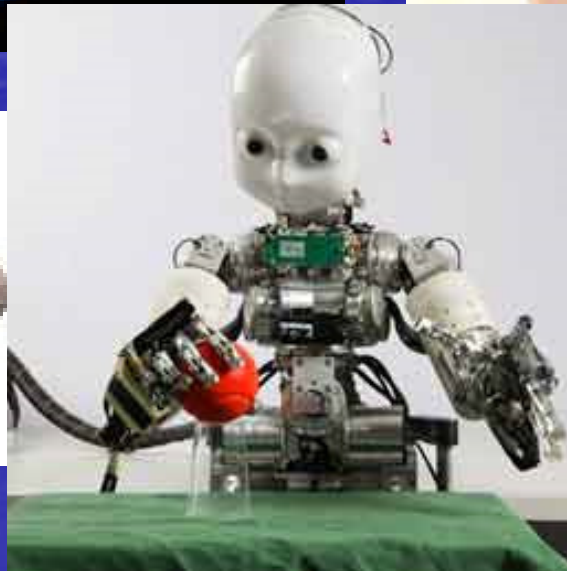


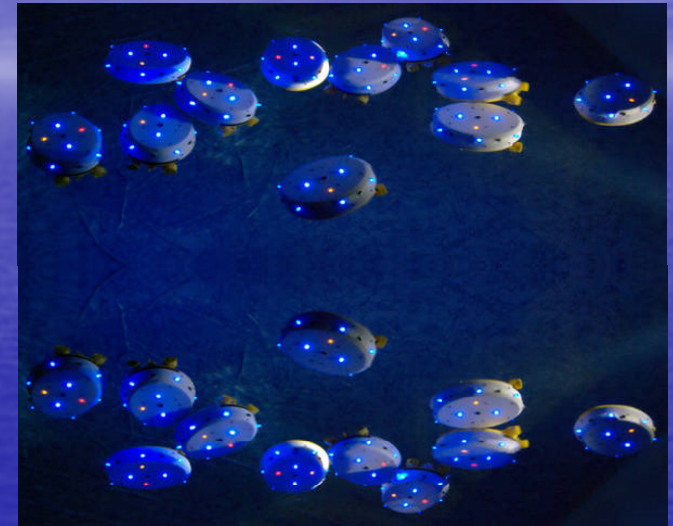
Artificiale!



Artificiale!

"Era cominciata un'evoluzione non-biologica, inanimata. Un'evoluzione di apparati meccanici (..) Quei congegni non rappresentano il minimo potere di ragionamento, sono soltanto stupendamente adattati alle condizioni di questo pianeta ... per distruggere tutto ciò che ragiona, come pure tutto ciò che vive. Loro invece non sono vivi."

Descrizione della necrosfera ("L'invincibile" - Stanislav Lem, 1964)



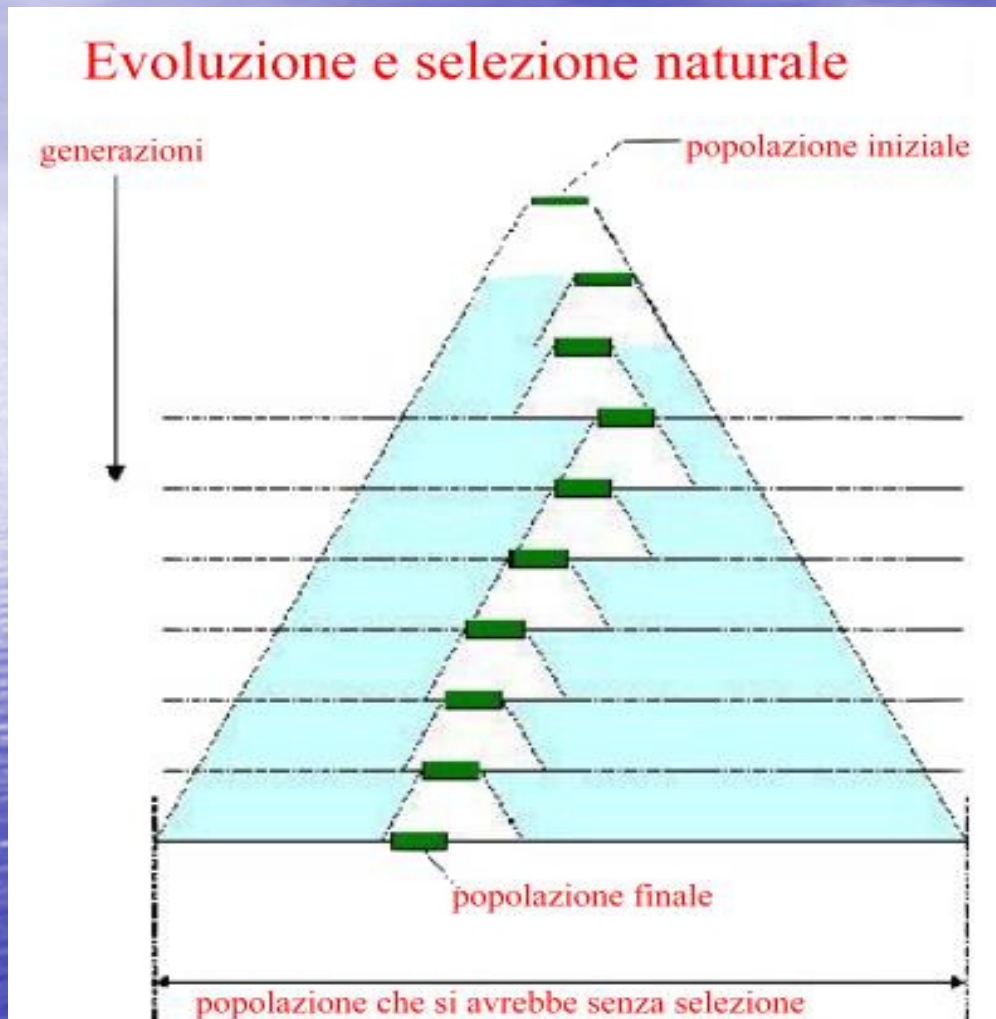
1. Un robot non potrà mai danneggiare un umano o, nel non agire, consentire che un umano venga danneggiato
2. Un robot deve obbedire agli ordini dell'uomo, con l'unica eccezione di quando tali ordini entrassero in conflitto con la prima legge
3. Un robot deve proteggere la propria esistenza con la sola eccezione che questo non confligga con la prima o con la seconda legge.

