

Gracias

Modelado de Instituciones Electrónicas como Sistemas Multiagentes Normativos

Sonia Mijangos
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación

soni_wwjd@hotmail.com

20 de octubre de 2005

Índice general

1. Introducción	4
1.1. Introducción	4
1.1.1. Motivación	4
1.1.2. Antecedentes del Proyecto	5
1.1.3. Objetivo y organización de la tesis	7
2. Metodología y herramientas de diseño	9
2.1. Introducción	9
2.2. Descripción de la metodología	10
2.2.1. Dirigido por casos de uso	10
2.2.2. Centrado en la arquitectura	11
2.2.3. Proceso interactivo e incremental	11
2.3. Fase de Planeación y especificación de requisitos	11
2.3.1. Requisitos	12
2.4. Fase de Análisis	12
2.5. Fase de Diseño	13
2.6. Fase de implementación y pruebas	13
2.7. Lenguaje de Modelado Unificado (UML)	13
2.7.1. Diagramas de Estructura Estática	14
2.7.2. Diagramas de Casos de Uso	16
2.7.3. Diagramas de Secuencia	18
2.7.4. Diagramas de Colaboración	18
2.7.5. Diagrama de Estados	19
2.8. ISLANDER: Editor de Instituciones	
Electrónicas	21
2.8.1. Módulos del Editor ISLANDER	21
2.8.2. Interfaz gráfica del usuario	24

3. Estado del Arte	27
3.1. Introducción	27
3.2. Instituciones Electrónicas para Subastas	28
3.3. Instituciones Electrónicas y Meta-Instituciones	31
3.4. Marco OMNI	33
3.5. Marco Normativo	36
3.5.1. Modelo de normas	36
3.5.2. Normas entrelazadas	38
3.6. Subastas	39
3.6.1. ¿Qué es una subasta?	39
3.6.2. Tipos de subastas	39
3.7. Análisis Comparativo	40
3.8. Conclusiones	43
4. Una Institución Electrónica Aumentada (IE+)	45
4.1. Componentes de una IE+	46
4.1.1. Agentes Normativos	46
4.1.2. Roles Normativos	48
4.1.3. Marco dialógico	49
4.1.4. Escenario	49
4.1.5. Estructura performativa	51
4.1.6. Reglas normativas	53
4.1.7. Defensor de Cumplimiento	53
4.1.8. Organismo legislador	54
4.1.9. Normas generales	55
4.2. Aplicaciones	56
4.3. Ejemplos de instituciones electrónicas	56
4.3.1. Fish Market (Casa de subastas)	56
4.3.2. CARREL	60
5. MIJAN Aplicación de una (IE+)	66
5.1. Descripción del problema	66
5.2. Primer acercamiento	67
5.3. Diseño como un sistema basado en agentes	69
5.3.1. Agentes normativos y sus roles	69
5.3.2. Estructura performativa	73

5.3.3.	Marco Dialógico	80
5.3.4.	Normas	80
5.4.	Modelo en UML de MIJAN	84
5.4.1.	Modelo de casos de uso	84
5.4.2.	Diagrama de Clases	88
5.4.3.	Diagramas de interacción	88
5.4.4.	Diagrama interacción: casa de inscripción	98
6.	Resumen y Conclusiones	106
6.1.	Organismo legislador de normas	107
6.2.	Normas generales y defensor de cumplimiento	107
6.3.	Resumen de comparaciones	108
6.4.	Conclusiones	113
6.5.	Trabajo futuro	114

Capítulo 1

Introducción

1.1. Introducción

1.1.1. Motivación

En los últimos años una revolución tecnológica ha surgido en el área de la informática, nuevos campos de estudio han surgido con más fuerza. Una de las tecnologías más prometedoras son los *Sistemas Multiagentes* (MAS). Esta nueva especialidad surge como una nueva disciplina de la Inteligencia Artificial Distribuida(IAD) en los años ochenta. La explosión de Internet en la primera mitad de esta década hizo que el campo de la IAD evolucionara rápidamente y que aparecieran las primeras aplicaciones. Hoy en día a este campo se le conoce como Sistemas Multiagentes. Los sistemas multiagentes se conciben actualmente como sistemas computacionales en los cuales varios agentes autónomos (programas) interactúan entre sí ya sea para colaborar en la solución de un conjunto de problemas o en la consecución de una serie de objetivos individuales o colectivos. Un agente es un programa de software que es capaz de trabajar en favor de los intereses de una persona en particular, ya sea para proveer o demandar un servicio en una institución.

Una *institución electrónica* mediada por agentes es un espacio en donde confluyen agentes electrónicos para realizar distintos tipos de tareas siguiendo las normas y procedimientos establecidos por la institución. La principal característica de una institución electrónica es que maneja las interacciones de muchos agentes ajenos, pertenecientes a distintas organizaciones, que en un momento coinciden en el tiempo e interactúan dentro del espacio virtual definido por la institución. Se trata, por lo tanto, de un espacio abierto en

donde hay que asegurar que todos los agentes se comporten como lo establecen las reglas de la institución. Así como en las sociedades humanas se han dado, a lo largo de su historia, las reglas para su funcionamiento en términos de instituciones, de manera análoga, las sociedades de agentes que trabajan dentro de la red de redes, deberán contener códigos de conducta y reglas de comportamiento en los distintos entornos en donde tengan que actuar. Esas reglas y normas tomarán la forma de instituciones electrónicas. Pero ¿Qué sucede cuando los medios ambientes cambian y es necesario modificar algunas normas que pudieran ser obsoletas o crear algunas nuevas en tiempo de ejecución?. Un sistema multiagente normativo surge de la necesidad de resolver estas interrogantes, los trabajos más recientes de instituciones electrónicas manejan las normas como permisiones en los diálogos, es decir lo que se puede decir, en que momento y a quién, pero no se enfocan en regular la conducta de los agentes, ni a supervisar su desempeño por la institución.

1.1.2. Antecedentes del Proyecto

Definición de Agente

Un *agente* inteligente es un sistema de software situado en un medio ambiente, y es capaz de una acción autónoma y flexible con el fin de alcanzar sus objetivos de diseño [14]. Por flexible podemos entender que es reactivo, proactivo y social.

- Reactivo. Mantiene una interacción continua con su medio ambiente y responde a cambios que ocurren en él (a tiempo para que su respuesta sea útil).
- Proactivo. Significa ser capaz de generar metas y trabajar para satisfacerlas y no solo reaccionar en forma aislada ante eventos externos.
- Habilidad Social. En los agentes es la habilidad de interactuar con otros agentes (y posiblemente con humanos) vía algún lenguaje de comunicación de agentes de tal forma que la cooperación entre agentes sea posible.

Los agentes generalmente operan en medios ambientes en los cuales interactúan para lograr sus objetivos y metas para los que fueron diseñados. A estos ambientes se les conoce como sistemas multiagentes (SMA)[14].

Sistemas Multiagentes

Un *sistema multiagente* son varios agentes interactuando para conseguir sus metas individuales o una sola meta común global la cual ha sido acordado de común acuerdo. Es también un conjunto de agentes autónomos, con metas individuales que pueden estar en conflicto, se coordinan para no entorpecer sus actividades. Hay dos enfoques principales de sistemas multiagentes: *Benevolentes e interesados en sí mismos*.

- *Sistemas de agentes benevolentes*. Este tipo de agentes tienen una meta común global y su prioridad es satisfacer esa meta, son explícitamente diseñados para trabajar en conjunto y creados por un mismo equipo de trabajo, su interacción es para cooperar y coordinar, tienen autonomía respecto a los medios, pero no con respecto a los fines.
- *Sistemas de agentes interesados en sí mismos*.
 - Trabajan a nombre de un usuario o de otro agente al cual representan.
 - Necesitan la cooperación de otros agentes para satisfacer sus metas.
 - Son independientemente diseñados y por lo tanto su tecnología es heterogénea.
 - Las prioridades de los agentes se modelan en base a motivaciones asociadas con las metas.
 - Estos sistemas representan el mayor reto para la investigación en sistemas multiagentes.

Los medios ambientes de los SMA deben proporcionar el clima para que los agentes puedan tanto comunicarse como interactuar, para ello usan los siguientes protocolos:

- Protocolo de comunicación. Permite que los agentes puedan intercambiar y entender mensajes.
- Protocolo de interacción. Permite que los agentes puedan tener conversaciones con el fin de cooperar.

Sistemas Multiagentes Normativos

Un *sistema multiagente normativo* es un SMA en el cual la conducta de los agentes está regulada por un conjunto de normas, y donde existen mecanismos para forzar el cumplimiento de las normas [8].

Una *norma* es un mecanismo que una sociedad usa en orden de encausar el comportamiento de los agentes [8].

Un *agente autónomo* es un agente que es capaz de decidir en base a sus propias metas cuando puede adoptar normas (y por lo tanto puede ser capaz de ingresar a una sociedad por su propia voluntad) y cuando debe cumplirlas [8]. Es por eso que es necesario introducir normas que regulen la conducta de los agentes esto se hace necesario a fin de evitar los posibles conflictos que puedan emerger de esta diversidad de intereses. Así las normas garantizan el orden social de las instituciones.

Un agente normativo, es un agente autónomo cuyo comportamiento es compartido por las obligaciones que surgen de compromisos sociales, las prohibiciones que limitan los tipos de metas a lo largo de su vida [8].

1.1.3. Objetivo y organización de la tesis

El objetivo general de este trabajo es el de *realizar el modelado de una institución electrónica como un sistema multiagente normativo* donde los agentes son autónomos, heterogéneos y que representan intereses de personas u organizaciones en particular, ya sea para demandar o proveer un servicio. De este objetivo se derivan varios objetivos específicos que son:

1. Crear el modelo de análisis y diseño de un organismo supervisor de normas, que vigile el cumplimiento de las mismas, penalice su violación y pueda recompensar en caso que se cumplan de la manera estipulada.
2. Crear el modelo de análisis y diseño de un organismo legislador de normas, cuya función sea generar nuevas normas, abolir las obsoletas y modificar en algunos casos las ya existentes.
3. Crear normas que regulen el comportamiento de agentes normativos heterogéneos.

La organización de la tesis es de la siguiente manera: en el capítulo 1 tendremos la motivación, los antecedentes del proyecto y el objetivo de la

tesis, la metodología a seguir, la descripción de las herramientas a utilizar y el lenguaje en el cual se modelará se verá en el capítulo 2, el estado del arte estará en el capítulo 3 junto a un análisis comparativo de algunos trabajos de instituciones electrónicas al momento, en el capítulo 4 se presenta el modelo propuesto de una institución electrónica aumentada y la descripción de cada uno de sus componentes, posteriormente en el capítulo 5 se presenta el modelo de implementación de una institución electrónica aumentada denominada MIJAN, el cual se modela tanto en Islander como en UML, por último un resumen y las conclusiones de la tesis se verán en el capítulo 6.

Capítulo 2

Metodología y herramientas de diseño

2.1. Introducción

Cuando se va a construir un sistema de software es necesario conocer el lenguaje de programación en el cual se desarrollará, pero esto no es únicamente lo suficiente. Para que un sistema sea robusto y mantenible, es necesario que sea analizado cuidadosamente. Se debe seguir un proceso robusto, que incluya las actividades principales, si se sigue un proceso de desarrollo que se ocupe de plantear cómo se realiza el análisis y el diseño, y cómo se relacionan los productos de ambos, entonces la construcción de sistemas de software va a poder ser planificable y repetible, y la probabilidad de obtener un sistema de mejor calidad al final del proceso aumenta considerablemente, especialmente cuando se trata de un equipo de desarrollo formado por varias personas.

Se puede decir que el modelado es una parte central de todas las actividades que conducen a la programación de buen software. Se construyen modelos para comunicar la estructura deseada y el comportamiento del sistema. Estos modelos permiten, además, visualizar y controlar la arquitectura del sistema. Construimos modelos también con la finalidad de comprender mejor el sistema que estamos construyendo, muchas veces descubriendo oportunidades para la simplificación y la reutilización. En definitiva, se construyen modelos para controlar el riesgo.

Un modelo es una simplificación de la realidad, que se construye para

comprender mejor el sistema que se está desarrollando. De hecho, se construyen modelos de sistemas complejos porque no es posible comprender el sistema en su totalidad. A través del modelado, se consiguen cuatro objetivos:

1. Ayudar a visualizar cómo es o debería ser un sistema.
2. Especificar la estructura o el comportamiento de un sistema.
3. Proporcionar plantillas que guíen la construcción de un sistema.
4. Documentar las decisiones adoptadas.

2.2. Descripción de la metodología

El proceso unificado de desarrollo de software está apoyado en tres principios básicos[2]:

Dirigido por casos de uso. Los casos de uso dirigen y controlan el proceso de desarrollo en su totalidad.

Centrado en la arquitectura. Es la pieza clave que permite comprender el sistema, organizar el desarrollo y hacer evolucionar el software.

Proceso interactivo e incremental. El desarrollo se plantea de manera progresiva, de tal modo que se atenúen los riesgos y se planteen las cuestiones en el instante mismo en el que estamos capacitados para resolverlas.

2.2.1. Dirigido por casos de uso

Cuando hablamos del principio dirigido por casos de uso nos podemos centrar en las siguientes cuatro fases:

Requisitos. Capturar, definir y validar los casos de uso.

Análisis y diseño. Realizar los casos de uso.

Implementación. Implementar los casos de uso.

Pruebas. Verificar que se satisfacen los casos de uso.

2.2.2. Centrado en la arquitectura

- La arquitectura de un sistema es la organización ó estructura de sus partes más relevantes.
- Una arquitectura ejecutable es una implementación parcial del sistema, construida para demostrar algunas funciones y propiedades.
- RUP establece refinamientos sucesivos de una arquitectura ejecutable, construida como un prototipo evolutivo.

2.2.3. Proceso interactivo e incremental

El proceso interactivo e incremental tiene los siguientes flujos de trabajo:

Requerimientos. Averiguar lo que el sistema debe hacer.

Análisis. Conseguir una comprensión más precisa de los requisitos.

Diseño. Compresión de requisitos no funcionales y adaptación de los requisitos funcionales para su implementación.

Implementación. Implementación de clases y pruebas de componentes individuales. Distribución del sistema asignándolo a nodos.

Prueba . Planificar, diseñar y realizar las pruebas de integración y de sistema.

2.3. Fase de Planeación y especificación de requisitos

Esta fase corresponde con la especificación de requisitos tradicional ampliada con un borrador de modelo conceptual y con una definición de casos de uso de alto nivel. En esta fase se decidirá si se aborda la construcción del sistema mediante desarrollo orientado a objetos o no, por lo que, en principio, es independiente del paradigma empleado posteriormente.

2.3.1. Requisitos

Un requisito es una descripción de necesidades o aspiraciones respecto a un producto. El objetivo principal de la actividad de definición de requisitos consiste en identificar que es lo que realmente se necesita, separar el grano de la paja. Esto se hace en un modo que sirva de comunicación entre el cliente y el equipo de desarrollo.

Es aconsejable que un documento de especificación de requisitos tenga los siguientes puntos:

- Propósito.
- Ámbito del sistema.
- Funciones del sistema.
- Atributos del sistema.

El formato del documento de especificación de requisitos no está definido en UML, pero se ha incluido este punto para resaltar que la actividad de definición de requisitos es un paso clave en la creación de cualquier producto software. Para refinar los requisitos y mejorar la comprensión de los mismos la técnica de casos de uso constituye una valiosa ayuda.

2.4. Fase de Análisis

En la fase de análisis de un ciclo de desarrollo se investiga sobre el problema, sobre los conceptos relacionados con el subconjunto de casos de uso que se esté tratando. Se intenta llegar a una buena comprensión del problema por parte del equipo de desarrollo, sin entrar en como va a ser la solución en cuanto a detalles de implementación. Cuando el ciclo de desarrollo no es el primero, antes de la fase de análisis hay una serie de actividades de planificación. Estas actividades consisten en actualizar los modelos que se tengan según lo que se haya implementado, pues siempre se producen desviaciones entre lo que se ha analizado y diseñado y lo que finalmente se construye. Una vez que se tienen los modelos acordes con lo implementado se empieza el nuevo ciclo de desarrollo con la fase de análisis. En esta fase se trabaja con los modelos de análisis construidos en la fase anterior, ampliándolos con los conceptos correspondientes a los casos de uso que se traten en el ciclo de desarrollo actual.

2.5. Fase de Diseño

En la fase de diseño se crea una solución a nivel lógico para satisfacer los requisitos, basándose en el conocimiento reunido en la fase de análisis.

Las actividades a considerar en esta fase son:

- Definir los casos de uso.
- Definir las interacciones.
- Definir informes e interfaz de usuario.
- Refinar la arquitectura del sistema.

2.6. Fase de implementación y pruebas

Una vez que se tiene completo el diagrama de clases de diseño, se pasa a la implementación en el lenguaje de programación electo. El programa obtenido se depura y prueba, y ya que se tiene una parte del sistema funcionando que se puede probar con los futuros usuarios, e incluso poner en producción si se ha planificado una instalación gradual. Una vez que se tiene una versión estable se pasa al siguiente ciclo de desarrollo para incrementar el sistema con los casos de uso asignados a tal ciclo.

2.7. Lenguaje de Modelado Unificado (UML)

Para realizar el modelado de la institución electrónica como sistema multiagente normativo, elegimos al lenguaje de modelado UML porque nos dá la estructura y los los diagramas ideales para el diseño de la misma, en este trabajo AUML como extensión para agentes de UML no es necesario utilizarlo porque no se modelarán a los agentes en sí, sino la estructura donde ellos interactuarán, que es la la institución electrónica.

