



MaCSIS

Università degli Studi di Milano-Bicocca

Centro Interuniversitario MaCSIS

MaCSIS Working Paper Series

SUPEREROI E MOSTRI: L'EREDITÀ DI DARWIN?

L'EVOLUZIONE VISTA DAL CINEMA

Eleonora Benvegnù

Working Paper n.5/2015

Master in Comunicazione della Scienza e
dell'Innovazione Sostenibile -

MaCSIS

Università degli studi di Milano Bicocca



SUPEREROI E MOSTRI: L'EREDITA' DI DARWIN?

L'evoluzione vista dal cinema

RELATORE: Gianni Zanarini

STUDENTE: Benvegnù Eleonora

A.A 2014-2015

Non è la specie più forte a sopravvivere e nemmeno quella più intelligente, ma la specie che risponde meglio al cambiamento.

Charles Darwin

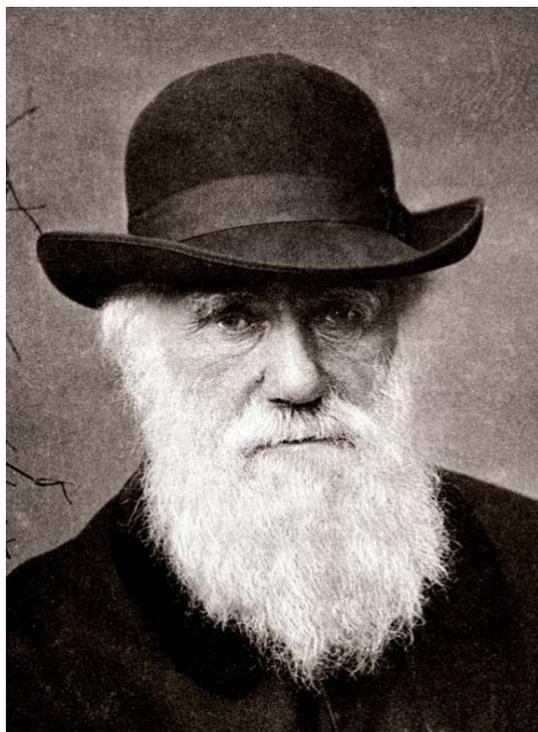
INDICE

CAPITOLO 1	INTRODUZIONE	-1-
•	CHARLES DARWIN	-1-
•	TEORIA DELL'EVOLUZIONE	-5-
	L'origine della specie	-5-
	L'evoluzione	-6-
	Selezione artificiale	-9-
CAPITOLO 2	DISASTRI NUCLEARI	-12-
•	LE BOMBE ATOMICHE	-12-
•	CHERNOBYL	-12-
CAPITOLO 3	FILM E MUTANTI: EVOLUZIONE?	-14-
•	LA NASCITA DEI SUPEREROI	-14-
•	MOSTRI PER CASO	-18-
•	ERRORI DI SPERIMENTAZIONE	-22-
•	TELEFILM ED EVOLUZIONI	-24-
CAPITOLO 4	CONCLUSIONI: TRA REALTA' E FANTASIA	-27-
SCHEDE DEGLI ANIMALI		-29-
•	BARRACUDA	-30-
•	COCCODRILLO	-31-
•	DELFINO	-32-
•	FORMICA <i>Camponotus vicinus</i> (Mayr, 1870)	-33-
•	GRANCHIO	-34-
•	PECORA	-35-
•	PESCE TESTA DI SERPENTE	-36-
•	PIRANHA	-37-
•	RAGNO TESSITORE	-38-
•	RAGNO SALTERINO	-39-
•	SQUALO BIANCO	-40-
•	TARANTOLA	-41-
•	TARTARUGA	-42-
•	VESPA	-43-
BIBLIOGRAFIA		-44-
FILMOGRAFIA		-47-

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

CHARLES DARWIN



CHARLES DARWIN

Charles Robert Darwin, fu uno stimato naturalista e biologo britannico, padre del trattato *L'origine della specie*. Contribuì alla svolta al mondo scientifico esaltando le teorie sulla mutabilità delle specie, la loro discendenza da un antenato comune e mettendo in ombra il creazionismo.

Nacque a Shrewsbury, il 12 febbraio 1809. Era il quinto dei sei figli del medico generico Robert Darwin, figlio di Erasmus Darwin, e di Susannah Wedgwood, figlia di Josiah Wedgwood. I nonni di Darwin erano personaggi "illustri" della Gran Bretagna. Josiah Wedgwood (1730-1795), grazie al suo spirito imprenditoriale e alle sue capacità di sperimentare nuove tecniche, creò una delle principali fabbriche di vasellame della Gran Bretagna, che riforniva anche la casa reale. Erasmus Darwin (1731-1802) fu un uomo brillante, un medico, uno scienziato, un inventore e un letterato, nonché un padre autoritario. Le sue attività furono molteplici e tra esse si ricorda la traduzione dal latino dell'opera di Linneo *Genera Plantarum* e la stesura dell'opera in due volumi *Zoonomia*, forse la sua opera più conosciuta. Entrambi i nonni, avevano in comune interessi per la tecnologia e le invenzioni e facevano parte della Società Lunare, così chiamata perché i

suoi membri si riunivano nelle sere di luna piena per riuscire a tornare a casa più tranquillamente.

Nel 1817, all'età di otto anni, Charles Darwin rimase orfano di madre, episodio che probabilmente lo segnò profondamente. Il lutto rese le sorelle incapaci di parlare della donna e il giovane Darwin non poté farsi raccontare aneddoti dalla famiglia. Lo psicanalista e psichiatra infantile John Bowlby (1907-1990) ipotizzò che l'assenza dei ricordi materni avrebbe influenzato Darwin per tutto il corso della sua vita, sfociando in gravi disturbi di natura psichica e fisiologica di cui lo stesso studioso raccontò di soffrire, come disturbi gastrici, attacchi di panico, sensazioni di svenimento. All'epoca nessun medico fu in grado di formulare una diagnosi specifica per i suoi sintomi e questo non fece altro che aggravare le preoccupazioni di Darwin, che temeva di soffrire dello stesso male che colpì la madre e di poter trasmettere tale male ai figli.

La morte di Susannah Wedgwood portò grandi cambiamenti a *The Mount*, la casa di Robert Darwin. Le sorelle maggiori si presero in carico non solo la gestione della vita domestica ma anche l'educazione dei fratelli più piccoli. L'istruzione di Charles Darwin venne inizialmente affidata alla sorella maggiore Caroline. A dispetto della fama che lo avrebbe raggiunto in seguito, Darwin non fu subito un eccellente studente. Lui stesso nell'*Autobiografia* racconta i suoi problemi di apprendimento che lo portarono ad essere addirittura più lento della sorella minore Catherine.

Nel 1818, all'età di nove anni, fu ammesso ad una delle scuole più prestigiose della Gran Bretagna, diretta dal Dottor Butler (1774-1839), vescovo anglicano, filologo classico, pedagogista, e bibliofilo inglese. Darwin seguì i corsi classici con scarso entusiasmo, studiando di malavoglia storia e geografia antica, ma nonostante questo i suoi risultati furono abbastanza buoni, collocandolo nella media degli studenti.

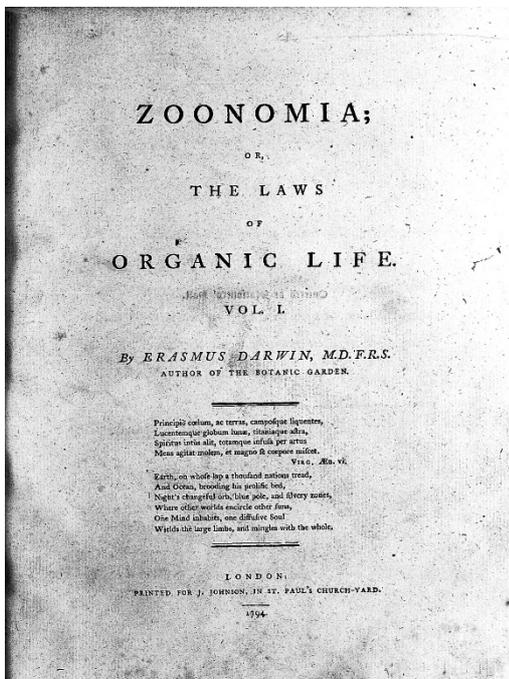
Negli anni successivi Darwin affermò che la tipologia degli studi condotti in tenera età non fu favorevole allo sviluppo della sua mente, arrecandogli più svantaggi che vantaggi. Con l'inizio della scuola iniziò anche un forte interesse per la storia naturale che lo portò a collezionare diverse piante e insetti. Sempre a quel periodo risale l'allestimento di un laboratorio, in una rimessa della casa paterna, in cui Charles e il fratello Erasmus eseguivano piccoli esperimenti di chimica, spesso puzzolenti tanto da valergli a scuola il soprannome di "Gas".



THE MOUNT, CASA PATERNA DI CHARLES DARWIN

Nel 1825 il padre lo iscrisse assieme al fratello Erasmus alla facoltà di medicina di Edimburgo. Poco interessato a diventare medico, il giovane Darwin rivolse i suoi interessi verso la storia naturale (zoologia, meteorologia, geologia, botanica), seguì le letture di ornitologia di Audubon (1785-1851) ed entrò a fare parte della Plinian Natural History Society, un'associazione studentesca in cui circolavano idee radicali e si discuteva di politica

ma anche delle problematiche più varie. Fu in questa società che Darwin espose le sue prime relazioni scientifiche basate su ricerche condotte negli stagni locali.



TRATTATO ZONOMIA DI ERASMUS DARWIN

Nello stesso periodo Darwin conobbe il medico e zoologo Robert Edmond Grant (1793-1874), specialista in anatomia degli invertebrati. Grant conosceva e condivideva le opere di Lamarck (1744-1829) ma apprezzava anche i lavori di Erasmus Darwin, in particolare il trattato *Zoonomia*, ed esercitò una notevole influenza sulla formazione scientifica di Charles. In questi anni Darwin lesse *Zoonomia* e parte del *Système des animaux sans vertèbres* (1801) di Lamarck. Nell'*Autobiografia* Darwin ammise di non essere rimasto coinvolto dalle idee di Lamarck, o dalle teorie analoghe espresse dal nonno nella *Zoonomia*. Leggendo il trattato dell'avo rimase deluso dalla sproporzione tra:

l'ampio sviluppo della parte speculativa e l'esiguità dei fatti citati ad esempio.

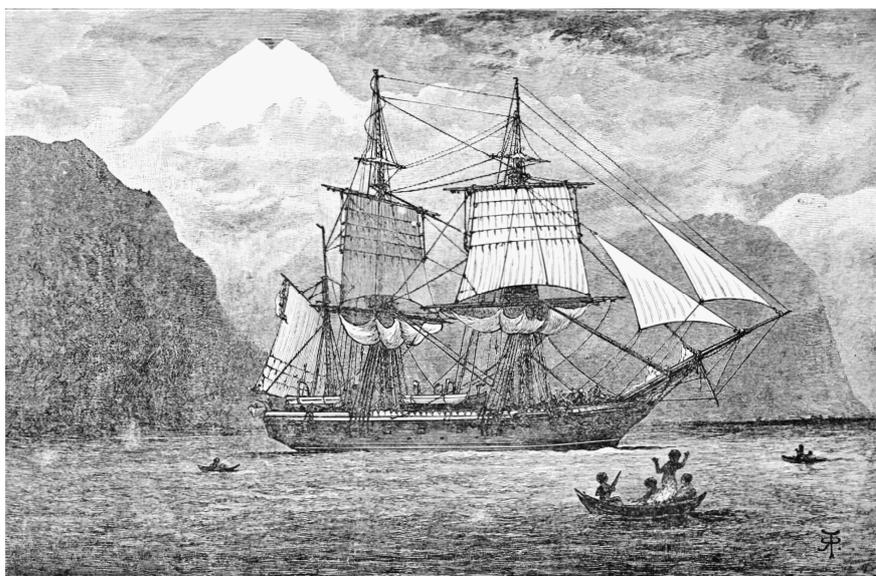
La passione di Darwin per le scienze naturali non si fermò alla sola teoria. Intraprese studi sul campo, imparò le metodologie di raccolta e identificazione dei campioni, apprese come impagliare gli uccelli e entrò in contatto con i fermenti della vita politica e culturale.

A Edimburgo frequentò le lezioni e la pratica clinica, tuttavia, non ritenendo la medicina la sua strada, abbandonò gli studi dopo solo due anni e senza conseguire la laurea. Nell'estate del 1827, dopo un breve viaggio a Parigi, tornò a Shrewsbury dove fu accolto dal disappunto del padre, deluso dal suo fallimento nello studio della medicina e, in seguito, dalla sua nuova attività poiché il giovane Darwin passò l'intera estate dedito alla caccia senza altre occupazioni.

Nel 1828, dopo le vacanze di Natale, il padre lo spedì a Cambridge nella speranza che diventasse pastore evangelico. Come per i precedenti studi anche in questo caso Darwin affermò che furono tre anni di tempo sprecato in cui studiò la matematica, i classici, la filosofia morale e passò parecchi momenti dedicati alla raccolta e alla catalogazione di insetti, attività allora di gran moda che lo avvicinò ulteriormente al mondo che in seguito lo avrebbe catturato. Frequentò anche lezioni non obbligatorie, come quelle di botanica del reverendo John Stevens Henslow (1796-1861). Si diplomò in Teologia e, subito dopo il diploma, nell'estate del 1831, accompagnò il geologo e pastore Adam Sedgwick (1785-1873) in un'escursione in Galles del nord, dove si esercitò sul campo nei rilievi stratigrafici. Gli insegnamenti di Sedgwick iniziarono Darwin alle dinamiche complesse dell'impresa scientifica. Nonostante il rapporto tra i due, Sedgwick non condivise le teorie sull'evoluzione sviluppate da Darwin anni dopo, così come non aveva condiviso la teoria di Chambers (1802-1071) *Testimonianze della storia naturale della creazione* (1844).

Il ventiduenne Darwin, rientrato dalla spedizione in Galles, ricevette, il 29 agosto 1831, la notizia che l'ammiraglio britannico aveva organizzato una spedizione attorno al mondo con il brigantino *Beagle*,

comandato dal capitano Robert Fitzroy. La spedizione aveva già un naturalista a bordo, il reverendo Leonard Jenyns, stimato entomologo. Tuttavia il suo improvviso ritiro lasciò la posizione vacante. Fu Henslow a comunicare al giovane Darwin di averlo caldamente raccomandato al capitano Fitzroy, ritenendolo idoneo ad annotare tutto ciò che ci fosse da descrivere sulla storia naturale e ritenendolo, inoltre, un gentiluomo in grado di ottenere l'approvazione di Fitzroy. Anche l'astronomo



RIPRODUZIONE DEL BEAGLE

Peacock scrisse a Darwin di accettare l'offerta. La spedizione non aveva limiti temporali e il capitano non era disposto a retribuire il naturalista. Tuttavia, essendo un viaggio di natura scientifica, era stato sottolineato a Darwin che il brigantino avrebbe atteso lo studioso tutto il tempo necessario per le sue ricerche naturali.

Robert Darwin fu subito contrario alla partenza del figlio, ritenendo il viaggio l'ennesima occasione di Charles per sottrarsi ai propri doveri e il giovane non poté fare altro che rifiutare il posto offertogli. In cerca di sostegno e conforto si rifugiò a Mear, dallo zio Josiah Wedgwood. Lì gli espose la proposta ricevuta e la vivida opposizione manifestata dal padre nel consentirgli di intraprendere la spedizione. Lo zio scrisse subito una lettera a Robert Darwin rispondendo, punto per punto, a tutte le obiezioni sollevate, dichiarandosi totalmente favorevole alla partenza del nipote. Fu quindi l'intervento di Josiah Wedgwood, che convinse non solo Charles Darwin a ripensare al suo rifiuto ma anche, cosa più importante, a convincere Robert Darwin a permettere al figlio di partire.

Il 2 settembre Darwin si recò prima in diligenza a Cambridge per incontrare Henslow, poi a Londra per conoscere e fare buona impressione al capitano Fitzroy, affinché gli affidasse il ruolo di naturalista di bordo. Il posto fu suo e il 27 Dicembre 1831 il brigantino da guerra *Beagle* salpò dal porto di Plymouth. La spedizione durò quattro anni e nove mesi e il *Beagle* fece ritorno il 2 ottobre del 1836. Durante il lungo viaggio visitò le isole di Capo Verde, le Falkland, la costa del Sud America, le Isole Galàpagos e l'Australia. Tornato in patria Darwin era già famoso grazie alla ricchezza del materiale raccolto, all'accuratezza e all'acutezza delle osservazioni condotte, di cui aveva costantemente informato i suoi corrispondenti, primo fra tutti Henslow, che aveva provveduto a rendere noto il materiale ricevuto. Il 4 ottobre arrivò a Shrewsbury dove fu accolto con somma gioia dal padre e dalle sorelle.

Nel novembre del 1838 chiese alla cugina di primo grado Emma Wedgwood, ricca borghese proveniente da una famiglia di fabbricanti di vasellame, di sposarlo. Il pensiero del matrimonio gli balenava in testa da un po', spinto anche dalla preoccupazione per le sue condizioni di salute. I sintomi che aveva riscontrato durante tutta la sua vita stavano ora diventando sempre più intensi. Questo, unito al ritmo frenetico del lavoro a cui si sottoponeva giornalmente, lo convinse che avere qualcuno che si occupasse di lui fosse la più saggia delle scelte. Anche in questo caso si manifestò lo spirito osservatore e calcolatore dello studioso che, prima di decidersi al matrimonio, stilò due liste, una contenente i pro e una i contro. Vinse la lista dei pro e il matrimonio avvenne il 29 gennaio 1839.

La coppia visse alcuni anni a Londra, dopodiché, poiché la vita di città non era congeniale per lo studioso, nel 1842, si trasferirono nel Kent, a Downe nella Down House.

Ebbero una famiglia numerosa composta da dieci figli di cui tre morirono in tenera età. Le giornate di Darwin trascorrevano tra passeggiate salutari nei dintorni della casa e la stesura di appunti, teorie, osservazioni e trattati, cui dedicava la maggior parte del suo tempo.

Nel 1839 Darwin pubblicò i suoi diari di viaggio con il titolo *Viaggio di un naturalista attorno al mondo* e, grazie alla raccolta di informazioni collezionate durante la spedizione, divenne membro della Royal Society.

Nel 1842 stese il primo abbozzò della sua teoria sull'origine delle specie, pubblicato nel 1859 con il titolo ***L'origine delle specie***. Per tutta la sua vita continuò il lavoro di naturalista pubblicando nuovi trattati ma anche a riprendendo in mano e correggendo quelli già sviluppati. Nel 1870 fu nominato socio d'onore della Società Geografica Italiana, mentre nel 1971 pubblicò *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale*, dove mostrò, grazie all'utilizzo di prove ricavate da numerose fonti, che l'uomo è un animale. In quel testo presentò anche la selezione sessuale, per spiegare alcune caratteristiche del mondo animale. Nel 1878 fu accolto all'interno dell'Académie des Sciences.

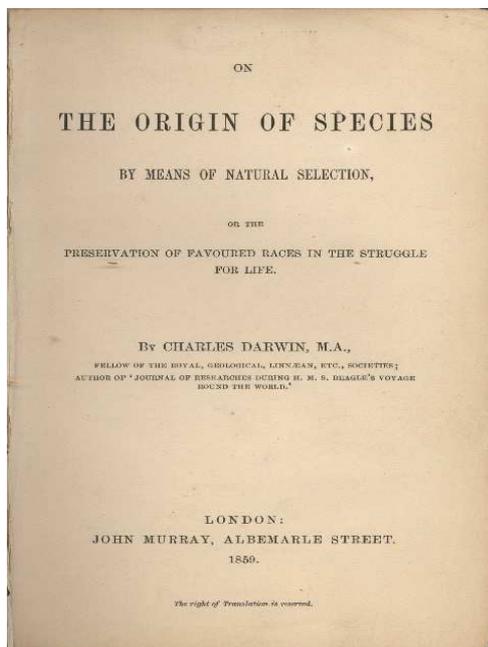
Morì a Downe il 19 aprile 1882 e fu sepolto nell'Abbazia di Westminster, accanto a John Herschel.



