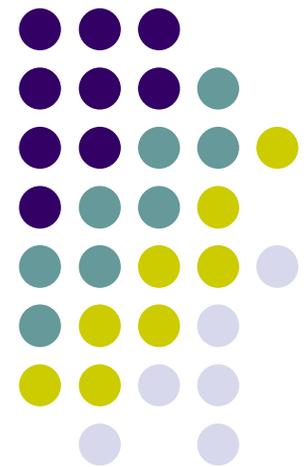


# Procesamiento Digital de Imágenes

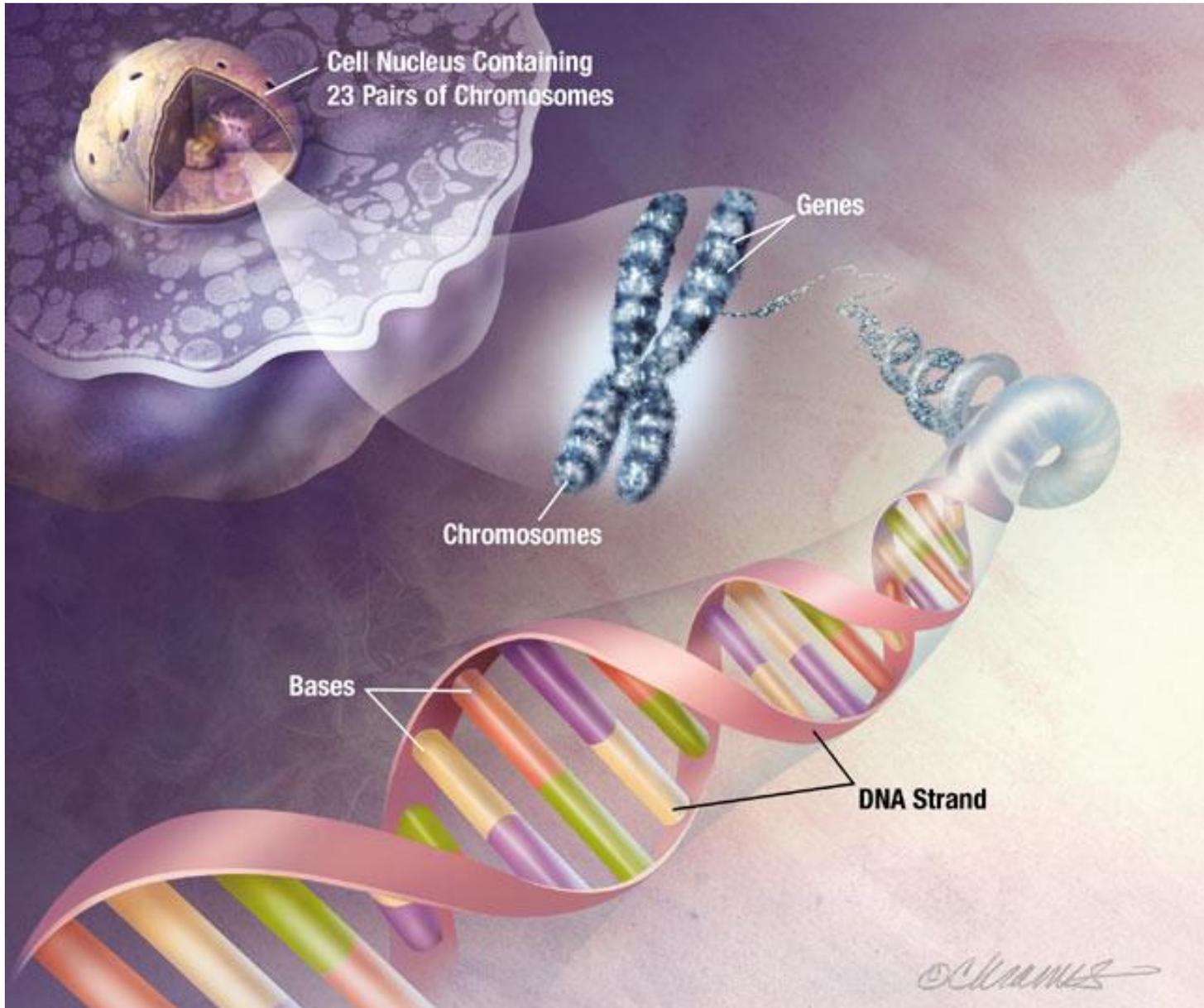
---

Pablo Roncagliolo B.