UML (Unified Modeling Language) [2] es un lenguaje que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un sistema software orientado a objetos. Se ha convertido en el estándar de la industria, debido a que ha sido concebido por los autores de los tres métodos más usados de orientación a objetos: Grady Booch, Ivar Jacobson y Jim Rumbaugh. Estos

autores fueron contratados por la empresa Rational Software Co. para crear una notación unificada en la que basar la construcción de sus herramientas CASE. En el proceso de creación de UML han participado, no obstante, otras empresas de gran peso en la industria como Microsoft, Hewlett-Packard, Oracle o IBM, así como grupos de analistas y desarrolladores [2].

El objetivo principal cuando se empezó a gestar UML era posibilitar el intercambio de modelos entre las distintas herramientas CASE orientadas a objetos del mercado. Para ello era necesario definir una notación y semántica común.

Los diagramas mas usados en UML son [1]:

- Diagrama de estructura estática.
- Diagrama de casos de uso.
- Diagrama de secuencia.
- Diagrama de colaboración.
- Diagrama de estados.

2.7.1. Diagramas de Estructura Estática

Con el nombre de diagramas de estructura estática se engloba tanto al modelo conceptual de la fase de análisis como al diagrama de clases de la fase de diseño. Ambos son distintos conceptualmente, mientras el primero modela elementos del dominio, el segundo presenta los elementos de la solución software. Sin embargo, ambos comparten la misma notación para los elementos que los forman (clases y objetos) y las relaciones que existen entre los mismos (asociaciones). En la fig.2.1 se muestra la estructura y componentes de una clase en UML.

Clases. Una clase se representa mediante una caja subdividida en tres partes: En la superior se muestra el nombre de la clase, en la media los atributos y en la inferior las operaciones. Una clase puede representarse de forma esquemática (plegada), con los detalles como atributos y operaciones suprimidos, siendo entonces tan solo un rectángulo con el nombre de la clase.

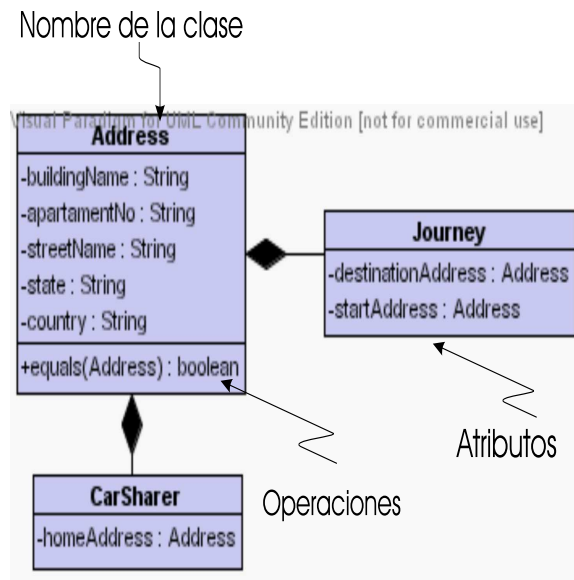


Figura 2.1: Clases en UML

Objetos. Un objeto se representa de la misma forma que una clase. En el compartimento superior aparecen el nombre del objeto junto con el nombre de la clase subrayados, según la siguiente sintaxis: *nombre_del_objeto: nombre_de_la_clase*. Puede representarse un objeto sin un nombre específico, entonces sólo aparece el nombre de la clase.

Asociaciones. Las asociaciones entre dos clases se representan mediante una línea que las une. La línea puede tener una serie de elementos gráficos que expresan características particulares de la asociación.

Roles. Para indicar el papel que juega una clase en una asociación se puede especificar un nombre de rol. Se representa en el extremo de la asociación junto a la clase que desempeña dicho rol.

Agregación. El símbolo de agregación es un diamante colocado en el extremo en el que está la clase que representa el todo.

Generalización (herencia). Se representa mediante un triángulo en el extremo de la relación que corresponde a la clase más general o clase “padre”, este tipo de relación significa que la clase “padre” hereda características a la clase hijo.

Flujo del diagrama. Indica el flujo de los mensajes entre clases, se representa con una flecha de clase que envía hacia la clase que va a recibir.

2.7.2. Diagramas de Casos de Uso

Un diagrama de casos de uso muestra la relación entre los actores y los casos de uso del sistema. Representa la funcionalidad que ofrece el sistema en lo que se refiere a su interacción externa.

Actores. Los actores son usados para modelar y representar papeles para usuarios del sistema, incluyendo usuarios humanos y otros sistemas. Los actores se representan como íconos de personas. Los actores tienen las siguientes características:

- Son externos al sistema.
- Los actores interactúan con el sistema. Los actores pueden usar la funcionalidad que el sistema provee, incluyendo la funcionalidad de la aplicación o de mantenimiento. Además, los actores pueden proveer al sistema funcionalidad.
- Los actores pueden proveer información al sistema.
- Los actores pueden recibir información del sistema.
- Clases de actores pueden tener instancias de actores u objetos que representan a actores específicos.

Casos de Uso. Las clases de casos de uso son usadas para modelar y representar unidades de funcionalidad o servicios que un sistema provee (o bien las partes de un sistema, tal como subsistemas) a un usuario. Los casos de uso se representan por elipses u óvalos. Estos pueden estar encerrados por un rectángulo etiquetado con el nombre del sistema. Los casos de uso tienen las siguientes características:

- Los casos de uso son interacciones o diálogos entre el sistema y los actores, incluyendo mensajes intercambiados y las acciones que realiza el sistema. Los casos de uso pueden incluir variantes de estas secuencias, incluyendo secuencias alternativas o de excepciones.

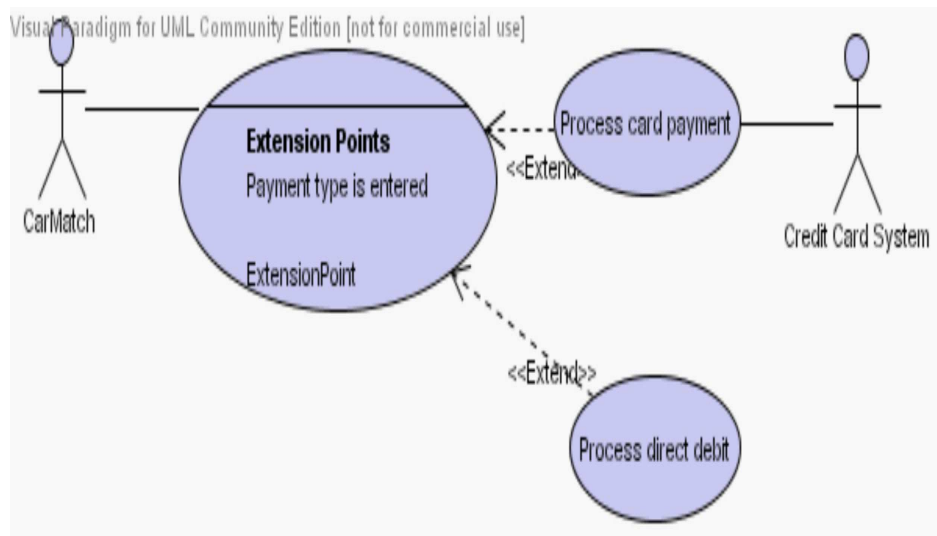


Figura 2.2: Casos de uso en UML

- Los casos de uso son iniciados por los actores y pueden involucrar la participación de otros actores. Los casos de uso deben proveer de resultados al menos a uno de los actores participantes.
- Los casos de uso pueden contener puntos de extensión que definen puntos específicos dentro de una interacción, en la cual otros actores pueden participar.
- Los casos de uso pueden usar escenarios que representen interacciones específicas. Los escenarios representan una secuencia simple de mensajes y acciones.

Relaciones Las relaciones de asociación entre los actores y los casos de uso se usan para indicar que los actores participan y se comunican con el sistema que contiene los casos de uso. Las relaciones de asociación se denotan como líneas sólidas. Se pueden utilizar flechas para indicar quién inicia la comunicación en la interacción

En la fig 2.2 podemos ver de una manera gráfica un diagrama de casos de uso con sus principales componentes.

2.7.3. Diagramas de Secuencia

Un diagrama de secuencia muestra una interacción ordenada según la secuencia temporal de eventos. En particular, muestra los objetos participantes en la interacción y los mensajes que intercambian ordenados según su secuencia en el tiempo. El eje vertical representa el tiempo, y en el eje horizontal se colocan los objetos y actores participantes en la interacción, sin un orden prefijado. Cada objeto o actor tiene una línea vertical, y los mensajes se representan mediante flechas entre los distintos objetos. El tiempo fluye de arriba abajo. Se pueden colocar etiquetas (como restricciones de tiempo, descripciones de acciones, etc.) bien en el margen izquierdo o bien junto a las transiciones o activaciones a las que se refieren. En la fig.2.3 podemos ver gráficamente un diagrama de secuencia y todos sus componentes.

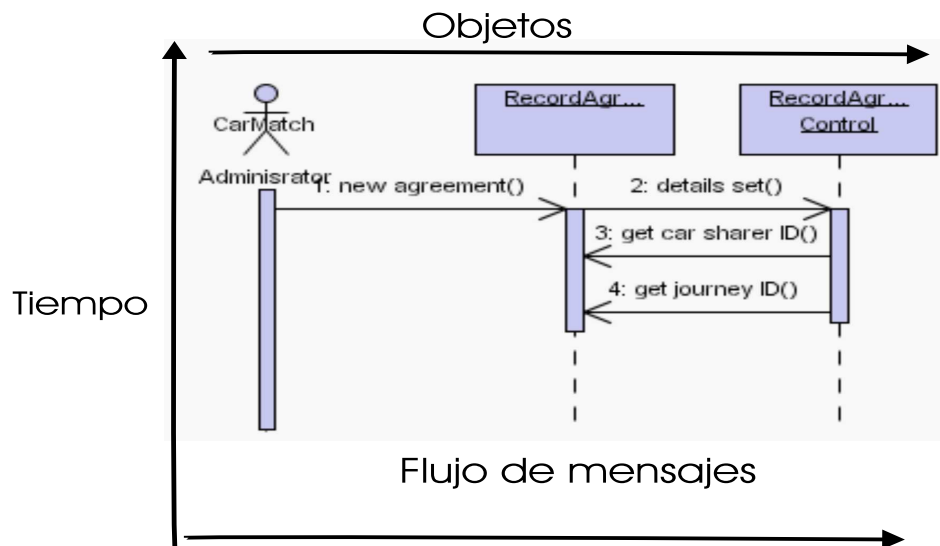


Figura 2.3: Diagramas de secuencia

2.7.4. Diagramas de Colaboración

Un diagrama de colaboración muestra una interacción organizada basándose en los objetos que toman parte en la interacción y los enlaces entre los mismos (en cuanto a la interacción se refiere). A diferencia de los diagramas de secuencia, los diagramas de colaboración muestran las relaciones entre

los roles de los objetos. La secuencia de los mensajes y los flujos de ejecución concurrentes deben determinarse explícitamente mediante números de secuencia, este diagrama se ve graficamente en la figura 2.4.

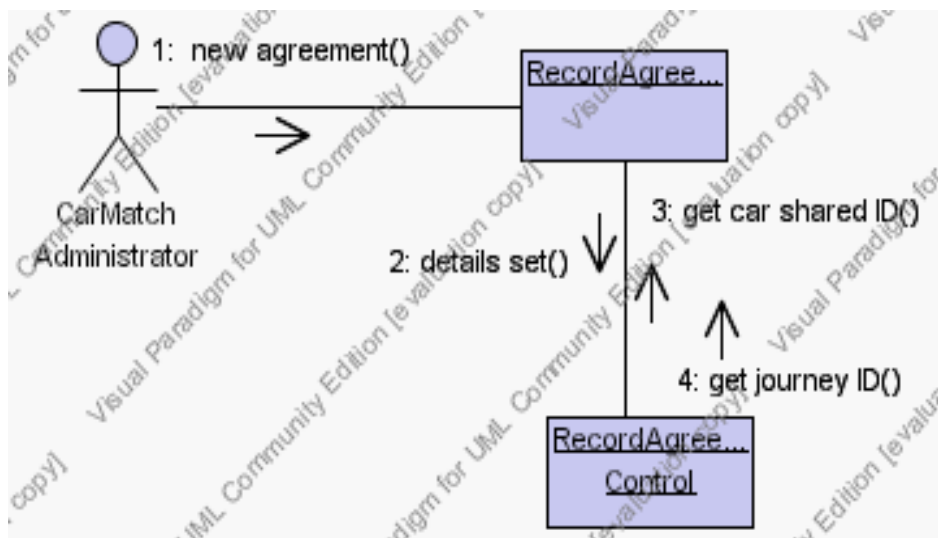


Figura 2.4: Diagrama de colaboración

2.7.5. Diagrama de Estados

Un diagrama de estados muestra la secuencia de estados por los que pasa un caso de uso o un objeto a lo largo de su vida, indicando qué eventos hacen que se pase de un estado a otro y cuáles son las respuestas y acciones que genera. En cuanto a la representación, un diagrama de estados es un grafo cuyos nodos son estados y cuyos arcos dirigidos son transiciones etiquetadas con los nombres de los eventos. Un estado se representa como una caja redondeada con el nombre del estado en su interior. Una transición se representa como una flecha desde el estado origen al estado destino. La caja de un estado puede tener 1 ó 2 compartimentos. En el primer compartimento aparece el nombre del estado. El segundo compartimento es opcional, y en él pueden aparecer acciones de entrada, de salida y acciones internas, este diagrama se observa en la figura 2.5.

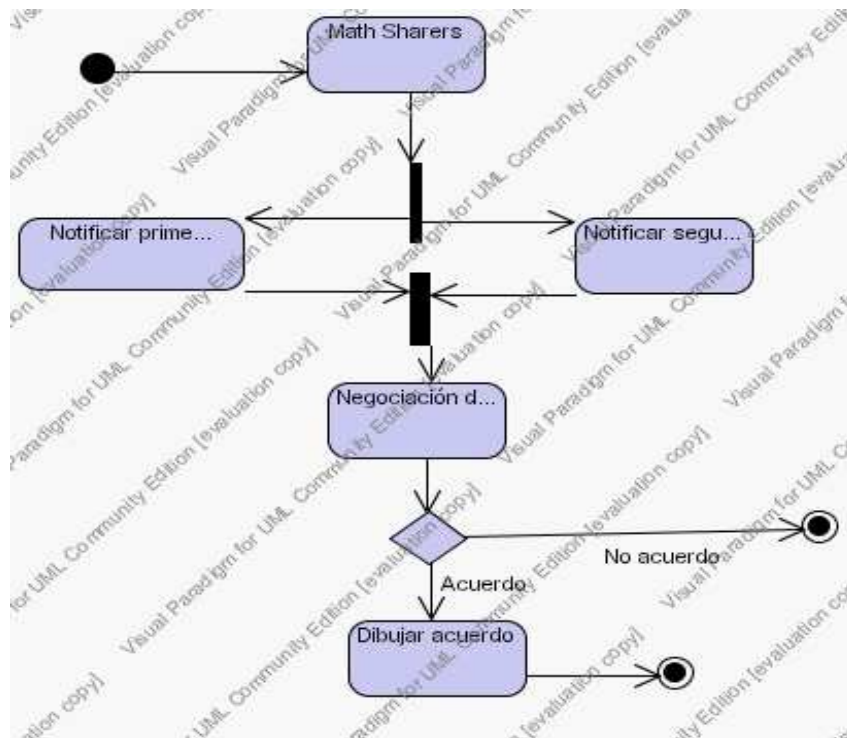


Figura 2.5: Diagrama de estados

2.8. ISLANDER: Editor de Instituciones Electrónicas

ISLANDER [7], es una *herramienta* para el diseño de instituciones electrónicas, y permite también la especificación y verificación de las mismas. Esta herramienta facilita el trabajo de combinar el diseño textual y gráfico de una institución. La herramienta verifica que el diseño y la especificación de la institución esté correcta antes de comenzar con el desarrollo de la misma. El editor de ISLANDER es dividido en 4 módulos Cargar/Importar, Salvar/Exportar, Verificar y Editar [7].

