



Inteligencia Artificial Avanzada

Jose Aguilar
CEMISID, Escuela de Sistemas
Facultad de Ingeniería

Investigador Prometeo
Laboratorio de Robótica y Sistemas Inteligentes
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Profesor: Jose Aguilar

Contacto: aguilar@ula.ve

Información del curso: lista, dropbox y
www.ing.ula.ve/~aguilar

OBJETIVO

Introducción a la **Inteligencia Artificial Avanzada**

- Se presentan las diferentes áreas de la Computación Inteligente.
- En particular, se hará hincapié en la elaboración de casos de uso vinculados a sus temas doctorales.



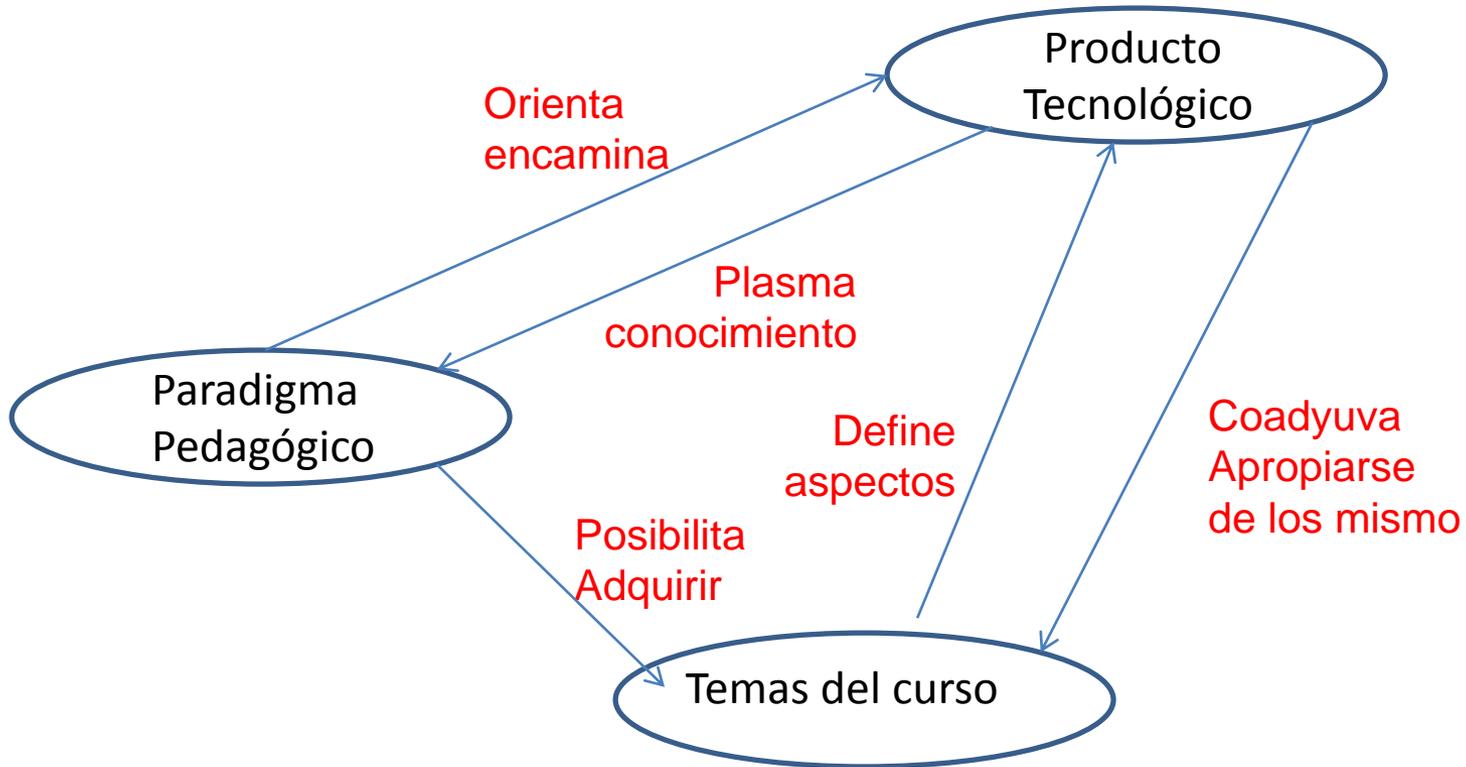
Introducción

Las tecnologías de informática y comunicaciones han venido siendo usadas de una manera masiva en diferentes ámbitos del acontecer social. **Una parte de su uso es para la realización de tareas que requieren, por su complejidad, mucha inteligencia.**