Nº 22

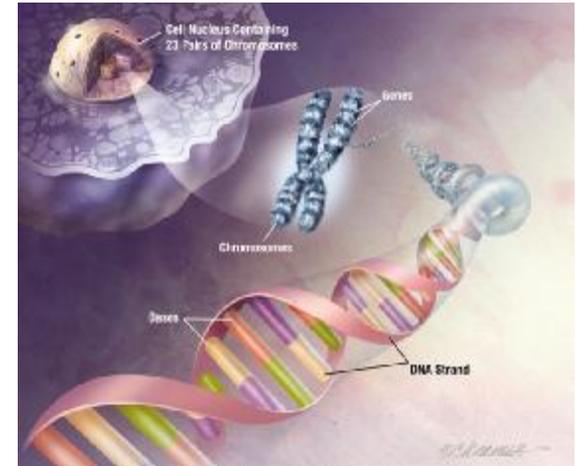


# Algoritmos Genéticos



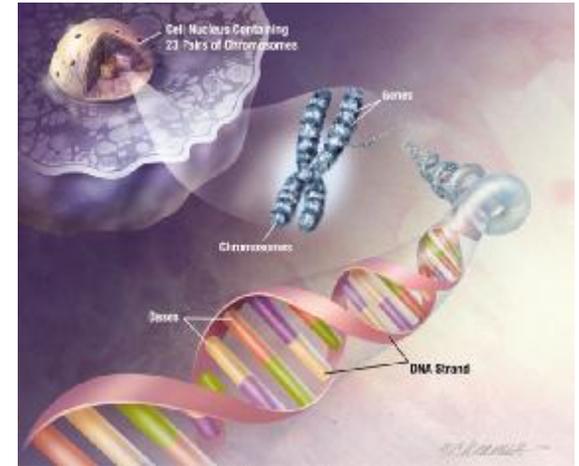
# Algoritmos Genéticos

- El núcleo de cada célula humana contiene una “base de datos química”.
- Esta base de datos contiene todas las instrucciones que la célula necesita para hacer su trabajo.
- Esta base de datos es el ADN. El ADN se presenta como dos largos filamentos entrelazados, “empaquetados” en unidades llamadas cromosomas.
- Cada célula tiene 46 cromosomas en 23 pares.
- Los cromosomas se componen de cuatro productos químicos, o bases, dispuestos en varios patrones de secuencia.
- La gente hereda el material de los cromosoma de cada padre.
- Cada cromosoma tiene muchos millares de segmentos, llamados genes.
- La secuencia de bases en un gen dice a célula cómo hacer proteínas específicas.



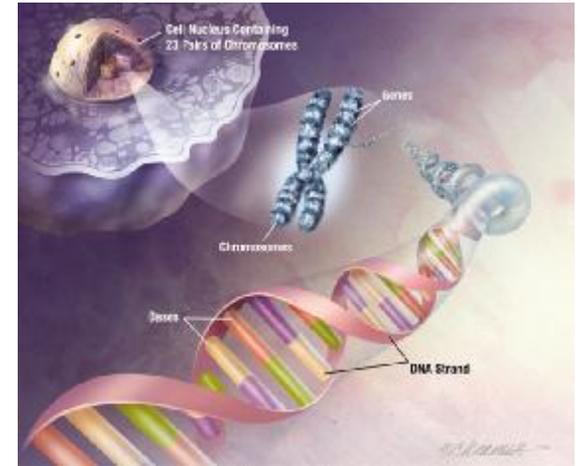
# Algoritmos Genéticos

- Las proteínas determinan las características físicas de organismos vivos.
- También dirigen cada aspecto de la construcción, de la operación, y de la reparación del organismo.
- Incluso las alteraciones leves en un gen pueden producir una proteína anormal, que primero puede conducir al malfuncionamiento de la célula, y posteriormente a una eventual enfermedad.
- Cualquier cambio raro en la ADN de un gen que causa una enfermedad se llama una mutación.



