

# Grupo de **Inteligencia Artificial** IA-PUCP



[ia.inf.pucp.edu.pe](http://ia.inf.pucp.edu.pe)



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

# Diplomado de especialización de desarrollo de aplicaciones con Inteligencia Artificial

## *Optimización industrial con Computación Evolutiva*

Dr. Soledad Espezua. LI.  
[sespezua@pucp.edu.pe](mailto:sespezua@pucp.edu.pe)

Dr. Edwin Villanueva T.  
[evillatal@pucp.edu.pe](mailto:evillatal@pucp.edu.pe)



# Contenido del curso

---

## Computación Bioinspirada:

### 1. Computación Evolutiva

- Algoritmos Genéticos: representaciones, operadores, selección de sobrevivientes.
- Algoritmos evolutivos: DE

### 2. Algoritmos basados en inteligencia colectiva

- Particle Swarm Optimization (PSO)
- Artificial Bee Colony (ABC)
- Ant Colony Optimization (ACO)

### ► Proyecto final

# Agenda

---

- Computación Bioinspirada
- Evolución
- Computación evolutiva
- Algoritmos Genéticos

Parte 1: conceptos, características, tipos de codificación.

# ¿Qué es Computación Bioinspirada?

Busca desarrollar sistemas artificiales, inspirados en la naturaleza, para la solución de problemas.

# Computación Bioinspirada

► Busca desarrollar sistemas inspirados en:

❖ Comportamiento de los seres vivos

Aprendizaje  
Percepción  
Raciocinio  
Adaptación  
Evolución



❖ Patrones naturales



❖ Aspectos biológicos



Reproducción celular



# Computación Bioinspirada

## Computación Evolutiva

- ❑ Algoritmos evolutivos
- ❑ Inteligencia colectiva



Selección natural : AGs



Comportamiento: hormigas, abejas, aves migratorias, etc.

## Neurocomputación

- ❑ Redes Neuronales



Sistema nervioso central:  
RNs

# Evolución





# Creacionismo

---

- ▶ Durante muchos años, la tesis más aceptada sobre el origen de las especies fue el creacionismo: Dios creó a todas las especies del planeta de forma separada.



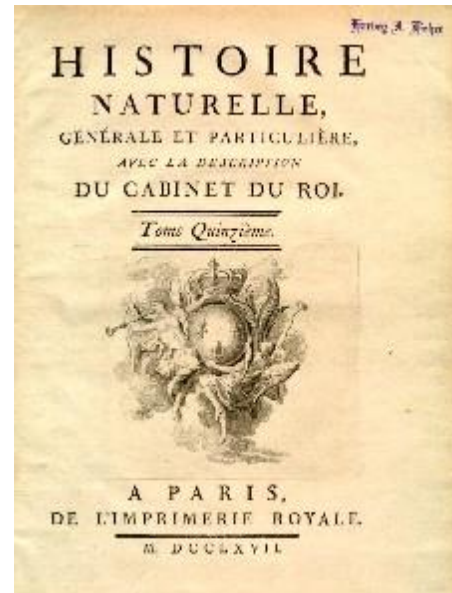
# ¿Creacionismo?

- ▶ Cien años antes que Darwin, **Lecrec** fue tal vez el primero en especular que las **especies se originaron entre sí**, e incluso especuló sobre la posible **existencia de un ancestro común** entre el hombre y los simios, aunque después, él mismo refuto esta hipótesis.

Lecrerc (1749)



Georges Louis Leclerc (Conde de Buffon)



*"Histoire naturelle, générale et particulière" - (1749)*

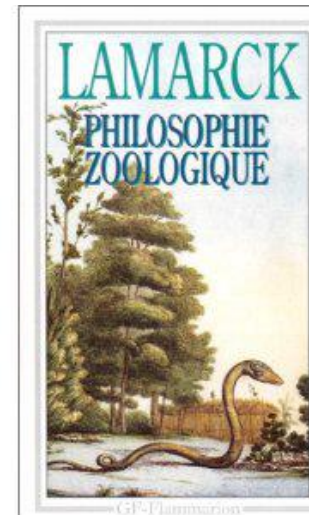
# Lamarck

- ▶ El biólogo francés **Lamarck** enunció la que se considera como la primera teoría evolutiva coherente de la historia. Lamarck explicó que serían dos, las fuerzas que conformaban la evolución:
  - La 1ra forzaba cambios en los animales generados por el **ambiente**, pasándolos de formas simples a otras más complejas.
  - La 2da tiene que ver con la **adaptación** de los animales a sus entornos locales.

