

Viaggio nei colori , tra scienza, arte e filosofia

Introduzione:

c'è una cosa veramente stupenda nelle indagini scientifiche , è capire come sono fatte le cose e il mondo. In un mio studio dedicato alla natura del tempo, ho introdotto lo studio con queste domande : *Che cos'è la vita ? , come si è formato il mondo nel quale viviamo?*



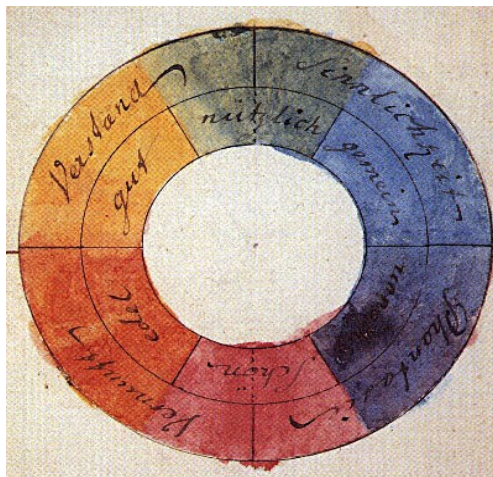
Mi ricordo che quando ero uno studente di scuola media, il docente di applicazione tecnica un giorno disse che *“ La tecnica e ‘il perché delle cose. Anni dopo , studiando le materie scientifiche, mi sono ricordato di questa frase, e ho pensato che l’ affermazione del docente è giusta se al posto della parola tecnica si mettono la parole scienza e filosofia : non è la tecnica che svela il perché delle cose, ma sono la scienza e la filosofia . La tecnica è molto probabilmente un modo di vedere il mondo dal punta di vista degli strumenti da applicare in esso; ma questa riflessione sarà fatta magari in un’altra occasione .*

In questo studio voglio soffermarmi sui colori, sulla loro origine e su che cosa essi siano. Da studioso di arte e di monumenti artistici, non potevo non parlare dei colori. Una delle meraviglie del nostro mondo sono proprio i variegati colori che esso contiene. La terra dove viviamo è piena di colori di ogni genere e sfumatura. Per millenni i popoli di ogni cultura e tradizione e successivamente i filosofi e gli scrittori, hanno indagato sulla misteriosa origine dei colori , cercando anche di unirli ad un significato appropriato. Così come la vita e la sua origine ha appassionato le menti più brillanti, allo stesso modo possiamo dire per l’indagine dei colori.

Le indagini cromatiche nell' antichità.

Gli studiosi dell' antichità sono stati sempre attratti dal fenomeno atmosferico e meteorologico conosciuto come *Arcobaleno*. Tale fenomeno atmosferico si verifica o dopo un temporale, o dopo una forte pioggia; oppure nei pressi di cascate; questo fenomeno si verifica perché la luce solare riflette attraverso le goccioline di acqua che rimangono sospese nell' aria. Tale fenomeno accade quindi perché la luce solare filtrando attraverso le goccioline di pioggia, si disperde e si spezzetta nei diversi colori che compongono lo spettro bianco della luce. Pochi sanno che il filosofo tardoantico *Alessandro di Afrodisia*, studiò il fenomeno meteorologico dell' *Arcobaleno*. Il filosofo greco appena citato, è considerato uno dei più grandi studiosi di Aristotele della storia della filosofia, e non a caso scrisse vari *Commentari ad Aristotele, Sul Destino* e altri trattati; ma si occupò anche dello studio della forma geometrica dell' arcobaleno: il filosofo ha calcolato la linea di separazione tra l' arcobaleno primario e l' arcobaleno secondario. Tale linea prende il nome di *Banda di Alessandro*, in quanto separa la parte del cielo scuro dall' arcobaleno primario e secondario.

Esiste infatti l' arco primario, dove la luce filtra una sola volta mentre oltrepassa le gocce di acqua; invece nell' arco secondario, la luce passa e si riflette due volte, e dopo esce lasciando la goccia. Le gocce di acqua rimaste nell' atmosfera, sono come un prisma, dove la luce mentre le attraversa viene scomposta nei sette colori dell' iride. La forma degli arcobaleni è spesso a sempre a forma di arco, da dove prendono il nome. Alcune volte può accadere che gli arcobaleni sono formati da due archi, come detto prima. Sono invece più rari gli arcobaleni triplici e quadrupli. Le ricerche di Alessandro di Afrodisia, vennero continuate nel medioevo da studiosi come *Teodorico di Freiberg*, che studiò il riflesso della luce con boccette piene di acqua attraversate dalla luce solare, da *Ruggero Bacon*, che nel 1628 pubblicò il trattato in latino *Opus Majus*, dove si analizzava il fenomeno della luce che attraversa i cristalli e le gocce di acqua. Mentre lo studioso Arabo *Quotb Al Din Sharazi*, che è stato un medico e astronomo, fu il primo studioso in assoluto a decifrare in esattezza l' arcobaleno. La specie umana da per scontato che i colori esistono per come li percepiamo: cioè con l' intero spettro dei colori dell' iride. È stato *Isaac Newton*, lo scopritore della *Legge di Gravità*, il primo pensatore a classificare i colori attraverso la scomposizione della luce bianca.



La luce e la composizione dei colori.

La luce è un setto elettromagnetico che viaggia nello spazio e nel tempo alla velocità di circa 300.000.000 metri al secondo (M/s). Isaac Newton nei suoi studi sull' ottica, arrivò alla conclusione che il corpo elettromagnetico della luce sia formato da circa 7 colori, i quali sono: rosso, arancione, giallo, indaco, violetto, verde e giallo. Newton scelse il numero 7 non perché ci fosse una vera equivalenza scientifica, ma

per motivi filosofici ed esoterici: Il numero 7 nella tradizione filosofica e alchemica rappresenta la perfezione e la sapienza, ed inoltre lo troviamo nelle 7 note della scala musicale, e 7 sono i pianeti del nostro sistema solare. Lo studio che ne uscì venne pubblicato da Newton tra il 1704 e il 1706, in lingua latina, con il titolo *Opticks*.



Tuttavia, bisogna affermare che in realtà i colori non esistono veramente con tali caratteristiche nella realtà, ma sono l'interpretazione che il nostro cervello elabora dopo l'assorbimento dei fotoni dagli occhi umani. La luce in realtà è di colore bianco, non gialla. Se noi la vediamo gialla è perché l'occhio umano percepisce con la sua sensibilità attorno alla lunghezza d'onda di 556 nm dello spettro elettromagnetico, corrispondente al colore degli agrumi *Giallo Citrino*, il colore dei *Cedri*, il *Citrus Medica*, e del *Limoni*, il *Citrus Limon*. La maggior parte dei frutti, non a caso, quando sono ancora immaturi ci appaiono gialli o verdi. Tutta la luce, dai raggi solari alle lampade nei nostri comodini, è di colore bianco. La teoria di Newton venne contestata da Goethe nel suo scritto *La Teoria dei Colori*, nel quale ha affermato che Newton si sbagliava quando ha scritto e sperimentato che la luce bianca contiene i sette colori che al momento del passaggio attraverso il prisma vengono scoperti. Le ricerche e gli esperimenti di Goethe invece, hanno rilevato che è il prisma che causa la separazione nei colori della luce. Non è la luce che contiene in sé i sette colori. Il dilemma viene chiarito da Hegel, nella sue *Lezioni sulla filosofia della natura*, dove afferma che :

“ La conclusione che i sette colori sono l'elemento originario della luce è barbara. I colori che passano dal prisma trasparente vengono poi prodotti “.

