

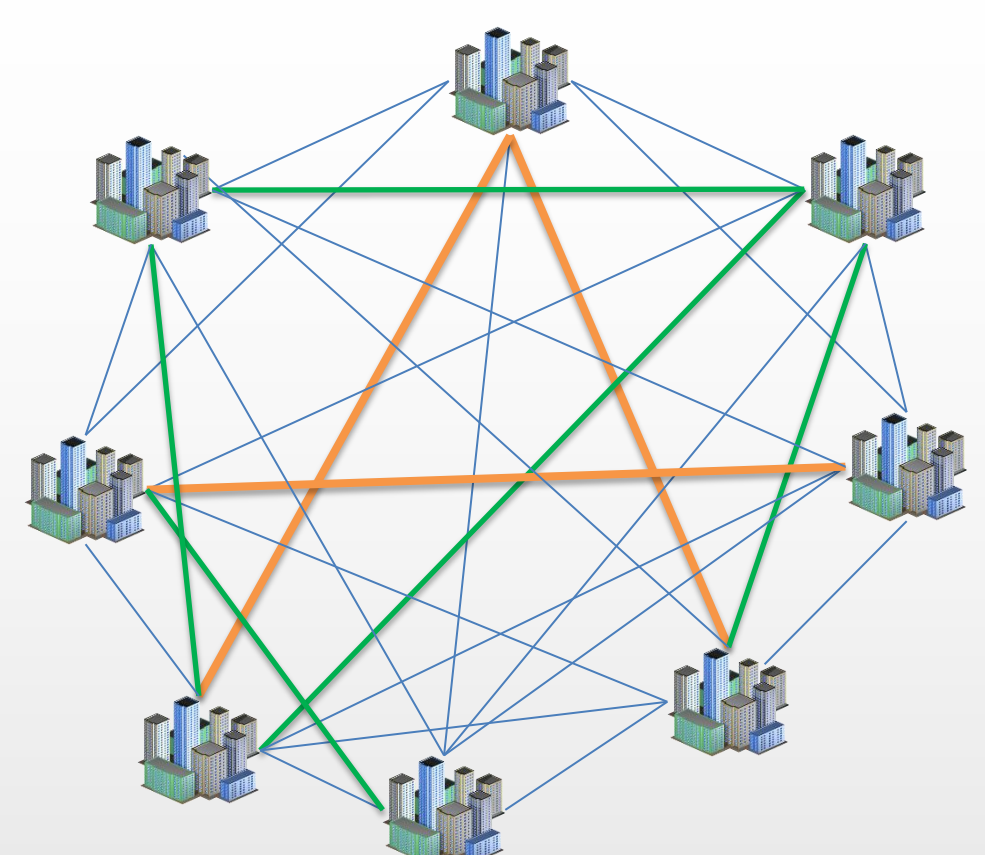
OPTIMIZACIÓN EN PROBLEMAS DE PLANIFICACIÓN CON CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

Juan José Palacios Alonso
palaciosjuan@uniovi.es

Programa de Doctorado en Ingeniería Informática
Grupo de investigación iScOp
Directoras:
• M^a Camino Rodríguez Vela
• Inés González Rodríguez (*Univ. Cantabria*)
Colaboradores:
• Jorge Puente Peinador

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Busca la ruta más rápida para visitar una vez cada ciudad



Límites de velocidad:
— 50 Km/h
— 90 Km/h
— 120 Km/h

¿Cuántas opciones distintas tenemos? Pues dependiendo del número de ciudades...

Ciudades	Opciones
3	6
5	120
10	3.628.800
30	3x10 ³²
60	8x10 ⁸¹



Nº átomos en el Universo

¿Cuánto tardaría un ordenador en probar todas las opciones?