2.8.1. Módulos del Editor ISLANDER

Exportar/Salvar, Cargar y Exportar

El editor ISLANDER puede salvar una especificación y al mismo tiempo que cargar otra. Puede importar y exportar archivos en lenguaje XML, o especificación de texto. El módulo principal de la aplicación es la edición de la institución, el módulo de edición permite al usuario agregar, modificar y eliminar todo tipo de elementos de la especificación de la institución. Cada elemento especifica diferentes formas dependiendo de sus características. Sus ontologías, ilocuciones y normas se especifican textualmente. En el caso de la estructura dialógica, la estructura performativa y las escenas combinan componentes gráficos y de texto en su especificación. Estos módulos se observan más claramente en la figura 2.6

Módulo de Edición

Una importante parte del módulo de edición es el editor gráfico que se usa para especificar las relaciones entre roles en la estructura dialógica, los protocolos que se manejarán en las escenas y la estructura performativa (es una red de escenas). El editor gráfico ha sido desarrollado independientemente del resto de las aplicaciones. Cuando un usuario desea agregar, modificar y eliminar un elemento, el editor gráfico notifica a quién este usando este elemento y este indica sí se autoriza o se rechaza la operación. El editor gráfico está conectado con la interfaz gráfica del usuario. Cuando una operación es hecha sobre el gráfico el editor se comunica con la interfaz del usuario

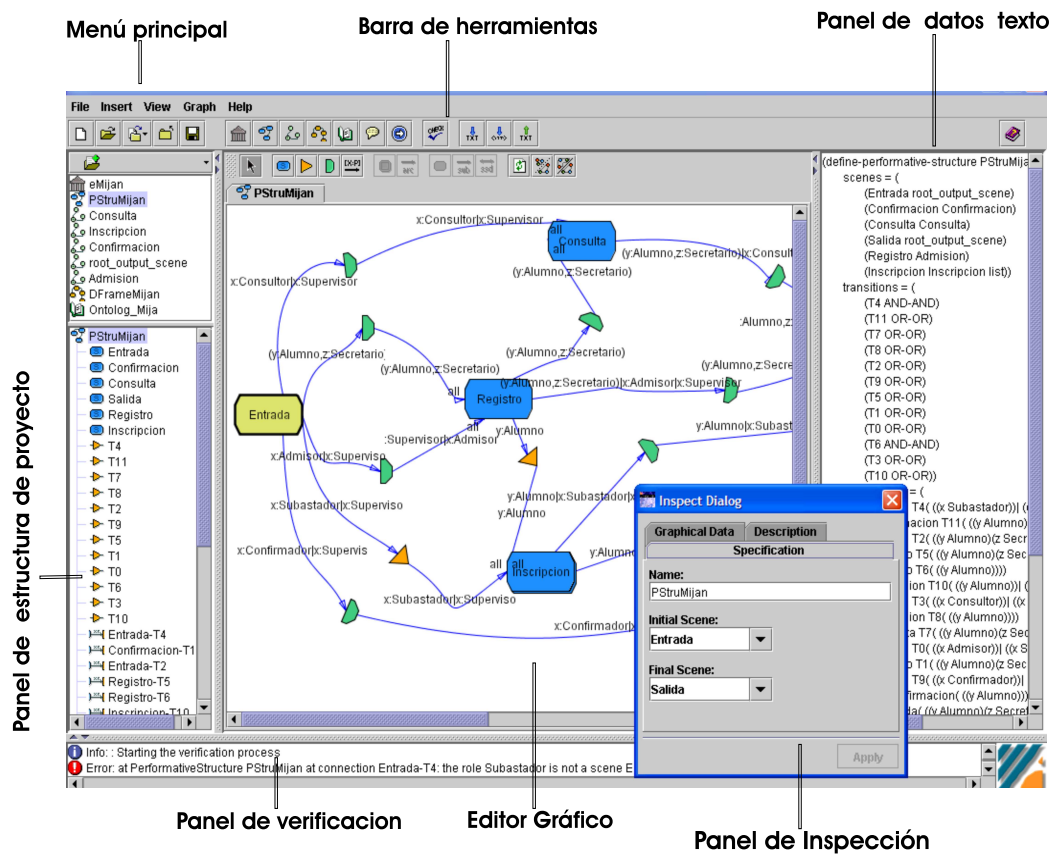


Figura 2.6: Esquema general ISLANDER

quién actualizará la información que se muestra. Cuando el usuario termina de diseñar la institución la herramienta checa que la definición sea sintácticamente correcta, de esta forma los errores son inmediatamente detectados y se indica al usuario, donde se encuentra el error y el tipo de error que fué generado.

Módulo de Verificación

Este módulo es el encargado de verificar que la especificación realizada sea la correcta. Algunas verificaciones son realizadas mientras el usuario está diseñando, otras tienen que esperar a que el usuario termine. El usuario puede activar la verificación cuando lo desee. Cuando ISLANDER realiza la verificación, se centra en las siguientes características:

- *Integridad*, es decir que cada elemento en la institución esté debidamente referenciado y definido. Sí una escena ha sido definida debe contener una estructura dialógica asociada a ella.
- *Liveness*, es decir la herramienta busca que los agentes no se queden bloqueados indefinidamente en la institución, verifica que cada agente tenga acceso a la escena final que es la salida de la institución. Esta propiedad se puede verificar en la estructura performativa, en las escenas tienen que estar indicados perfectamente los estados de salida y en la estructura performativa debe indicarse la escena de entrada y de salida.
- *Corrección de protocolos*, es decir una importante verificación en el contexto de la escena es la de verificar que el protocolo de conversación sea el correcto. Esta verificación va desde la parte gráfica que hay que checar que las conexiones esten bien relacionadas, que los mensajes transmitidos entre los agentes sean los correctos, y lleven claramente quién lo envía y quién lo recibe.
- *Corrección de normas*, se ha mencionado que las acciones en una norma son definidas por un esquema de ilocuciones y escenas. Primero verifica que la escena exista y que el esquema de ilocuciones sea el correcto, cada norma especifica la acción que podría activarse y las acciones que los agentes podrían hacer en orden de cumplir con sus obligaciones.

2.8.2. Interfaz gráfica del usuario

La interfaz gráfica de usuario es la que dará todas las herramientas necesarias para realizar el diseño de una manera amigable y fácil. Sus componentes son:

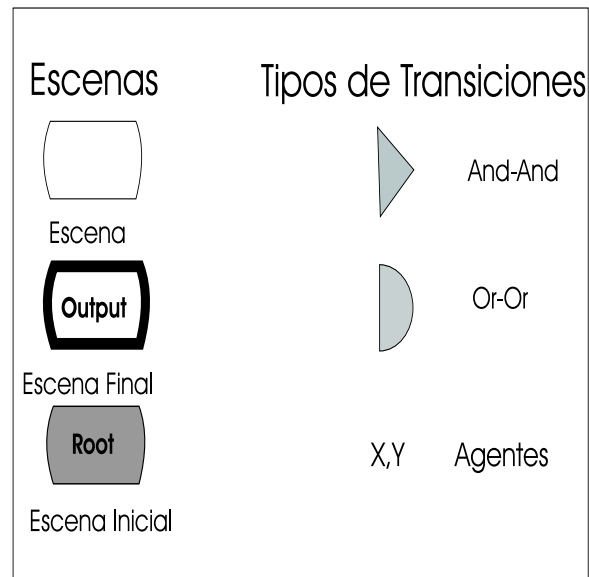


Figura 2.7: Notación usada en ISLANDER

- *Menú y barra de herramientas*, el *menú* contiene las operaciones generales de la aplicación y en la barra de herramientas contiene los accesos rápidos a las operaciones.
 - Menú archivo. Contiene las opciones de crear nuevo proyecto, abrir, cerrar, guardar e importar proyecto.
 - Menú insertar. En este menú el usuario puede insertar cualquiera de los elementos de una institución: una escena, una estructura performativa, estructura dialógica, ontología o norma.

En las figuras 2.7 y 2.8 podemos ver la notación gráfica que se usa en Islander para el diseño de las escenas y la estructura performativa, y el significado de cada una de las conexiones.

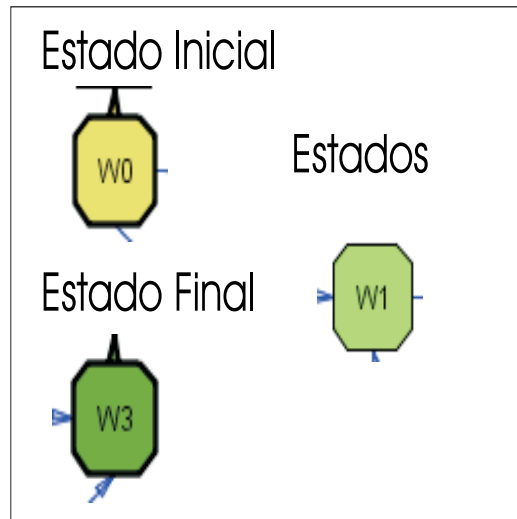


Figura 2.8: Notación de una escena en ISLANDER

- *El panel de la estructura de proyecto*, en este panel los usuarios pueden ver la parte superior de todos los elementos que forman parte de la especificación en orden a su categoría.
- *Panel gráfico*, contiene todos los elementos gráficos con los que el usuario puede contar para llevar a cabo su diseño. En este panel el usuario interactúa directamente con la herramienta a través de crear su modelo de institución electrónica. Es decir el puede crear escenas, borrarlas, crear roles y modificarlos, hasta tener concluido el diseño deseado.
- *Panel de datos de texto*. En este panel se presenta de manera textual la especificación. Aparece del lado derecho del panel gráfico, y en el momento que el usuario cree un componente gráfico se verá reflejado inmediatamente en este panel.
- *Panel de verificación*, en este panel se muestran todos los errores que pueden ocurrir en la especificación, después que se haya corrido la verificación. Además indica el tipo de error, donde ocurre y que elementos son los involucrados en el mismo.
- *Panel de inspección*. Este panel se activa cuando en el menú vista se

selecciona, sirve para modificar y especificar atributos y propiedades de los componentes de la institución [7]

Capítulo 3

Estado del Arte

3.1. Introducción

Las interacciones humanas se llevan a cabo dentro del marco de instituciones, quienes se encargan de regular la vida de sus miembros. Las instituciones definen que tipo de acciones están permitidas dentro de ella y cuales están prohibidas. En un intento por automatizar las interacciones entre seres humanos se ha pensado en representar estas interacciones en un ambiente computacional y en este contexto los sistemas multiagentes y los agentes autónomos se consideran como los paradigmas ideales para ayudar a su implementación [14]. Los agentes son sistemas de software capaces de acciones autónomas y flexibles dentro de un medio ambiente. Los agentes generalmente operan en medios ambientes donde interactúan, y posiblemente cooperan con otros agentes. A estos ambientes se les conoce como sistemas multiagentes, y las instituciones electrónicas pueden verse como sistemas multiagentes. En una institución los agentes representan a usuarios distintos por lo tanto puede ser que sus metas no coincidan, sin embargo al estar dentro de una institución su conducta es de tal forma que la cooperación entre ellos se hace posible.

Dentro de una institución se llevan a cabo interacciones e intercambio de información. En este contexto nos haremos las siguientes preguntas ¿Donde se dará este intercambio de información? ¿Cómo se logrará la cooperación entre los agentes? ¿Quién regulará esta interacción?. Y una respuesta a estas preguntas podrían ser las instituciones electrónicas. La noción de una institución electrónica llega a ser una extensión natural de una institución

humana, en la cual se permite la interacción no solo de humanos sino también de agentes autónomos con otros agentes.

En una institución los agentes tienen un lugar donde interactuar de manera abierta para satisfacer sus metas, además tienen libertad de entrar y salir de la institución en el momento que lo deseen. Ahora bien, podemos definir a una institución electrónica mediada por agentes como un espacio en donde confluyen agentes electrónicos para realizar distintos tipos de tareas siguiendo las normas y procedimientos establecidos por la institución. La principal característica de una institución electrónica es que maneja las interacciones de muchos agentes ajenos, pertenecientes a distintas organizaciones, que en un momento coinciden en el tiempo e interactúan dentro del espacio virtual definido por la institución [10]. Se trata, por lo tanto, de un espacio abierto en donde hay que asegurar que todos los agentes se comporten como lo establecen las reglas de la institución. El objetivo de este capítulo es el de hacer un análisis de los diferentes enfoques que se han dado de instituciones electrónicas hasta el momento con el propósito de encontrar los elementos principales que la conforman, esto ayudará a realizar un modelo más completo de la misma y facilitará su implementación como un sistema multiagente normativo [8]. La organización del capítulo es la siguiente. En la sección 3.2 se resume el trabajo realizado por Noriega [10], quien define a una institución electrónica en términos de subastas. En la sección 3.3 se presentará el trabajo realizado por Rocha y Oliveira [11] quienes consideran a la institución electrónica como un conjunto de organizaciones virtuales. Un marco para diseñar instituciones electrónicas realizado por Dignum y Vázquez [5] se presenta en la sección 3.4. El marco normativo realizado por López y Luck se presenta en la sección 3.5. hablaremos de subastas y los tipos que existen de ellas, en la sección 3.6, en la sección 3.7 se mostrarán tablas comparativas entre los diversos enfoques de instituciones electrónicas, y por último en la sección 3.8 se darán las conclusiones de este análisis que servirán como base para la realización del modelo de institución electrónica aumentada.

3.2. Instituciones Electrónicas para Subastas

Uno de los trabajos iniciales respecto a instituciones electrónicas es el desarrollado por Noriega en [10] quien diseñó el prototipo de la casa de subastas llamada Fish-Market [10]. Este prototipo permite la realización de subastas que son muy utilizadas en muchos mercados de bienes perecederos en el

mundo. En el proyecto Fish Market se ha analizado a detalle las convenciones de subasta que tradicionalmente se utilizan en la “Lonjas de Pescado” de Cataluña. A partir de esas prácticas tradicionales, se ha propuesto la creación de instituciones electrónicas que permiten realizar subastas. En el Fish Market es posible, que tanto agentes de software como personas, participen ya sea como compradores o vendedores en subastas en línea (vía Internet o Intranet); y que lo hagan bajo condiciones de equidad, transparencia y vivacidad comparables (o mejores) que las de las casas de subastas tradicionales.

El actual Fish Market y otras similares casas de subastas pueden ser descritas como un lugar donde varias escenas que ocurren en diferentes lugares se llevan a cabo simultáneamente. Cada escena involucra varios agentes quienes interactuarán para lograr sus metas. Estos agentes están sujetos a aceptar las convenciones del mercado. El Fish Market se inicia con el ingreso de los agentes, quienes deben registrarse en una escena dependiendo del rol que elegirán comprador o vendedor. Una vez registrados, los compradores pueden ingresar a la casa de subastas para adquirir un bien, y los vendedores pasarán a la escena donde les será entregado el dinero por el bien que vendieron. Al mismo tiempo el comprador que haya adquirido el bien deberá pasar a pagar el precio del mismo en la escena de cobro. El modelo de institución electrónica con el cual trabaja Noriega, Esteva y Sierra [6] consta de los siguientes componentes básicos:

Agentes y sus Roles. Los agentes son los jugadores en una institución electrónica que interactúan a través de actos del habla, los roles son definidos como patrones de comportamiento. Dentro de una institución se requiere que un agente adopte un rol. Para un agente, cuando ingresa a una institución, su primordial objetivo es adoptar un rol, si nos enfocamos a la parte de subastas el agente tiene dos opciones a elegir, ser un agente comprador o un agente vendedor. Cabe mencionar que un agente puede jugar diferentes roles al mismo tiempo pero en diferentes escenas. Es decir un rol para un agente será la función que desempeñará a lo largo de la institución en un contexto determinado.

Marco Dialógico. Un marco de dialógico es un marco de referencia común a todos los participantes que les permitirá comunicarse dentro de la institución. Este marco proporciona una rica ontología y cuenta con los lenguajes de comunicación que serán utilizados en la interacción de los agentes.

Escena. Las escenas son el lugar donde se llevan a cabo las interacciones entre agentes dependiendo del rol que jueguen. Esta interacción se da mediante un protocolo de comunicación bien definido. En una institución podrán haber varias escenas corriendo al mismo tiempo. Por ejemplo, en un mercado puede existir una escena para el registro de vendedores y otra para el registro de compradores.

Estructura Performativa. La estructura performativa establece la relación entre las escenas y muestra los caminos por los que un agente podrá ir dependiendo de su rol. Las escenas pueden estar conectadas, haciendo una red de escenas, esto es a lo que se le llama estructura performativa, la cual capta la existencia de las relaciones entre escenas. La especificación de una estructura performativa contiene una descripción de cómo los diferentes roles pueden moverse de una escena a otra. Los agentes dentro de una estructura performativa pueden participar en diferentes escenas, con diferentes roles, al mismo tiempo. Dentro de una estructura performativa se definirán los tipos de transacciones que conectarán las escenas y por los cuales los agentes dependiendo a su rol podrán seguir. En otras palabras serán las rutas que marcarán el camino en una institución electrónica.

Reglas Normativas. Las reglas regularán el comportamiento de los agentes dentro de la institución electrónica. Las acciones de los agentes en el contexto de una institución pueden tener consecuencias que limitan ó alargan las posibilidades de actuar de los agentes. Tales consecuencias pueden imponer obligaciones y afectar los posibles caminos dentro de una estructura performativa que los agentes podrán seguir. Hay dos niveles para las normas: intra-escena e inter-escena.

- Intra-escena. Son los protocolos que dictan a cada rol de agente dentro de una escena que pueden decir, a quién, como lo pueden decir y cuando.
- Inter-escena. Define las conexiones entre posibles escenas y los caminos que un agente podrá seguir dependiendo de su rol. Es decir pone ciertas limitaciones de acceso a ciertos agentes dependiendo de su rol.

En la figura 3.1 se muestran las principales escenas del Fish Market que fueron tomadas de [6]. Los óvalos indican las escenas que se llevan a cabo

simultáneamente dentro de la estructura y la flechas indican los caminos o rutas en las que un agente puede moverse. La estructura performativa es la red de escenas que se forma.

