Farfalle: I Colori della Natura

Di Enzo Moretto





Heliconii, a group of butterflies peculiar to tropical America, having long narrow wings, were very abundant. The prevailing ground colour of the wings of these insects is a deep black, and on this are depicted spots and streaks of crimson, white, and bright yellow, in different patterns according to the species. Their elegant shape, showy colours, and slow, sailing mode of flight, make them very attractive objects, and their numbers are so great that they form quite a feature in the physiognomy of the forest, compensating for the scarcity of flowers.

The Naturalist on the River Amazons Henry Walter Bates (1863)

Farfalle: i Colori della Natura

Di Enzo Moretto Grafica Silvia Scifo

Edizioni Butterfly Arc © 2019

Indice

Un alfabeto di colori volanti 4
Uno zodiaco di colori 5
Cos'è il colore? 6
Come li vediamo? 7
Cosa vedono le farfalle e gli altri animali 8
Gli occhi delle farfalle 9
Come cambia la percezione dei colori 10
La polverina sulle ali 11
La tavolozza dei colori 12-13
Il significato dei colori 14
Ali di vetro, colori fluo e colori invisibili 15
Fermati con il rosso
Giallo, bello e fatale
Blu raro e prezioso
Verde per sparire19
Nero misterioso
Il bianco multifunzione 21

Un alfabeto di colori volanti

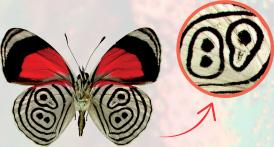
An alphabet of flying colours

Oggi, tra farfalle e falene, si contano più di 150 mila specie di Lepidotteri. Sulle loro ali troviamo colori e disegni tra i più disparati, segno della enorme biodiversità che caratterizza questo gruppo animale. Alcuni ricordano, in modo davvero sorprendente, simboli creati dall'uomo, come i numeri o le lettere dell'alfabeto.

Today over 150,000 species of Lepidoptera (including butterflies and moths) have been described. As proof of how big butterflies biodiversity is, we can find countless colours and patterns on their wings. It's really astonishing how much some of them resemble to man created symbols, such as numbers or even letters.



Numeri sulla pagina inferiore delle ali nelle bellissime farfalle *Callicore* dell'America tropicale. *Numbers on the underside of the hind wings in the beautiful Callicore of tropical America.*



Diaethria climena - Perù



Hypanartia lethe - America tropicale



Anche una comune farfalla Italiana, la *Vanessa atalanta*, è numerata.

Even a common Italian butterfly, the Red Admiral, is numbered.



La lettera "e" minuscola nelle ali anteriori, e la "E" maiuscola nelle posteriori, caratterizzano questo grande nottuide peruviano.

This large Peruvian moth has the small letter "e" in the forewings and the capital "E" in the hind ones.

Uno zodiaco di colori A coloured zodiac

Così come con numeri e lettere dell'alfabeto, possiamo giocare a riconoscere un legame tra farfalle e segni zodiacali.

As well as we do with numbers or letters, we can play at looking for a link between butterflies and Zodiac signs.

E tu, di che farfalla sei? What's your butterfly sign?



Pterorus homerus - Jamaica (Cancer)



Gagitodes sagittata - Est Asia (Sagittarus)



Prepona demophon - America tropicale (Pisces)



Erebidae - Costa Rica (Taurus)



Polyura narcaeus - India (Libra)



Macrocilix maia - Borneo (Gemini)



Morpho cypris - Colombia (Aquarius)



Speiredonia - Sud Est Asia (Aries)



Anartia amathea - America tropicale (Scorpio)



Idea leuconoe - Sud Est Asia (Virgo)



Alcides zodiaca - Australia (Capricorn)



Placidina euryanassa - Brasile (Leo)

Che cos'è il colore What is colour?

La radiazione elettromagnetica che gli occhi possono captare e che costituisce la luce, viene interpretata dal cervello di ciascun organismo che determina i colori che esso vede. Il colore dipende anche dal tipo di luce che colpisce un oggetto e da come questa viene riemessa verso gli occhi di chi guarda.

The electromagnetic radiation that eyes can pick up from the light, is interpreted by individuals' brain and thus set out the colors each one can see. The colour depends also on the type of light that strikes an object and how it is re-emitted to the eyes of the observer.



Erateina staudingeri - Costa Rica

I colori delle farfalle possono derivare da fenomeni di interferenza di onde luminose oppure dalla presenza di pigmenti.

Butterflies' colours originate from light waves interference or from the presence of pigments.

L'interferenza genera normalmente colori freddi (altamente energetici) che variano dall'ultravioletto all'azzurro-verde, mentre i pigmenti normalmente generano colori caldi che vanno dal rosso al giallo.

Normally interference generates cool colours (high energy) ranging from ultraviolet to blue-green, while the pigments usually generate warm colours ranging from red to yellow.



Trogonoptera brookiana - Malesia



Delias pasithoe thira - Laos

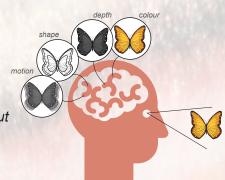
I pigmenti delle ali derivano da cataboliti (ovvero sostanze scartate dai processi biologici dell'organismo), spesso tossici, che vengono depositati, quindi resi innocui per la farfalla, nella cuticola secca delle ali. Pertanto la colorazione è spesso solo una conseguenza secondaria della presenza di questi composti.