I colori e la loro visione ci insegnano quindi che la vita dei cinque sensi potrebbe essere un grande inganno. I colori così come li percepiamo attraverso la vista, non esistono nella realtà. I fotoni, dal greco *Foton*, *Luce*, cioè le particelle elementari che compongono la luce stessa, vengono assorbiti dalle cellule degli occhi in base alla loro frequenza e tale infiammazione viene elaborata dal cervello: questi passaggi creano la visione dei colori. Lo *spettro elettromagnetico* della luce, è diviso nello *spettro visibile*. La luce, *Foton* in greco, anche se è essa stessa energia, ha bisogno della materia solida per manifestarsi, come il tempo. La materia si manifesta sia in formato solido che in formato etereo e impalpabile come le gocce di vapore acqueo, e i colori ne sono una dimostrazione. Il tempo e la luce sono delle entità che necessitano della fisicità della materia per esistere. Sono i fotoni a fare in modo che il cervello umano elabori i colori della luce. Inoltre i fotoni ci insegnano che tutta la materia e la realtà sensibile, nel senso Kantiano di *Fenomeno*, è costituita da energia. Se osserviamo e analizziamo ogni corpo e lo scomponiamo nella parte più microscopica, troviamo gli atomi e gli elettroni, i quali non sono altro che energia. All'interno degli elettroni e degli

atomi troviamo l' energia. E quindi i colori non sono altro che energia . La luce , in quanto *onda elettromagnetica*, interagisce con la materia, ed essa può assorbirla o espanderla.

Quando la materia assorbe la luce, abbiamo il fenomeno dell' assorbimento, il quale è il responsabile dei colori che vediamo nelle superfici degli oggetti e delle cose. Quando la luce viene invece riflessa, si crea il fenomeno della diffusione , che da origine al colore celeste del cielo. La specie umana e molti altri mammiferi devono la loro vista a due fotoricettori che sono contenuti negli occhi: i *bastoncelli* e i *coni* . I *bastoncelli* permettono di vedere al buio, i *coni* assorbono la luce e sono sensibili ai colori. Questi due protagonisti della vista oculare hanno un' origine antichissima, da cercare nei mari di 600/ 500 milioni di anni, durante il Precambriano e il Cambriano.

La visione notturna dei rapaci e degli animali preistorici.

Le prime creature dotate di colonna vertebrale e dei primi occhi , furono piccolissime creature simili ai pesci , dalle quali il gruppo dei pesci deriva, come la *Pikaia Gracilens*, la *Haikouella Lanceolata*, lo *Yunnanozoon Lividum*, , e il *Haikouhychtys*. Tali creature furono quindi i primi organismi a sviluppare una specie di occhio, sebbene fosse ancora un prototipo, il quale era già capace di assorbire e filtrare la luce solare. Questi organismi furono scoperti nelle zone dell' attuale Cina.

Successivamente questi primi *fotoricettori* , si sono evoluti in gran parte degli esseri viventi, e le *proscimmie* e i primati li svilupparono ulteriormente. Le *Prosimiae* si divisero in *Haplorrhinae* e *Adapidae* circa 60 milioni di anni fa in Africa. Essi si differenziano in seguito in *Catarrinae* , le *Scimmie del Vecchio Mondo*, Sviluppatesi circa 50 milioni di anni fa, dalle quali discende la specie umana, e le *Platarrinae*, le *Scimmie del Nuovo Mondo*, sviluppati circa 25 milioni di anni fa. Una specie di dinosauro in particolare, un piccolo teropode vissuto nella Mongolia nel Cretaceo superiore, soprannominato *Shuvuuia deserti*, in base alle analisi degli anelli sclerotici, si è scoperto che aveva sviluppato dei grandi occhi che catturavano la luce come una fotocamera. Molti teropodi dromeosauridi erano animali notturni, e quasi 50 milioni di anni prima dei gufi (*Bubones*) come i barbagianni (*Tyto Alba*), avevano sviluppato un grande udito e una grande capacità di vedere al buio.

Oltre allo *Shuvuuia deserti*, altri teropodi con occhi come una fotocamera furono il *Velociraptor Mongoliensis* e il *Troodon* . Negli uccelli moderni con una vista eccellente notturna che cattura la luce come una fotocamera, la qualità di catturare in modo eccellente la luce al buio, la possiamo trovare nei rapaci notturni come i già citati *Gufi (Bubones)* , come il *Barbagianni (Tyto Alba)*. (*Da vedere il mio studio sul gufo*). Nel mondo fisico e della materia, i responsabili dei colori, sono , come abbiamo visto prima, i fotoni, mentre nel mondo biologico e nei corpi viventi , la manifestazione dei colori avviene tramite i *melanosomi* , i quali sono i responsabili della *pigmentazione* corporea. Nelle piante e nei vegetali in genere , il colore viene dato dal composto chimico- molecolare della *clorofilla*, formata dalla molecola della *clorina*, che assorbe la luce solare e riflette il colore verde. La forma di tale struttura chimica è a cucchiaio. La colorazione delle piante e dei fiori serve per attirare gli insetti impollinatori , che sono appunto i responsabili dell' impollinazione , la quale permette la riproduzione dei fiori. Negli insetti come le *Farfalle Monarca* e le *farfalle morpho blu*, rispettivamente la *Danaus Mexippus* e la *Morpho Menelaus*, la pigmentazione colorata serve anche a camuffarsi e a difendersi dai predatori. Una caratteristica simile viene utilizzata anche dai alcuni gufi, i quali sono soliti camuffare il loro piumaggio con il il colore dei tronchi degli alberi. I bruchi delle *Danaus Mexippus*, al loro primo stadio di crescita sono verdi come le foglie delle quali si nutrono. I bruchi maturi sviluppano invece i colori che avranno appena diventate farfalla complete.

I colori nelle farfalle , negli uccelli e nei rettili.

Le farfalle *Morpho Menelaus*, nelle ali hanno evoluto dei *cromatofori* ,speciali cellule del pigmento che producono l'effetto dell' *iridescenza*, un fenomeno che permette di manifestare tutti i colori . Tale fenomeno è presente nei coleotteri (*Coleoptera*), tra i quali spiccano le *luciole* , come le *Lamproydaes Nucticulae* , che emettono addirittura luce come le lampadine grazie alla molecola della fosforina ; in alcuni uccelli, come negli storni (*Sturnidae*) , come lo storno dorsoviola , il *Cinnirycincus Leucogaster*, il quale presenta una colorazione di piumaggio , soprattutto il maschio, che va dal viola al violetto ; nei *Maluridas Maluros*, (*Maluridae Malurus, Maluros Splendens*,), una specie di scriccioli colorati che vivono nei paesi esotici come le Isole di Papua Nuova Guinea e l'interno dell'Australia; Nel pavone (*Pavo Cristatus* , *Pavo Muticus*), che è famoso per la sua coda variopinta e lunghissima , la quale negli esemplari maschili serve per attirare le femmine; ma anche altri uccelli presentano un piumaggio coloratissimo come i *Colibri'* (*Trochilidae, Mellisuga Helena, Patagona Gigas, Archilocus Alexandri* , *Calypte Anna, Calypte Costae, Chlorostilbon Ricordii*). Questi uccelli meravigliosi presentano una colorazione di piumaggio ad effetto



