



Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana  
de Inteligencia Artificial

ISSN: 1137-3601

revista@aepia.org

Asociación Española para la Inteligencia  
Artificial  
España

Paniagua Arís, Enrique; Palma Méndez, José Tomás; Martín Rubio, Fernando  
Los Sistemas MultiAgente para el modelado de la actuación en organizaciones humanas  
Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, vol. 5, núm. 14, otoño, 2001, pp.  
78- 90  
Asociación Española para la Inteligencia Artificial  
Valencia, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92551406>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Los Sistemas MultiAgente para el modelado de la actuación en organizaciones humanas

**Enrique Paniagua Arís, José Tomás Palma Méndez, Fernando Martín Rubio**

Departamento de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones, Universidad de Murcia  
Facultad de Informática, Campus de Espinardo, Murcia, 30071  
{paniagua, fmartin, jpalma}@dif.um.es

## Resumen

En el presente artículo se presenta el análisis de los Sistemas MultiAgente (SMA de ahora en adelante) como alternativa para el modelado de la actuación en organizaciones humanas. Para poder realizar dicho análisis, primero debemos de tener en cuenta los componentes de conocimiento requeridos en una organización humana, para después, especificar las distintas características que debe poseer un SMA en el modelado de la actuación de dicha organización, principalmente en el componente del Capital Humano; posteriormente, debemos analizar y comparar los distintos modelos de SMA frente a cada una de las características descritas previamente; en tercer lugar, debemos analizar la existencia de metodologías para el análisis y diseño de los SMA acordes con los requerimientos propuestos; en cuarto lugar debemos observar el estado de la tecnología de cara a poder implementar dichas actitudes del SMA. Y finalmente, como efecto lateral, nos podemos preguntar qué características (o Modelos de Gestión Empresarial) tienen las organizaciones humanas de las que podamos proponer nuevas líneas en el desarrollo de los SMA.

**Palabras clave:** Modelado de Organizaciones Humanas, Sistemas MultiAgente, Capital Intelectual, Gestión del Conocimiento, Metodologías Orientadas a SMA.

## 1. Introducción

El uso los SMA, como alternativa para modelar la actuación en organizaciones humanas, es un tema de interés reciente motivado por la necesidad de obtener modelos de comportamiento de individuos inmersos en sociedades, modelos teóricos en los que la interdisciplinariedad (RR. HH., Organización Industrial, Toma de Decisión, Gestión del Conocimiento, Agentes, SMA, Psicología del Comportamiento, Gestión Estratégica) es una pieza clave. Para poder realizar un análisis de los SMA como herramienta de modelado de la actuación en organizaciones humanas, la fase inicial debe consistir en delimitar las funciones y características de los diferentes componentes de una organización humana, para establecer cuáles de éstos son susceptibles de su modelado.

En el apartado 2 se hace una introducción a los conceptos de la Gestión del Conocimiento (GCE) Empresarial: la dirección estratégica, el capital intelectual y las funcionalidades de las soluciones de la GCE; en el apartado 3 se enlazan los SMA con la gestión empresarial: los objetivos que deben cumplir, los sistemas, las metodologías y el estado de la tecnología; finalmente, en el apartado 4 se presentan ciertas conclusiones y las posibles líneas futuras de trabajo.

## 2. La Gestión del Conocimiento Empresarial

Según [Speak95], “se puede ver la Gestión del Conocimiento como un proceso cíclico que consta de las siguientes fases: (a) *identificar* los activos de

conocimiento (intangibles) que potencialmente aporten algún valor a la organización; (b) *analizar* los activos de conocimiento para determinar cuáles tienen que ser mejor gestionados; (c) *seleccionar* qué acciones se van a llevar a cabo para diseminar, aplicar y gestionar de otra forma dichos activos de conocimiento; y (d) *revisar* el resultado de las acciones tomadas para decidir el siguiente paso a tomar”. Como se puede apreciar, este enfoque nos permite identificar sobre qué intangibles va a girar la planificación estratégica de la organización.

La Gestión del Conocimiento Empresarial es un campo de trabajo que puede definirse desde dos enfoques complementarios: el enfoque organizacional y el enfoque técnico. Desde el primero, la Gestión del Conocimiento Empresarial es el proceso de mejora continua y de capitalización de intangibles –lo que llamaremos Capital Intelectual– conducente al aumento de las capacidades de la organización empresarial. Este enfoque nos aporta “para qué” y “por qué” vamos a gestionar el conocimiento. El enfoque técnico, por su parte, ve la Gestión del Conocimiento Empresarial como el proceso de construcción y tratamiento de las fuentes de conocimiento empresarial mediante la aplicación de metodologías y tecnologías de la información y de las comunicaciones. Este enfoque nos permite desarrollar “qué” conocimiento y “cómo” lo podemos gestionar para conseguir las finalidades organizacionales.

## 2.1. El Capital Intelectual

Los orígenes del concepto de Capital Intelectual se encuentran a mediados de los ochenta en los estudios sobre la rentabilidad de la innovación tecnológica y en los trabajos de Sveiby [Sveiby86] sobre la gestión de activos intangibles. No obstante, son Sullivan [Sullivan98] y su colega Stewart [Stewart94] los que acuñan el término Capital Intelectual a finales del año 1990. El primero lo define como el conocimiento que puede convertirse en beneficios, y el segundo como aquel material intelectual –conocimiento, información, experiencia, propiedad intelectual, etc.– que puede utilizarse para crear riqueza. Por otra parte, Edvinsson [Edvinsson97] dice que el Capital Intelectual equivale a los conocimientos, experiencia aplicada, tecnología organizacional, relaciones con los clientes y técnicas profesionales e interculturales que se poseen en el conjunto de la organización, y Brooking [Brooking99] lo asimila a la suma de los activos de los individuos, de los de infraestructura, de los de propiedad industrial y de los de mercado.

En definitiva, el Capital Intelectual es el conjunto de activos intangibles de una organización, que la capacitan para generar valor y beneficios a largo plazo mediante la gestión del talento y del conocimiento. La verdadera dificultad consiste en gestionar estos activos intangibles por cuanto ello supone identificarlos y localizarlos dentro de la dinámica empresarial. Si estos activos se sitúan en las tres áreas básicas de una empresa: su gente, su estructura y sus relaciones con el mercado, el Capital Intelectual puede dividirse en tres componentes: el Capital Humano, el Capital de Estructura y el Capital de Mercado.

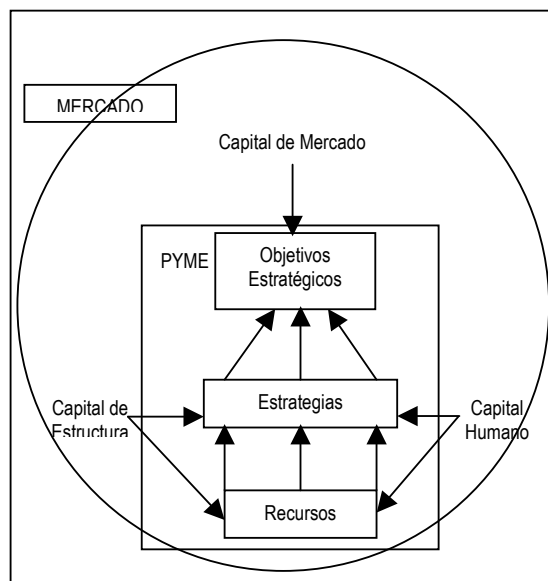
La distinción entre Capital Humano y de Estructura es fundamental a la hora de gestionar el conocimiento. Sin lugar a dudas, el Capital Humano es la fuente de la innovación y del desarrollo. A su vez, los activos intelectuales de Estructura tales como los sistemas de información, conocimientos sobre los procesos de gestión, etc., resultan indispensables a la hora de hacer que el *know-how* individual se transmita al grupo. De igual modo, el Capital de Estructura únicamente tiene sentido en el contexto de una estrategia, de un propósito o finalidad empresarial, puesto que contiene el conjunto de capacidades organizativas de la misma a fin de satisfacer las exigencias del mercado.