The pigments of the wings derive from catabolites (ie. substances discarded by the body's biological processes), often toxic, which are deposited (therefore harmless for the butterfly) in the dry cuticle of wings. Therefore, being coloured is often only a secondary consequence of the presence of these compounds.

Come li vediamo? How do we see colours?

Non è ancora del tutto chiaro come noi e gli animali vediamo i colori, ma sappiamo che la loro percezione dipende da come gli occhi leggono le frequenze luminose e da come il cervello elabora tali segnali. Alla fine, quello che ognuno vede, è solo qualcosa che assomiglia alla realtà.

It is not yet completely clear how humans and animals see colours, but we know it depends on how the eyes can read the light frequencies and how the brain can process them. Eventually, what you see, it is just something that resembles reality.





Come fanno gli occhi a percepire la luce? Negli occhi degli organismi più complessi esistono, oltre alle strutture che vedono le immagini in bianco e nero (bastoncelli), strutture dedicate alla percezione dei colori (coni). Noi, come anche le scimmie antropomorfe, abbiamo tre tipi di coni, capaci di catturare i tre colori primari additivi: rosso, verde e blu. La loro totale sovrapposizione dà il bianco, quella parziale, tutta una gamma di colori intermedi.

How can eyes perceive the light? In addition to the structures perceiving images in black and white (rods), the eyes of the more complex living organisms have structures dedicated to colour vision (cones). Human beings, as well as apes, have three kinds of cones which are able to pick up the primary additive colours: red, green and blue. The full superimposition of the three bears the white, while the partial overlapping produces a rich range of in-between colours.



Dendrobates pumilio - Costa Rica



Delias hyparete - Sud Est Asia

Cosa vedono le farfalle e gli altri animali

What can butterflies and other animals see?

Tra le farfalle che vedono più colori ci sono alcuni papilionidi che possiedono da 4 a 5 tipi di coni. Questi percepiscono, oltre ai colori che vediamo noi, anche gli ultravioletti, e inoltre sono più sensibili al violetto e al rosso scuro. La gran parte delle farfalle ha 3 coni, in quanto mancano quelli capaci di percepire il rosso.

Compared to other butterflies, swallowtails are able to see more colours as they have 4 to 5 cones. In addition to colours perceived by human beings, they can see ultraviolet, moreover, they are very sensitive to violet and dark red. Most of the other butterflies have just 3 cones, as they lack those able to perceive reds.



Ornithoptera euphorion - Australia



La maggior parte dei mammiferi vede solo due colori e non vede il rosso. Vale anche per i tori, malgrado il torero esibisca un drappo, il *capote*, di colore rosa intenso o rosso.

Most of the mammals can see only two colours, they don't perceive reds. This applies to bulls as well, despite the bullfighter's exhibition of a deep pink or red drape.



arassius auratu

I pesci hanno sviluppato diversi gradi di percezione. Ci sono specie, come il pesce rosso, che, al pari delle farfalle, vedono anche l'ultravioletto.

Fishes have developed different levels of colour perception. Some species, as the goldfish, see ultraviolets like butterflies.



Gran parte dei pesci abissali invece, come anche i calamari, vedono un solo colore, ovvero il blu, l'unico che arriva ad essere percepito ad una certa profondità.

On the contrary most of the abyssal fishes, as well as squids, can see just one colour, namely the blue, the only one that reaches a certain depth.



lelanocetus s

Alcuni organismi abissali, però, emettono luc blu, gialle e rosse e per questo hanno evoluto la capacità di vedere anche questi colori.

Some abyssal animals can emit blue, yellow and red lights, thus they evolved the ability to see these colours too.

Gli occhi delle farfalle The eyes of the butterflies

Gli occhi delle farfalle sono composti da migliaia di unità funzionali (ommatidi) che sono esagonali e tutte unite a formare un emisfero (occhio composto). Ciascun ommatidio contiene un cristallino, un cristallino conico e il rabdomero, una struttura tipo fibra ottica dove la luce entra, rimbalza e stimola lateralmente le cellule nervose (una retinula formata da 6-8 cellule visive). Quello che arriva al cervello della farfalla è una specie di puzzle che l'insetto deve unire per formare l'immagine.

The eyes of the butterflies are comprised of thousands of functional units (ommatidium) that are hexagonal and all united form an hemisphere (compound eye). Every ommatidium contains a crystalline lens, a conical crystalline lens and the rhabdomere, a "optical fiber" structure where light enters, bounces and laterally stimulates a nervous fiber (a retina formed of 6-8 producing vision cells). What arrives to the brain of the butterfly is a kind of a puzzle the insect has to put together to come up with the image.







Le farfalle chiudono gli occhi? Ogni singolo ommatidio è rivestito da cellule pigmentarie che si allontanano o si avvicinano a seconda che la luce sia meno o più intensa. E' questo il loro modo di chiudere gli occhi.

Do butterflies close their eyes? The way they close their eyes, focuses on the movement of pigment cells that cover the ommatidium, getting closer or farer according to the light.