prisma, la quale causa la si deve ad una specie di lamelle presenti nelle loro piume, che causano la scomposizione dei raggi della luce nei colori principali: le piume dei colibrì sono quindi come dei *prismi* ottici. Altri uccelli che presentano un piumaggio coloratissimo e vivace sono gli *uccelli del paradiso* (*Aves Paradisiacas*). Una forma di colorazione vivace è presente sottoforma di bioluminescenza nei cefalopodi, come nella specie *Sepiotheutos Lessoniana*, e in alcuni Pesci come *Isistium Brasiliensem*, *Saccopharyngiformes*, *gli Scyliorhinidas*, *Myctophidae*, *i Pesci Lampada Hygophum Hygomii*, e una grandissima quantità di anelli di mare, vermi di mare, vongole, polpi e calamari. Alcune specie di insetti invece utilizzano la pigmentazione per nascondersi nel fogliame come fanno i *Chamaleonidas*, cioè i camaleonti, come gli *Insetti Stecco*, *il Bacillus Rossius*, che come appunto i camaleonti assumono i colori e la forma delle foglie e dei rami. Tra i rettili moderni abbiamo il già citato gruppo dei rettili *Camaleonti*, (*Chamaleonidae*), i quali sono conosciuti per la loro capacità di mimetizzarsi tra i rami le foglie, assumendone spesso il colore.



La molecola della *Porfirina*, si è sviluppata per la prima volta nei dinosauri. Presenta una forma *quadrata*, e viene sviluppata da alcuni dinosauri teropodi, che l'hanno prodotta per la colorazione del guscio delle loro uova. Molto probabilmente furono gli *Oviraptor*, *Deinonychus*, e *Velociraptor* ha deporre le prime uova colorate, di colore blu o celeste, come alcune specie di uccelli attuali, come i merli, il *Turdus Merula*, i pettirossi, *Erithacuae Rubeculae*, e gli *storni*, *Sturnus Vulgaris*, i quali famosi per la creazione di giganteschi stormi nei cieli. I primi dinosauri, deponevano le uova sotto la sabbia, come le tartarughe, le *Testudines*, nelle rive costiere, al riparo dai predatori, come hanno fatto anche i *Sauropodi*. I dinosauri discendono da alcune ramificazioni di alcuni rettili bipedi primitivi come il *Dromomeron*, vissuto circa 210/220 milioni di anni fa, nel Triassico superiore in Nordamerica, e il *Lagerpeton Chanarensis*, vissuto nel Triassico medio, in Argentina, circa 230 milioni di anni fa. Si tratta di piccoli teropodi bipedi, che



deponevano uova dal guscio nolle di colore bianco probabilmente sotto le buche di sabbia per metterli al riparo dai predatori. Questi primitivi dinosauri, deponevano le uova con le stesse strategie adottate dalle prime tartarughe come *Odontochelys Semitestacea* , oppure come gli antenati delle tartarughe, il rettile *Pappochelys Rosae* ed il rettile *Eunotosaurus Africanus*, vissuti tra il Permiano e il Triassico. Questi rettili scavavano delle buche che continuavano in gallerie sotterranee, all'interno delle quali deponevano le uova. Tali uova erano bianche perché non avevano bisogno di protezione.

Le specie dei teropodi come Gli *Oviraptor* , i *Troodon*, e i *Deinonychus*, invece incominciarono a deporre le uova all'aperto; di conseguenza, hanno sviluppato la molecola della *Porfirina*, per permettere al guscio delle uova, di camuffarsi alla vista dei predatori.

I colori nei dinosauri piumati.

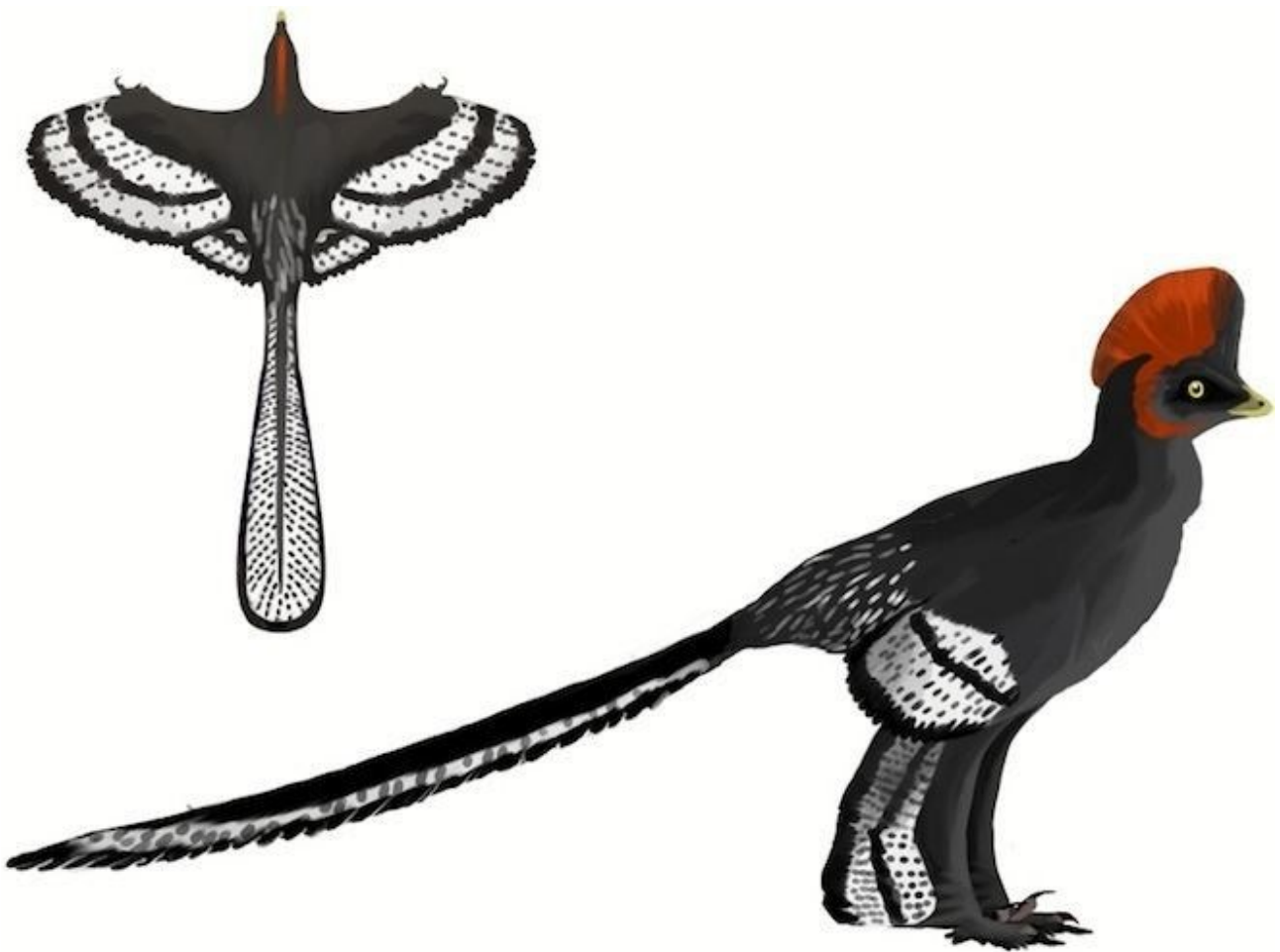
Gli uccelli che oggi depongono le uova colorate, hanno ereditato la *Porfirina* da queste specie di dinosauro teropodi . La *Protoporfirina* e la *Porfirina* fu quindi prodotta per la prima volta dai dinosauri. Molti dinosauri hanno sviluppato un piumaggio sgargiante (vedi l'articolo *De Creaturis Mythologicis*). Esempari come *Anchiornis*, *Oviraptor* e *Microraptor*, avevano un piumaggio coloratissimo e iridescente, ma anche teropodi più piccoli come *Epidexypteryx* e *Io Xi Qi*, erano molto colorati. Ma oltre ai dinosauri teropodi, anche alcuni dinosauri *Ornitischi* erano molto colorati. Se riassumiamo , possiamo affermare che a possedere le piume e la colorazione più sgargiante , erano le seguenti specie: gli *Anchiornis* , *Io Xi Qi*, il

