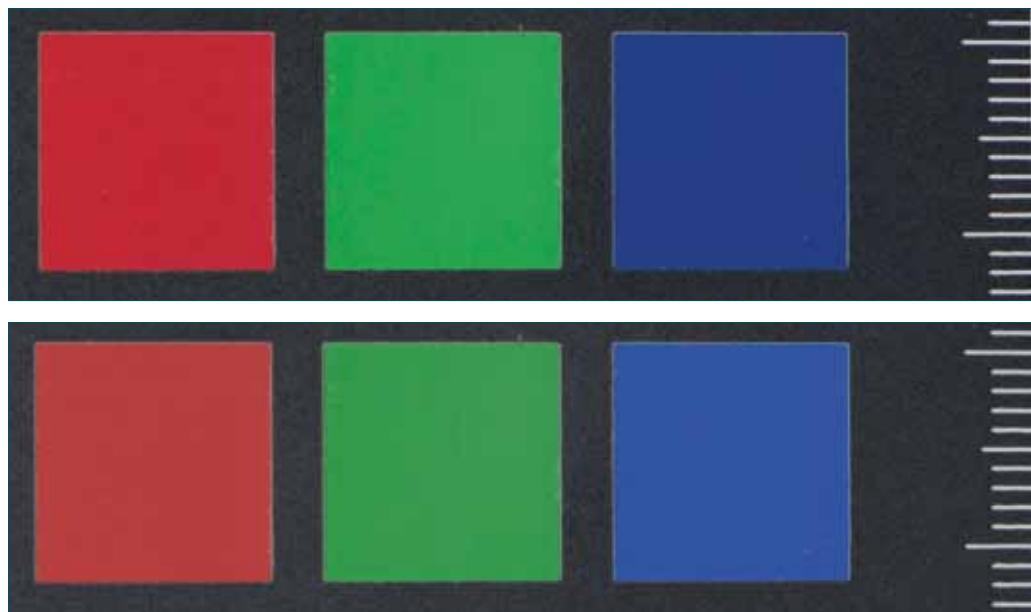
Nella sostanza si crea una tabella di caratterizzazione che permette una precisa correlazione tra i valori RGB relativi a determinati campioni di colore così come interpretati dal sensore e i valori colorimetrici conosciuti degli stessi campioni. La tabella di caratterizzazione è il componente fondamentale del profilo di fotocamera, e permetterà lo sviluppo di dati raw partendo esattamente dalle caratteristiche della fotocamera che quei dati ha generato. Si comprende così meglio perché il jpeg ottenuto da un raw applicando nella procedura di sviluppo il profilo di fotocamera, è assolutamente più preciso nei colori di un jpeg on-camera. La creazione del profilo della specifica fotocamera è quindi uno dei momenti fondamentali della procedura di gestione colore e dell'intero workflow gestito secondo i criteri dell'EBDP.

## LA VERIFICA DEL PROTOCOLLO EBDP

Per verificare in pratica quali risultati si ottengano applicando il protocollo proposto, abbiamo fotografato tre tacche colorate, quelle relative ai colori RGB, per ottenere, tramite applicazioni grafiche (Photoshop, Adobe) misurazioni dei valori L\*a\*b\* relativi a ciascuna immagine e valutare quindi le eventuali differenze tra i colori. Le misurazioni sono state effettua-



**Fig. 7** Un target per la creazione di un profilo di fotocamera: il Color Checker della X-Rite; i valori colorimetrici  $L^*a^*b^*$  e XYZ delle tacche sono noti e disponibili presso il sito del produttore.



**Figg. 8,9** Le tacche di colore RGB estrapolate dal Color Checker per le misurazioni dei valori  $L^*a^*b^*$ . La figura 8, in alto, è un jpeg ottenuto da Camera raw con profilo di fotocamera specifico, l'altra è il jpeg on-camera; si notino le differenze di colore.

te su immagini in formato jpeg ottenute on-camera alla massima qualità e da file raw processati con l'applicazione Camera raw di Adobe sempre alla massima qualità (Figg. 8, 9).

Le Immagini sono state ottenute con due diverse fotocamere digitali, D90 Nikon e 40D Canon, avendo cura di uniformare le impostazioni (bilanciamento bianco premisurato su target neutro White Balance



