

# La verifica della percezione cromatica dei bambini mediante il test HRR



Elena Cattaneo<sup>1</sup>, Alessio Facchin<sup>2,3</sup>, Silvio Maffioletti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Corso di Laurea in Ottica e Optometria, Università degli Studi di Milano Bicocca; <sup>2</sup> Dipartimento di Psicologia, Università degli Studi di Milano Bicocca; <sup>3</sup> Istituto di Ricerca e di Studi in Ottica e Optometria (Irsoo), Vinci

In età evolutiva spesso gli screening visivi comprendono nelle loro procedure anche la verifica della percezione del colore mediante test che vengono somministrati ai bambini a partire dai 5 anni. Si utilizza comunemente il test di Ishihara, composto da una sequenza di tavole pseudoisocromatiche; negli ultimi anni si è però diffuso l'utilizzo del test HRR, che offre il vantaggio di diagnosticare non solo le anomalie relative all'asse rosso-verde ma anche relative all'asse blu-giallo.

Sebbene i deficit relativi alla percezione cromatica non possano essere corretti con mezzi ottici, è comunque opportuno che i familiari e gli insegnanti ne siano informati affinché, nell'attività scolastica e domestica, si tenga conto delle difficoltà del bambino nel distinguere alcuni colori e si possano altresì utilizzare, quando opportuno, tali informazioni in relazione alla sua futura attività professionale.

*Starting from 5 years of age, among the visual screening tests, there are tests for the verification of chromatic perception. The Ishihara test is the one commonly used; it consists of a number of colored plates each of which contains a circle of dots randomized in color and size. Recently, another test has been frequently used, the HRR test, this test can diagnose not only red-green color, as the Ishihara test, but also deficiencies but also blue-yellow color vision defects.*

*Although these defects cannot be corrected with lens, it is important that both teachers and parents be informed about them in order to understand childrens' difficulties in color perception and be able to advise them regarding their future occupation.*

## Introduzione

La capacità di percepire i colori è uno degli aspetti più complessi e affascinanti dell'esperienza visiva del bambino. Vi partecipano fenomeni fisici, fisiologici e percettivi che sono relativi alle proprietà fisiche della scena osservata, alle lunghezze d'onda della luce che raggiunge i suoi occhi, alle caratteristiche dei fotorecettori retinici e infine all'elaborazione degli stimoli luminosi, che avviene sia a livello retinico che a livello corticale.

A livello anatomico, nel tappeto retinico del bambino sono presenti tre tipologie di fotorecettori che, in assenza di anomalie, consentono la normale percezione dei colori: si tratta dei coni S (*Short*), dei coni M (*Middle*) e dei coni L (*Long*), i quali sono sensibili rispettivamente alle lunghezze d'onda corte (colore blu), a quelle medie (colore verde) e a quelle lunghe (colore rosso). I coni S - M - L sono dotati di pigmenti visivi con un picco di sensibilità rispettivamente di 425 nm, 530 nm e 560 nm, e la loro distribuzione è differenziata; i coni S sono infatti assenti nella fovea, dove sono presenti soltanto coni L e coni M [1]. Nel linguaggio comune, i bambini che presentano un'alterata percezione dei colori vengono definiti genericamente daltonici [2] in

quanto non sono in grado di cogliere alcune differenze tra i colori che invece sono percepite dai bambini con una percezione cromatica nella norma. In realtà le alterazioni della percezione cromatica vanno classificate con precisione, distinguendo anzitutto se il funzionamento dei coni è anomalo oppure assente: nel primo caso alcuni tipi di coni hanno una funzionalità ridotta e determinano anomalie nella percezione dei colori, nel secondo caso l'attività di alcuni tipi di coni è totalmente assente e ciò induce anopia ovvero incapacità a percepire alcuni colori. Quando i bambini percepiscono correttamente i tre colori primari (blu, verde e rosso), sono detti tricromati; i bambini nei quali vi è assenza completa della percezione di uno dei tre colori primari sono definiti dicromati, l'incapacità totale di distinguere

## I deficit della percezione dei colori

I deficit della percezione dei colori possono avere un'origine genetica oppure un'origine acquisita. Tra i deficit di origine genetica, le anomalie protan (rosso) e deuteran (verde) sono diffuse tra i maschi e derivano da un'ereditarietà autosomica recessiva: due dei tre geni responsabili della codifica delle proteine per i coni M e L fanno infatti parte del cromosoma sessuale X e le femmine, che sono in possesso di una coppia di cromosomi X, hanno un'elevata possibilità di non evidenziare il problema. Le anomalie tritan (blu) e tetartan (giallo) hanno invece origine nel pigmento dei coni S che è codificato nel cromosoma 7 e per questo non è collegato al genere, tanto che uomini e donne ne sono affetti in percentuale simile [3].