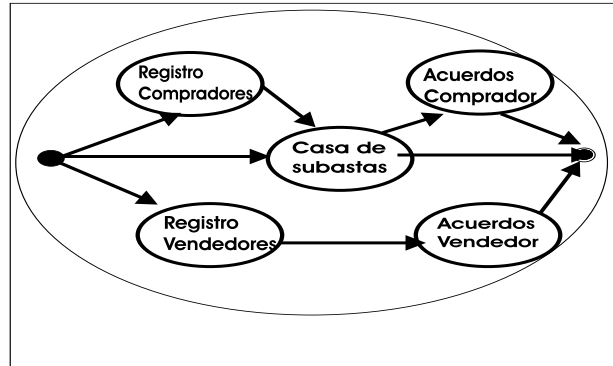


Figura 3.1: Estructura Performativa Fish Market

3.3. Instituciones Electrónicas y Meta-Instituciones

Otro enfoque de instituciones electrónicas es el que nos presentan Rocha y Oliveira [11] quienes definen una institución electrónica como un marco para facilitar, a través de una red de comunicación, transacciones automáticas dentro de un esquema explícito de normas y reglas institucionales. En este trabajo la institución electrónica se ve como un medio para ayudar a los agentes en la realización de transacciones electrónicas proporcionándoles herramientas y servicios para supervisar las relaciones entre los participantes. Rocha y Oliveira mencionan que una institución electrónica puede implementarse apropiadamente como un marco basado en agentes heterogéneos, donde pueden conocerse e interactuar de manera conjunta para satisfacer sus metas y lograr acuerdos entre ellos. La institución electrónica será el marco que supervisaré que se cumplan las normas y reglas establecidas durante el ciclo de vida de una *organización virtual* (VO). Una VO es una agregación de organizaciones autónomas e independientes conectadas a través de una red que se unen para brindar un servicio en respuesta a la necesidad de un grupo de

agentes. Las organizaciones virtuales sólo existen por un tiempo determinado es decir tienen un ciclo de vida. Este ciclo de vida se divide en 4 fases:

Identificación de las necesidades. En esta fase se da una descripción de las funciones que tendrá la VO y dependiendo de ello se establecerán las normas y reglas que la regirán.

Selección de Participantes. En esta fase se llevará a cabo una selección de los participantes, de acuerdo a sus aptitudes, y se indicarán las funciones que desempeñarán en la institución.

Operación. En la fase de operación se lleva a cabo el control y monitoreo de las actividades de cada participante. Esto con la finalidad de evitar posibles conflictos por incumplimiento de acuerdos.

Disolución de la VO. Cuando se ha llevado a cabo todas las funciones que la organización desempeñará, se procede a disolver la organización y a guardar la información que podría servir en un futuro.

Para la creación de instituciones electrónicas, según Rocha [11], es necesario hacer uso de lo que se denomina meta-institución que no es más que un conjunto de facilidades electrónicas que serán solicitadas y usadas para la creación de una institución electrónica según un conjunto establecido de reglas sociales y normas de comportamiento dependiendo del dominio de la aplicación. La meta-institución es la encargada de identificar las necesidades en el ciclo de vida de la VO y esta le proporcionará toda la información necesaria a la institución. La institución electrónica está compuesta por módulos los cuales se explican de manera gráfica en la figura 3.2.

VO Formación. Cuando ya se conoce cual es el dominio de la aplicación y todas las necesidades para crear a la institución, se procede a la formación de la organización, indicando quienes serán los participantes, que rol tomarán, que trabajo desempeñarán y cual será el acuerdo y compromisos a los que llegarán. Para este proceso se hace uso del algoritmo de negociación denominado *Q-Negociación*. El algoritmo de *Q-Negociación* se ha creado con el propósito de ayudar en la realización de acuerdos y la negociación. Incluye características apropiadas para negociar, tiene la habilidad de guardar la información privada de los agentes participantes, es decir las estrategias que cada uno usa para

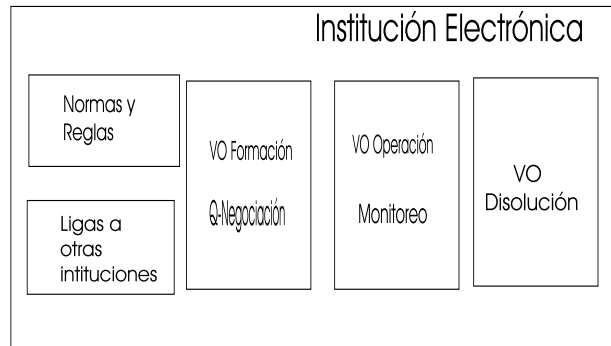


Figura 3.2: Arquitectura de Institución Electrónica

hacer su negociación y al mismo tiempo tiene la capacidad de evaluar varias propuestas. Una de la ventajas de este algoritmo es la de aprender durante la negociación y guardar lo más importante para reusarlo, conservando la privacidad.

VO Operación. Durante esta etapa la institución electrónica estará monitoreando que se cumplan todos los acuerdos y compromisos que hayan sido pactados previamente en la fase de acuerdos. El monitoreo se llevará a cabo conforme a las normas y reglas que la institución misma impuso.

VO Disolución. Una vez que se hayan cumplido con los compromisos y acuerdos se llevará a cabo la disolución de la institución, guardando toda la información que podría servir en un futuro a la institución electrónica.

3.4. Marco OMNI

Dignum y Vázquez [5] presentan un marco para modelar instituciones electrónicas llamado OMNI (Organizational Model for Normative Institutions). OMNI sirve para modelar sistemas multiagentes abiertos, flexibles, es decir que permiten la participación de agentes heterogéneos con diferentes metas. OMNI está compuesto por tres dimensiones principales: normativa, organizacional y ontológica que describen diferentes características dependiendo del entorno. Cada dimensión describe tres niveles de abstracción.

Así el marco OMNI forma una matriz entre los niveles de abstracción y las dimensiones que maneja. La división del marco en estos tres niveles facilita la transición de los estatutos o características desde conceptos abstractos como son las normas y reglas, a lo más concreto que son los protocolos y procedimientos. Además si se tienen diferentes dominios se tendrán diferentes requerimientos con respecto a la normatividad, la organización y la comunicación, lo cual significa que no siempre los tres módulos tendrán el mismo impacto sino dependerá del dominio de la aplicación. Todas las dimensiones de OMNI tienen una semántica lógica y formal lo cual asegura la consistencia y la posible verificación de los diferentes aspectos del sistema. Esto es lo que facilita la adaptación del marco OMNI a diferentes dominios.

Nivel Abstracto. En el nivel abstracto se modelan en un alto nivel de abstracción los estatutos de la organización. Este paso es similar al paso de análisis de requerimientos. Contiene también los términos genéricos de la organización así como la ontología del modelo mismo.

Nivel Concreto. Es el nivel donde todo el análisis y proceso de diseño son llevados, comienza de la abstracción de valores definidos en el nivel anterior, haciendo un refinamiento de significados de términos en normas y reglas, y concretar los conceptos de ontología

Nivel de Implementación. Es donde el diseño en las dimensiones normativa y organizacional son implementadas, incluyendo los roles de decreto y ejecución de normas.

Como se muestra en la figura 3.3 cada dimensión tiene una parte que debe coincidir con alguno de los niveles de abstracción definidos.

Dimensión Normativa. Será la encargada de la parte de las normas y reglas dentro de la organización, en esta parte se llevará acabo la implementación de las normas y se vigilarán que se cumplan. Se divide en los siguientes elementos:

Nivel de Normas. Las normas son descritas en este nivel en términos formales utilizando un lenguaje común para la fácil interpretación.

Nivel de Reglas. El paso de normas a reglas en OMNI consiste en que las normas se encuentran escritas en un lenguaje lógico y habrá que pasarlas a un lenguaje proposicional para su fácil implementación.

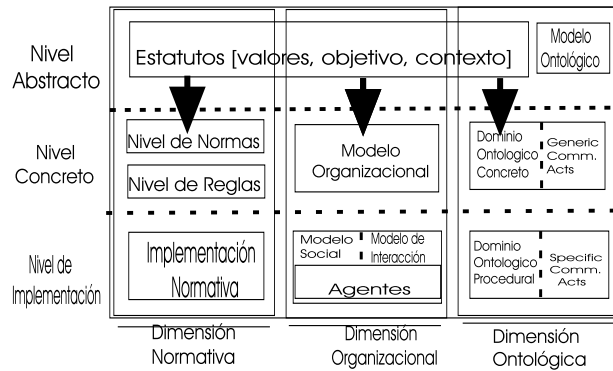


Figura 3.3: Marco OMNI

Implementación. Cuando las normas y las reglas ya están escritas en lenguaje proposicional se podrá proceder a implementar.

Dimensión Organizacional. Muestra la forma como estará formada la institución, los roles que los agentes jugarán, las interacciones que se darán entre ellos y el papel que la institución misma jugará. Esta dimensión se divide en los siguientes elementos:

Modelo Social. Se encuentra en el nivel de implementación, una vez que un agente haya adoptado un rol se establecerá un contrato que describirá las condiciones y las reglas aplicables dependiendo del rol que el agente tome.

Modelo de Interacción. Estipulará los caminos por donde un agente puede transitar, y las interacciones que se darán. En este modelo también se hace un contrato donde se indica quienes estarán interactuando y que papel estarán tomando, así como las sanciones que se tomarán si alguien falta al contrato.

Dimensión Ontológica. Es la encargada de hacer que los agentes puedan entenderse, logrando que manejen el mismo vocabulario (ontología) y con ello pueda haber comunicación e interacción entre ellos, ya que hay que considerar que son heterogéneos, y eso podría dificultar la comunicación si no existiera la ontología.

3.5. Marco Normativo

El marco para sistemas normativos de López-Luck presentado en [8] ofrece una visión más realista al considerar que cuando se trabaja con agentes autónomos, la posibilidad de violar una norma esta latente aun cuando previamente el agente haya estado dispuesto a cumplirla. En este marco se ofrecen modelos no solo para normas y sistemas multiagentes normativos (NMAS), sino también para agentes capaces de decidir en base a sus metas y motivaciones, y puedan elegir cuando adoptar una norma y cuando no cumplir la norma que la sociedad impone. Esta característica es importante porque, a diferencia de agentes diseñados para trabajar en una institución en particular, los autónomos se unen libremente a otros agentes o instituciones cuando así conviene a sus intereses. Así mismo, los agentes son libres para dejar la institución cuando los intereses que ellos representan se vean afectados por alguna norma.

3.5.1. Modelo de normas

Un agente autónomo se puede considerar como un conjunto no vacío de atributos, metas y capacidades. Las metas son los deseos e intenciones que el agente tiene de a donde quiere llegar y lo que desea hacer, y las capacidades son las acciones que está facultado para realizar, esto se ve en la figura 5.11.

Primero definiremos lo que es una norma: una *norma* se define como un mecanismo que tiene la sociedad para cambiar la conducta de los agentes, nos indica lo que está permitido y prohibido hacer [8]. Las normas las podemos caracterizar por lo siguiente:

Prescriptividad. Indica que tienen que hacer los agentes para poder cumplir con la norma.

Sociabilidad. Son impuestas por la sociedad.

Presión social. Obliga al cumplimiento de la norma.

Según López y Luck [8] los componentes de una *norma* son los mostrados en la figura. 3.5:

Metas normativas. Las metas por las que fueron creadas las normas. Es decir el propósito de esa norma.

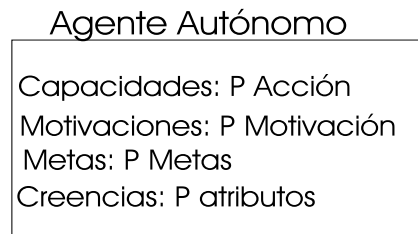


Figura 3.4: Agente Autónomo

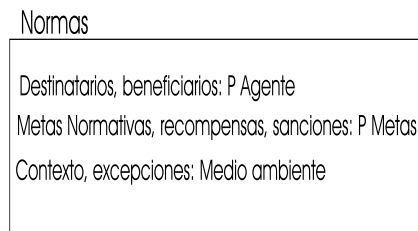


Figura 3.5: Modelo de normas

Destinatarios. El conjunto de agentes para quienes fueron creadas las normas.

Contexto. El contexto es el momento en el que una norma se activará para los agentes.

Excepciones. Una activación en la que el agente no está obligado a cumplir con la norma.

Beneficiarios. Son todos aquellos agentes que se benefician con el cumplimiento de la norma.

Recompensas. Si al momento de cumplir con una norma pudiera existir alguna recompensa.

Penalización. En el caso de no cumplir con la norma se lleva a cabo una penalización al agente infractor.

Ahora bien, López y Luck consideran que un sistema multiagente normativo, son agentes normativos que están controlados por el mismo conjunto de

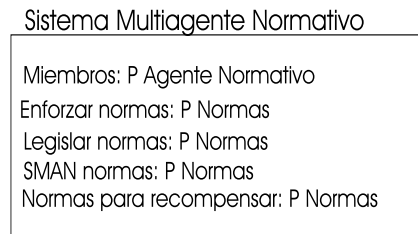


Figura 3.6: Modelo de Sistema Multiagente Normativo

normas. El modelo de sistema multiagente normativo es el que se muestra en la figura 3.6 y contiene los siguientes elementos:

Miembros. No son más que los agentes normativos pertenecientes a la institución.

Sistema de Normas. El sistema de normas que regulará la conducta de los agentes.

Normas para forzar. Estas normas serán las encargadas de forzar el cumplimiento de otras normas. Esto puede ser a través de recompensas o penalizaciones.

Normas para recompensar. En algunas ocasiones cuando se lleva a cabo el cumplimiento de una norma puede haber recompensas para los agentes, y estas normas serán las encargadas de ellas.

Normas para legislar. Son las encargadas de crear nuevas normas y pueden a su vez abolir las normas obsoletas dependiendo de las necesidades surgidas en el sistema multiagente normativo.

3.5.2. Normas entrelazadas

Las normas en un sistema no se encuentran aisladas unas de otras, algunas veces una norma podría disparar la ejecución de otra, es decir hay normas que dictan la conducta de una agente y al cumplirse esa norma cambia el contexto del sistema y se activa otra norma, un ejemplo de esto es cuando unos empleados en una empresa cumplen con sus responsabilidades dentro

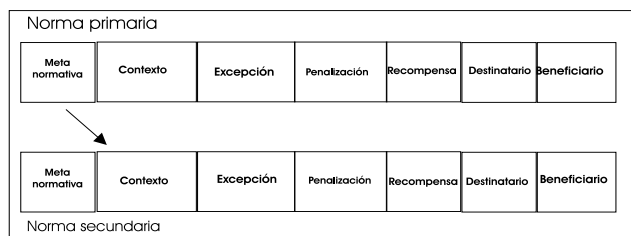


Figura 3.7: Normas entrelazadas

de trabajo, el patrón está obligado a pagar su salario. Todo esto se resume de la siguiente manera: las normas entrelazadas son aquellas que al cumplirse una norma primaria activa a una secundaria, porque modifica su contexto, esto lo vemos de manera gráfica en la figura 3.7.

3.6. Subastas

3.6.1. ¿Qué es una subasta?

Una *subasta* [9], es un mecanismo de venta o compra caracterizado por un conjunto de reglas, por el que se determina la asignación de recursos y su precio es en función de las ofertas de los participantes.

Se produce entre un agente (subastador) y una colección de agentes (ofer-
tantes). Su objetivo es conseguir que el subastador coloque el bien entre los
ofer-
tantes. En algunos casos se puede colocar un bien entre varios ofertantes
pero se considera subastas independientes [9].

3.6.2. Tipos de subastas

Las subastas se han clasificado por la manera en que se lleva a cabo el pro-
ceso de asignación de recursos, hay subastas inglesas, holandesas, japonesas
y vickrey.

Inglesa. Es un tipo de subasta abierta, es decir los participantes pueden ver
las ofertas que los demás están realizando en el momento, esta subasta
se dá de tipo ascendente, es decir se pone un precio base y el subastador
va subiendo el precio. El bien se le dá al ofertante que ofrece el mayor
precio.

Holandesa. Sus características habituales son: es un tipo de subasta descendente es decir el subastador pone un precio alto y va bajandolo poco a poco hasta que se realiza una oferta para quedarse con el bien. Esta subasta es abierta, porque todos pueden ver lo que los demás participantes están ofertando.

Japonesa Las características de este tipo de subasta es que todos los ofertantes son llamados por el subastador para realizar su oferta en el mismo momento. El ganador es el que haya ofertado el precio más alto, y es una subasta de tipo abierta.

Vickrey Es un tipo de subasta cerrada, es decir los ofertantes no pueden ver las ofertas que otros agentes realizan, el bien se queda con el ofertante que dá el precio más alto, únicamente el tendrá que pagar el precio abajo del que ofertó. Este tipo de subasta no es utilizada en personas porque produce un comportamiento antisocial.

3.7. Análisis Comparativo

En nuestro análisis [13] usaremos tablas para comparar los diferentes aspectos considerados en cada trabajo de instituciones electrónicas. En la primera columna se mencionan a los autores del trabajo y en la segunda columna se describen los aspectos a comparar. En la tabla 3.1 se han puesto las definiciones que cada autor maneja. Como puede observarse los enfoques varían bastante uno de otro. Noriega, Dignum y Vázquez definen a la institución como un espacio abierto donde los agentes interactúan, mientras que Rocha y Oliviera la consideran como un marco donde se supervisa la creación de organizaciones virtuales. Todos los autores coinciden en que, dado que en una institución electrónica interactúan agentes heterogéneos individualmente diseñados, su conducta debe ser regulada a través de normas. Es decir una institución electrónica se considera un sistema abierto.

Un aspecto muy importante a considerar son los contratos o acuerdos que se dan en la institución, ya que ellos serán el medio para decidir las responsabilidades y obligaciones de los agentes en la institución. En la tabla 3.2 se describe el enfoque de contratos o acuerdos que cada autor considera.

En el caso del Fish Market, los contratos se realizan en diferentes tiempos dependiendo del rol del agente. Si el agente es un vendedor el contrato se dará en el momento que registre su producto, y si tiene el rol de comprador

Autor(es)	Definición
Noriega	Espacio abierto donde agentes externos pueden ingresar y su comportamiento será regulado por reglas y normas.
Rocha y Oliveira	Marco para facilitar a través de una red de comunicación, transacciones automáticas dentro de un esquema explícito de normas y reglas institucionales.
Dignum	Sistema multiagente abierto donde agentes autónomos interactuarán.