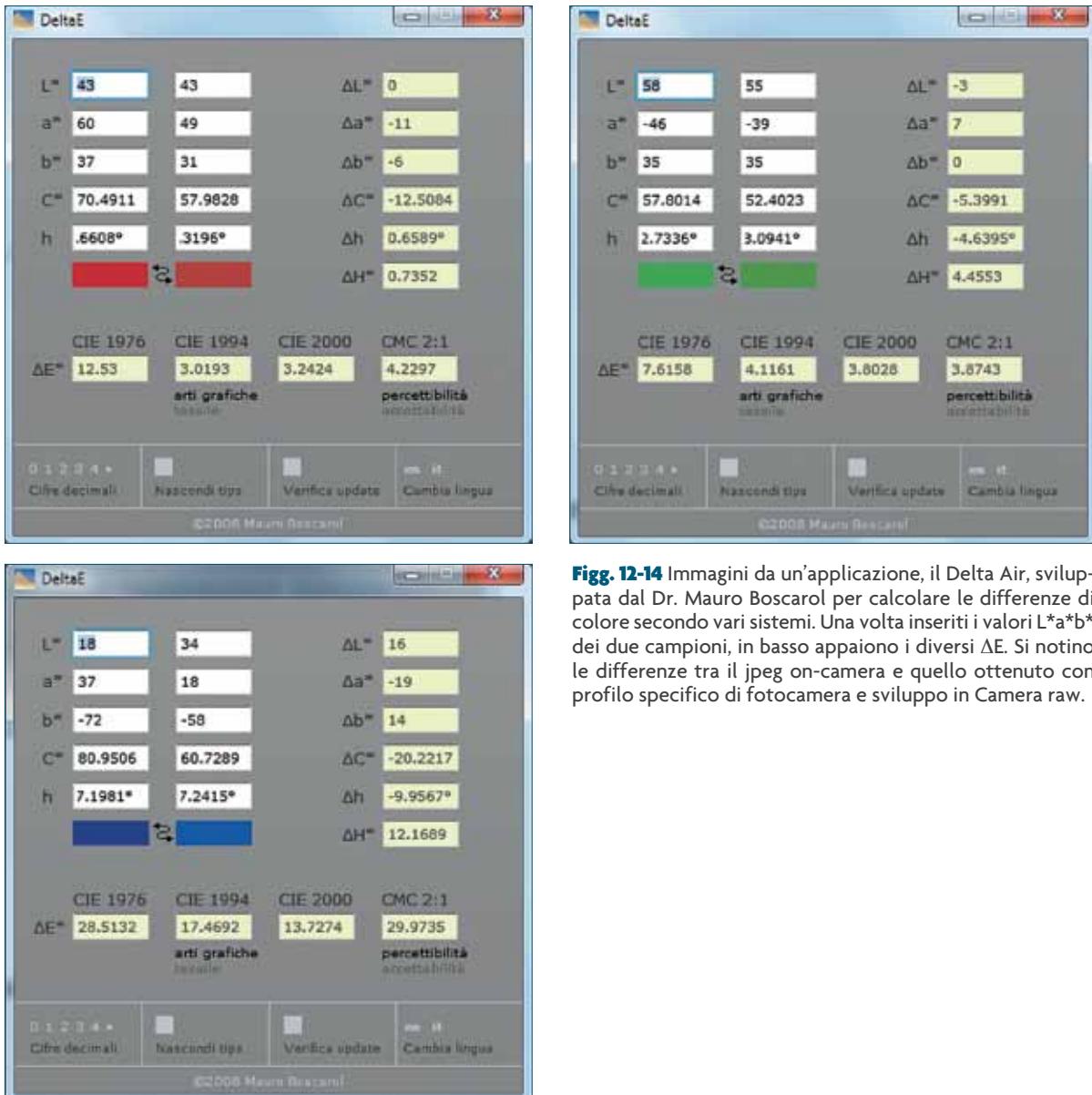
**Figg. 10,11** Le stesse immagini con una differenza di esposizione di 0.7 EV mostrano colori totalmente diversi: le foto sovrapposte hanno colori meno saturi. Le differenze di colore mostrate da immagini ottenute da fotocamere diverse sono spesso la conseguenza di differenze d'esposizione.

Card, X-Rite; modalità immagine fedele o neutra, f=105 o 100mm macro, f/11, flash anulare (Sigma EM-140 DG per Nikon, Canon MR 14-EX); uniformità d'esposizione con bianco a 224 RGB. L'esposizione deve essere uniformata perché la chiarezza di un'immagine, rappresentata dal parametro  $L^*$ , ha una notevole influenza sulla percezione complessiva dei colori, per cui molte volte le differenze di colore percepite tra immagini uguali fornite da fotocamere di marca diversa, sono in gran parte riconducibili a differenze di chiarezza piuttosto che a differenze di valutazione dei tre colori primari. Tale fenomeno si è potuto verificare frequentemente durante le misurazioni dei valori  $L^*a^*b^*$  delle tacche colorate, osservando come l'uniformità d'esposizione rendeva le differenze tra i colori delle diverse immagini molto più contenute (Figg. 10, 11).

Per valutare le differenze di colore si utilizza il  $\Delta E$ , ( $E$  sta per Empfindung, cioè "sensazione" in lingua tedesca) che esprime la differenza tra due colori misurando la loro distanza euclidea all'interno di uno spazio colorimetrico: più alto il  $\Delta E$  maggiore la distanza e quindi la differenza tra due colori. In odontoiatria il  $\Delta E$  è considerato accettabile fino al valore di 3.7<sup>2</sup>. Questo concetto, così espresso, è comunque incompleto e generico, perché se il  $\Delta E$  è dovuto interamente alla componente chiarezza (il va-

lore secondo la terminologia di Munsell) dell'oggetto e non alla tinta e al croma, la differenza di percezione del colore sarebbe notevole, per cui bisogna valutare separatamente i  $\Delta E$  delle tre componenti. Si noti che esistono differenti sistemi di calcolo della differenza di colore ovvero di  $\Delta E$ , per cui bisogna specificare a quale sistema ci si riferisce. Il  $\Delta E$  dello studio<sup>2</sup> che ha stabilito le soglie di percettibilità e accettabilità in odontoiatria, è riferito a un sistema di calcolo, il CIE  $\Delta E$  del 1976, non percettivamente uniforme e meno preciso rispetto al più recente e universalmente accettato sistema CIE  $\Delta E$  2000, che è molto più equilibrato e percettivamente uniforme, e concede molta più tolleranza nello stabilire le differenze di colore.

Il primo confronto è stato effettuato tra due versioni della stessa immagine jpeg ottenuta da una Nikon D90, la prima on-camera e la seconda da Camera raw, plug-in di Photoshop per la gestione dei file raw. Si è utilizzato un flash anulare, condizione non ideale, ma frequente tra gli odontoiatri che fotografano. I risultati dimostrano differenze di colore assolutamente significative tra le due immagini: i  $\Delta E$  1976 e 2000 sul canale del rosso sono rispettivamente 12.5/3.2; sul canale del verde 7.6/3.8, su quello del blu 28.5/13.7, i colori mostrati dalle due immagini sono quindi profondamente diversi secondo en-



**Figg. 12-14** Immagini da un'applicazione, il Delta Air, sviluppata dal Dr. Mauro Boscarol per calcolare le differenze di colore secondo vari sistemi. Una volta inseriti i valori  $L^*a^*b^*$  dei due campioni, in basso appaiono i diversi  $\Delta E$ . Si notino le differenze tra il jpeg on-camera e quello ottenuto con profilo specifico di fotocamera e sviluppo in Camera raw.

trambi i sistemi di calcolo delle differenze di colore (Figg. 12-14).