# Algoritmos Genéticos

- **Otros cambios más comunes en el AND de un gen no causan automáticamente enfermedad, sino que pueden aumentar la probabilidad que una persona desarrolle una enfermedad particular.**
- **Sin embargo en muchas ocasiones los cambios o mutaciones generan modificaciones que potencian las habilidades y características del ser vivo.**
- **Estos seres “mutantes” tienden a prevalecer con el paso de las generaciones.**
- **Esta es la teoría de la evolución.**



# Algoritmos Genéticos

## Idea básica

Problema  
complejo



Solución  
ideal



A menudo este esquema no es realista

- **Problemas NP** (se debe realizar búsqueda exhaustiva de todas las posibilidades)
- **Algoritmo desconocido**

Deseamos hallar un método alternativo para analizar un gran número de soluciones posibles



## Aprendamos de la Naturaleza

# Algoritmos Genéticos



La reproducción no preserva la forma exacta del material genético

## Meiosis

Recombinación de material genético **crossover**

## Mutaciones

Mecanismos de corrección protegen parcialmente la fidelidad de la copia del ADN

copiado            1 error / 10000 bases  
- correcciones    = 1 error /  $10^9$  bases

## + Selección Natural

**Supervivencia del mejor “adaptado”**

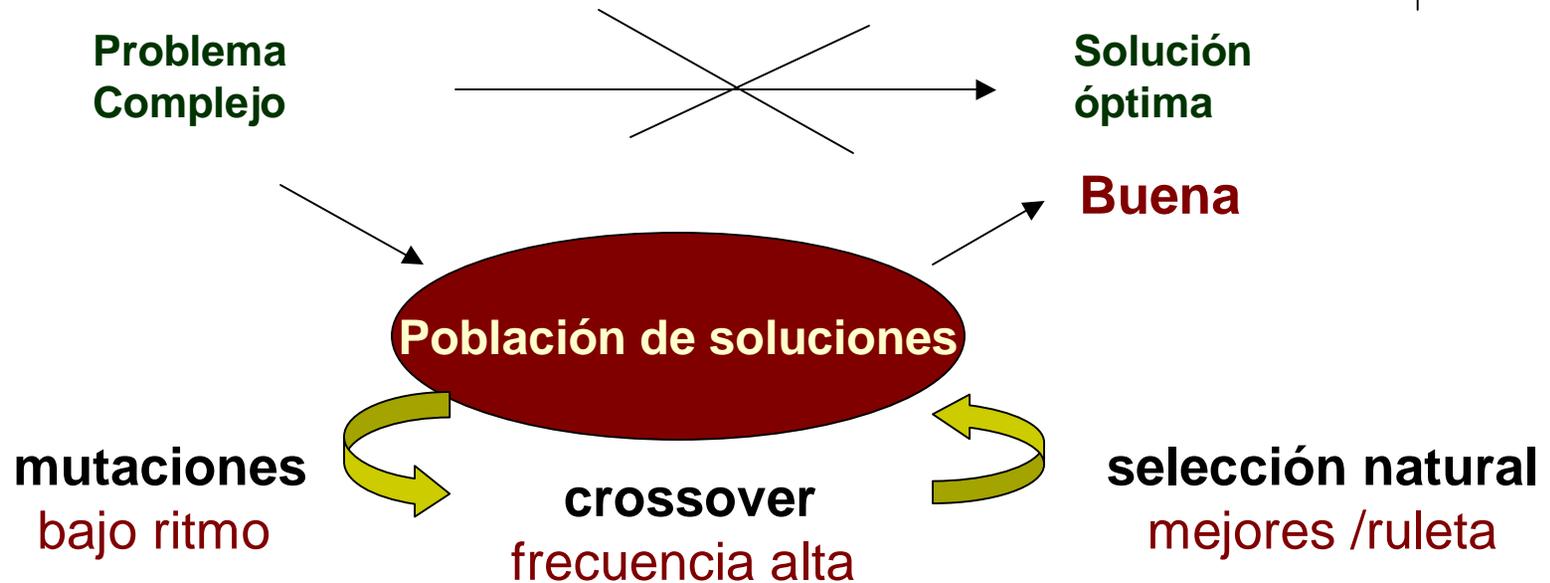
Crossover aleatorio + mutaciones filtrados por selección natural a lo largo de muchas generaciones lleva a especies mejor “adaptadas”.