I deficit di origine acquisita comprendono invece malattie a carico degli occhi e del cervello oppure patologie e alterazioni sistemiche: cataratta, glaucoma, degenerazione maculare, retinite pigmentosa, sclerosi multipla, malattie del fegato e diabete; comprendono inoltre intossicazioni sia con farmaci quali antibiotici, barbiturici e antiepilettici [4], sia con sostanze volatili come il monossido di carbonio.

TABELLA 1. Schema riassuntivo dei deficit della percezione dei colori

COLORE	ANOPIA <i>Dicromatopsia</i>	ANOMALIA <i>Tricromatopsia anomala</i>
Rosso	Protanopia	Protanomalia
Verde	Deuteranopia	Deuteranomalia
Blu	Tritanopia	Tritanomalia
Giallo	Tetartanopia	Tetartanomalia

L'epidemiologia a livello mondiale evidenzia che circa l'8% dei maschi e lo 0,5% delle femmine presenta un deficit della percezione dei colori [5]. Vi è peraltro una notevole variabilità tra le diverse etnie: tra i caucasici il deficit della percezione cromatica evidenzia una maggiore prevalenza, mentre tra gli africani la sua percentuale è inferiore alla media mondiale [3]. Analizzando più in dettaglio, la percentuale maschile è composta da deuteranopi (1%), protanopi (1%), protanomali (1%) e deuteranomali (5%); circa la metà dei maschi con problemi di percezione cromatica presenta un deficit lieve, mentre l'altra metà presenta un deficit medio-grave che potrebbe penalizzarne la vita professionale: per effettuare alcune attività lavorative è infatti necessaria una normale percezione del colore [6].

### L'esame della percezione cromatica del bambino

L'esame della percezione cromatica del bambino viene generalmente effettuato durante gli screening visivi eseguiti in ambiente scolastico oppure nel corso di visite mediche di approfondimento condotte dal pediatra o dall'oftalmologo. L'opportunità di una sua esecuzione precoce è ancora controversa: se infatti c'è accordo su quali abilità visive vadano valutate durante gli screening visivi in età pediatrica [7], non vi è unanimità sul fatto che, nel corso degli screening, debba essere indagata anche la percezione cromatica [8-10].

Alcuni Autori ritengono sia superfluo indagarla in età precoce: i difetti congeniti della visione dei colori, essi sostengono, non sono curabili e non è quindi necessario inserire anche i relativi test in una fascia di età precoce nella quale gli obiettivi degli screening visivi sono altri. Altri Autori ritengono sia opportuno indagarla in età precoce: la capacità di percepire i colori da parte dei bambini è importante, essi sostengono, sia per diagnosticare tipologia ed entità di un'eventuale anomalia cromatica, sia per stimare la valenza che ciò potrà assumere nelle attività didattiche del bambino; è quindi opportuna una valutazione adeguata e affidabile già a cinque anni di età e, quando si evidenziano anomalie, va effettuata una corretta informazione ai genitori e agli insegnanti per renderli consapevoli delle implicazioni didattiche conseguenti al deficit di percezione cromatica del bambino.

### I test di verifica della percezione cromatica

I numerosi test che consentono di valutare la percezione cromatica dei bambini possono essere suddivisi in test di screening e

test diagnostici. Più rapidi e generici, i test di screening consentono di individuare la presenza o meno di anomalie della visione dei colori senza chiarirne la tipologia e l'entità. Più lunghi e precisi, i test diagnostici consentono di definirne il tipo e il grado di severità.