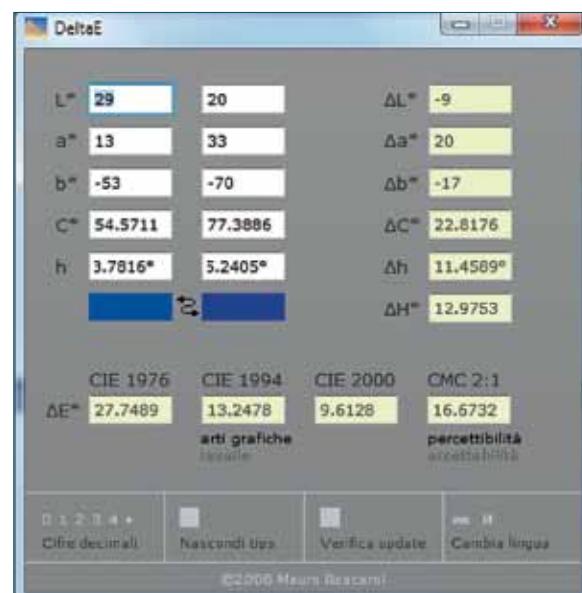
Lo stesso confronto è stato effettuato tra due versioni della stessa immagine fornita da Canon 40D, la prima in versione jpeg on-camera e la seconda finalizzata da raw. I risultati sono:  $\Delta E$  1976/ $\Delta E$  2000 per il canale del rosso 13.6/4; per il verde 7.8/5.8; per il blu 27.7/9.6. Anche in questo caso le differenze tra due versioni della stessa identica immagine, ottenute con due modalità di costruzione diverse, sono

molto significative e dimostrano l'insufficiente corrispondenza ai colori reali ottenuta da file jpeg on-camera (Figg. 15-17).

Infine sono state confrontate le immagini jpeg ottenute dalle due fotocamere di marca diversa, finalizzate da raw, applicando nella costruzione il profilo specifico di ciascuna fotocamera, e i risultati sono i seguenti:  $\Delta E$  1976/ $\Delta E$  2000 per il canale del rosso 4.1/1.6, per il verde 4.1/2.4, per il blu 4.9/2.1. Si noti come entrambi i  $\Delta E$  si siano drasticamente ridotti, e in particolare il  $\Delta E$  2000 sia



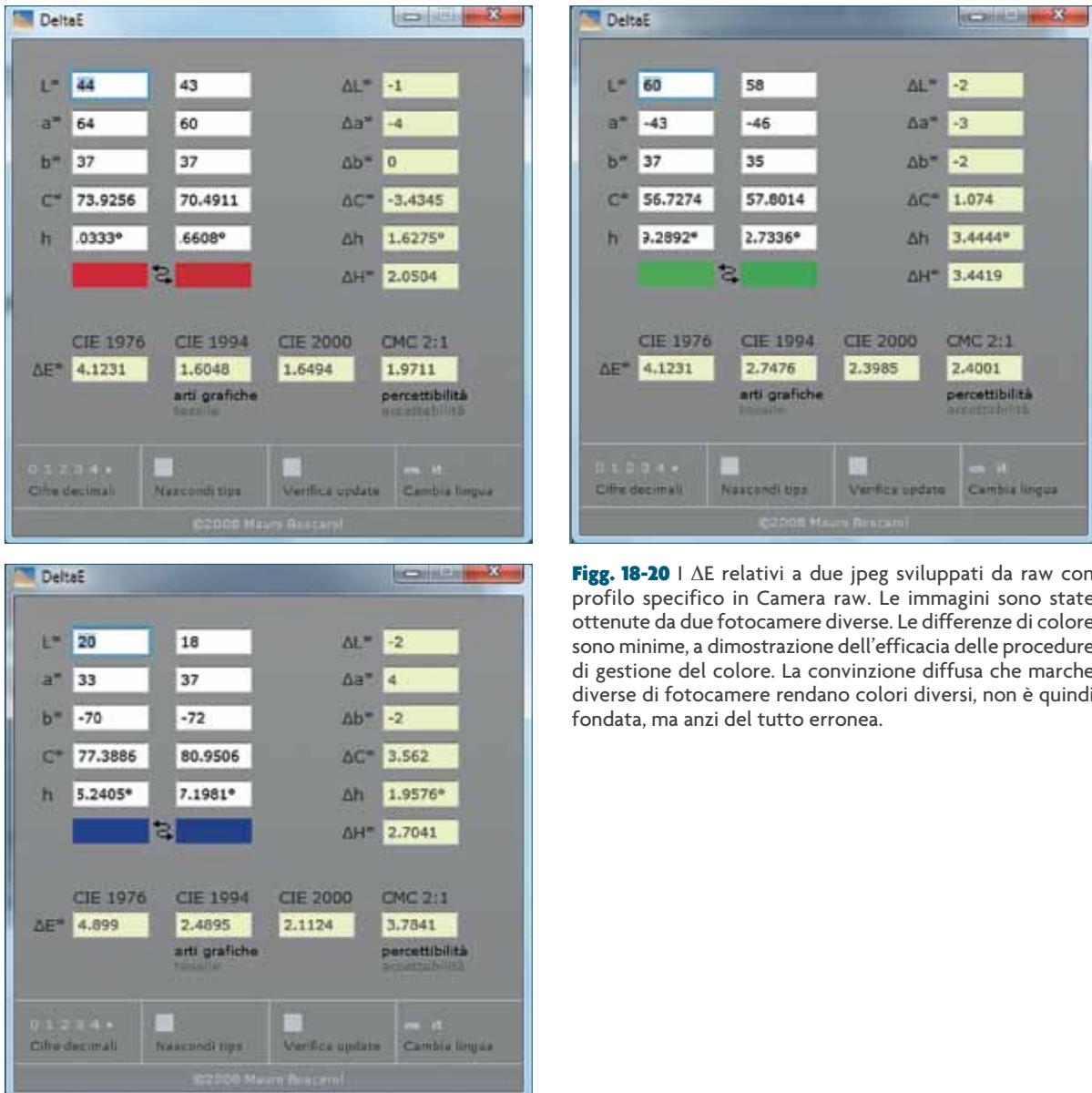
**Figg. 15-17** I ΔE relativi ai due jpeg ottenuti da 40D Canon nei due modi diversi di sviluppo.



inferiore a 3, che è la soglia comunemente accettata come soglia di percettibilità di una differenza di colore. La conclusione è che le differenze di colore tra due immagini ottenute da fotocamere di marca diversa, applicando i concetti della gestione colore sono impercettibili. Ciò dimostra che le prestazioni dei sensori, quando si seguono procedure corrette e controllate, sono sovrapponibili (Figg. 18-20).