PC Gama alta (4000€)
Intel i7, 32GB RAM
• 10 ciudades ~ menos de 1 segundo
• 25 ciudades ~ 7 millones de años



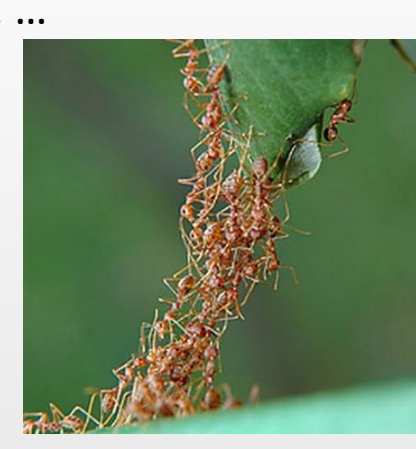
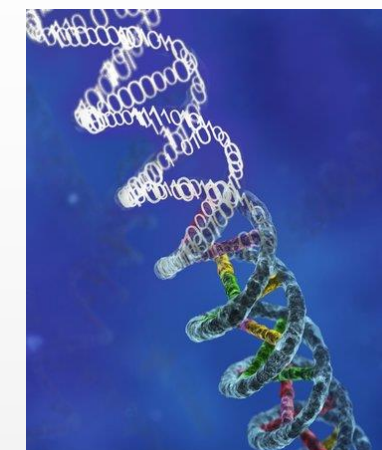
Supercomputador Tianhe-II
400 millones \$
3,1 millones de núcleos, 1TB RAM
• 25 ciudades ~ 14 años
• 30 ciudades ~ 250 millones de años



Debemos enseñar al ordenador a “pensar”

Sistemas bio-inspirados

- Algoritmos genéticos
- Enjambres de partículas
- Sistemas basados en sociedades de hormigas
-



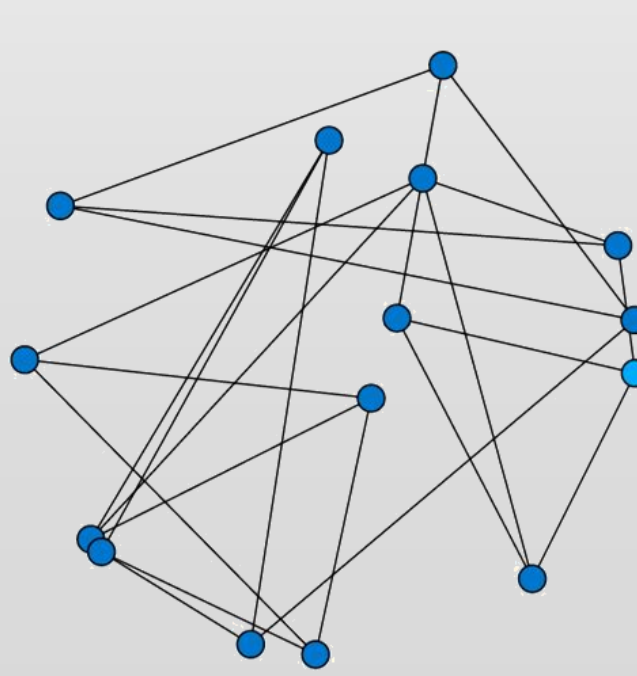
Información heurística

- Algoritmos con “sentido común”
- Manejo de conocimiento experto
- Estimaciones a priori
- Algoritmos meta-heurísticos
-



Modelos lógicos y matemáticos

- Modelado matemático de problemas
- Lógica formal
- Teoría de grafos
- Modelos probabilistas
-


$$\begin{aligned} \chi \leftrightarrow (\varphi \vee \psi) &\Leftrightarrow (\neg \varphi \vee \chi) \wedge (\neg \psi \vee \chi) \wedge (\neg \chi \vee \varphi \vee \psi) \\ \chi \leftrightarrow (\varphi \wedge \psi) &\Leftrightarrow (\neg \chi \vee \varphi) \wedge (\neg \chi \vee \psi) \wedge (\neg \varphi \vee \neg \psi \vee \chi) \\ \chi \leftrightarrow \neg \varphi &\Leftrightarrow (\neg \chi \vee \neg \varphi) \wedge (\varphi \vee \chi) \end{aligned}$$