Cuadro 3.1: Definiciones

el contrato se dará en el momento que haya adquirido un bien. Por su parte Rocha y Oliveira introducen un nuevo protocolo de negociación llamado *Q-Negociación*, que ayudará en el proceso de negociación en la institución. El modelo de interacción Dignum y Vázquez lo utilizan en la realización de los acuerdos y compromisos de las funciones que cada agente representará. Como podemos ver no importa el modelo o algoritmo que ellos utilicen todos coinciden que hay que firmar contratos y compromisos de común acuerdo donde se especifican las obligaciones y responsabilidades de cada agente participante.

Autor	Acuerdos
Noriega	A través de contratos firmados al registrarse.
Rocha y Oliveira	La negociación tiene un protocolo específico llamado <i>Q-Negociación</i> que concluye con la firma de un contrato.
Dignum	Los acuerdos se regulan por contratos firmados en la negociación.

Cuadro 3.2: Manejo de Acuerdos

Para saber si se está cumpliendo con lo establecido en los contratos o no, es necesario que exista una supervisión constante, así se sabrá quién no cumplió y quién sí lo hizo, quién infringió una norma y quién la cumplió. En la tabla 3.3 se observa que Noriega no considera una supervisión dentro de la institución sino que dá por hecho que todos los agentes cumplirán con su parte del trato y sus funciones. En el caso de Rocha y Oliveira durante la fase de operación se dá la supervisión para ver que se cumpla lo establecido en los contratos, esta supervisión lo realiza la institución electrónica, pero no se especifica quien dentro de la institución es el responsable de realizarla. En OMNI la supervisión se da a través de protocolos que verificarán que no se de una violación a una norma o regla.

En la tabla 3.4 se puede observar los diferentes conceptos de normas y

Autor	Supervisión
Noriega	No define supervisión en su trabajo.
Rocha y Oliveira	La institución electrónica lleva a cabo esa supervisión
Dignum	Realizan supervisión a través de protocolos.

Cuadro 3.3: Supervisión de Agentes

reglas, además de por quien son creadas. En el caso de Noriega las normas son las que regulan la conducta de los agentes y les indica que pueden decir y que no pueden decir los agentes dentro de una escena, es decir se limita unicamente a ilocuciones. En el caso de Rocha y Oliveira las normas son diseñadas por la institución y sirven para verificar si el ciclo de vida de la organización virtual se dá como lo establecido. Dignum y Vázquez dán un énfasis especial en las normas considerando que no solo sirven para regular el comportamiento, sino tambien el desempeño de los mismos, en este caso hacen un manejo de normas bastante abstracto.

3.8. Conclusiones

Después del análisis de los aspectos que consideramos más importantes para nuestro estudio, podemos concluir con una definición propia de una institución electrónica que es la siguiente: *una institución electrónica* es un espacio abierto donde agentes autónomos y heterogéneos interactúan para lograr sus metas y su comportamiento está regulado por normas y reglas. De está comparación obtenemos los aspectos principales a considerar en el diseño de una institución electrónica los cuales son:

- Los agentes y los roles que desempeñan dentro de una institución.
- La estructura dialógica, es decir la ontología que manejarán (vocabulario) y todo lo necesario para lograr la comunicación e interacción entre los agentes.

Autor(es)	Normas
Noriega	Regulan el comportamiento de los agentes en lo que está permitido decir y lo que no está permitido.
Rocha y Oliveira	Verifican el ciclo de vida de la organización virtual.
Dignum	Regulan comportamiento de agentes y su desempeño en una institución de manera abstracta.

Cuadro 3.4: Manejo de Normas

- Las normas que regirán la conducta de los agentes considerando su característica principal, la autonomía.
- Se necesita un organismo o ente que sea el responsable de supervisar el cumplimiento de las normas y acuerdos, además de poder penalizar en caso de alguna infracción a las normas.
- Se necesita un organismo cuya función sea legislar nuevas normas, abolir las obsoletas y difundir normas modificadas.

Capítulo 4

Una Institución Electrónica Aumentada (IE+)

El esparcimiento del Internet en todas las áreas, ha logrado que cada vez más se piense en la forma de suplir ciertas funciones que los usuarios realizan día a día, esto nos lleva a la creación de nuevas formas de programar, a fin de aprovechar recursos de computo que no necesariamente tienen que estar en un mismo espacio físico. Organizaciones o individuos de diferentes partes del mundo hacen disponibles su información a través de páginas web para ser accedida por otras organizaciones o individuos. En este intercambio de información se pueden ir creando ciertos roles que se jugarán para llevar a cabo el intercambio de bienes y servicios, como se da en una sociedad humana.

En este capítulo se explicará a detalle el modelo que se propone de institución electrónica aumentada. Podemos decir que una IE+ consiste en el modelo original de IE más los elementos de supervisión y legislación de normas, que trabajos anteriores no han contemplado como elementos importantes en una IE. Debemos considerar que al trabajar con agentes autónomos y normativos, la posibilidad de violar una norma está latente aun cuando previamente el agente haya estado dispuesto a cumplir con ella, estos agentes son capaces de decidir, en base a sus metas y motivaciones, cuando adoptar y cumplir con las normas de la institución.

Ahora bien la definición de institución que nosotros manejaremos es la siguiente: *una institución electrónica aumentada (IE+) [13] es un espacio abierto donde agentes autónomos y heterogéneos pueden interactuar con el fin de obtener un servicio, y su comportamiento es regulado por normas en común que la misma institución impondrá y donde existen mecanismos para*

forzar el cumplimiento de estas normas.

4.1. Componentes de una IE+

Los aspectos principales a considerar en el diseño de una IE+ son los siguientes:

- Los agentes participantes en la institución.
- El rol que cada agente desempeña dentro de la institución.
- El marco dialógico, que incluye la ontología que manejan los agentes y todo lo necesario para lograr la comunicación e interacción entre ellos.
- Las escenas donde se llevará a cabo la interacción.
- Una estructura performativa, que no es más que la red de escenas que nos indica los caminos que un agente puede seguir dependiendo de su rol.
- Las normas que regirán la conducta de los agentes, tanto en el ámbito de los diálogos, como en el comportamiento de los mismos.
- Un defensor de normas, que será el encargado de supervisar que los agentes cumplan con las normas, este defensor estará facultado para recompensar o penalizar dependiendo del caso.
- Un organismo emisor de normas. Cuya función sea legislar y abolir las normas obsoletas, además de poder modificar las ya existentes. Este organismo también es el encargado de difundir cualquier cambio en las normas.

4.1.1. Agentes Normativos

Los *agentes* participan en una institución electrónica aumentada para satisfacer sus metas, ya sea para obtener un bien o un servicio e interaccionan mediante el intercambio de acciones comunicativas. Un agente es un sistema de computo que se encuentra situado en algún ambiente, y que es capaz de una acción autónoma en dicho ambiente con el fin de alcanzar sus objetivos de diseño [14]. Un agente normativo tiene los siguientes atributos:

Agente Normativo

Agente Autónomo
Normas: P Normas

Figura 4.1: Modelo de agente normativo

- Metas. El propósito por el cual fueron diseñados los agentes y lo que desean cumplir.
- Creencias. Los agentes se basan de ellas para tomar sus decisiones.
- Intenciones. Planes que los agentes tendrán para llevar a cabo sus metas.

Las características que un agente debe cumplir para poder participar en la institución normativa son las siguientes:

- Autonomía. Los agentes pueden operar por sí solos, sin la intervención de humanos o de otros agentes.
- Habilidad social. Los agentes son capaces de interactuar con otros agentes (incluyendo agentes humanos) a través de un lenguaje de comunicación entre agentes.
- Heterogeneidad, capacidad de interactuar con diferentes agentes que fueron diseñados por diferentes personas.
- Capacidad para reconocer autoridad y comunicarse con otros agentes.
- Racionalidad. Un agente debe ser capaz de razonar con normas, intentando cumplir sus objetivos, si es que son viables, de poder aceptar una norma o en su defecto decidir no cumplirla si esta afectará con sus metas, esto lo podemos ver en la figura 4.1.

4.1.2. Roles Normativos

Cualquier agente que participe en una institución electrónica aumentada debe desempeñar por lo menos un rol. Un rol es un patrón de comportamiento al cual se le asocia responsabilidades a cumplir mientras es miembro de una institución. Además de esto se asocian acciones de diálogo a los roles, es decir cada agente dependiendo a su rol sabe con quien puede entablar un diálogo y que puede decir, también al desempeñar un rol puede realizar cualquier acción que esté asociada al mismo.

Dicho esto, podemos comprender que los roles formen una parte muy importante en el momento de modelar una institución. Es importante resaltar que habrán algunos roles que serán mutuamente excluyentes. Por ejemplo en una casa de subastas un agente no puede tener el rol de subastador y comprador al mismo tiempo. Los roles especifican lo siguiente:

- Responsabilidades de un agente dado su papel a desempeñar en la institución.
- Permisos sobre recursos que pueden ser usados por el rol, y los límites de los recursos con los que puede operar.
- Las actividades de un rol son algunas acciones privadas que un rol puede desarrollar con otros agentes en una interacción.
- Protocolos, que determinan como pueden los agentes interactuar con otros agentes.

Las características de los roles son las que describimos a continuación:

- Un agente puede desempeñar varios roles al mismo tiempo en diferentes escenarios.
- Un rol puede ser jugado por varios agentes al mismo tiempo. Es decir pueden haber varios compradores en el mismo escenario.
- Hay roles que son excluyentes por eso se establece una política estática de separación de obligaciones, la cual indica que un agente que tenga un rol externo, quedará imposibilitado de desempeñar un rol interno o institucional.

- La identificación de los diferentes roles depende del tipo de normas que los agentes son responsables. Es decir un *legislador*, es el encargado de crear y abolir normas, un agente es un *defensor* si es el responsable de proporcionar penalizaciones y dar recompensas. Los agentes *destinatarios* son los agentes a quienes van dirigidas las normas y los agentes *beneficiarios* son los que posiblemente sus metas normativas salgan beneficiadas con el cumplimiento de las normas.

4.1.3. Marco dialógico

El marco dialógico es el contexto o marco de interacción entre agentes dentro de una institución. En él se especifican los actos comunicativos aceptables definiendo su ontología y el lenguaje común para la comunicación y representación del conocimiento. A través de estos marcos compartidos, los agentes heterogéneos pueden intercambiar conocimiento con otros agentes. En el caso más general, cada agente inmerso en un entorno multiagente, se dota con su propio lenguaje y ontología. Para permitir que agentes (heterogéneos) puedan interactuar entre sí deben de ponerse en relación sus ontologías y lenguajes. Podemos decir que los componentes de un marco dialógico son los que se muestran en la figura 4.3:

- Una ontología, es el vocabulario donde los agentes se basarán.
- El lenguaje, los agentes para poder comunicarse tienen que saber en que lenguaje lo harán.
- Los participantes, para saber quienes están involucrados en el diálogo.
- Los roles, para saber quienes estarán en comunicación.
- La estructura social para determinar como se encuentran relacionados los roles y que jerarquía tienen entre ellos.

4.1.4. Escenario

Un escenario es un lugar donde los grupos de agentes interaccionan mediante un protocolo de comunicación bien definido. Podemos decir que ninguna interacción entre agentes dentro de una institución tiene lugar fuera del contexto de un escenario. Una característica de los escenarios es que permiten

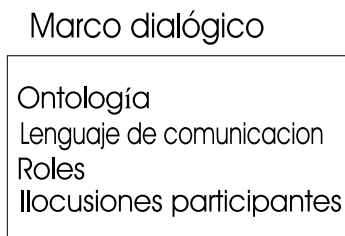


Figura 4.2: Marco dialógico

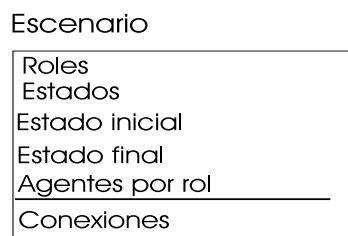


Figura 4.3: Componentes de un escenario

que los agentes entren y salgan en ciertos momentos puntuales (estados) del desarrollo de una conversación, es decir durante la ejecución nuevos agentes pueden unirse a la escena u otros participantes pueden abandonar el escenario definitivamente dependiendo de su rol. Características de los escenarios:

- El gráfico del escenario contiene un estado inicial.
- Un conjunto de estados finales, no conectados con otros estados.
- Para cada rol es definido un conjunto de accesos y estados de salida.
- El número máximo y mínimo de agentes permitidos por rol.

Los componentes principales de un escenario son:

- Roles. La lista de los roles que podrán participar en el escenario.
- Estructura dialógica. La estructura dialógica puede ser usada para la comunicación dentro de la escena.

- Estado Inicial. Indica el estado en el cuál inicia el escenario.
- Estado Final o finales. Indica el estado en el que concluye un escenario o las salidas alternas que pudiera tener.
- Estados. Indica el conjunto de estados que pertenecen y que forman el escenario.
- Agentes-por-rol. El número máximo y mínimo de agentes que podrían participar por rol.
- Conexiones. Son las transiciones de los estados de las escenas. Como se encuentran conectados los estados entre sí.

4.1.5. Estructura performativa

Los escenarios pueden estar conectados entre sí. Una estructura performativa no es más que una red de escenarios conexos que contiene las diferentes relaciones entre escenarios y las múltiples actividades que se desarrollan de forma simultánea dentro de cada escenario. La especificación de esta estructura también contiene la descripción de como los diferentes roles pueden moverse legalmente entre distintos escenarios. Además, los agentes que se encuentran dentro de una estructura performativa, pueden participar al mismo tiempo en varios escenarios con diferentes roles. Los componentes de una estructura performativa son:

- Los escenarios, tal y como se definen en la sección anterior, definidas por el nombre del escenario y su tipo.
- Las transiciones, que definen los caminos por los que un agente se puede mover de un escenario a otro dependiendo de la relación, esto es diseñado para mediar entre los distintos tipos de conexiones entre escenarios.
- Las conexiones de escenas a transiciones y de transiciones a escenas.
- Nombre de las escena inicial y final.

Se podría afirmar que mientras que un escenario modela una actividad de diálogo particular entre varios agentes, existen actividades mas complejas que pueden especificarse estableciendo relaciones entre los escenarios lo que nos permite las siguientes funciones:

- Capturar las dependencias causales entre escenarios (por ejemplo, un paciente no puede someterse a una operación si, previamente, no ha sido diagnosticado por su médico).
- Definir los mecanismos de sincronización implicados en los escenarios.
- Definir puntos de elección que permitan a los roles dejar un escenario (por ejemplo, si un agente que asiste a una conferencia, se espera que pueda optar por una o varias, charlas simultáneas).
- Establecer mecanismos de paralelismo implicados en los escenarios (por ejemplo, en una casa de subastas, se podrán tener varias subastas al mismo tiempo).
- Establecer la política de flujo de roles entre escenarios (por ejemplo, que caminos pueden seguir los roles que dejan un escenario y a que escenarios pueden dirigirse).

Los agentes se mueven entre instancias de escenarios (en ejecución) atravesando las transiciones que los conectan y siguiendo los arcos que conectan estos con los escenarios. Por lo tanto, la diferencia principal entre transiciones y el resto de escenarios es que las primeras pueden considerarse como una especie de enrutadores que contienen información local sobre las instancias de los escenarios que conecta.

Hay distintos tipos de transiciones y arcos cuya semántica restringirá la movilidad de los agentes entre las instancias de los escenarios de una estructura performativa. Las diferencias entre las transiciones residen en cómo permiten a los agentes moverse hacia otros escenarios. La transición se divide en dos partes: la *entrada*, donde se recibe al agente que proviene de uno de los arcos, y la *salida*, a través de la cual, el agente deja la transición hacia otro escenario. Por lo tanto, la clasificación de las distintas transiciones está basada en el comportamiento que estas exhiben en la entrada y la salida.

And/And : Estas transiciones establecen puntos de sincronización y paralelismo ya que los agentes están obligados a sincronizarse en su entrada para, posteriormente, seguir los arcos de salida en paralelo.

Or/Or : Estas transiciones se comportan de forma totalmente asíncrona en la entrada (los agentes no deben de esperar a ningún otro), y como puntos de selección en la salida (a los agentes se les permite por que arco deben salir).

And/Or : Estas transiciones son un híbrido de las anteriores. Por una parte, fuerzan a los agentes a sincronizarse en la entrada, y por otra, permiten a los agentes a hacer la elección del camino por el que quieren seguir.

Or/And : Otro híbrido. No se obliga a los agentes a sincronizarse en la entrada, pero están forzados a seguir todos los arcos de salida al mismo tiempo.

4.1.6. Reglas normativas

Las acciones de los agentes en el contexto de una institución pueden limitar o ampliar, posteriormente, su campo de acción. Tales consecuencias impondrán obligaciones a los agentes y afectarán sus posibles trayectorias dentro de una estructura performativa, para ello existen dos niveles de reglas en una estructura performativa los cuales son:

Intra-Escenario. Los protocolos de cada escenario rigen la vida de los agentes dentro del mismo. Qué se debe decir, quién debe hablar y a quién, y cuándo debe realizarse la comunicación.

Inter-Escenario. Las conexiones entre escenarios de la estructura performativa definen las posibles rutas que los agentes pueden seguir (dependiendo siempre de sus roles). Además, existen las restricciones adicionales de los arcos.

También, otras acciones locales al escenario pueden provocar consecuencias que restrinjan las rutas que un agente puede recorrer dentro de la estructura performativa porque afectan a la satisfacción (o no satisfacción) de las restricciones de las etiquetas de las rutas.

La utilización de las reglas normativas está motivada por la necesidad de la institución de inferir las obligaciones de los agentes, tanto como las consecuencias de las acciones locales de los agentes (dentro de los escenarios) que tienen efecto fuera de la visibilidad de los agentes.