("Io, robot" - Isaac Asimov, 1950)

Perché rivolgersi all'evoluzione?

- Perché ispirarsi all'evoluzione per risolvere problemi computazionali?
 - ricerca delle soluzioni fra un **numero enorme di alternative**
 - funzionamento in **ambienti che cambiano**
 - costruzione di **soluzioni nuove ed originali**
 - **impossibilità di utilizzare altri algoritmi**
- Regole della "selezione naturale"
 - unità base è la **popolazione** di **individui**
 - **variabilità**, dovuta ad incrocio, ricombinazione, mutazione,...
 - **selezione**, dovuta alla sopravvivenza delle soluzioni migliori
- Chiave del sistema è la "fitness"
 - il grado di adattamento dell'individuo all'ambiente

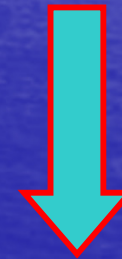
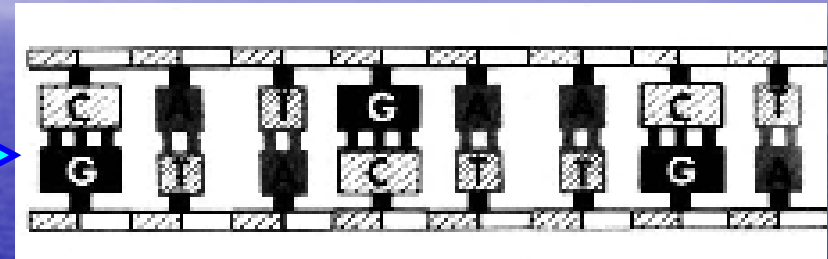
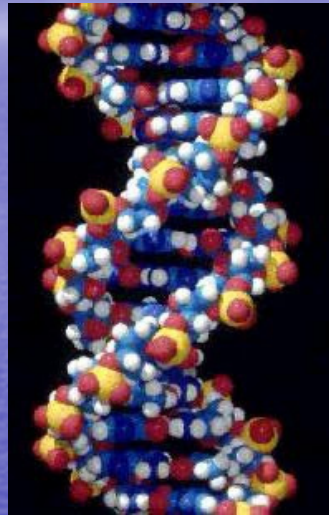
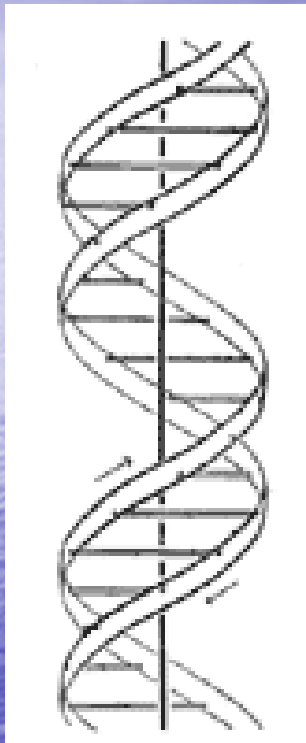
Evoluzione: adattamento e robustezza



- Tre concetti chiave:
 - ad evolvere è un gruppo di organismi inter-fecondi
 - la variabilità è una condizione essenziale
 - l'evoluzione si verifica a causa di una pressione selettiva
- Darwin e Mendel
 - unione dell'evoluzione e della genetica negli anni '30

- Genetica delle popolazioni
 - **popolazione:** gruppo di individui della stessa specie, interfecondi, che abitano insieme
 - **genotipo :** insieme di tutti i geni di un individuo
 - **pool genico:** insieme di tutti i geni di una popolazione