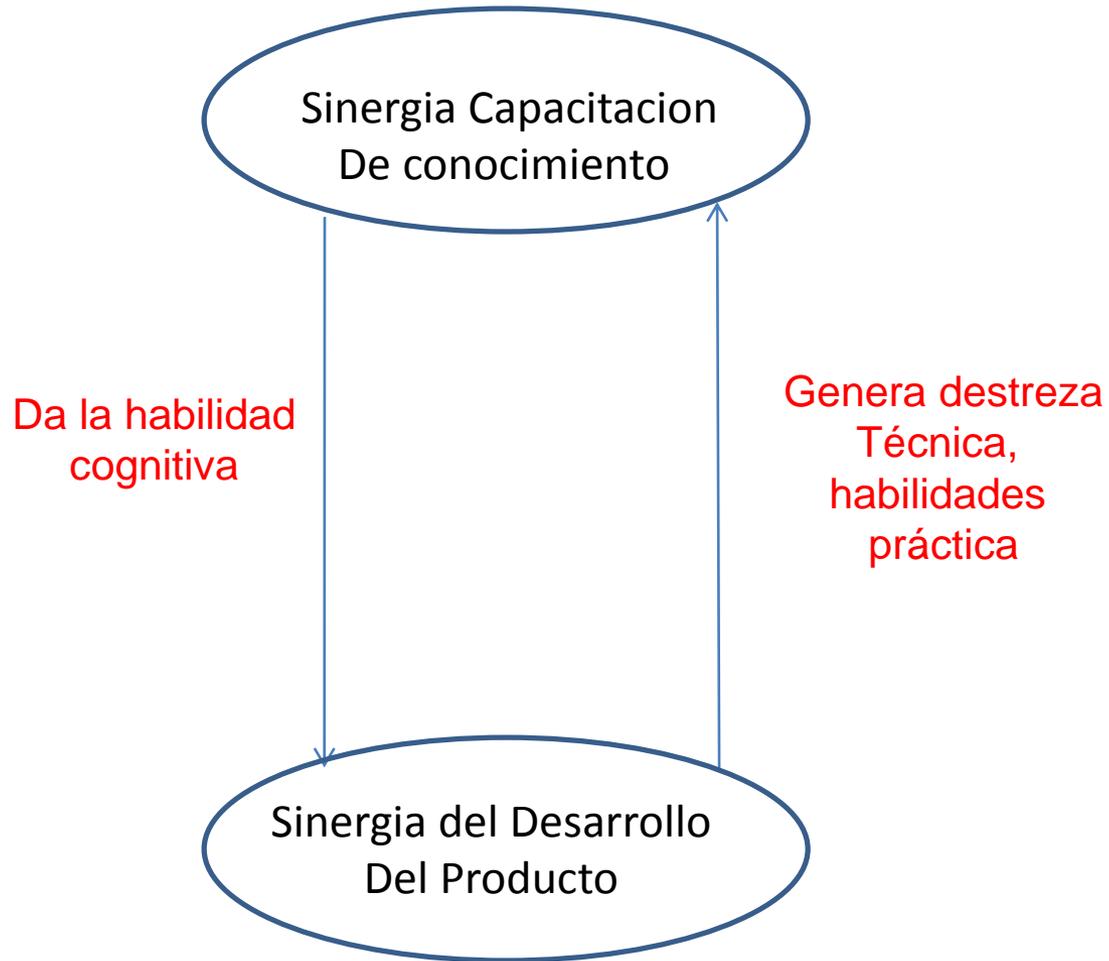
En ese sentido, una rama de las ciencias computacionales se ha dedicado a estudiar **cómo reproducir ese comportamiento inteligente, tanto individual como colectivo, a nivel computacional.**

La aplicación de los **modelos de inteligencia computacional** que se han venido desarrollando **ha sido muy amplia.**

Dinámicas del Curso



Dinámicas del Curso



Sinergias

- **Sinergia Capacitación de Conocimientos (SCC)**
 - Conocimiento de base del curso
 - Se aprende a diseñar aplicaciones en computación inteligente
 - Se adquiere conocimiento de base de computación inteligente
 - ¿Cómo se trabaja?:
 - Todo el material en línea, internet
 - Aprendizaje invertido, aprender haciendo, aprendizaje activo
 - Espacios de discusión y debate



Plan



Contenido/Tema

1. Contexto de la IA: Teoría de Agentes

2. Redes Neuronales Artificiales

2.1 Bases teóricas

2.2 Aspectos avanzados

3. Lógica Difusa

3.1 Bases teóricas

3.2 Aspectos avanzados

4. Computación Evolutiva

4.1 Bases teóricas

4.2 Aspectos avanzados

5. Inteligencia Artificial Distribuida

5.1 Bases teóricas

5.2 Aspectos avanzados

Temas Avanzados



- **RNA**

- Deep Learning
- Extreme Learning Machines
- Online and Incremental Learning
- Hybrid Learning

- **Data Stream**

- **LD**

- Lambda
- Z Number
- MCD

- **Fuzzy Decision-Making: Consensus and Missing Preferences**
- **Multi-Criteria Decision Making**
- **Temporal Fuzzy Logic**

- **CE**

- AC
- PG
- PE

- **Many-Objective Problems**
- **Identification Complex Systems**

- **IAD**

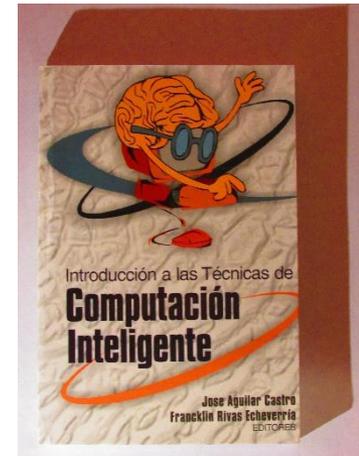
- PSO
- CAS
- ACO
- FA

- **Dynamic Optimization Problems**
- **MOP**

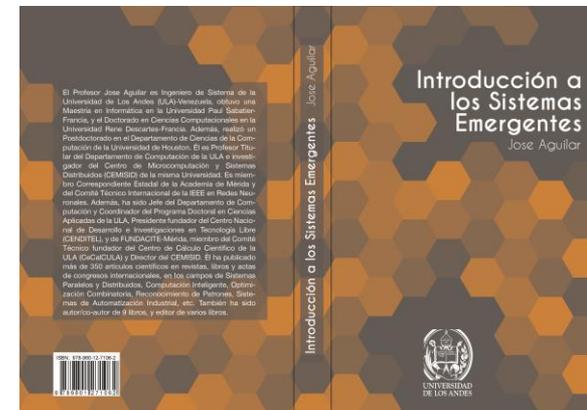
Semana	Iteración	Sinergia Desarrollo Producto	Sinergia Capacitación Conocimiento	Producto
1		Definición del Tema Doctoral	Introducción a la asignatura	
2		Presentación del Tema Doctoral y posibles usos de la CI.	Tema 2.1	Informe Tema Doctoral
3	1	Aplicación RNA	Tema 2.2	
4	1	Aplicación RNA		
5	1		Tema 3.1	Informe Final 1
6	2	Aplicación LD	Tema 3.2	
7	2	Aplicación LD		
8	2			Informe Técnico 2
9	3	Aplicación CE	Tema 4.1	
10	3	Aplicación CE	Tema 4.2	
11	3			Informe Técnico 3
12	4	Aplicación IAD	Tema 5.1	
13	4	Aplicación IAD	Tema 5.2	
14	4			Informe Técnico 4
15		Cuestionario General		
16		Presentación Final del Curso		

Bibliografía

Computación Inteligente



Sistemas Emergentes



Cursos en línea

<http://www.ing.ula.ve/~aguilar/actividad-docente/ITCI.html>

<http://www.ing.ula.ve/~aguilar/actividad-docente/ICI2017.htm>

Recorrido Sinergia Capacitación De conocimiento

Aprendizaje Invertido

El aula invertida es un modelo pedagógico que invierte los elementos típicos de un curso: la clase tradicional y los deberes. Los estudiantes visualizan vídeos teóricos fuera de clase, mientras que una vez dentro se dedica el tiempo a realizar ejercicios, proyectos o debates.