DOWN HOUSE, LA CASA DI CHARLES DARWIN

TEORIA DELL'EVOLUZIONE

- **L'origine della Specie**



FRONTESPIZIO *L'ORIGINE DELLA SPECIE*

L'Origine della Specie è forse l'opera più famosa di Charles Darwin, alla quale lo studioso dedicò parecchi anni per la realizzazione, la stesura e la ricerca di solidi esempi che confermassero le sue teorie evolutive, per non cadere nell'errore commesso dai suoi predecessori, le cui teorie, spesso non validate da esempi concreti, suscitarono l'ilarità del mondo accademico. Darwin nel suo trattato non utilizzò mai il termine evoluzione, che comparì solo nella sesta edizione, ma parlò esclusivamente di *discendenza con modificazioni*. Non fu il primo ad esporre teorie evolutive, in opposizione al creazionismo. Prima di lui Jean-Baptiste Lamarck, espose la sua teoria basata sull'adattamento e sull'ereditarietà dei caratteri acquisiti: gli organismi viventi si modificherebbero gradualmente nel tempo adattandosi all'ambiente, l'uso o il non uso di determinati organi porterebbe con il tempo ad un loro potenziamento o ad un'atrofia. Fu appunto l'idea che è l'ambiente ad essere la principale causa del processo evolutivo ad attirare critiche sulla teoria lamarckiana. Darwin dimostrò che l'ambiente entra in

azione in un secondo momento, determinando un vantaggio o uno svantaggio riproduttivo alle varianti delle specie presenti in natura e propose un coerente meccanismo evolutivo: la selezione naturale.

Tornato in Inghilterra dal suo viaggio con il Brigantino Beagle, Darwin analizzò campioni di specie animali e vegetali che aveva raccolto e notò somiglianze tra fossili e specie viventi della stessa area geografica. In più, notò che ogni isola dell'arcipelago delle Galapagos aveva proprie forme di tartarughe e uccelli, differenti tra loro per forma e dieta ma simili in altri aspetti. Nel 1837 gli ornitologi del British Museum informarono il naturalista che le numerose specie di uccelli raccolte alle Galapagos appartenevano tutte alla stessa sottofamiglia all'interno della famiglia Fringillidae. Questo innescò una catena di pensieri che culminarono nella teoria dell'evoluzione per selezione naturale e sessuale. Darwin ipotizzò che, ad esempio, le differenti tartarughe avessero avuto origine da un'unica specie e si fossero diversamente adattate nelle diverse isole.

Iniziò in quel periodo a redigere gli appunti relativi alla sua teoria sull'origine della specie. Consapevole dell'importanza delle sue idee innovative e soprattutto delle reazioni che queste avrebbero suscitato nella comunità, lavorò in gran segreto e con grande passione per raccogliere più prove possibili che validassero la mutabilità delle specie. Nel gennaio del 1842 scrisse un abbozzo di 35 pagine che ottennero il consenso del botanico Joseph Dalton Hooker. La dedizione è la minuzia con cui Darwin si dedicò alla stesura del suo trattato rasentavano il perfezionismo. Dovette arrivare una spinta esterna perché si decidesse a concretizzare la sua opera e a prepararla per la pubblicazione. Nella primavera del 1856 Charles Lyell comunicò a Darwin che gli era stato recapitato uno scritto introduttivo sulle specie di Alfred Russel Wallace, un naturalista che lavorava nel Borneo, e gli suggerì caldamente di presentare la sua teoria. Lo studioso accolse il consiglio e si mise prontamente all'opera e nel 1858 i lavori di Darwin e Wallace furono presentati alla Linnean Society.

L'Origine della Specie fu pubblicata il 24 novembre 1859. La prima edizione, in 1250 copie, andò esaurita il primo giorno.

La teoria sull'evoluzione di Darwin si basa su cinque osservazioni fondamentali da cui ha tratto le sue conclusioni.

Darwin notò la grande fertilità delle specie e la numerosità della loro discendenza che può raggiungere lo stadio adulto. Sebbene ogni individuo abbia una prole numerosa, le dimensioni della popolazione non cambiano, oscillando solo lievemente. Considerando che il cibo non è illimitato e che tuttavia rimane anch'esso costante nel tempo, Darwin ipotizzò che ci fosse una lotta per la sopravvivenza tra gli individui di un determinato territorio.

Due individui che si riproducono sessualmente generano una prole con caratteristiche variabili e mai identiche. In una popolazione naturale c'è grande abbondanza di variabilità che la prole eredita dai genitori. Da queste osservazioni deriva l'idea di Darwin secondo cui: in un mondo di popolazioni stabili, dove ogni individuo deve lottare per la sopravvivenza, individui con le caratteristiche migliori avranno una maggiore possibilità di sopravvivere e così di trasmettere i fattori favorevoli ai loro figli. Dopo alcune generazioni nella popolazione saranno dominanti le caratteristiche vantaggiose. Darwin chiamò questo meccanismo: **Selezione Naturale**.

La selezione naturale non solo permette la sopravvivenza del più adatto ma, perdurando nel tempo, può portare al formarsi di nuove specie, partendo da quelle già esistenti. A testimonianza di quanto affermava, il naturalista, produsse numerosi esempi e sostenne che i fossili potessero essere interpretati come un archivio storico della mutevolezza delle specie, derivanti tutte da un comune progenitore.

- **L'Evoluzione**

Numerose sono le testimonianze di organismi, animali e vegetali, che si sono evoluti nel corso dei millenni, cioè si sono modificati gradualmente fino ad arrivare ad assumere aspetti, caratteristiche e funzioni diverse dai loro antenati. L'evoluzione porta organismi appartenenti ad una specie a differenziarsi talmente tanto dai loro simili al punto tale da essere considerato una specie diversa.

Come detto precedentemente Darwin aveva notato che nella numerosa prole di una specie non tutti i figli erano uguali ai genitori, ma possedevano caratteristiche differenti e alcune di queste potevano avvantaggiarli o svantaggiarli. Se li svantaggiavano i piccoli morivano precocemente, se li avvantaggiavano avevano più possibilità di riprodursi dei fratelli.

La possibilità di evolversi è condizionata dalla presenza di queste differenze tra i nuovi nati all'interno della popolazione di una specie. Se non ci fossero variazioni e l'ambiente in cui questi esseri vivono mutasse non ci sarebbero sopravvissuti. Invece se l'ambiente muta ma non tutti coloro che lo abitano sono uguali, quelli più adatti sopravvivono.

È il concetto di selezione naturale: in natura sopravvive solo il più adatto, quello con le caratteristiche fisiche e istintive migliori.

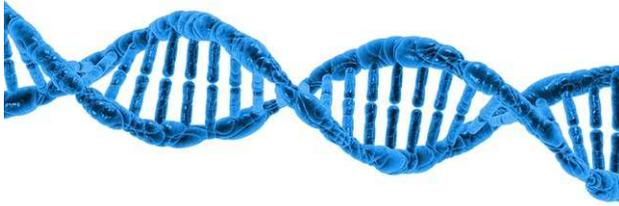
Un esempio di quanto detto è rappresentato dalla *Biston betularia*, la farfalla punteggiata delle betulle. Questa farfalla notturna di solito si posa sui tronchi degli alberi coperti dai licheni. Generalmente è bianca ma alcuni individui nascono neri. Nella prima metà dell'Ottocento, in Inghilterra, la rivoluzione industriale aumentò le particelle di fuliggine presenti nell'aria, che si depositavano sui tronchi degli alberi, rendendoli scuri. Quando le farfalle bianche si posavano sui tronchi venivano facilmente uccise dagli uccelli, mentre le loro sorelle scure riuscivano a mimetizzarsi. In quegli anni, quindi, la selezione naturale agì favorendo lo sviluppo delle farfalle scure, che sopravvivevano e si riproducevano. La popolazione di quel periodo divenne quasi totalmente nera, con solo pochi individui bianchi.

Darwin non conosceva il DNA e le mutazioni come le basi all'origine della variabilità della prole da lui osservata, così come non conosceva i meccanismi e le leggi di ereditarietà dei caratteri, proposte poi anni dopo da Mendel, né offriva una propria spiegazione. Nonostante questo la sua teoria è stata confermata nel corso degli anni dalle nuove scoperte biologiche e molecolari.

La scoperta del DNA e dei meccanismi che ne permettono la fedele replicazione, ha permesso di capire come fanno, generazione dopo generazione, a nascere individui con caratteristiche simili e in alcuni casi prevedibili. Il DNA è un contenitore che racchiude tutte le informazioni necessarie alla vita dell'individuo, informazioni che i genitori trasmetteranno ai figli. Se una delle informazioni contenute al suo interno viene modificata allora anche il figlio otterrà delle informazioni modificate. Ad esempio, se sul DNA la sezione su cui viene indicato il colore del pelo, viene trascritta con degli errori può essere che il pelo invece di essere bianco diventi nero. Il figlio, quindi, riceverà dal genitore un DNA modificato che gli consentirà di avere il pelo nero. Se questo succedesse in un animale artico, molto probabilmente la mutazione sarebbe sfavorevole. Ma se succedesse in un animale artico, in un periodo di riscaldamento climatico, con grandi porzioni di terreno non più ricoperto dalla neve allora la mutazione giocherebbe a suo favore.

✓ DNA e mutazioni

Il DNA (acronimo per Acido Desossiribonucleico, Deoxyribonucleic Acid) è una molecola che contiene tutte le informazioni necessarie alla crescita, allo sviluppo, alla riproduzione di ogni organismo vivente.



FILAMENTO DI DNA

Il DNA è formato da una ripetizione di unità fondamentali, i nucleotidi. Questi sono composti, oltre che da un gruppo fosfato e da uno zucchero, da una base azotata. Esistono quattro tipi di basi azotate (Adenina, Timina, Citosina e Guanina), a seconda del modo in cui vengono posizionate sul DNA portano una diversa informazione. Il DNA in natura non è quasi mai presente come singolo filamento ma come una coppia di filamenti saldamente associati tra di loro a formare una doppia elica. All'interno della doppia elica la base azotata di un filamento instaura legami ad idrogeno

con la corrispettiva base azotata corrispondente del filamento opposto. L'Adenina può creare un legame solo con la Timina, mentre la Citosina può legarsi solo con la Guanina.

Il solo DNA, però, non basta. Affinché le informazioni in esso contenute possano essere utilizzate devono essere tradotte nelle proteine, che andranno poi a svolgere tutte le funzioni indicate dal materiale genetico. Alla traduzione si arriva con un passaggio intermedio, la trascrizione. Il filamento di DNA deve essere trascritto in RNA (Acido Ribonucleico), in questo modo l'RNA può essere letto da specifiche macchine organiche, i ribosomi, che lo traducono nelle proteine.

Le proteine sono composte da catene di 20 diversi tipi di amminoacidi. Per trascrivere l'RNA nelle proteine è fondamentale avere una chiave di lettura: ad ogni tre sequenze di basi azotate dell'RNA corrisponde un amminoacido. Ad esempio se sull'RNA troviamo la sequenza TTTCGGTAT i ribosomi la tradurranno nella sequenza proteica fenilalanina-arginina-triptofano. Si possono formare 64 triplette diverse. Poiché gli amminoacidi sono solo 20, lo stesso amminoacido può corrispondere a più triplette, mentre altre sono dette codoni di STOP perché dicono al ribosoma che deve fermare la traduzione.

I processi di replicazione del DNA (cioè quando da una copia del DNA se ne formano due, che andranno in due cellule), di trascrizione e di traduzione sono molto delicati, un errore in uno di questi può avere conseguenze gravi sull'individuo. Per questo le cellule hanno dei meccanismi che minimizzano i possibili errori.

A volte, tuttavia, succede che un errore non viene riparato e viene trasmesso alle altre cellule. Se l'errore viene trasmesso a cellule chiamate somatiche, quelle che formano il corpo, non viene ereditato. Se l'errore viene trasmesso a cellule gametiche, che daranno vita ad un nuovo individuo, l'errore può essere ereditato dalla prole.

Questi errori vengono chiamati mutazioni che possono essere spontanee ed avvenire per un errore del processo di duplicazione e di correzione, o possono essere indotte. Le mutazioni spontanee sono le più rare ma le più importanti nei processi evolutivi. Le mutazioni indotte sono causate da agenti chimici o fisici che vengono chiamati agenti mutageni.

Le mutazioni possono essere:

- Puntiformi, quando viene sostituita una base azotata con un'altra, ad esempio una Guanina con una Timina. Potrebbe sembrare un errore da niente ma, come detto prima, ogni tre nucleotidi si ha un amminoacido. Se si ha una sostituzione di una sola base azotata la tripletta potrebbe indicare un amminoacido diverso che porterebbe ad un errore nella proteina, o potrebbe indicare un codone di STOP così che la proteina non si interromperebbe prima del dovuto.
- Ripetizioni di brevi tratti del DNA:

Nella catena del DNA ci sono delle porzioni chiamate geni, che contengono le informazioni per la costruzione di una o più proteine, e delle porzioni invece che hanno funzione differente ma che non vengono tradotte in proteine. Quando una mutazione cade all'interno di un gene può avvenire che le proteine che devono essere prodotte contengano degli errori che non permettono la loro corretta funzione. Se invece la mutazione avviene all'esterno del gene può non portare gravi conseguenze.

Le mutazioni indotte sono causate da agenti mutageni e possono essere previste in quanto un agente mutageno ha una determinata specificità per un diverso tipo di mutazione. Alcuni agenti chimici si sostituiscono a una base azotata causando errori nell'appaiamento delle basi. Altre sostanze aggiungono ad una base gruppi chimici che contribuiscono anch'essi all'appaiamento scorretto delle basi. Altre sostanze ancora provocano l'aggiunta o la perdita di basi azotate.

Alcuni studi genetici vengono condotti inducendo mutazioni. Si sottopone un organismo ad una sostanza mutagena e poi si studiano gli individui che hanno una mutazione per il carattere che si vuole studiare. È così possibile associare ad un gene mutato la sua funzione.

Grazie alle mutazioni, seppure rare, in una popolazione è presente una grande variabilità di caratteri. Alcuni sono rari e solo una minima percentuale della popolazione li manifesta. Ma, come osservato nell'esempio della *Biston betularia*, se cambiano le condizioni ambientali alcuni caratteri presenti in pochi individui della popolazione diventano dominanti.

✓ **Speciazione**

La speciazione è un processo evolutivo grazie al quale si formano nuove specie ed avviene in seguito alla selezione naturale o alla deriva genetica. Si possono distinguere quattro diversi tipi di speciazione a seconda del livello in cui le popolazioni si sono isolate le une dalle altre. Si tratta della speciazione **allopatrica**, **parapatrica**, **peripatrica** e **simpatrica**.

Quando due popolazioni sono separate da una barriera geografica (montagne, deserti, mari) può avvenire la speciazione allopatrica. Le condizioni ambientali delle due aree geografiche favoriscono cambiamenti nella popolazione e se l'isolamento continua per un lungo periodo di tempo le due popolazioni non saranno più in grado di riprodursi tra di loro, dando vita a due diverse specie. I fringuelli delle isole Galapagos (conosciuti come i fringuelli di Darwin) sono un esempio di **speciazione allopatrica**.

Se la popolazione non è totalmente isolata geograficamente ma le migrazioni tra le popolazioni sono limitate a causa delle diverse condizioni ambientali possiamo avere una **speciazione parapatrica**.

Se una piccola parte della popolazione migra in una nuova area, ad esempio un'isola, si può avere **speciazione peripatrica** (o effetti del fondatore).

Quando invece due popolazioni non separate da barriere geografiche si evolvono in specie distinte si ha **speciazione simpatica**.

- **Selezione artificiale**

Per spiegare la Selezione Naturale Darwin fa un'analogia con la selezione artificiale, praticata dall'uomo da secoli. La selezione artificiale agisce sulle caratteristiche esterne di una specie, il fenotipo. Gli allevatori scelgono individui con determinate caratteristiche fisiche e li fanno riprodurre tra di loro. In questo modo non è l'ambiente che determina quale animale avrà maggiori probabilità di sopravvivenza e quindi quali caratteristiche saranno maggiormente presenti nella popolazione. Lo stabilisce l'uomo. Nel suo trattato Darwin spiega la selezione artificiale del colombo. Dal Colombo terraiolo (*Columba livia*) gli allevatori hanno selezionato tutte le razze di colombi conosciute, sfruttando determinate caratteristiche fisiche dell'animale.

- ✓ **La selezione artificiale del cane**

Charles Darwin, parlando della selezione artificiale, tra i vari esempi accenna a quello del cane.

D'altronde, quando si cerca di pesare il valore delle differenze di struttura che distinguono le nostre razze domestiche di una medesima specie, ci perdiamo tosto nel dubbio se siano provenute da una sola o da parecchie madri-specie. Questo problema, ove potesse risolversi, presenterebbe il massimo interesse. Se, per esempio, potesse provarsi che il levriere, il bracco, il bassotto, lo spagnuolo e l'alano, le razze dei quali si propagano tanto pure, sono i discendenti di una specie unica; simili fatti avrebbero molto peso per farci dubitare della immutabilità di moltissime specie selvagge strettamente affini, come, ad esempio, delle numerose razze di volpi che abitano in diversi punti del globo. Non credo, e in breve ne vedremo la ragione, che tutte le differenze constatate fra le varie razze de' nostri cani siano state prodotte allo stato di domesticità; al contrario ritengo che una parte di queste differenze sia dovuta alla provenienza delle nostre razze canine da specie distinte. Rispetto poi ad altri animali domestici abbiamo delle presunzioni od una grande evidenza per opinare che tutte le varietà da noi possedute derivino da un solo tipo selvaggio.

Il cane può essere considerato il primo animale, se non organismo, domesticato e selezionato attivamente dall'uomo.

Darwin nel suo trattato afferma che il cane ha avuto origine da diverse specie animali e questo spiegherebbe la grande diversità di forme tra le varie razze.

Se si considera la grande varietà di razze canine esistenti al mondo, dal chihuahua al molosso, sarebbe incredibile pensare che tutte abbiano avuto un antenato comune.

L'origine del cane e la sua discendenza è un argomento che ha interessato i ricercatori per diversi anni e che li affascina tuttora. La prima domanda che sorge spontanea, e che già Darwin si era posto, è: ma i cani sono veramente derivati tutti da un'unica specie o sono il risultato di selezioni di diverse specie avvenute in diversi momenti nella storia?

I ricercatori hanno lavorato anni per dare una risposta a questo quesito e sono giunti alla conclusione che tutte le razze canine discendono da un antenato comune: il lupo. Ma quale lupo? Si è sempre pensato che l'antenato più probabile di tutte le razze canine il lupo grigio. Tuttavia studi più recenti hanno proposto uno scenario differente: i cani e il lupo grigio sarebbero unità tassonomiche sorelle, originatesi cioè entrambi da un lupo antico sconosciuto e estintosi prima della rivoluzione agricola.

Gli archeozoologi hanno individuato numerosi resti fossili di canidi che possono risalire alle prime domesticazioni. Questi reperti indicano non solo che il cane è il primo organismo che è stato domesticato dall'uomo, ma soprattutto che l'uomo ha iniziato ad addomesticare e selezionare i cani ancora prima di diventare una popolazione stazionaria. I resti fossili, infatti, indicano che i primi cani risalgono agli anni



LUPO GRIGIO DELLA SCANDINAVIA

precedenti l'avvento dell'agricoltura, quando gli uomini erano ancora cacciatori-raccoglitori. Le osservazioni degli archeozoologi sono state testate mediante analisi genetiche e, sebbene alcuni rigettino questa teoria, facendo risalire la domesticazione del cane quando le popolazioni umane erano già passate da una sussistenza basata sulla caccia-raccolta ad una basata sulla coltivazione-allevamento, studi più recenti hanno dimostrato che la teoria degli archeozoologi potrebbe essere quella più corretta. I primi cani sarebbero stati domesticati circa 18-32 mila anni fa in Europa.