Occhi con tecnologia spaziale La superficie della cornea di molte farfalle è micro-corrugata. Questo ha una doppia funzione: ridurre perdite ottiche ed evitare riflessi che ne permettano l'individuazione da parte di predatori. Questa struttura viene chiamata "occhi di falena" e viene impiegata dall'industria spaziale per aumentare l'efficienza dei pannelli solari.

Eyes with space technology
The surface of the cornea of many butterflies
is micro-corrugated. This has a dual function:
to reduce the optic losses and to avoid
reflexes in order to prevent predators to locate
them. This structure is called: "moth's eyes"
and it is used by space industry to increase
the efficiency of solar panels.

Come cambia la percezione dei colori How the perception of colours can change

Di che colore è la farfalla Prepona praeneste buckliana del Perù?

Which colour is the Prepona praeneste buckliana from Perù?

Come la vediamo noi nel suo ambiente naturale, la foresta montana del Perù.

This is how we see it in its natural environment, a Peruvian mountain forest.





Come probabilmente la vedremmo se possedessimo anche la capacità di vedere l'ultravioletto.

This is how we would see it if we could perceive ultraviolets.

Come la si vedrebbe tra i 10 e i 100 metri di profondità nel mare. Gradualmente spariscono il rosso, l'ultravioletto, l'arancio e il giallo.

This is how we would see it between 10 and 100 meters deep in the sea. Red, ultra-violet, orange and yellow gradually disappear.





Come la si vedrebbe tra i 200 e i 1000 metri di profondità marina. Rimane solo la componente blu.

This is how we would see it between 200 and 1000 meters deep in the sea. The blue component is the only one to remain.

Come la si vedrebbe di notte, con la sola luce lunare. In pratica in bianco e nero.

And this is how we would see it at night, in the moonlight. Practically, in black and white.



La polverina sulle ali Powder on their wings

Le farfalle sono insetti molto particolari che, per stare al passo con la sfida evolutiva, hanno investito gran parte del loro essere nelle ali. Nella storia degli insetti, le farfalle trovano origine da forme dalla vita larvale acquatica le quali avevano ali gracili e trasparenti ricoperte di peluria e vita effimera.

E proprio da quella peluria, in oltre 100 milioni di anni, si sono originate le piccole squame, la cosiddetta polverina, che ricoprono le ali delle farfalle con innumerevoli disegni e colori.



Butterflies are a very peculiar group of insects, in order to overcome evolution challenges, they have invested a great part of themselves on their wings. During insects' evolution, butterflies originated from short living organisms with aquatic larval stages and transparent and gracile wings covered by down. 100 million years later the down had transformed into scales, the so called powder, covering the butterflies wings with countless designs and colors.



Morpho catenarius



Pieris brassicae

Quanto pesano i colori delle ali?

Tutte le squame di una cavolaia non pesano più di 1 o 2 milligrammi e, di questi, il colore rappresenta solo un piccola parte. E' stato calcolato che per estrarre 1 grammo di pigmento servono circa 5000 cavolaie!

La regola è che nelle ali delle farfalle ogni squama porta un solo pigmento o una tipologia rifrattiva e quello che si vede è l'effetto del mosaico delle squame disposte sulla superficie dell'ala come le tegole di un tetto, spesso in doppio strato. Su una farfalla possono esserci fino a decine di migliaia di squame le cui dimensioni vanno in media dai 100 ai 200 micron (da un decimo a due decimi di millimetro). L'ala senza squame è incolore o brunastra.

How much is the weight of wing colours?
The total weight of a Large White's wing scales is no more than 1

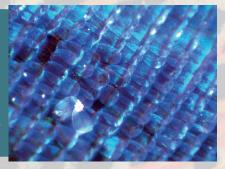
The total weight of a Large White's wing scales is no more than 1 or 2 mg, and the amount of colour represents only a tiny part of it. Infact 5000 Large Whites are needed in order to obtain just 1 gr of pigment!

Each wing scale owns only 1 pigment, so finally what is seen is the result of a mosaic, made by the scales on top of the wings as it happens with the tiles on a roof.

A butterfly can reach tens of thousands scales, whose sizes vary from 100 to 200 micron (from one to two tenths of a millimeter). A wing without scales is colourless or browny.

Le squame alari delle *Morpho*, come in gran parte delle farfalle, sono disposte in doppio strato. Quello sottostante produce la colorazione di interferenza blu, quello soprastante è trasparente e fa da lente, ampliando l'angolo di visione del segnale colorato.

As in most of the butterflies, Morpho's wing scales form a double layer. The one beneath bears the blue interference colour while the one above is transparent and act as a lens, thus widening the field of vision of the colour.



La tavolozza dei colori Palette of colours

Nelle farfalle, a parte le melanine, che formano i contorni del disegno alare, ogni famiglia ha dei propri pigmenti.

Apart from the melanins, which form the profiles of the wing patterns, each family of lepidopterans has its pigments.



Papilio garamas - Centro America

Melanine

Si trovano un po' in tutte le farfalle. Sono polimeri della tirosina catalizzata dal fenolossidasi (enzima molto sensibile a temperatura, umidità e alla concentrazione di anidride carbonica). Le loro variazioni possono dare origine a melanismo (forme scure) o albinismo (forme chiare). Producono colori dal nero al bruno al giallo.