Codifica

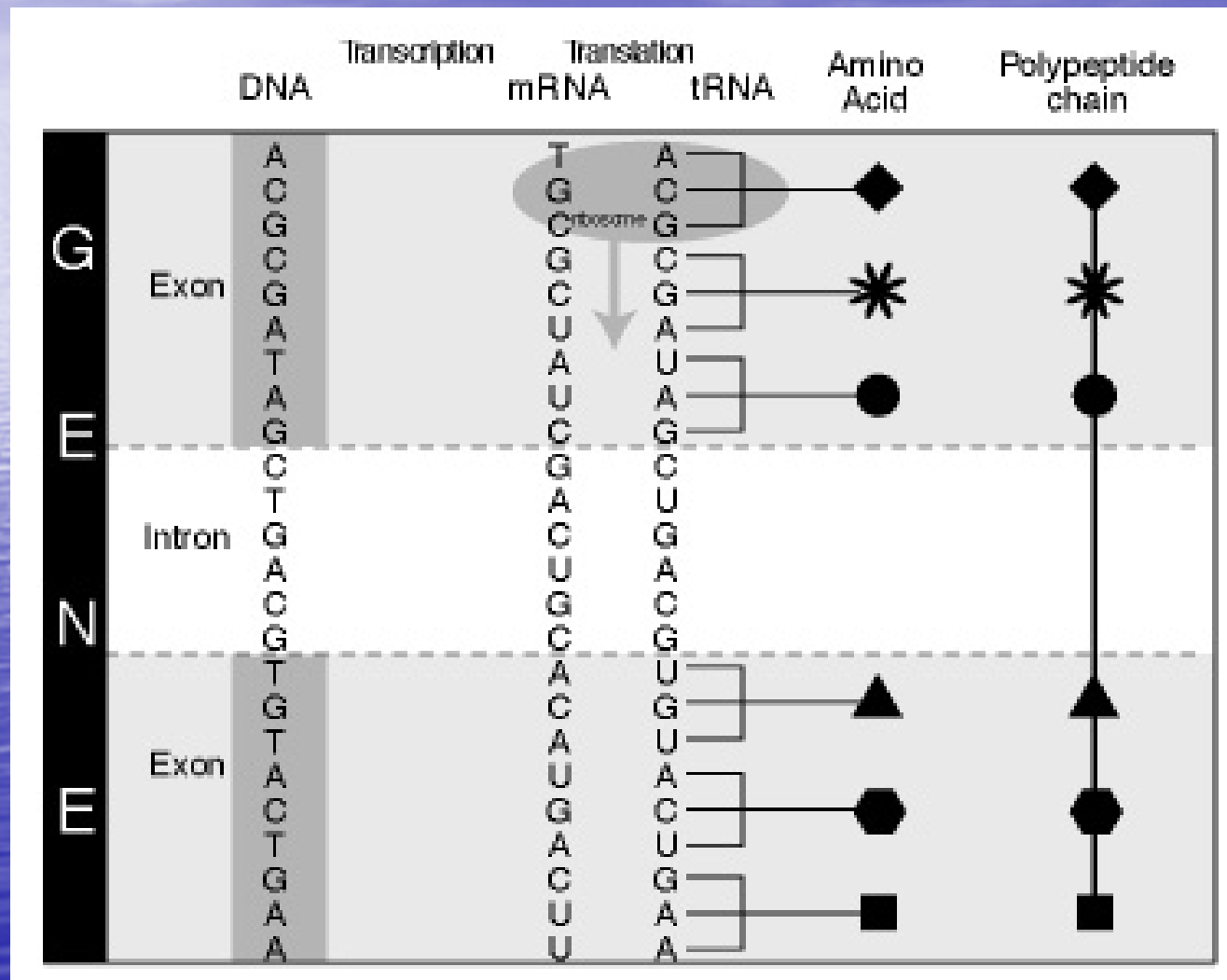


G A T T A C A G G T T A

Prima rappresentazione grafica della doppia elica del DNA. Il disegno, realizzato da Odile Crick, la moglie dello scienziato Francis Crick, è stato pubblicato per la prima volta sulla rivista Nature il 25 Aprile 1953.

GATTACA...

Codifica



Codice genetico:
traduzione delle
triplette in 21
amminoacidi

più codici particolari:
parti, fermati, ...

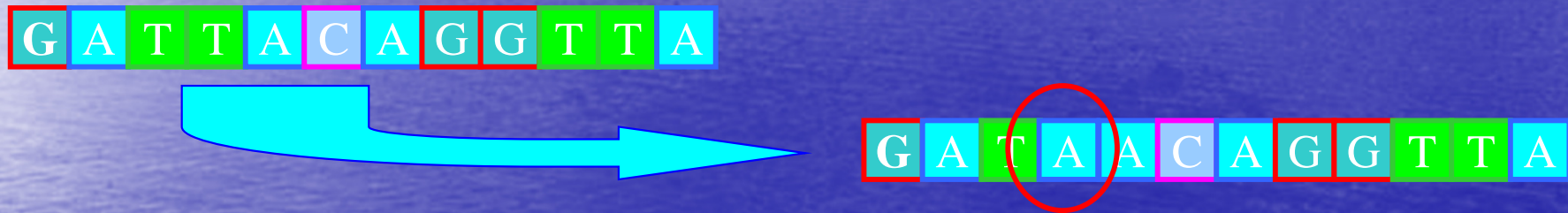
Ogni gene
codifica per una
proteina

ogni proteina è
composta da poche
decine a migliaia di
amminoacidi

Fonti naturali di variabilità

Mutazione puntiforme

modificazione casuale e puntuale nella sequenza nucleotidica di un gene



Duplicazione dei geni

e successiva deriva genica (divergenza delle copie)