Su come sia avvenuta la domesticazione, invece, si possono fare solo supposizioni. È possibile che un gruppo di lupi sia stato introdotto all'interno di un accampamento di umani, instaurando così una stretta relazione. Probabilmente iniziarono così i primi processi di selezione artificiale in cui gli uomini iniziarono a selezionare tra i lupi gli individui che avevano le caratteristiche più adatte ai bisogni dell'uomo, come ad esempio docilità, bassa aggressività, minima distanza di fuga, minore paura, alta tolleranza agli stress e così via. Con il passare del tempo, queste scelte iniziarono a portare differenze anatomiche e comportamentali tra cani e lupi come il muso del cane più corto, i canini più piccoli, i denti più fitti ma anche una maggiore docilità e sottomissione. I cani persero alcune delle caratteristiche dei lupi che gli permettono di vivere nell'ambiente selvatico come le raffinate capacità sensoriali. Più lupi e cani si differenziavano più ci si avvicinava all'attuale sottospecie del cane il *Canis lupus familiaris* che tuttavia è ancora in grado di accoppiarsi con il lupo.



CANE

I resti più antichi di cane risalgono al 14000 a.C. e provengono dal sito di Oberkassel in Germania. I siti tedeschi risalgono al paleolitico, quando la strategia di caccia si modificò da una caccia per contatto ad una caccia a distanza, con l'utilizzo di strumenti come lanche e frecce con punte di pietra. Fu in questo periodo, probabilmente, che i cani assunsero un ruolo importante nelle dinamiche di caccia. Testimone di questo sono i numerosi siti di sepoltura dell'epoca in cui sono stati ritrovati cani, sepolti con tutti gli onori, segno di un forte legame con il cacciatore.

I cacciatori-raccoglitori di un sito in Danimarca di 8000 anni fa avevano cani di tre taglie, forse selezionati per compiti specifici. Il ruolo di quelli di piccola taglia è tuttora sconosciuto ma quelli di taglia media avevano la

corporatura di cani da caccia mentre quelli di taglia grande erano probabilmente utilizzati per trasportare oggetti pesanti.

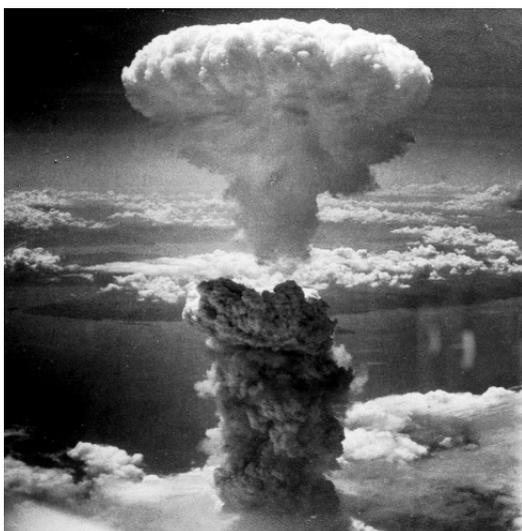
Con la rivoluzione agricola il cane perde importanza, come testimoniano anche le diminuzioni delle sepolture ritrovate. La sua utilità aumenta leggermente con la pastorizia, quando vengono selezionati alcuni individui per diventare cani pastori e badare al bestiame e difenderlo dall'attacco dei predatori.

CAPITOLO 2

DISASTRI NUCLEARI

Le mutazioni, base dell'evoluzione, sono lente e graduali. Possono tuttavia presentarsi fenomeni eccezionali che portano ad un loro vertiginoso aumento, in un lasso di tempo ridotto. È il caso delle contaminazioni radioattive causate dall'uomo ad esempio con le bombe atomiche o gli incidenti nucleari. Da tali incidenti, narrativa e cinema trarranno spunto per originare mostri e supereroi.

LE BOMBE ATOMICHE



FUNGO ATOMICO OSSERVATO A NAGASAKY DOPO IL LANCIO DELLA BOMBA

La prima bomba atomica fu sviluppata dagli Stati Uniti, con l'assistenza militare e scientifica del regno Unito e del Canada. Il primo test nucleare, *Trinity*, si svolse il 16 luglio 1945 ad Alamogordo, nel New Messico, dove fu fatta esplodere *The Gadget*, una bomba di prova. Successivamente il presidente degli Stati Uniti d'America, Harry Truman, decise di utilizzare la nuova bomba contro il Giappone. Il 6 agosto 1945, alle 8:15 del mattino circa, l'Aeronautica militare statunitense sganciò la bomba atomica *Little Boy*, sulla città giapponese di Hiroshima. Tre giorni dopo venne lanciata *Fat Man* su Nagasaki. Morirono circa 100-200 000 persone, quasi esclusivamente civili.

Le radiazioni sprigionate dalla bomba atomica furono tossiche e parte di coloro che non morì immediatamente per l'enorme impatto di calore morì poco dopo per le ingenti mutazioni subite dal loro DNA. Anche chi sopravvisse alla catastrofe riportò modificazioni e cambiamenti perenni, spesso

ereditabili da figli e nipoti. Un esempio è l'aumento delle mutazioni in determinati loci da parte dei figli di persone esposte alle radiazioni nelle zone limitrofe a Hiroshima e Nagasaki. Le mutazioni sono state ereditate indirettamente dai neonati, anche se questi non sono stati direttamente esposti alle radiazioni. Altra conseguenza delle esplosioni delle bombe atomiche, rilevabile anche a distanza di anni, fu l'aumento dei casi di leucemia e della frequenza delle aberrazioni cromosomiche all'interno dei linfociti. Anche il sistema sanguigno MNS, presente negli individui affianco del sistema ABO, subì delle modifiche, soprattutto per cambiamenti nella frequenza di comparsa dei gruppi M ed N all'interno della popolazione.

CHERNOBYL

Il disastro di Chernobyl avvenne il 26 aprile del 1986, all'1:23 circa, presso la centrale nucleare di V.I. Lenin, nell'Ucraina settentrionale, a 3 km dalla città di Prypj'jat' e 18 km da quella di Černobyl', 16 km a sud del confine con la Bielorussia. Le cause che portarono all'incidente furono diverse, da gravi mancanze da parte del personale tecnico e dirigente a problemi della struttura e della progettazione dell'impianto ad un'errata gestione economica e amministrativa. Nel test sulla sicurezza non furono rispettate tutte le norme di sicurezza e potenza e temperatura del nocciolo del reattore 4 furono bruscamente aumentate portando alla rottura delle tubazioni del sistema di raffreddamento del reattore e alla successiva esplosione. Dal reattore uscì una nuvola di materiale radioattivo che investì le aree attorno alla centrale, contaminandole pesantemente e rendendo necessaria l'evacuazione. Le nubi radioattive non rimasero confinate nel

perimetro immediatamente adiacente alla centrale ma raggiunsero l'Europa orientale, la Finlandia e la Scandinavia con livelli di contaminazione via via minori, toccando anche l'Italia, la Francia, la Germania, la Svizzera, l'Austria e i Balcani, fino a porzioni della costa orientale del Nord America. In un rapporto redatto da agenzie dell'ONU si contano 65 morti accertati e più di 4000 casi di tumore della tiroide tra individui che al momento del disastro avevano tra 0 e 18 anni. La maggior parte dei problemi registrati è attribuibile alle radiazioni.



CERNOBYL

L'incidente di Chernobyl è stato il più grave incidente mai verificatosi in una centrale nucleare, classificato come catastrofico, affiancato nel marzo del 2011 dall'incidente avvenuto nella centrale nucleare di Fukushima Dai-ichi a seguito del terremoto e maremoto del Tōhoku.

L'incidente di Chernobyl, a causa della fuoriuscita nell'ambiente di sostanze radioattive, trasportate anche a grandi distanze dalle correnti atmosferiche, ha causato gravi problemi alla salute degli esseri viventi, incidendo sul DNA e causandone modifiche non così frequentemente presenti in natura.

Sebbene non ci siano sperimentazioni umane che confermino i danni da radiazioni ionizzanti e che gli unici dati risalgono agli esperimenti condotti sui topi, si è osservato che nelle popolazioni circostanti l'area

Locus: plurale **loci**. Posizione di una sequenza di DNA all'interno di un cromosoma

Microsatelliti: brevi sequenze di DNA ripetute più volte

dell'incidente nucleare sono aumentati i tassi di mutazione di alcuni tratti di DNA, i loci minisatellitari, riconducibili alle radiazioni. I membri del team addetto alla pulizia dei reattori, *liquidator*, furono quelli maggiormente esposti alle radiazioni, in forme acute o croniche. In alcune cellule del sangue, i linfociti, degli uomini esposti alle radiazioni si sono osservate aberrazioni cromosomiche, cioè errori nella corretta disgiunzione dei cromosomi durante la divisione cellulare. In seguito all'esposizione

radioattiva, un gran numero di mutazioni sono avvenute nella linea germinale di questi individui che le hanno poi trasmesse ai figli. L'esposizione a sostanze radioattive riduce i livelli di antiossidanti, come carotenoidi e vitamine A ed E, presenti in un organismo. Gli antiossidanti sono importanti perché vengono utilizzati per la protezione dei danni del DNA causati dai radicali liberi. Una loro riduzione può aumentare i livelli di mutazione nelle aree soggette alla radioattività, così come è avvenuto in esemplari di rondine (*Hirundo rustica*) nelle zone contaminate attorno a Chernobyl, in cui alti tassi di mutazione presenti negli spermatozoi erano legati alla diminuzione di antiossidanti. Le radiazioni colpiscono anche i caratteri sessuali secondari, molto sensibili alle mutazioni poiché la loro espressione è influenzata da più vie metaboliche. Ad esempio, confrontando le rondini che vivono in un'area sana con quelle che native delle zone contaminate attorno a Chernobyl, il successo riproduttivo dei maschi era maggiore nel primo caso. Anche i vegetali, oltre che gli animali, hanno subito mutazioni genetiche importanti. Le piante di grano coltivate nei territori contaminati dalle radiazioni hanno mostrato un considerevole aumento delle mutazioni, maggiore a quello che ci si aspetta in un ambiente non contaminato.

L'eredità di Chernobyl non è stata però solo mutazioni invisibili di singoli loci. Dal disastro ad oggi si è visto un aumento dell'incidenza dei tumori alla tiroide, di leucemia, di nascite premature e delle malformazioni dovute a mutazioni genetiche, delle patologie cardio-vascolari, degli organi sensoriali, delle ossa, dei muscoli, del sistema nervoso, tutte manifestazioni palesi e visibili dei gravi danni che l'avvelenamento nucleare ha arrecato agli esseri viventi.

CAPITOLO 3

FILM E MUTANTI: EVOLUZIONE?

L'idea che l'uomo possa agire direttamente sulle specie, selezionandole, modificandole, creando qualcosa di nuovo ha sempre affascinato. Dopo la scoperta delle mutazioni causate da agenti chimici, dalle radiazioni o dalla bomba atomica, spesso letali, ci si è chiesto cosa potrebbe accadere manipolando il materiale genetico di un essere vivente. Nelle trasposizioni cinematografiche, così come in letteratura, raramente l'evoluzione è graduale. Le mutazioni avvengono improvvisamente e il cambiamento subito dall'organismo è repentino, senza passare per stadi intermedi. La sopravvivenza del più adatto e la selezione naturale sono spesso trascurate. Semplicemente l'organismo muta e mutando acquisisce nuove caratteristiche che lo trasformano in un supereroe o in un mostro. Le categorie di film trattanti l'argomento sono molte. Di seguito ne sono state prese in considerazione alcune.

LA NASCITA DEI SUPEREROI

L'idea delle mutazioni che possono causare qualcosa di innovativo, qualcosa di superiore è entrata ormai da decenni nella letteratura e nella fumettistica. Famosi sono i supereroi nati della casa editrice Marvel e della DC Comics. I fumetti sono approdati sul grande schermo, in film che hanno riscontrato più o meno successo.

Nel 1990 approdò in televisione il supereroe **Flash**, di Robert Iscove, tratto dall'omonimo fumetto della DC Comics creato da Gardner Fox e Harry Lampert. Barry Allen, tecnico della polizia scientifica di Central City, viene colpito da un fulmine ed entra in contatto con le numerose sostanze chimiche presenti in laboratorio. Invece di morire per la scarica elettrica o per l'intossicazione chimica Barry acquisisce un'insolita velocità.

«347 miglia all'ora?»

«E questo prima che si rompesse. Forse non è la velocità massima»

«Che cosa mi sta succedendo?»

«Tutti i sistemi elettrochimici accelerati, le sinapsi dei verbi... le onde cerebrali. Anche quando è a riposo. I tessuti muscolari e ossei si modificano per mantenere il passo.»

(Barry Allen- Dott.ssa Tina McGee)

La velocità di Barry è tale da poter superare il muro del suono. Il suo corpo si adatta gradualmente al cambiamento che ha subito ma la velocità a cui lavorano ora le sue cellule richiede un maggior apporto energetico, spingendolo a mangiare di più. Le nuove capacità acquisite gli permettono di assumere i panni del supereroe mascherato Flash.

Nel 2000 debuttarono al cinema gli **X-man**, in un film diretto da Bryan Singer e basato sull'omonima serie a fumetti edita dalla Marvel Comics, creata nel 1963 dallo scrittore Stan Lee e dal disegnatore Jack Kirby.

«La mutazione è la chiave della nostra evoluzione. Ci ha consentito di evolverci da organismi monocellulari a specie dominante sul pianeta. Questo processo è lento e normalmente richiede migliaia e migliaia di anni.

Ma ogni qualche centinaio di millenni l'evoluzione fa un balzo in avanti.»

(Professor Xavier)

Il film si apre con le parole del Professor Xavier, il fondatore del gruppo degli X-Men, che ha come principio l'esistenza pacifica tra i mutanti e gli esseri umani. Tra la popolazione mondiale, ci sono individui che hanno dei geni diversi, mutati, che gli conferiscono capacità straordinarie, come la telepatia di Xavier, l'immortalità

di Wolverine, la capacità di sparare laser dagli occhi di Ciclope o di creare ghiaccio dal nulla di Bobby. Di norma tali capacità si manifestano durante l'adolescenza e sono trasmesse dal padre. Giovani ragazzi che prima conducevano una vita normale si ritrovano ad avere poteri che non sempre sanno gestire, in un mondo che vede i mutanti come dei nemici. Le mutazioni presenti nella società non sono repentine, ma gradualmente, avvenute nei millenni e interessano solo una piccola parte della popolazione.

Mentre il governo vuole far approvare una legge per la registrazione dei mutanti, il Professor Xavier dirige una scuola per giovani dotati, rifugio per tutti i reietti della società. Lo stesso professore afferma che l'anonimato è la prima difesa di un mutante. Non tutti però accettano di nascondersi e questo porta ad una vera e propria guerra civile. Da un lato gli umani dall'altro i mutanti, in una lotta per la sopravvivenza.

Nella società i geni mutanti sono naturalmente presenti, non sono stati modificati da incidenti nucleari o da esposizioni a sostanze radioattive. Tuttavia non è assente la brama di sperimentare e di trasformare una razza in un'altra, modificandone il corredo genetico. Da una parte si trova la volontà di alcuni mutanti di rendere simile a loro tutto il genere umano, dall'altra il desiderio umano di trovare una cura per le "aberrazioni" dei mutanti.

Poiché la maggior parte dell'umanità disprezza e teme i mutanti, Erich Lehnsherr, alias Magneto, crea una macchina in grado di trasformare gli esseri umani in mutanti, in modo che tutti sappiano cosa voglia dire essere temuti, emarginati e dover vivere nascosti. La mutazione indotta dalla macchina però è temporanea e viene rapidamente rigettata dal corpo umano, causando la morte del soggetto. Di contro se Magneto vuole annientare l'umanità per la supremazia della razza mutante, scienziati umani stanno sperimentando una cura che tolga i poteri, utilizzando il DNA di Jimmy, un bambino mutante con la capacità di bloccare le capacità speciali di qualunque suo simile gli si avvicini. Nelle scene finali del terzo film, però, sembra che la cura sia solo temporanea. Sarà in grado l'uomo di fermare l'evoluzione iniziata dalla natura? Probabilmente no.

Diverso è quanto accade in *Spiderman*, film del 2002, diretto da Sam Raimi, basato sull'omonimo fumetto della Marvel Comics, scritto da Stan Lee e illustrato da Steve Ditko nel 1962. In questo caso non esiste nessuna mutazione naturale presente nella popolazione. Il giovane Peter Parker, in gita scolastica in un laboratorio di ingegneria genetica, viene morso da un ragno. E qui tutto normale se non fosse che il ragno in questione era un ragno geneticamente modificato il cui DNA contiene informazioni di tre ragni tra cui il ragno delena (famiglia Sparassidi) e il ragno dalla tela a rete (famiglia Filistatidi). Lo scopo delle sperimentazioni genetiche era quello di prendere le caratteristiche di tre delle trentaduemila specie di ragni appartenenti al mondo degli araneidi e creare, mediante RNA ricombinante sintetico, dei super ragni. Quello che nessuno poteva prevedere, però, era che il morso del ragno potesse portare delle mutazioni genetiche anche nei soggetti umani. Il DNA ricombinato del ragno si è combinato con quello umano e Peter Parker si ritrova così, dopo un solo morso, con capacità straordinarie, sensi super sviluppati, riflessi ampliati e ragnatele che escono dai polsi.

In contemporanea, nelle industrie Osborn si cerca di creare un incrementatore di prestazioni per uso militare. La sperimentazione animale non ha dato tutti i risultati sperati, aumentando la forza della cavia dell'800% ma in alcuni casi portando anche effetti collaterali come violenza, aggressività e insania, rendendo necessario tornare allo stadio di progettazione. Il Dottor Osborn rischiando di perdere gli stanziamenti per il suo lavoro, decide di provare il siero su se stesso. Come sulla cavia anche su di lui il siero ha effetti collaterali negativi. Non subisce un aumento delle prestazioni fisiche ma si trasforma in un essere crudele e violento: Goblin.

Si osserva il contrasto tra una mutazione avvenuta casualmente, che porta ad un incremento delle prestazioni, e una voluta che ha l'effetto opposto. Inevitabile sarà lo scontro tra l'eroe e il cattivo.

Nel remake del 2012, *The amazing spiderman*, di Marc Webb, Peter Parker viene morso da un ragno geneticamente modificato, durante una visita alle industrie Oscorp. A differenza della trasposizione cinematografica del 2002, Peter Parker acquista capacità speciali, sensi super sviluppati ma non è in grado di

produrre autonomamente ragnatele senza l'utilizzo di un oggetto di sua invenzione che spara particolari tele super resistenti. Il dottor Connor, genetista che si occupa della genetica dell'incrocio tra specie (cioè l'unione di DNA appartenenti a specie diverse), sta cercando di trovare una cura per la malattia terminale del Dottor Obscorp.

«Una persona si ammala di Parkinson quando le cellule cerebrali che producono dopamina cominciano a morire. Però un pesce zebra ha la capacità di rigenerare le cellule a comando. Se lei riuscisse a dare questa capacità alla donna di cui parlava, riuscirebbe a curarsi da sola.»

