

ANT COLONY OPTIMIZATION

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

M.Sc. LEONARDO CASTELLANOS ACUÑA

Introducción

- Metaheurística desarrollada por Marco Dorigo et al. en los principios de la década de los 90.
- Gran ejemplo de **Inteligencia de enjambre**.
- Las hormigas navegan desde su nido hasta su fuente de alimento.
- Las hormigas tienen un campo visual limitado. Estas se mueven de manera aleatoria.
- Las hormigas se comunican entre sí a través de **feromonas** y un proceso conocido como **estigmergia**.



Experimento del puente binario

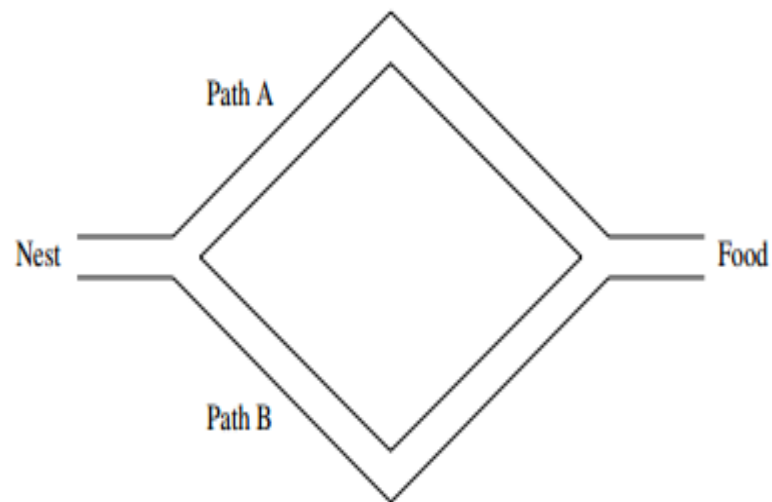


Fig 1. Experimento con caminos de igual costo.

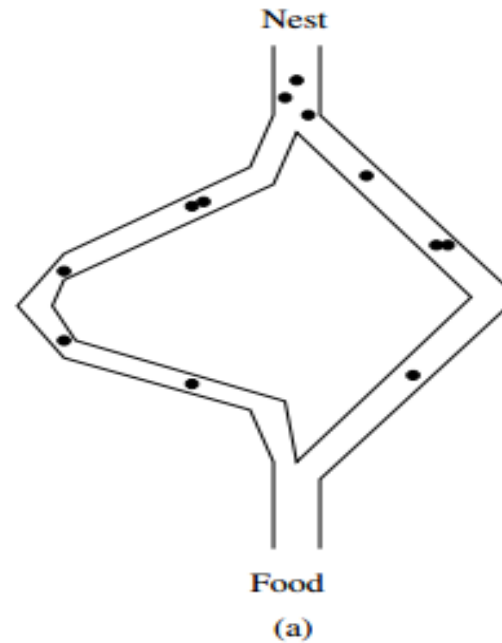
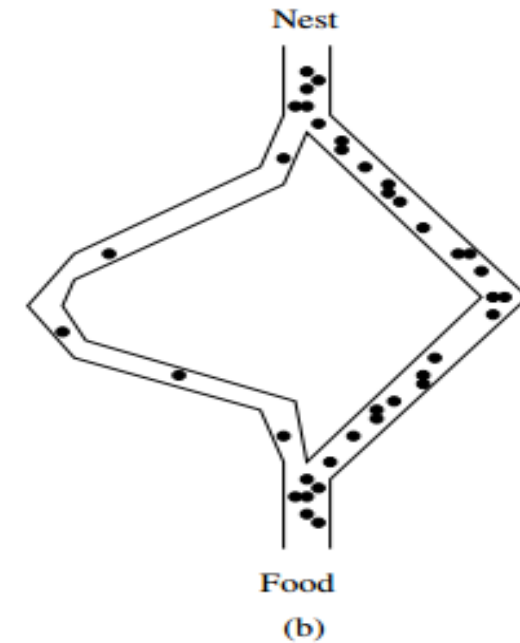
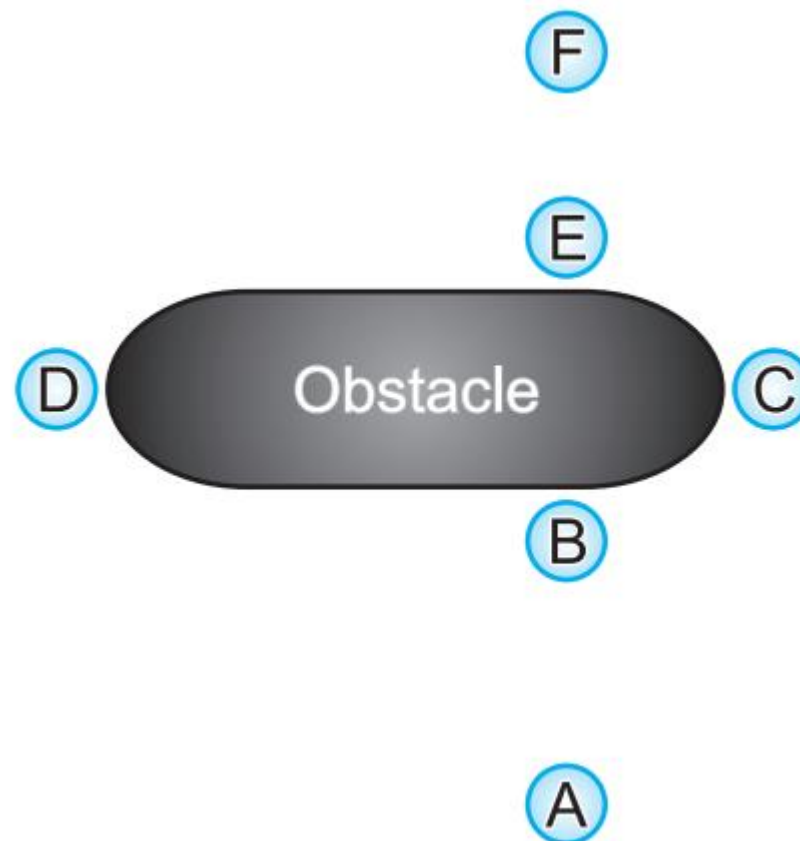