4.1.7. Defensor de Cumplimiento

El defensor de cumplimiento es el encargado de vigilar que se cumplan con las normas establecidas por la institución, si hay alguna violación a las normas será el autorizado de poner la penalización correspondiente. Si el agente

cumplió con lo establecido entonces podrá en algunas ocasiones obtener una recompensa.

Como los agentes son normativos sus metas estan en constante movimiento y esto es lo que puede causar la inestabilidad en el cumplimiento de las normas ya establecidas es donde el defensor entra en función motivando a los agentes a cumplir con las normas. A la primera violación de un agente a una norma el defensor enviará una alerta y sí el agente insiste en seguir infringiendo las normas será sancionado. Las características de un defensor son:

- Sus roles son institucionales, es decir ningún agente externo a la institución podrá desempeñar algún cargo de defensor.
- También tiene obligaciones lo que significa que deben ser capaces de razonar con normas.
- Es el único autorizado para penalizar o recompensar a un agente.

El defensor detectará alguna infracción a la norma cuando un agente en alguna escena no cumpla con lo estipulado en el protocolo. Podría existir un defensor por escena dependiendo de las necesidades.

4.1.8. Organismo legislador

Como ya sabemos los medios ambientes están en continuo movimiento, es por eso que el organismo legislador será el encargado de legislar nuevas normas y modificar algunas que pudieran surgir dependiendo de las necesidades, además de abolir algunas normas que pudieran estar fuera de contexto, este organismo también es el encargado de difundir cualquier modificación a las normas existentes para que los agentes tanto destinatarios como defensores tengan conocimiento de las normas que están en vigencia y puedan decidir cumplirlas o no. De una manera gráfica podemos ver en la figura 4.4 los componentes principales de este organismo.

Las características de un legislador son:

- Sus roles son institucionales, es decir ningún agente externo a la institución podrá desempeñar algún cargo de legislador.
- Tiene obligaciones lo que significa que deben ser capaces de razonar con normas.

Legislación de normas

Legislador: P agentes normativos
Nuevas y obsoletas normas: P normas
Difusión de normas: P agente normativo
Abolición de normas: P agente normativo

Figura 4.4: Organismo legislador

- Es el único autorizado para crear, modificar y abolir una norma.

4.1.9. Normas generales

Como ya habíamos mencionado anteriormente una *norma* es un mecanismo que la sociedad usa para influenciar el comportamiento de los agentes. Una norma puede ser creada de diferentes recursos, es decir ya sea de simples acuerdos entre agentes o un sistema legal [8], una norma nos dice lo que está permitido y lo que está prohibido hacer. La estructura gráfica de una norma es la misma que la presentada en la sección 3.5 en la figura 5.11.

- *Conjunto de Destinatarios*. Son los agentes para los que fueron diseñadas las normas.
- *Conjunto de Beneficiarios*. Agentes que podrían beneficiarse con la aplicación de las normas, este conjunto puede ser vacío.
- *Metas normativas*. Son las metas por las que fueron creadas y que deben cumplir las normas en la institución.
- *Contexto*. Indica en que momento debe activarse una norma.
- *Excepciones*. Es una activación en la que el agente no está obligado a cumplir con la norma.
- *Recompensas*. Algunas veces cuando un agente cumple con una norma puede haber alguna recompensa para él.

- *Penalización.* Cuando un agente no cumple con la norma se hará acreedor a una penalización, por parte del defensor de cumplimiento.

4.2. Aplicaciones

Las aplicaciones de una institución electrónica son muchas, se pueden usar en la parte comercial es decir para intercambio de bienes, al igual que se pueden utilizar para proporcionar servicios sin ningún fin lucrativo como en la salud, etc. Hay tres dominios en los cuales se han utilizado hasta el momento las instituciones electrónicas:

- Fish Market. Es una casa de subastas de pescado donde tanto agentes de software como humanos pueden interactuar para comprar o vender lonjas de pescado.
- COMRIS. Centro de Conferencias. Es un espacio donde se lleva a cabo intercambio de información, donde los agentes con diferentes intereses estarán interactuando en el espacio virtual.
- CARREL. Es un centro dedicado a la donación de órganos, es creado para ayudar el problema de escases de donadores de órganos, en esta institución se pueden registrar tanto donadores como receptores en espera de un transplante.

4.3. Ejemplos de instituciones electrónicas

En esta sección presentaremos dos ejemplos de instituciones electrónicas diseñadas con el modelo original presentado por Noriega en [9], estas serán diseñadas únicamente en la herramienta ISLANDER, con el objetivo de tratar de encontrar aspectos que la herramienta no considera como son los componentes normativos.

4.3.1. Fish Market (Casa de subastas)

El proyecto Fish Market [6] está basado en las convenciones de subastas usadas para la venta de “Lonjas de Pescado” en un mercado de Cataluña, España. A partir de esas prácticas tradicionales, se ha propuesto la creación de instituciones electrónicas que permiten realizar subastas en línea.

En el Fish Market es posible, que tanto agentes de software como personas, participen ya sea como compradores o vendedores en subastas en línea (vía Internet o una Intranet); y que lo hagan bajo condiciones de equidad, transparencia y vivacidad comparables (o mejores) que las de las casas de subastas tradicionales. Explicaremos de una manera gráfica cada uno de los componentes del Fish Market diseñándolos en la herramienta ISLANDER que soporta la especificación de una institución electrónica.

- Estructura performativa. En la figura 4.5 podemos ver gráficamente como se estructura la red de escenas y los diferentes caminos que un agente puede seguir dependiendo de su rol.

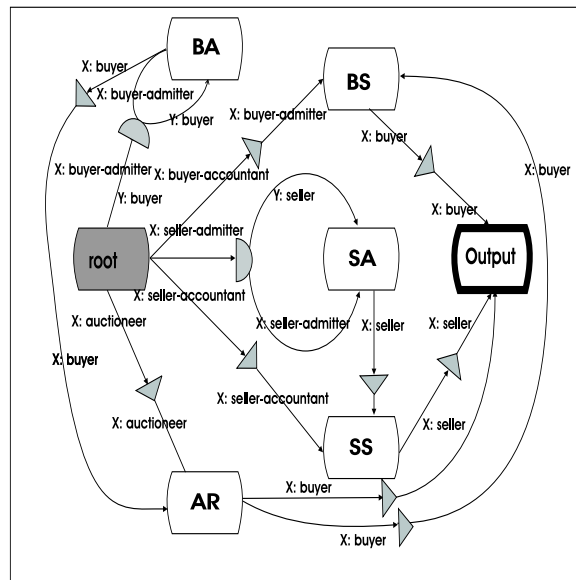


Figura 4.5: Estructura Performativa Fish Market

La escena inicial es un rectángulo sombreado y la escena final es un rectángulo cuyo contorno es mas grueso que las demás escenas. Las escenas que podemos ver son:

- AR. Escena de *admisión de vendedores*, en ella se registran todos los agentes que deseen vender su producto.
- BA. Escena de *admisión de compradores*, en ella se registran todos los agentes que deseen comprar un producto.

- SA. Escena *principal*, en ella se llevará a cabo las subastas de productos, entre los compradores.
- SS. En esta escena el vendedor obtendrá el pago por su producto.
- BS. Esta es la escena donde los compradores deberán pagar por el producto obtenido.

En el Fish Market se encuentran dos tipos de roles para agentes: internos y externos, los roles externos son:

- *Buyer(comprador)*, es el agente que ingresa a la institución con el objetivo de participar en la subasta y comprar.
- *Seller (vendedor)*, es el agente que ingresa a la institución con el objetivo de vender su producto.

Los roles institucionales o internos son los siguientes:

- *Buyer-Admitter* (Registrador de compradores), este agente es el encargado de registrar a los agentes que llegan a comprar a la casa de subastas.
 - *Seller-Admitter* (Registrador de vendedores), este agente es el encargado de registrar a los agentes que llegan a vender sus productos.
 - *Auctioneer* (Subastador), es el encargado de dirigir las subastas y asignar el producto al comprador.
 - *Buyer-Accountant* (Admon. de acuerdos de compras), este agente es el encargado de realizar los acuerdos con los compradores que adquirieron el bien.
 - *Seller-Accountant* (Admon. de acuerdos de ventas), este agente es el encargado de realizar los acuerdos con los vendedores y realizar el pago del producto.
- La escena de admisión del Fish Market se puede observar de una manera gráfica en la figura 4.6, en ella se muestran los estados tanto inicial como final y todos los estados pertenecientes a esta escena, es decir cada estado de una escena es un diálogo permitido para que los agentes puedan interactuar, se especifican los roles que están permitidos en

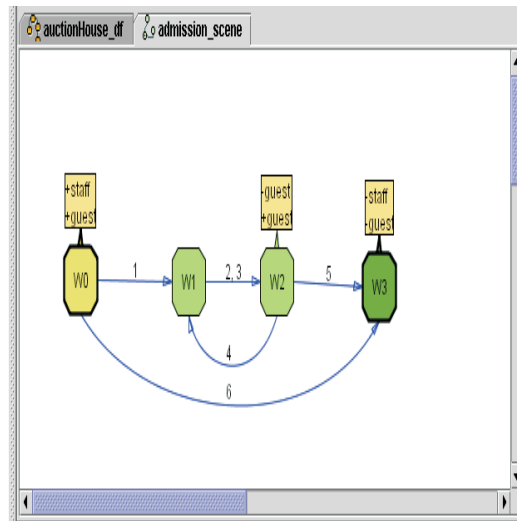


Figura 4.6: Estructura gráfica de la escena de admisión

ella. Expresado en estados el vendedor hace una solicitud de registro a la institución del estado W0 al estado W1, del estado W1 al W2 el admisor o staff le indica si puede ingresar, o no y por eso en el estado W2 es un estado de salida por si no se le permite el acceso al agente por ahí sale de la escena, si es aceptado se lleva a cabo su registro y del estado W2 al W3 se le confirma su registro y se le entrega su clave de identificación, y sale de la escena por el estado W3, este proceso se repite las veces que sean necesarias para registrar agentes.

- Las figuras 4.7 y 4.8 muestra el marco dialógico y las relaciones que mantienen los roles. En el caso del Fish Market hay roles que agentes externos no podrán desempeñar porque son los roles institucionales, para eso se establece una relación llamada (ssd) que significa política estática de separación de funciones, es decir con está relación se impide que haya conflictos al asignar los roles. Esto lo podemos ver en la figura 4.7 que muestra que un subastador no puede ser un comprador en la misma escena.

La figura 4.7 muestra el panel de inspección en ISLANDER para la estructura dialógica, este panel especifica el nombre de la estructura dialógica, la ontología a manejar, el lenguaje de contenido y las ilocu-

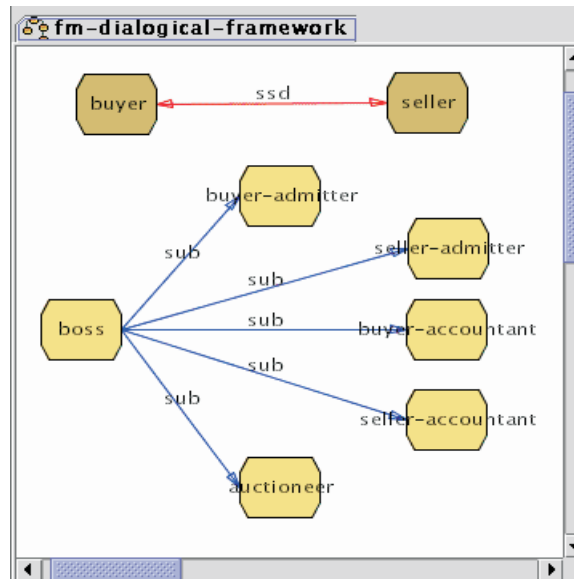


Figura 4.7: Estructura gráfica del marco dialógico

ciones permitidas en los agentes dependiendo de su rol.

4.3.2. CARREL

Otro ejemplo que veremos es la institución denominada Carrel [4]. Carrel es una institución mediada por agentes que fue diseñada para la distribución de órganos humanos para transplantes. La idea es proporcionar toda la información necesaria de los diferentes bancos de órganos dentro de Carrel, los agentes que representan a los diferentes hospitales pueden ingresar a la institución y negociar por las necesidades de órganos que tengan en su hospital. Estos agentes tienen que aceptar las normas de negociación que Carrel impone.

En el sistema Carrel, la interacción entre los agentes y la institución se estructura de la siguiente manera:

- Estructura performativa vista en la figura 4.9, muestra la relación entre las diferentes escenas y las diferentes conexiones que hay entre ellas.

Hay cuatro escenas principales que son:

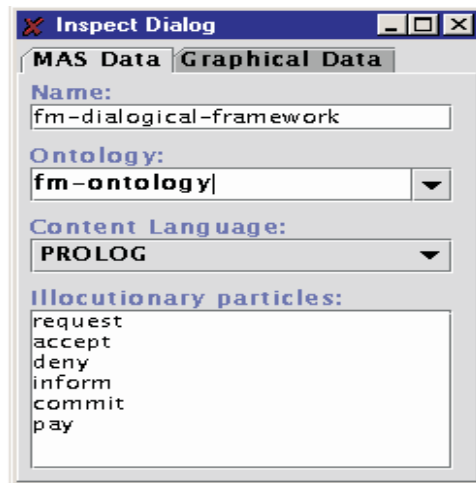


Figura 4.8: Estructura gráfica del marco dialógico

- *Cuarto de recepción*, donde todos los agentes externos en este caso los buscadores de hospitales deben registrarse y presentar sus solicitudes de órganos y tejidos para que puedan ser atendidos.
 - *Cuarto de intercambio*, donde los agentes presentan sus necesidades de piezas, acá inicia la negociación con la institución para la asignación de las piezas.
 - *Cuarto de confirmación*, las asignaciones provisionales realizadas en el cuarto de intercambio son confirmadas o canceladas por la llegada de peticiones con mayor prioridad, si son confirmadas se planea la entrega de la pieza o piezas.
 - *Cuarto de consulta*, en este cuarto los agentes informan a la institución de la distribución de las piezas, el banco de tejidos informa de la disponibilidad de piezas para tener un mejor control de ellas, y los agentes externos pueden ver que órganos están disponibles.
- En Carrel podemos identificar dos tipos de roles internos y externos. Los roles externos son :
- *Agente buscador de hospital* (Buscador), estos son los agentes que los hospitales envían a Carrel en busca de piezas que necesiten para transplantes.

- *Agente consultor de hospital (Hospital)*, son agentes enviados por los hospitales para checar el estado de Carrel, es decir la disponibilidad de piezas, y estos pueden tambien consultar en un base de datos.
- *Agente notificador (Notificador)*, estos agentes son enviados del banco de tejidos para informar a Carrel de la disponibilidad de las piezas.

En Carrel los roles institucionales o internos son los que estarán a cargo de cada una de las escenas:

- *Administrador del cuarto de recepción (Administrador)*, es el encargado de registrar a los agentes nuevos en la institución.
- *Administrador del cuarto de intercambio (Repartidor)*, es el encargado de supervisar a los agentes en el intercambio de órganos o tejidos.
- *Administrador del cuarto de confirmación (Confirmador)*, es el encargado de notificar si se llevará a cabo la entrega de la pieza.
- *Administrador del cuarto de consulta (Consultor)*, es el encargado de supervisar las consultas que los agentes realizan a la base de datos.

La escena del cuarto de recepción de Carrel se puede observar de una manera en la figura 4.10, en ella se muestran los estados tanto inicial como final y también se especifican los roles que están permitidos en ella y las ilocuciones que entre agentes pueden tener, esto se representa mediante cada uno de los estados. En esta escena tanto el buscador de hospital, como el consultor y notificador deben registrarse para poder participar en la institución y realizan su solicitud del estado W0 al estado W1, del estado W1 al estado W2 se les informa si su solicitud ha sido aceptada y si pueden ingresar, sino es aceptada sale de la escena por el estado W2, y si si son aceptados de W2 a W3 se les hace su registro y se les entrega su clave para accesar y salen de la escena por el estado W3.

Las relaciones entre los roles las podemos ver en la figura 4.11 hay roles que son excluyentes por eso se establece una política estática de separación de obligaciones (ssd), la cual indica que un agente que tenga

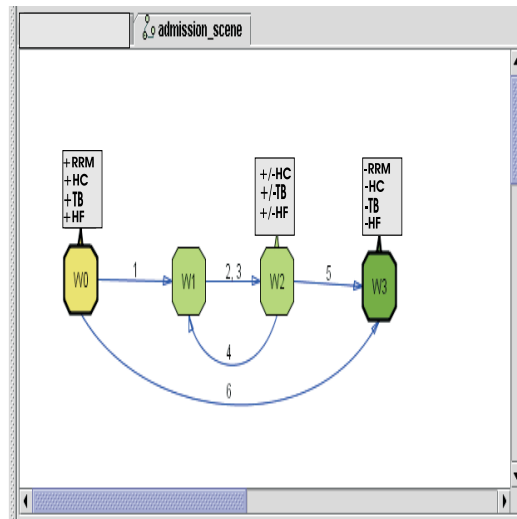


Figura 4.10: Estructura gráfica de la escena de admisión de Carrel

un rol externo, quedará imposibilitado de desempeñar un rol interno o institucional. Hay roles que provienen de una relación de herencia en este caso se representa con la relación (sub).

En Carrel las normas se manejan en dos tipos de niveles: *Inter-hospital* y *Intra-hospital*, esto es:

- Inter-hospital, en este nivel la institución se asegura que todos los agentes que ingresen sigan el comportamiento que las normas dictan, provee un monitoreo externo que todos los acuerdos se lleven a cabo como fueron pactados.
- Intra-hospital, son las normas que los agentes deben de seguir cuando ya pertenecen a la institución y dependiendo de su rol podrán seguir ciertos caminos o rutas de acceso.