El Capital de Mercado representa el valor de las relaciones que mantiene la organización con todo su entorno. Por ejemplo, con la gente con la que hace negocios y, en este caso, el Capital de Mercado se refiere a la penetración, cobertura y fidelidad de la acción comercial, tanto con clientes como con proveedores. Pero también puede representar, según establece Buxaderas [Buxaderas99], el valor de otras relaciones que igualmente son determinantes para la rentabilidad futura. Así, la relación de la empresa con sus accionistas presentes y futuros en el caso de que se cotice en bolsa, o bien aquellas otras que se mantienen con instituciones, colectivos sociales e incluso con la Administración confieren el Capital de Mercado referido a la percepción que todas estas instancias tengan de la organización.

## 2.2. La Dirección Estratégica y la Gestión del Conocimiento

La capacidad de cambiar es clave para que cualquier estrategia de empresa tenga éxito. El componente de Capital de Mercado es la fuente de información que permite a la empresa identificar, analizar y evaluar los objetivos estratégicos para adecuarse al cambiante mercado, y la dirección y la planificación estratégica de la empresa debe aprovechar todos los recursos disponibles (humanos y de estructura) para alcanzar dichos objetivos.

La dirección estratégica, desde este punto de vista, no puede plantearse como un proceso jerárquico (local) en el que los líderes (gestores) de la empresa definen un conjunto de objetivos internos. Más bien, ésta debe ser reformulada como la gestión de estrategias de adaptación de la empresa a los objetivos que el mismo mercado genera. Además, en una sociedad del conocimiento (e información) como en la que estamos, el concepto de localidad queda obsoleto, y la empresa puede realizar su expansión en el mercado por medios que no son simplemente físicos.



**Figura 1. Los elementos de la Planificación Estratégica y el Capital Intelectual**

La Figura 1 muestra la relevancia de los componentes del Capital Intelectual en la dirección estratégica de la empresa y nos muestra las interrelaciones entre éstos. En cualquier caso, implantar un proceso de gestión de estrategias de empresa, dirigida a la consecución de los objetivos formulados, implica proceder con las siguientes actuaciones: a) su adaptación continua a los requerimientos presentes y futuros del mercado, a través de la extracción de valor o la creación de valor a partir del Capital Intelectual, respectivamente; b) la gestión óptima de las capacidades de sus recursos humanos; y c) la reingeniería de las tareas y de los soportes tecnológicos de su estructura para alcanzar dichos objetivos [Paniagua00].

### 2.3. Funcionalidad de las Soluciones Tecnológicas para la Gestión del Conocimiento

La Gestión del Conocimiento Empresarial debe, en principio, estar orientada por el conjunto de técnicas

—enfoque técnico— para tratar de manejar las fuentes de conocimiento empresarial de una organización con objeto de facilitar el acceso y la reutilización de los activos de conocimiento de la misma, normalmente mediante el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). Esta Gestión del Conocimiento es formal en el sentido que el conocimiento, finalmente, se clasifica y categoriza en una Memoria Corporativa [Brooking99].

Los recursos o fuentes de conocimiento varían de una empresa (y sector) a otra, pero de forma genérica incluyen, manuales, información de clientes, y en general conocimiento derivado del proceso normal de trabajo de la organización. Existen diversos productos informáticos —como puede verse en Borghoff y Pareschi [Borghoff98]— para implantar un sistema de Gestión del Conocimiento, como: correo electrónico, aplicaciones de trabajo en grupo y de flujo de trabajo, bases de datos y *data warehouse*, intranets y extranets, sistemas basados en el conocimiento, sistemas de gestión y recuperación documental y motores de búsqueda.

En el campo de la IA existe una tendencia cada vez más frecuente, y sobre todo dentro del ámbito de los desarrollos de Gestión del Conocimiento Empresarial, de que la información a inferir por un sistema basado en el conocimiento sea para el consumo de un personal diverso, desde ejecutivos hasta por *software* común. Así, estos sistemas están siendo diseñados pensando en toda la organización empresarial. En este sentido, seis fases tecnológicas son fundamentales en el proceso de Gestión del Conocimiento Empresarial, cuya descripción sería la siguiente:

- Análisis Organizacional y Auditoria de Conocimiento.
- Generación de Conocimiento a partir de los datos: Descubrimiento del Conocimiento.
- Representación y Tratamiento del Conocimiento: Adquisición, Bases de Conocimiento y Ontologías.
- Búsquedas de Conocimiento y agentes inteligentes.
- Diseminación e integración del Conocimiento.
- Ayudas inteligentes a la Decisión Empresarial.

Pero, ¿cómo se integran las diferentes soluciones de la herramienta de Gestión del Conocimiento en la gestión de estrategias empresariales de una PYME?. La Gestión del Conocimiento Empresarial debe

aglutinar de forma coherente otras técnicas de gestión empresarial, teniendo en cuenta diferentes ámbitos -a) Mercado: minería de datos aplicada al análisis de mercado, *benchmarking*; b) Organización: mapa de conocimiento, explicitación de capacidades; y c) Optimización de los Recursos Humanos: planificación inteligente, *schedulling*, evaluación de capacidades, enlazándolas en un marco global.

En la Tabla 1 se describe cómo diferentes soluciones de la Gestión del Conocimiento nos permiten explicitar e integrar el conocimiento de otras metodologías y técnicas de gestión empresarial.

| Componente del CI     | Soluciones de GC  | Técnicas de GE  |
|-----------------------|---|---|
| Capital de Mercado    | Minería de Datos<br>Agentes Inteligentes<br>SAD   | Benchmarking<br>Análisis de Mercado<br>Planificación Estratégica  |
| Capital de Estructura | ERPs<br>Análisis Organizacional<br>Bases de Conocimiento y Ontologías<br>Schedulling  | Gestión Orientada a Objetivos<br>JIT<br>Reingeniería  |
| Capital Humano        | Planificación Inteligente<br>Búsquedas de Conocimiento<br>Evaluación de Capacidades<br>Entornos Trabajo Colaborativo<br>SAD | Gestión por Competencias<br>Reingeniería<br>Cuadro de Mando Integral<br>Trabajo en Grupo<br>Gestión de Interfaces |

**Tabla 1. Integración de Gestión del Conocimiento y de Gestión Empresarial**

### 3. Los SMA y la Gestión del Conocimiento Empresarial

Actualmente, los SMA son considerados una vía para modelar y simular sistemas reales. El rango de aplicaciones varía ostensiblemente, desde sistemas para la gestión del suministro eléctrico hasta sistemas de búsqueda de información en Internet. Un nuevo campo en el que se intenta introducir este tipo de sistemas es el de la representación, modelado y sistemas de ayuda en las organizaciones, fundamentalmente organizaciones humanas. En este apartado, se realiza un análisis de la capacidad de una serie de sistemas multiagente para representar, modelar y soportar los procesos de negocio en organizaciones existentes en el mundo real, como punto de partida para ver cuáles son los

puntos fuertes y débiles de los sistemas existentes en la actualidad para aprovechar las bondades de los mismos y el trabajo ya realizado en el campo de sistemas multiagente.