Fig 2. Experimento con caminos de costos diferentes.



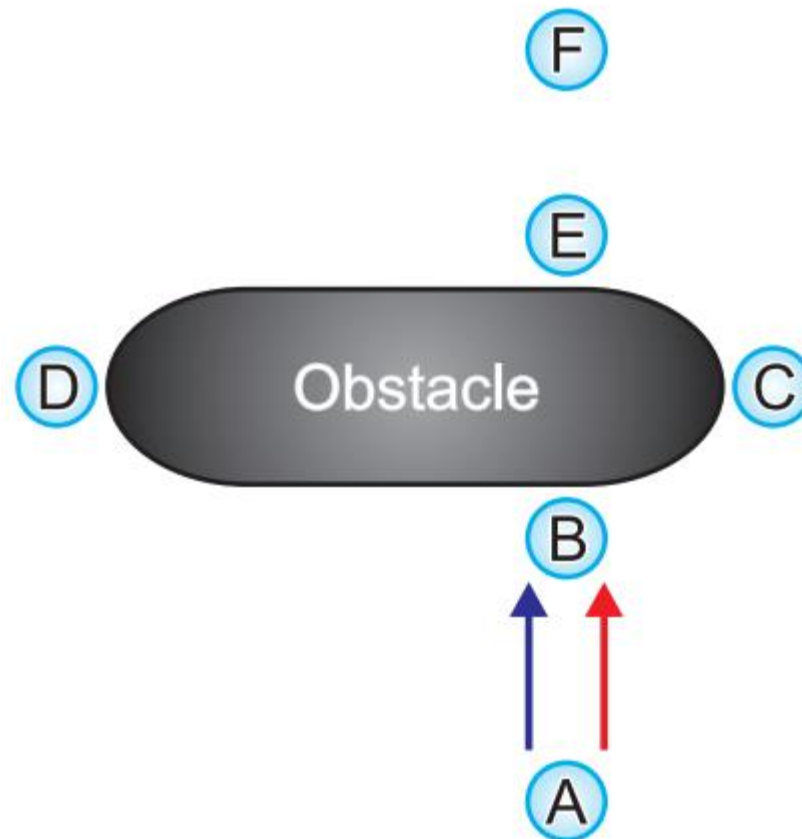
Experimento del puente binario

El nido de hormigas (A) está separado de la fuente de comida (F) por un obstáculo.



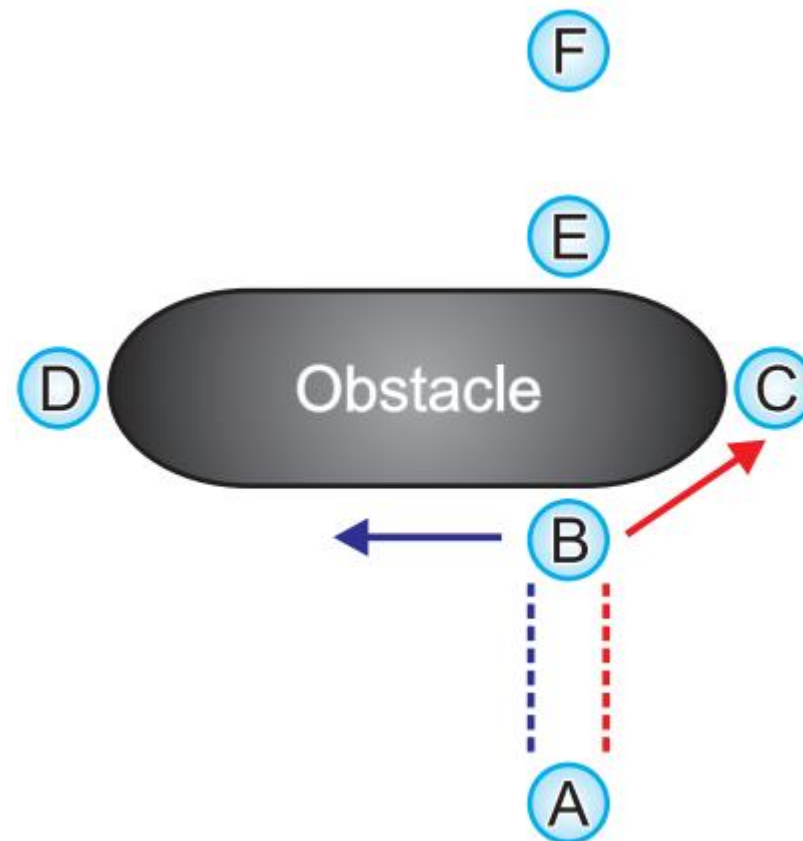
Experimento del puente binario

Dos hormigas dejan el nido al mismo tiempo.