Microraptor, e il *Confuciusornis*, il quale era uno dei primi dinosauri ad avere le sembianze di un uccello ; gli Oviraptorosauri *Caudipteryx* e *Huyanna*, avevano evoluto la porfirina nei gusci delle loro uova: di queste due specie di Oviraptor, sono state analizzate le loro uova, i quali gusci avevano sviluppato, come detto prima, la molecola che forniva la colorazione del blu e del verde, cioè la porfirina, come le uova degli *Emu* e dei *Casuari*. I *Melanosomi* delle piume dell' *Anchiornis*, erano di diverse dimensioni: per tale ragione, questi piccoli teropodi piumati avevano un piumaggio di diverso colore: un ciuffo di piume rosse sopra la testa, mentre le piume nel resto del corpo erano nere, bianche e grigie. Le analisi effettuate nel 2012 nel piumaggio dei *Microraptor*, hanno rilevato che il suo piumaggio aveva le caratteristiche dell' *Iridescenza*; cioè come i *Colibri*, il piumaggio del *Microraptor* rifletteva e scompondeva la luce. Il piumaggio del *Microraptor*, in base alle scoperte, era molto simile al piumaggio del *merlo* e del *gracula Codalunga*. Inoltre, i le grandi orbite oculari del *Microraptor Gui*, hanno portato alla conclusione che questo teropode era notturno, come lo *Shuvuuia deserti*.



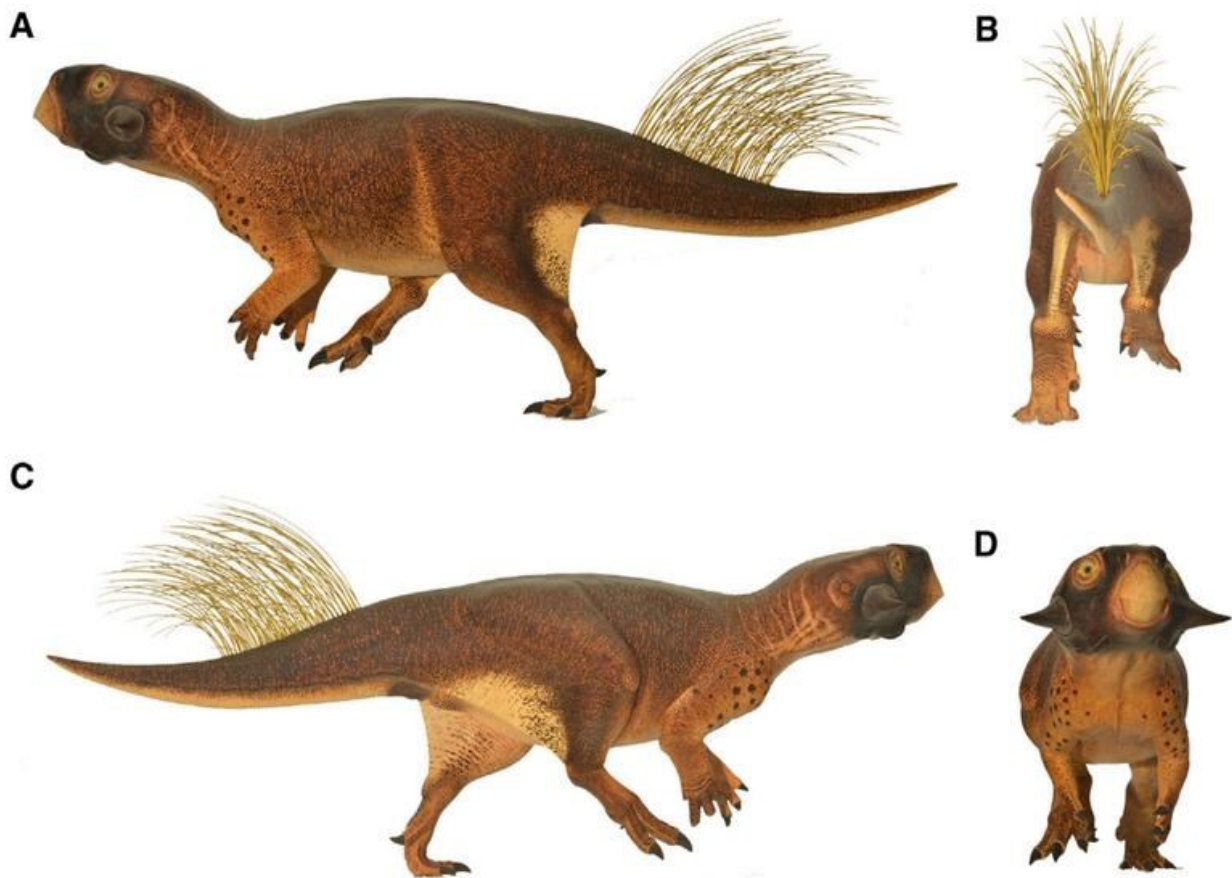
Uno dei più grandi teropodi piumati, era lo *Yutyrannus*, vissuto nel Cretaceo superiore, nella formazione Yixian, nella provincia di Liaoning. Questo teropode era un membro dei tyrannosauri. Le piume si erano sviluppate anche nei *Therizinosauri*, come dimostra il *Beipiasaurus Inexpectus*, il quale visse in contemporanea dello *Yutyrannus*. Le piume del *Beipiasaurus Inexpectus*, erano *piume lanuginose*, come quelle del *Sinosauropteryx prima*; le piume di questi due teropodi, si erano sviluppate per la termoregolazione, come protezione dal freddo, oltre che per il corteggiamento e per l'attrazione sessuale. Il *Beipiasaurus Inexpectus*, era un teropode un po' bizzarro: i denti erano più da prosauropode che di un carnivoro teropode, mentre possedeva solo tre lunghe dita nelle zampe anteriori e posteriori. Una

scoperta recente , effettuata sul corpo del *Psittacosaurus Mongoliensis* , ma anche in altri *Psittacosauridae*, ha rilevato che sulla coda di questi dinosauri erano presenti delle *strutture filamentose strutturate a forma di setola* : si trattava di strutture tegumentose come aculei, che si estendono dalle vertebre fino alla pelle, nelle zone della coda. Inoltre le strutture squamose del corpo erano di forma esagonale. Gli scienziati hanno scoperto che sia le squame che gli aculei, sotto i raggi ultravioletti, diventano fluorescenti , ciò le dire che queste strutture erano composte da cheratina.