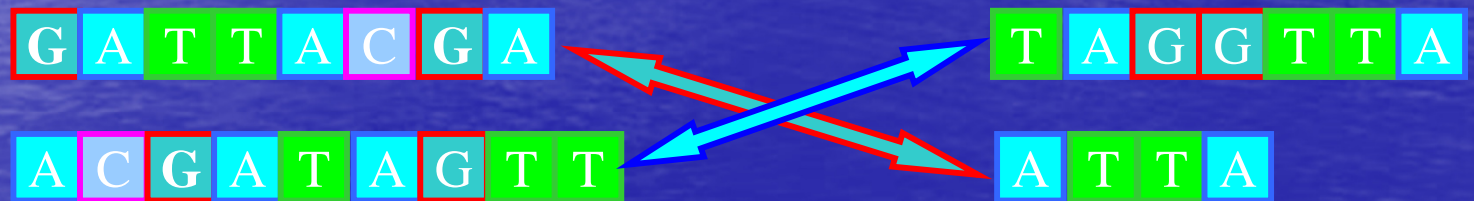
Fonti naturali di variabilità

Ricombinazione cromosomica (crossing-over)

1



2

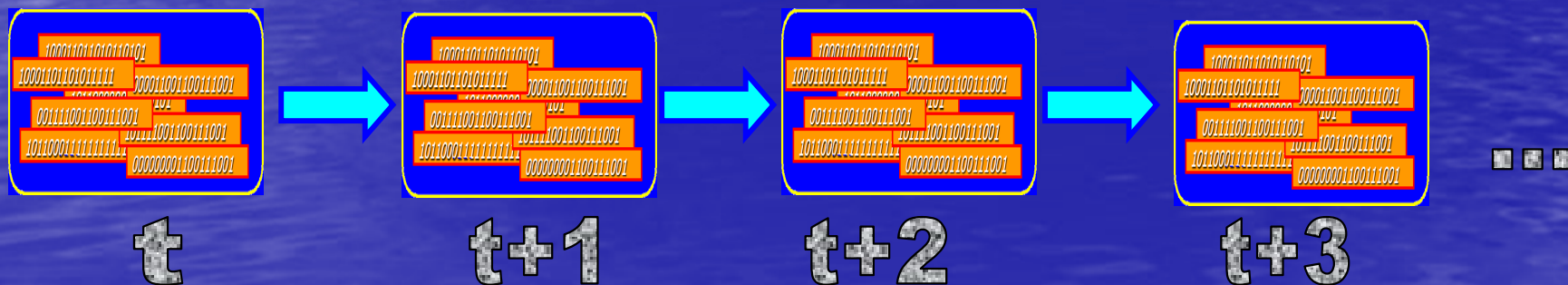


3



Algoritmi genetici

- Le caratteristiche principali degli individui sono codificate nel codice genetico utilizzato nei cromosomi
 - I geni sono i blocchi costitutivi delle nuove strutture
 - Per mezzo della **riproduzione** degli individui la popolazione è in grado di **mescolare** le caratteristiche presenti nei genotipi
 - A causa della presenza di **errori**, **nuove caratteristiche** possono essere aggiunte a quelle già esistenti
 - Le nuove combinazioni che danno vita a **"buoni"** individui **sopravvivono** all'interno della nuova popolazione



Adattamento

La sopravvivenza del più adatto

se un individuo possiede geni che gli permettono la sopravvivenza fino all'età riproduttiva, è in grado di trasmettere il proprio patrimonio genetico alla generazione successiva

La misura del «grado di bontà» di un individuo è detta "fitness"

la selezione favorisce la riproduzione degli individui con i fenotipi più adatti (con la fitness migliore), permettendo così la sopravvivenza del genotipo codificante il fenotipo

La selezione può essere

direzionale
stabilizzante
divergente

Il risultato ultimo è la modificazione della frequenza dei geni all'interno di una popolazione

Algoritmi genetici

Procedure complesse, adattative, finalizzate alla risoluzione di problemi di ricerca ed ottimizzazione, basate sui principi che regolano l'evoluzione naturale

Il problema che risolvono è quello di trovare i punti di massimo (minimo) di una certa funzione obiettivo

L'idea è quella di

- agire su popolazioni di soluzioni

- selezionare stocasticamente le migliori

- ricombinarle in qualche modo

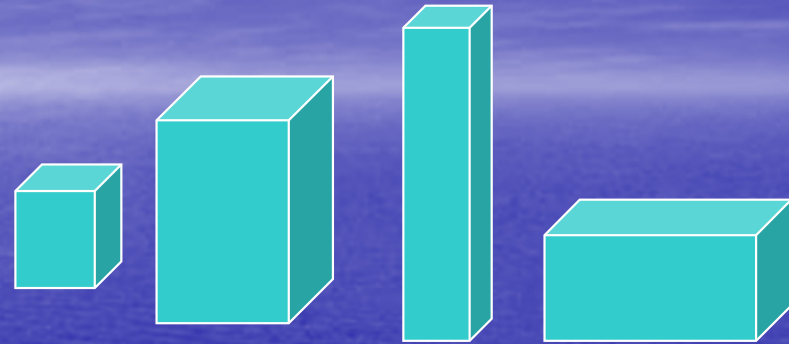
- in maniera tale da fare progredire la popolazione verso il punto di ottimo