Lamarck (1809)



Jean-Baptiste Lamarck



*“Philosophie Zoologique”*  
publicado en 1809

# Charles Darwin

- C. Darwin 1835, “Diario y Observaciones ”.

HMS Beagle

The voyage of HMS Beagle (December 1831–October 1836).

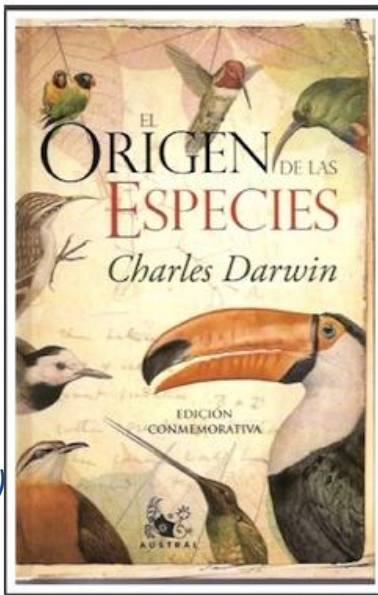


Darwin(1835)

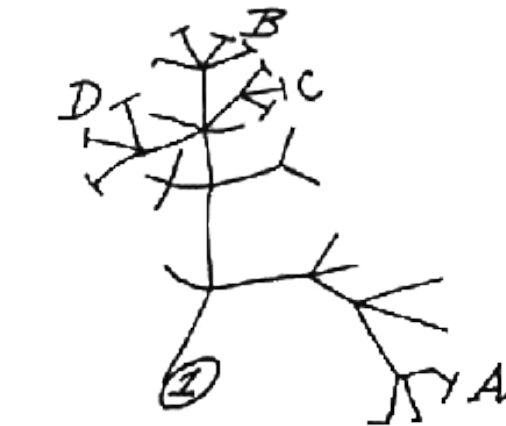
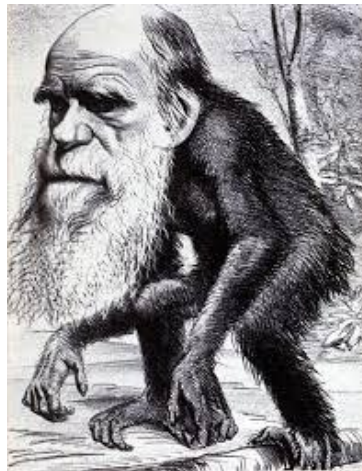
Durante el viaje en el Beagle, Darwin observó muchos ejemplos de **adaptaciones** al ambiente y origen de **nuevas especies**. Sus explicaciones de cómo estas adaptaciones surgieron están centralizadas en el concepto de **selección natural**.

# Teoría de la Evolución

- C. Darwin 1859, “El Origen de las Especies”: La diversidad de la vida es producto de la evolución.



Darwin(1859)



Dibujo de Darwin (1837)

Árbol de la vida: Todos los seres vivos estamos relacionados; tenemos un origen evolutivo común.

La descendencia modificada por **selección natural** se fundamenta en tres observaciones: **uniformidad** , **diversidad** y formas sorprendentes en que los organismos se **adaptan** a la vida en sus entornos.



# Selección natural

Para Darwin, la **selección natural** es el proceso detrás de la **evolución**, se basa en las siguientes observaciones:

- Una población de individuos existe en un ambiente con recursos limitados.
- La competencia por los recursos genera la selección de aquellos individuos mejor adaptados al ambiente.
- Estos individuos actúan como semillas para generar nuevos individuos.