(Peter Parker al Dott. Connor)

La domanda che si fa il Dottor Connor è sulla dominanza della specie innestata, cioè se e come il DNA estraneo prevarrà o meno su quello dell'ospite e quali saranno i possibili effetti collaterali. Nessuna delle cavie su cui sono stati condotti gli esperimenti è mai sopravvissuta per dare una risposta. La capacità rigenerativa del DNA della lucertola viene testata su Freddy, un topo a tre zampe. La sperimentazione non è ancora terminata e lungi dall'essere pronta per i test umani, nonostante questo le pressioni esercitate dai piani alti delle industrie Obscorp convincono lo scienziato a provare il siero su di sé. Il DNA della lucertola si integra con quello dell'ospite umano, prendendo il sopravvento. Il Dottor Connor assume le capacità rigenerative della lucertola ma anche il suo aspetto, diventando un gigantesco rettile umanoide.

Il siero così creato può essere nebulizzato e contaminare il DNA tutti coloro che ne entrano in contatto. Grazie ad un potente diffusore, il Diffusore Ganali, Connor potrebbe modificare il DNA degli abitanti di New York, trasformandoli in uomini lucertole.

Un errore umano ha generato un altro supereroe, il gigantesco **Hulk**, portato sul grande schermo nel 2003 da Ang Lee. Nel 1966 David Banner sta lavorando ad un progetto del governo degli Stati Uniti d'America nella Deser Base. Il suo lavoro consiste nel trovare un modo per rafforzare le reazioni biologiche umane contro terribili pestilenze. Vengono analizzati diversi soggetti animali che possiedono capacità rigenerative, immunitarie e tossiche particolari tra le quali si hanno una medusa dalla fluorescenza verde il cui sistema immunitario è di straordinario interesse per la rapidità delle reazioni, una stella marina che possiede le basi genetiche della rigenerazione, dalle quali si può studiare la rigenerazione umana, un'oloturia il cui indurimento dei tessuti fornisce ottime misure difensive. Da tutti questi elementi David Banner crea un composto chimico in grado di intervenire sul sistema immunitario. Quando il colonnello Thaddeus Ross gli impedisce di proseguire la sperimentazione su soggetti umani lo scienziato si inietta il siero modificando così il suo corredo genetico. Quello che lo scienziato non si aspettava è che le modificazioni del suo DNA venissero trasmesse al figlio Bruce. Cresciuto da una famiglia adottiva, Bruce diventa a sua volta uno scienziato. I suoi esperimenti cercano di trovare un modo perché i soldati riescano a rigenerarsi in battaglia. Bruce e colleghi utilizzano nanomacchine che vengono iniettate in soggetti sottoposti in seguito a radiazioni gamma. Il compito delle nanomacchine è quello di attivarsi e di riprodurre le cellule danneggiate. Nell'esperimento condotto da Bruce Banner su una rana la ferita viene rimarginata grazie all'utilizzo delle nanomacchine ma la loro attività non è ben bilanciata e porta alla morte della cavia. A causa di un problema ad uno dei circuiti della macchina utilizzata per gli esperimenti Bruce viene investito da una massiccia dose di radiazioni gamma che apparentemente non gli causano alcun danno. L'alterazione genetica ereditata dal padre gli ha però conferito una deformità e una forza sorprendente che sono latenti fino all'esposizione con le radiazioni quando di attivano e, combinate con la rabbia, lo trasformano in un gigante verde: Hulk. La rabbia attiva le nanomacchine, progettate per reagire ad un danno fisico o emotivo. Grazie al DNA mutato e attivato di Bruce, suo padre, uscito di prigione, può creare dei cani modificati, aggressivi e letali. Mentre Bruce non tollera di avere questa potenzialità e vuole eliminare una parte di sé stesso, suo padre, David Banner, vuole acquisire nuove capacità e combina un siero utilizzando il DNA di Bruce e la capacità rigenerativa delle nanomacchine, diventando un mostro in grado di far parte dell'essenza di tutte le cose.

Il remake, *L'Incredibile Hulk*, di Louis Leterrier, uscito nelle sale cinematografiche nel 2008, inizia con Bruce Banner già trasformato in Hulk. In alcuni flash back si scopre cosa ha provocato la mutazione dello scienziato. Durante la seconda guerra mondiale il governo degli Stati Uniti d'America ha dato il via ad un progetto per sviluppare un super soldato, perfezionando la biotecnica militare, progetto che sarà alla base del film *Capitan America*. Anni dopo il progetto è stato rispolverato per migliorare le prestazioni dei soldati. Lo scienziato Bruce Banner lavora alle radiazioni, convinto di studiarne la resistenza e ignaro del fine ultimo del progetto, si sottopone alle radiazioni gamma che mutano il suo DNA, conferendogli la capacità di trasformarsi in Hulk ogni qualvolta è arrabbiato o agitato. Banner si ritrova così non solo geneticamente mutato ma anche proprietà del governo degli Stati Uniti d'America da usare come arma. Per questi motivi fugge, dando il via ad una vera e propria caccia all'uomo ad opera del generale Ross che vuole utilizzare il DNA di Bruce Banner per creare nuovi Super Soldati. Mettendosi in contatto con un certo professor Blue, Banner cerca di trovare una cura. La cura consiste in una sequenza di nucleotidi (primer) della miostatina (fattore che limita la crescita muscolare negli esseri viventi) che iniettata nel paziente permette alle cellule di assorbire l'energia delle radiazioni gamma permettendo di neutralizzare le cellule modificate. La tecnologia gamma ha applicazioni illimitate, scoprire centinaia di cure, rendere gli esseri umani immuni alle malattie. Anche in questo caso il mostro antagonista del film viene creato cercando di ottenere un soldato con migliori prestazioni. Combinando il siero del super soldato con il sangue di Bruce si ha un mostro e non l'eroe che si cercava.

Nel 2011 uscì al cinema *Capitan America*, diretto da Joe Johnston, in cui si spiega l'esperimento del super soldato, citato nell'*Incredibile Hulk*. Il governo degli Stati Uniti d'America, durante la seconda guerra mondiale ha affidato ad alcuni scienziati la creazione di un siero per formare il soldato perfetto, un super soldato in grado di cambiare le sorti della guerra. Abraham Erskine, uno scienziato di origine tedesca, sta cercando il soggetto perfetto. Il siero da lui creato, difatti, non amplifica solo le prestazioni umane ma anche l'essenza dell'uomo facendolo diventare migliore o peggiore a seconda della sua natura. La scelta ricade su Steve Roger, uno smilzo ragazzo che cerca in tutti modi di essere arruolato per partecipare alla guerra e difendere la patria. Roger conosce il valore della forza e della compassione. Il siero viene iniettato nei principali gruppi muscolari del soggetto e causerà un immediato mutamento cellulare. La crescita viene quindi favorita dall'utilizzo di vita-ray, speciali raggi che satureranno la camera in cui si svolge l'esperimento. Il siero ha funzionato, Steve esce dalla macchina come un uomo più alto, più forte, più agile, il perfetto super soldato che tutti si aspettavano. La distruzione del siero e la morte del professor Abraham Erskine ha eliminato tutte le possibilità di continuare il programma dei Super Soldati, che viene momentaneamente abbandonato.

Non sempre i supereroi nascono a causa di una manipolazione genetica diretta o indiretta da parte dell'uomo, le cause possono essere differenti e completamente imprevedibili. È il caso dei supereroi protagonisti del film del 2005 *I Fantastici 4*, diretto da Tim Story, ispirato all'omonimo fumetto Marvel Comics creato da Stan Lee e illustrato da Jack Kirby. Quattro scienziati, Reed Richards, i fratelli Susan (direttrice della ricerca genetica) e Johnny Storm e Ben Grimm, insieme al dottor Victor von Doom partono per una missione spaziale a scopo scientifico. Vogliono validare la teoria secondo la quale l'impatto di una tempesta di raggi cosmici, prodotta dai venti solari, può essere stato l'elemento decisivo dell'inizio dello sviluppo della terra. Lo studio dello spazio viene utilizzato per arrivare a nuovi orizzonti per capire il genoma umano, trovare cure per nuove malattie, estendere la durata della vita. I figli vivranno più a lungo, più forti, più sani. Quando i cinque scienziati si ritrovano nello spazio vengono investiti dalla nube solare, che ha aumentato la sua velocità trovandosi più vicina di quanto stimato. La tempesta solare investendo la navicella ha causato anche mutazioni permanenti ad DNA degli esploratori, che hanno acquisito poteri sovrumani. Ben si è trasformato in un gigantesco uomo di pietra, soprannominato La Cosa, i cui organi interni sono anch'essi di pietra, le cellule di Reed si sono modificate fino ad assumere un'elevata capacità elastica, permettendogli di allungare o assottigliare ogni arto a suo piacimento e viene chiamato Mr Fantastic, Susan è in grado di curvare la luce attorno a se, dando l'illusione di essere invisibile, da cui le deriva il soprannome di Donna Invisibile. Johnny, invece, è in grado di prendere fuoco raggiungendo temperature paragonabili alle supernove (4000 K),

guadagnandosi il soprannome di Torcia Umana. Anche il DNA di Victor è mutato, il suo corpo si sta trasformando in una lega metallica organica più forte dell'acciaio, del titanio e del diamante. Diventerà il nemico dei Fantastici 4. Poiché però le mutazioni al DNA, che hanno portato i poteri agli scienziati, sono qualcosa di strano e sconosciuto, Reed cerca di trovare una cura, invertendo la direzione dell'onda dei raggi cosmici, teoria che si rivela essere corretta quando viene utilizzata sulla Cosa, che riconquista sembianze umane, prima di riutilizzare i raggi cosmici per riacquistare la sua forza per salvare i compagni intenti a combattere Victor.

Al di fuori dell'universo Marvel e DC Comics si ritrovano altri "supereroi". In questo caso non sono gli esseri umani ad essere stati trasformati in super umani, ma sono gli animali che hanno assunto caratteristiche antropomorfe che gli permettono di girovagare per la città salvando vite, comportandosi come dei veri e propri giustizieri. Si tratta delle **Tartarughe ninja alla riscossa (Teenage Mutant Ninja Turtles)**, film prodotto da Steve Barron nel 1990, a cui è seguito un remake nel 2014, **Tartarughe ninja (Teenage Mutant Ninja Turtles)**, diretto da Jonathan Liebesman. Entrambe le versioni si basano sulla serie a fumetti ideata nel 1984 dalla casa editrice statunitense Mirage Studios, ad opera dei disegnatori Kevin Eastman e Peter Laird. Nella versione del 1990 quattro tartarughe e un topo, appartenente ad un maestro giapponese, entrano in contatto con una melma luminosa che usciva da un contenitore contenente scorie radioattive. La radioattività permise una crescita non solo fisica ma anche intellettuale e dopo un duro addestramento da parte del roditore Split, consentì alle quattro paladini: Leonardo, Michelangelo, Raffaello e Donatello. La trasformazione delle tartarughe nel remake del 2014 è differente. Donatello, Raffaello, Leonardo e Michelangelo erano quattro tartarughe facenti parte del Progetto Rinascimento. Ogni giorno gli veniva iniettato un mutagene in grado di stimolare l'autoriparazione a livello cellulare al fine di invertire gli effetti di un potenziale attacco chimico. In seguito ad un incidente finirono nelle fogne dove iniziarono crescere smisuratamente, diventando tartarughe antropomorfe di 1,80 metri di altezza. La loro trasformazione non è il risultato di un'alterazione casuale, dovuta ad esposizione a sostanze tossiche, ma della manipolazione del loro DNA.

MOSTRI PER CASO

Al cinema la nascita di alcune creature mostruose come ragni e formiche giganti, vespe assassine e coccodrilli voraci, avviene accidentalmente, senza che nessuno possa immaginarla o pianificarla. Si tratta quasi sempre di contaminazioni accidentali da radioattività o da sostanze chimiche con le quali animali entrano in contatto ma invece di morire, come sarebbe normale pensare, sopravvivono e acquisiscono delle modificazioni genetiche che gli conferiscono aspetto e capacità differenti, spesso ereditabili dai figli, generando quindi ipotetiche nuove specie.

I vermi di **I carnivori venuti dalla savana (Squirm)**, un film del 1976 con la regia di Jeff Lieberman, diventano dei mostri per una casualità, senza un'apparente motivazione scientifica. In questo caso il fattore scatenante, che li trasforma in voraci predatori, è l'elettricità. Nella cittadina di Fly Creek il signor Grimes alleva vermi da vendere come esche da pesca. Durante una tempesta crolla un traliccio dell'alta tensione, l'energia scaricata a terra investe intere colonie di vermi carnivori. L'elettricità non si limita solamente a fare uscire gli invertebrati dalle loro tane, ma provoca delle profonde modificazioni, probabilmente a livello genetico, aumentandone l'aggressività, la voracità e anche la capacità riproduttiva, portandoli ad attaccare e a uccidere gli abitanti della città.

Altri film sono più specifici, con teorie scientifiche che possano dimostrare "ipoteticamente" la nascita del mostro descritto. Un ottimo esempio è fornito da **Assalto alla terra (Them!)**, film del 1954, diretto da Gordon Douglas. La storia si svolge a White Sands, in New Messico vicino ad Alamogordo, nove anni dopo i primi esperimenti atomici del 1945. La sperimentazione atomica ha lasciato delle tracce, portando piccole

mutazioni in una specie di formiche deserticole, le *Camponotus vicinus*, appartenenti alla famiglia Formicidae. Le mutazioni si sono accumulate negli anni, consentendo alla specie di modificarsi fino a raggiungere dimensioni elevate, più di tre metri di lunghezza corporea e un'impronta di 12 cm. A spiegare la strana mutazione è l'anziano professore di mirmecologia Medford:

«È una degenerazione di una formica, probabilmente dovuta alle radiazioni della prima bomba atomica.»

(Prof. Harold Medford)

Poiché sono passati alcuni anni dagli esperimenti atomici le mutazioni da essi causati hanno avuto la possibilità di stabilizzarsi nella popolazione e la selezione ha agito favorendo lo sviluppo di questi individui portanti il gene mutato. Il film non solo da una spiegazione "plausibile" alla comparsa di queste formiche giganti ma spiega anche come possono essere sconfitte utilizzando nozioni scientifiche abbastanza accurate. Ad esempio motiva il loro essere carnivore:

«Qui la vegetazione è povera. Quando il cibo scarseggia diventano anche carnivore.»

(Dott.ssa Patrizia Medford)

Anche la loro diffusione ha una spiegazione scientifica. Le formiche non proliferano a dismisura, come avviene in altri film, ma continuano i loro comuni cicli riproduttivi. Le regine, in seguito al volo nuziale, danno origine ad una nuova colonia e non abbandonano il nido dopo averlo scelto, continuando a deporre uova anche per 15 anni. Le normali formiche alate non possono disperdersi tanto lontano dal nido di origine perché si fanno trasportare dalle correnti atmosferiche ma quelle giganti possono spostarsi anche di centinaia di Km durante il volo nuziale, dando vita a nuove colonie e da queste ad altre ancora, espandendosi a macchia d'olio, mettendo in pericolo la supremazia umana. Sono aggressive, tenaci e molto coraggiose e sono i soli esseri al mondo oltre l'uomo che fanno guerre, strategie e prigionieri che costringono a lavorare per loro. Per questo motivo le femmine vanno individuate e distrutte.

«Se questi mostri sono stati originati dalla bomba atomica del 1945, cosa avranno provocato quelle successive?»

«Nessuno può saperlo. Con l'avvento dell'era atomica, l'uomo è entrato in un nuovo mondo. E ciò che lo attende in questo nuovo mondo, nessuno può prevederlo.»

(Robert Graham- Prof. Harold Medford)

Il film si conclude con questa risposta del professor Medford che racchiude l'incertezza per un futuro in cui, accelerando l'evoluzione, tutto è possibile.

Le formiche mutanti sono protagoniste anche del film del 1977 ***L'impero delle termiti giganti (Empire of the Ants)*** di Bert I. Gordon. Nonostante il titolo italiano fuorviante, le protagoniste indiscusse del film sono le formiche e non le termiti. A causare la mutazione questa volta non sono le radiazioni di esperimenti nucleari ma bensì sostanze radioattive. Le formiche abitanti in un piccolo paradiso terrestre, in cui si dovrebbero costruire villini residenziali, vengono in contatto con rifiuti tossici radioattivi e mutano, diventando giganti, aggressive e iniziando a sviluppare la capacità di dominare l'uomo, mediante l'utilizzo di feromoni, piegandolo al loro volere.

Dal Giappone arriva ***Godzilla***, film del 1954 di Ishirō Honda. Godzilla è un antico mostro che abita un'isola giapponese popolata da aborigeni, le cui leggende parlano di una misteriosa creatura di nome Gojira. Secondo il paleontologo Kyohei Yamane, Godzilla è un rappresentante di una specie di dinosauri che abitavano nei fondali marini, sopravvissuti all'estinzione. In seguito agli esperimenti nucleari, Godzilla ha assorbito le radiazioni diventando estremamente forte e resistente, e in grado di sputare raggi distruttivi. L'ipotesi del paleontologo è confermata dalla scoperta di acqua contaminata e impronte radioattive trovare

sull'isola di Oto, da dove si ipotizza derivi la creatura e soprattutto vicina al luogo dei primi attacchi da parte del mostro.

Altra mutazione accidentale, conseguente agli esperimenti atomici è raccontata in ***L'assalto dei granchi giganti (Attack of the Crab Monsters)***, film del 1956 diretto da Roger Corman. In seguito al primo test con la bomba H, che portò alla completa distruzione dell'isola oceanica Elugelab, una massiccia ondata di radioattività colpì un'altra isoletta del Pacifico, che venne raggiunta da cenere incandescente e sommersa da acqua radioattiva. Un gruppo di scienziati, mandato per studiare tutte le sfaccettature delle radiazioni, sia nelle piante che negli animali, non fece mai ritorno. I membri di un secondo gruppo scoprirono che nell'isola alcuni granchi, in seguito a mutazioni causate dalla forte radioattività, avevano assunto dimensioni gigantesche ed erano in grado di provocare terremoti talmente violenti da cambiare repentinamente la conformazione dell'isola. In più, l'avvelenamento da radiazioni, aveva fatto sì che la loro struttura cellulare si modificasse e fosse composta da atomi liberi, così come sono liberi gli elettroni che ruotano attorno ad un atomo. Questo li avrebbe resi immuni alla maggior parte delle armi. I granchi, unici esemplari di una nuova specie cercarono di salvaguardare il proprio futuro, uccidendo chiunque ritenevano una minaccia. Ritorna così il concetto di lotta per la sopravvivenza.

Gigantismi dovuti a contaminazione accidentale da sostanze radioattive si osservano anche nel film ***Arack Attack-mostri a otto zampe (Eight Legged Freaks)***, uscito nel 2002 e diretto da Ellory Elkayem. Le vicende si svolgono nella città mineraria di Prosperity, Arizona, dove Joshua alleva ragni esotici come tarantole, ragni salterini (come *Habronattus orbus*) e ragni tessitori. In seguito ad un incidente stradale, un furgone che trasporta materiale radioattivo sbanda e perde un *fusto* che va a finire in uno stagno poco lontano dalla città. In brevissimo tempo nello stagno compaiono nuovi grilli che sono come "steroidi" per i ragni. Utilizzando questi grilli nella dieta, Joshua riesce ad aumentare le dimensioni degli animali, che più diventano grandi più diventano affamati. I grilli hanno subito una contaminazione diretta ad opera delle sostanze radioattive cadute nello stagno e, dopo essere stati mangiati dai ragni, trasmettono a questi ultimi alcune modificazioni fisiche, come una maggiore dimensione. Quando Joshua viene morso da una tarantola, altri ragni evadono dalle loro teche, aggredendolo e uccidendolo. Le sostanze radioattive presenti nello stagno, quindi nei grilli e in seguito nei ragni, hanno fatto in modo che questi ultimi aumentassero di grandezza, fino ad essere delle dimensioni di un uomo, aggressività e velocità.

«... quelli non sono alieni. Si tratta solo di ragni che sono diventati enormi perché hanno ingerito rifiuti tossici...»