En lo referente a la teoría de Agentes Inteligentes, su definición y delimitación han sido abordados por diferentes autores desde que [Newell82] define el Nivel de Conocimiento como solución al desarrollo metodológico de aplicaciones en Inteligencia Artificial (desde ahora IA), y [Russell95] lo popularizara en su planteamiento de la IA desde la base de Agente Inteligente, llegando a diversos modelos de Agentes Inteligentes [Jung98]. En una primera aproximación, no encontramos un consenso sobre la definición de Agente Inteligente, consecuencia del problema de trasfondo entre el enfoque funcional y el deliberativo [Doran96], llegando únicamente a un acuerdo en una clasificación de Agentes Inteligentes por su grado de Inteligencia. A partir del concepto de Agente Inteligente pasamos al concepto más evolucionado de Agencia, con una versión "débil" (sistemas atribuidos) y otra "estricta" (sistemas descritos) [Goodwin93; Bradshaw97], cierto paralelismo entre los sistemas "icónicos" y los "basados en características" [Nilsson99]. Es muy difícil hablar de Agentes Inteligentes sin mencionar las directas relaciones de este campo de investigación con los inicios de los Sistemas de Inteligencia Artificial, así como el importantísimo papel de la Lógica dentro de dichos formalismos (sistemas que razonan). Los primeros intentos, así como los primeros reconocimientos de la IA como ciencia autónoma, en definir sistemas inteligentes artificiales parten de [McCarthy59; McCarthy69; McCarthy77; McCarthy78]; y en [Genesereth87] encontramos un tratamiento sistemático sobre Agentes Lógicos.

Uno de los orígenes en la teoría de los SMA es la Inteligencia Artificial Distribuida (a partir de ahora IAD), cuyos problemas iniciales eran la resolución de problemas entendida como búsqueda distribuida [Lesser89]; también observamos los sistemas de IAD como sistemas composicionales con interacción [Brazier96; Singh96]; la Resolución de Problemas Cooperativa (RCP) [Durfee95], un caso específico de los sistemas IAD, enfocado desde los planteamientos teóricos sobre el nivel social de conocimiento en un grupo de agentes [Jennings92a] y los conceptos de compromiso y convención [Jennings92b; Jennings93; Wooldridge94a; Wooldridge94b], concluyendo en el concepto de Agentes Sociales [Jennings97].

Para poder modelar un Agente Inteligente en un entorno de agentes (SMA) es preciso explicitar el modelo interno que éste tiene de los demás agentes

del entorno. En el tema del Razonamiento sobre el Conocimiento, se parte de las teorías sobre lógicas epistémicas con el modelo de los Mundos Posibles (MP), expuestas por [Hintikka62; Hintikka86; Kripke63; Levesque84; Halpern85; Halpern86]. Para definir el Conocimiento Común se parte de los trabajos de [Moses86]. El Conocimiento Implícito se define en [Halpern85; Fagin96]. La Teoría del Contexto parte de [McCarthy93; McCarthy94], que se expande con la Adecuación de Teorías en [Bouquet94a; Bouquet94b], para poder modelar las teorías de cada agente. La Interacción [Burke98] en los SMA es uno de los objetos clave, teniendo en cuenta los diferentes elementos de un SMA (Agentes, Entorno, Organización e Interacción), el modelado de un SMA para la simulación de una organización humana debe plantearse como un modelo social descentralizado, en el que el comportamiento global del sistema emerge de la Cooperación de los diferentes componentes del sistema, basada en la dependencia y basada en las normas [Conte95; Castelfranchi98; Alonso99; Axtell00]. Para ello, debemos de tener en cuenta los conceptos de Comunicación [Searle69; Cohen79], Coordinación [Malone94; Crowston93], Negociación [Parsons98; Paniagua99]. Al intentar definir [Uschold97] y simular organizaciones humanas, debemos partir de un enfoque introspectivo, es decir, del modelo interno que tiene el Agente de su Organización, sin olvidar su carácter psico-sociológico (intrapersonal e interpersonal) [Burke98; Paniagua98; Alonso99; Watt96; Werk99].

El objetivo es el soporte a la Gestión del Conocimiento Empresarial (GCE) de la organización, teniendo en cuenta que ésta es un sistema burocrático y dinámico, en el que un conjunto de agentes realizan una serie de acciones para alcanzar unos objetivos estratégicos. Para poder diseñar un modelo de un sistema artificial que se acerque a una organización humana debemos de tener en cuenta los diferentes niveles que componen el sistema: el Capital de Mercado, el Capital Humano y el Capital de Estructura.

En dicho sistema, el Capital de Mercado nos viene dado por una serie de objetivos estratégicos con unos valores objetivo. El Capital de Estructura nos viene dado por la estructura de los recursos no humanos de que dispone la organización. El tópico más problemático en el modelado de sistemas humanos es el Capital Humano. De cara a poder realizar un modelo verosímil y fidedigno, debemos de tener en cuenta los aspectos organizativos, los conocimientos específicos de cada agente, pero además, tendremos que tener en cuenta los aspectos sociales de la organización.

Para ello, debemos de explicitar el modelo interno que tiene cada agente de la organización, es decir, el conocimiento social del agente. Partiendo del dicho nivel social, deberemos modelar las dependencias entre las actividades de los agentes (la coordinación), teniendo en cuenta que el sistema está marcado por un carácter burocrático, en el que cada agente tiene un conocimiento parcial de la organización, y presenta unos intereses personales (individuales) dinámicos, respecto al tiempo (su faceta intrapersonal) y respecto a sus relaciones con los demás agentes (su faceta interpersonal).

### 3.1. Objetivos de un SMA en la GCE

Los diversos objetivos específicos que debe cumplir un SMA en la Gestión del Conocimiento Empresarial, como soporte de los distintos componentes del CI (Capital Intelectual), y especialmente del Capital Humano, deben ser:

1. Disponer de un modelo de agente heterogéneo con carácter deliberativo y dinámico.
2. Disponer de la estructura organizativa de la organización y su representación en el nivel social de cada agente (tanto a nivel intrapersonal como interpersonal).
3. Modelado de los componentes burocráticos (sistema basado en normas) de la organización.
4. Modelado de la gestión de las dependencias entre las actividades de los componentes del sistema (estrategias de coordinación y métodos de negociación), teniendo en cuenta que éste es un sistema orientado a los objetivos, y basado en el *workflow* del negocio [Huhns98].

Además, estos objetivos específicos deben estar enmarcados en un modelo de Gestión Empresarial, es decir, los componentes del SMA deben estar diseñados para formar parte de los diferentes procesos de dicho modelo, específicamente la Planificación Orientada a Objetivos (POO), la Planificación Estratégica (PE), la Gestión de la Innovación Tecnológica (GIT), o la Gestión por Competencias (GPC). En este artículo, por motivos de extensión, no trataremos los componentes de Capital de Mercado y Capital de Estructura.