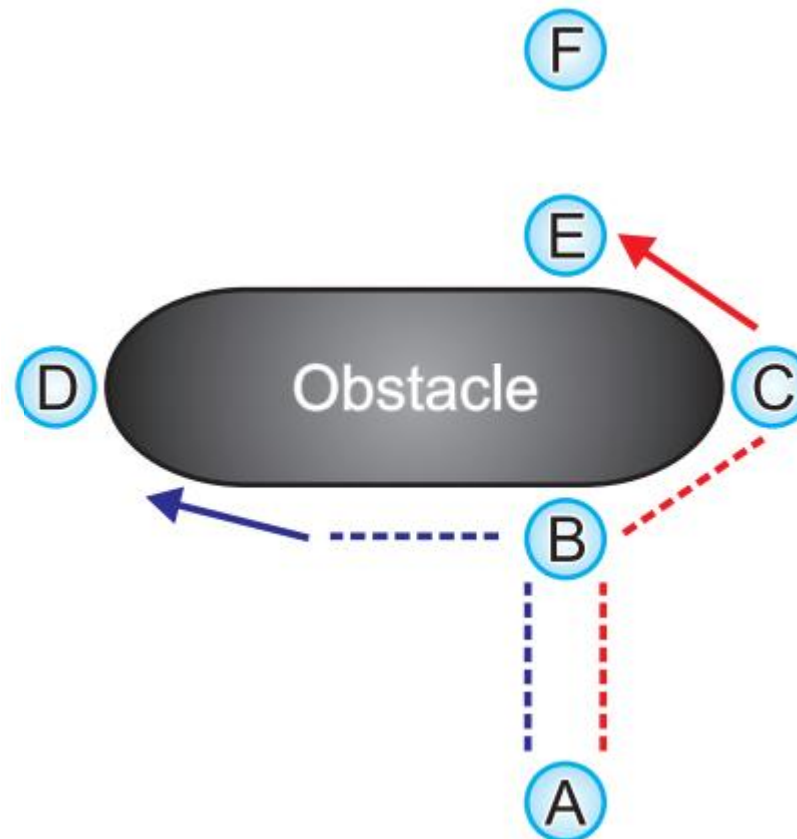
Experimento del puente binario

En la intersección, una gira a la izquierda y la otra a la derecha.



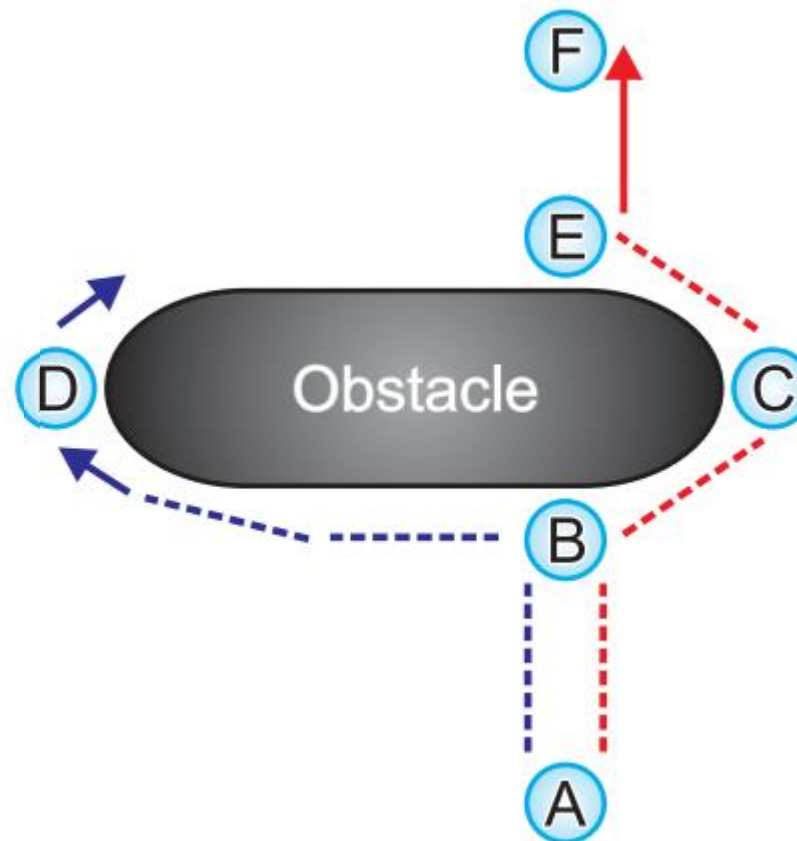
Experimento del puente binario

Cuando se movilizan, las hormigas dejan feromona sobre el camino.