(Rick Overton)

Si tratta di una mutazione avvenuta in tempi rapidissimi, trasmessa alla prole, numerosa e sempre più vorace. La fame e l'aggressività spingono diverse specie di ragno ad attaccare la città e a cercare di divorare ogni singolo abitante.

Dagli invertebrati ai vertebrati, le sostanze tossiche non risparmiano neanche loro. È il caso del coccodrillo di ***Coccodrillo assassino (Killer Crocodile)***, film del 1989 diretto da Fabrizio De Angelis. Durante l'escursione lungo un fiume su di un'isoletta dei caraibi, sei giovani ecologisti notano uno strano silenzio dovuto all'assenza di uccelli, comunemente presenti. Il motivo è la presenza di un coccodrillo lungo più di 12 metri. Le grandi dimensioni dell'animale sono dovute a contaminazione da esacloruro di piombo, residui tossici di un impianto chimico. I fusti contenenti le scorie radioattive sono stati gettati sulle rive del fiume e la radioattività ha causato una mutazione genetica nell'uovo di coccodrillo, dal quale si è schiusa la creatura gigante, unico esemplare della nuova specie. Come nei casi precedenti la mutazione non ha coinvolto solo le dimensioni dell'animale ma anche la sua ferocia, portandolo ad essere talmente aggressivo da attaccare l'uomo senza apparente motivo e rendendo necessario il suo abbattimento. Quello che nessuno ha preso in considerazione, però, è stata la capacità del rettile di riprodursi, trasmettendo alla prole le mutazioni e quindi le modificazioni derivate dalla contaminazione radioattiva. Con la morte della bestia non si estingue la nuova

razza che continua con un piccolo, nato proprio alla fine del film, futuro protagonista di **Cocodrillo assassino 2 (Killer Crocodile II)** del 1990 per la regia di Giannetto De Rossi.

In **Rats- Notte di terrore (Rats- Night of terror)**, film del 1984 diretto da Bruno Mattei e Claudio Fragasso, in un futuro post apocalittico, seguito all'olocausto nucleare del 2015, i ratti abitanti la terra hanno assorbito talmente tante radiazioni da accumulare mutazioni che li portano ad essere aggressivi, grossi e famelici. Quando un gruppo di persone lascia le città sotterranee per colonizzare il mondo superficiale si trova attaccato da questa nuova tipologia di topi.

Anche negli abitanti del mare le scorie radioattive mietono vittime. In **Plankton- Creature degli abissi (Plankton)**, film del 1994 di Al Passeri, alcuni rifiuti radioattivi vengono buttati in mare e assorbiti dal plankton (piccoli animaletti che vivono nella colonna d'acqua, per lo più trasportati dalle correnti), principale cibo di molti animali acquatici. L'ingresso delle sostanze radioattive alla base della catena alimentare fa sì che queste arrivino anche ai grandi pesci i quali, nutrendosi di plankton radioattivo, subiscono mutazioni a livello genetico. Si creano così animali voraci e feroci, in grado di sopravvivere anche fuori dall'acqua, che attaccano e uccidono l'uomo senza troppe difficoltà.

Non sono solo le radiazioni o le sostanze radioattive che nell'immaginario comune creano modificazioni tali da far nascere nuove specie di animali mostruosi e pericolosi. Anche alcune sostanze chimiche non radioattive sono pensate capaci di creare mutazioni tali da generare nuove specie animali.

Nel 1972 esce **Frogs** diretto da George McCowan. Gli anfibi e i rettili che abitano le sponde e le acque di un lago sono soggetti ad un costante e forte inquinamento, sia da parte di immondizia che di sostanze chimiche, gettate da Jason Crockett, ricco industriale e padrone dei terreni. Gli animali, invece di morire o soffrire per l'inquinamento del loro habitat, mostrano un cambiamento nel comportamento, osservato dal fotografo naturalista Pickett Smith. Rane e rettili invadono la proprietà e soprattutto il giardino antistante la casa padronale, ammassandosi in densità elevate rispetto al normale. Per eliminare il problema l'imprenditore getta altre sostanze chimiche con lo scopo di uccidere gli animali. Ma anche qui, la natura è più forte dell'uomo e rettili e anfibi si ribellano cercando di uccidere ogni singolo essere umano presente nella tenuta. Il film è una parabola ecologista che contrappone l'uomo, rappresentato da Jason, che inquina la terra senza ritegno, e la natura che riesce a sopravvivere all'inquinamento e a vendicarsi dei suoi aguzzini. Si può notare, seppure velata, la presenza del concetto di selezione naturale. Solo i migliori sopravvivono e in questo caso sono gli animali che hanno acquisito capacità di resistere alla tossicità dei prodotti umani.

La fantasia umana ha portato a modificazioni anche nell'ambiente marino. È il caso del film **Barracuda** del 1978, diretto da Harry Kerwin. Nel film non si parla apertamente di mutazione o selezione, vero è che trattandosi di inquinamento da sostanze chimiche si può ipotizzare che abbia agito una qualche forma di selezione che ha permesso all'individuo più idoneo di sopravvivere. L'inquinamento acquatico marino, prodotto da un'industria chimica di una cittadina costiera degli Stati Uniti, Palm Cove, ha causato un'elevata moria di pesci e l'apparizione di barracuda estremamente aggressivi. Il giovane professore universitario Mike Canfield scopre che la causa dell'inquinamento è un farmaco, creato dal Dottor Elliot Snow, che provoca ipoglicemia e che ha come conseguenza l'aumento dell'aggressività sei soggetti a cui viene somministrato. La maggior parte dei pesci, entrati in contatto con questa sostanza scaricata abusivamente in mare, ha smesso di nutrirsi ed è morta, ad eccezione dei barracuda che sono più resistenti e si nutrono di tutto ciò che trovano ma non assimilando il nutrimento dal cibo sono sempre più affamati.

Sono sempre le sostanze chimiche che hanno intaccato e modificato il DNA di alcuni topi di laboratorio, protagonisti di **Denti Assassini (Food of the Gods II)**, film del 1989 diretto da Damian Lee. La Dottoressa Kate Travis, cercando una cura per un deficit della crescita, inietta un siero contenente Metianolo 192, un nuovo ormone della crescita da lei scoperto, su un paziente. Il bambino cresce più di un normale adulto e diventa violento. Per trovare un antidoto al siero il Dottor Neil Hamilton inizia un'analisi sperimentale inoculando il siero ad alcune piante di pomodori, che crescono rapidamente, e ad un topo da laboratorio (*Rattus*

norvegicus), che inizia ad aumentare di dimensioni. Quando gli altri topi si cibano dei pomodori giganti acquisiscono anch'essi le caratteristiche donate dal siero diventando un vero e proprio branco di topi assassini, voraci e feroci che aggrediscono tutto e tutti. La capacità di acquisire i cambiamenti morfologici conferiti da siero solamente nutrendosi dei pomodori è data dalla capacità dell'ormone di rimanere inalterato nei mutanti dei pomodori ma anche dei topi e dell'uomo. La presenza costante del siero nei tessuti di piante e animali lascia ipotizzare la capacità da parte dell'organismo ospite di sintetizzarlo ex novo, caso contrario non si spiegherebbe come è possibile che da un quantitativo ridotto della sostanza questa possa essere esponenzialmente presente in tutta la catena alimentare. Il siero aumenta la velocità di divisione cellulare, la mitosi, permettendo la crescita più rapida del normale e ipoteticamente spiegando la fame e la ferocia dei mutanti. Gli effetti del siero non sono però tutti uniformi. Quando il Dottor Edmund Delhurst, dopo aver trafugato il siero per utilizzarlo per sintetizzare un cosmetico contro la calvizie, si punge inavvertitamente con la siringa, il suo corpo inizia a gonfiarsi, secernere pus, portandolo alla morte.

Esperimenti per produrre pesticidi possono avere l'effetto opposto, come avviene in ***Swarmed - Lo sciame della paura (Swarmed)***, film per la televisione del 2005 diretto da Paul Ziller. Lo scienziato Kent Horvath, cercando di sviluppare un pesticida con un'alta efficacia, crea accidentalmente una sostanza che ha un'efficacia del 75% ma che rende le vespe giube gialle sopravvissute più aggressive e dotate di un veleno a tossicità più elevata.

«Abbiamo creato una mutazione nelle vespe applicando il pesticida geneticamente modificato»

(Kent Horvath)

Il pesticida sperimentale viene accidentalmente utilizzato fuori dal laboratorio su un nido di vespe giube gialle e tutti gli esemplari che non muoiono mutano. Dopo un sequenziamento genetico condotto su campioni di vespe mutate gli scienziati hanno osservato che ci sono state delle alterazioni nelle sequenze geniche e mutazioni ormonali. Normalmente solo l'1% della popolazione è allergica alla puntura di api o vespe, ma in questo caso il veleno non provoca allergia ma morte quasi certa. Anche l'aggressività elevata è una conseguenza della mutazione indotta casualmente dal nuovo pesticida, normalmente le vespe attaccano solo se si trovano di fronte a minacce o atteggiamenti ostili. Queste vespe sono un caso di selezione naturale: solo le più adatte sopravvivono al pesticida, quelle che hanno la capacità di mutare, le altre muoiono.

ERRORI DI SPERIMENTAZIONE

Se da una parte ci sono i mostri che nascono casualmente da contaminazioni accidentali, dall'altra esistono mostri che sono stati geneticamente creati dall'uomo, i cui esperimenti sono sfuggiti al controllo. In questi casi l'uomo accelera la normale selezione artificiale, andando lui stesso a modificare tratti di DNA o addirittura mischiando DNA di specie differenti, fino a creare veri e propri mostri. Giocare con il DNA non è facile, la natura reagisce in modo imprevisto, utilizza al meglio quello che possiede, comprese le mutazioni acquisite, per la sopravvivenza.

Un esempio della diretta manipolazione genetica, per trasformare una specie in un'altra, è dato ***L'isola del Dottor Moreau (The Island of Dr. Moreau)***, film del 1977 diretto da Don Taylor, tratto dall'omonimo romanzo di H.G. Wells del 1896. Su di un'isola sperduta il Dottor Paul Moreau conduce esperimenti sugli animali per trasformarli in esseri umani.

«Io ho accertato al di là di ogni dubbio l'esistenza di una particella, di un gene, che controlla la vita di ogni organismo. Una particella che stabilisce la forma stessa della vita. [...] Il siero che gli inietto contiene un diverso preciso indirizzo biologico»

(Dottor Moreau)

Sta cercando di creare un siero per spiegare i misteri dell'evoluzione. Gli esperimenti dello scienziato sembrano funzionare e sull'isola sono presenti un gran numero di "ibridi", bestie modificate che hanno assunto caratteristiche antropomorfe, alle quali il dottore impartisce delle leggi, prima tra tutte *Non uccidere*, per supplire alla mancanza di morale dei nuovi uomini bestia. Alla fine del film questi esseri si rivolteranno verso il loro creatore, colpevole di averli costretti a vivere in un modo tanto diverso da quello in cui erano nati.

Molto simile alla normale selezione artificiale è quanto accade nel film **Piranha** del 1978 diretto da Joe Dante.

«Siamo nella genetica. Mutazione. Selezione di ibridi»

(Dottor Robert Hoak)

All'interno del progetto "operazione lama di rasoio", scienziati americani hanno selezionato piranha per trasformarli in armi micidiali in grado di infestare i corsi d'acqua del Vietnam. Per creare animali più aggressivi e voraci, adattati a vivere in diverse condizioni ambientali, in acque dolci e salate, con una riproduzione accelerata, sono state incrociate diverse specie di piranha e di volta in volta selezionati gli individui con le caratteristiche migliori.

«Si riproducono come mosche. Non ci sarà modo di fermarli» [...] «Ci distruggeranno tutti.»

(Dottor Robert Hoak)

La selezione è stata un processo abbastanza graduale, da qui la similarità con le normali tecniche di selezione artificiale, e ha portato alla nascita della nuova specie che, una volta rilasciata accidentalmente nell'ambiente, inizia a causare il panico tra la popolazione, provocando numerose morti.

Più fantasiosi sono i risultati di esperimenti condotti su altri soggetti animali. Un esempio è sicuramente **Tarantola (Tarantula)** di Jack Arnold, uscito nel 1955. Il dottor Gerald Deemer sta sperimentando su animali un alimento sintetico che possa supplire alle normali riserve alimentari del pianeta, in grave declino. Il siero così sviluppato viene iniettato nelle cavie presenti in laboratorio che aumentano rapidamente le loro dimensioni, senza aver bisogno di cibo. Il siero tuttavia è ancora instabile. Nell'uomo causa sintomi simili all'acromegalia (abnorme crescita a causa dell'eccessiva produzione di ormone della crescita), mentre gli animali sottoposti al trattamento continuano a crescere senza sosta. È il caso di una tarantola, scappata dal laboratorio durante un incendio, che assume dimensioni gigantesche e inizia ad attaccare tutto ciò che incontra sul proprio cammino.

Una sperimentazione erronea, invece, porta alla nascita dei conigli giganti protagonisti di **La notte della lunga paura (Night of the Lepus)**, film del 1972 diretto da William F. Claxton. Dopo l'uccisione indiscriminata di tutti i coyote, gli allevatori si ritrovano con il problema dei conigli. Questi, privi dei loro nemici naturali, si riproducono a dismisura, scavano tane in ogni dove e creano notevoli disagi. Per evitare di sterminare i conigli con il cianuro, che potrebbe alterare la catena alimentare, portando alla morte anche di altri animali, bisogna trovare una soluzione alternativa. Due scienziati propongono l'utilizzo di un ormone o di un virus che non abbia effetto su altri animali. Il siero sviluppato dovrebbe portare delle alterazioni al DNA, trasmissibili a tutti i conigli per semplice contatto, in questo modo la cura non va somministrata singolarmente ad ogni individuo. Una volta attecchito nel sangue il siero modifica alcuni caratteri che si trasmettono poi a tutta la specie. La trasmissione avviene con successo ma i caratteri trasmessi non sono quelli attesi. La mutazione subita dai conigli li fa diventare giganti, violenti e carnivori, una minaccia per uomini e animali. Così, invece di creare una tipologia di coniglio a riproduzione limitata e controllata, in grado di controllare l'intera popolazione, si crea una specie di conigli giganti ancora più pericolosi dei precedenti.

Frutto di manipolazione genetica è il mostro protagonista del film italo-francese di Lamberto Bava del 1984 **Shark- Rosso nell'oceano**. Nell'oceano nuota un essere misterioso, creato in laboratorio dal dottor Davis.

Questo mostro possiede le caratteristiche di diversi animali come l'intelligenza dei delfini, l'aggressività dello squalo bianco, la forza della piovra gigante e la mostruosità di una creatura preistorica. Tutte queste caratteristiche, unite alla capacità di riprodursi da solo, lo rendono un nemico temibile. Qualora venisse smembrato, ad esempio in seguito all'esplosione di una bomba, le varie parti del corpo sono geneticamente programmate per ricostruire tutto l'organismo, un po' come avviene nelle planarie. Il mostro, creato per difendere le aree marine sfruttate dalle multinazionali, è un pericolo per tutti coloro che solcano i mari. L'unico modo per eliminarla è usare il fuoco, bruciando le sue cellule.

Quando la normale caccia annoia il cacciatore, si può ricorrere a nuove prede, sviluppate ad hoc in laboratorio. Così nasce il film **Frankenfish- Pesci mutanti (Frankenfish)**, uscito nel 2004 e diretto da Mark A.Z. Dippè. La storia si ispira liberamente a un reale episodio di infestazione avvenuto nel 2002 a Crofton, nel Maryland, dove un elevato numero di pesci testa di serpente, aggressivi e voraci, invase fiumi e laghi. Il mostro protagonista del film è anch'esso un pesce testa di serpente.

«Mangiamo salmoni geneticamente modificati da anni e quasi nessuno lo sa. Con alcuni amici abbiamo fatto un passo avanti. Questo è il risultato. [...] è eccitante sapere che il cacciatore può diventare la preda. Quando ho saputo della possibilità di creare qualcosa mai vista prima, qualcosa che non era mai stata cacciata prima. È un'opportunità che hai una sola volta nella vita e io l'ho colta!»

(Cacciatore)

Pur di avere una preda più stimolante e rendere la caccia più eccitante un cacciatore ha commissionato a degli scienziati cinesi di creare per lui delle super prede. Si tratta di pesci testa di serpente dalle dimensioni giganti, ancora più feroci e soprattutto in grado di respirare fuori dall'acqua. Creati per essere prede stimolanti, si rivelano essere ottimi cacciatori, sterminando non solo i loro creatori ma anche i cacciatori che li hanno comprati. La loro capacità di riprodursi fa sì che l'uccisione dell'ultimo esemplare adulto non estingua la specie. Le uova già deposte si schiudono, rilasciando in libertà centinaia di nuovi mostri.

Un altro esempio di mescolamenti di diversi tipi di DNA è portato dal film del 2006 di Jonathan King: **Black Sheep - Pecore assassine (Black Sheep)**. Alla fattoria Glenolden, Angus avvia una serie di sperimentazioni genetiche sulle sue pecore, per ottenere l'ovino con la lana perfetta. Gli scienziati mescolano il DNA animale con quello di Angus, creando così delle pecore geneticamente modificate che si rivelano essere pericolose. Diventano carnivore e sono in grado di trasformare in pecora umanoide chiunque venga morso. Fortunatamente si riesce a sintetizzare un vaccino, con il liquido amniotico, che permette di curare chi è stato infettato.

TELEFILM ED EVOLUZIONI

L'evoluzione è un argomento vasto e interessante che ha ispirato anche numerose serie televisive.

Tra il 1990 e il 1991 è stata lanciata dalla CBS la serie televisiva **Flash**, ideata da Greg Berlanti, Andrew Kreisberg, Geoff Johns e ispirata al supereroe della DC Comics. La serie parte dall'omonimo film del 1990, che funge da Pilot. Berry Allen, dopo essere stato colpito da un fulmine ed entrato in contatto con sostanze chimiche, subisce modificazioni genetiche che aumentano metabolismo e velocità del suo sistema, conferendogli un'incredibile velocità, che metterà al servizio di Central City, assieme a Christina McGee, ricercatrice nei laboratori S.T.A.R. Labs.

Nel 2001 approda in televisione **Smallville**, ideata da Alfred Gough e Miles Millar e basata sul personaggio di Superman della DC Comics, creato da Jerry Siegel e Joe Shuster. Nella piccola cittadina di Smallville molti sono i casi di mutazione osservati, tutti causati dalla contaminazione da parte dei meteoriti, che generano gli antagonisti del protagonista Clark Kent. Ragazzi, uomini e donne entrati in contatto con i frammenti di

criptonite, caduti sulla terra durante una pioggia di meteoriti il 16 ottobre 1989, hanno assunto capacità fuori dall'ordinario. Un esempio è la trasformazione di un ragazzo che, venendo in contatto con insetti modificati dal meteorite, assume esso stesso caratteristiche di insetto, attaccando e rapendo alcune persone. Gli esempi possono essere numerosi e vari, dal ragazzo in grado di nuotare sott'acqua a quello che passa attraverso i muri. Sono tutti poteri conferiti dal contatto con la criptonite, così come in altri film o telefilm avviene per il contatto da sostanze radioattive.

In **Heroes**, serie televisiva trasmessa dal 2006 al 2010 e ideata da Tim Kring, sono presenti personaggi con capacità sorprendenti.

«In tempi recenti, alcuni individui apparentemente non collegati tra loro hanno sviluppato dei poteri speciali. Sebbene ancora inconsapevoli, queste persone saranno chiamate non solo a salvare il mondo, ma a cambiarlo per sempre. Ogni storia ha il suo principio. Il primo volume della loro epopea inizia qui...»

(Introduzione di Heroes)

I cambiamenti al DNA che hanno reso possibile tutto questo non sono reputabili a una esposizione a qualche tipo di sostanza. Si tratta di mutazione spontanea del DNA, avvenute nel corso dell'evoluzione umana, come accade negli X-Man, che la selezione naturale ha favorito, portando alla nascita di individui con particolari poteri, come la capacità di volare, autorigenerarsi, leggere il pensiero o viaggiare nel tempo.

