

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

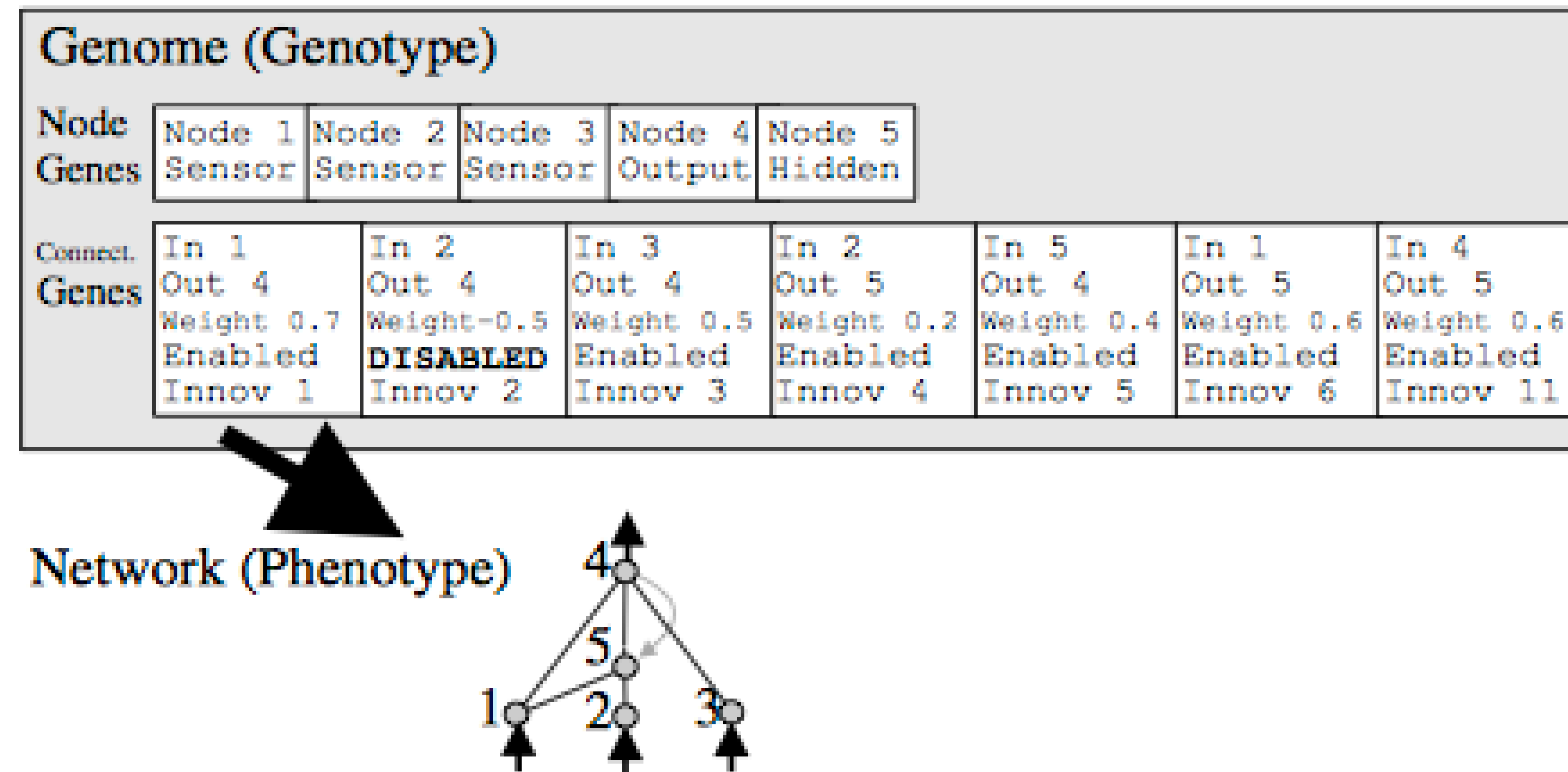


# **Tema 6:** Robótica evolutiva

FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA INTELIGENTE  
Grado en Inteligencia Artificial - 3<sup>er</sup> curso

- NEAT => NeuroEvolution of Augmenting Topologies (Ken Stanley):
  - Los genes representan conexiones entre dos neuronas numeradas. Cada uno especifica:
    - Neurona de entrada.
    - Neurona de salida.
    - Peso.
    - Habilitada / deshabilitada (las conexiones deshabilitadas se mantienen en el cromosoma para facilitar el cruce).
    - *Innovation number* (funciona como id, cada vez que aparece un gen nuevo, éste recibe uno).
  - Los cromosomas son de longitud variable.
  - La población inicial es uniforme con individuos que representan una red con únicamente neuronas de entrada y salida y conexiones de las primeras a las segundas. => Se empieza con una red mínima la cual irá creciendo.
  - La población se divide en **especies** formadas por individuos con topologías similares a medida que transcurren las generaciones (inicialmente, se considera que no hay especies).