Recorrido Sinergia Capacitación De conocimiento

Aprendizaje Invertido

El aula invertida es un modelo pedagógico que invierte los elementos típicos de un curso: la clase tradicional y los deberes. Los estudiantes visualizan vídeos teóricos fuera de clase, mientras que una vez dentro se dedica el tiempo a realizar ejercicios, proyectos o debates.

Recorrido Sinergia Capacitación De conocimiento

Aprendizaje invertido



4 elementos clave del Aprendizaje INVERTIDO

1 Ambientes flexibles
Los estudiantes pueden elegir cuándo y dónde aprenden; esto da mayor flexibilidad a sus expectativas en el ritmo de aprendizaje. Los profesores permiten y aceptan el caos que se puede generar durante la clase. Se establecen evaluaciones apropiadas que midan el entendimiento de una manera significativa para los estudiantes y profesores.

2 Cultura de aprendizaje
Se evidencia un cambio deliberado en la aproximación al aprendizaje de una clase centrada en el profesor a una en el estudiante. El tiempo en el aula es para profundizar en temas, crear oportunidades más enriquecedoras de aprendizaje y maximizar las interacciones cara a cara para asegurar el entendimiento y síntesis del material.

3 Contenido intencional
Para desarrollar un diseño instruccional apropiado hay que hacerse la pregunta: ¿qué contenido se puede enseñar en el aula y qué materiales se pondrán a disposición de los estudiantes para que los exploren por sí mismos? Responderla es importante para integrar estrategias o métodos de aprendizaje de acuerdo al grado y la materia, como basado en problemas, *mastery learning*, socrático, entre otras.

4 Docente profesional
En este modelo, los docentes cualificados son más importantes que nunca. Deben definir qué y cómo cambiar la instrucción, así como identificar cómo maximizar el tiempo cara a cara. Durante la clase, deben de observar y proveer retroalimentación en el momento, así como continuamente evaluar el trabajo de los estudiantes.

- Guiado por las necesidades de aprendizaje de los alumnos
- Impartir la Instrucción directa fuera del tiempo de clase
- Salón para realizar actividades de aprendizaje más significativas: discusiones, ejercicios, proyectos, entre otras,
- Recursos electrónicos como el video, screencasting, digital stories, simulaciones, ebooks, electronic journals, entre otros más.
- Salón para implementar estrategias de aprendizaje activo y comprobar la comprensión de los temas de cada estudiante

<https://es.khanacademy.org/>
<http://ed.ted.com/>

Recorrido Sinergia Capacitación De conocimiento

Aprendizaje invertido

Tres tiempos:

Actividades antes de clase: Se convierte el soliloquio del profesor en un vídeo interactivo (o material multimedia) y se envía como deberes. Los alumnos llegan a clase con un mínimo de conocimiento adquirido.

Actividades dentro de la clase: Se resuelven todas las dudas surgidas de la consulta y visionado del material multimedia. Se profundiza y mejora el aprendizaje realizado en casa mediante la práctica de metodologías inductivas en la clase, basadas en cuestionamientos y retos, que promueven el conocimiento.

Actividades postclase: Se incluyen todas las actividades que ayuden a consolidar todo el aprendizaje de los dos puntos anteriores.

Sinergias

Sinergia Desarrollo de Productos (SDP)

- Se aprende a usar técnicas de computación inteligente
- Definición y caracterización productos (obras) sobre el cual se ira plasmando el conocimiento adquirido
- El producto (obra) al final debe contener todo el contenido adquirido en el curso inmerso en él
- ¿Cómo se trabaja?:
 - Metodología Ágil para la gestión y construcción del proyecto
 - Cada obra vinculadas a sus tesis doctorales
 - Se debe dar cuenta del recorrido del desarrollo del producto semanalmente (entregan informe de avance)

Recorrido Sinergia Desarrollo de Productos

- Se seguirá metodología **yPBL** y **MeSI**
 - **yPBL:**
 - Ramas de: diseño (funcional y técnico) y desarrollo
 - Iterativo (ágil)
 - Fases de análisis, diseño, implementación y pruebas
 - **MeSI**
 - Especificación de Sistemas Inteligentes
 - Permite la especificación de Híbridos de ellos
- Cada semana se avanzará en diseño y desarrollo según SCC mostrando:
 - Reutilización de componentes,
 - Herramientas de desarrollo, etc.
 - Prototipos ,informes de Avances, informes de iteraciones

yPBL

- Metodología de aprendizaje inspirada en Ingeniería de software
- Permite construir aplicaciones reales de software mientras se aprende.
- Cada Iteración:
 - Cubre un tópico del curso aplicado al producto tecnológico
 - Se redefinen roles en los grupos, recursos usados, cronogramas
 - Interactuamos todos para alcanzar los objetivos de aprendizaje

Desarrollo del curso

Requerimientos:

Lista de requerimientos
(Por iteración)

Análisis:

Entender el problema y plantear
posibles soluciones

Diseño:

Proponer una solución que satisfaga
parcial o totalmente los requerimientos

Implementación:

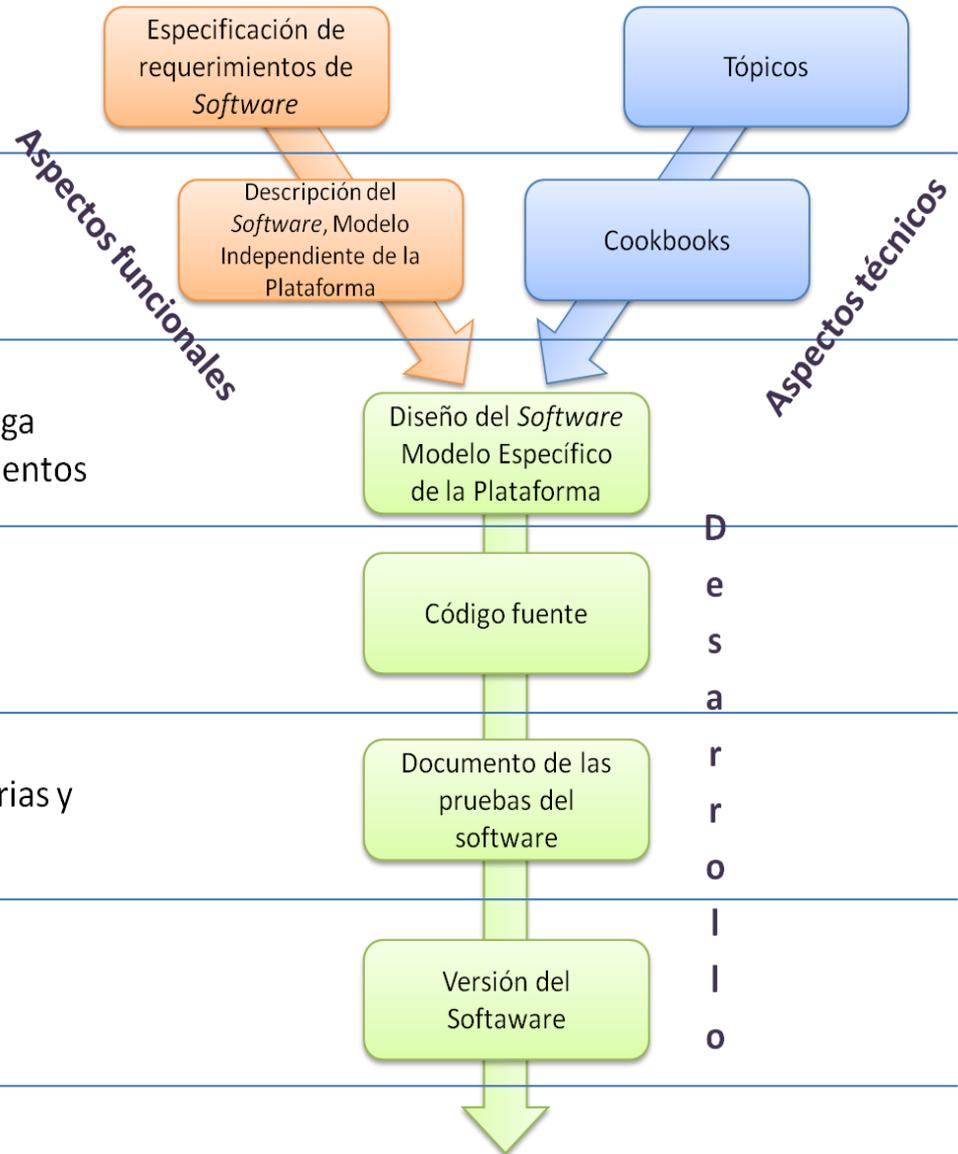
Desarrollar la solución

Prueba:

Evaluar la solución (pruebas unitarias y
de integración)

Entrega:

Entregar la solución al cliente



yPBL

Iteraciones

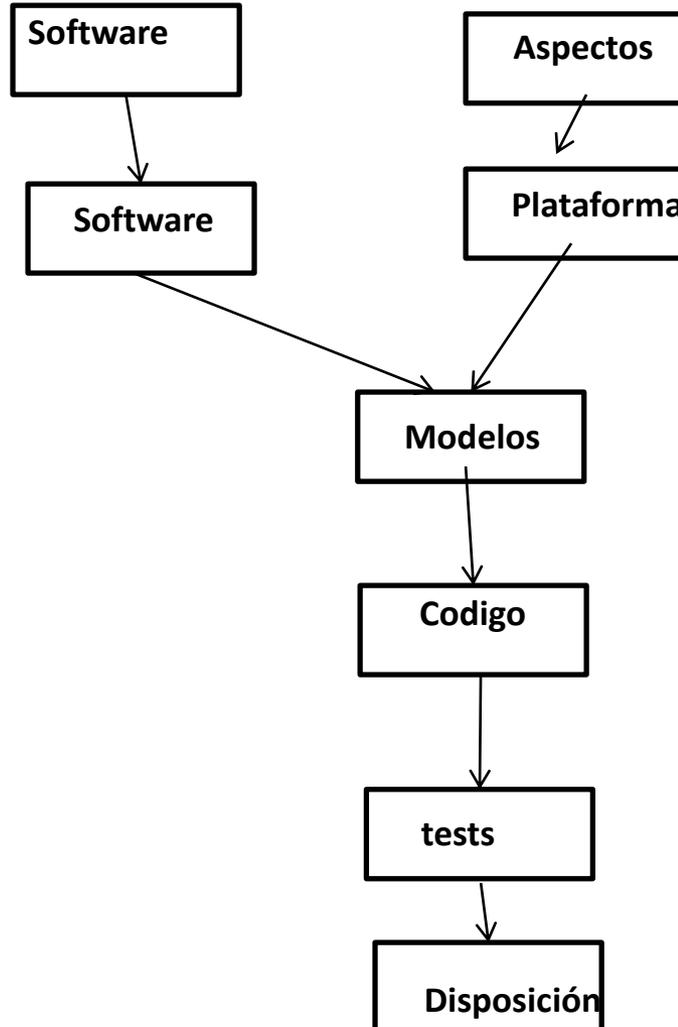
I1 I2 I3

Busqueda

Conocimiento

Rama Funcional

Rama Técnica



- **Requerimientos**
- **Análisis**
- **Diseño**
- **Implementación**
- **Pruebas**
- **Liberación**