PROBLEMAS DE SCHEDULING

Ejemplo: Cadena de montaje de vehículos

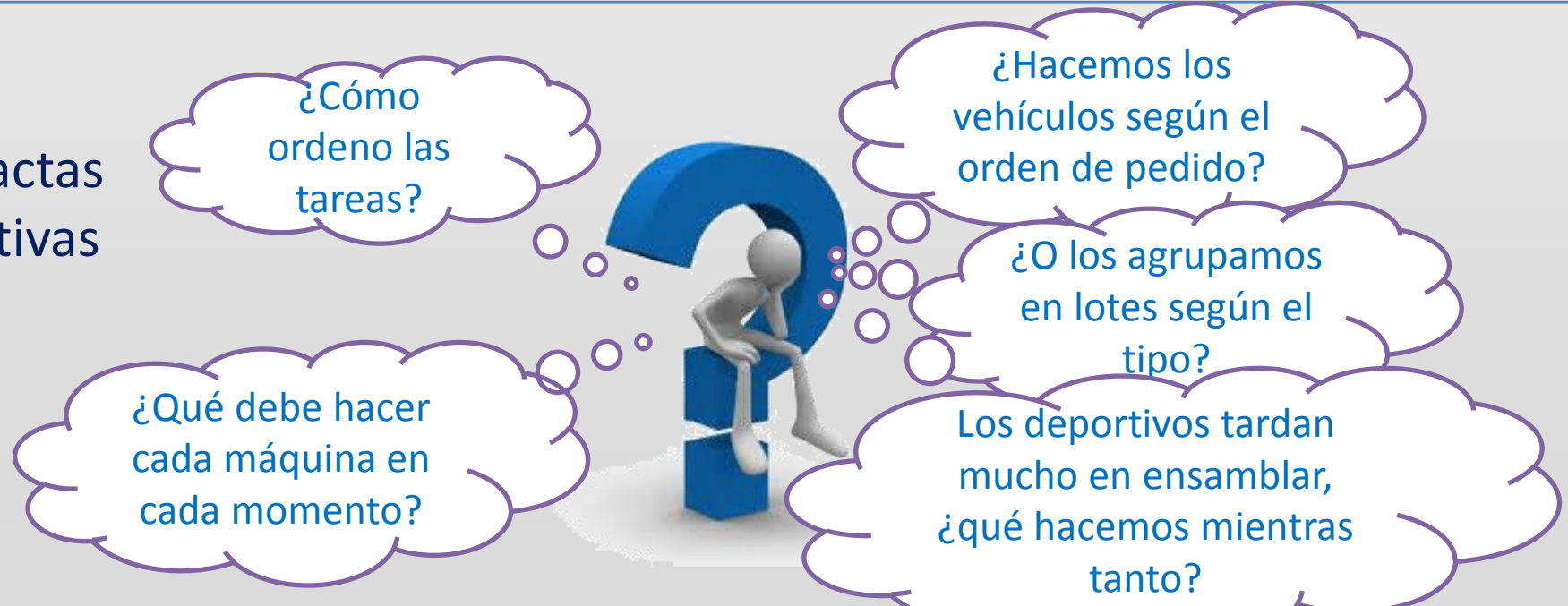


Pedido	Corte de piezas	Soldar chasis	Pintura	Ensamblado
Modelo Compacto	2 horas	1,5 hora	1 hora	4 horas
Modelo Sport	2 horas	1,5 hora	1 hora	10 horas
Berlina familiar	2,5 horas	1,5 hora	1,5 horas	5 horas
Todoterreno	2,5 horas	1,5 hora	2 horas	8 horas



Lista de pedidos:

- 5 unidades compactas
- 3 unidades deportivas
- 6 berlinas
- 2 todoterreno



¿Cómo ordeno las tareas?

¿Qué debe hacer cada máquina en cada momento?

¿Hacemos los vehículos según el orden de pedido?

¿O los agrupamos en lotes según el tipo?

Los deportivos tardan mucho en ensamblar, ¿qué hacemos mientras tanto?

Objetivo: Optimizar el uso de máquinas intercalando las tareas de forma que todos los pedidos salgan en el menor tiempo posible

Necesitamos ordenar las tareas → **Problema Combinatorio** 

Modelo del problema:

- N trabajos y M máquinas
- Cada trabajo J_i tiene m tareas ϑ_{ij}
- Tiempos de procesamiento p_{ij}
- Restricciones
 - Precedencia: Una tarea ϑ_{ij} no puede comenzar hasta que haya finalizado la anterior tarea $\vartheta_{i,j-1}$ de su trabajo
 - Capacidad: Cada máquina hace sólo una tarea de cada vez
 - No interrupción: Una vez que comienza la ejecución de una tarea, no puede detenerse hasta que ésta haya finalizado.