Un altro caso di evoluzione spontanea della popolazione è mostrata dai protagonisti di **The Tomorrow People**, serie televisiva trasmessa tra il 2013 e il 2014 e ideata da Greg Berlanti, Phil Klemmer e Julie Plec, remake della serie di Roger Price, in onda dal 1973 al 1979. I protagonisti sono i Tomorrow People, esseri umani che l'evoluzione ha dotato di poteri speciali conosciuti come le "Tre T" la telepatia, la telecinesi e il teletrasporto. Nel corso delle puntate viene trattato non solo il tema dell'evoluzione con la contrapposizione tra i Tomorrow People e gli esseri umani, ma anche la lotta per la sopravvivenza che vede i Tomorrow People costretti a nascondersi e lottare per non venire annientati dall'ULTRA, un'organizzazione che mira a sterminarli per salvaguardare la razza umana.

Di tutt'altra origine sono invece le straordinarie capacità della famiglia Powell, protagonista della serie **No Ordinary Family**, trasmessa dal 2010 al 2011 e creata da Greg Berlanti e Jon Harmon Feldman. Dopo un incidente aereo nella foresta amazzonica i Powell acquisiscono capacità straordinarie come la super forza di Jim, la super velocità di Stephanie a cui si aggiunge un super metabolismo, la capacità di leggere nel pensiero di Daphne e il super cervello di JJ. Agente scatenante la comparsa dei poteri è una pianta, la *Trilsetum coronis*, studiata dalla dottoressa Stephanie Powell per la sua struttura genetica e la sua potenzialità come cura per molte malattie degenerative quali il cancro. Sull'aereo su cui viaggiava la famiglia era presente un grosso quantitativo di *Trilsetum* che, durante la caduta, è stato inalato. La *Trilsetum* era già segretamente utilizzata dal Dottor King per produrre un siero che conferiva alle persone abilità fuori dall'ordinario ma i poteri non erano mai permanenti. A far sì che per i Powell i poteri non fossero temporanei ma permanenti è stata la stimolazione dei recettori dell'ippocampo con adrenalina endogena, prodotta per il terrore della caduta. La certezza che fosse proprio quella pianta, e non altri fattori presenti durante l'incidente, la causa della mutazione del DNA è racchiusa nel corredo genetico della famiglia. Nel DNA presente nelle loro cellule del sangue è presente la stessa sequenza anomala di nucleotidi riscontrata nella *Trilsetum*, anomalia che può essere trasmessa ai figli.

Anche nel caso di **The Flash**, serie televisiva trasmessa a partire dal 2014 e ideata da Greg Berlanti, Andrew Kreisberg e Geoff Johns, è un'incidente la causa dell'apparizione di uomini dotati di super poteri. Barry Allen, tecnico della polizia scientifica di Central City, è colpito da un fulmine nel suo laboratorio nello stesso istante in cui un altro fulmine colpisce l'acceleratore di particelle degli STAR lab facendolo esplodere. Il duplice incidente ha come risultato non solo la trasformazione di Barry in un super velocista, che assumerà l'identità di Flash, ma anche quella di modificare il genoma e la struttura molecolare di alcuni personaggi che si

trovavano nelle vicinanze dell'acceleratore durante l'incidente, che vengono chiamati metaumani. Da questa vicinanza nascono super cattivi come Mark Mardon, detto anche Mago del Tempo, in grado di manipolare gli agenti atmosferici, o Shawna Baez in grado di teletrasportarsi in qualunque punto riesca a vedere.

Non mancano le manipolazioni genetiche in ***Beauty and the beast***, serie televisiva iniziata nel 2012 dall'idea di Sherri Cooper e Jennifer Levin, liberamente tratta dall'omonima serie andata in onda tra il 1987 e il 1990. Un'equipe di scienziati cerca di creare dei super soldati, iniettando a tutti un siero che modifica il loro DNA. L'esperimento viene dichiarato fallimentare per via dell'aggressività che i soggetti acquisivano, diventando più una minaccia che una risorsa. Vincent Keller riesce a fuggire e inizia a nascondersi per le strade di New York, sia per non farsi catturare dai suoi creatori sia per non permettere al suo lato bestiale di prendere il sopravvento.

La manipolazione genetica approda anche nella quinta stagione della serie adolescenziale ***Teen Wolf***, ideata da Jeff Davis e trasmessa nel 2015. In un mondo in cui licantropi e banshee sono all'ordine del giorno, giovani adolescenti che hanno subito un trapianto e che quindi possiedono nel loro corpo due differenti corredi di DNA vengono rapiti dai Dottori del Terrore che conducono su di loro degli esperimenti per trasformarli nel mostro perfetto. La manipolazione però non ha mai esito positivo, portando i soggetti ad una morte precoce.

Esempi di evoluzione e trasformazioni genetiche si possono trovare anche nei cartoni animati.

Nel 1987 vennero lanciate le ***Tartarughe Ninja alla riscossa (Teenage Mutant Ninja Turtles)***, cartone animato ideato da Kevin Eastman e Peter Laird. Come nei film e nei fumetti a rendere quattro tartarughine dei colossi umanoidi è stata la contaminazione con una sostanza radioattiva che ha modificato non solo il corpo ma anche la mente degli animaletti. Successivi sono gli ***Street sharks- Quattro pinne all'orizzonte (Street sharks)***, in onda dal 1994 al 1997 e prodotta da DiC Enterprises. Il Dottor Paradigm, uno scienziato pazzo, ruba le ricerche genetiche del Dottor Bolton e lo trasforma in un mostro per poi rapirne i figli e usarli come cavie. Gli inietta il DNA di alcuni squali ottenendo come risultato la co-dominanza dei due corredi genetici. I quattro fratelli sono trasformati in squali umanoidi dotati di sorprendente forza fisica, in grado di muoversi "nuotando" sotto la superficie stradale per poi sbucare fuori rompendo il terreno.

CAPITOLO 4

CONCLUSIONI: TRA REALTA' E FANTASIA

Charles Darwin, grazie alla teoria sull'origine della specie ha permesso di andare oltre al creazionismo, immaginando gli esseri viventi non come unità statiche, presenti in un determinato periodo, immutabili, ma come esseri dinamici, in grado di modificarsi e con il tempo di dare vita a specie diverse, imparentate le une con le altre. Le sue teorie sono state confermate dalle scoperte avvenute negli anni successivi, come la scoperta dell'ereditarietà dei caratteri e del DNA come contenitore di tutte le informazioni utili alla vita di un individuo. Lo sviluppo di tecnologie sempre più avanzate ha aperto la strada a nuove possibilità, come lo studio del DNA, la mappatura del genoma umano, le biotecnologie. Tutti campi che hanno come oggetto di studio il patrimonio genetico di un individuo. Sono aumentate anche le sperimentazioni e le manipolazioni dirette sul DNA, come ad esempio il silenziamento genico, cioè lo "spegnimento" di determinati geni per vedere quale carattere non si esprime, e quindi di conseguenza a quale carattere corrispondono. È aumentata anche la conoscenza e la consapevolezza che il nostro materiale genetico può mutare, sia per cause naturali, come errori durante la duplicazione, sia per cause esterne, causato cioè da sostanze mutagene. Si è scoperto che le radiazioni possono influire negativamente sul DNA causando errori nella sua struttura spesso non riparabili, portando pertanto a mutazioni ereditabili.

Tutte queste informazioni sono state inglobate, consapevolmente o inconsapevolmente, nelle più svariate tipologie di film. Quello che accomuna praticamente tutti i film è che, non importa se si tratti di inquinamento da radiazioni o chimico, gli animali o gli umani colpiti raramente muoiono, come ragionevolmente ci si aspetterebbe, ma direttamente mutano. Nei film l'evoluzione, le mutazioni, perdono la loro gradualità, assumendo una velocità incredibile. Vero è che alcune sostanze chimiche o radioattive causano mutazioni ma queste, prima di stabilizzarsi all'interno di una popolazione, devono passare attraverso numerose generazioni. Gli organismi direttamente esposti possono di per sé mutare ma spesso questi cambiamenti non sono compatibili con la vita, così come è successo a coloro che sono intervenuti per primi durante il disastro di Chernobyl. Gran parte della contaminazione chimica o radioattiva causa mutazioni locali che portano ad un aumento dell'incidenza tumorale. Nella realtà le nuove mutazioni subite da un individuo adulto non portano alla nascita improvvisa di nuove caratteristiche, men che meno di caratteristiche che compaiono simultaneamente in tutti i membri della popolazione. Nella cinematografia generalmente questo viene trascurato e negli esseri colpiti, tanto negli animali quanto nell'uomo, le mutazioni avvengono, sono compatibili con la vita e conferiscono capacità straordinarie al di fuori dell'immaginazione. Prendiamo ad esempio il caso di gigantismo degli invertebrati. In film come *Tarantola*, *Arack Attack*, *L'impero delle termiti giganti* o *Them*, le mutazioni portano tutte al medesimo risultato: animali giganti, famelici e aggressivi. Se tralasciamo *Them*, in cui viene data una spiegazione abbastanza plausibile sull'origine delle nuove formiche (cioè l'accumularsi delle mutazioni in diversi anni successivi, quindi presumibilmente trasmesse alla prole e non comparse di punto in bianco nell'adulto), negli altri casi il cambiamento drastico è rapidissimo e altamente improbabile. Altro esempio sono i supereroi, sottoposti alle più svariate radiazioni che non solo non muoiono ma acquisiscono poteri favolosi e inimmaginabili e, perché no, possono trasmetterli ai futuri eredi. Va considerato anche un altro fattore: l'impossibilità dell'esistenza di invertebrati giganti. Prendendo ad esempio le formiche, esse non possiedono i polmoni e il trasporto dell'ossigeno in tutte le loro parti del corpo non viene fatto attraverso il sistema sanguineo. Sulla superficie addominale degli insetti sono presenti delle aperture, chiamate stigmi, dalle quali entra l'aria che viene convogliata in un sistema formato da trachee e tracheidi che di dirama per tutto il corpo. Il passaggio dell'ossigeno ai vari tessuti avviene per diffusione. Questo può funzionare quando gli insetti hanno le dimensioni attuali ma se questi iniziassero a diventare giganti la diffusione semplice dell'ossigeno non basterebbe più per permettere la vita dell'animale. I ragni,

che sono aracnidi e non insetti, possiedono un polmone, chiamato polmone a libro, e anche in questo caso lo scambio gassoso avviene principalmente per diffusione, rendendo alquanto improbabile la vita per creature grosse un metro o anche più. Perché sia plausibile la loro esistenza, bisognerebbe ipotizzare che le mutazioni abbiano portato anche a sviluppare un nuovo sistema circolatorio e un nuovo apparato respiratorio, oltre ad una struttura scheletrica differente, in grado di reggere il nuovo peso degli animali. Insomma le mutazioni avrebbero dovuto cambiare, in un sol colpo, la struttura dell'intero animale. Consideriamo ora la capacità di alcuni pesci mutanti di respirare anche fuori dall'acqua, come in *Frankenfish* e in *Plankton- Creature degli abissi*. La capacità da parte dei pesci di respirare ossigeno atmosferico non è insolita, esistono alcuni pesci, chiamati pesci polmonati o dipnoi, che possiedono un polmone rudimentale che gli permette di sopravvivere alcune ore fuori dall'acqua. Questi pesci hanno acquisito queste capacità dopo una lunga evoluzione, a differenza di quelli del film che la acquisiscono solamente dopo un'esposizione a sostanze mutagene. L'evoluzione di millenni viene qui minimizzata in pochi giorni o addirittura ore.

Le dimensioni non sono il solo aspetto improbabile delle mutazioni. Prendiamo ad esempio *I carnivori venuti dalla savana*. Nel film i vermi modificati in seguito ad una potente scossa elettrica diventano super voraci e aggressivi ma, cosa più importante, iniziano a moltiplicarsi a dismisura fino ad occupare l'interno piano di una casa. Questo in natura non sarebbe possibile perché, già come avevano osservato Darwin e colleghi al loro tempo, in natura le risorse sono limitate e gli individui di una determinata specie si trovano a competere per esse. La marea indistinta di vermi, che arriva a riempire interi metri cubi, diventa improbabile, perché non avrebbe la possibilità di alimentarsi a sufficienza, nemmeno divorando tutti gli abitanti della città, anche perché effettivamente hanno iniziato a divorarli dopo essere diventati un esercito infinito di vermi. In natura la lotta per la sopravvivenza è un concetto fondamentale. Le risorse sono limitate, per questo ogni popolazione ha un massimo di crescita, oltre il quale non può arrivare. Ad una specie non conviene avere più individui rispetto alle risorse disponibili, perché vorrebbe dire avere anche più individui che per forza di cose moriranno.

L'atteggiamento di anfibi e rettili di *Frogs*, per quanto metafora della natura che si ribella, è abbastanza fantasiosa. Veleni e inquinamento avrebbero dovuto uccidere diversi esemplari e, almeno per essere più plausibile, solo alcuni, i più forti e adatti appunto, sarebbero sopravvissuti. Così accade nelle vespe giubbe gialle di *Swarmed- lo sciame della paura*, in cui non tutti gli animali sopravvivono e mutano, ma solo i più adatti sono in grado di sopravvivere alle mutazioni ricevute. In questo caso viene richiamato il concetto di selezione, in cui solo chi in un determinato momento possiede le caratteristiche più favorevoli, sopravvive.

Relativamente più "realistiche" sono le mutazioni comparse gradualmente nella popolazione come accade negli *X-man*, *Heroes* o *The tomorrow people*. In questi casi le mutazioni avvengono per caso all'interno di una popolazione e, generazione dopo generazione, attecchiscono e si confermano.

Quello che non è sempre chiaro è se queste nuove mutazioni siano trasmissibili alle generazioni successive. La mutazione ha coinvolto o meno la linea germinale, cioè quelle cellule che formeranno il nuovo individuo? Spesso non viene detto apertamente, ma il rapido moltiplicarsi di alcuni animali fa pensare che la risposta sia sì. In alcuni casi questo viene direttamente specificato, come in *Frankenfish* o in *Cocodrillo Assassino*, dove alla fine del film si osservano arrivare i nuovi nati, a testimonianza che il terrore continuerà, o in *No Ordinary Family* dove il bambino di Katy manifesta già poteri soprannaturali nell'utero materno.

Alla base della maggior parte dei film c'è un'ombra di verità, poi manipolata e romanzata fino ad ottenere risultati altamente improbabili. Ma dopotutto, trattandosi di film e non di documentari, sarebbero abbastanza noiosi dei supereroi senza superpoteri o mostri che ci mettono anni per comparire. Si perderebbe l'effetto sorpresa.

SCHEDE DEGLI ANIMALI

Tutti i mostri dei film non sono inventati dal nulla ma traggono ispirazione e origine da animali reali. Nelle pagine seguenti sono state raccolte alcune brevi informazioni sui principali protagonisti dei film, quegli animali cioè che hanno subito le mutazioni più fantasiose, modificandosi a tal punto da generare una nuova specie mostruosa. Molte delle peculiarità dei mostri non sono altro che esasperazioni di caratteristiche già presenti nell'individuo, romanzate e adattate agli scopi narrativi.



SCHEDA 1

BARRACUDA

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Actinopterygii
Ordine	Perciformes
Famiglia	Sphyraenidae
Genere	<i>Sphyraena</i>

I barracuda sono pesci di carnivori appartenenti all'ordine dei Perciformes, sottordine Sgombroidei. Esistono 26 specie raggruppate nell'ordine *Sphyraena*. Sono presenti in tutto il mondo nelle acque tropicali e subtropicali, in particolare nel Mare dei Caraibi. Gli individui più piccoli possono riunirsi in branchi ed essere trovati anche in prossimità delle coste, soprattutto dove il fondale è sabbioso e ricoperto da una fitta vegetazione. Gli adulti sono più comuni lungo le barriere o al largo della costa.

Presentano un corpo molto allungato, il grande barracuda (*Sphyraena barracuda*) può superare il metro e mezzo di lunghezza. Anche la testa ha una forma allungata ed è provvista di occhi abbastanza grandi e una

bocca con una doppia fila di denti affilati. Generalmente hanno una colorazione bianco argentata con alcune linee brunastre poste ai lati del corpo.

Sono molto aggressivi e voraci, si nutrono principalmente di pesci, di calamari e crostacei. Per catturare la loro preda la investono a gran velocità, consentita dalla forma allungata e affusolata del corpo. I loro grandi occhi permettono un'ottima visuale anche in acque torbide, consentendogli quindi di cacciare in condizioni di scarsa visibilità.

Quando arriva la stagione riproduttiva, tra settembre e aprile in mediterraneo e tra aprile e ottobre a sud della Florida, i barracuda si aggregano in branchi molto numerosi. Le femmine depongono in media fino a 300000 uova (le femmine del grande barracuda possono deporre anche 700000) nelle acque poco profonde delle zone costiere. Gli avannotti iniziano a cacciare subito dopo la schiusa delle uova.



GRANDE BARRACUDA (*SPHYRAENA BARRACUDA*)

NEI FILM I barracuda sono abbastanza noti tra i pesci marini per il loro aspetto temibile, la loro voracità e la curiosità che spesso li porta ad avvicinarsi ai sommozzatori. Questa loro fama li ha resi ottimi protagonisti del film *Barracuda*, dove, impazzendo per la presenza delle sostanze chimiche scaricate in mare, hanno aumentato la loro aggressività, attaccando ogni essere vivente capitasse loro a tiro.

SCHEDA 2

COCCODRILLO

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Reptilia
Ordine	Crocodylia
Famiglia	Crocodylidae

I coccodrilli (Crocodylidae) sono un ordine di rettili acquatici di cui fanno parte 4 generi e 14 specie. Sono diffusi in Nord e Sud America, Africa, Asia e Australia dove vivono in paludi, fiumi, laghi e torrenti.

Le dimensioni variano da 1,5 a 6 metri di lunghezza. Gli arti anteriori sono piccoli e deboli mentre quelli posteriori sono forti e presentano dita palmate. La coda è muscolosa e appiattita per agevolare il nuoto. Sulla schiena sono protetti da squame che formano una solida corazza. Per adattarsi alla vita acquatica hanno sviluppato valvole che chiudono narici e orecchie in modo

tale che durante le immersioni non entri l'acqua. I denti vengono costantemente cambiati durante tutta la vita. Per innalzare la loro temperatura corporea passano diverse ore sdraiati al sole, soprattutto la mattina e la sera. Sebbene spesso appaiano addormentati sono sempre pronti ad attaccare o a fuggire.

I coccodrilli sono animali longevi che possono vivere anche fino 70-80 anni.

Sono spazzini e cacciatori notturni. La loro dieta include sia vertebrati che invertebrati.

I maschi sono più grandi delle femmine, caratteristica che gli permette di difendere il proprio territorio da eventuali invasori e di competere tra di loro per conquistare una compagna.

Durante la stagione riproduttiva, i maschi, si accoppiano con il maggior numero possibile di femmine, le quali, dopo l'accoppiamento, depongono uova che si schiudono in circa 60-

90 giorni, a seconda delle condizioni del sito di deposizione. Il sesso dei nascituri è determinato dalle condizioni ambientali: uova incubate a temperature maggiori generano maschi mentre uova incubate a temperature minori generano femmine. Durante il periodo di incubazione le madri proteggono il nido stando pronte a cogliere i grugniti dei piccoli, che, poco prima di uscire dal guscio, chiamano i genitori per essere portati verso l'acqua. L'educazione infantile è indispensabile per la sopravvivenza dei piccoli, che vengono seguiti dagli adulti per alcune settimane, prima di lasciarli e cavarsela da soli.