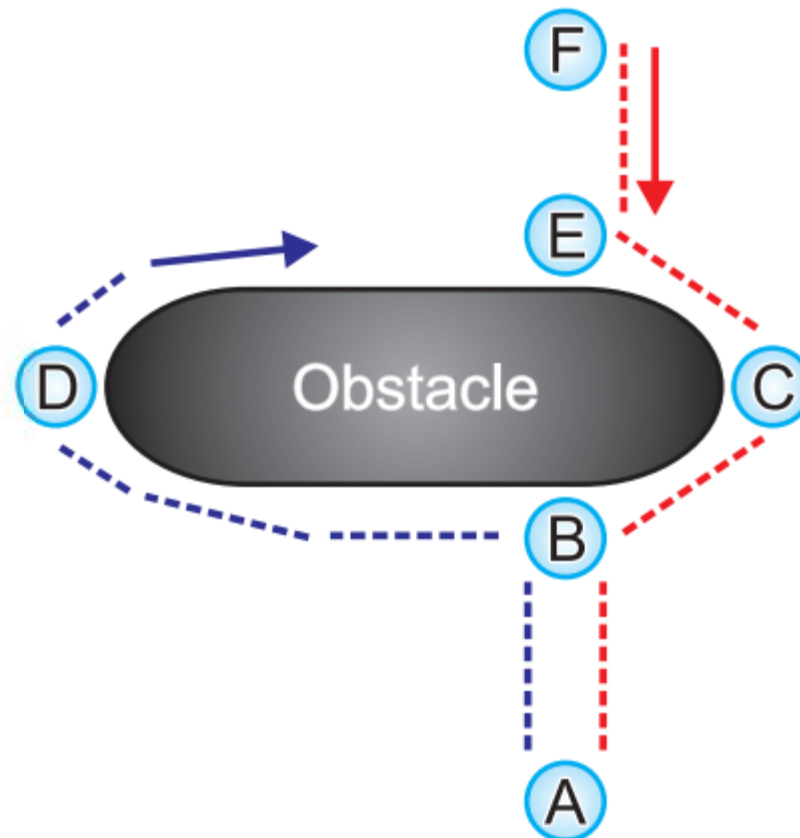
Experimento del puente binario

La que escogió el camino más corto llega primero a la fuente de comida.



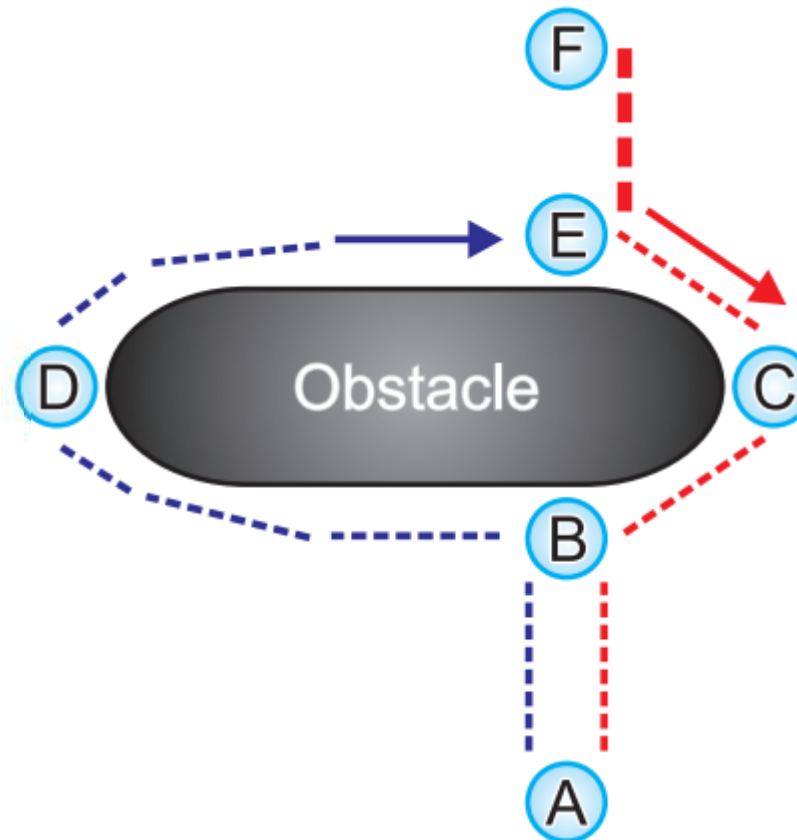
Experimento del puente binario

Cuando esta regresa, encuentra feromona sobre un camino y lo sigue.