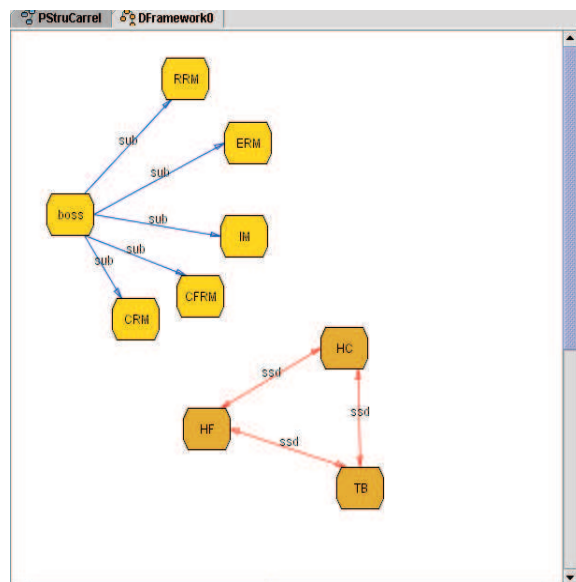


Figura 4.11: Marco dialógico de Carrel

Capítulo 5

MIJAN Aplicación de una (IE+)

5.1. Descripción del problema

El proyecto MIJAN es un prototipo de institución electrónica aumentada IE+, cuyo objetivo es el de realizar el proceso de inscripción de los alumnos en una universidad de manera más fácil y automática. Los servicios que “Mijan” ofrece a los usuarios son los siguientes: registro de alumnos, registro de cursos, consulta de cursos, cuenta con una área donde los agentes pueden inscribirse al nuevo ciclo escolar a través de un proceso de subasta de lugares en un curso, este servicio se le denomina casa de inscripción, otro servicio ofrecido por “Mijan” es el proceso de confirmación donde los alumnos ganadores de los cursos ofertados podrán pasar a confirmar que se quedarán con el curso y este a su vez sea registrado en su carga académica. El proceso normal de inscripción se dá de la siguiente manera: los alumnos tienen que llevar a cabo el proceso de llenado del formato de inscripción para cada periodo escolar, en este formato ponen los cursos que desean llevar con el horario deseado, este llenado depende del grado en el que el alumno se encuentre, los créditos que lleve y la retícula de cursos que es proporcionada al alumno dependiendo de la carrera a cursar. Se realiza una publicación de listas por carrera que contienen los nombres de los alumnos, estas listas son ordenadas conforme al promedio obtenido por los alumnos de mayor a menor. Por otro lado los cursos ofrecidos tienen un cupo límite, los que ya hayan completado su cupo se les notifica a los alumnos a través de mamparas o carteles donde se indican

los cursos cerrados, por sí alguno de ellos tenía considerado llevar uno de esos cursos pueda quitarlo de su formato.

El problema detectado en este proceso de inscripción es la pérdida de tiempo de los alumnos; ellos no tienen conocimiento pleno de lo que está pasando en el proceso de inscripción y pueden estar horas esperando su turno para que llegado el momento de inscribirse no encuentren los cursos deseados abiertos. Por otra parte se necesita mucha gente en este proceso de inscripción del área administrativa de la universidad y es bastante tedioso para las personas responsables del proceso por las largas colas de alumnos que tienen que atender en un día. Lo que se desea hacer con “Mijan” es automatizar todo este proceso a través de una institución electrónica aumentada (IE+) mediada por agentes, donde cada alumno estará representado por un agente que él mismo alumno programará con ciertas estrategias para que pueda representarlo en la inscripción. El agente participará en la subasta de lugares de un curso, el podrá ofertar para quedarse con un lugar a través de su promedio, los alumnos de mejor promedio tendrán la posibilidad de quedarse primero con lugares y de poder inscribirse primero, es decir todos los participantes en la institución serán agentes que representan los intereses de los diferentes participantes en la inscripción.

5.2. Primer acercamiento

Siguiendo la metodología plantada por instituciones electrónicas, podemos realizar un primer acercamiento al problema, esquematizando cada paso del proceso normal de inscripción presentado en la figura 5.1, como un lugar donde los participantes podrán interactuar en la institución.

Cada área en la institución tendrá un responsable quien es el que coordinará todo el proceso y la interacción entre los participantes. Aparte de los responsables de cada área hay un coordinador general que es el director de la institución quien podrá tener conocimiento de lo que está sucediendo en la institución, el departamento de administración escolar (DAE) es el encargado de distribuir las responsabilidades a los coordinadores de áreas y el supervisor de áreas vigilará el comportamiento de los participantes en las mismas. El proceso de inscripción se da con la subasta de lugares en un curso, el tipo de subasta que se usa en este proceso es la japonesa, por considerar que es la que más se apega a las necesidades de la institución. En este proceso los participantes a inscribirse ofertarán para quedarse con un lugar en el curso;

la moneda de intercambio en este caso no es dinero, sino el promedio de cada uno de los alumnos, es decir mientras más alto sea el promedio de un alumno más posibilidades tendrá de quedarse con un lugar en un curso. Los cursos que serán subastados deben ser registrados previamente, cada curso tiene un cupo máximo y una vez llenado el cupo el curso se cerrará.

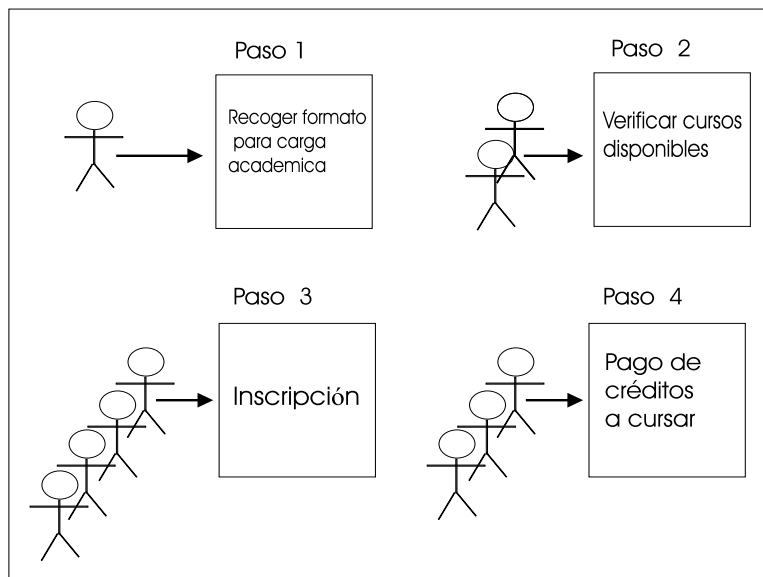


Figura 5.1: Proceso informal

Usando los elementos del proceso normal de inscripción podemos describir el proceso computacional de la siguiente manera: el alumno debe llegar a la institución y registrarse proporcionando su nombre, matrícula y carrera. Una vez que el alumno se haya registrado podrá consultar la lista de alumnos ordenada por promedio, los cursos que van a ser subastados, así como llenar el formato de carga académica y pasar al área de subastas. En el área de subastas habrá un agente encargado para llevar a cabo este proceso, él es quien indicará a los alumnos ganadores de lugares en un curso. Una vez que el alumno haya ganado un lugar debe pasar a confirmar que se quedará con el curso ya que la asignación que se realizó anteriormente es temporal, y con esta confirmación se le entrega la clave para ir a pagar al banco, después de este proceso el alumno puede abandonar la institución.

5.3. Diseño como un sistema basado en agentes

Ahora usando los elementos del proceso normal de inscripción podemos realizar un modelo más formal del proyecto “Mijan” y para ello es importante identificar algunos elementos importantes, los intereses de los alumnos son representados por el agente que tomará el rol de alumno al ingresar a la institución, los agentes que representan a la DAE podrán tomar cualquiera de los siguientes roles dependiendo de donde interactuarán : subastador, defensor, consultor, confirmador, admisor de cursos, admisor de alumnos, etc. Una área será una escena dentro de la institución, un rol es todo papel que un agente tomará en su paso por la institución. Formalizando el proceso de inscripción se daría de la siguiente manera: el alumno debe llegar a la institución y registrarse proporcionando su nombre, matrícula y carrera. Una vez que el alumno se haya registrado podrá consultar la lista ordenada de alumnos por promedio, los cursos que van a ser subastados, así como llenar el formato de carga académica y pasar al área de subastas. En el área de subastas habrá un agente encargado para llevar a cabo este proceso, él es quien indicará a los alumnos ganadores de lugares en un curso. Una vez que el alumno haya ganado un lugar debe pasar a confirmar que se quedará con el curso, y de ahí le darán la clave para que posteriormente pague en el banco los derechos correspondientes al mismo. Cuando el alumno haya confirmado podrá abandonar la institución. A continuación se describirán cada uno de los componentes de manera más detallada.

5.3.1. Agentes normativos y sus roles

Los roles internos que pueden ser identificados en “Mijan” fácilmente y que únicamente el agente o agentes que representan a la DAE pueden tomar en su ingreso a la institución son los siguientes:

- *Admisor de alumnos (Admisor alumno)*: Este agente es el responsable de llevar a cabo el proceso de registro de los alumnos que participarán en la subasta de lugares en los cursos e ingresará a la institución.
- *Consultor (Consultor)*: El consultor es el responsable de proporcionar información sobre los cursos que serán subastados, proporcionar las

listas de alumnos para consulta, así como el formato para llenado de carga académica.

- *Subastador (Subastador)*: Este agente es el responsable de la subasta de lugares en un curso, así como de notificar a los alumnos que fueron ganadores que pueden pasar a realizar su confirmación de curso.
- *Confirmador (Confirmador)*: El confirmador es el encargado de registrar en la base de datos los cursos que los alumnos llevarán en ese periodo escolar, además de entregarles la clave con la cual podrán pasar a pagar al banco el derecho al curso.
- *Admisor de cursos (Admisor curso)*: Este agente es el encargado de recibir los cursos que el secretario académico registrará y que serán utilizados en la subasta, además de ser el responsable de registrar en la base de datos de la DAE los cursos que serán subastados.
- *Legislador de normas (Legislador)*: Será el encargado de emitir las normas que regirán la IE+, además de legislar y abolir las normas que ya no correspondan al contexto actual, y cuando una norma sea creada, modificada o abolida será el encargado de difundir la nueva norma. Este agente tendrá conocimiento pleno de lo que está sucediendo en la institución y el medio ambiente.
- *Defensor de normas (Defensor)*: Los participantes en la institución son agentes normativos por lo tanto ellos pueden decidir aceptar una norma o no, el rol de defensor de normas será el encargado de vigilar el cumplimiento de ellas, y estará facultado para penalizar si hubiera alguna falta por algún agente a las normas, este rol debe de tener conocimiento pleno de las normas y estar al pendiente del contexto para cualquier activación de las mismas.

Ahora describiremos los roles externos identificados en “Mijan”:

- *Director (Director)*: El director podrá tener un panorama general de la institución, pero no participa en ella de manera directa, es decir el puede entrar y salir en el momento que lo desee únicamente para tener conocimiento de lo que esta sucediendo en ella, podrá realizar consultas si así lo desea.

- *Secretario Académico (secretrario)*: El secretario académico es el encargado de proporcionar las cursos que se subastarán entre los alumnos, el tiene que registrarlos previamente para que esten listos en el momento que se requieran, y podrá realizar consultas también si así lo desea.
- *Alumno (Alumno)*: Este rol será desempeñado por el agente que representa los intereses del alumno, él puede realizar consultas para tener conocimiento de los cursos que serán subastados, además de estar facultado para poder ofertar por un lugar en el curso en el momento de la subasta. Un alumno se considera a todo agente que pueda hacer constar que tiene matrícula y pertenece a la universidad.

En la figura 5.2 se muestran las relaciones de los agentes con sus roles en “Mijan”. Las flechas continuas indican el flujo de información entre los los agentes, las flechas discontinuas indican a quien pertenece cada uno de los agentes. Los óvalos indican cada uno de los agentes y sus roles, el rectángulo relleno representa a la base de datos de la DAE, el rectángulo vacío indica la interfaz de la institución con el usuario que la administrará. El alumno, secretario académico, director y DAE se representan como actores. La relación que se tiene entre agentes es la siguiente: el agente defensor es quien coordina a los agentes institucionales en sus actividades, es decir ellos tienen la obligación de estar en comunicación con él en todo momento y reportar actividades, además de que el supervisará que cada uno cumpla con las normas. El agente alumno está en relación directa con el admisor de alumnos porque a él le proporciona toda la información necesaria para poder ser registrado, además de estar también en la relación con el consultor al realizar consultas, y con el subastador al ofertar por un lugar de un curso, si es ganador en la subasta también tendrá relación con el confirmador. El admisor de alumnos tiene relación con el consultor y el subastador, para pasar información de los alumnos registrados, el secretario académico proporciona información al admisor de cursos, para registrar los cursos que serán subastados, la relación directa que mantiene el admisor de cursos es con el subastador y con el consultor proporcionando información de los cursos, a su vez el consultor tiene relación directa con el administrador de base de datos para verificar y proporcionar información. El subastador obtiene información del admisor de cursos y el admisor de alumnos para llevar a cabo la subasta, además de proporcionar información al administrador de base de datos, el agente confirmador obtiene información del subastador para poder realizar la confirmación del

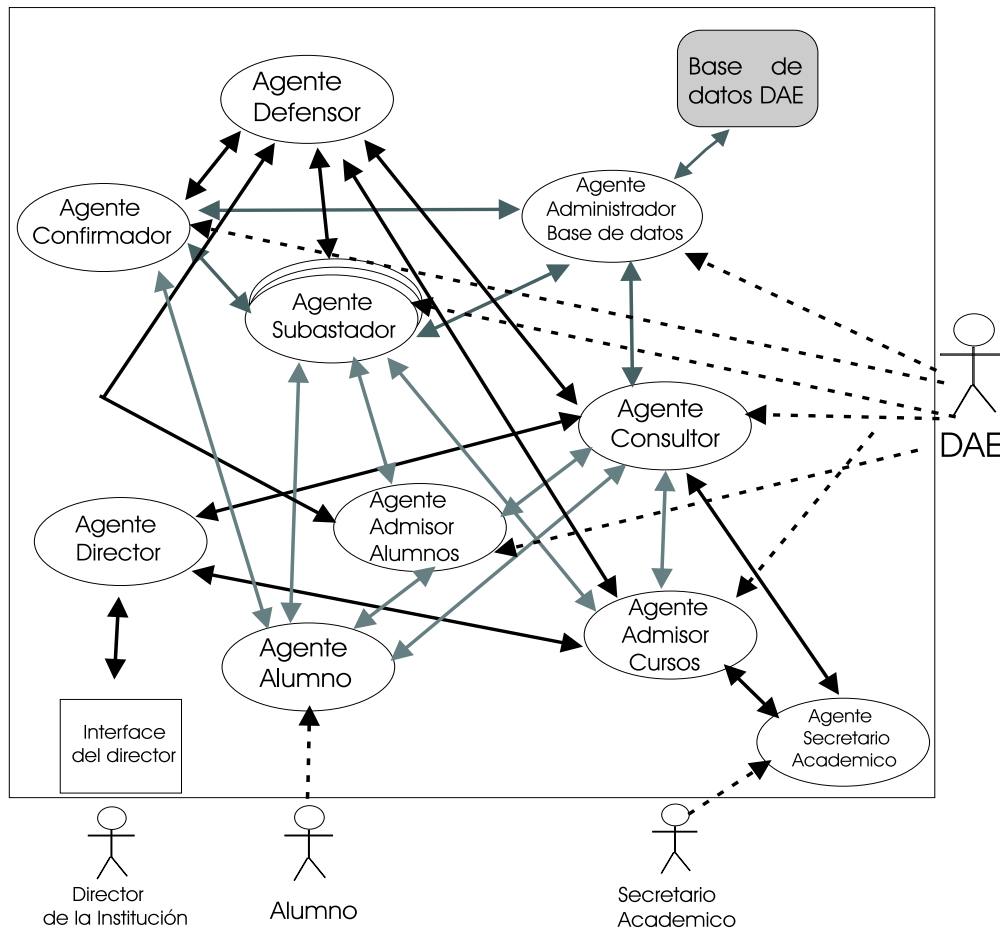


Figura 5.2: Relación de roles en Mijan

curso al alumno y al mismo tiempo proporciona información al administrador de base de datos, por último se agrega un agente *Administrador de la base de datos*, que es un agente especializado en el control y manejo de la base de datos de la DAE, que contiene toda la información de los alumnos y los cursos que estarán en la subasta.

5.3.2. Estructura performativa

La estructura performativa de “Mijan” está formada por las siguientes escenas: registro de alumnos, registro de cursos, consulta de cursos, confirmación del curso y casa de inscripción. Estas escenas las podemos ver de manera gráfica en la figura 5.3. En la escena de registro de alumnos, los alumnos que desean participar en la institución se registran ante el admisor para poder participar en la subasta de cursos, en la escena de registro de cursos es donde el secretario académico podrá registrar todos los cursos que participarán en la subasta. Dentro de la escena de casa de inscripción se lleva a cabo la subasta de cursos, en ella los alumnos podrán ofertar por un lugar en un curso, una vez que el alumno ha obtenido un curso pasa a la escena donde se lleva a cabo la confirmación del curso, ya que en la subasta la asignación es temporal, por último la escena de consulta proporciona un panorama general de lo que está sucediendo en la casa de inscripción, en ella los alumnos pueden observar qué cursos serán subastados. A parte del alumno, el secretario académico y el director también pueden ingresar a esta escena y consultar algún curso. A continuación se dará una explicación de lo que sucede dentro de cada una de las escenas:

- En el *registro de alumnos* se dan los siguientes pasos:

Paso 1 El alumno debe identificarse proporcionando su matrícula, nombre y carrera ante el admisor de alumnos.