### 3.2. Análisis de diversos SMA

Una organización puede ser vista desde diferentes puntos de vista, y una primera definición intuitiva del concepto de organización podría ser "conjunto de individuos que cooperan en busca de lograr un fin común". Esta definición es muy sencilla y cualquiera puede entenderla aunque la misma

conlleva la necesidad de establecer una serie de elementos dentro de la organización para su buen funcionamiento. Estos elementos son relativos a cómo van a estar organizados los individuos, el tipo de estructura de la organización (vertical, horizontal, matricial, etc), la forma en la que van a cooperar los distintos individuos pertenecientes a la organización, cómo va a ir evolucionando la organización y su estructura debido a las fluctuaciones tanto en su entorno como en los miembros de la organización, tanto estructurales como de conocimientos y funcionales.

La cantidad de aspectos a tener en cuenta a la hora de representar una organización es muy elevada, por lo que para realizar este análisis nos hemos concentrado en los siguientes aspectos que encontramos son los más importantes y por los cuales mejor se puede distinguir y analizar una organización.

- a) Enfoque composicional de la organización.
- b) Proceso de definición del objetivo común de la organización.
- c) Cooperación.
- d) Planificación y modelado de la cooperación y toma de decisiones.
- e) Dinámica de los agentes y del sistema.

Los modelos de SMA en estudio son los siguientes (en [Fernández00] hacemos un análisis de dichos SMA, aquí tan sólo expondremos las conclusiones), el objetivo es ver qué aspectos de los anteriormente expuestos se presentan, sin hacer diferencia entre si son modelos o arquitecturas:

- MAGSY [Fischer93].
- GRATE [Jennings92c].
- DESIRE [Brazier96].
- RETSINA [Sycara96].
- MASK [Occello00].
- INTERRAP [Muller96].

Habría que comentar los aspectos positivos y negativos de cada uno de los sistemas multiagente estudiados para representar organizaciones humanas, para de esta forma, saber qué ideas podemos tomar de cada uno de ellos con la finalidad de afrontar el modelado de organizaciones humanas mediante SMA. El orden en que realizaremos estas consideraciones finales sobre cada uno de los SMA será el mismo que se ha seguido a lo largo de

[Fernández00], es decir, MAGSY, GRATE, DESIRE, RETSINA, MASK, INTERRAP.

El principal aspecto negativo que se puede encontrar en el sistema MAGSY es que el conocimiento de los agentes se representa de forma totalmente plana y poco estructurada, lo cual lo hace poco apropiado para representar el conocimiento de los individuos de una organización humana. Este hecho lleva consigo que sea difícil que un agente de este sistema sea capaz de realizar cierto razonamiento de interés dentro del sistema, entendiendo de interés como razonamiento enfocado hacia la cooperación con otros miembros de la organización y decidir si le interesa o no cooperar con otro agente de la organización.

Por lo tanto, la inexistencia de una negociación en el proceso de cooperación, al atender todos los servicios solicitados, es una muestra del escaso poder de razonamiento que poseen estos agentes. Se ha comprobado que MAGSY es un sistema eficiente y conveniente de implementar SMA, aunque su aplicabilidad a organizaciones humanas es más bien escasa. Otro aspecto no muy positivo es que un agente puede crear otros agentes según desee y sin que otros agentes conozcan su existencia, lo cual no es muy aconsejable dentro de una organización humana.

En cuanto al sistema GRATE, algunas consideraciones deberían ser realizadas. En primer lugar, comentaremos algún aspecto de la representación del conocimiento del agente. La estructuración del conocimiento no se hace sobre la base de propiedades internas del conocimiento del agente, es decir, sobre la base de qué representan internamente para el agente. Es interesante poder tener conocimiento del dominio, del estado de alguna actividad o sobre las acciones que pueden ser realizadas por un agente, pero es importante tener el propio conocimiento estructurado de forma que se sepa a qué estados mentales del agente se corresponde. Otro aspecto negativo de esta arquitectura es que no trata algunas cuestiones de los agentes que pueden ser importantes dentro de una organización humana, como es el caso de reconciliar las actividades reactivas y deliberativas del agente.

Un aspecto interesante de esta arquitectura es el intercambio de información y resultados parciales que se produce entre agentes que están cooperando en el proceso de resolución de una tarea, lo cual da al proceso una mayor carga semántica ya que se pueden establecer mecanismos de monitorización sobre el mismo proceso en desarrollo. El hecho de que el poder esté distribuido uniformemente en la

organización no es algo que aporte dosis de realismo si hablamos en términos de organizaciones humanas, que suelen tener unas jerarquías claramente especificadas.

En el sistema DESIRE, el conocimiento del agente está mejor estructurado, ya que se distingue entre habilidades, creencias, intenciones, motivaciones, mundo exterior, etc. Un sistema DESIRE está organizado sobre la base de tareas que están preasignadas a los agentes, aspecto no muy acertado si queremos reflejar organizaciones humanas, que suelen tener una descomposición jerárquica no basada en las tareas que realiza cada individuo, sino más bien en la importancia de cada individuo aunque cada organización puede tomar una u otra opción. Los agentes de los sistemas multiagente DESIRE están en contacto con el mundo exterior, recogen información del mismo, lo cual es un aspecto altamente positivo para el funcionamiento del sistema y modelado de organizaciones humanas, porque los miembros de estas organizaciones están en un casi permanente contacto con el mundo exterior.

Afrontamos a continuación la arquitectura RETSINA. Este sistema tiene una serie de carencias impuestas principalmente por la especificidad con la que fue diseñado. Este sistema fue concebido para realizar búsquedas inteligentes de información en diversas fuentes, lo cual determina fuertemente el tipo de sistema a construir y sus características. La organización de un sistema RETSINA se basa en la autoorganización y organización por demanda, de forma que es una arquitectura que presenta cierta robustez ante fallos porque los agentes podrán buscar nuevas vías para resolver sus tareas pendientes.

Por otra parte, sólo se consideran hechos, creencias y planes los elementos de conocimiento de un agente, lo cual es insuficiente cuando tratamos de modelar individuos pertenecientes a organizaciones humanas, cuyo conocimiento es mucho más amplio y complejo. Otro aspecto que se echa en falta en esta arquitectura y que sería necesario en un entorno de organizaciones humanas es un proceso de negociación para establecer la cooperación entre dos agentes del mismo sistema para resolver conjuntamente una tarea, pues se está suponiendo la bondad y disponibilidad de los agentes para cooperar con los otros agentes.

Entramos a valorar ahora el sistema MASK, que más que un sistema multiagente es una plataforma para diseño y construcción de sistemas multiagente. Uno de los aspectos positivos es que permite definir múltiples tipos de organizaciones, aunque la estructura debe ser fijada en tiempo de diseño del

sistema que queremos construir. Por lo tanto, cuando diseñamos un sistema multiagente usando MASK, tenemos la posibilidad de definir el modelo de los agentes, el modelo organizativo del sistema, el entorno en el cual se va a ubicar el sistema, y las interacciones que van a existir durante la evolución del mismo. Así pues podremos definir múltiples tipos de agentes según el tipo de organización que queramos construir.

En otro orden de cosas, un aspecto negativo se produce en el proceso de cooperación, ya que el mecanismo de interacción existente y bajo el cual se modelan las interacciones exige que un agente conozca la estructura interna de los agentes con los cuales quiere comunicarse puesto que debe explicitar qué capa o parte del agente destinatario del mensaje es la encargada de recibir y procesar el mensaje. Otro aspecto interesante que presenta MASK con vistas a reflejar organizaciones humanas a través de un sistema multiagente es que en cada momento cualquier agente puede conocer qué agentes están activos en el sistema y cuándo estos dejan de estarlo, de forma que los agentes pueden tomar las mejores decisiones posibles en cada instante con el fin de conseguir tanto sus objetivos como los de la organización.