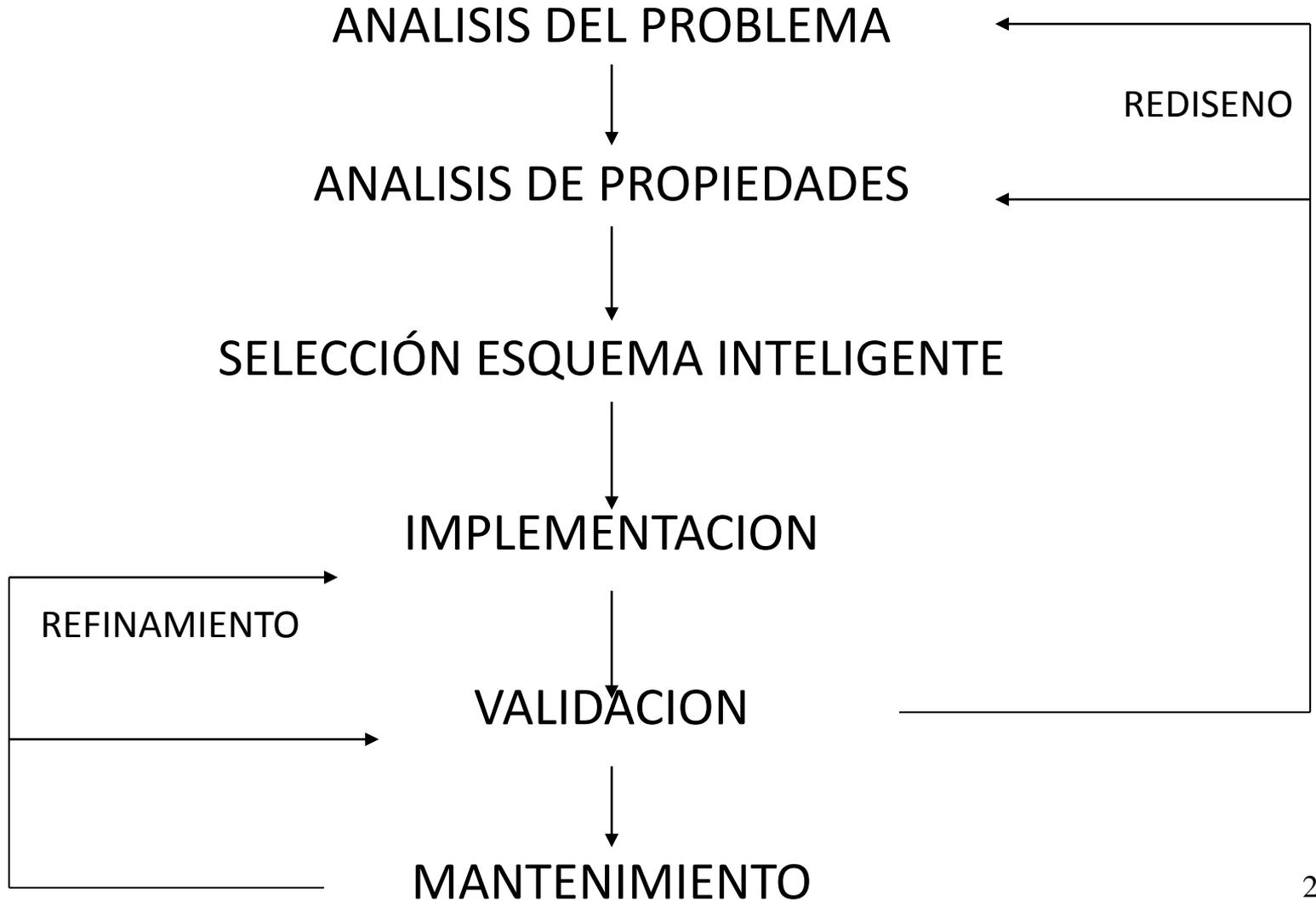
Rama Desarrollo



Metodología para Desarrollar Sistemas Inteligentes (MeSI)

Jose Aguilar Castro

MeSI



Metodología para Desarrollar Sistemas Inteligentes

- **ANALISIS DEL PROBLEMA**
 - IDENTIFICAR LAS DIFERENTES TAREAS DEL PROBLEMA
 - IDENTIFICAR PROPIEDADES DEL PROBLEMA Y DE LAS TAREAS

- **ANALISIS DE PROPIEDADES**
 - QUE TECNICAS INTELIGENTES MEJOR SE ADAPTAN

Metodología para Desarrollar Sistemas Inteligentes

- **SELECCIÓN DE TECNICA**
 - SON NECESARIOS DIFERENTES TI?
 - EXISTE UNA TECNICA QUE CUBRA TODO?
 - SE SOLAPAN TAREAS?
 - ...
- **IMPLEMENTACION**
 - PARADIGMA DE PROGRAMACION (POO)
 - AMBIENTES Y HERRAMIENTAS

Metodología para Desarrollar Sistemas Inteligentes

- **VALIDACION**
 - PRUEBAS
 - VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO

- **MANTENIMIENTO**
 - COMPONENTES ADAPTATIVOS
 - AMBIENTES CAMBIANTES

Metodología para Desarrollar Sistemas Inteligentes

- CADA TECNICA INTELIGENTE
 - TIENE UNA PROPIEDAD COMPUTACIONAL
 - ES MAS SUSCEPTIBLE PARA CIERTOS PROBLEMAS
 - TIENE CIERTAS LIMITACIONES
- PROBLEMAS DE ALGUNAS TECNICAS INTELIGENTES
 - TIEMPO DE RESPUESTA
 - ADAPTATIVIDAD (TOLERANCIA A RUIDO)
 - EXPLICACION
 - ADQUISICION DE CONOCIMIENTO (APRENDER)
 - ESCALABILIDAD
 - REPRESENTATIVIDAD