Melanins

Found in almost all butterflies. These are polymers of tyrosine catalyzed by phenoloxidase (enzyme very sensitive to temperature, humidity and carbon dioxide concentration). Different amounts of this enzyme will create melanism (dark shapes) or albinism (light shapes). Variety of colours moves from black all the way till yellow.

Pterine

Sono tipiche delle farfalle pieridi. Composti molto conosciuti, contenuti in una vitamina e coenzimi. Possono essere bianche, gialle e rosse. Si trovano nelle squame sotto forma di granuli detti pterinosomi.

Pterins

Typical of pierids. Well known compounds, present in a vitamin and coenzymes. Can be white, yellow or red and can be found in wings scales as granules whose name is pterinosomi.



Ixias pyrene - Laos



Heliconius melpomene - Centro America

Ommocromi

Sono gialli, aranciati, fulvi o bruni. Derivano dal triptofano, si trovano negli occhi degli insetti e nelle squame delle ninfalidi. Alcuni sono solubili in acqua, come quelli giallo fluorescente di alcuni eliconidi.

Ommochroms

Yellow, orange, tawny or browny. Coming from tryptophan, they can be found in insects eyes or nymphalids' scales. Some of these can be water soluble, like the fluorescent yellow one in some elicopids.

La tavolozza dei colori Palette of colours



Papilio thoas - America tropicale

Papiliocromi

Sono presenti nei papilionidi. I più semplici sono composti vicini agli ommocromi, altri sono ancora sconosciuti. I colori variano dal giallo chiaro al rosso.

Papiliochroms

Present on swallowtail butterflies. The most simple ones are alike ommochroms, many other are still unknown. Colours move from light vellow to red

Flavonoidi o Antoxantine

Questi sono tra i pochissimi pigmenti vegetali che si trovano anche negli insetti. Sono assorbiti dai bruchi e quindi accumulati e fissati nelle ali durante lo stadio ninfale. Sono molto diffusi nelle farfalle.

Flavonoids or Antoxantins

One of the fewest vegetal pigments that can be found in insects. Caterpillars absorb them in order to later collect them in their wings, during their nimphal stage. Very common in butterflies.



Bruco di Morpho peleides - Costa Rica



1- Gonepteryx rhamni - Italia 2- Actias selene - Asia

Bile pigments

vivo e verdastro quando muore.

Pigmenti biliari

Produce green and sometimes blue colours. Their compounds are derivated from tetrapirrolyc rings (as ex. hemoglobin). Among bile pigments, pterobilins give green colours to many butterflies wings, such as: brimstone, large white or some Graphium; labile substances, can easily and quickly change as with the Cuban Eurytides celadon, that is blue once alive while it turns into green once dead.

straordinario Eurytides celadon di Cuba che è blu da

Producono colori verdi e anche, a volte, blu. Sono composti derivati da anelli tetrapirrolici (come ad es. l'emoglobina). Tra i pigmenti biliari le pterobiline colorano di verde le membrane alari di molte farfalle come cleopatra e cedronella, la cavolaia maggiore o alcuni *Graphium*; sono sostanze molto labili e possono alterarsi rapidamente come nello

Il significato dei colori The meaning of colours

Già nel 1800 il grande naturalista A.R. Wallace, coautore con C. Darwin della teoria sull'evoluzione, aveva distinto i colori, non in base alle origini fisiche o chimiche, ma alla loro funzione nelle strategie di sopravvivenza e sviluppo della specie: aveva dunque individuato quelli necessari a camuffarsi e quelli di avvertimento.

Already by 1800 the great naturalist A.R. Wallace, co-author with Charles Darwin of his Theory of Evolution, had already classified several colours, not based on chemical or physical origins, yet to their functions in the strategies for the survival and the development of species: ones that needed to camouflage themselves, or others to warn of danger.



Esistono poi i colori auto-imitativi, attraverso i quali alcuni insetti imitano nelle ali altre parti del proprio corpo, ad esempio code e occhi per simulare una testa oppure i colori che, come nella monarca, ricordano propri simili più tossici.

Macchie di colore sulle ali che creano disegni a forma di occhio o altro sono comparse molto presto, già pei primi insetti alati

Macchie di colore sulle ali che creano disegni a forma di occhio o altro sono comparse molto presto, già nei primi insetti alati preistorici, come testimoniano i fossili che risalgono al carbonifero, circa 300 milioni di anni fa.

Then exist the colours that auto-emulate: on some insects' wings other parts of the body are represented, such as the tail or the eyes, just to simulate the head; other species, such as the monarch, are similar in colour to more toxic butterflies. Spots that look like eyes started appearing soon in pre-historical insects with wings. This is testified by fossils of carboniferous era, 300 millions years ago.

- 1- Pseudocreobotra ocellata Africa
- 2- Danaus plexippus America

Ancora più curiose sono le "associazioni di introvabili", come definite da Michael Boulard. In pratica il predatore viene attirato da un fortissimo segnale visivo (ad es. i colori blu metallico di *Morpho* o *Prepona*), ma poi frustrato, quando l'insetto si appoggia e diventa criptico. Il predatore associa così i colori vistosi (aposematici) non alla non commestibilità della preda, ma alla sua assenza. La strategia inversa è la "colorazione blitz": insetti, come la farfalle foglia, che di colpo passano da colorazioni criptiche a vistose.