Hemos llegado ya al último de los seis sistemas multiagente que han sido estudiados en este trabajo. No estamos hablando de otro sino del sistema INTERRAP. Una idea muy interesante que se usa en este modelo es la idea de plan conjunto, que se basa en que un conjunto de agentes negocian la cooperación para resolver un conjunto de metas individuales de cada uno de los agentes que pertenecen a la comunidad. La división de las creencias de los agentes en tres grupos también es muy interesante y adecuada para modelar individuos de organizaciones humanas, ya que distingue entre creencias sobre sí mismo, creencias sobre el mundo exterior al sistema y sobre los demás miembros del sistema.

Por otro lado conviene resaltar el flujo de control que sigue un agente INTERRAP sobre la base de su distribución por capas, que podría ser asemejado en cierta forma a la forma de actuación de los humanos, ya que en nuestro organismo también se podrían ver unas ciertas capas de forma que si una no es capaz de actuar se la pasa a otra, aunque en INTERRAP este asunto está tratado de forma muy sencilla, y las capas son el nivel de comportamiento para acciones que pueden ser consideradas rutinarias, capa de planificación local que sirve para planificar la trayectoria a seguir para conseguir ciertos objetivos sin ayuda de nadie, y por fin, la capa de planificación global que es la que incluye



los mecanismos de negociación y cooperación para conseguir metas que el agente no puede lograr por sí solo.

Finalmente podemos ver que ninguno de los sistemas multiagente tratados en el estudio puede ser utilizado directamente para modelar organizaciones humanas, pues carecen de alguno de los elementos necesarios que permiten modelar este tipo de organizaciones, pero podemos extraer ideas de alguno de ellos que pueden ser bastante útiles para construir un nuevo sistema que sea válido para conseguir el objetivo de modelar organizaciones humanas mediante sistemas multiagente. En la Tabla 2 se muestran la relación entre los SMA estudiados y los aspectos de una organización humana que deben ser tratados.

| <i>SMA</i>      | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | <i>Total</i> |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
| <i>MAGSY</i>    | 5   | -   | 4   | 5   | 4   | 18           |
| <i>GRATE</i>    | 5   | -   | 5   | 7   | 5   | 22           |
| <i>DESIRE</i>   | 7   | -   | 4   | 4   | 4   | 19           |
| <i>RETSINA</i>  | 5   | -   | 5   | 4   | 6   | 20           |
| <i>MASK</i>     | 8   | -   | 5   | 7   | 8   | 28           |
| <i>INTERRAP</i> | 7   | -   | 7   | 7   | 8   | 29           |

**Tabla 2. Relación entre los SMA y los aspectos a tener en cuenta en una Organización Humana.**

- (1) Enfoque Composicional.
- (2) Proceso de Definición de Objetivo Común.
- (3) Cooperación.
- (4) Planificación.
- (5) Dinámica del Sistema.

Para cada característica, cada SMA es valorado con una puntuación entre 0 y 10, atendiendo a su idoneidad para reflejar dicha característica propia de organizaciones humanas.

### 3.3. Metodologías Orientadas a SMA

En este apartado debemos analizar si las Metodologías Orientadas a Agentes (MOA), o a SMA, ofrecen las herramientas necesarias para modelar la actuación en Organizaciones Humanas.

El papel de las MOA es el de dirigir todas las fases del ciclo de vida de una aplicación basada en agentes. Las MOA se han ido desarrollando a partir de dos líneas principales, extendiéndolas para formar un cuerpo específico en el desarrollo de aplicaciones basadas en agentes: las Metodologías Orientadas a Objetos (MOO) y las Metodologías de la Ingeniería del Conocimiento (MIC) [Iglesias98a]. Actualmente, como fruto del esfuerzo en el desarrollo de aplicaciones basadas en agentes, se han obtenido diversas metodologías, que aunque no se pueden interpretar como metodologías formales

OA, sí sirven de guía para el desarrollo de SMA: ARCHON [Cockburn96], DESIRE [Brazier96] o MADE [O'Hare92].

Dentro de las Metodologías Orientadas a Objetos encontramos que un agente puede ser visto como un objeto activo [Shoham93], y las MOO tienen en cuenta los aspectos estáticos, dinámicos y funcionales de los agentes, sin embargo, dichas metodologías no tienen en cuenta los aspectos de diálogo, negociación o estado mental y nivel social del agente. Para ello, es necesario ampliarlas de cara a tener en cuenta dichos aspectos.

Dentro de este grupo de metodologías encontramos la Técnica de Modelado de agentes para Sistemas BDI de [Kinny96]. En dicha metodología encontramos el Modelo Externo, compuesto por el Modelo de Agente y el de Interacción; y el Modelo Interno, basado en la estructura BDI.

Otra metodología es la de Modelado de la Empresa Orientado a Agentes [Kendall96]. Dicha metodología se compone de los tres modelos: Modelo Funcional, Modelo de Casos y Modelo Dinámico, éste último compuesto por la Identificación de los Agentes, la Descripción de los protocolos de Coordinación, la Definición de la Invocación de Planes, y la definición de las creencias, Sensores y Actuadores de las funciones.

Dentro de las Metodologías en Gestión del Conocimiento encontramos que la definición del conocimiento de un agente puede ser considerada como el proceso de adquisición de conocimiento para dicho agente, sin embargo, en estas metodologías no se tienen en cuenta los aspectos sociales del sistema, así como las actitudes reflexivas u orientadas a objetivos de dichos agentes.

Las dos metodologías mas conocidas en este ámbito son CoMoMAS [Glaser96] y MAS-CommonKADS [Iglesias98a, Iglesias98b]. Ambas metodologías parten de la metodología CommonKADS [Schreiber94], extendiéndola para definir el Modelo de Agente, el Modelo de Experiencia, el Modelo de Cooperación (Coordinación), el Modelo de Sistema (Organización) y el Modelo de Comunicación (sólo en MAS-CommonKADS), y finalmente el Modelo de Diseño.

En el último bloque de metodologías encontramos aquellas que surgen del desarrollo de SMA, como el ARCHON [Cockburn96], aplicada a sistemas industriales, DESIRE [Brazier96], MADE [O'Hare92] o ADEPT [Jennings96], aplicada a procesos de gestión de negocio, basada en GRATE

[Jennings92c] y ARCHON. Dentro de este grupo, ADEPT es el sistema más cercano al modelado de la actuación en Organizaciones Humanas, basada en una arquitectura a dos niveles: el Nivel de agencia y el Nivel de Agente, en la que todos los agentes disponen de la misma estructura, compuesta por una serie de módulos relacionados con las principales funciones del agente: Comunicación, Ejecución, Interacción y Evaluación.

Este último bloque de metodologías permiten realizar el análisis y diseño de SMA tanto desde un enfoque descendente como ascendente, y tienen en cuenta los componentes de agencia, agente, así como las características de control distributivo, y el carácter social del sistema, apoyado por módulos de comunicación y negociación. Sin embargo, ninguna de ellas se puede enmarcar dentro de un Modelo de Gestión Empresarial, ni siquiera ADEPT se enfoca en esa dirección, más bien, analiza los servicios que se pueden realizar dentro de la organización y los subdivide en entidades de tipo agencia o agente, dependiendo de su complejidad.