La funzione da massimizzare è detta fitness

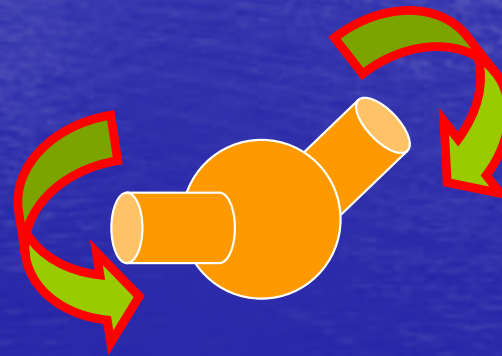
$$F = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

I componenti costitutivi

- Mattoni

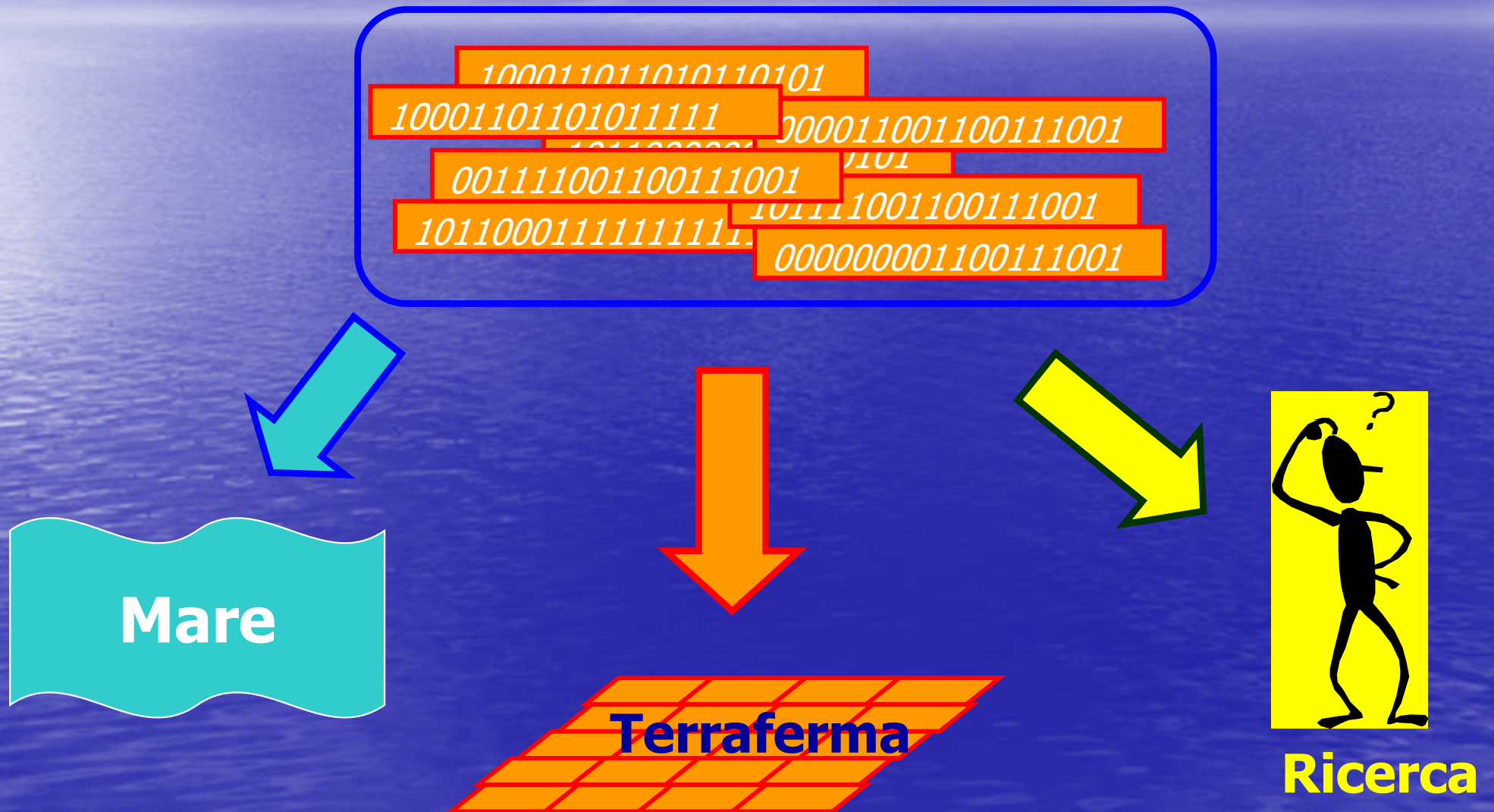


- Strutture connettive
 - (con piccoli motori)