Técnicas de resolución:

- Sistemas meta-heurísticos
- Sistemas basados en teoría de grafos
- Búsquedas heurísticas basadas en conocimiento experto
- Algoritmos híbridos
- Algoritmos Branch&Bound
-

Representación de ‘Schedules’



Diagrama de Gantt

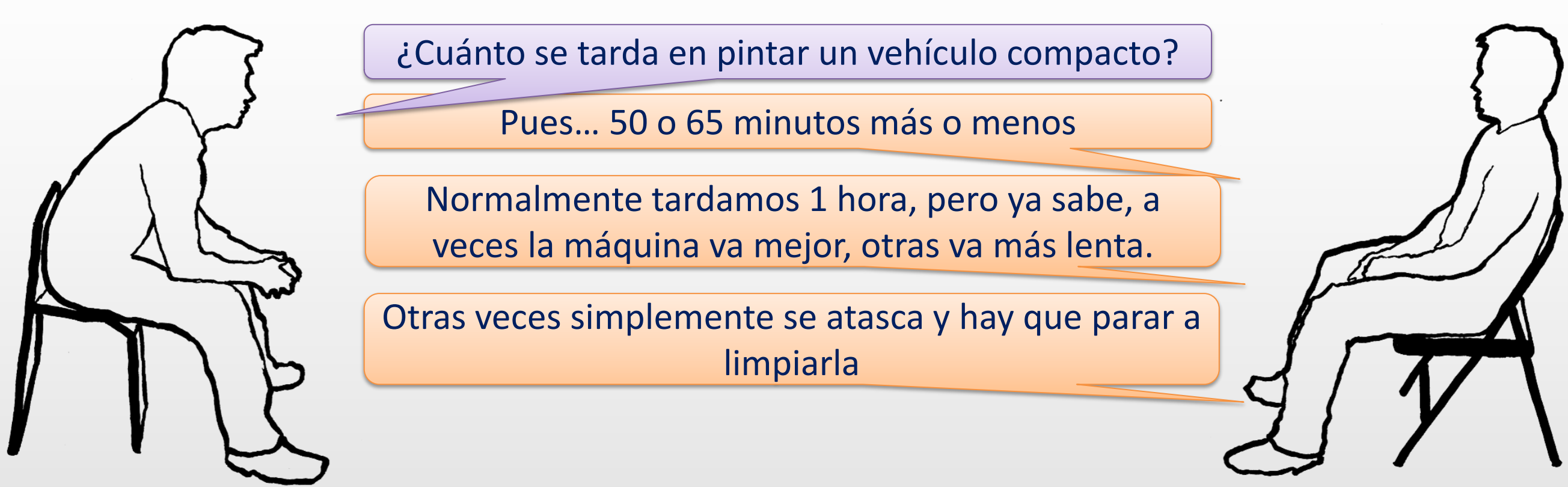


Grafo solución

INCERTIDUMBRE

El mundo está lleno de incertidumbre 

Siguiendo el ejemplo de arriba...



¿Cuánto se tarda en pintar un vehículo compacto?

Pues... 50 o 65 minutos más o menos

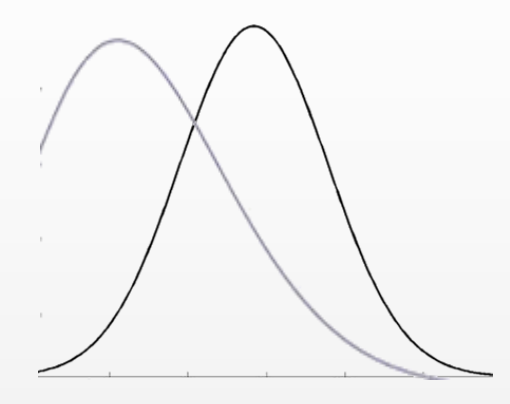
Normalmente tardamos 1 hora, pero ya sabe, a veces la máquina va mejor, otras va más lenta.