Le strutture a setola del *Psittacosaurus* erano uguali alle piume di un altro dinosauro saurischio, il *Tianyulong Confuciusi*. Questo dinosauro, presentava su tutto il corpo , le stesse strutture filamentose dello psittacosauo. È da ricordare che lo psittacosauo colorato in chiaro/ scuro: il ventre era infatti

chiaro, il dorso era scuro. Inoltre possedeva gli arti con strisce e bande colorate. Uno studio pubblicato sulla rivista *Le Scienze*, rileva che la colorazione scura e chiara, era un segnale che gli *Psittacosauridae* vivevano nelle foreste, e con questa colorazione si nascondevano dai predatori: come fanno gli attuali cervi nei boschi e le abtilopi nelle savane.



Poiché la struttura di piume e penne, si è sviluppata sia nei teropodi che negli ornitiscchi, l'evoluzione delle piume ha seguito un modello di *evoluzione convergente*. Un altro dinosauro ornitischio, forse una specie di *Hypsilofodonte*, e' il *Kulindadromeus Zabaikalikus*, erbivoro, vissuto nelle zone delle attuali Russia, durante il Giurassico superiore, circa 165 / 145 milioni di anni fa. Presentava strutture filiformi di piume e di squame colorate, e dimostra che la colorazione delle piume si è sviluppata in modo convergente e analogo. Inoltre questa scoperta significa che la struttura della piume è comparsa per la prima volta nell'antenato di dinosauri ornitiscchi, sauriscchi e teropodi, oltre che nel ramo degli uccelli, circa 250 milioni di anni fa, nel Triassico superiore.



La struttura dei colori nei pinguini e nelle rondini.

La forma delle strutture dei filamenti e delle squame, era spesso a forma di esagono. Le *strutture filamentose simili a* piume erano distribuite su tutto il corpo, mentre le squame esagonali molto simili a quelle delle zampe degli uccelli, si trovavano nelle zampe anteriori. Gli uccelli, in quanto dinosauri hanno

ereditato la *melanina* nelle piume, e la porfirina nelle uova. I primi pinguini, come il *Waimanu* e gli altri *Spheniscidae*, si evolsero da un antenato capace di volare ma che divenne terrestre, vissuto molto probabilmente nelle zone del sud america, e successivamente arrivarono in Australia. Nel 2008, nelle zone del Perù, venne scoperto un pinguino fossile che conserva ancora le piume colorate . Venne denominato *Inkayacu*, che nella lingua Peruviana significa *Re delle Acque*. Visse circa 37 milioni di anni fa, nell' Eocene superiore. Gli scienziati che studiarono i *melanociti* presenti sulle piume fossili dell' *Inkayacu*, scoprirono che le penne erano di colore grigio e rosso bruno. I melanociti sono gli organelli contenuti all'interno delle cellule dei melanosomi, e che grazie al gene *Mc 1R* , sono i responsabili della pigmentazione dei tessuti e della melanina, che da il colore ai capelli e alla pelle umana. I pinguini di oggi come sappiamo, sono metà neri e metà bianchi perché gli organuli delle cellule *melanosomi* sono di grandi dimensioni e di forma *ellissoidale*. I pinguini preistorici (*Sphenisciformes* ,*Spheniscidae* ,), come *Inkayacu*, avevano gli organuli delle cellule dei *melanosomi* lunghe e strette, e davano il colore metà grigio e metà rosso. Il colore grigio sulla parte superiore, il colore rosso sulla parte inferiore. I pinguini moderni invece, hanno i *melanociti* lunghi e larghi, come nelle rondini, *Hirundinae*, dove il dorso è nero e l'addome bianco. Sia le rondini come i *balestrucci*, i *Delichum Urbicum*, *Riparia Riparia*, e lo *Ptyoprogne Rupestris*, che gli *Apodiformes* e i *Caprimulgidae Europae*, discendono da *Hassiavis Laticauda*, un probabile loro antenato, vissuto nelle foreste della germania, circa 50 milioni di anni fa, nell'Eocene. Le analisi delle piume fossili di questo uccello preistorico hanno evidenziato che questo uccello aveva già il piumaggio bianco e nero. Il gruppo degli *Strisores* comprende i *Capromulgiformes* e gli *Adapodiformes* , cioè' le rondini e i rondoni e balestrucci; e *Hassiavis Laticauda* e la *Prefica*, dovrebbero essere gli antenati di questo gruppo. In Antartide, durante la presenza dei dinosauri, verso la fine del Cretaceo, si è originata una sorta di antenato delle attuali anatre : i resti fossili di questo anatide preistorico furono trovati nelle *Isole di Vega*, da dove prende il nome *Vegaviis* . Non sappiamo se avesse i colori degli attuali *Anseriformes*, gli *Anatidi*, ma poteva benissimo avere una colorazione sgargiante.



La migrazione degli uccelli e il ruolo della luce e dei colori.

La migrazione degli uccelli è qualcosa di misterioso e di meraviglioso allo stesso tempo. Per decenni gli scienziati e i pensatori di ogni epoca, si sono chiesti come fosse possibile che specie di uccelli di piccole dimensioni riuscissero ad attraversare immense distese di oceani e continenti. Solo di recente si è fatta strada l'idea che gli uccelli migratori riescono nella loro impresa attraverso il magnetismo. È stata la lettura del bellissimo testo dell'ornitologo Scott Weidensaul, *"In volo sul mondo : le straordinarie imprese degli uccelli migratori"*, pubblicato dalla Raffaello Cortina, che mi ha fatto scoprire tutta la verità sulla navigazione degli uccelli migratori. Essi si possono orientare attraverso due modalità di magnetismo: le due modalità prendono il nome di *magnetoricezione*. la prima modalità si basa sull'azione della *magnetite*, la

quale è presente in natura in molte sostanze e componenti naturali. La seconda modalità riguarda i *criptocromi* : essi sono delle speciali *flavoproteine*, contenute nella retina degli occhi degli uccelli migratori e di altre specie animali, i quali vengono attivati dai raggi della luce blu .

CONNECTING SCIENCE Biologia

Come si orientano gli uccelli durante la migrazione?

Secondo uno studio svolto nel 2011 dai ricercatori dell'Università di Oxford, la migrazione di alcuni uccelli è regolata dal campo magnetico terrestre che interagisce con gli **spin degli elettroni del criptocromo**, una proteina contenuta nella loro retina. Osserviamo la **Figura** per capire meglio questo fenomeno.

Quando il criptocromo è colpito da un fotone di luce, alcuni dei suoi elettroni vengono eccitati e si liberano [1]. Durante la migrazione, gli spin di questi elettroni sono influenzati dal magnetismo terrestre [2]. Quando essi ritornano allo stato eccitato allo stato fondamentale, emettono un fotone che va a colpire il nervo ottico, portando con sé le informazioni sul campo magnetico terrestre [3]. Tutti questi dati vengono analizzati dal cervello del volatile, che avrà così costantemente a disposizione una sorta di mappa del campo magnetico terrestre da utilizzare per l'orientamento durante la migrazione.