Metodología para Desarrollar Sistemas Inteligentes: SISTEMAS HIBRIDOS INTELIGENTES

- RAZONES PARA HACER SHI
 - AUMENTAR CAPACIDADES DE LAS TECNICAS
 - MULTIPLICIDAD DE TAREAS
 - MULTIFUNCIONALIDAD
- ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LA INTEGRACION
 - ADQUISICION DE CONOCIMIENTO
 - ROBUSTES
 - NIVEL DE RAZONAMIENTO
 - EXPLICACION

SISTEMAS HIBRIDOS INTELIGENTES

- **ADQUISICION DE CONOCIMIENTO**
 - ELITESCO
 - INTERPRETATIVO
 - REPRESENTATIVO
- **NIVEL DE RAZONAMIENTO**
 - TAREAS DE INFERENCIA=>COGNITIVAS
 - RECONOCIMIENTO=>ASOCIACIONES MENTALES
- **EXPLICACION**
 - ACEPTACION DE LA INFORMACION
 - ENTENDIMIENTO DEL PROCESO DE RAZONAMIENTO

SISTEMAS HIBRIDOS INTELIGENTES

TECNICA	ADQUIS. CONOCIM	ROBUST.	RAZON.	EXPLIC.
SISTEMAS EXPERTOS	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO
LOGICA DIFUSA	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO
RED NEURONAL	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
COMPUTAC. EVOLUTIVA	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
SISTEMA CLASIFIC.	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO

SISTEMAS HIBRIDOS INTELIGENTES

- **CLASIFICACION DE LOS SIH (SEGÚN FUNCIONALIDAD, ARQUITECTURA Y REQUER. COMUNIC)**
 - REEMPLAZO DE FUNCIONES
 - INTERCOMUNICACION
- **REEMPLAZO DE FUNCIONES**
 - AUMENTAR EFICIENCIA
 - AUMENTAR VELOCIDAD
- **INTERCOMUNICACION**
 - INDEPENDENCIA MODULAR
 - INTERCAMBIO DE INFORMACION
 - MECANISMO DE CONTROL

SISTEMAS HIBRIDOS INTELIGENTES

OTRA CLASIFICACION DE SIH

- FUSION
- TRANSFORMACION
- COMBINACION
- ASOCIACION

yPBL y MASINA

- **Metodología de base: yPBL**
- **Fase análisis de la Rama Funcional de yPBL se basa en las fases de conceptualización y de análisis de MeSI**
- **Fase de diseño de yPBL se basa en de MeSI**

Desarrollo del curso

Requerimientos Funcionales

I0/ Definir Agente

I1/Req1. RNA

I2/Req2. CE

I3/Req3. LD

I4/Req4. IAD

Requerimientos Técnicos

T1 Matlab=>

CookBook

T2. Librerias=> cookbook

T3 Salsa => cookbook

R1

R2

R3

R4

Producto

Esencial al curso para apropiarse del conocimiento

- Esencia del producto vs. objetivo del curso
- Contenido del curso esencial para realizar el producto
- Cinco plantillas:

Plantillas	Uso
Definición del tema de tesis	Primera Semana
Informes de Avance	semanalmente
Informes Final	Final de cada iteración (formato articulo)
CookBook	Final de cada iteración (formato articulo)

Informes

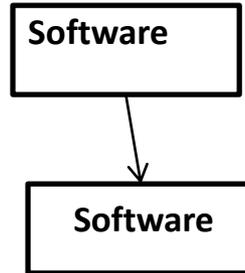
Definición del Producto

Informes de Avances semanales:

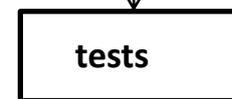
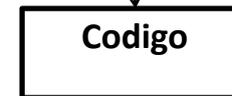
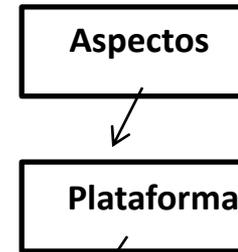
- Requerimientos
- Análisis
- Diseño
- Implementación
- Pruebas

Informes Final de Cierre producto

Rama Funcional



Rama Técnica



Rama Desarrollo

Cookbooks:

- Plataformas de despliegue
- Plataformas de desarrollo
- Plataforma de diseño

Plantillas

Definición del Tema de Tesis Doctoral

- **Objetivo**
- **Descripción**
- **Retos científicos/tecnológicos**
- **Potenciales Usos/Aplicaciones**

Plantillas

- **Informes de Avance**
 - Qué se logró en el actual avance
 - Quién hizo qué, dificultades y necesidades
 - Planificación del avance siguiente

Plantillas

CookBook (10% extra nota final)

- **Resumen (Abstract)**
- **Palabras Claves (Keywords)**
- **Contribuyentes (Contributors)**
- **Versiones (Releases)**
- **Introducción (Introduction)**
- **Ingredientes: Definiciones y Terminología (The ingredients: Definitions and terminology)**
 - **Ingrediente 1 (Ingredient 1)**
- **Recetas (Recipes)**
 - **Receta 1: Una primera receta (Recipe1: A first recipe (e.g. a HelloWorld recipe))**
 - **Paso 1: descripción paso 1 (Step1: short description of step 1)**
- **Documentación Recomendada (Recommended documentation)**
- **Referencia 1 (Reference 1)**
- **Retroalimentación (Feedback)**

Plantillas

Informe Final



<http://www.ecomp.poli.br/~wcci2018/>

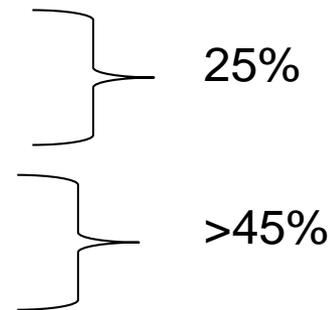
- **Introducción**
- **Marco Teórico específico para el Producto**
- **Presentación del producto**
- **Diseño del producto**
- **Desarrollo del producto**
- **Prototipos y pruebas**
- **Conclusiones**

Formato IEEE

Evaluación

- **Conocimiento Adquirido (30%)**
 - Tareas, investigaciones, participación en clases, etc.
 - Cuestionarios

- **Producto (>70%)**
 - Informes técnicos de Avances
 - Informes semanales
 - Informe Final
 - Obra desarrollada



Sistemas Inteligentes

SISTEMAS COMPUTACIONALES QUE TIENE LA HABILIDAD DE RAZONAR Y APRENDER PARA TRATAR NUEVAS SITUACIONES.