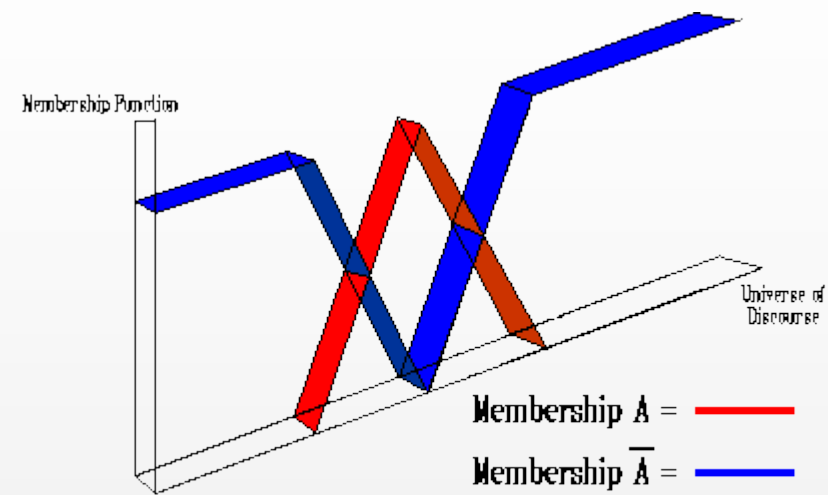
Otras veces simplemente se atasca y hay que parar a limpiarla

Existen muchas situaciones desconocidas a priori, o bien factores inesperados. Algunos ejemplos:

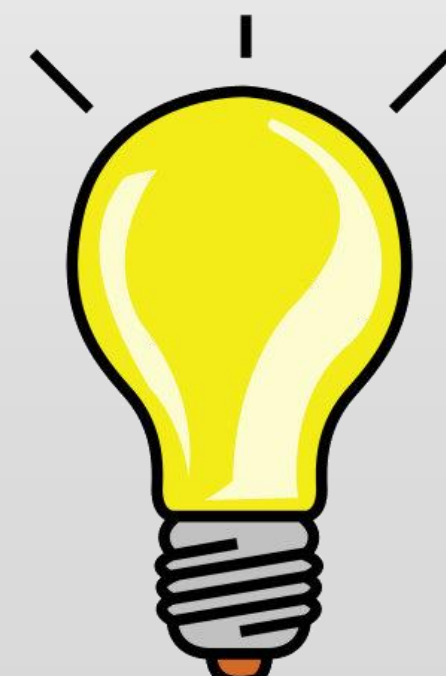
- La duración de cada tarea puede variar dependiendo de muchos factores (*p.e. habilidad del operario*).
- Las máquinas se pueden estropear y alterar el “schedule” original.
- Puede llegar un pedido urgente de repente, lo cuál invalida la planificación que tenemos.
- Los clientes se enfadan dependiendo del tiempo que tardemos en darles su coche.
-

Modelos de incertidumbre

Distribuciones de probabilidad 

Conjuntos fuzzy 

Objetivo: Diseñar estrategias basadas en Inteligencia Artificial para resolver problemas de ‘scheduling’ en condiciones de incertidumbre



Aquí se encuadra esta tesis

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudio de la incertidumbre

- Identificar fuentes de incertidumbre
- Estudio de los distintos modelos de representación de incertidumbre
- Adoptar un modelo para tratar incertidumbre durante el desarrollo de la tesis
- Proponer y desarrollar medidas analíticas de optimalidad en entornos inciertos
- Estudio del efecto de la incertidumbre sobre la resolución clásica de problemas de ‘Scheduling’
- Estudio de los espacios de búsqueda asociados

Robustez y Estabilidad

- Estudio de las distintas definiciones de robustez y estabilidad en problemas de ‘Scheduling’
- Adoptar medidas de robustez para el desarrollo de la tesis
- Diseñar y proponer métricas para el estudio de robustez
 - Medidas a-priori: Robustez estimada antes de la ejecución de los trabajos
 - Medidas a-posteriori: Robustez real, tras conocer el resultado de la ejecución real de los trabajos.

Diseño de meta-heurísticas

- Enfocado a 3 problemas de ‘scheduling’:
 - Open Shop, Job Shop, Flexible Job Shop
- Diseño de nuevas meta-heurísticas para la resolución de estos problemas en condiciones de incertidumbre
- Punto de partida:
 - Algoritmos más exitosos en la resolución aproximada de problemas sin incertidumbre
 - Experiencia del grupo de investigación en el área.