Esiste la convinzione generalizzata che marche diverse di fotocamera produca-

no colori diversi, in particolare che Canon renda colori più caldi e invece Nikon più freddi. Alla luce dei concetti del color management, che hanno trovato piena conferma nel presente lavoro, tale convinzione è assolutamente priva di fondamento e basi scientifiche. La differenza sostanziale non è nel comportamento dei sensori, che anzi danno risultati sovrapponibili, ma nelle differenze d'esposizione e nei processi di costruzione dell'immagine. I jpeg ottenuti on-camera, anche a minima



**Figg. 18-20** I ΔE relativi a due jpeg sviluppati da raw con profilo specifico in Camera raw. Le immagini sono state ottenute da due fotocamere diverse. Le differenze di colore sono minime, a dimostrazione dell'efficacia delle procedure di gestione del colore. La convinzione diffusa che marche diverse di fotocamere rendano colori diversi, non è quindi fondata, ma anzi del tutto erronea.

compressione, non mostrano una qualità accettabile per quanto riguarda la verosimiglianza dei colori e di ciò si dovrebbe tener conto se si utilizza il metodo visuale assistito da fotografia per la diagnosi e la comunicazione dei colori. Quindi, almeno le immagini utilizzate per la trasmissione dei dati colorimetrici all'interno del team protesico, devono essere sviluppate da un file raw, direttamente dall'utente, tramite un programma idoneo applicando il profilo di fotocamera specifico.

## IL PROFILO DEL MONITOR: LA CALIBRAZIONE

L'ambiguità dei numeri, cioè dei valori RGB riferiti a una specifica periferica, è ovviamente presente anche nei monitor necessari a visualizzare l'immagine. Possiamo così avere eseguito correttamente tutte le procedure di acquisizione ed elaborazione, ma se il mezzo per visualizzare le immagini interpreta arbitrariamente valori RGB in sé stessi corretti, il risultato è

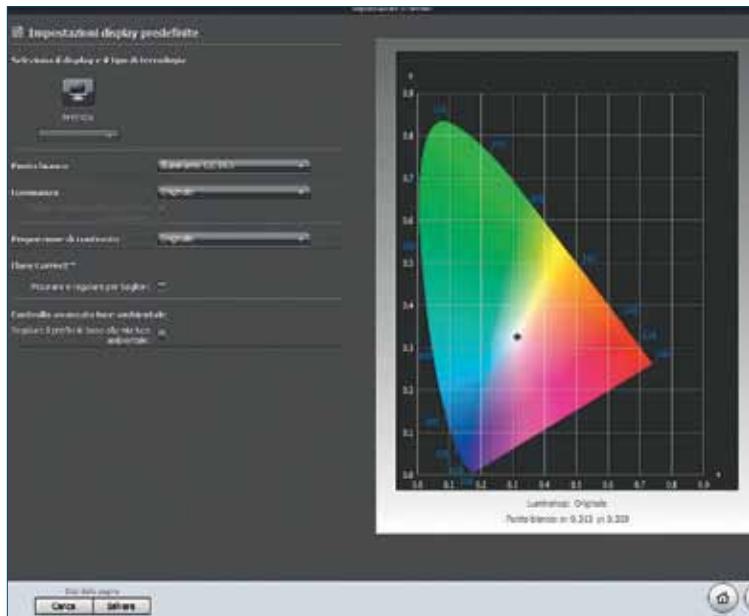
fallimentare. Occorre quindi fare in modo che l'intera catena del colore sia certa e accurata, è necessario cioè che il monitor che interpreta i valori RGB per restituire l'immagine sia messo in condizione di interpretare correttamente i numeri. Ciò si ottiene tramite le procedure di calibrazione e caratterizzazione. Calibrare vuol dire portare la periferica in uno stato di funzionamento noto e ripetibile, definito cioè numericamente; ciò consente, per esempio, di uniformare le diverse periferiche che gestiscono la stessa immagine. I parametri di calibrazione sono fondamentalmente tre: punto di bianco, gamma e luminanza. La luminanza, cioè la quantità di luce emessa dallo schermo, misurata in candele al metro quadro ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ), è il parametro più intuitivo da comprendere e regolare. Il punto di bianco esprime la cromaticità della luce emessa dal monitor, è espressione cioè della temperatura luce espressa in kelvin (K); generalmente si opta tra due valori: 5000K e 6500K, detti anche D50e D65. Il primo valore rende una luce leggermente più gialla, mentre il secondo più azzurra; normalmente si preferisce optare per una regolazione a 6500K.

Il gamma è un concetto un po' più complesso da spiegare e comprendere, sinteticamente si può però dire che rappresenta una procedura utile a correggere le differenze di funzionamento delle periferiche e di percezione dell'organo della vista. Infatti l'occhio non funziona in modo percettivamente uniforme, cioè la percezione della luce non procede linearmente, ma è maggiore alle basse luci e minore alle alte. Allo stesso modo, ma in verso opposto, la risposta dei monitor al segnale elettrico non è lineare, ma è proporzionalmente maggiore ai segnali più intensi e minore a quelli più deboli. Il sensore delle fotocamere ha invece un comportamento alla luce lineare, cioè restituisce fedelmente la luminosità della scena, ma questo comportamento ovviamente va modificato, tramite le correzioni gamma, per adeguarlo

a quello dell'occhio umano. Siamo consapevoli che questo concetto così espresso possa risultare di difficile comprensione, ma non è questa la sede per approfondire, basti dire che normalmente si consiglia di optare per un gamma 2.2.