NEI FILM In *Coccodrillo assassino* vengono sottolineate le grandi dimensioni dei coccodrilli, che addirittura aumentano a causa dell'inquinamento da sostanze radioattive. Viene sottolineata e portata all'estremo anche la loro ferocia, con la creatura protagonista che attacca anche gli oggetti e non solo potenziali prede.



COCCODRILLO DEL NILO (*CROCODYLUS NILOTICUS*)

SCHEDA 3

DELFINO

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Mammalia
Ordine	Cetacea
Famiglia	Delphinidae

I delfini sono mammiferi marini appartenente all'ordine dei cetacei e al sottordine degli odontoceti (cioè provvisti di denti). Sono raggruppati nella grande famiglia dei Delphinidae, che comprende circa 40 specie, dal Delfino comune (*Delphinus delphinus*) all'Orca (*Orcinus orca*). Si trovano in tutti i mari e gli oceani del mondo.

Sono quasi sempre animali di piccole o medie dimensioni. Poiché completano tutto il loro ciclo vitale in acqua hanno sviluppato caratteri che li favoriscono in questo ambiente. Il corpo è affusolato, per garantire una maggiore dinamicità durante il

nuoto, gli arti anteriori sono modificati in pinne mentre quelli posteriori sono andati persi. Sul dorso possiedono una pinna falciforme e uno sfiatatoio posto sulla sommità del capo. I denti sono di forma conica e il loro numero varia da specie a specie.

Sono animali sociali che vivono in gruppi di pochi individui o molto numerosi come quelli delle orche o delle stenelle (*Stenella sp.*). Non è raro vedere animali di specie diverse nuotare assieme. Si nutrono principalmente di pesci e calamari con qualche eccezione, ad esempio alcune popolazioni di orche si nutrono di mammiferi marini e occasionalmente terrestri.

Generalmente sono le femmine a raggiungere per prime la maturità sessuale. La gestazione normalmente dura meno di un anno. Il piccolo viene al mondo dalla coda e la madre lo aiuta a salire in superficie per permettergli di respirare.



TURSIOPE (*TURSIOPS TRUNCATUS*)

Sono animali intelligenti. Il cervello del tursiope è paragonabile a quello delle scimmie antropomorfe. I tursiopi (*Tursiops truncatus*) utilizzano particolare fischi, i fischi firma, per identificare inequivocabilmente un individuo del gruppo. Le orche sono in grado di comunicare tra di loro utilizzando un particolare dialetto che varia da gruppo a gruppo.

Tursiopi e orche sono noti per essere le star dei delfinari di tutto il mondo, addestrati a compiere giochi spettacolari per il pubblico.

NEI FILM In *Shark-Rosso nell'oceano*, il mostro protagonista è stato artificialmente creato in laboratorio utilizzando il DNA di diversi animali. Tra di essi spicca il delfino, proprio per la sua ben nota intelligenza.

SCHEDA 4

FORMICA *Camponotus vicinus* (Mayr, 1870)

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordine	Hymenoptera
Famiglia	Formicidae
Genere	<i>Camponotus</i>
Specie	<i>C. vicinus</i>

Le *Camponotus vicinus* (Mayr da chi le ha così nominate) sono formiche appartenenti alla famiglia dei Formicidae, conosciute anche con il nome di **Formiche Carpentiere**.

La specie *C. vicinus* è tipica del continente Americano, dove sono diffuse in alcune regioni del Canada, degli Stati Uniti e del Messico.

Spesso costruiscono i loro nidi sotto pietre o, meno frequentemente, sotto alberi caduti, prediligendo luoghi piuttosto asciutti e assolati. È una specie molto comune in New Messico dove il suo habitat principale è il Deserto di Chihuahua, le aree di Mesquite, ma può essere trovata anche in prati, boschi

di latifoglie, di querce, di pioppo. Nelle Bitterroot Mountains, nel Montana, queste formiche possono essere comuni nei prati aperti e una singola colonia può estendere il proprio nido sotto numerose rocce.

La regina è l'unica femmina fertile dell'intero formicaio. Le uova vengono deposte durante tutto l'anno e hanno un caratteristico colore che varia tra il giallo e il salmone.

A differenza di altri insetti sociali, come vespe e api, che custodiscono uova e larve in celle fino al loro completo sviluppo, le formiche adulte accudiscono attivamente sia le uova che le larve, tenendole pulite e spostandole per far sì che abbiano sempre le condizioni di temperatura e di umidità ideali. La crescita delle larve è più veloce nel periodo primaverile-estivo piuttosto che nei mesi freddi, dove può anche arrestarsi. Non tutte le uova deposte sono state fecondate. Da quelle fecondate nasceranno le femmine mentre dalle altre nasceranno i maschi, i quali hanno un ciclo vitale molto breve e muoiono subito dopo l'accoppiamento. Poiché nelle *Camponotus vicinus* il volo nuziale avviene solo in primavera alcuni maschi avranno una vita mediamente più lunga di quelli di altre specie. Alla fine del volo nuziale le nuove regine perdono le ali e, spesso assieme ad altre regine, fondano nuovi formicai.

Per cercare il cibo escono soprattutto la notte. Le operaie sono anche diurne e si cibano nella vegetazione, soprattutto di Cactus e Yucca. La ricerca del cibo può avvenire anche a 200 metri dalla colonia, dove fanno ritorno seguendo vie olfattive o riferimenti del paesaggio.

NEI FILM La presenza delle *Camponotus* nel Nuovo Messico, le ha candidate come ottime protagoniste del film *Them*, in cui viene sottolineata, abbastanza accuratamente la loro biologia. L'istinto di migrare per formare nuove colonie, la capacità di sollevare 3 volte il loro peso e la forte struttura sociale all'interno del formicaio hanno reso l'ipotetica specie mutante un nemico temibile per l'uomo.



FORMICA CARPENTIERE (*CAMPONOTUS VICINUS*)

SCHEDA 5

GRANCHIO

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Classe	Malacostraca
Ordine	Decapoda

I granchi sono invertebrati appartenenti all'ordine dei decapodi (cioè dotati di dieci zampe). A questo ordine appartengono anche gamberi e paguri. I comuni granchi acquatici appartengono all'infraordine dei Brachyura. Il loro corpo si divide in tre parti: capo, torace e addome. Nel capo sono presenti le antenne, due paia di mascelle e una mandibola. Dal torace partono 5 paia di zampe mentre l'addome non si vede perché è ripiegato ventralmente.

I granchi sono protetti da un robusto esoscheletro di carbonati di calcio, chiamato carapace. Il paio di zampe anteriori è modificato in chele. Quindi quattro paia di zampe sono utilizzate per il movimento mentre quelle anteriori vengono utilizzate per difendersi o catturare le prede.

Le dimensioni sono variabili, dai pochi millimetri a diversi centimetri, fino ad arrivare al Granchio gigante del Giappone le cui zampe raggiungono quasi i 4 metri di lunghezza.



RED ROCK CRAB (*GRAPSUS GRAPSUS*)

Tra maschi e femmine si può osservare un dimorfismo sessuale, soprattutto nelle dimensioni delle chele, più grandi e robuste nei maschi. La fecondazione è interna, la femmina solitamente incuba le uova fino a che non giungono allo stadio di larva, quando sono pronte per essere rilasciate. In alcuni casi per deporre le uova i granchi compiono delle vere e proprie migrazioni. Spettacolare è la migrazione dei granchi rossi, *Gecarcoidea natalis*, di Christmas Island, in Australia, dove durante la stagione delle piogge tutti i granchi che abitano la zona continentale dell'isola si mettono in marcia verso lo stesso tratto di costa. Le strade australiane sono investite da una vera e propria marea rossa. La riproduzione arriva lungo le coste dell'isola, dopo di che i maschi tornano verso le zone interne dell'isola mentre le femmine incubano le uova per due settimane per poi deporre in acqua. Qui le larve rimarranno per tre o quattro settimane, fino a che non saranno completamente sviluppate. I piccoli sopravvissuti compiranno la stessa migrazione compiuta in precedenza dai genitori.

NEI FILM In *Attacco dei granchi giganti*, i granchi di un'isola deserta sono cresciuti fino a raggiungere dimensioni mai viste in natura. Viene conservata la tendenza di questi animali a cercare rifugio nelle rocce, che visto le notevoli dimensioni, più che fessure sono vere e proprie grotte.

SCHEDA 6

PECORA

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Mammalia
Ordine	Artiodactyla
Famiglia	Bovidae
Genere	<i>Ovis</i>
Specie	<i>Ovis aries</i>

La pecora domestica (*Ovis aries*) è un mammifero ruminante appartenente alla famiglia Bovidae e al genere *Ovis*, genera a cui appartengono, tra gli altri, mufloni (*O. musimon*), pecore delle nevi (*O. nivicola*) e urial (*O. orientalis*). La loro domesticazione è stata graduale e probabilmente è avvenuta più volte nel corso dei secoli, probabilmente dai mufloni selvatici dell'Europa e dell'Asia.

Sono state addomesticate soprattutto per il loro mantello, chiamato vello, utilizzato come fibra animale per la produzione di tessuti e vestiti. Il vello viene tagliato durante la tosatura e la lana viene successivamente cardata e filata. Esistono circa 200 razze di pecore, create ognuna per uno scopo differente e con

una differente tipologia di lana. Le pecore con la lana più sottile, quasi tutte derivate dalla razza Merino, sono quelle predilette per produrre filati tessili di buona qualità.

Sono erbivore e si nutrono esclusivamente di erba o delle parti tenere degli arbusti, utilizzando la lingua per scegliere le porzioni della pianta più facili da digerire. Essendo animali diurni mangiano quasi esclusivamente durante il giorno, dall'alba al tramonto, fermandosi solo per riposare e ruminare.

Vivono in greggi, la loro tendenza fortemente gregaria ha origine nell'istinto innato di seguire un leader verso nuovi pascoli, rendendole pertanto idonee per essere facilmente addomesticate dall'uomo.

All'interno del gregge esiste una gerarchia di dominanza ottenuta con combattimenti, minacce e competitività. Le pecore dominanti tendono a mangiare per prime e mostrano un comportamento aggressivo nei confronti delle compagne. Tra i maschi le dimensioni delle corna sono fondamentali per stabilire un ordine gerarchico poiché individui con le corna più piccole tendono a evitare lo scontro.



PECORE (*OVIS ARIES*)

In alcune razze la riproduzione avviene una sola volta durante l'anno, mentre in altre può avvenire tutto l'anno. I maschi si accoppiano con più femmine all'interno del loro arem. La gestazione dura circa cinque mesi e ogni femmina partorisce un cucciolo o, più raramente, due gemelli.

NEI FILM Gli esperimenti genetici per creare la pecora dal vello perfetto hanno modificato gli ovini di *Balck Sheep* fino a trasformarli da animali mansueti e pavidati ad animali aggressivi, sconvolgendo la loro natura indifesa che le porta ad essere facili vittime dei predatori. Altra importante modifica subita è quella alimentare, da erbivori quali realmente sono diventano carnivore.

SCHEDA 7

PESCE TESTA DI SERPENTE

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Actinopterygii
Ordine	Perciformes
Famiglia	Channidae
Genere	<i>Channa</i>

Si tratta di pesci ossei perciformi appartenenti al genere *Channa* a cui appartengono 47 specie. Vengono chiamati Pesci Testa di Serpente a causa della conformazione allungata della testa.

Sono pesci endemici dell'Asia dove hanno un'ampia distribuzione naturale che si estende dall'Iran attraverso il subcontinente indiano, l'Asia sud-orientale e il lontano Oriente, comprese Cina e Siberia. La maggior parte delle specie vive nella fascia tropicale del continente. In alcuni stati queste specie sono state introdotte e spesso si sono ambientate perfettamente danneggiando le popolazioni autoctone di pesci, come è

avvenuto di molti paesi tropicali ma anche degli Stati Uniti d'America.

Popolano in genere acque ferme, stagnanti e torbide, anche inquinate e poverissime di ossigeno disciolto, e sono comuni nelle risaie.

Il corpo di questi pesci è molto allungato e talvolta quasi serpentiforme. La testa è anch'essa allungata, con una bocca molto grande e la mandibola sporgente più lunga della mascella. I colori sono in genere bruni o verdastri, mimetici e poco vivaci ma alcune specie come *Channa pleurophthalma* o *Channa aurantimaculata* sono dotate di colori vividi, rossi e aranciati.

La lunghezza in specie come *Channa micropeltes* o *Channa marulius* può raggiungere il metro e mezzo di lunghezza ma molte altre specie non superano abitualmente i 20 cm.

Possono respirare aria atmosferica attraverso un organo soprabrancale ed alcune specie possono anche strisciare fuor d'acqua in caso di prosciugamento dello stagno in cui vivono. Sono tutti predatori e, a seconda delle dimensioni, possono predare invertebrati, pesci, serpenti d'acqua, anfibi ed altre prede. È un predatore scaltro che spesso rimane immobile a mezz'acqua anche se è pienamente consapevole di cosa gli succede attorno.

Nei pesci di questo genere la fecondità aumenta con l'aumentare delle dimensioni della femmina, femmine più grandi producono un maggior numero di uova feconde. Le uova sono pelagiche e una volta nati gli avannotti si rimangono aggregati nello zooplancton, accuditi da uno o da entrambi i genitori, fino a che non raggiungono gli stati giovanili di sviluppo, quando iniziano a nutrirsi di piccoli crostacei e larve di insetti.

NEI FILM I pesci testa di serpente hanno subito un aumento di dimensione in *Frankenfish*, ma non solo. Modificati per diventare una preda più stimolante è stata accentuata la loro capacità di respirare fuori dall'acqua, la loro aggressività oltre che tutti i loro già acuti sensi di predatore.



TESTA DI SERPENTE SETTENTRIONALE (*CHANNA ARGUS*)

SCHEDA 8

PIRANHA

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Actinopterygii
Ordine	Characiformes
Famiglia	Characidae
Sottofamiglia	Serrasalminae

Sono pesci appartenenti alla famiglia dei Characidae, sottofamiglia Serrasalminae. Sono considerati veri e propri piranha solo le specie appartenenti ai quattro generi *Pristobrycon*, *Pygocentrus*, *Pygopristis* e *Serrasalmus*, per via dei loro denti altamente specializzati. Vivono nelle acque dolci e nelle lagune del Sudamerica. Le dimensioni variano da 15 a 25 centimetri. Sono noti soprattutto per i denti aguzzi, disposti in un'unica fila e utilizzati per strappare la carne delle prede, e per l'appetito vorace.

Sono pesci gregari che vivono in gruppi anche molto numerosi che possono infestare interi tratti fluviali. Tristemente noti per il comportamento aggressivo e i ripetuti attacchi ai bagnanti, sono influenzati nei loro atteggiamenti dalle condizioni ambientali, soprattutto dalla temperatura dell'acqua, in base alla quale potrebbero assumere comportamenti temporaneamente erbivori. Quando la temperatura è più alta il loro metabolismo è più accelerato. Si nutre principalmente di piccoli pesci e animali acquatici e solo occasionalmente attacca grandi animali terrestri che si avventurano in acqua.

All'inizio della maturità sessuale i giovani combattono tra di loro per stabilire i ruoli gerarchici all'interno del gruppo. Gli scontri sono spesso violenti e possono culminare in atti di cannibalismo.



PIRANHA ROSSO (*PYGOCENTRUS NATTERERI*)

Non va dimenticata l'importanza ecologica dei piranha. Proprio per la loro voracità

sono ottimi spazzini, tenendo puliti i fiumi dalle carcasse evitando la putrefazione e quindi il conseguente impoverimento di ossigeno delle acque.

NEI FILM Nel film *Piranha*, vengono sottolineate molte delle caratteristiche tipiche di questi pesci, come la voracità e l'aggressività. La loro pericolosità sta nel numero, un branco medio-grande, composto da alcune centinaia di individui, ha la capacità di spolpare in pochi minuti una pecora o un cavallo. Sono già animali temibili anche senza l'intervento degli scienziati che nel film hanno selezionato piranha con determinate caratteristiche come una voracità ancora più marcata e di conseguenza un'aggressività elevate e soprattutto la capacità di vivere sia in acqua dolce che in acqua salata, dove attualmente non potrebbero vivere.

SCHEDA 9

RAGNO TESSITORE

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Arthropoda
Classe	Arachnida
Ordine	Araneae
Famiglia	Araneidae

Appartengono alla famiglia Araneidae, di cui fanno parte circa 4000 specie e includono i più grandi ragni che producono ragnatele. Il loro nome scientifico deriva dalla parola latina Ragno, in quanto sono considerati i ragni per eccellenza. Si trovano in tutto il mondo, negli habitat più differenti come praterie, prati, foreste e giardini.

Le dimensioni vanno da 0,2 a 4,6 cm. Creano tele circolari in cui intrappolano le prede. I ragni di questa famiglia presentano spesso addomi molto pronunciati e di colori sgargianti, in alcuni casi sono presenti protuberanze. Hanno otto occhi, i quattro

centrali disposti a formare un quadrato. I maschi sono spesso più piccoli delle femmine.

La ragnatela ha un perno centrale dal quale partono linee e spirali. Alcune specie non costruiscono le ragnatele ma, appena cala la notte, si lasciano penzolare appesi ad un filo e intrappolano le falene utilizzando una goccia adesiva tenuta tra le zampe. Alcune specie tropicali producono tele così forti che possono intrappolare anche pesci e uccelli, di cui poi si cibano. Altre, invece, rendono le tele visibili agli uccelli così possono evitare che questi ultimi le rompano passandoci in mezzo.



RAGNO TESSITORE (ERIOPHORA)

La riproduzione richiede un complesso corteggiamento. Le uova sono nascoste nelle tele all'interno della vegetazione, nelle cortecce o seppellite nel primo strato di foglie.

NEI FILM In *Arack Attcak-mostri a otto zampe*, i ragni tessitori sono alcune delle specie di ragni che hanno subito la mutazione che li ha fatti diventare giganti. Una delle caratteristiche di questi ragni che nel film spicca di più è appunto la loro capacità di realizzare tele che avvolgeranno le case dove hanno costruito i loro nidi ma anche le loro vittime, che vengono racchiuse in bozzoli giganteschi.

SCHEDA 10

RAGNO SALTERINO

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Arthropoda
Classe	Arachnida
Ordine	Araneae
Famiglia	Salticidae

I ragni salterini sono aracnidi appartenenti alla famiglia Salticidae. In questa famiglia si possono trovare più di 500 generi e fino a 5000 specie.

Si trovano dappertutto, specialmente nelle regioni calde. Gli habitat possono essere i più vari: boschi, praterie, brughiere e giardini. Le specie europee sono spesso trovate sotto le pietre o vicino la terra sulle piante e crescita lenta.

Molti dei ragni salterini, così chiamati perché saltano sulle prede, a prima vista sembrano grigiastri, anche se le specie tropicali possono essere colorate con marchi molto vividi. Le dimensioni variano da 0,2 a 2,6 cm. La caratteristica più importante dei ragni salterini, che li differenzia dalle altre famiglie, è il sistema visivo. Nella parte frontale del carapace sono presenti 8 occhi posizionati in riga, che permettono una visione quasi di 360 gradi. I due occhi centrali sono più grossi degli altri e sono responsabili della visione principale, mentre gli occhi laterali servono principalmente per percepire i movimenti.

Diversamente dai ragni che costruiscono ragnatele, i ragni salterini non affidano la loro caccia alle tele, ma cercano attivamente le prede utilizzando la vista. Grazie al loro sistema visivo sviluppato sono predatori diurni. Quando hanno individuato una preda le si avvicinano di soppiatto per poi balzarle addosso. Sebbene siano prevalentemente carnivori, alcune specie includono nella loro dieta il nettare, mentre altre si nutrono principalmente di vegetali.