- Fili per comunicare con i motori vicini
-

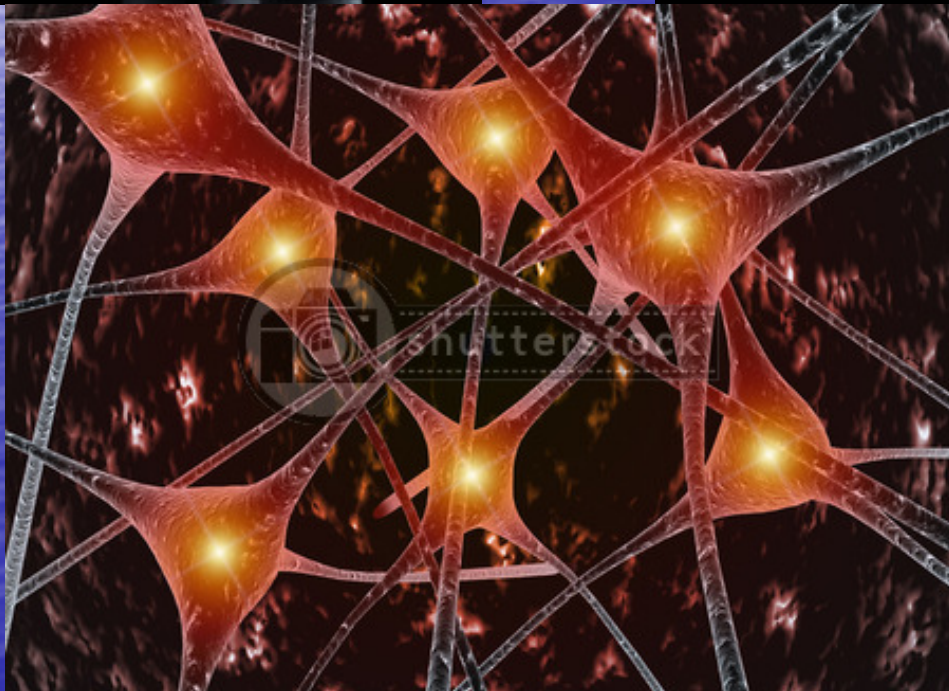
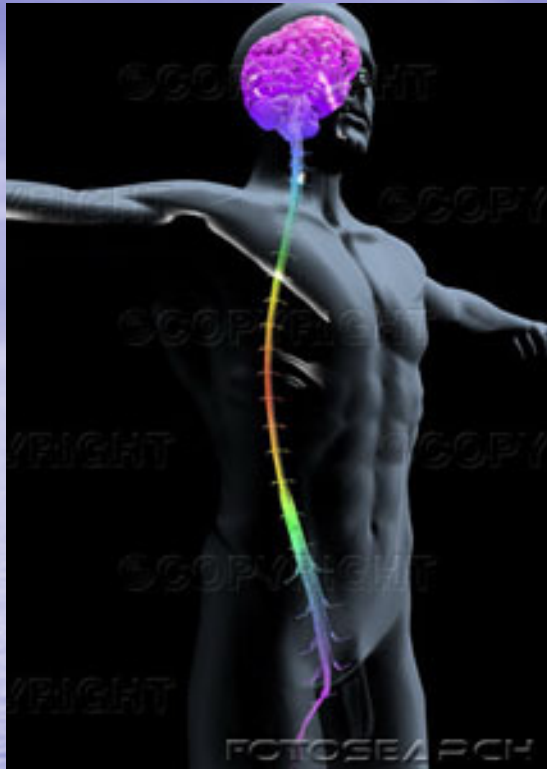
Popolazione ed ambiente



Filmati evoluzione dei corpi

- creatures-demo.mpeg
- Dentro brandeis:
 - triangle.mpeg
 - star.mpeg
 - serpent.mpeg
 - m-walker.mpeg → gbot_m.avi
 - gbot_quattro1.mov