## IL PROFILO DEL MONITOR: LA CARATTERIZZAZIONE

Una volta calibrato, è necessario che il monitor venga anche caratterizzato, si deve cioè eseguire un'operazione simile a quella effettuata per la fotocamera. La creazione di tabelle di caratterizzazione per lo schermo segue però una logica diversa da quella esposta per la macchina fotografica. Infatti, il monitor e la scheda video che lo integra, dispongono di una o più Look-Up Table (LUT) cioè di tabelle proprie per sviluppare l'immagine partendo da valori RGB. Quindi l'operazione di caratterizzazione dei monitor consiste nella riscrittura di queste LUT, ma non sempre queste sono accessibili o presenti per ognuno dei tre canali RGB. Per ottenere le informazioni necessarie per creare le tabelle di caratterizzazione utili per modificare le LUT, è indispensabile uno strumento idoneo, che misuri cioè i colori sviluppati dal monitor in base a determinati valori RGB. Questi strumenti possono essere colorimetri o spettrofotometri, ma l'importante che siano in grado di verificare con esattezza le risposte dello schermo agli stimoli generati dai valori RGB, per correlare lo spazio colore relativo della periferica allo spazio colore assoluto. Si noti dunque che le operazioni di interconnessione e quindi il flusso delle informazioni tra le periferiche possono avvenire correttamente solo grazie all'esistenza di uno spazio colorimetrico o assoluto. Per questo motivo tale spazio, rappresentato dallo spazio CIE  $L^*a^*b^*$  o CIE XYZ, viene detto anche spazio di connessione dei profili o Profile Connection Space (PCS).



**Fig. 21** Una schermata introduttiva di un programma per la profilazione del monitor, l'i1 profiler della X-Rite.

Praticamente, occorre munirsi di un apparecchio munito di una sonda per la misura dei colori, e dopo aver installato il software accluso, lanciare la procedura. L'applicazione invierà alla scheda video e quindi allo schermo, una serie di segnali che lo stesso apparecchio trasformerà in colori che verranno misurati dalla sonda. Dal confronto tra i colori mostrati e i segnali inviati dalla scheda video, si potrà risalire al comportamento del sistema monitor-scheda video. Non tutti i monitor hanno le LUT o non sempre queste sono scrivibili, per cui è ovvio che le possibilità delle procedure di calibrazione e caratterizzazione dipendono dalle modalità costruttive e quindi dalla qualità del monitor. Si tenga inoltre presente che le procedure di profilazione vanno ripetute periodicamente, perché i monitor sono soggetti a invecchiamento e sono sensibili alla luce e alla temperatura. Avviene cioè inevitabilmente la cosiddetta deriva, per cui gli schermi tendono nel tempo a perdere la corretta corrispondenza valori RGB/colori mostrati (Fig. 21).

## LA GESTIONE DEL PATRIMONIO DIGITALE: IL DAM

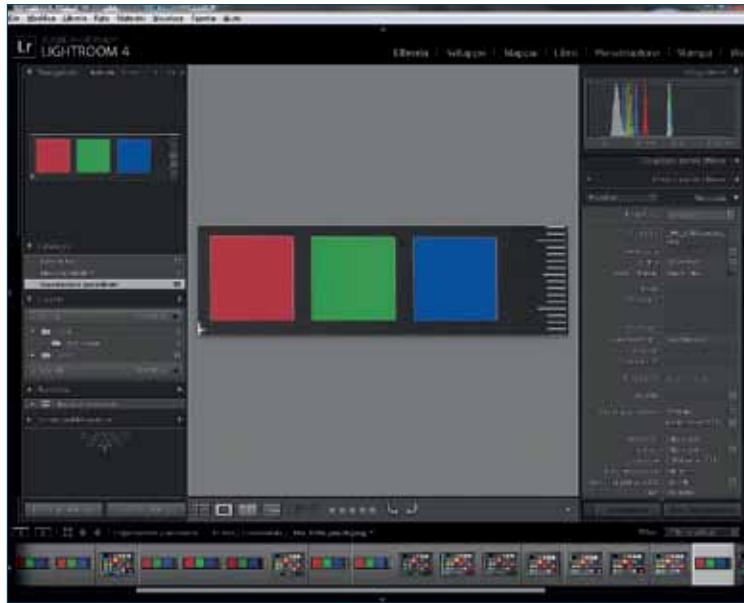
Una volta acquisita e correttamente elaborata secondo una razionale gestione del colore, si ottiene un'immagine che rappresenta il frutto di un notevole impegno e di approfondite conoscenze. Dobbiamo essere consapevoli che l'insieme dei file così ottenuti, rappresenta un nostro personale patrimonio culturale e professionale, costruito e arricchito nel corso degli anni a testimonianza della nostra crescita e del nostro impegno. L'archivio immagini, che rappresenta questo patrimonio, va protetto e gestito con criteri adeguati e in sicurezza. Proteggere e mettere in sicurezza significa attuare strategie idonee e coerenti per evitare la perdita fisica o funzionale dei dati. La perdita funzionale si riferisce all'impossibilità di recuperare velocemente ed efficacemente i dati per il loro utilizzo, infatti non riuscire a ritrovare un'immagine sfogliando faticosamente le cartelle, equivale alla perdita funzionale dei dati: essi esistono ancora fisicamente,

ma non sono disponibili, e un'immagine introvabile non vale più di un'immagine persa. Le procedure di gestione e protezione possono essere sintetizzate nel concetto di "gestione del patrimonio digitale" o Digital Asset Management (DAM). Per DAM fotografico intendiamo le procedure di catalogazione e archiviazione dei file immagine, mentre per quello informatico ci riferiamo agli aspetti relativi ai supporti di memorizzazione e alle loro gestione, nonché alle procedure di backup.