Much more peculiar are the so called "unobtainable associations" as Michael Boulard used to say. The predator is attracted by a very strong visual signal (for ex. the blue colour of the Morpho or Prepona), later it gets frustrated when the prey insect stops flying and becomes sort of cryptic. This way the predator associates the brilliant colours (aposematic) to the absence of the prey. The opposite is the so called "blitz colour": insects such as the leaf butterfly, which suddenly change their colour from cryptic to brilliant.



Kallima paralekta - Malaysia

Ali di vetro, colori fluo e colori invisibili

Glass wings, fluorescent and invisible colours

Gli insetti vedono anche l'ultravioletto. Sono così in grado di percepire, come vivacemente colorati, anche altre farfalle e fiori che a noi appaiono bianchi. A volte anche le differenze tra maschio e femmina sono visibili solo all'ultravioletto.

Insects can see ultraviolet. For this reason they can easily see as deeply coloured even those butterflies and flowers that we see as white. Sometimes differences between male and female can be seen only with the ultraviolet.



Molte farfalle e falene presentano ali in tutto o in parte trasparenti. Tra queste, grandi falene come l'atlante o piccole farfalle come la *Greta oto*, chiamata "ali di vetro" per avere una quasi totale assenza di squame sulle ali, dotate di iridescenze che producono arcobaleni di colori.

Many butterflies and moths have transparent wings, or at least part of them. The big atlas moth, as an example, has little parts of the wings devoid of scales while the tiny Greta oto butterfly, also known as "Glasswings", is almost completely lacking in colours and its transparent wings have iridescences that produce a rainbow of colours.

1- Attacus atlas - Sud Est Asia 2- Greta oto - Costa Rica

Farfalle da discoteca

Alcune farfalle presentano colori fluorescenti, prodotti assorbendo i raggi ultravioletti e riflettendoli come luce visibile. L'effetto è lo stesso di una maglietta bianca con le luci di una discoteca. Tra le specie fluo ci sono le vanesse, le cedronelle ed i papilionidi africani del gruppo *nireus* che, da milioni di anni, hanno anticipato una parte della tecnologia, oggi adottata nei moderni led per aumentarne l'efficienza luminosa.

Disco butterflies

Some butterflies have fluorescent colours, thanks to their ability to absorbe ultraviolet rays, later reflected as visible light, the same as with white t-shirts in the disco lights. Among fluorescent species we can find the admiral, the brimstone and the African papilio of the nireus group. For millions of years these species have been taking up in their wings part of the technology now adopted in modern LEDs to increase the light efficiency.



apilio nireus - Africa tropicale

Fermati con il rosso Stop on red

Il rosso è il colore di chi vuole farsi vedere in quanto risalta sugli altri colori, in particolare sui toni di verde, grigio, beige e marrone, che dominano l'ambiente naturale.

Red is the colour of those who want to be seen, as stronger than many others in the natural surrounding environment, such as green, grey, beige and brown.



Di solito le farfalle rosse, come altri invertebrati, ma anche anfibi e rettili, devono comunicare la loro velenosità. Ovviamente, la regola è farlo sapere prima di essere mangiati o "assaggiati".

Tra gli organismi che usano questa strategia, che non sono né animali né piante, ci sono i funghi e, tra questi, la famosissima *Amanita muscaria*.

Usually red butterflies, like other invertebrates, as well as amphibians and reptiles, need to communicate being poisonous, of course before being "eaten".

Other organisms with the same peculiarities are neither plants, nor animals, but mushrooms, such as the well known Amanita muscaria.

1- Zygaena carniolica - Italia 2- Papilio rumanzovia - Filippine



Heliconius melpomene - Costa Rica



Emittero Reduviidae - Laos

Fingere di essere pericolosi

Molte specie di animali utilizzano lo stesso colore rosso delle specie velenose per non essere predate. Si tratta spesso di un imbroglio, che funziona se chi imita non è una specie molto comune. Nei vertebrati questo fenomeno è molto meno diffuso che negli insetti, ma uno di questi casi è particolarmente vistoso: quello dei serpenti corallo americani e degli innocui serpenti del latte.

Pretending to be dangerous

Many animals which are not poisonous use to display red colours in order not to be preyed. But it is just a trick, that works especially with no widespread species. This survival strategy is not very common in Vertebrates, but one of these is particularly impressive: the dangerous American coral snakes and the harmless milk snakes.

Giallo, bello e fatale Beautiful and fatal yellow



Colias crocea - Italia

Colorazione sexy

Per molti animali il giallo è un segno di riconoscimento tra maschio e femmina (ad es. il maschio della farfalla cedronella è giallo, mentre la femmina è verde chiaro). Negli uccelli, come hanno dimostrato alcuni studiosi, le macchie gialle dei maschi sono un segnale di vigore fisico.

Sexy hue

Many animals use yellow to distinguish themselves between male and female (for example the male Brimstone is yellow while the female is green). Many male birds too, as many experts showed, have yellow spots as a symbol of physical vigour.



Fiori volanti

Contrariamente a quello che sembra, molte farfalle sono gialle per mimetizzarsi. Una di queste è il maschio dell'Aurora dell'Etna. Ad ali aperte mostra colori arancio e giallo, e ad ali chiuse mostra un mosaico di macchie gialle che imitano le fioriture dell'Isatis tinctoria, pianta nutrice dei bruchi.