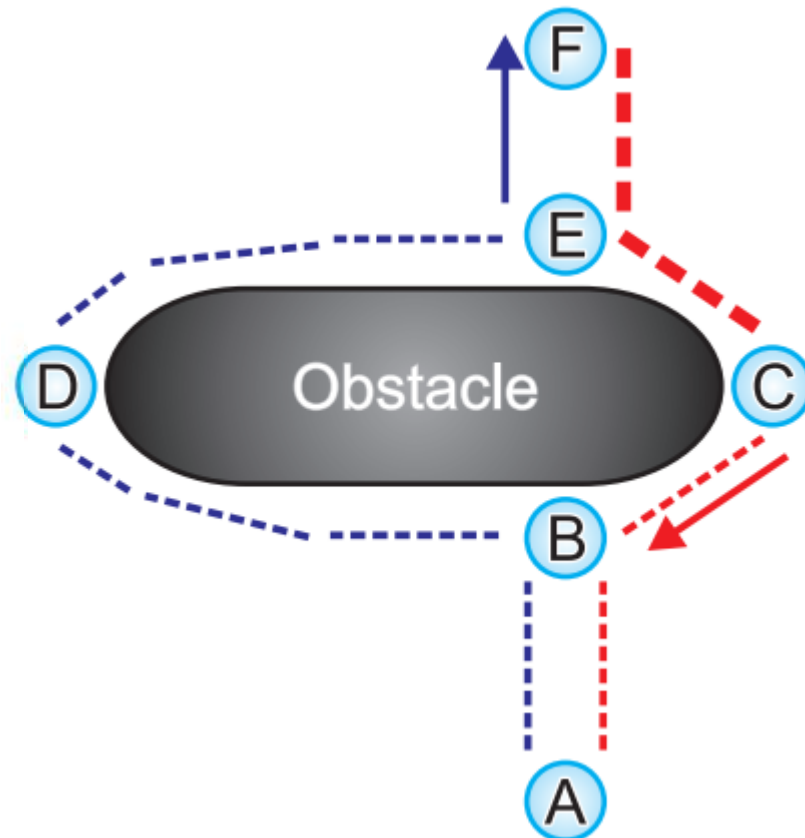
Experimento del puente binario

Al hacer esto, esta deja aún más feromona sobre el camino.



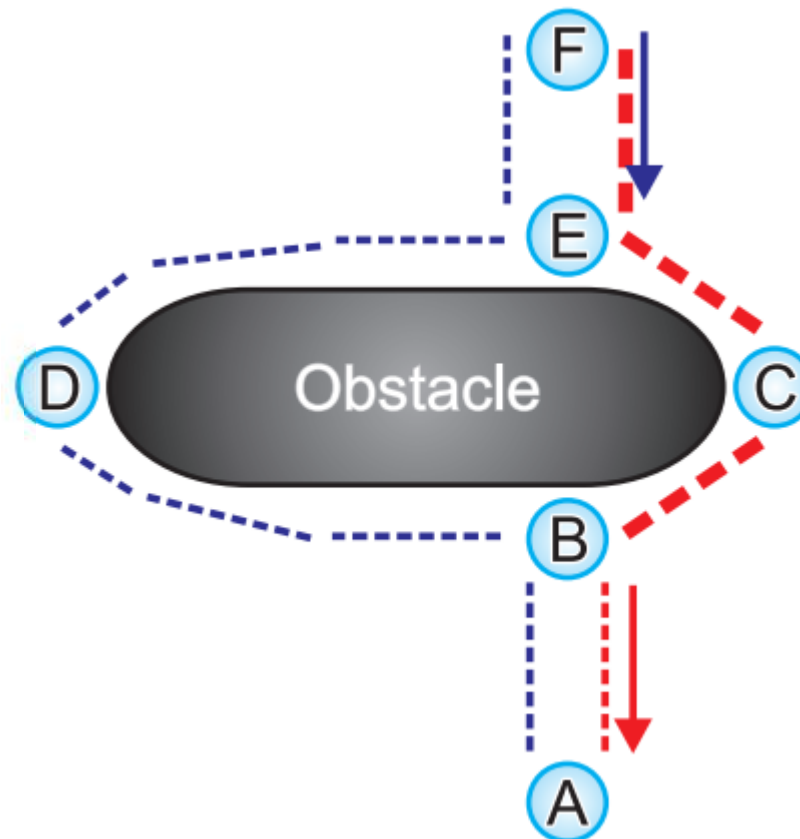
Experimento del puente binario

Ahora la segunda hormiga llega a la fuente de comida.