## IL DAM FOTOGRAFICO E I METADATI

Per DAM fotografico intendiamo le procedure di importazione e ridenominazione, catalogazione e archiviazione dei file immagine. Al momento dello scatto l'immagine viene immediatamente salvata, in uno o tutti e due i formati disponibili, all'interno della scheda di memoria e da qui deve essere trasferita nel computer e inclusa nell'archivio dopo le opportune elaborazioni. La scheda di memoria rappresenta il naturale backup, cioè copia di sicurezza dei dati, e si consiglia quindi di non formattarla sino a che i processi di archiviazione non siano certamente andati a buon fine. Il momento dell'importazione è fondamentale perché in questa fase si decide dove salvare il file, cioè in quale struttura fisica organizzata (o disorganizzata) includere il file. Questo sistema deve essere strutturato e costruito per organizzare e ritrovare le fotografie in modo efficiente e veloce, e per evitare la perdita funzionale e fisica dei dati. All'atto dell'importazione è fondamentale rinominare le foto, poiché nel tempo il sistema di numerazione della fotocamera potrebbe generare numeri identici, creando così il rischio che nell'archivio si possano trovare immagini diverse con la stessa numerazione ed esponendole al rischio di sovrascrittura e conseguente perdita irreversibile. La numerazione ori-

ginale va quindi sostituita o integrata in modo semplice e possibilmente unificato e coerente nel tempo. Si può scegliere, per esempio, di integrare nella numerazione originale la data di scatto o altri dati a piacere purché siano uniformi e ripetibili nel tempo. Una volta rinominata, la foto va catalogata, va cioè arricchita di etichette (tags) e parole chiave che ne consentano a distanza di tempo la ricerca veloce. Le etichette aggiunte dall'utente fanno parte dei cosiddetti metadati, che sono informazioni aggiuntive relative al file immagine. I metadati sono in parte generati automaticamente dalla fotocamera per ciò che riguarda i parametri dello scatto e in parte possono essere generati dall'utente attraverso la procedura di catalogazione. Si deve avere l'accortezza di creare tags generici, poiché a distanza di tempo i metadati specifici, incorporati nella memoria del fotografo, tendono inesorabilmente a deteriorarsi, per cui la ricerca avverrà più facilmente disponendo di tags generali. Così, per esempio, etichettare (taggare) con il solo nome del paziente non è una buona idea, ma sarà più conveniente ricercare tags relativi al tipo di lavoro o alla sede dove è avvenuto: parodonto, impianto, endo, sede, eccetera. Oltre a queste informazioni short, i metadati possono essere arricchiti con l'inserimento di didascalie e commenti, ma anche con simboli e voti per creare una classificazione, ovvero una gerarchia di accettazione e importanza tra le diverse foto. I metadati sono organizzati secondo diversi formati, cioè strutture dati, e attualmente i più utilizzati sono: EXIF, IPTC, XMP. Una volta catalogati i dati vanno archiviati in uno o più supporti di memoria idonei, che proteggano nel tempo e in sicurezza i preziosi file, come si vedrà nel successivo paragrafo relativo al DAM informatico. Concludendo, la catalogazione non è una semplice procedura di registrazione di file, ma una ordinata operazione di organizzazione degli stessi in una struttura coerente.



**Fig. 22** Un software all-in-one: il Lightroom, Adobe.

## I SOFTWARE DAM

Le applicazioni DAM sono software espressamente progettati per eseguire le procedure relative alla gestione del patrimonio digitale; si possono distinguere in navigatori o browser (letteralmente "sfolgliatori", in riferimento all'azione effettuata sulle cartelle) e catalogatori. I primi sono dedicati principalmente alla navigazione tra i file allo scopo di ritrovare velocemente un'immagine conservata in archivio, i secondi alle procedure di catalogazione e archiviazione dei file; generalmente i due tipi di applicazione, quando separate, sono comunque progettate per integrare le funzioni o quantomeno per dialogare. Tra i due tipi di applicazioni esistono comunque fondamentali differenze, i navigatori infatti estraggono i metadati direttamente dal file originale, impiegando ovviamente un certo tempo per effettuare questa operazione, e non potendo operare se il supporto di memoria dove sono contenute le immagini è disconnesso, cioè off-line. I catalogatori hanno una logica di funzionamento diversa, poiché costruiscono un proprio database dove memorizzano il luogo fisico di con-

servazione del file e i metadati relativi alle immagini, oltre a una miniatura della stessa, così da rendere la ricerca molto più rapida. Questa modalità di funzionamento permette di intervenire sull'immagine anche quando il supporto fisico di conservazione del file originale è off-line, infatti le modifiche apportate saranno applicate e gli effetti mostrati sulla miniatura, e i comandi relativi memorizzati nel database. Da qualche anno esistono applicazioni cosiddette "all-in-one", che riuniscono in sé le funzioni di catalogazione e navigazione, ma anche la possibilità di elaborare le immagini, come Aperture della Apple e Lightroom di Adobe. Sicuramente per l'elaborazione delle immagini esistono applicazioni più potenti dei software all-in-one, ma per le esigenze del clinico le potenzialità di elaborazione di un programma all-in-one possono essere più che sufficienti. L'unica avvertenza che il software sia in grado di incorporare il profilo di fotocamera per poter effettuare la gestione del colore; un'applicazione incapace di riconoscere e integrare il profilo della nostra fotocamera non è utile ai fini della gestione del colore e quindi dell'EBDP (Fig. 22).

## L'ELABORAZIONE O EDITING NON DISTRUTTIVO

I nuovi software all-in-one presentano interessanti caratteristiche, essi infatti utilizzano in modo molto intelligente il proprio database per velocizzare e ottimizzare il flusso di lavoro. In particolare la loro logica di funzionamento permette di effettuare una "elaborazione non distruttiva" o "editing non distruttivo".

Con questa dizione ci si riferisce al particolare funzionamento del programma di elaborazione delle immagini, che non applica le correzioni dell'utente direttamente al file immagine, ma conserva in un file del proprio database tutte le correzioni, effettuate sotto forma di comandi e le applica solo al momento della visualizzazione dell'immagine. Si realizza così una condizione per la quale il file master non viene mai modificato, e solo quando l'utente decide di rendere definitive le modifiche volute, per ottenere un'immagine per esempio da stampare o visualizzare in una presentazione, dovrà creare in nuovo file, diverso dall'originale, con l'operazione di esportazione.