Flying flowers

In contrast to what it could seem, many butterflies use yellow colours as camouflage, such as the Eastern Orange Tip. If the wings are open, main colours are orange and yellow, but once closed, you can see a mosaic of yellow spots, calling the flowers of the Isatis tinctoria, the larval host-plant.

Il giallo, almeno alle nostre latitudini, è anche il colore che caratterizza molte vespe e una schiera ancor maggiore di imitatori, che sfruttano la loro "pungente fama" per restare indisturbati e protetti.

Several species of wasps, in our climate, are yellow. So many other invertebrates emulate them, in order not to be disturbed and get protected.



Panilio m

Sparire in volo

L'associazione di colori scuri e gialli rendono le farfalle, come il macaone, invisibili quando volano sui prati.

Disappearing while flying Dark coloured and yellow butterflies, such as the Swallotail, are almost invisible while flying above meadows.



Mosca vespa Syrphidae - Laos

Blu raro e prezioso Rare and precious blue

Il blu generato da pigmento, è molto raro tra gli animali. Si trova come carotenoide nella conchiglia di alcuni molluschi, come emocianina in altri molluschi, crostacei ed aracnidi.

The blue colour made of pigments, is very rare among animals. It can be found as carotenoid in some mollusk shells, while as hemocyanin in other mollusk species or crustaceans and arachnids.

Questo colore ha normalmente un significato sessuale e territoriale. Il blu è spesso molto attrattivo in quanto è quasi sempre prodotto da effetti fisici di interferenza, diffrazione e diffusione della luce, che lo rendono iridescente. Le farfalle blu per eccellenza sono le mitiche *Morpho* amazzoniche. I loro maschi sono spesso molto più colorati delle femmine, e per questo capaci di segnalare la loro presenza anche a notevole distanza e di confondere i predatori.

Usually blue denotes a sexual and territorial meaning. It is an attractive colour, as most of the time it is produced by light's interference, diffraction and diffusion, thus becoming iridescent. The pre-eminently blue butterflies are the amazon Morpho. Males of this species are often much more coloured than females, thus able to denote their presence at a great distance and to deceive their predators.



Morpho peleides limpida - Costa Rica



Molte farfalle blu usano questo colore anche per segnalare la loro velenosità come avviene per alcune bellissime *Euploea* asiatiche o i *Papilio ulysses* indomalesi.

Many other blue butterflies, such as the beautiful Euploea of East Asia or the Indo-Australian Papilio ulysses, use this colour to show their toxicity.



1- Sialia sialis - America sett. 2- Mandrillus sphinx - Africa occ

Nel regno animale il colore blu è certamente uno dei più belli ed ammirati. Ne sono un esempio i pesci chirurgo (*Achanturus*), il famoso blue bird americano (*Sialia*), o il blu, rarissimo nei mammiferi, della faccia del mandrillo.

In the animal kingdom, the blue colour is one of the most admired and beautiful one. An example are the surgeonfish (Achanturus), the famous american blue bird (Sialia), or the rare blue of mammals, such as on the face of the mandrill.

Verde per sparire Green for disappearing

Essere verdi significa confondersi con il colore dominante in natura. Le piante sono verdi per un pigmento: la clorofilla. Negli insetti i pigmenti verdi sono rari e di solito sono derivati della bile, come avviene nelle farfalle *Graphium*. Nella maggioranza dei casi invece il colore verde deriva da fenomeni di interferenza della luce che negli insetti riguardano la struttura di corazza e squame mentre negli uccelli, come pavoni e colibrì, sono relativi a penne e piume. Essere verdi non serve solo per difendersi, ma anche per aggredire e predare, come nel caso di camaleonti e mantidi.

Green is the main colour in nature, and being green helps with the camouflage. Plants are green thanks to chlorophyll.

Green pigments are rare in insects and are usually derivatives of the bile, as it happens with Graphium butterflies. On the contrary, most of the greens in insects are due to light interference on their armor and scales, while in birds the phenomenon relates to plumes and feathers, like with peacocks and hummingbirds. Being green also helps predators, like mantises and chameleons, in attacking preys.



Abeillia abeillei - Costa Rica

Una pelliccia verde per cibarsi

Il bradipo tridattilo vive pigramente appeso agli alberi delle foreste tropicali americane. Ha una colorazione verdastra per la presenza di alghe simbionti che sfrutta sia come copertura mimetica sia come nutrimento. Nella sua pelliccia vivono anche delle falene che fertilizzano le alghe. Pare che il comportamento del bradipo che scende dagli alberi una volta alla settimana per lasciare a terra le sue deiezioni sia legato al ciclo biologico di queste falene che depongono le loro uova proprio sulle feci dell'animale.

A green fur to get the food

The three-toed sloth lives lazily hanging from trees in American tropical forests.

Its color is greenish due to the presence of symbiotic algae that he uses both to be eaten and for camouflage.

There are moths living inside its fur and they fertilize the algae. The life cycle of this particular moths seems to depend on the behavior of the sloths who use to descend from the trees once a week to leave its excrements, where the moths will lay eggs.



Bradypus tridactylus - America tropicale



Callophrys rubi - Italia

In Italia vive l'unica farfalla quasi tutta verde, la tecla del rovo (*Callophris rubi*), mentre tra le nostre falene risaltano alcuni geometridi. Tra le specie tropicali sono verdi le bellissime ornitottere e alcuni *Papilio* dell'area Indo-Australiana.