RAGNO SALTERINO

I corteggiamenti sono particolari e utilizzano principalmente il senso della vista. I maschi possiedono peli colorati che mettono in mostra durante la danza di corteggiamento. Utilizzano anche l'olfatto, per percepire i feromoni emessi dalle femmine. Dopo il corteggiamento e l'accoppiamento la femmina depone le uova. Solitamente le uova vengono deposte tra la vegetazione, il muschio, la corteccia e le pietre, all'interno di una cella di seta che avvolgono. Le uova vengono accudite finché non si schiudono.

La seta non viene utilizzata solamente per costruire nidi o per avvolgere le uova. Alcune specie di ragni salterini lasciano dietro di loro un filo di seta, così, se si perdono nella vegetazione possono tornare al punto di partenza seguendo il filo. I fili possono essere utilizzati anche per disperdersi. Il ragno sta in cima alla vegetazione, dopo aver prodotto un filo di seta, e viene poi portato in giro dal vento.

NEI FILM I ragni salterini sono protagonisti di *Arack Attack*, temibili avversari per la loro capacità di saltare anche per lunghe distanze.

SCHEDA 11

SQUALO BIANCO

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Chondrichthyes
Ordine	Lamniformes
Famiglia	Lamnidae
Genere	<i>Carcharodon</i>
Specie	<i>C. carcharias</i>

Lo squalo bianco, *Carcharodon carcharias*, è un pesce cartilagineo appartenente alla famiglia Lamnidae. Lo si può trovare in tutto il mondo nelle acque costiere e attorno alle isole tropicali. Predilige le acque in prossimità della piattaforma continentale, spostandosi dai fondali al pelo d'acqua. È poco frequente nell'Oceano Indiano e nel Mar Mediterraneo.

Sono animali solitari e nomadi, di aggregano raramente a coppie.

Raggiungere grandi dimensioni, arrivando anche oltre i 6 metri di lunghezza. Ha una corporatura massiccia che, assieme alla bocca dotata di denti acuminate che vengono costantemente cambiati durante tutta la sua vita, gli conferisce il tipico aspetto feroce.

Per soddisfare la sua elevata curiosità, sia verso una possibile preda che verso un oggetto sconosciuto, gli nuota attorno circolarmente. I suoi sensi sono altamente sviluppati, permettendogli di identificare una possibile preda anche a notevole distanza. Durante la caccia utilizza principalmente l'olfatto e i campi elettrici prodotti dalla preda poiché gli occhi, piuttosto delicati, al momento dell'attacco sono protetti da una membrana. Quando catturano prede superficiali possono saltare completamente fuori dall'acqua. Si nutrono principalmente di pesci ma anche tartarughe marine, alcuni mammiferi marini, come ad esempio pinnipedi e carcasse di balene, e anche di uccelli che riposano in acqua. Nell'oceano sono predatori apicali ma qualche volta possono essere vittime delle orche.



SQUALO BIANCO (*CARCHARODON CARCHARIAS*)

Le femmine sono ovovivipare, cioè incubano le uova nell'utero fino alla loro schiusa. La gestazione dura all'incirca un anno, al termine del quale partorendo piccoli già sviluppati lunghi più di un metro.

NEI FILM Lo squalo bianco è uno degli animali da cui hanno prelevato il DNA per creare la creatura di *Sharks-rosso nell'oceano*. Forse il più noto tra gli squali per la sua reputazione di mangiatore di uomini, nel film viene utilizzato per la sua aggressività. La creatura difatti attacca indiscriminatamente esseri viventi e imbarcazioni, con una ferocia senza eguali.

SCHEDA 12

TARANTOLA

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Arthropoda
Classe	Arachnida
Ordine	Araneae
Famiglia	Theraphosidae

Le tarantole sono aracnidi appartenenti alla famiglia Theraphosidae, composta da circa 900 specie. Sono diffusi in tutto il mondo, soprattutto in Sud America. Sono ragni pelosi, con colorazione che varia dal marroncino al nero, con marchi di diversi colori (rosa, azzurri, rossi etc). Possiedono otto piccoli occhi raggruppati nella parte frontale del carapace. Le loro dimensioni variano da 3 a 12 cm.

Molte delle tarantole sono notturne e cacciano artropodi o piccoli vertebrati, come rane e topi. Attendono le loro prede all'ingresso della tana e le uccidono con gli aculei veleniferi. Le

tarantole usano delle appendici della bocca, i cheliceri, per schiacciare le loro prede. Poiché la bocca delle tarantole è molto piccola possono utilizzarla solo per succhiare, per questo, questi animali hanno una digestione esterna, rigurgitano succhi digestivi sulla preda per poi succhiare le sostanze nutritive.

Alcune specie vivono sugli alberi, altre scavano tane nel terreno. Le femmine hanno dimensioni maggiori dei maschi e depongono un gruppo di uova (fino a mille uova con una dimensione complessiva di una pallina da golf) nel terreno. I giovani ragni rimangono nella tana scavata dalla madre fino alla prima muta, quando si disperdono nell'ambiente per cercare cibo e per scavarsi delle tane tutte loro.

Alcune tarantole possono vivere da 10 a 30 anni. Durante la crescita devono cambiare periodicamente l'esoscheletro attraverso le mute. Una volta raggiunte le dimensioni adulte le mute diventano meno frequenti fino ad avvenire una volta all'anno o meno.



TARANTOLA (*BRACHYPELMA BOEHMEI*)

Viste le loro notevoli dimensioni spesso si è pensato che il loro morso fosse fatale. Alcune possiedono un potente veleno, altre invece no, in relazione al tipo di preda che devono cacciare.

NEI FILM Questa specie di aracnide è presente in *Arack Attack-mostri a otto zampe*. È anche la protagonista di un film tutto suo *Tarantola*, dove la sperimentazione di un nuovo cibo sintetico ha causato la sua smisurata crescita. Non aumentano solo le dimensioni ma anche la quantità di veleno prodotto, con il quale uccide le vittime, e la sua fame. Anche la versione gigante della tarantola utilizza la digestione esterna per nutrirsi, secernendo un liquido che ammorbidisce la carne della vittima in modo che possa essere succhiata. Per questo motivo vengono ritrovate solo le ossa di animali e umani caduti sue prede.

SCHEDA 13

TARTARUGA

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Reptilia
Ordine	Testudines

Le tartarughe sono rettili appartenenti all'ordine delle Testudines (conosciuto anche come Chelonia), che comprende 14 famiglia, 99 generi e circa 293 specie. Nell'uso comune del termine il nome tartarughe viene utilizzato per indicare le specie adattate alla vita acquatica, mentre le specie adattate alla vita terrestre prendono il nome di testuggini. Le tartarughe hanno modificato le loro pinne per adattarle alla vita acquatica (le tartarughe di acqua dolce hanno sviluppato membrane tra le dita per favorire il nuoto mentre quelle marine hanno modificato gli arti in vere e proprie pinne).

Presentano un carapace dorsale e un piastrone ventrale, che fungono da "casa" e da guscio di protezione, all'interno del quale può ritirare arti e collo in caso di pericolo. Tutte le specie viventi non hanno denti ma utilizzano un becco corneo per strappare il cibo. In alcune specie maschi e femmine presentano un leggero dimorfismo sessuale: in quelle acquatiche i maschi sono spesso più piccoli delle femmine ed eseguono un corteggiamento elaborato. Altre specie non hanno dimorfismo sessuale e il corteggiamento è minimo, mentre sono frequenti i combattimenti per il territorio o per le femmine. Le femmine non si riproducono tutti gli anni, alcune sono in grado di mantenere lo sperma nei loro ovidotti per anni, producendo uova fertili senza aver bisogno di un accoppiamento annuale. I siti di nidificazione, normalmente, vengono scelti vicino alle aree di foraggiamento. Tartarughe e testuggini depongono uova. Le tartarughe marine compiono lunghe migrazioni per costruire i loro nidi nelle spiagge in cui sono nate, che spesso di trovano anche dall'altra parte dell'oceano. In alcune specie il sesso dei piccoli è determinato dalla temperatura a cui sono covate le uova, i maschi nascono generalmente a temperature inferiori rispetto alle femmine.

TARTARUGA MARINA (*CARETTA CARETTA*)

NEI FILM Le tartarughe sono le indiscusse protagoniste dei film e dei telefilm delle *Tartarughe Ninja*, in cui i rettili sono cresciuti di dimensioni e hanno assunto forme umanoidi. Riveste una grande importanza il carapace, utilizzato dai quattro paladini come protezione dagli attacchi nemici, così come avviene anche in natura. Tutte le altre caratteristiche delle tartarughe, invece, tra le quali la lentezza e i movimenti abbastanza goffi, vengono perse e sostituite da un'eccellente velocità e agilità e da altri sensi più "umanizzati".

SCHEDA 14

VESPA

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Phylum	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordine	Hymenoptera
Famiglia	Vespidae

Le vespe sono una famiglia di insetti appartenente all'ordine degli imenotteri. Sono diffuse in tutto il mondo. Le dimensioni variano da 1 a 5 centimetri, la colorazione è generalmente gialla e nera con il tipico motivo a strisce. Tra torace e addome vi è un netto restringimento. I pungiglioni delle vespe sono lisci, questo gli permette di pungere più volte i nemici, compresi i mammiferi, senza rischiare che il pungiglione rimanga incastrato nella cute uccidendole per svisceramento. Sono insetti sociali organizzati in una società gerarchica che comprende esclusivamente

femmine suddivise in una o più regine, uniche femmine fertili, e un gran numero di operaie. I maschi sono presenti solo durante la stagione riproduttiva, al termine della quale muoiono. Le colonie sono stagionali e con l'arrivo della stagione fredda tutte le vespe muoiono, eccetto qualche regina fecondata che darà origine ad una nuova colonia la primavera successiva.

I nidi sono realizzati impastando legno e saliva e possono essere collocati su rocce, tronchi o all'interno di cavità. I nidi delle vespe comuni (*Vespula germanica*), conosciuta anche come Yellow Jacket (Giubba gialla), hanno le dimensioni di una palla da calcio.

Gli adulti si cibano soprattutto di nettare e frutta ma predano anche piccoli invertebrati per arricchire la dieta delle larve a cui danno porzioni di carne masticata oltre che a sostanze zuccherine, nettare e melata.

Sono utili all'agricoltura poiché uccidono molti insetti nocivi.

NEI FILM Le vespe sono protagoniste di *Swarmed- Lo sciame della paura*. La nota aggressività di questi imenotteri ha permesso di usarle come terribili protagoniste del film. La modificazione genetica subita ha sviluppato un veleno più tossico del normale, aumentando i casi di grave shock anafilattico post puntura. Questo, insieme all'aumentata aggressività, al loro olfatto sviluppato che le indirizza verso le principali fonti di cibo e alla loro capacità di pungere più e più volte un individuo senza morire, come accade nelle api, le rende un nemico temibile.



VESPA (VESPULA GERMANICA)

BIBLIOGRAFIA

CAPITOLO 1

- ❖ B. Continenza. *Darwin una vita per un'idea, la teoria dell'evoluzione*. I grandi della scienza. 1998. Le Scienze.
- ❖ Boyko, Adam R., et al. "A simple genetic architecture underlies morphological variation in dogs." *PLoS biology* 8.8 (2010): 1948.
- ❖ C. Darwin. *Autobiografia (1809-1882)*. Einaudi.
- ❖ C. Darwin. *Sulla origine delle specie*. EDIZIONI «A. BARION».
- ❖ D. Grimm. How the wolf became the dog. *Science Magazine* 348 (2015):6232.
- ❖ Freedman, Adam H., et al. "Genome sequencing highlights the dynamic early history of dogs." (2014): e1004016.
- ❖ Larson, Greger, and Daniel G. Bradley. "How much is that in dog years? The advent of canine population genomics." *PLoS genetics* 10.1 (2014).
- ❖ Ovodov, Nikolai D., et al. "A 33,000-year-old incipient dog from the Altai Mountains of Siberia: Evidence of the earliest domestication disrupted by the Last Glacial Maximum." *PLoS One* 6.7 (2011): e22821.
- ❖ R.L. Dorit et al. *Zoologia*. Zanichelli.
- ❖ Thalmann, O., et al. "Complete mitochondrial genomes of ancient canids suggest a European origin of domestic dogs." *Science* 342.6160 (2013): 871-874.

CAPITOLO 2

- ❖ Dubrova, Yuri E., et al. "Elevated minisatellite mutation rate in the post-Chernobyl families from Ukraine." *The American Journal of Human Genetics* 71.4 (2002): 801-809.
- ❖ Møller, Anders P., P. Surai, and T. A. Mousseau. "Antioxidants, radiation and mutation as revealed by sperm abnormality in barn swallows from Chernobyl." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272.1560 (2005): 247-253.
- ❖ Kyoizumi, Seishi, et al. "Detection of somatic mutations at the glycophorin A locus in erythrocytes of atomic bomb survivors using a single beam flow sorter." *Cancer research* 49.3 (1989): 581-588.

- ❖ Moh, C. C., and Luther Smith. "An analysis of seedling mutants (spontaneous, atomic bomb-radiation-, and X ray-induced) in barley and durum wheat." *Genetics* 36.6 (1951): 629.
- ❖ Dubrova, Yuri E., et al. "Further evidence for elevated human minisatellite mutation rate in Belarus eight years after the Chernobyl accident." *Mutation Research* 381.2 (1997): 267-278.
- ❖ Mosler, A. P., and T. A. Mousseau. "Mutation and sexual selection: a test using barn swallows from Chernobyl." *Evolution* 57.9 (2003): 2139-2146.
- ❖ Lazutka, J. R. "Chromosome aberrations and rogue cells in lymphocytes of Chernobyl clean-up workers." *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 350.2 (1996): 315-329.
- ❖ Neel, James V., et al. "Search for mutations altering protein charge and/or function in children of atomic bomb survivors: final report." *American journal of human genetics* 42.5 (1988): 663.
- ❖ Kovalchuk, Olga, et al. "Wheat mutation rate after Chernobyl." *NATURE-LONDON-* (2000): 583-583.
- ❖ Weinberg, H. Sh, et al. "Very high mutation rate in offspring of Chernobyl accident liquidators." *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 268.1471 (2001): 1001-1005.
- ❖ Hsu, Wan-Ling, et al. "The incidence of leukemia, lymphoma and multiple myeloma among atomic bomb survivors: 1950-2001." *Radiation research* 179.3 (2013): 361-382.

SCHEDE

- ❖ Carroll, C. R., and Daniel H. Janzen. "Ecology of foraging by ants." *Annual Review of Ecology and systematics* (1973): 231-257.
- ❖ Courtenay, Walter R., and James David Williams. *Snakeheads (Pisces, Channidae): a biological synopsis and risk assessment*. Vol. 1251. US Geological Survey, 2004.
- ❖ George C. McGavin. 2009. *Insects-Spiders and Other Terrestrial Arthropods - Smithsonian Handbooks (Smithsonian Handbooks) Paperback*,
- ❖ Grzimek, Bernhard, et al. *Grzimek's animal life encyclopedia*. Farmington Hills, Michigan: Gale, 2004.
- ❖ Mackay, W.; MacKay, E. 2002. *The ants of New Mexico (Hymenoptera: Formicidae)*. Lewiston, New York: *Edwin Mellen Press*, 400 pp.

- ❖ Richman, David B., and Robert R. Jackson. "A review of the ethology of jumping spiders (Araneae, Salticidae)." *Bulletin of the British Arachnological Society* 9.2 (1992): 33-37.
- ❖ William Morton Wheeler (1910). *Ants: Their Structure, Development and Behavior*. Columbia University Biological Series 9. *Columbia University Press*.
- ❖ Perrin, William F., and Bernd Wursig, eds. *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, 2009.
- ❖ Pedrosa, Susana, et al. "Evidence of three maternal lineages in near eastern sheep supporting multiple domestication events." *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 272.1577 (2005): 2211-2217.

FILMOGRAFIA

- ❖ ***Arack Attack- Mostri a otto zampe*** (Eight Legged Freaks), Ellory Elkayem, USA, 2002.
- ❖ ***Assalto alla terra*** (Them!), Gordon Douglas, USA, 1954.
- ❖ ***Barracuda***, Harry Kerwin, USA, 1978.
- ❖ ***Black Sheep- Pecore assassine*** (Black Sheep), Jonathan King, Nuova Zelanda, 2006.
- ❖ ***Capitan America- Il primo vendicatore*** (Captain America: The First Avenger), Joe Johnston, USA e Regno Unito, 2011.
- ❖ ***Cocodrillo Assassino*** (Killer crocodile), Larry Ludman, Italia, 1989.
- ❖ ***Denti Assassini*** (Food of the Gods II), Damian Lee, Canada, 1989.
- ❖ ***Frankenfish***, Mark A.Z. Dippè, USA, 2004.
- ❖ ***Frogs***, George McCowan, USA, 1972.
- ❖ ***Godzilla- Il re dei mostri*** (Gojira), Ishirō Honda, Giappone, 1954.
- ❖ ***Hulk***, Ang Lee, USA , 2003
- ❖ ***I carnivori venuti dalla savana*** (Squirm), Jeff Lieberman, USA, 1976.
- ❖ ***I fantastici 4*** (Fantastic Four), Tim Story, USA e Germania, 2005.
- ❖ ***L'assalto dei granchi giganti*** (Attack of the Crab Monsters), Roger Corman, USA, 1956.
- ❖ ***L'impero delle termiti giganti*** (Empire of the Ants), Bert I. Gordon, USA, 1977.
- ❖ ***L'incredibile Hulk*** (The Incredible Hulk), Louis Leterrier, USA, 2008.
- ❖ ***L'isola del Dottor Moreau*** (The Island of Dr. Moreau), Don Taylor, USA, 1977.
- ❖ ***La notte della lunga paura*** (Night of the Lepus), William F. Claxton, USA, 1972.
- ❖ ***Piranha***, Joe Dante, USA, 1978.
- ❖ ***Plankton- Creature dagli abissi***, Alvaro Passeri, Italia, 1994.
- ❖ ***Rats- Notte di terrore*** (Rats: Night of Terror), Claudio Fragasso Bruno Mattei, Italia Francia e USA, 1984.
- ❖ ***Shark: Rosso nell'oceano***, Lamberto Bava, Italia e Francia, 1984.
- ❖ ***Spiderman*** Sam Raimi, USA, 2002.
- ❖ ***Swarmed- lo sciame della paura*** (Swarmed), Paul Ziller, Canada, 2005.
- ❖ ***Tarantola*** (Tarantula), Jack Arnold, USA, 1955.
- ❖ ***Tartarughe ninja*** (Teenage Mutant Ninja Turtles), Jonathan Liebesman, USA, 2014.
- ❖ ***Tartarughe ninja alla riscossa*** (Teenage Mutant Ninja Turtles), Steve Barron, USA e Honk Kong, 1990.
- ❖ ***The Amazing Spiderman***, Marc Webb, USA, 2012.

- ❖ ***X-man***, Bryan Singer, USA, 2000.

TELEFILM

- ❖ ***Beauty and the beast***, Sherri Cooper, Jennifer Levin, USA, 2012.
- ❖ ***Flash***, Danny Bilson e Paul De Meo, USA, 1990- 1991.
- ❖ ***Heroes***, Tim Kring, USA, 2006-2010
- ❖ ***No Ordinary Family***, Greg Berlanti e Jon Harmon Feldman, USA, 2010-2011.
- ❖ ***Smallville***, Alfred Gough e Miles Millar, USA, 2001-2011.
- ❖ ***Street sharks- Quattro pinne all'orizzonte*** (Street sharks), David Siegel and Joe Galliani, USA, 1994- 1997.
- ❖ ***Tartarughe Ninja alla riscossa*** (Teenage Mutant Ninja Turtles), Kevin Eastman, Peter Laird, USA, 1987.
- ❖ ***Teen Wolf***, Jeff Davis, USA, 2015(Quinta stagione)
- ❖ ***The Flash***, Greg Berlanti, Andrew Kreisberg, Geoff Johns, USA, 2014
- ❖ ***The tomorrow people***, Greg Berlanti, Phil Klemmer e Julie Plec, USA, 2013-2014.