Il metodo di elaborazione non distruttiva prevede così la perdita di qualità dell'immagine dovuta a incaute elaborazioni con salvataggio, si ricordi infatti che ogni nuovo salvataggio del jpeg è distruttivo di dati e comporta un'irreversibile perdita di qualità.

determinato e quindi questo argomento è relativo anche alla gestione dei supporti fisici di memoria. I problemi sono notevoli e spesso non tenuti in sufficiente considerazione o scoperti solo in occasione di una perdita irreversibile di dati. Analizziamoli con ordine: prima di tutto deve essere chiaro che tutti i supporti fisici di memoria invecchiano e si deteriorano materialmente nel tempo, avendo quindi una naturale scadenza. Anche l'hardware può diventare obsoleto, per cui un supporto datato seppur perfettamente funzionante può rivelare impossibilità di connessione a un hardware moderno; chi ha ancora dati conservati su floppy-disk, ha notato che ormai da anni sui nuovi computer manca l'apposito lettore. Possono inoltre verificarsi errori durante la trasmissione dei dati tra le varie unità di memoria, errori non rilevati se non al momento dell'utilizzo dei dati stessi. Un altro problema, ma non meno importante, è che i formati d'immagine proprietari potrebbero non essere più leggibili nel tempo a causa del venir meno del supporto, cioè del software idoneo; oggi per esempio i sistemi operativi girano a 64 bit e in futuro un programma a 32 bit potrebbe non funzionare sui sistemi operativi disponibili. I produttori potrebbero nel tempo non trovare più conveniente aggiornare i programmi per sviluppare il formato raw proprietario, per cui è una buona idea trasformare il file raw proprietario in un formato raw aperto, come il DNG sviluppato da Adobe. Le cause principali di danneggiamento degli hard-disk sono le vibrazioni, gli urti, le temperature fredde e gli sbalzi di tensione, ma bisogna anche considerare la possibilità di errori umani o incidenti e comunque non sono rari i casi di danneggiamenti dovuti a scariche elettriche o altri eventi atmosferici. Le strategie per prevenire la perdita di dati consistono nella creazione di una copia di sicurezza, cioè nella procedura di backup su un dispositivo di memorizzazione esterno.

## IL DAM INFORMATICO

A cura di Bruno Molina

*"In informatica esistono due tipologie di utenti: quelli che hanno perso i dati e quelli che li perderanno!"*

Per DAM informatico intendiamo le procedure con le quali i file vengono archiviati e messi in sicurezza a tempo in-

## BACKUP E ARCHIVIAZIONE DATI

La conservazione dei documenti allo scopo di prevenire la perdita totale dei dati archiviati è un aspetto delicato in ogni ambito lavorativo, e una procedura di backup standardizzata, corretta e calibrata sull'esigenze dell'utente è assolutamente necessaria.

Distinguiamo il concetto di backup da quello di archiviazione dei dati; d'ora in poi faremo riferimento al backup, ma – con qualche eccezione – le indicazioni varranno anche per l'archiviazione.

Il backup si applica principalmente ai dati ancora in elaborazione o che sono oggetto di un accesso frequente. Per questo tipo di documenti è indispensabile attuare una procedura di salvataggio che ne permetta il ripristino in caso di cancellazione accidentale o distruzione dei supporti di memorizzazione. Gli aspetti che caratterizzano il backup sono: la strategia, l'automatismo e la velocità di accesso ai dati, sia in scrittura/salvataggio che in lettura/ripristino.

L'archiviazione invece si occupa della salvaguardia dei dati, cioè dei file per i quali si è conclusa l'elaborazione o che vengono utilizzati solo di rado. In altri termini manteniamo questi documenti per potervi accedere in futuro, ma preferiamo spostarli dal nostro hard disk per ragioni di ordine e per liberare spazio. L'archiviazione riguarda tutti i dati che abbiamo prodotto nel corso degli anni e che rappresentano il patrimonio digitale; gli aspetti che caratterizzano l'archiviazione sono: longevità, espandibilità e costo.

È bene sottolineare che il piano di backup deve essere adatto ed efficace rispetto al proprio workflow, infatti la perdita dei dati è un evento tutt'altro che remoto, e l'esperienza dimostra che può verificarsi in modi e tempi imprevedibili.

È necessario, come prima fase di una buona strategia, individuare l'insieme di quei file che saranno oggetto del backup, distinguendoli da quelli per i quali è suf-

ficiente l'archiviazione. È indispensabile inoltre organizzare i file secondo una strategia ben precisa, con una struttura di cartelle logica e coerente, ma anche unitaria nel tempo. Nel caso della fotografia digitale vengono in aiuto i software DAM, che includono al loro interno moduli preposti alla gestione su disco dei file, organizzandoli secondo diversi parametri impostati dall'utente o direttamente dai metadati.

Altro aspetto importante per il backup è la ridondanza: avere più supporti su cui salvare i dati riduce il rischio di perdite dovute alla rottura dei dischi. Non è opportuno utilizzare per il backup lo stesso disco su cui risiedono i dati originali – pratica purtroppo diffusa – perché è evidente che la rottura del disco principale porterebbe alla perdita sia dei dati che del backup. Idealmente i dati di backup – e a maggior ragione i dati archiviati – dovrebbero essere tenuti in luoghi diversi da dove risiedono gli originali (meglio distanti!). Ovviamente tutto questo va dosato con cautela per non eccedere e farsi prendere dalla “paranoia da backup” e passare molto tempo a salvare e risalvare i dati! Bisogna infatti considerare che fare il backup ha un costo sia in termini di tempo che economici.

## I SUPPORTI DI BACKUP

La scelta del supporto fisico è fondamentale per l'efficienza della procedura, quindi deve essere sufficientemente capiente in relazione ai dati da salvare e alla strategia pianificata, veloce nell'esecuzione del backup e facilmente trasportabile. Nel tempo si è passati dai nastri magnetici ai floppy disk, ai CD/DVD, ma attualmente per il settore home/small business si privilegia l'uso di hard disk, sia per la grande capacità di memorizzazione in rapporto al costo, che per la velocità di accesso di lettura/scrittura. Comunque, qualunque supporto si scelga, è opportuno testare periodicamente i supporti per verificare che i dati in essi memorizzati siano ancora leggibili.

## LE STRATEGIE DI BACKUP

Esistono differenti strategie di backup: completo, differenziale, incrementale e remoto, che verranno velocemente analizzate per sottolinearne vantaggi e svantaggi.