Le prove per valutare la percezione cromatica, in relazione al sistema utilizzato per la rilevazione, possono essere classificate in:

- 1 test con tavole pseudoisocromatiche: il bambino deve identificare un numero o una forma geometrica in base ai soli indizi di cromaticità;
- 2 test di arrangiamento: il bambino deve organizzare un set di colori in sequenza, basandosi sulla sola tonalità cromatica dei singoli elementi;
- 3 test di confronto: il bambino deve comparare due colori contigui, indicando se sono uguali o meno, oppure deve scegliere la coppia di colori che più si assomiglia tra quelli proposti.

Quando si progetta e si valuta un test di verifica della visione dei colori, si individuano e interpretano le caratteristiche fondamentali relative ai difetti congeniti, riproducendo proprio i colori che vengono confusi dalle persone con deficit.

Nel 1976 la CIE ha elaborato il modello colorimetrico CIE/L\*a\*b (conosciuto anche con il nome di CIELab) in cui ogni colore è individuato dai tre valori L\*a\*b. Il simbolo L rappresenta la Luminanza, espressa in percentuale (0 per il nero e 100 per il bianco); i simboli \*a-\*b rappresentano due gamme di colori che vanno rispettivamente dal verde al rosso e dal blu al giallo, con valori da -120 a +120. La modalità CIELab copre l'intero spettro visibile dall'occhio umano e lo rappresenta in modo uniforme, consentendo di descrivere l'insieme dei colori.

### I test di screening

I test di screening sono costituiti da una serie di tavole pseudoisocromatiche e al bambino viene chiesto di identificare quali numeri, lettere, simboli o forme egli vi individui. L'indagine si fonda sul riconoscimento dei colori fondamentali, che vengono indagati lungo due assi di confusione distinti: rosso-verde e blu-giallo.

I test più diffusi e utilizzati con i bambini sono il test di Ishihara (Figura 1) e il test HRR (Figura 2). Entrambi sono costituiti da tavole pseudoisocromatiche basate sui principi di Stilling e somministrate in condizioni di illuminazione controllata. Secondo i principi di Stilling, lo stimolo e lo sfondo devono essere sezionati in molte piccole macchie di luminosità variabile, così da eliminare gli effetti dei bordi e le

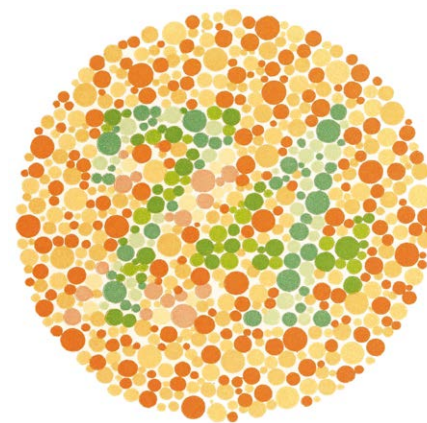


Figura 1. Esempio di tavola del test di Ishihara. Il numero 74 è facilmente riconoscibile dai bambini con una normale visione dei colori; i bambini con anomalie o anopie percepiscono invece il numero 21 mentre i bambini monocromati non vedono alcun numero.

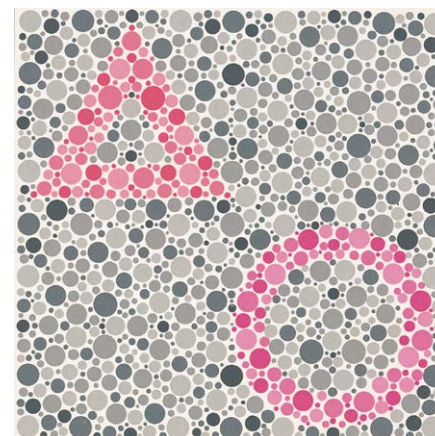


Figura 2. Tavola dalla serie diagnostica del test HRR (4° edizione) che mostra due simboli geometrici con sfondo grigio. I bambini con anomalie o anopie protan e deuteran non sono in grado di percepirli.

variazioni di luminanza che costituiscono indizi utili per la discriminazione dello stimolo stesso. Le tavole vengono realizzate con figura e sfondo di colori diversi ma con luminanze medie uguali, quindi non riconoscibili se osservate dai bambini che hanno problemi nella visione dei colori.