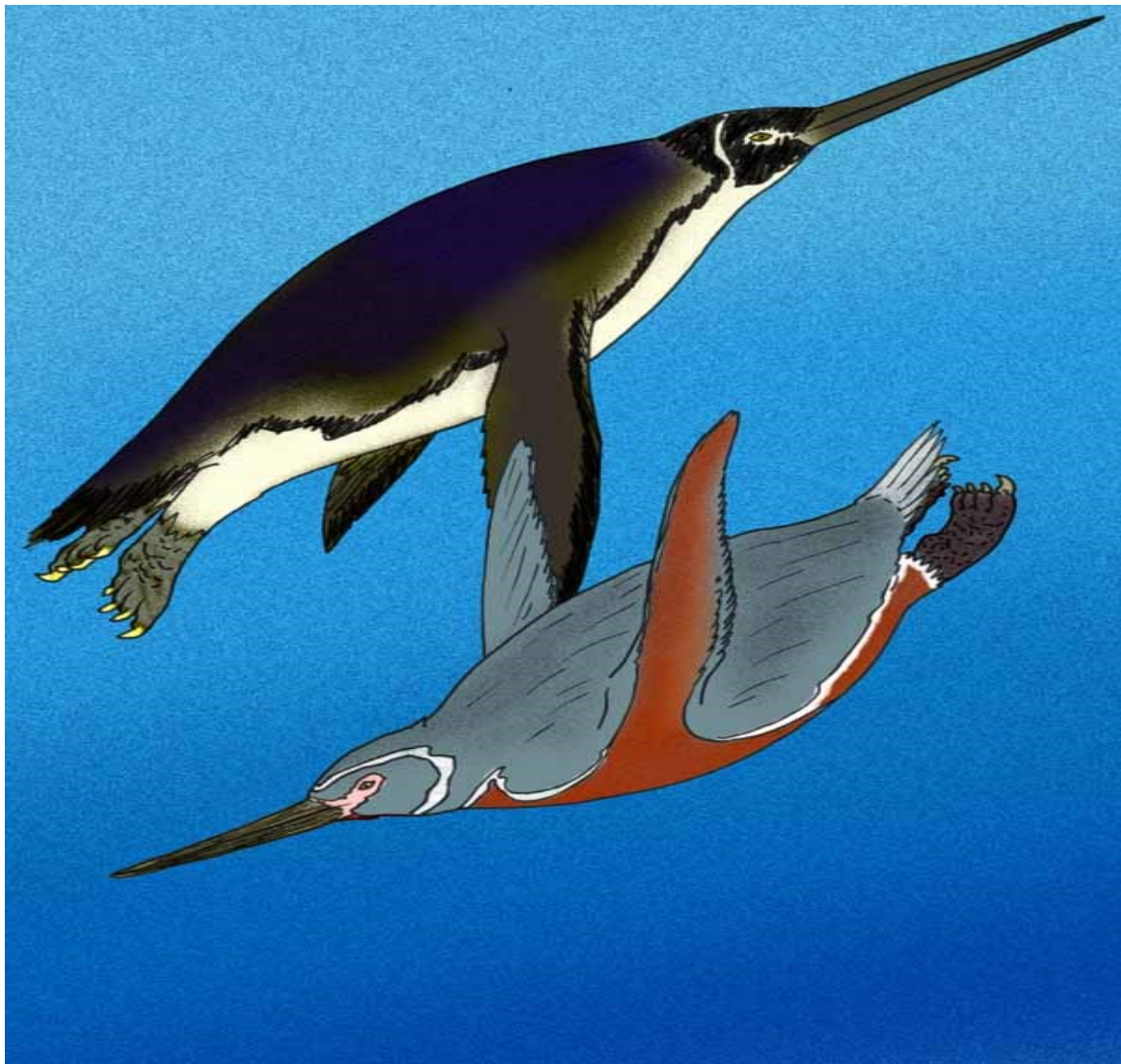
1 Il fotone che colpisce il criptocromo libera due elettroni con spin opposti.

2 Durante la migrazione, il campo magnetico terrestre influenza gli spin dei due elettroni.

3 Quando i due elettroni tornano al criptocromo, emettono un fotone che colpisce il nervo ottico, il quale acquisisce le informazioni relative al campo magnetico terrestre.

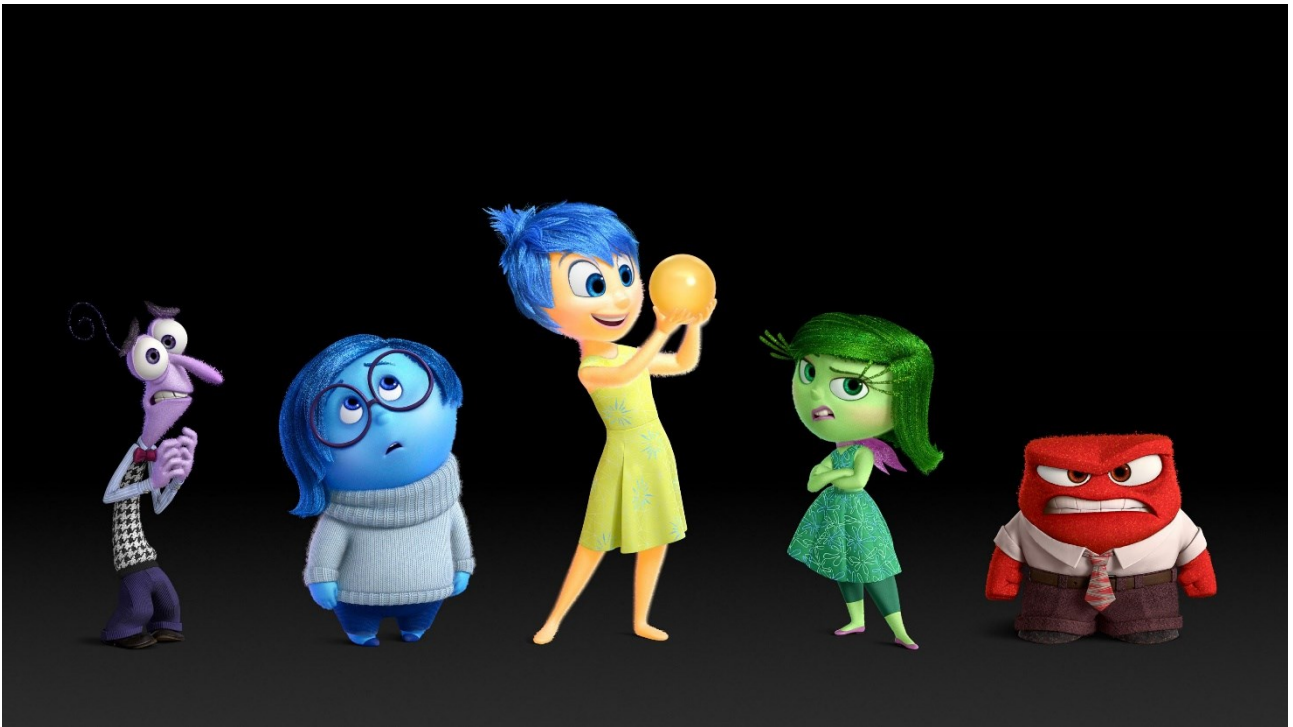
La *magnetite* come detto prima è presente in natura: è presente nelle strutture geologiche come le rocce basaltiche e le rocce vulcaniche e magmatiche, negli organismi viventi biologici è stata scoperta in alcuni batteri, in alcuni molluschi, in alcuni pesci come i salmoni e addirittura nel bordo di alcuni uccelli come nel becco dei piccioni. Per molto tempo si è creduto che alcuni uccelli migratori si orientassero grazie alla magnetite presente nei becchi, ma in seguito si scoprì che in realtà nei becchi dei piccioni sono presenti delle cellule che contengono sia la magnetite, ma sono dei macrofagi; non è quindi una magnetite vera e propria che si attiva al contatto con la luce. Le vere strutture che permettono agli uccelli migratori di viaggiare e di orientarsi, sono quindi i *criptocromi*. Questi organelli sono delle *coppie di radicali*, che nel linguaggio della chimica si intende l'insieme della cinetica chimica, risonanza chimica e risonanza magnetica. Come detto prima, tali strutture sono presenti negli occhi degli uccelli, dove vengono attivati a contatto con i raggi della luce blu. La luce rossa è la luce gialla danneggia sia gli occhi che i criptocromi degli uccelli migratori. Quando un fotone colpisce le strutture dei criptocromi, forma delle coppie di radicali. I criptocromi sono presenti anche nelle piante, come la pianta *Arabidopsis thaliana*, cioè l'arabetta comune, nella quale i criptocromi aiutano la crescita della pianta quando manca luce blu. Ma tali organelli sono presenti anche nel famoso moscerino della frutta, il *Drosophila melanogaster*, il quale sembra che si orienti grazie a tali strutture. Nei mammiferi, inclusa la specie umana, i criptocromi servono da regolatori del ritmo circadiano. Negli uccelli migratori quindi, questi criptocromi funzionano come una specie di