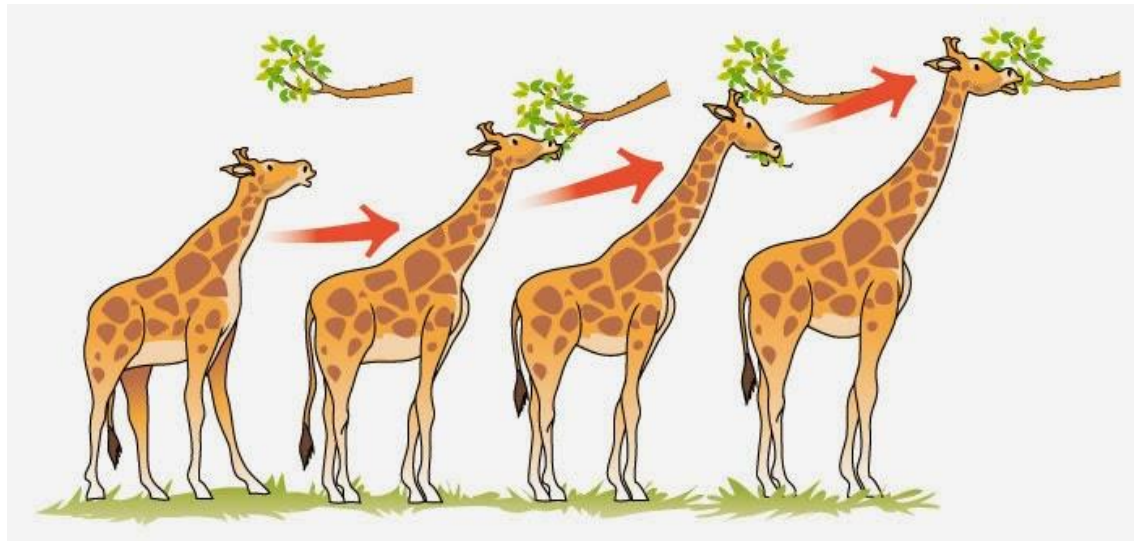
1. Long time ago, there were giraffes with short and long neck. The ones with short neck couldn't eat, they were really hungry.



2. Only long-necked giraffes survived.

# Selección natural

- Los nuevos individuos miden su aptitud física y compiten (posiblemente también con los padres) para sobrevivir:
  - ✓ Población de individuos con diferentes propiedades y habilidades;
  - ✓ Limita el número de individuos en una población;
  - ✓ Nuevos individuos con propiedades similares;
  - ✓ Los más hábiles se seleccionan para la reproducción
- ❖ Con el tiempo la **selección natural** causa un aumento en la condición física de la población.



# Mendel

---

- ▶ El monje austriaco **Mendel** realizó una serie de experimentos con semillas de plantas, enunciando luego las **leyes básicas de la herencia**.
- ▶ Los resultados de su trabajo los publicó en 1866 en un artículo titulado "*Experiments on Plant Hybridization*", pero tuvo poco impacto (sólo obtuvo 3 citas en sus primeros 35 años), hasta que fue re-descubierto a principios del siglo XX.



Mendel(1866)

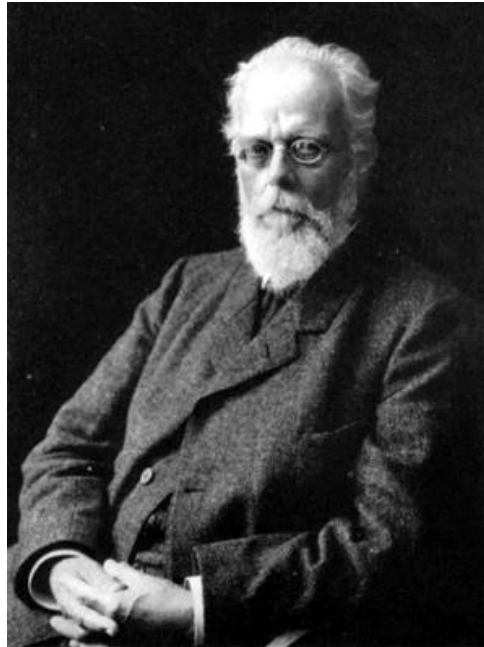
Johann Gregor Mendel



# Weismann

---

- ▶ El científico alemán **Weismann** formuló la denominada teoría del plasma germinal en 1893.
- ▶ De acuerdo a esta teoría, la herencia, en un organismo multi-celular, se efectúa únicamente por medio de células *germinales* (la unión del espermatozoide con el ovulo).