### Test di Ishihara

Presentato per la prima volta nel 1906, è stato il primo test pseudoisocromatico utilizzato per uso clinico e, ristampato numerose volte, ancor oggi è il test di verifica della percezione cromatica più diffuso al mondo. Il test di Ishihara consiste in una serie di tavole composte da una sequenza casuale di punti di diverse dimensioni, che vanno a definire numeri oppure linee. Si distinguono cinque differenti tipologie di tavole all'interno della sequenza:

- la tavola dimostrativa

- le tavole ambigue
- le tavole a scomparsa
- le tavole diagnostiche
- le tavole segrete

Alcuni studi [11] hanno evidenziato come questo test sia ideale per una rapida identificazione dei difetti congeniti nell'asse rosso-verde, nei confronti dei quali il test di Ishihara ha un'ottima specificità e una sensibilità prossima a 1. Tuttavia il solo test di Ishihara non fornisce informazioni complete sui deficit di percezione cromatica poiché indaga l'asse rosso-verde ma non indaga l'asse blu-giallo.

### Test HRR

È stato sviluppato nel 1954 da LeGrand Hardy, Gertrude Rand e M. Catherine-Rittler, che lo hanno denominato con le iniziali dei loro cognomi [12]. Il test HRR negli anni è stato revisionato due volte (1957, 1996) e la quarta versione, del 2003, è quella attualmente utilizzata.

Il test HRR è costituito da 24 tavole, le quali sono composte da una matrice di punti di grandezza variabile, che definisce una figura geometrica (croce, cerchio o triangolo), che appare facilmente riconoscibile rispetto allo sfondo ai bambini con una normale percezione cromatica. La procedura prevede la denominazione delle figure colorate, che il bambino identifica verbalmente oppure segue con un pennello. Sono ritenuti validi anche termini verbali semplici, adeguati all'età del bambino; per esempio il cerchio può essere denominato anche palla oppure sole, il triangolo può essere chiamato anche freccia oppure tetto, la croce può essere denominata anche "x" oppure incrocio. Quando la comunicazione verbale è poco sviluppata oppure scarsamente affidabile, è opportuno chiedere al bambino di segnalare la figura colorata passandovi sopra con un piccolo pennello.

Si distinguono tre differenti tipologie di tavole all'interno della sequenza:

- le tavole dimostrative, utili per spiegare il test e per definire le modalità di comunicazione con il bambino;
- le tavole di screening, che permettono di evidenziare i bambini protanopi, i deuteranopi, i tritanopi e i tetartanopi;
- le tavole diagnostiche, che indagano la severità del deficit consentendo di classificarlo in lieve, medio e grave.

I due colori che costituiscono figura e sfondo di ogni tavola appartengono allo stesso asse di confusione e sono tanto più differenti, quindi di facile riconoscimento, quanto più sono distanti tra loro sul diagramma CIE mentre quando sono molto vicini sul diagramma CIE la figura è più difficile da riconoscere. Il test HRR nella

prima parte è un test di screening, mentre nella seconda parte è un test diagnostico che dapprima è qualitativo (mediante la classificazione della tipologia del problema in protan, deuteran, tritan o tetartan) e successivamente è quantitativo per indicare la severità (lieve, medio e grave).

Il test HRR, contrariamente al test di Ishihara, consente di individuare anche i deficit di percezione cromatica lungo l'asse giallo-blu; la sensibilità e la specificità del test HRR sono rispettivamente di 0,98 e 1. Le condizioni di illuminazione nelle quali va somministrato devono essere stabili nei vari orari della giornata; le tavole vengono presentate con un illuminamento ambientale compreso tra 300 e 500 lux (luce fotografica normale), evitando che il bambino venga abbagliato in modo diretto. Le tavole vanno posizionate su un leggio, il bambino è seduto e mantiene una postura adeguata con schiena e capo dritti e con gomiti appoggiati al piano; in questo modo i due occhi sono alla stessa distanza dalle tavole e gli assi visivi sono a esse perpendicolari (Figura 3).