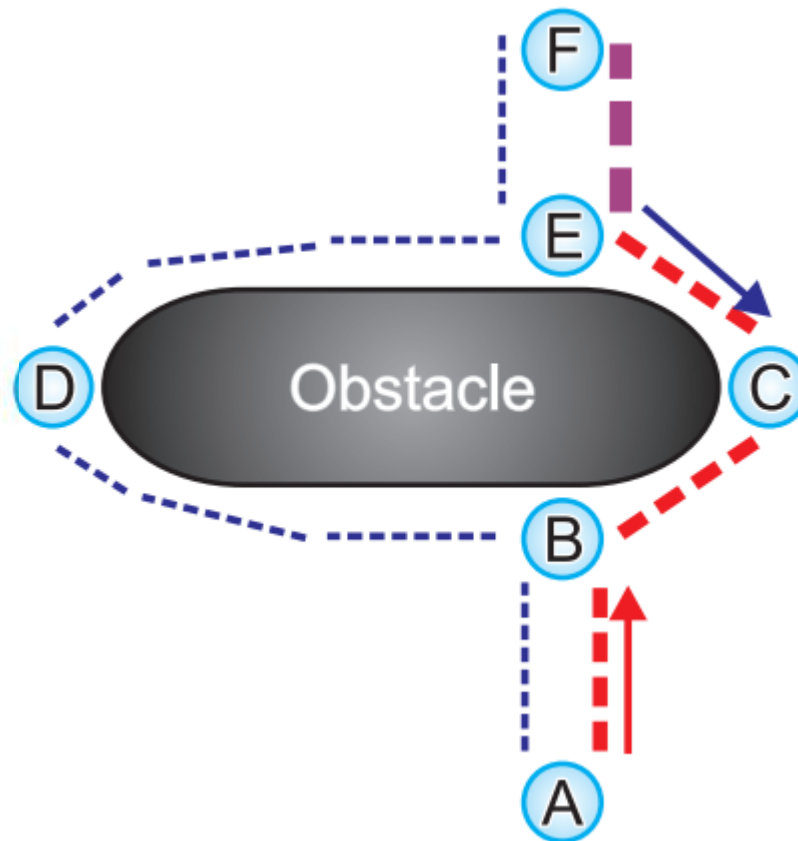
Experimento del puente binario

Cuando esta regresa, escoge el camino con mayor feromona.



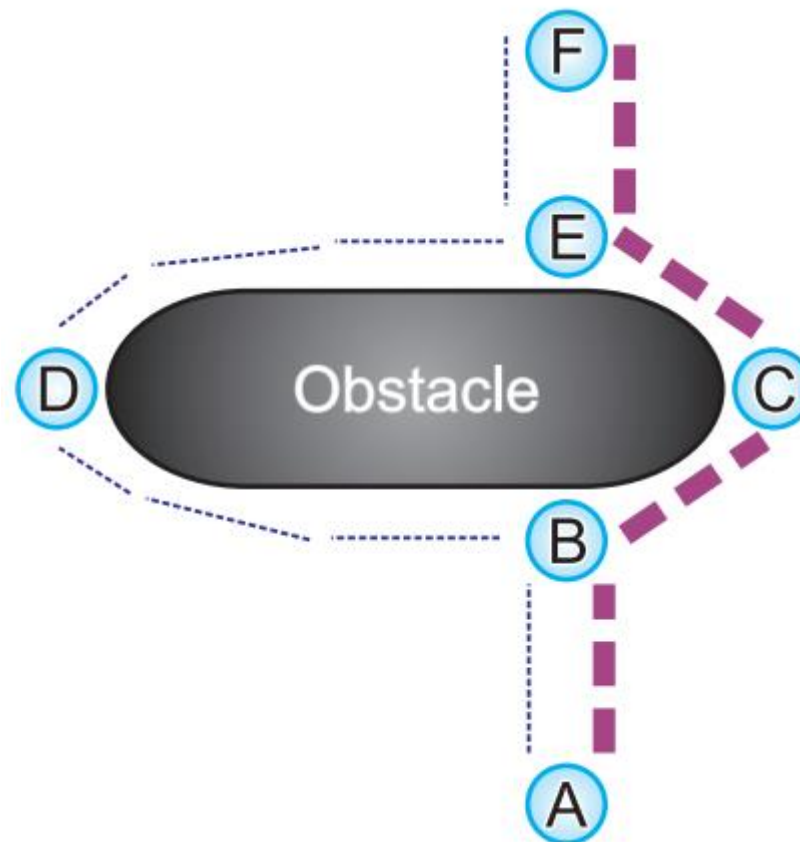
Experimento del puente binario

El camino más corto empieza a acumular mayor cantidad de feromonas.



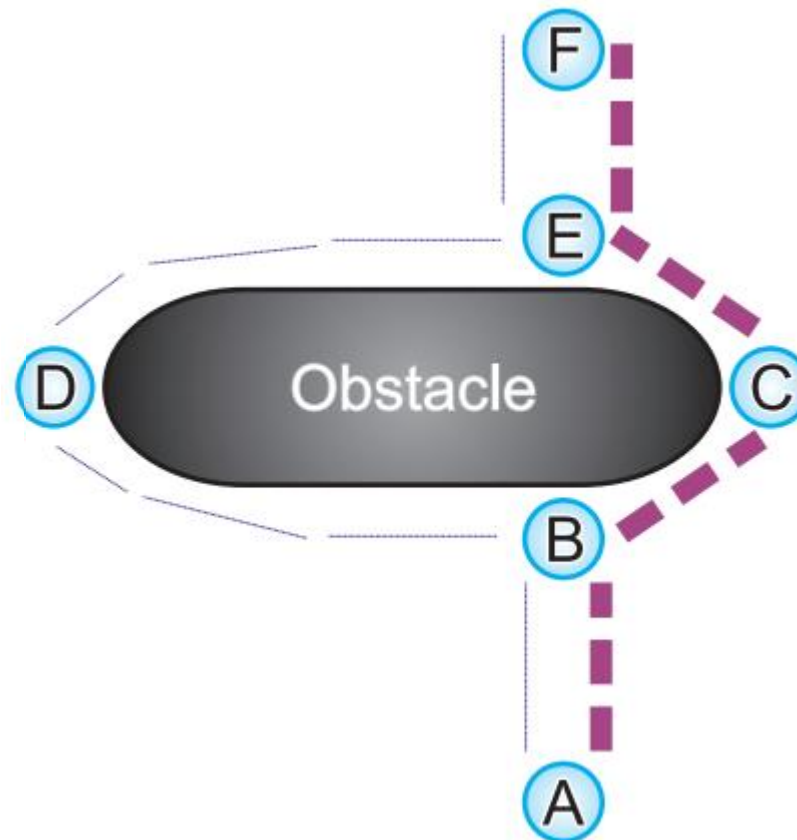
Experimento del puente binario

Mientras tanto, en el otro camino, la feromona se va evaporando.