Menti



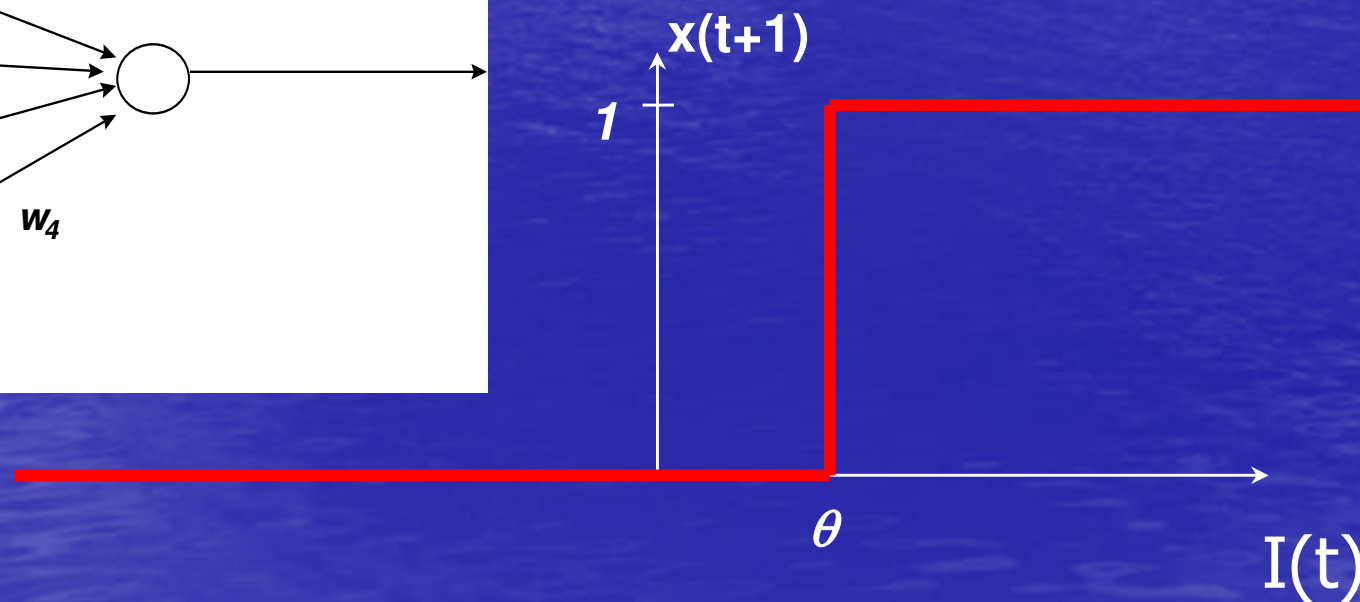
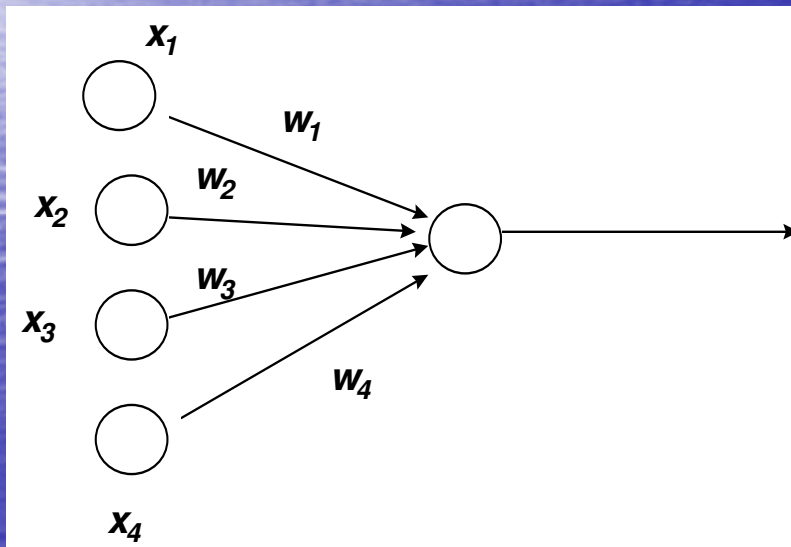


Menti artificiali

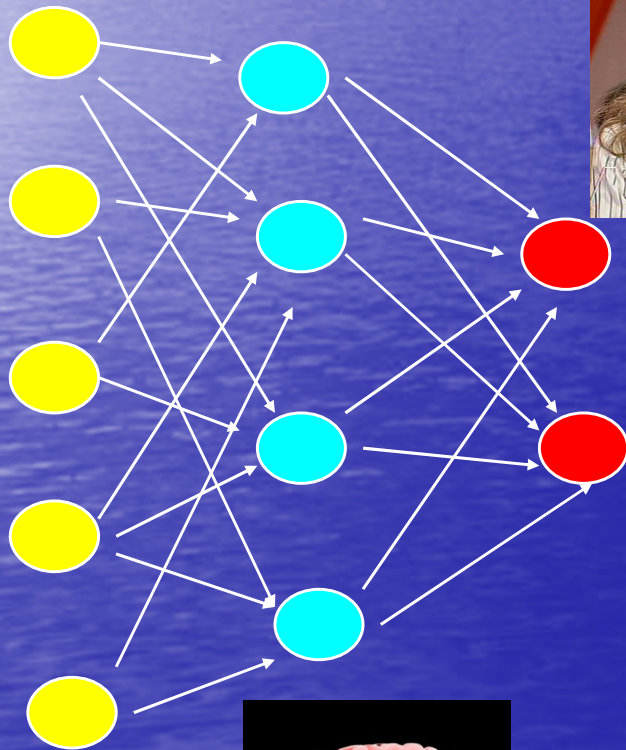
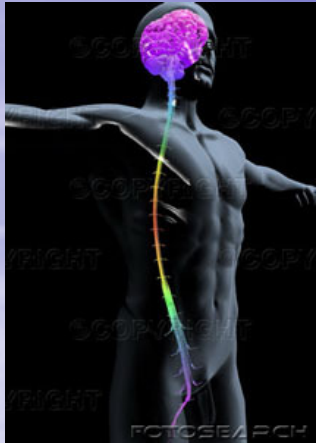


Menti artificiali

$$I = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4$$



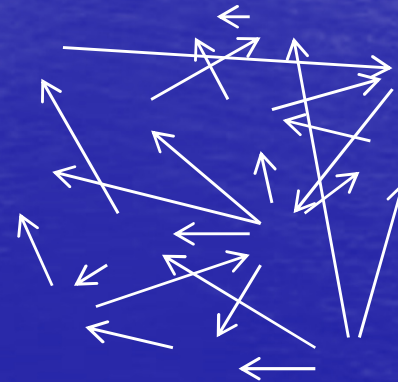
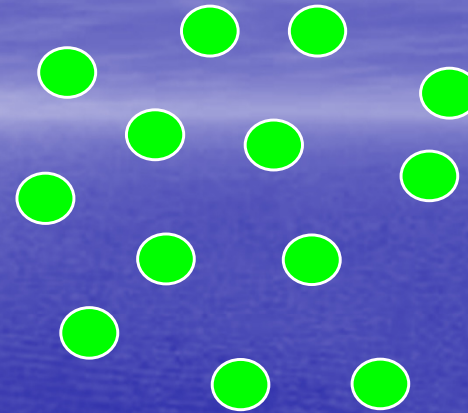
La semantica dei neuroni