Le tavole del test HRR, che vengono somministrate al bambino nel corretto ordine (dalla 1 alla 24), sono così organizzate:

- tavole dimostrative (1-4), che consentono all'esaminatore di spiegare il compito al bambino e fargli prendere confidenza con il test. Se il bambino non comprende con immediatezza l'esercizio, si può aiutarlo suggerendo la risposta oppure ripassando lentamente la figura con un pennello. La finalità delle prime quattro tavole è quella di impostare la comunicazione che verrà poi adottata nelle tavole successive: se il bambino non nomina le figure ma



Figura 3. Esempio di somministrazione del test HRR: per indicare il simbolo riconosciuto, la persona esaminata lo sta riproducendo utilizzando un pennello.

si limita a ripassarle con il pennello, sarà così anche nelle tavole seguenti, nel caso in cui il bambino decida di nominarle, è invece opportuno adottare i termini da lui scelti;

- tavole di screening (5-10), che consentono di identificare l'eventuale tipologia del difetto lungo l'asse blu-giallo (5-6) e lungo l'asse rosso-verde (7-10). terminate le tavole di screening, l'operatore ripresenta quelle in cui sono stati effettuati errori (simboli non riconosciuti correttamente e simboli omessi), offrendo una seconda possibilità al bambino. Se non ci sono errori, il test è terminato: il bambino non presenta difetti nella percezione cromatica;
- tavole diagnostiche (11-24): servono per quantificare l'entità del difetto evidenziato nelle tavole precedenti in lieve, medio o severo. La difficoltà delle figure da riconoscere è funzione della differenza tra il colore dello sfondo e il colore dell'oggetto da identificare: sull'asse di confusione essi possono essere più lontani e conseguentemente di più facile riconoscimento, oppure più vicini e quindi di più difficile riconoscimento. L'errore nel primo caso evidenzia un difetto di percezione cromatica severo (tavole 19-20 per protanopi e deuteranopi, tavole 23-24 per tritanopi e tetartanopi) mentre l'errore nel secondo caso segnala un difetto lieve (tavole 11-15 per protanopi e deuteranopi). Il risultato intermedio definisce un difetto medio (tavole 16-18 per protanopi e deuteranopi, tavole 21-22 per tritanopi e tetartanopi).

### Considerazioni

Nel passato il test di Ishihara è stato il principale riferimento degli specialisti per effettuare screening e indagini qualitative della percezione cromatica dei bambini. Oggi è opportuno valutare la sua sostituzione con il test HRR, che ne rappresenta un'evoluzione migliorativa in virtù della sua semplicità, versatilità e completezza. Il test HRR permette infatti di evidenziare i deficit sia lungo l'asse rosso-verde che lungo l'asse blu-giallo; lo specialista, mediante le sue prime 10 tavole, individua i bambini con deficit della percezione cromatica che necessitano di un approfondimento che evidenzia il tipo di anomalia e la sua gravità. Il test HRR viene rapidamente e facilmente somministrato nel corso del controllo in studio. Il pediatra, qualora siano presenti anomalie, prosegue oltre le prime dieci tavole e completa il test, definendo così l'entità e la qualità del deficit. Inoltre, se necessario, può suggerire alla famiglia un approfondimento presso uno specialista

della visione che analizzi, con un set di test più ampio, il difetto di percezione cromatica del bambino.

Non esistono lenti, filtri o esercizi riabilitativi che compensino le anomalie di percezione cromatica dei bambini. È però importante informare la famiglia e gli insegnanti circa la presenza del deficit, affinché nell'attività scolastica e domestica essi possano tener conto delle sue difficoltà nel distinguere alcuni colori in modo adeguato.

✉ [silvio.maffioletti@gmail.com](mailto:silvio.maffioletti@gmail.com)

1. Verdon W, Adams A. Color vision. *Butterworth-Heinemann*, 2002:217-87.

2. Da Pos O. La percezione del colore. In: Purgè. F, Costa T, Stucchi N (a cura di). *La percezione visiva*. UTET, 1999:538-91.

3. Xie JZ, et al. Color vision deficiency in preschool children: the multi-ethnic pediatric eye disease study. *Ophthalmology* 2014;121:1469-74.

4. Steinhoff BJ, Freudenthaler N, Paulus W. The influence of established and new antiepileptic drugs on visual perception. A placebo-controlled, double-blind, single-dose study in healthy volunteers. *Epilepsy Res* 1997;29:35-47.