### 3.4 El estado de la Tecnología

Este apartado será el más breve, ya que el estado de la tecnología no es el principal problema con el que nos encontramos de cara a modelar la actuación en Organizaciones Humanas.

Por un lado encontramos tres organizaciones encaminadas a definir estándares de Sistemas Basados en Agentes (SBA): FIPA con su especificación orientada al Ciclo de Vida de Aplicaciones Orientadas a Agentes; Agent Society Organization que en colaboración con FIPA realiza el 2º Design Workshop on Open Intelligent Agent Platforms, y crea el Agent Interoperability Working Group; y finalmente la red AgentLink II, fundada por la Comisión Europea, que es un esfuerzo de congregar, más que nada, los esfuerzos de los diferentes grupos de investigación en las áreas de Agentes Inteligentes y SMA en Europa.

Por otro lado nos encontramos con las herramientas para desarrollar Aplicaciones Orientadas a Agentes, que entre el gran conjunto de entornos académicos y comerciales, debemos mencionar el entorno de desarrollo Orientado a Agentes *AgentBuilder* de *Reticular Systems, Inc.*, basado en la arquitectura de Agente Reticular de [Thomas93], extensión de AGENT0 de [Shoham91] y [Shoham93]. Este entorno ofrece una serie de herramientas gráficas para definir un Agente Reticular con estado mental, arquitectura similar a la BDI, que utiliza como protocolo KQML para comunicarse con otros

agentes reticulares. También dispone de los conceptos de agencia y agente.

Y por último, nos encontramos con aplicaciones de los SMA, o de arquitecturas de SMA y Agentes Inteligentes, en la gestión del conocimiento de la empresa. Ejemplos de ello son: el Knowledge Worker Desktop Environment [Breuker00]; Semantic Web [Kietz00]; o el proyecto CoMMA [Pérez00].

## 4. Conclusiones y Trabajos Futuros

Hemos podido observar a lo largo de este trabajo el hecho de que los SMA es un concepto aún demasiado reciente, y es debido a esta característica, por lo que no existe un marco teórico común, cada modelo o arquitectura está supeditada al tipo de funciones a las que el equipo investigador está dando mayor énfasis: coordinación, comunicación, desarrollo de software, deliberación, etc.

Por otro lado, sí podemos afirmar que se presenta cierta madurez en el nivel conceptual de los modelos, mostrando alguna características comunes, como son: la diferenciación entre el modelo de agente y el modelo de agencia; la utilización del mismo marco de conceptos (estado mental, tareas, interacción, modelado organizacional). Sin embargo, esta madurez se presenta tan sólo en nivel conceptual, lo que hace que en el nivel de diseño aún exista una gran dispersidad de enfoques (arquitecturas, elaboración de los modelos). En el ámbito general, observamos que dicha dispersidad y la falta de un marco común, se irá resolviendo en dos frentes: el desarrollo, ya establecido, de modelos de agentes híbridos (que combinan el modelo deliberativo con el reactivo) adecuado a los SMA; y la adopción de un estándar como es el de la FIPA.

Focalizándonos en el problema específico del modelado de la actuación de las Organizaciones Humanas mediante SMA, hemos observado que, tanto los sistemas como las metodologías no están enfocadas a dicho objetivo. Sin embargo, los conceptos y procesos de análisis y diseño de ambos, pueden ser reutilizados para el desarrollo de un modelo de SMA y su metodología, adecuados al modelado de organizaciones humanas. Para ello, es necesario invertir la dirección, es decir, el modelo y metodología de dicho SMA debe estar enmarcado y dirigido por un Modelo de Gestión Empresarial (MGE). Dicho de otra manera, el principal problema de su adecuación no se encuentra tanto en el carácter estático del sistema (conceptos de agencia, agente, niveles de conocimiento, definición de tareas o patrones estándar de coordinación) como en

el carácter dinámico, que debe estar totalmente enlazado a los procesos del MGE. Por lo tanto, aún habiendo tendencias de investigación en esta dirección, partiendo del concepto de *workflow* [Gal99], empresa virtual [Rivière98], u ontología de empresa [Uschold97], proponemos la inserción de dicho abanico de Modelos de Gestión Empresarial (POO, GPC) a las Metodologías de SMA basadas en Gestión del Conocimiento, al mismo tiempo que se desarrolla un modelo genérico de tecnología de agentes aplicable, como es FIPA [Mandani99].

El problema principal es adecuar y extender los modelos de SMA a los procesos de los MGE. En este sentido, nuestra propuesta consiste en encaminar la adecuación a dos modelos: el de la Planificación Orientada a Objetivos, que es la que permite establecer el objetivo global de la organización, sus objetivos específicos, las estrategias de actuación (planes solución), los métodos de decisión, la programación y el seguimiento de la ejecución, es decir, el enfoque descendente de los procesos de la organización; y el de la Gestión por Competencias, que es el que permite definir los perfiles de los agentes y grupos de agentes, su conocimiento a nivel de tareas, a nivel de comportamiento, a nivel de inferencia, es decir, el enfoque ascendente que permite dirigir el Capital Humano de la organización hacia la optimización de su comportamiento ante el contexto (Capital de Mercado).

Por último, el objetivo global de obtener dicho modelo y su metodología, no es tanto la obtención de SMA que simulen, o substituyan, los elementos de una organización humana (objetivo aún muy lejano en el estado actual de los modelos), sino, el desarrollo de SMA como apoyo en los diversos procesos de la organización: ayuda en la definición del objetivo global y los objetivos específicos de carácter estratégico de la organización; ayuda en la toma de decisión en la selección de la mejor estrategia de actuación (simulación de los escenarios realizada por el SMA); ayuda en la coordinación de los agentes de la organización y su seguimiento; evaluación de resultados de las estrategias de actuación.

## Agradecimientos

La iniciativa del presente trabajo parte de las conclusiones sacadas en la Mesa Redonda "Los sistemas multiagente como alternativa para modelar la actuación en organizaciones humanas" en el Simposio Español de Informática Distribuida que se realizó el día 25 de Septiembre de 2.000 (SEID'2000) en Ourense. Queremos agradecer a

Ana García Serrano, Francisco Garijo y Juan Manuel Corchado su participación y colaboración.