**Grandes poblaciones vienen de unos pocos individuos**

# Algoritmos Genéticos



## Estrategia de un Algoritmo Genético



**Los algoritmos genéticos son potentes**

- AGs trabajan con una parametrización del problema
- AGs usan una función premio
- AGs usan reglas de transición probabilísticas

# Algoritmos Genéticos



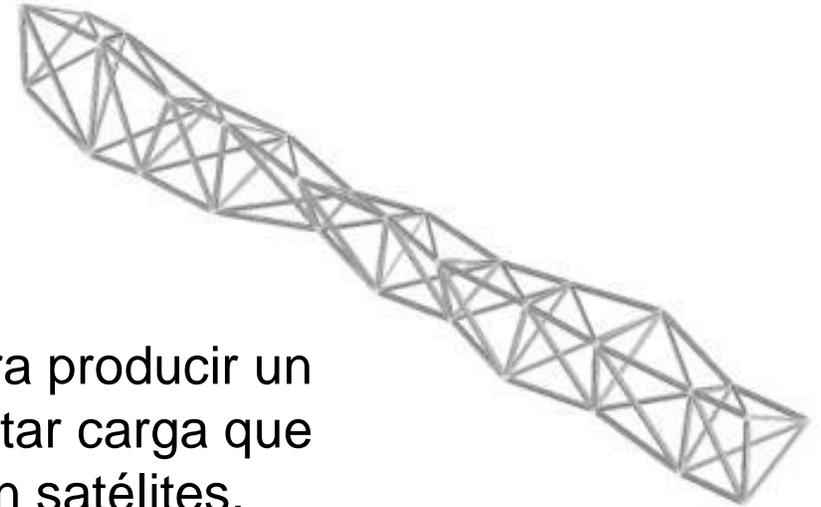
1962, el trabajo de John Holland sobre sistemas adaptativos estableció las bases para desarrollos posteriores.

Holland fue el primero en proponer explícitamente el cruzamiento y otros operadores de recombinación.

Sin embargo, el trabajo fundamental en el campo de los algoritmos genéticos apareció en 1975, con la publicación del libro ``Adaptación en Sistemas Naturales y Artificiales''.

Basado en investigaciones y papers anteriores del propio Holland y de colegas de la Universidad de Michigan, este libro fue el primero en presentar sistemática y rigurosamente el concepto de sistemas digitales adaptativos utilizando la mutación, la selección y el cruzamiento, simulando el proceso de la evolución biológica como estrategia para resolver problemas.

# Algoritmos Genéticos



## Aplicaciones: Ingeniería Aeroespacial

Keane y Brown 1996, utilizaron un AG para producir un nuevo diseño para un brazo para transportar carga que pudiese montarse en órbita y utilizarse con satélites, estaciones espaciales y otros proyectos de construcción aeroespacial.

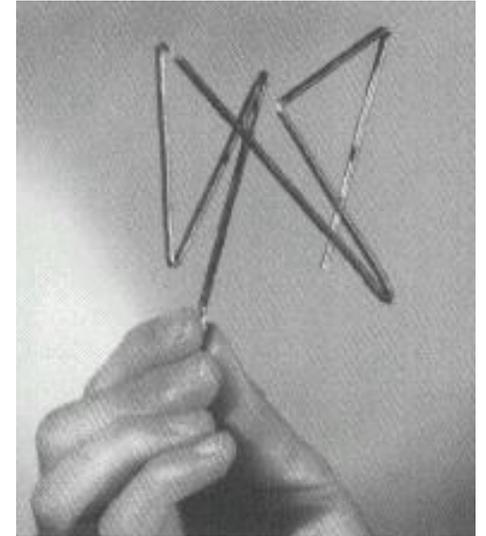
El resultado, una estructura retorcida con aspecto orgánico que se ha comparado con un fémur humano, no utiliza más material que el diseño de brazo estándar, pero es ligera, fuerte y muy superior a la hora de amortiguar las vibraciones perjudiciales, como confirmaron las pruebas reales del producto final.