5. Fletcher R, Voke J. *Defective colour vision. Fundamentals, diagnosis and management*. Bristol: Adam Hilger, 1985.

6. Dain SJ. Clinical colour vision tests. *Clinical and Experimental Optometry* 2004; 87:276-93.

7. Carlton J, Karnon J, Czoshi-Murray C, Smith KJ, Marr J. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of screening programmes for amblyopia and strabismus in children

up to the age of 4-5 years: a systematic review and economic evaluation, *Health Technology Assessment* 2008;12(25).

8. US Preventive Services Task Force. Vision screening for children 1 to 5 years of age: US Preventive Services Task Force Recommendation statement. *Pediatrics* 2011;127:340-6.

9. Committee on Practice on Ophthalmology. Eye examination in infants, children, and young adults by pediatricians: organizational principles to guide and define the child health care system and/or improve the health of all children. *Ophthalmology* 2003;110:860-5.

10. Stewart-Brown S, Haslum M. Screening of vision in school: could we do better by doing less? *BMJ* 1988;297:1111-3.

11. Pokorny J. *Congenital and a Acquired Color Vision Defects*. Grune & Stratton, 1979.

12. Hardy LH, Rand G, Rittler MC. HRR polychromatic plates. *JOSA* 1954;44:509-21.

## Leo Venturelli nominato Garante dell'Infanzia e dell'Adolescenza della Città di Bergamo

Ho avuto l'incarico di Garante dell'Infanzia e dell'Adolescenza da parte del Comune di Bergamo. Ne sono particolarmente orgoglioso non tanto per una questione personale di stima nei miei confronti da parte della giunta comunale, ma per il fatto che questo incarico, quasi ovunque ricoperto da persone legate al mondo della magistratura, sia stato affidato a un pediatra. In effetti il pediatra è testimone in questi anni di una radicale trasformazione del ruolo di tutore nei confronti dell'infanzia: preparato dall'università per far fronte ai bisogni dei bambini malati, specialmente di malattie acute e infettive, si ritrova a confrontarsi con un mondo dove i problemi importanti sono le patologie croniche, i soggetti fragili sia per patologia sia per situazione sociale, economica e ambientale, le famiglie sempre più ansiose alla ricerca di un ruolo genitoriale da riscoprire. A questo punto un garante "pediatra" per l'infanzia e per l'adolescenza può e deve esercitare un ruolo di catalizzatore dei problemi emergenti: disagio sociale, bambini migranti, soggetti fragili, nuove dipendenza adolescenziali, diritti negati, famiglie monoparentali o omosessuali. Ma un impegno sul versante di iniziative propositive sarà rivolto a valorizzare e rendere attuabili percorsi che migliorino il benessere generale del bambino e della sua famiglia, nella consapevolezza che una città a misura di bambino è anche una città a misura di famiglie e in ultima analisi di tutti i cittadini residenti. Da qui la collaborazione in ambito pediatrico a favorire le iniziative del Comune di Bergamo che caratterizzano le città aderenti alla "rete di Città Sane" secondo le indicazioni dell'OMS: in particolare si vogliono valorizzare gli aspetti relativi all'infanzia: piste ciclabili, percorsi pedonali, parchi fruibili per tutti i soggetti in età evolutiva, con eliminazione delle barriere architettoniche, ampliamento dei servizi educativi per l'infanzia, cibi sani, possibilità di sport, centri di aggregazione per adolescenti e per attività ricreative, iniziative culturali, musicali, artistiche che coinvolgono i ragazzi. Cercherò di promuovere un osservatorio sugli indicatori di salute riguardanti l'infanzia, in particolare quelli sociali e scolastici. Tramite apposito sito, metterò a disposizione delle famiglie informazioni riguardanti la salute e consigli per una genitorialità consapevole. Agirò nei confronti dei pediatri del territorio di Bergamo per una maggiore sensibilizzazione ai problemi emergenti in ambito pediatrico; infine mi adopererò per "fare rete" con tutte le altre agenzie istituzionali e laiche che si occupano di infanzia nel territorio.

Leo Venturelli