## Referencias

- [Alonso99] Alonso, E. 'Derechos, coordinación y acción social en dominios multi-agentes'. *Inteligencia Artificial* 7 (IV/99), 3-12, (1.999).
- [Axtell00] Axtell, R., Epstein, J. M., & Peyton P. 'The Emergence of Classes in a Multi-Agent Bargaining Model'. Center on Social and Economic Dynamics, Working Paper No. 9, February, (2.000).
- [Borghoff98] Borghoff, U.M. y Pareschi, R. (eds). 'Information Technology for Knowledge Management'. Springer-Verlag, (1.998).
- [Bouquet94a] Bouquet, P. 'A Mechanized Multi-Context Solution to McCarthy's GLM Problem'. IRST TR 9406-12, Trento, (1.994).
- [Bouquet94b] Bouquet, P., Giunchiglia, F. 'Reasoning about Theory Adequacy. A New Solution to the Qualification Problem'. IRST-TR 9406-13, Trento, (1.994).
- [Bradshaw97] Bradshaw, J. M. 'An Introduction to Software Agents'. En *Software Agents*, AAAI Press/The MIT Press, 3-46. (1.997).
- [Brazier96] Brazier, F. M. T., Dunin-Keplicz, B. M., Jennings, N. R., Treur, J. 'DESIRE: Modelling Multi-agent Systems in a Compositional Formal Framework', *IJCIS'96*, (1.996).
- [Breuker00] Breuker, J., et al. 'Manageable and meaningful information broking'. In *Workshop: Common approaches in Knowledge Management. EKAW'2000*, Juan-les-Pins. (2.000).
- [Brooking99] Brooking, A. 'Corporate Memory: Strategies for Knowledge Management'. International Thomson Business Press, (1.999).
- [Burke98] Burke, P. J. 'Agency and interaction'. at the annual meetings of the American Sociological Association, (1.998).
- [Buxaderas99] Buxaderas, E. 'El Capital Intelectual: Génesis y utilidad empresarial'. CAEPIA-TTIA 99. Murcia, (1.999).
- [Castelfranchi98] Castelfranchi, C. 'Modelling social action for AI agents'. *Artificial Intelligence* 103, 157-182. (1.998).
- [Cohen79] Cohen, P., Perrault, C. R. 'Elements of a plan-based theory of speech-acts', *Cognitive Science*, 3: 177-212. (1.979).
- [Cockburn96] Cockburn, D., Jennings, N. R. 'ARCHON: A distributed artificial intelligence system for industrial applications'. En G. M. P. O'Hare and N. R. Jennings, editors, *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, 319-344. John Wiley & Sons, (1.996).

- [Conte95] Conte, R., Castelfranchi, C. 'Cognitive and Social Action', London University Press. (1.995).
- [Crowston94] Crowston, K. 'A taxonomy of organizational dependencies and coordination mechanisms'. MIT CCS, WP-174. (1.994).
- [Dennett87] Dennett, D. C. 'The Intentional Stance'. MIT Press, Cambridge. (1.987).
- [Doran,96] Doran, J. E. 'On Cooperation in Multi-Agent Systems'. First UK Workshop on Foundations of Multi-Agent Systems, Warwick, (1.996).
- [Durfee95] Durfee, E. H., Lesser, V. R., & Corkill, D. D. 'Trends in Cooperative Distributed Problem Solving'. (1.995).
- [Edvinsson97] Edvinsson, L y Malone, M.S. 'Intellectual Capital: Realizing your Company's true value by finding its Hidden Brainpower'. HarperCollins Pu. Inc., (1.997).
- [Fagin96] Fagin, R., Halpern, J. Y., Moses, Y., Vardi, M. Y. 'Reasoning About Knowledge'. MIT Press, Massachusetts. (1.996).
- [Fernández00] Fernández, J. T., Paniagua, E., Martín, F. 'Análisis de los sistemas multiagente para representar organizaciones humanas'. SEID'2000, Vol. 2, Mesas Redondas paralelas a SEID'2000, Ed. Joyanes, L., García, A., Paniagua, E., Ourense, (2.000).
- [Fischer93] Fischer, K. 'The Rule-Based Multi-Agent System MAGSY'. Proceedings of the CKBS'92 Workshop, DAKE Centre, Keele University, (1.993).
- [Gal99] Gal, A., Montesi, D. 'Inter-Enterprise Workflow Management Systems'. Proc. 10th International Conference and Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA '99), 623-627, Florence, (1.999).
- [Genesereth87] Genesereth, M. R. & Nilsson N. J. 'Logical Foundations of Artificial Intelligence'. Morgan Kaufmann, Los Altos. (1.987).
- [Glaser96] Glaser, N. 'Contribution to Knowledge Modelling in a Multi-Agent Framework (the CoMoMAS Approach). PhD thesis, L'Université henri Poincaré, Nancy I, France. (1.996).
- [Goodwin93] Goodwin, R. 'Formalizing Properties of Agents'. TR CMU-CS-93-19. Carnegie Mellon University, Pittsburgh. (1.993).
- [Halpern85] Halpern, J. Y., Moses, Y. O. 'Knowledge and Common Knowledge in a Distributed Environment'. Proceedings in the Third Association for Computing Machinery Conference on Principles of Distributed Computing. New York: Association for Computing Machinery. (1.984).
- [Halpern86] Halpern, J. Y. 'Reasoning about knowledge: an overview'. Morgan Kaufmann, Theoretical Aspects of Reasoning about knowledge, Proceeding of the 1986 Conference, 1-17. Los Altos. (1.986).
- [Hintikka62] Hintikka, J. 'Knowledge and Belief'. Cornell University Press, New York. (1.962).
- [Hintikka86] Hintikka, J. 'Reasoning about Knowledge in philosophy: the paradigm of epistemic logic'. Morgan Kaufmann, Theoretical Aspects of Reasoning about knowledge, Proceedings of the 1986 Conference, 63-80. Los Altos. (1.986).
- [Huhns98] Huhns, M., Singh, M. P. 'Managing heterogeneous transaction workflows with cooperating agents'. In Jennings and Wooldridge edit. Agent technology: Foundations, Applications and Markets. Springer-Verlag, (1.998).
- [Iglesias98a] Carlos A. Iglesias, Mercedes Garijo and José C. González. 'A Survey of Agent-Oriented Methodologies'. Proceedings of the Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages, Paris, France, (1.998).
- [Iglesias98b] Iglesias, C. A., et al. 'Analysis and design of multiagent systems using MAS-CommonKADS'. Intelligent Agents IV: Agent Theories, Architectures, and Languages, Springer-Verlag, (1.998).
- [Jennins92a] Jennings, N. R. 'Towards a Cooperation Knowledge Level For Collaborative Problem Solving'. Proc. 10th European Conf. on Artificial Intelligence (ECAI-92), Vienna, Austria, 224-228. (1.992).
- [Jennings92b] Jennings, N. R. 'On Being Responsible'. Decentralized A. I. 3, Eds. E. Werner & Y. Demazeau, North Holland Publishers, 93-102. (1.992).
- [Jennings92c] Jennings, N.R., Mamdami, E.H. et al. 'GRATE: A general framework for cooperative problem solving'. IEEE-BCS Journal of Intelligent Systems Engineering, 1 (2), 102-114. (1.992).
- [Jennings93] Jennings, N. R. 'Commitments and Conventions: The Foundation of Coordination in Multi-Agent Systems'. The Knowledge Engineering Review, 8 (3), 223-250. (1.993).
- [Jennings96] N. R. Jennings, P. Faratin, T. J. Norman, P. O'Brien, M. E. Wiegand, C. Voudouris, J. L. Alty, T. Miah, and E. H. Mamdani. 'ADEPT: Managing Business Processes using Intelligent Agents'. Proc. BCS Expert Systems 96 Conference (ISIP Track), Cambridge, UK 5-23. (1.996).
- [Jennings97] Jennings, N. R., Campos, J. R. 'Towards a social level characterisation of socially responsible agents'. Proceedings on Software Engineering 144 (1). (1.997).
- [Jung98] Jung, C. G., & Fischer, K. 'Methodological Comparison of Agent Models'. RR-98-01. DFKI. (1.998).
- [Kendall96] Kendall, E. A., Malkoun, M. T., Jiang, C. 'A methodology for developing agent based systems for enterprise integration'. Ed. D. Luckose and C. Zhang. Proceedings of the First Australian Workshop on DAI, Lecture Notes on Artificial Intelligence. Springer-Verlag, Germany, (1.996).
- [Kietz00] Kietz, J., Maedche, A., Volz, R. 'A method for semi-automatic Ontology acquisition form a corporate