- Codificación:

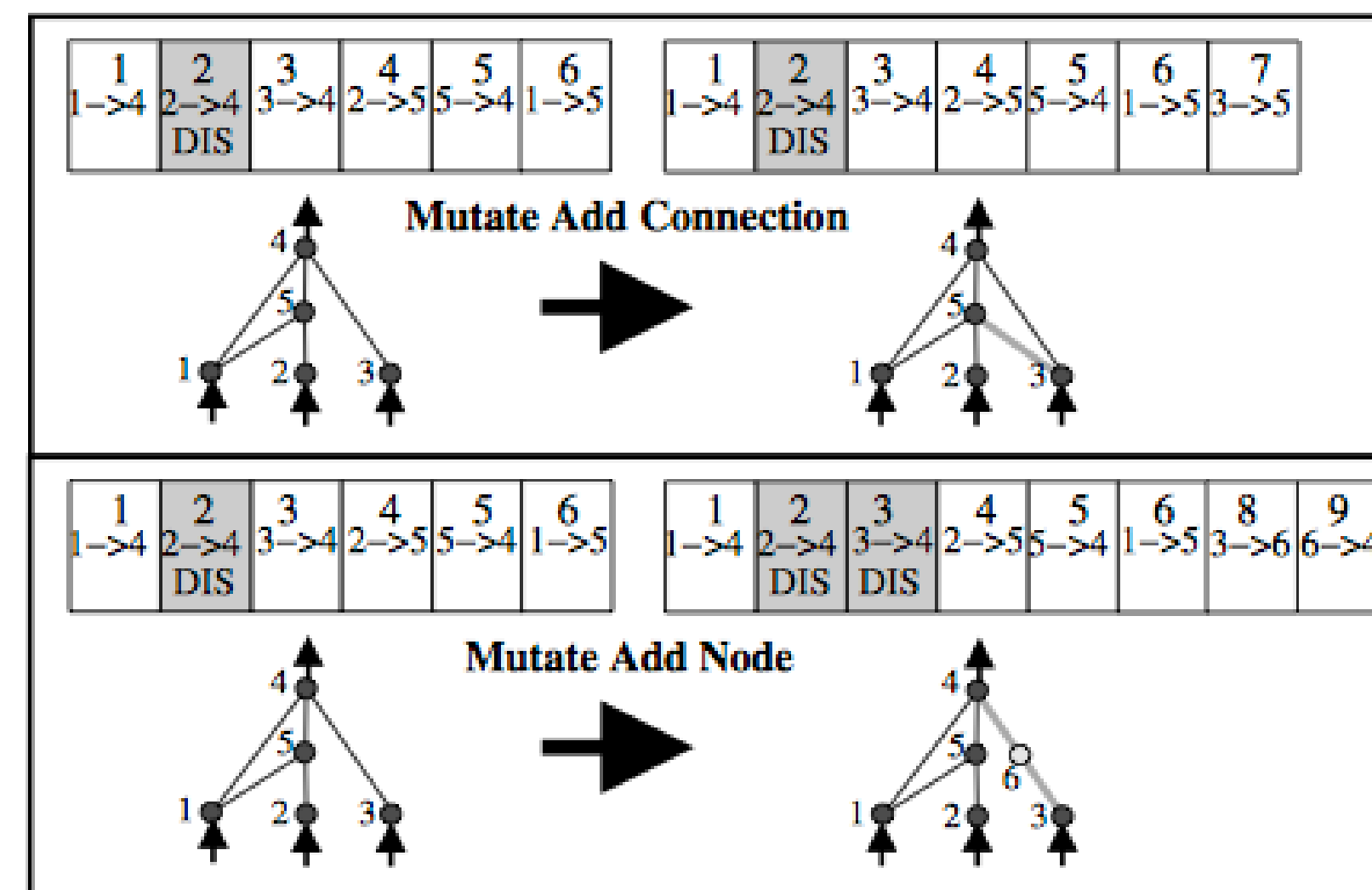


Ejemplo de mapeado genotipo a fenotipo.  
No se opera con los genes que representan neuronas.

- Selección:
  - La calidad de cada individuo se divide por el número de individuos de su especie (la asignación de un individuo a una especie se explica en la diapositiva 57).
  - El nuevo número de individuos de una especie se calcula en base a la calidad de sus individuos frente a la media de la población:
$$N_j' = \frac{\sum_{i=1}^{N_j} f_{ij}}{\bar{f}}$$
  - Los  $r\%$  mejores de la especie  $j$  se reproducen aleatoriamente hasta tener  $N_j'$  descendientes que reemplazarán a los padres.
  - Si la calidad de la población no mejora en 20 generaciones, solo se reproducen las 2 mejores especies.