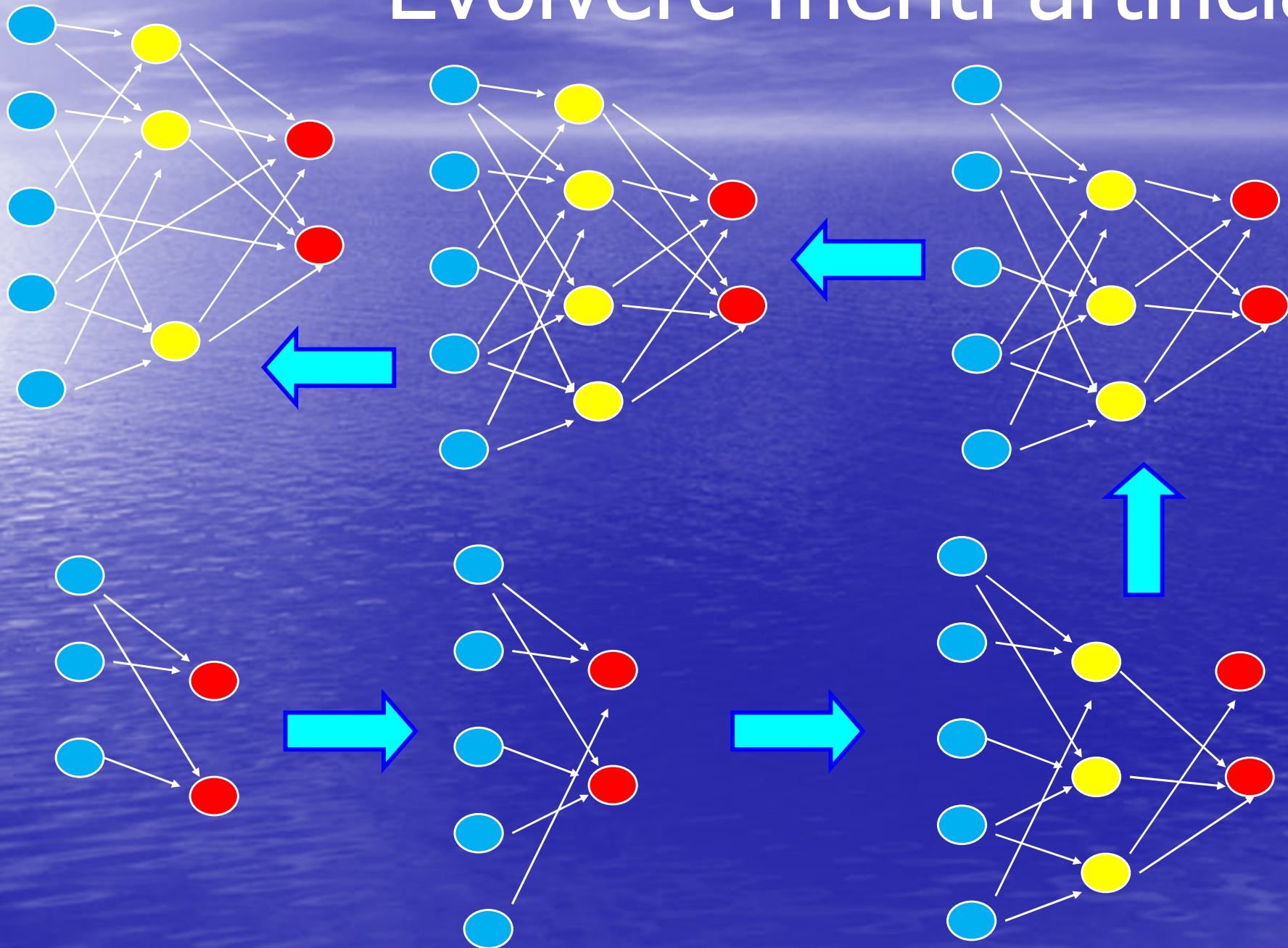
- uno strato di neuroni di ingresso
 - ad esempio, una retina artificiale
 - un insieme di sintomi
- uno o più strati interni
 - dal significato non predefinito
- uno strato di output, classificazione
 - ad esempio, viso maschile / viso femminile
 - diagnosi diverse, p.es. influenza o febbre di Lassa

I componenti costitutivi

- Neuroni
- Strutture connettive
- Pesi



Evolvere menti artificiali



Filmati evoluzione

- Dentro animatlab
 - evolving.mp4
 - (video_10ms.mpeg)
 - toumou.avi
 - blimp_couloir.avi
 - blimp_explosion.avi
 - blimp_gym.avi

Robot dalla natura

- Particolari «veicoli di Braitenberg»
 - Manta volante
 - Salamandra
 - Serpente
 - I robot “rubati” alla natura