Sin embargo ``Ninguna inteligencia produjo los diseños. Simplemente evolucionaron''

# Algoritmos Genéticos

## Aplicaciones: Diseño de Antena

Altshuler y Linden 1997 utilizaron un algoritmo genético para evolucionar antenas de alambre con propiedades especificadas a priori.



Los autores señalan que el diseño de tales antenas es un proceso impreciso, comenzando con las propiedades deseadas y luego determinando la forma de la antena mediante "conjeturas... intuición, experiencia, ecuaciones aproximadas o estudios empíricos" (p. 50). Esta técnica requiere mucho tiempo, a menudo no produce resultados óptimos y tiende a funcionar bien sólo con diseños simétricos y relativamente simples.

En contraste, con el método del algoritmo genético, el ingeniero especifica las propiedades electromagnéticas de la antena, y el AG sintetiza automáticamente una configuración que sirva.

# Algoritmos Genéticos

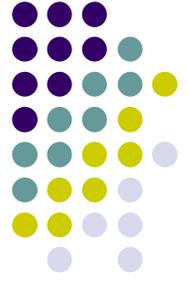
## Aplicaciones: Robocup



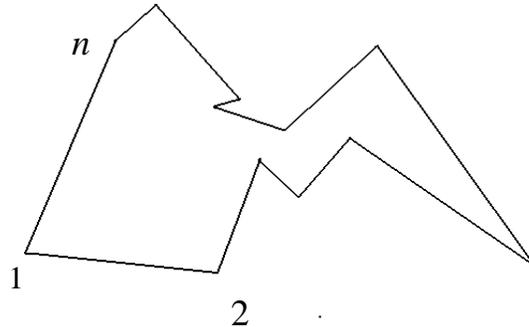
1997, David Andre y Astro Teller inscribieron a un equipo llamado Darwin United cuyos programas de control habían sido desarrollados automáticamente desde cero mediante programación genética, un desafío a la creencia convencional de que "este problema es simplemente demasiado difícil para una técnica como ésta".

Para resolver este difícil problema, Andre y Teller le proporcionaron al programa genético un conjunto de funciones de control primitivas como girar, moverse, tirar, etcétera. (Estas funciones estaban también sujetas al cambio y refinamiento durante el curso de la evolución). Su función de aptitud, escrita para que recompensara el buen juego en general en lugar de marcar goles expresamente, proporcionaba una lista de objetivos cada vez más importantes: acercarse a la pelota, golpear la pelota, conservar la pelota en el campo contrario, moverse en la dirección correcta, marcar goles y ganar el partido. Debe señalarse que no se suministró ningún código para enseñar específicamente al equipo cómo conseguir estos objetivos complejos.

# Algoritmos Genéticos



Aplicaciones: Problema de vendedor viajero



Hallar el camino que visita  $n$  ciudades sólo una vez

## Problema NP

Hay  $n!$  soluciones que explorar

No existe un algoritmo eficiente para hallar la solución

Mínimos locales, frustración

## Parametrización

e.g.  $A_1 = \{1, 7, 4, 3, 8, 2, 6, 9, 5\}$

mutación  $A_2 = \{1, 7, 3, 3, 8, 2, 6, 9, 5\}$

crossover  $A_3 = \{1, 8, 2, 6, 7, 4, 3, 9, 5\}$

premio  $dist = d(1, 7) + d(7, 4) + \dots + d(9, 5) + d(5, 1)$

# Algoritmos Genéticos



Algoritmo:

1. Inicializar aleatoriamente una población de soluciones a un problema, representadas por una estructura de datos adecuada.
2. Evaluar cada una de las soluciones, y asignarle una puntuación u orden según lo bien que lo hayan hecho.
3. **SELECCIÓN NATURAL:** Escoger de la población la parte que tenga una puntuación mayor.
4. **MUTACION Y CROSSOVER:** mutar y entrecruzar las diferentes soluciones de esa parte escogida, para reconstruir la población.
5. Repetir un número determinado de veces, o hasta que se haya encontrado la solución deseada.