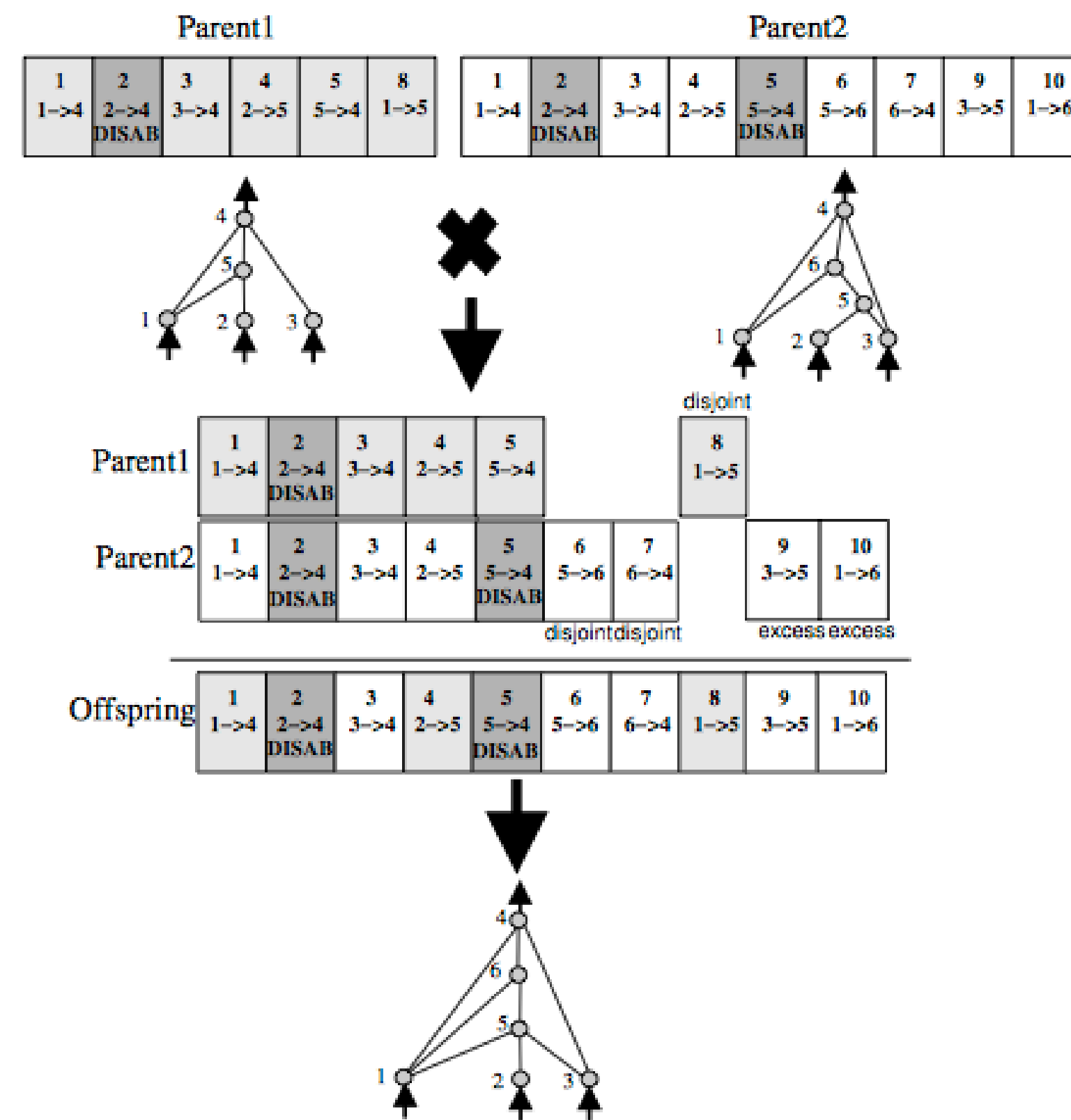
- Reproducción:
- Mutación:
  - Cambio de un peso.
  - Cambio de la morfología (implica la aparición de 1 o 2 id. nuevos):
    - Añade una conexión entre dos neuronas existentes (+ 1 gen).
    - Añade una neurona que reemplaza a una conexión (+ 2 genes y 1 gen a *disabled*).
- Cruce:
  - Los genes con mismo identificador en ambos padres ➡ se selecciona uno aleatoriamente (aunque el identificador sea el mismo el peso puede ser diferente).
  - Los genes con identificador único ➡ se cogen todos los del padre con mayor calidad o los de ambos si tienen la misma (implica que los genes que solo están en el padre con menor calidad no son heredados).

- Reproducción (mutación):



Ejemplos de mutación que implican un cambio en la morfología de la red.

- Reproducción (cruce):



Ejemplo de cruce con padres de igual calidad

- Reemplazo:

- Se define la siguiente medida de similitud  $\delta$  entre dos individuos cualesquiera:

$$\delta = c_1 \frac{E}{N} + c_2 \frac{D}{N} + c_3 \overline{W}$$

$E \Rightarrow$  número de genes del cromosoma más largo con un  $id > \max(id)$  del cromosoma más corto.

$D \Rightarrow$  número de genes no comunes de ambos cromosomas con un  $id \leq \max(id)$  del cromosoma más corto.

$N \Rightarrow$  número de genes del cromosoma más largo

$\overline{W} \Rightarrow$  media de las diferencias de los pesos correspondientes a los genes comunes

$c_1, c_2, c_3 \Rightarrow$  constantes

- Cada individuo nuevo es comparado con uno seleccionado al azar de cada especie, de forma que si  $\delta < \delta_t$  (umbral) entonces es asignado a dicha especie (la primera que lo verifique). En caso contrario, se crea una especie nueva.