Il backup completo – full backup – è il salvataggio completo di tutti i file: ogni volta che si attiva il backup viene salvato l'interno archivio. Il vantaggio è che si è protetti dal danneggiamento di un singolo backup, per contro bisogna considerare che è necessario un grande spazio di archiviazione. Il backup differenziale salva tutti i cambiamenti effettuati a partire dall'ultimo backup completo; il vantaggio è la velocità rispetto ad un backup completo (si salvano solo le differenze). Lo svantaggio è che i dati da salvare aumentano per ogni giorno trascorso dall'ultimo backup, e se si danneggiano i file del backup, si possono perdere molti dati. Nel backup incrementale vengono salvati tutti i file modificati dall'ultimo backup (completo e incrementale). Il backup incrementale è più veloce del backup differenziale, ma necessita di tempi di ripristino più lunghi, poiché bisogna partire dall'ultimo backup completo e poi aggiungere in sequenza tutti i backup incrementalni.

Una ulteriore possibilità di backup è offerta dal cosiddetto *cloud storage*, letteralmente *immagazzinamento sulla nuvola*, che è un modello di conservazione dei dati in rete, su molteplici server dedicati messi a disposizione da compagnie specializzate. Le aziende gestiscono solitamente data center di notevoli dimensioni e, per sicurezza, localizzati fisicamente in località diverse; i clienti possono comprare o affittare capacità di storage tramite rete e usarla secondo i propri bisogni. Con la diffusione del cloud storage, si possono quindi attuare politiche di backup via internet, cioè backup remoto; i vantaggi sono innegabili: i server usano sistemi di crittografia e distribuiscono i dati su scala planetaria, con alto livello di ridondanza dei dati, per cui la sicurezza è molto alta. Per contro bisogna evidenziare che sono

soluzioni che comportano costi aggiuntivi (abbonamenti) e che per le operazioni di backup e recupero dei dati è indispensabile la connessione a internet ad alta velocità.

La combinazione utilizzata e la cadenza dei backup dipendono da quanto frequentemente cambiano i dati; se i file subiscono frequenti modifiche si può effettuare giornalmente backup incrementale e completarlo con full backup a fine settimana. Oppure, se i dati variano con minor frequenza, backup completi mensilmente e ogni fine settimana incrementali.

La cosa più importante, una volta decisa la giusta strategia di backup, è di eseguirla in maniera sistematica: ogni cambiamento apportato deve essere dettato da ottime motivazioni, altrimenti si corre il rischio di effettuare backup inefficaci, rendendosi conto dell'errore quando ormai è troppo tardi.

È opportuno, a questo punto, ribadire che i formati e gli standard industriali non sono eterni: chi ricorda l'ultima occasione nella quale ha utilizzato un floppy disk (per non parlare dei nastri magnetici)? Il fatto che importanti case produttrici comincino a non installare sui nuovi computer lo specifico lettore, indica che manca veramente poco al definitivo abbandono di CD/DVD.

Per quanto riguarda gli hard disk, il momento in cui l'USB o gli HD SATA diventeranno obsoleti è ancora lontano, ma una buona strategia di backup (e soprattutto di archiviazione) deve tenere in considerazione anche questo aspetto. Volendo conservare il nostro lavoro per un periodo molto lungo, è indispensabile seguire l'evoluzione tecnologica, programmando periodicamente il riversamento dei dati da conservare sui nuovi supporti, prima che i precedenti passino dall'obsolescenza all'oblio!

## NOTA DELL'AUTORE

L'approccio interdisciplinare al colore rende evidente la grande ambiguità della terminologia usata per descrivere le pro-

prietà o gli aspetti relativi a questo fenomeno percettivo. In ogni disciplina si tende a usare un proprio linguaggio, rischiando così imprecisioni e confusione linguistica e concettuale, quindi, in definitiva, una difetto di scientificità. Nella terza parte dell'articolo si proporrà agli odontoiatri una guida al moderno linguaggio del colore, così come puntualizzato dalla colorimetria più recente, nella speranza di far cosa gradita a quanti continuano, ostinatamente, a interrogarsi sul perché delle cose.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Dr. Mauro Boscarol per la preziosa consulenza scientifica sui diversi aspetti del colore e della sua gestione in fotografia digitale.

## BIBLIOGRAFIA

1. Oleari C. Misurare il colore: fisiologia della visione a colori. Hoepli 2008 Milano.
2. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. J Dent Res. 1989 May;68(5):819-22.
3. Phil Green. Color Management: Understanding and Using ICC Profiles (The Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology) 2010.
4. Bruce Fraser, Chris Murphy, Fred Bunting. Color Management. (2nd Edition) Real World 2004.
5. Andrew Rodney. Color Management for Photographers: Hands on Techniques for Photoshop Users. Kindle edition 2005.
6. Abhay Sharma. Understanding Color Management. Graphic Design/Interactive Media. Agosto 2003.
7. Eddie Tapp. Practical Color Management. O'Reilly Media 2006.
8. Loiacono P, Pascoletti L. Photography in Dentistry. Quintessence Publishing 2012.
9. Volker Gilbert. Développer ses fichiers Raw. 2009 Edition Eyrolles, Paris, France.

The Author examines the various phases of the workflow – that is to say, the procedures following medical imaging acquisition, which are necessary for the actual implementation of the Evidence Based Dentistry Photography. The correct organisation of the workflow is indispensable in order to obtain maximum colour accuracy, but also for an optimum preservation of the digital heritage (DAM Digital Asset Management). Only an accurate and coherent workflow throughout all its phases can give high-quality, long-lasting results and thus achieve EBDP. Within the limits of this work, according to the Author, the general conviction that different makes of cameras produce different colours, has no scientific basis, and is only the result of an incorrect management of imaging. In the light of existing knowledge, the creation of poor-quality photographic documentation – due to visual orthographic deficit, inaccurate or improbable colours or even to the actual loss of files because of a lack of correct backup planning procedures – is no longer acceptable.

**Key Words:** Digital workflow, color management, EBDP, Digital Asset Management, Raw,Jpeg, Color space, ICC /DCP Profiles, Metadata, Gamut, Backup, Monitor calibration and profiling.