August Weismann

Weismann (1893)

# ¿Qué es Computación Evolutiva?

Estudia los métodos inspirados en los mecanismos de evolución y herencia biológica propuestos por Darwin, Mendel, Lamarck y Weismann.

*Lecrerc (1749)*

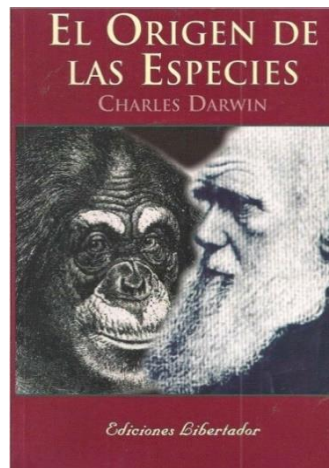
*Lamarck (1809)*

*Darwin(1859)*

*Mendel(1866)*

*Weismann (1893)*

Padre de la Teoría evolutiva



(Darwin, 1809-1882)

Desarrollo el principio de selección natural.

Padre de la genética

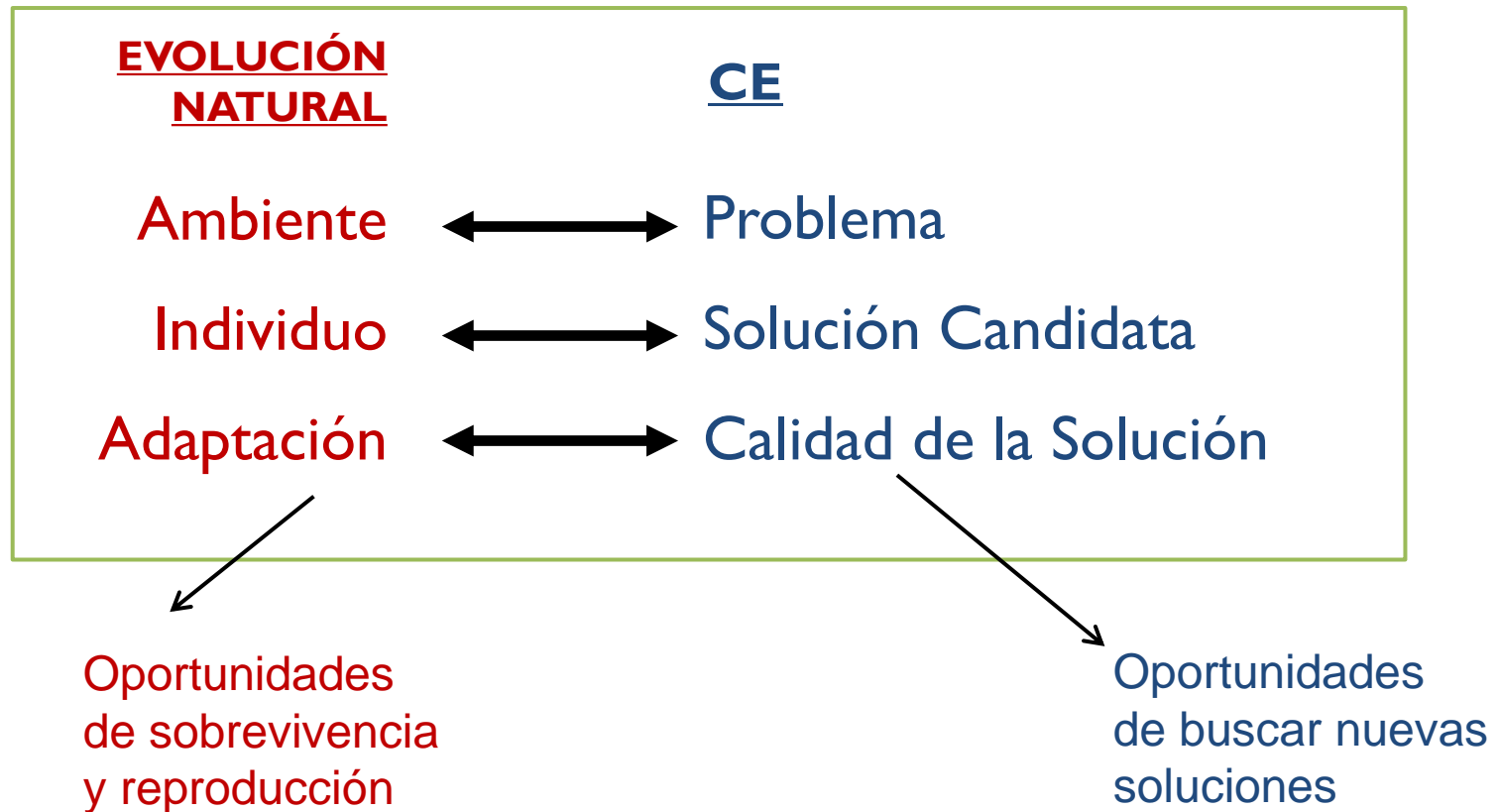


(Mendel, 1822-1884)

Desarrolló en 1865 los principios de la “genética”.

# Metáfora detrás de CE

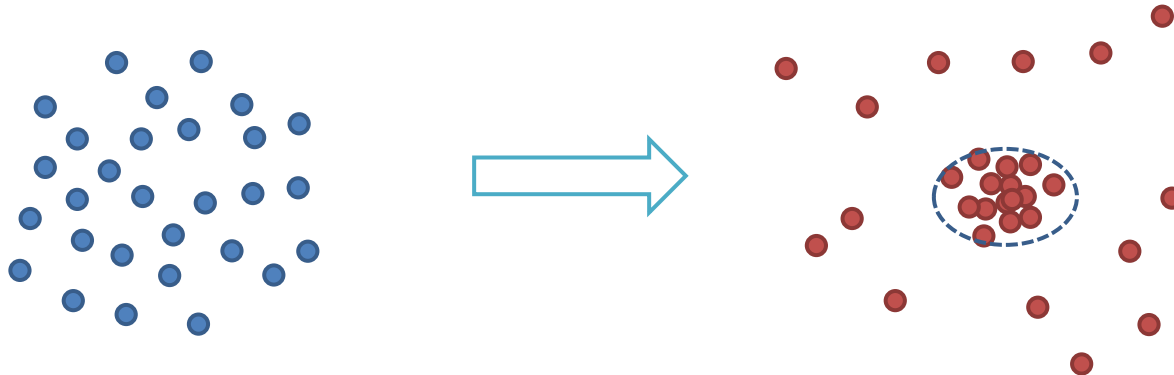
---



# ¿Qué es lo más interesante en CE?

---

- Los algoritmos evolutivos usan una **población de soluciones** potenciales en vez de un solo individuo, lo cual las hace menos sensibles a quedar atrapadas en mínimos/máximos locales.



- Las técnicas evolutivas no necesitan conocimientos específicos sobre el problema que intentan resolver.