The only italian butterfly that is almost all green is the Green Hairstreak (Callophris rubi), while among moths some Geometridae are green. Other green butterflies are the tropical beautiful Birdwings and some Papilio of Indo-Australian area.

Nero misterioso Misterious black

Il nero ha varie funzioni, come proteggere dai raggi ultravioletti e aumentare la capacità di certe zone del corpo di catturare il calore del sole.

Black colours have different functions, protecting from ultraviolet rays, as well as increasing the capability of certain areas of the body to collect the heat of the sun.



Atrophaneura sp. - Sud Est Asia

Neri per rendersi visibili

Si è scoperto che i colori neri hanno un importante ruolo nel far esaltare altri colori molto vivaci o addirittura diventare, per animali che vogliono comunicare la loro pericolosità o velenosità, un colore vistoso, qualora l'ambiente dove vivono sia molto luminoso e dai toni chiari, come possono essere delle dune sabbiose o un deserto.

Wear black to be visible

It has been discovered that black colour has the power of exalting other brilliant colours, or even becoming an eye-catching colour in areas with bright and light tones, such as the desert and the sand dunes, thus helping many animal at showing their dangerousness.



Equus quagga - Africa

La colorazione "rompi forma" L'alternanza di bande o macchie nere e di forme simili chiare (ad es. le strisce della zebra) ha la funzione di non fare percepire le forme del corpo dell'animale. Questo è un tipo di mimetismo che viene definito come disruptivo, ovvero destinato a rendere irriconoscibile l'animale.

The "Shape-Breaking" colouring The alternation of dark and light colors, like in the zebra's stripes, prevents from perceiving the shape of the animals' body and from identifying it as a prey. This is a type of camouflage, which is defined as disrupter.



Bombyx mori (Silkworm)

Le melanine nere presenti nelle squame delle farfalle assorbono le frequenze luminose che renderebbero meno puri i colori delle ali, rendendo così più vistosa la colorazione.

The Black melanins found in the scales of butterflies act as a light absorber, making colors look gaudier.

Il bianco multifunzione

Multifunctional white



Parnassius apollo - Veneto

Pannelli solari alari

Le ali bianche o molto chiare permetto all'animale di riflettere gran parte della radiazione solare. Ad es. la cavolaia ne riflette fino al 70%. Questo può essere un grande vantaggio in ambienti caldi e assolati, ma anche in caso di temperature basse in quanto il calore del sole, con un'opportuna inclinazione delle ali, può venire riflesso verso il corpo dell'insetto che è di norma più scuro.

Solar wings

Both white or light coloured wings act as a reflection protection of solar radiation. For example the Large White can reflect up to 70% of it. This is considered a big advantage in warm and sunny areas but also in cold weather, because the wings allow to reflect the heat of the sun on to the body of the butterfly, that usually is darker.

Bianco aposematico

Il bianco rende molto visibili il che può diventare un vantaggio se la farfalla ha il corpo velenoso e quindi viene evitata.

Aposematic white

White colour makes butterflies more visible. This can be an advantage if the body is poisonous, this way predators will avoid it



Idea leuconoe - Malesia

Farfalle che diventano albine

Le farfalle monarca hanno un colore arancione intenso che comunica la loro tossicità. Questa deriva dal bruco che si nutre di asclepiadacee, contenenti glicosidi cardenolidi velenosi. La farfalla monarca è stata introdotta nelle Hawaii dove, da allora, sono apparse forme albine. Lì i bruchi si nutrono di *Calotropis*, una pianta che contiene stricnina, un veleno che i bruchi non trattengono nel loro corpo. Non più protetti dal veleno, gli adulti delle monarca hawaiane hanno trovato conveniente essere bianchi per mimetizzarsi, visto che vanno a nutrirsi sui fiori della *Calotropis*, anch'essi bianchi.

Butterflies becoming albino

Usually Monarch butterflies have an orange intense color, symbol of their toxicity. This is because the caterpillar feeds on milkweed plants that contain poisonous cardenolides.

Once this butterfly got introduced to the Hawaii, it started being seen in white colors. What happened is that, once there, cartepillars had to feed on Calotropis plants whose poison, strychnine, they cannot keep inside their body. So, adults of Hawaiian Monarchs are no longer protected by poison and need to camouflage while feeding on the white flowers of Calotropis, that's why albino forms appeared.





Danaus plexippus - Hawaii

La Butterfly Arc di Montegrotto Terme (PD), inaugurata nel 1988, su un progetto dei naturalisti Enzo Moretto e Gabriella Tamino, è stata, in assoluto, la prima struttura museale del genere in Italia e una delle prime realizzazioni nel mondo. Visitare una Casa delle Farfalle realizza il desiderio di quanti sognano di vivere l'emozione e l'avventura di un incontro dal vivo con degli esseri tra i più belli ed effimeri del nostro pianeta, lasciando in cambio un messaggio importante per conoscere meglio la natura e favorire una cultura più sostenibile.