FRECUENTEMENTE ESTA BASADA EN LA EMULACIÓN DE UNO O MAS ASPECTOS DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS O SOCIALES

Inteligencia Artificial

Inteligencia: capacidad de **adquirir y usar** conocimiento

¿Cómo el cerebro percibe, entiende, predice y manipula?

⇒ Razonar, Aprender, Comunicarse y Actuar

- *La Inteligencia Artificial trata de conseguir que los computadores **simulen en cierta manera la inteligencia humana.***
- *Se acude a sus técnicas cuando es necesario **incorporar en un sistema informático, conocimiento o características propias del ser humano.***

Aspectos y Características de la Inteligencia Artificial

Envuelve entender cómo el *conocimiento* es adquirido, representado y almacenado; cómo el *comportamiento inteligente* es generado; cómo *las, emociones, y pensamientos* son desarrollados y usados; cómo las *señales sensoriales* son transformadas en símbolos; cómo los *símbolos* son utilizados para actuar lógicamente, razonar, planear; cómo el *cerebro* produce la ilusión, las creencias, las esperanzas, el temor y los sueños

Entre otras cosas

Algunos objetivos de la Investigación en Inteligencia Artificial

- Emulación de la forma de **razonamiento humano** para la resolución de problemas,
- **Reconocimiento de patrones** que abarca la comprensión y la síntesis del habla, de imágenes y la visión artificial.
- **Representación del conocimiento**, conceptualización cognoscitiva, **procesamiento del lenguaje natural**.
- **Emulación de comportamientos y sistemas biológicos:** cerebro, proceso evolutivo, etc.
- Interés en el **control y coordinación autónoma**.
- Estudio de la **inteligencia colectiva** (técnicas bioinspiradas): Colonias de Hormigas, Colonias de Abejas, ...

Aplicaciones



Es inimaginable

*En todas las áreas
puede ser usada*



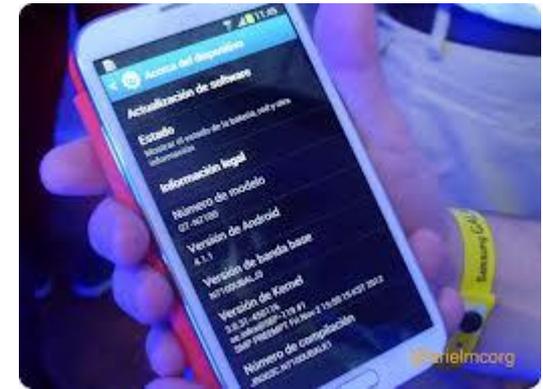
**Próxima década prácticamente
Todo el software tendrá algo de la IA**

Reconocimiento

Predicción

Optimización

Planificación

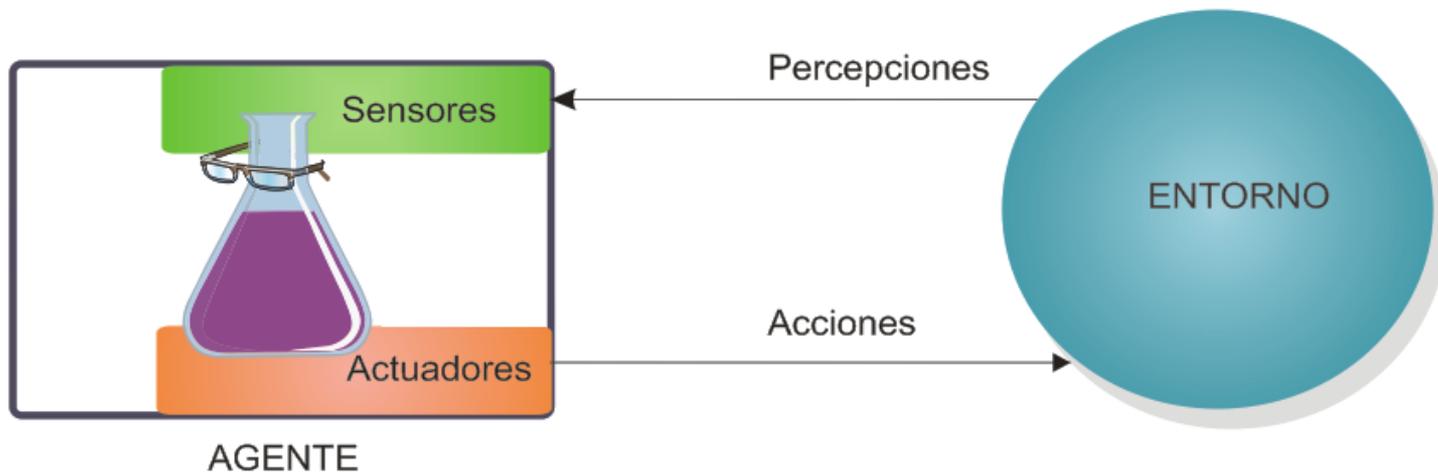


Áreas

- **Inteligencia Artificial**
 - Teoría de agentes
 - Sistemas multiagentes (Inteligencia Artificial Distribuidas)
- **Técnicas Inteligentes clásicas (computación inteligente)**
 - Redes neuronales artificiales
 - Lógica difusa
 - Computación Evolutiva
- **Técnicas Inteligentes distribuidas**
 - Algoritmos inspirados en colonias de insectos: PSO, ACO, etc.
 - Algoritmos inspirados en fenómenos físicos: Flujo de Agua, de gas, TS, etc.
 - Algoritmos inspirados en sistemas biológicos: Sistema Inmune Artificial, etc.
- **Técnicas inteligentes avanzadas autónomas:**
 - Sistemas emergentes y auto-organizados (Inteligencia colectica)
 - Computación autónoma