# Características

---

- ▶ Auto-organizados y tienen control descentralizado.
- ▶ Auto-adaptativos con capacidad de auto aprender.
- ▶ Usan el conocimiento colaborativo/compartido.
- ▶ Se fundamentan en métodos estocásticos (no determinísticos).
- ▶ No garanten que la solución encontrada sea óptima, pero sí casi óptima.

# Ventajas y desventajas

---

## ▶ Ventajas

- Mayor flexibilidad.
- Buscan la solución a través de múltiples caminos.
- Fácil implementación.

# Ventajas y desventajas

---

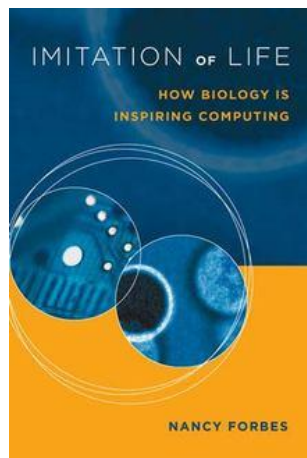
## ► Desventajas

- Mayor esfuerzo computacional.
- No garantizan una solución final óptima.
- Su desempeño es dependiente de sus parámetros.

# Bibliografia

---

- ▶ Campbell Biology (11th Edition). Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Jane B. Reece (2017).
- ▶ Introduction to Evolutionary Computing. Springer. A.E. Eiben, J.E. Smith (2003).
- ▶ Imitation of life. Nancy Forbes(2004)



**Imitation of Life**  
How Biology Is Inspiring Computing