bussola ad inclinazione, in quanto permette agli uccelli di imboccare la giusta direzione seguendo la luce blu proveniente dalle stelle. Gli uccelli migratori è come se vedessero il campo magnetico da seguire , ecco perché non perdono la rotta da percorrere. La loro capacità è innata e fa parte del loro genoma. Seguendo l'evoluzione degli uccelli, è molto probabile che le strutture all'interno degli occhi degli uccelli migratori, si siano evolute già dalle prime specie di uccelli migratori apparsi 40 milioni di anni fa. Non si esclude andando a ritroso nel tempo, che i criptocromi erano presenti già in alcune specie di dinosauri come i dromeosauri che guardavano al buio, oppure in molti teropodi piumati , oppure ancora in altre specie di dinosauri come gli ornitopodi e gli ornitischii. Ma questa è soltanto una mia ipotesi, che ancora non ha avuto delle conferme da parte della scienza. Comunque sia le scoperte della luce e dei colori hanno dimostrato che il mondo è molto dipendente dalla luce più di quanto si pensa e si pensava in passato.



I colori e la loro simbologia nella psicologia : l'esempio del film "Inside out " della Pixar.

Anche psicologia fa un ampio uso dei colori, soprattutto per codificare le emozioni. Nel film *Pixar, Inside Out*, di Peter Docter, uscito nel 2015, le cinque emozioni nella mente della bambina Riley, sono colorate in base alla loro rappresentazione simbolica e unite alla simbologia di un oggetto specifico: Peter Docter e i suoi collaboratori e disegnatori hanno ammesso che si sono ispirati a degli specifici oggetti come correlativo per le emozioni di Riley : la rabbia da cosa può essere rappresentata? da un mattone rosso ; invece disgusto? da dei broccoli; infatti è una donna vestita di verde come le verdure che non piacciono ai bambini; e paura? è un signore magro , vestito da impiegato, con la paura di sbagliare; la paura e' rappresentata da un nervo teso . Invece tristezza è una ragazza tonda con un maglioncino, come quello che si indossa nelle giornate invernali; inoltre ha gli occhiali , i capelli blu, e la lacrima è la sua rappresentazione simbolica. Invece gioia è una donna allegra, con capelli blu e un vestito da sera di colore giallo. Il corrispettivo simbolico di tristezza è una goccia d' acqua , cioè una lacrima, mentre per gioia è una stella , una specie di *stella* filante . Quindi ricapitolando: Per rabbia il mattone rosso, per disgusto il broccolo, e per paura un nervo. .