Agentes

Los agentes de software son capaces de ***decidir por sí mismos*** qué hacer en una determinada situación. ***Mantienen información*** acerca de su entorno, y ***toman decisiones*** en función de su percepción del estado de dicho entorno, sus experiencias anteriores, y los objetivos que tienen planteados. Además, los agentes ***pueden comunicarse*** con otros agentes para colaborar y alcanzar objetivos comunes. [Denney 2008]



Procedimiento de base:

1. Percibo (*Actualiza Memoria*)
2. Decido (*Escoge Acción*)
3. Actúo (*Actualiza Memoria*)

Descripción práctica de un agente:

Sus Tareas.

Sus Conocimientos.

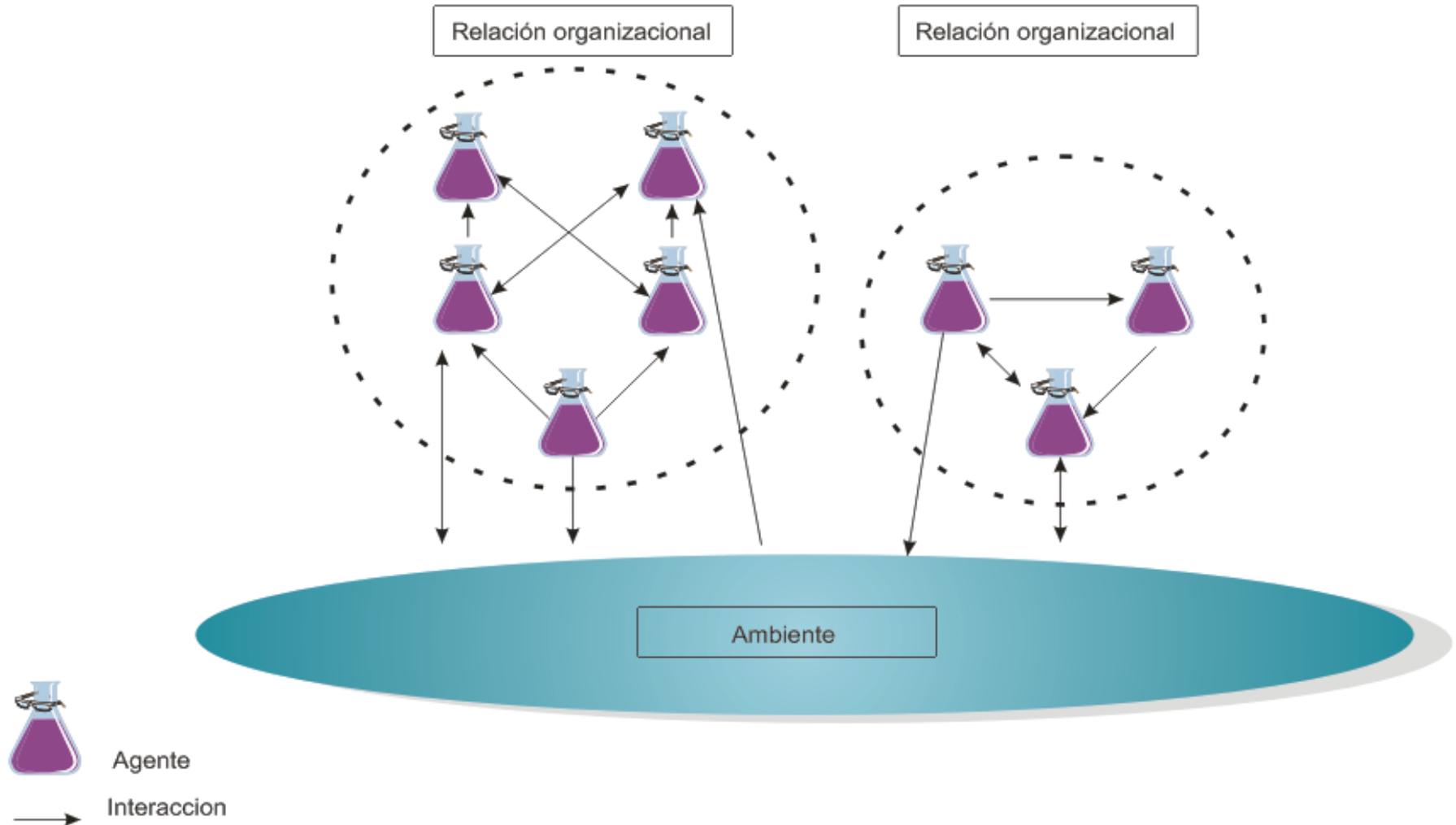
Su Comunicación

Otros aspectos importantes a considerar en los Agentes

- Mecanismos para **resolver un problema**
- Mecanismo para **planificar sus actividades /tareas**
- Mecanismos para **representar el conocimiento**
- Mecanismo de **razonamiento**
- Mecanismos de **aprendizaje**
- Mecanismos de **percepción**
- Mecanismos para **comunicarse**



Sistemas Multiagentes



<http://www.ing.ula.ve/~aguilar/actividad-docente/SMAAnInItm>

Temas en los Sistemas Multiagentes

1. Metodologías de desarrollo de SMA
2. Interacción y sus tipos: Cooperación, Coordinación, Negociación
3. Comunicación
4. Problema de Confianza y Reputación
5. Aprendizaje en los SMA (aprendizaje colectivo)
6. Plataformas de Despliegue
7. Arquitecturas de Referencia en los SMA.
8. Sistemas Emergentes Auto-organizados