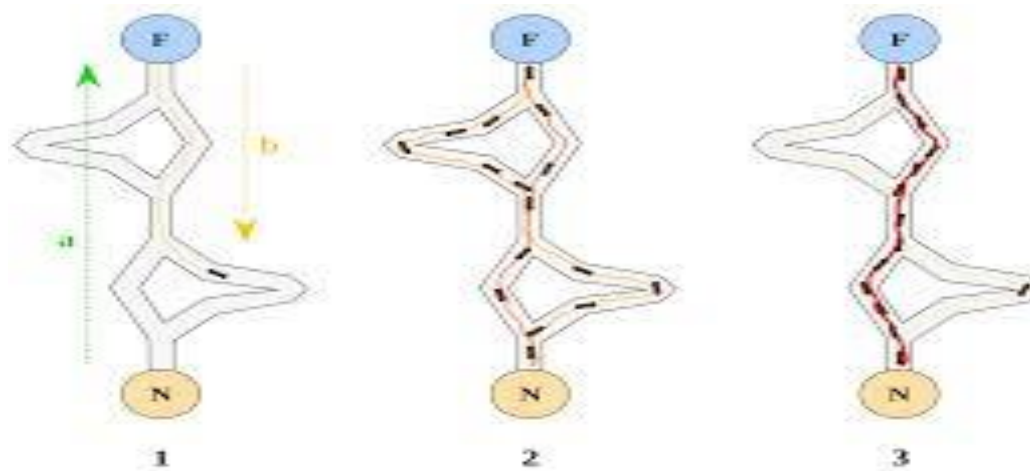
Experimento del puente binario

El nido de hormigas (A) está separado de la fuente de comida (F) por un obstáculo.

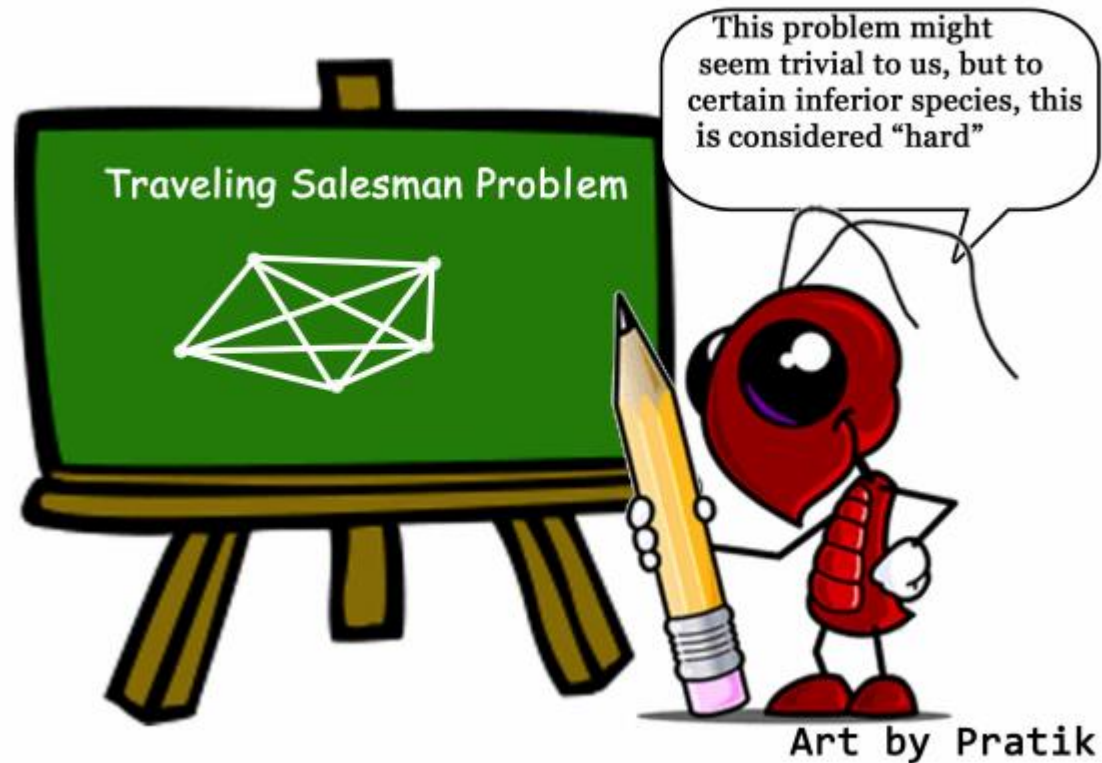


Feromona y heurística local

- **Exploración:** Los mejores caminos (aquellos que hacen parte de las rutas más cortas) tienen mayor concentración de feromona, por lo tanto son más atractivos para las hormigas (**Feromona**).
- **Explotación:** Si se consideran 2 opciones en una intersección, se prefiere el camino más corto (**Heurística local**).