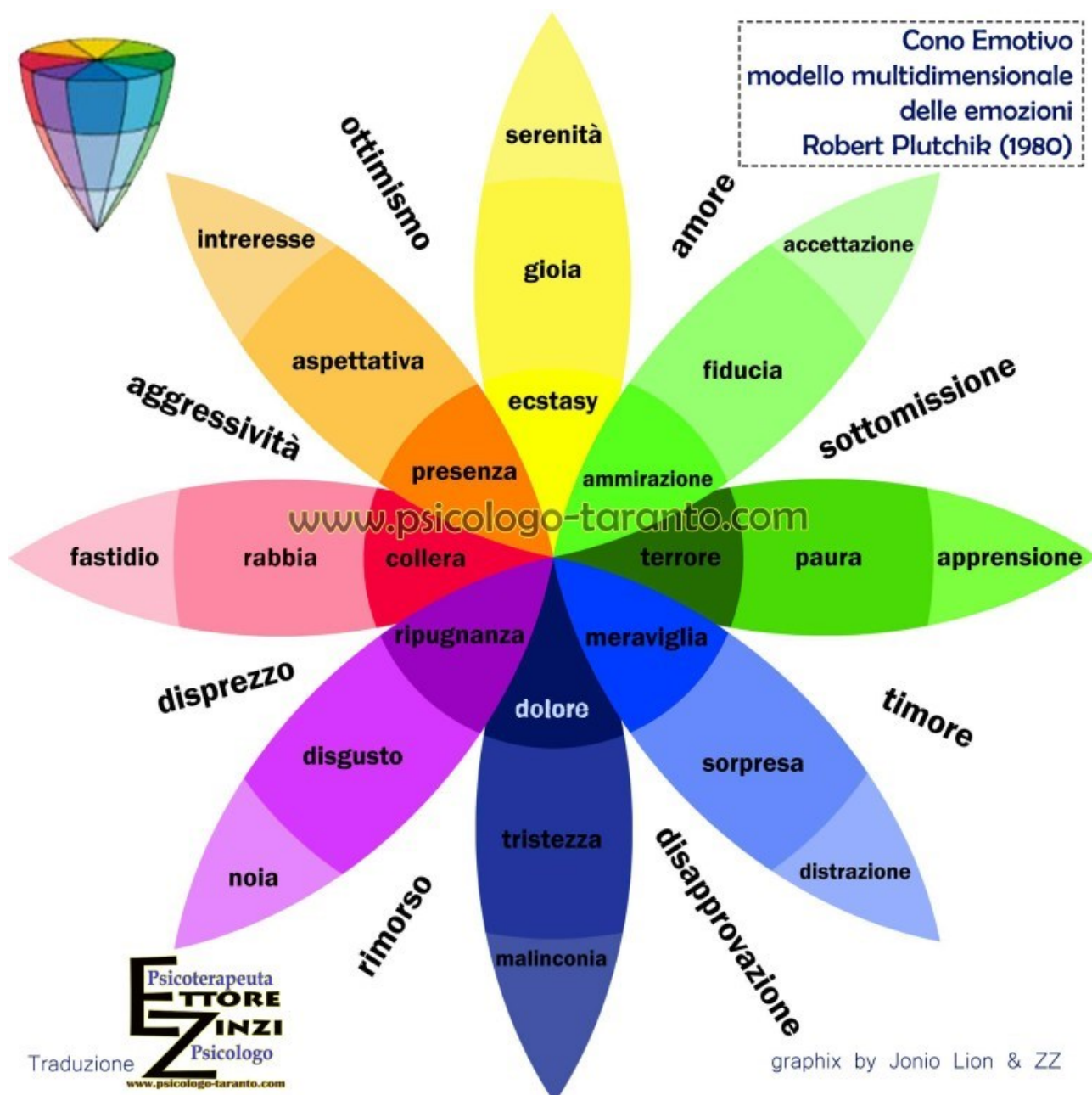


Il primo studio sistematico delle emozioni, lo si deve a Charles Darwin, che con l'opera *Le Espressioni delle Emozioni nell'uomo e Negli Animali*, pubblicata nel 1972 viene per la prima volta analizzata in maniera sistematica l'espressività e la mimica facciale degli esseri umani e degli altri animali. Darwin, grazie allo studio delle emozioni negli animali, arriva alla conclusione che le emozioni sono innate negli esseri viventi in generale, non sono quindi dei caratteri acquisiti. Il lavoro di Darwin è rivoluzionario perché prima della scoperta dei meandri della mente umana, egli capì cosa sono le emozioni. L'opera di Darwin venne studiata

dallo psicologo Americano Robert Plutchick, il quale le analizza sia nel mondo animale, analizzando come Darwin le emozioni, che il mondo umano. Il risultato di queste ricerche portò alla realizzazione del *cono delle emozioni*, o *ruota delle emozioni*, dove Plutchick descrive le direzioni di otto emozioni base: gioia, paura, disgusto, sorpresa, tristezza, aspettativa, rabbia e fiducia. Lo studioso disegna un cerchio con dei petali che si diramano, i quali sono colorati in base al cromatismo della loro rappresentazione. Proprio a questo schema si sono ispirati il regista Peter Docter e il suo team della Pixar per creare *inside out*. Per gioia, racconta il team, hanno voluto un personaggio che fosse poliedrico, e non monocromatico. Infatti gioia è l'unica emozione che non è di unico colore, come le altre quattro emozioni: gioia infatti indossa, come detto prima, un vestito giallo da sera, e ha i capelli leggermente spettinati di colore blu. Gioia non pensa a sistemarsi perché il suo unico scopo è rendere felice Riley. Il disegno per l'idea base per gioia è la fatina Trilli del film *Peter Pan*, mentre la girandola è stata pensata per il carattere vulcanico di gioia. Gioia inoltre è stata disegnata con un bagliore e un granuloso maggiore rispetto alle altre emozioni, come se rappresentasse le luci di natale e le bollicine di uno spumante. Gioia e tristezza hanno entrambe i capelli blu, perché la gioia e la tristezza sono unite in verticale nel sistema di Plutchick. Inoltre il film è proprio sull'importanza di tristezza che nel finale vuole sviluppare la sua morale. Gioia e tristezza sono solo apparentemente due emozioni agli opposti. Tristezza indossa un maglione perché è la rappresentazione simbolica dello stare in casa e di quando in inverno spesso si sta dentro perché fuori piove o c'è freddo. Disgusto, è una donna elegante colorata di un verde color verdura, che i bambini odiano. Disgusto è una ragazza snob e antipatica che critica tutto e tutti, molto alla moda e fashion, che ha il disgusto per le verdure. Molte donne penso, hanno il carattere di disgusto.



Su *Inside Out* come Film ,non si può dire nulla: è un gioiello di animazione. Ma su come rappresenta la mente umana bisogna dire che sbaglia: secondo la Pixar, la mente umana e ' fatta solo di emozioni che si attivano al momento opportuno ? ; e tutto il resto? ; sogni, desideri, ideali, aspirazioni ?; Siamo solo delle creature che mangiano, dormono, si arrabbiano e gioiscono ?; e poi? ; una visione riduzionista dell'animo umano e della specie umana . Su questa critica al film ci sono tantissime cose da dire , ma per il momento, per motivi di spazio ci fermiamo qui, magari promettendo di analizzarla in una sua sede più specifica e a parte. Per il momento, spero che il mio contributo sia stato di gradimento, e arrivederci alla prossima!.



BIBLIOGRAFIA:

Enciclopedia degli Animali, De Agostini

. *Lambrecht, Manuale degli Uccelli Fossili,*

Geografia Astronomica, Edizioni Zanichelli,

Inside out Pixar, regia di Peter Docter;

Rivista National Geographic Numero Ottobre 2020

,*Isaac Newton Opticks, Bur,*

Goethe, La Teoria dei Colori, Il Saggiatore,

Hegel : Filosofia della Natura, Bompiani.

Richard Dawkins, il Racconto dell'Antenato, Mondadori.

*Julia Clarke, Daniel Ksepka, Fossil Evidence for Evolution of the Shape and Colour of Pinguin Feathers ,
Science 2010.*

Jasmine Weimann, Mark Norell, Dinosaur Egg Colour had a singular Evolutionary Origin, Nature, 2018 .

Le illustrazioni del Deinonychus e dello Epidexypteryx Hui , sono dell'illustratrice Emily Willoughby,

Charles Darwin: I' Espressione delle Emozioni nell'uomo e negli Animali Bollatiboringhieri.

Le Emozioni di Inside out prendono Forma. Curiosità Disney.

In vol sul mondo: le straordinarie imprese degli uccelli migratori: Scott Weidensaul; Raffaello Cortina.

Didascalia delle immagini:

Prima immagine: foto di un Arcobaleno: provenienza Google.

Seconda immagine: tavola dei colori di Goethe: immagine di provenienza: Google.

*Terza immagine: Newton mentre scopre lo spettro dei colori : tratta dal sito “
bachecaesperimenti.blogspot.com*

Quarta immagine: lo spettro dei colori : immagine proveniente da Google.

Quinta immagine : ricostruzione artistica di Shuvuuia Deserti: provenienza Google.

Sesta immagine: farfalla Monarca: immagine proveniente da Wikipedia.

Settima immagine : Camaleonte : immagine proveniente da Wikipedia.

Ottava immagine: uccelli : immagine proveniente da Wikipedia.

Nona immagine : Colibri: immagine proveniente da Wikipedia.

Decima immagine: Anchiornis: immagine proveniente da Google.

*Undicesima immagine: ricostruzione scientifica della pigmentazione del Psittacosaurus Mongoliensis:
immagine proveniente da Wikipedia.*

*Tredicesima immagine: mappa della località del rilevamento del fossile del pinguino preistorico Inkayacu:
immagine proveniente da Wikipedia.*

Quattordicesima immagine: pinguino imperatore: immagine proveniente da Wikipedia.

Quindicesima immagine: rondine : immagine proveniente da Wikipedia.

Sedicesima immagine: illustrazione del pinguino Inkayacu: immagine proveniente da Wikipedia.

Diciassettesima immagine: articolo della migrazione degli uccelli tramite i criptocromi: immagine proveniente dal sito del Dott. Marco Ferrise.

Diciottesima e diciannovesima immagine: illustrazione delle emozioni di Inside out: immagine proveniente da Google.

Ventesima immagine: illustrazione del cono delle emozioni di Robert Plutchick: immagine proveniente dal sito del Dott. Ettore Zinzi.