Perché Butterfly Arc

Nel 1989 si creò il nome di Butterfly Arc, per la Casa delle Farfalle di Montegrotto Terme, che era come Butterfly House. Il nome si basa su due termini inglesi:

Butterfly = "farfalla" Arc = "arca"

(Arc è anche un antico termine franco/inglese che significa "arco", dal latino arcus)



Per questo, nel logo di Butterfly Arc, compare la farfalla che sembra volare fuori da un arcobaleno a rovescio che simboleggia l'Arca di Noè. Il logo si rifà alle vicende del diluvio universale, all'Arca simbolo di salvezza ed in particolare alla fase finale del diluvio, quando Dio pone l'arcobaleno come simbolo di pace tra lui, gli uomini e gli animali.

Ecco il passo della Genesi (Genesi 9) che ha maggiormente ispirato il nome di Butterfly Arc:

... Dio disse a Noè e ai sui figli con lui:

"Quanto a me, ecco io stabilisco la mia alleanza con i vostri discendenti dopo di voi; con ogni essere vivente che è con voi, uccelli, bestiame e bestie selvatiche, con tutti gli animali che sono usciti dall'arca."

"...Il mio arco pongo sulle nubi ed esso sarà il segno dell'alleanza tra me e la terra. Quando radunerò le nubi sulla terra e apparirà l'arco sulle nubi ricorderò la mia alleanza che è tra me e voi e tra ogni essere che vive in ogni carne e noi ci saranno più le acque per il diluvio, per distruggere ogni carne. L'arco sarà sulle nubi e io lo guarderò per ricordare l'alleanza eterna tra Dio e ogni essere che vive in ogni carne che è sulla terra".

"Questo è il segno dell'alleanza che io ho stabilito tra me e ogni carne che è sulla terra".



Enzo Moretto

Ha studiato Scienze Agrarie e Naturali nelle Università di Padova e Wageningen in Olanda. Nel 1988 ha realizzato, insieme alla moglie e naturalista Gabriella Tamino, la prima casa delle farfalle Italiana, la Butterfly Arc, e negli anni successivi ha firmato molti progetti di case delle farfalle e insettari in Italia e all'estero. Ha viaggiato nel mondo come naturalista, lavora come consulente a GEO su RAI3 ed è autore di mostre, documentari, ricerche e pubblicazioni scientifiche su farfalle, insetti ed altri invertebrati.

Ringraziamenti

L'autore desidera ringraziare tutte le persone che lavorano presso la Butterfly Arc, Gabriella Tamino, i Giovani Naturalisti ed Entomologi di Esapolis.

In particolare, desidera ringraziare la propria famiglia, Gabriella, Lara, Marco e la mamma Lina, e i molti amici e colleghi con i quali ha condiviso molti progetti e impegno per la natura come Enrico Stella. In particolare, i colleghi entomologi universitari, i colleghi dei giardini zoologici e gli amici delle Case delle Farfalle dell'Associazione Mondiale IABES, gli Amici della Terra, gli amici di Geo RAI3.

Non ultimo un grande ringraziamento al Comune di Montegrotto Terme, alla Provincia di Padova e a tutte le istituzioni che supportano la Butterfly Arc.

Farfalle: i Colori della Natura

Di Enzo Moretto Grafica Silvia Scifo

Edizioni Butterfly Arc © 2019

Grandi intuizioni della scienza, come la teoria dell'evoluzione, il mimetismo, la zoogeografia, sono passate attraverso l'emozionante incontro con le farfalle. I loro disegni e colori sono un libro aperto sulla natura. La loro grande diversità biologica ha prodotto praticamente tutti i colori che troviamo nei sistemi viventi.

Questi colori provengono da due fonti.

La prima fonte di colore si chiama colore pigmentato ed è formato da semplici pigmenti chimici ordinari che assorbono determinate lunghezze d'onda della luce e ne riflettono le altre. Le lunghezze d'onda che si riflettono sono i colori che vediamo. Un esempio potrebbe essere che le sfumature di marrone e giallo presenti nella maggior parte delle farfalle derivano dalla melanina, lo stesso pigmento che fa abbronzare la pelle quando ci si siede al sole. Quando la luce colpisce l'oggetto, assorbe tutti i colori tranne le tonalità che creano il marrone o il giallo.

La seconda fonte di colore si chiama colore strutturale e deriva dalla struttura specifica delle ali delle farfalle. Queste sono coperte da tante piccole squame che si sovrappongono l'una sull'altra e sono separate da piccole sacche d'aria. Per questo il colore sembra luccicare e cambiare quando un osservatore si muove. In realtà è un effetto luminoso noto come iridescenza. L'iridescenza viene prodotta da quelli che oggi chiamiamo "cristalli fotonici", ovvero sistemi e superfici multistrato trasparenti o complesse sculture che rifletto la luce più di una volta. Questa si concentra e combina ad ogni riflesso, producendo effetti speciali e colori vivaci.

Questo volumetto, attraverso le ali delle farfalle, racconterà come si producono e come vengono percepiti i colori in natura, quali sono i principali significati biologici. Le farfalle sono le vere protagoniste di questa spiegazione. Ci portano a considerazioni, meno scientifiche come aspetti poetici e di design, o al fatto che, grazie alla loro grande diversità di specie, nelle loro ali, riconosciamo disegni che ricordano simboli che appartengono alla nostra cultura o tradizione, come i segni zodiacali, i numeri e le lettere dell'alfabeto.