Traveling Salesman Problem (TSP)



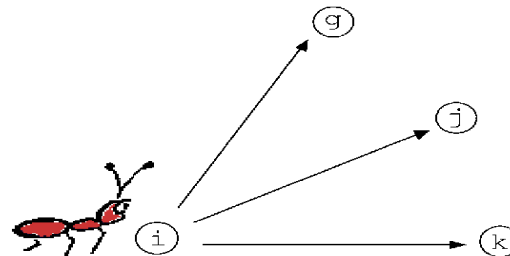
Aplicación de ACO al TSP

Se tiene:

- Matriz de distancias entre las ciudades (Matriz de adyacencia).
- Heurística local (1/Distancia) para el tramo que va desde la ciudad i hasta la ciudad j . $[\eta_{ij}]$
- Cantidad de feromona en el tramo que va desde la ciudad i hasta la ciudad j. $[\tau_{ij}]$

La decisión de ir de la ciudad i a la j está dada (probabilísticamente) por:

$$P_{ij}(t) = \left\{ \frac{\tau_{ij}^{\alpha} \cdot \eta_{ij}^{\beta}}{\sum \tau_{ij}^{\alpha} \cdot \eta_{ij}^{\beta}} \right\} \quad (\text{Si } j \text{ no ha sido visitado})$$



Algoritmo

1. Enviar hormigas exploradoras (construir aleatoriamente varios tours iniciales).
2. Actualizar la matriz de feromona. Cada tramo del tour recorrido por una hormiga $[\tau_{ij}]$ recibe una cantidad adicional de feromona correspondiente a $1/(\text{costo del tour})$
3. “Evaporación de la feromona”. Se reducen las cantidades de feromona en cada tramo de acuerdo a la expresión:

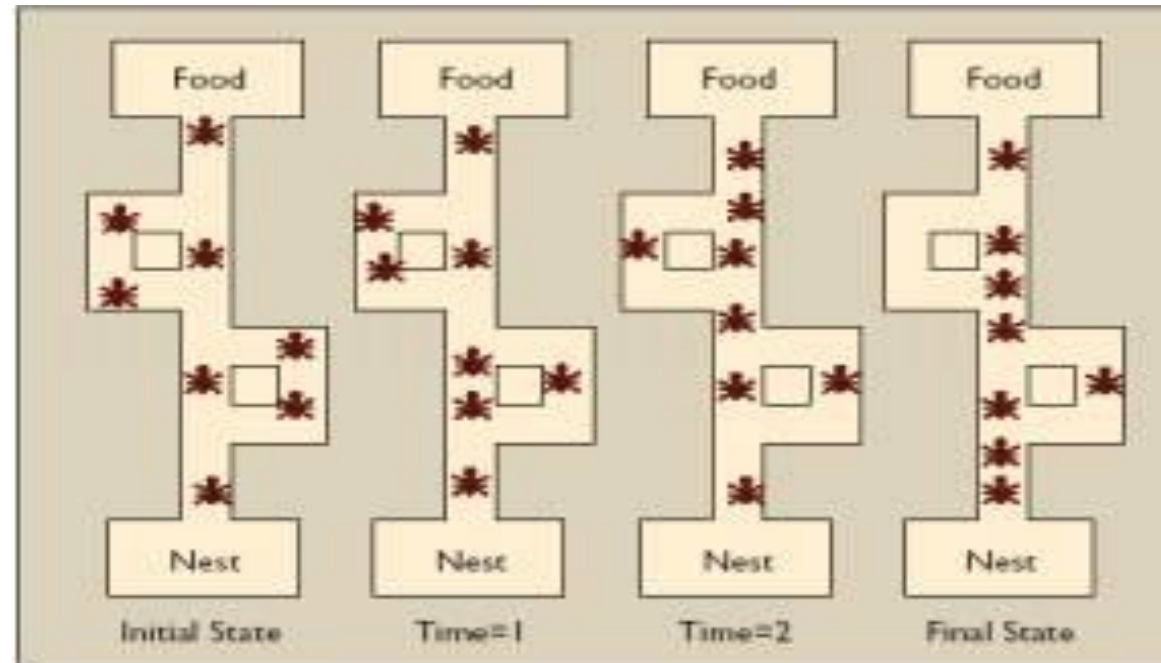
$$\tau_{ij} = (1 - \rho) * \tau_{ij}$$

donde ρ es el factor de evaporación de la feromona.

4. Crear hormigas que recorrerán el grafo de ciudades de acuerdo a la regla probabilística mencionada en la diapositiva anterior. Evaluar el costo de los tours y guardar aparte el mejor.
5. Repetir el proceso desde el segundo paso por un número t de iteraciones.

Conclusiones

- El resultado es la convergencia de las hormigas en un camino único.
- Se espera que el camino seleccionado sea el óptimo global.
- Eficiente para el TSP o problemas similares.
- El tiempo de convergencia es incierto. Pero, la convergencia está garantizada.



¿PREGUNTAS?