- intranet'. In Workshop: Ontologies and Texts. EKAW'2000, Juan-les-Pins. (2.000).
- [Kinny96] Kinny, D., Georgeff, M., Rao, A. 'A methodology and modelling technique for systems of BDI agents'. Ed. W. Van der velde and J. Perram. Agents Breaking Away: Proceedings of the Seventh European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World MAAMAW'96, LNAI Vol. 1038. Springer-Verlag, Germany, (1.996).
- [Kripke63] Kripke, S. 'Semantical considerations of modal logic'. Zeitschrift fur Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik 9, 67-96. (1.963).
- [Lesser89] Lesser, V. R. 'An Overview of DAI: Viewing Distributed AI as Distributed Search'. (1.989).
- [Levesque84] Levesque, H. 'A logic of implicit and explicit belief'. AAAI-84. 198-202. (1.984).
- [Malone94] Malone, T., Crowston, K. 'The Interdisciplinary Study of Coordination'. ACM Computing Surveys Vol. 26 No. 1. (1.994).
- [Mandani99] Mandani, E. H. 'Barriers to the Industrial Kake-up of Agent Technology'. The Fourth International Conference and Exhibition on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agents, London, (1.999).
- [McCarthy59] McCarthy, J. 'Programs with common sense'. Mechanization of thought processes, Vol. I. London. (1.959).
- [McCarthy69] McCarthy, J. 'Some philosophical problems from the standpoint of AI'. Machine Intelligence 4. 26-45. New York. (1.969).
- [McCarthy77] McCarthy, J. 'Epistemological problems of AI'. Morgan Kaufmann, IJCAI 5, 46-52. Cambridge. (1.977).
- [McCarthy78] McCarthy, J. 'Ascribing mental qualities to machines'. TR 94305. Stanford University AI Lab. Stanford. (1.978).
- [McCarthy93] McCarthy, J. 'Notes on Formalizing Context'. Proceedings of the Thirteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence. (1.993).
- [McCarthy94] McCarthy, J., Buvac, S. 'Formalizing Context. Expanded Notes'. TR STAN-CS-TN-94-13. Stanford. (1.994).
- [Moses86] Moses, Y. 'Knowledge in a Distributed Environment'. Stanford, CA: Stanford University (Ph.D. dissertation). (1.986).
- [Muller96] Muller, J. P. 'The Design of Intelligent Agents, A Layered Approach'. Lecture Notes in Artificial Intelligence, 1177. (1.996).
- [Newell82] Newell, A. 'The knowledge level'. Artificial Intelligence 18, 82-127. (1.982).
- [Nilsson99] Nilsson, N. J. 'Artificial intelligence. A new synthesis'. Morgan Kaufmann. (1.999).
- [Ocelllo00] Ocelllo, M., Baeijs, C. et al. 'MASK: An AEIO Toolbox to Design and Build Multi-Agent Systems'. Por aparecer (2.000).
- [O'Hare92] O'Hare, G. M. P., Wooldridge, M. J. 'A software engineering perspective on multi-agent system design: Experience in the development of MADE'. En Nicholas M. Avouris and Les Gasser, ed., Distributed Artificial Intelligence: Theory and Praxis, 109-127. Kluwer Academic Pub.: Boston, (1.992).
- [Paniagua98] Paniagua, E. 'Contribución a la representación y generación de planes con incertidumbre'. Tesis Doctoral, Dpto. Projectes d'Enginyeria, UPC, Barcelona. (1.998).
- [Paniagua99] Paniagua, E. et al. 'Towards a Teleo-Social Agent Category'. 3th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems (KES'99), Ed. L. C. Jain, IEEE, Adelaide, (1.999).
- [Paniagua00] Paniagua, E., et al. 'La gestión del conocimiento empresarial en la pequeña y mediana empresa'. INDOEM'2000, Murcia, (2.000).
- [Parsons98] Parsons, S., Sierra, C., Jennings, N. R. 'Agents that reason and negotiate by arguing'. Journal of Logic and Computation, 8(3). 261-292. (1.998).
- [Pérez00] Pérez, P., et al. 'Corporate memory Management through Agents'. In Workshop: Common approaches in Knowledge Management. EKAW'2000, Juan-les-Pins. (2.000).
- [Rivière98] Rivière, M., Matta, N. 'Virtual Enterprise and Corporate Memory'. Proc. Of OMP'98. (1.998).
- [Russell95] Russell, S., Norvig, P. 'Artificial Intelligence. A Modern Approach'. Prentice Hall Series in AI, New Jersey. (1.995).
- [Schreiber94] Schreiber, A. Th., et al. 'CommonKADS: A comprehensive methodology for KBS development. University of Amsterdam, NERF ECN and Free University of Brussels, (1.994).
- [Searle69] Searle, J. 'Speech acts: an essay in the philosophy of language', Cambridge University Press. (1.969).
- [Shoham91] Shoham, Y. 'AGENT-0: A simple agent language and its interpreter'. Proceedings of the Ninth National Conference on Artificial Intelligence, Vol II. (pp. 704 - 709). Anaheim, CA: MIT Press. (1.991).
- [Shoham93] Shoham, Y. 'Agent Oriented Programming'. Artificial Intelligence, 60(1). 51-92. (1.993).
- [Singh96] Singh, M. P. 'Toward a Model Theory of Actions: How Agents do it in Branching Time'. (1.996).
- [Speak95] Van Der Speak, R., De Hog, R. 'A Framework for Knowledge Management Methodology'. Knowledge Management Methods: Practical Approach to Managing Knowledge. Vol. 3. 379-398. Arlington, Texas. Schema Press. (1.995).
- [Stewart94] Stewart, T.A. 'Your Company's most valuable Asset: Intellectual Capital'. Fortune, (1.994).
- [Sullivan98] Sullivan, P.H. 'Profiting from Intellectual Capital'. John Wiley and Sons, (1.998).

- [Svely86] Sveily, K.E. y Teece, D. 'Profiting from Technological Innovation: Implications for integration, collaboration, Licensing and Public Policy'. Research Policy, (1.986).
- [Sycara96] Sycara, K., Decker, K. et al. 'Distributed Intelligent Agents'. IEEE Expert, 36-46, (1.996).
- [Thomas93] Thomas, S. R. 'PLACA, An Agent Oriented Programming Language'. PhD Thesis, Stanford University. (1.993).
- [Uschold97] Uschold, M. 'The Enterprise Ontology'. AIAI, The University of Edinburgh. (1.997).
- [Watt96] Watt, S. 'Artificial societies and psychological agents'. KMI-TR-33. Knowledge Management Institute. (1.996).
- [Werk99] Werk, E. G. 'Emotional Intelligence in Multi Agent Simulation'. designing believable agents. PhD Dissertation. (1.999).
- [Wooldridge94a] Wooldridge, M., Jennings, N. R. 'Towards a theory of cooperative problem solving'. Proceedings on Modelling Autonomous Agents in Multi-Agent World, Odense, pp 15-26. (1.994).
- [Wooldridge94b] Wooldridge, M., Jennings, N. R. 'Formalizing the cooperative problem solving process'. 13th International Workshop on Distributed Artificial Intelligence, Lake Quinhalt, WA, pp 403-417. (1.994).