Paso 2 El admisor verificará que los datos estén correctos y notificará al alumno si fué aceptado en la institución o si fue denegada su solicitud.

Paso 3 Se repiten los pasos 1 y 2 hasta que ya no haya más alumnos que deseen ingresar.

En la figura 5.4 podemos ver la estructura de la escena de registro de alumnos en Islander, el estado Entrada es un estado de acceso a los

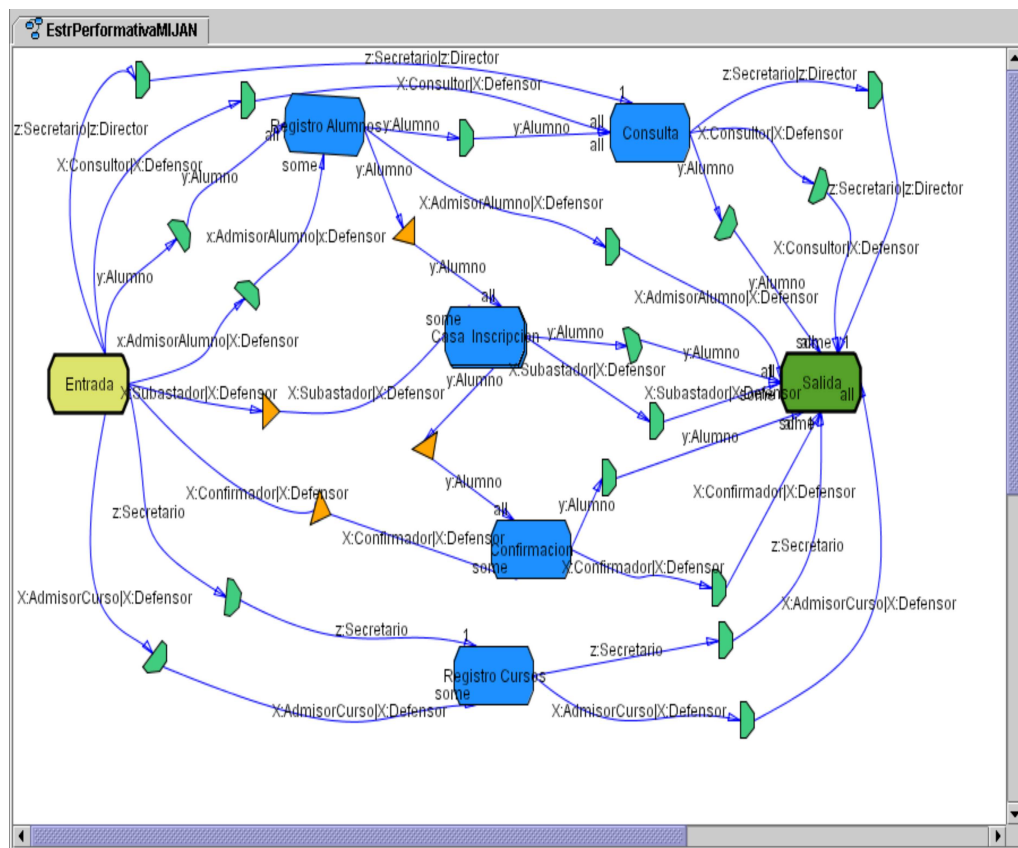


Figura 5.3: Estructura performativa de Mijan

agentes, tanto el alumno como el admisor de alumnos y el defensor pueden ingresar por ese estado, del estado Entrada al estado W1 el alumno realiza una solicitud de admisión, proporcionando su matrícula, nombre, carrera. Del estado W1 al estado W2 el admisor indica si la solicitud de admisión fue aceptada o denegada, si fue denegada el alumno abandonará la escena en el estado W2, si fue aceptado podrá pasar a la institución para participar en la subasta, por el estado de Salida solo podrán pasar los alumnos que fueron registrados, ahora bien de la Salida a la Entrada existe una conexión para realizar el mismo proceso de registro en forma cíclica.

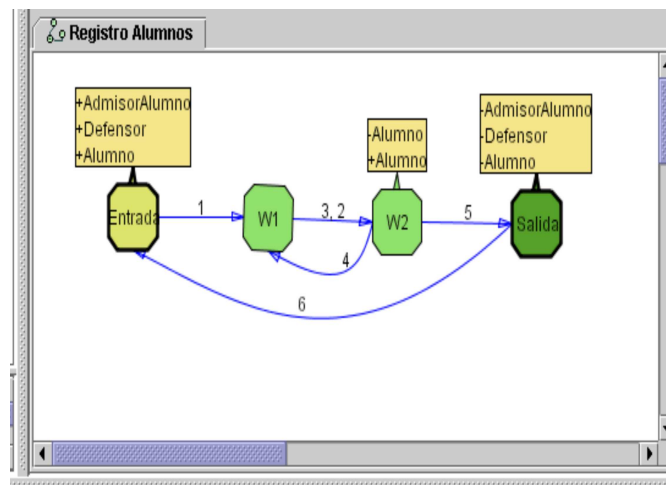


Figura 5.4: Escena de registro de alumnos

- La descripción de la escena de *registro de cursos* es la siguiente:

Paso 1 El secretario académico realiza una solicitud para registrar los cursos que participarán en la subasta.

Paso 2 El admisor de cursos realiza el registro de los mismos y confirma al secretario académico, que su solicitud fue aceptada y el registro se llevó a cabo con éxito.

Paso 3 Se repiten los pasos 1 y 2 hasta que no haya más cursos que registrar.

En la figura 5.5 podemos apreciar de manera gráfica lo que ocurre dentro de esta escena; el admisor de cursos, el secretario académico y el defensor ingresan a la escena por el estado de Entrada, ahora bien del estado Entrada a W1 el secretario académico realiza una solicitud de registro de cursos, de W1 a W2 el admisor de cursos confirma que la solicitud fue aceptada y los cursos han sido registrados, el secretario académico cuando haya registrado los cursos puede salir de la escena por el estado de Salida que es por donde el defensor y el admisor también saldrán.

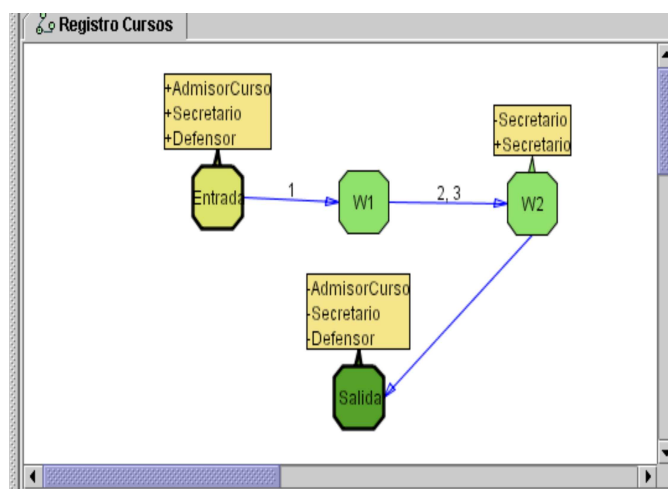


Figura 5.5: Escena de registro de cursos

- Los pasos de la escena de *consulta* son los siguientes:

Paso 1 El alumno, secretario académico o director realizan una solicitud de consulta.

Paso 2 El consultor puede aceptar su solicitud o denegarla, y envía una respuesta.

Paso 3 Si fue aceptada la solicitud el consultor envía la información del promedio y la posición en la que se encuentra el alumno en la lista de promedio.

Paso 4 El alumno, secretario académico o director solicitan información de los cursos a subastar.

Paso 5 El consultor envía la información solicitada del curso.

Paso 6 Se repiten los pasos 1,2,3 hasta que ya no desee otra consulta.

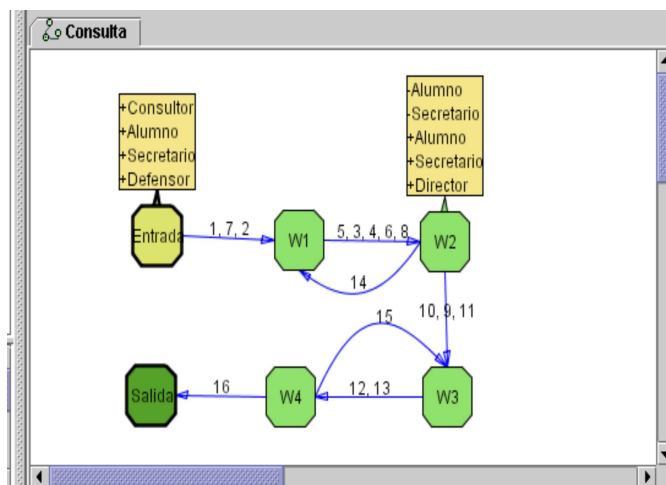


Figura 5.6: Escena de consulta

Este proceso expresado en estados lo podemos apreciar más claramente en la figura 5.6, que nos muestra que en el estado de Entrada los agentes alumno, defensor, secretario académico, director y consultor ingresan a la escena por el estado Entrada; de la Entrada a W1 el alumno realiza una solicitud de información sobre la posición que ocupa en las listas de promedio de la universidad, del estado W1 al estado W2 el consultor informa si su solicitud ha sido aceptada o denegada, y si fue aceptada se le entrega la información solicitada, del estado W2 al estado W3 tanto el secretario académico, director y alumno deben indicar el curso que desean consultar proporcionando la clave del curso y el nombre del mismo, de W2 a W3 el consultor envía la información del curso solicitado, de W3 a W4 confirman que recibieron la información y pueden seguir consultando las veces que deseen, y de ahí pueden salir de la escena de consulta por el estado Salida.

- La descripción paso a paso de la *casa de inscripción* se ve en la figura 5.7 y es la siguiente:

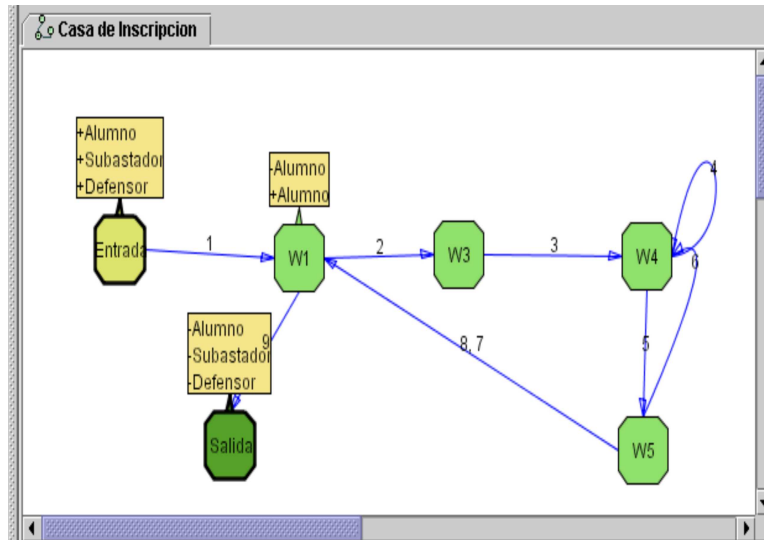


Figura 5.7: Escena casa de inscripción

- Paso 1** El subastador elige el curso del conjunto cursos que le fue proporcionado por el admisor de cursos.
- Paso 2** El subastador anuncia la apertura de la casa de inscripción, y posteriormente anuncia el inicio de la ronda de subastas, y comienza ofreciendo el curso a todos los participantes en la institución.
- Paso 3** El subastador analiza todas las ofertas y elige a los ganadores tomando como referencia los promedios más altos hasta completar el cupo del curso.
- Paso 4** Se repite el paso 1 y 2 hasta agotar todos los cursos a subastar.

Ahora bien todo este proceso expresado en estados se puede ver de la siguiente manera: en el estado Entrada los agentes defensor, subastador y alumno ingresan a la escena, del estado Entrada a W1 el subastador informa a los presentes el inicio a la subasta, el estado W1 es un estado de salida ya que el alumno podría ingresar o no a la casa de inscripción dependiendo del cupo, porque hay un número máximo de alumnos permitidos en esta escena. Del estado W1 al W2 el subastador anuncia el inicio de la ronda de subastas mostrando el curso que será subastado, de W2 a W3 el subastador ofrece a todos los alumnos presentes el curso

a subastar y el promedio que se pide en ese momento, en el estado W3 el subastador recibe todas las ofertas que los alumnos realizan y hay un timer del estado W3 a W4 para poder dar la resolución de quienes son los ganadores. De W4 a W1 el subastador informa a todos que se retira de oferta el curso y notifica quienes son los ganadores de lugares proporcionando la matrícula de ellos, y se inicia nuevamente la ronda de subastas por otro curso. El estado final de la escena es la Salida, el agente defensor estará vigilando que se cumplan con las normas en este proceso de subasta.

- La escena de *confirmación* la describen los siguientes pasos:

Paso 1 El alumno solicita confirmar que se quedará con el curso y proporciona sus datos (matrícula, clave del curso obtenido).

Paso 2 El confirmador le notifica si su solicitud ha sido aceptada o denegada.

Paso 3 Si fue aceptada se procede a registrar el curso en el cardex del alumno.

Paso 4 Se repiten los pasos 1,2 y 3 hasta que pasen todos los alumnos a realizar su confirmación.

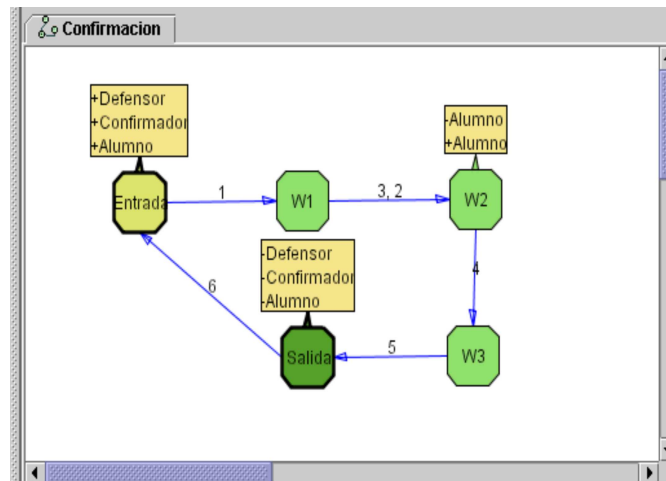


Figura 5.8: Escena de confirmación

En la figura 5.8 vemos la estructura de la escena expresada en estados que significa que del estado de Entrada a W1 el alumno hace una solicitud de confirmación de curso, de W1 a W2 el confirmador informa al alumno si su solicitud ha sido aceptada o denegada, de W2 al W3 si la solicitud fue aceptada se registra en su cardex el curso obtenido, y de W3 a W4 el confirmador avisa que el curso ha sido registrado y el alumno puede abandonar la escena por el estado de Salida.

5.3.3. Marco Dialógico

Es necesario tener un marco de referencia común para todos los participantes de la subasta, que les permita comunicarse (entenderse) en la institución. Para esto es importante definir la ontología que los agentes utilizarán, la ontología de “Mijan” la podemos ver en la figura 5.9, que nos muestra cada palabra utilizada en las interacciones y el tipo de dato que es cada una, todo esto para evitar confusiones en la comunicación, esta ontología es muy sencilla en los términos que maneja, pero actualmente existen trabajos que se están desarrollando específicamente en ontologías dirigidas a agentes normativos.

Otro de los componentes del marco dialógico es la relación entre los roles en una institución, esta relación la podemos observar en la figura 5.10, donde observamos que los roles internos o institucionales representados por óvalos en color amarillo claro, heredan características del defensor, y los roles externos representado por óvalos en color café como el alumno, director o secretario académico son mutuamente excluyentes, es decir un alumno no podrá tomar jamás el rol de director o de secretario académico.

5.3.4. Normas

En una institución se estipulan y se hacen cumplir convenciones explícitas de tres tipos:

1. *Convenciones ontológicas y de comunicación* en las que se esclarecen tanto los elementos que con llevan a una subasta, como el significado de las ilocuciones que se intercambian en una casa de subastas.
2. *Convenciones sociales* que reglamentan las interacciones de los participantes en una subasta mientras intervienen en ella.

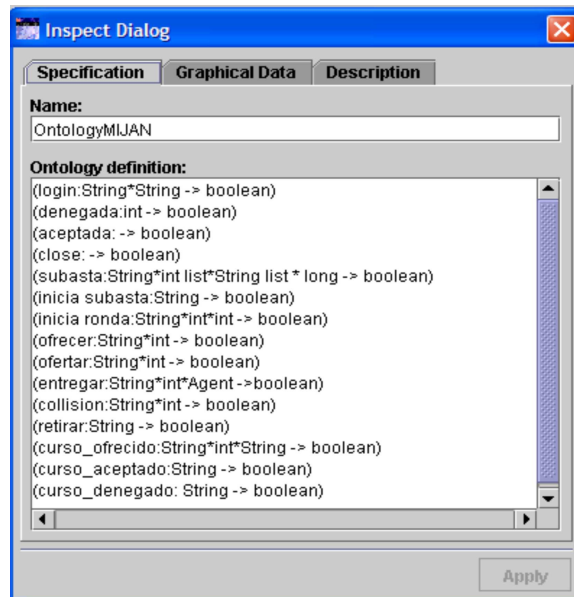


Figura 5.9: Ontología Mijan

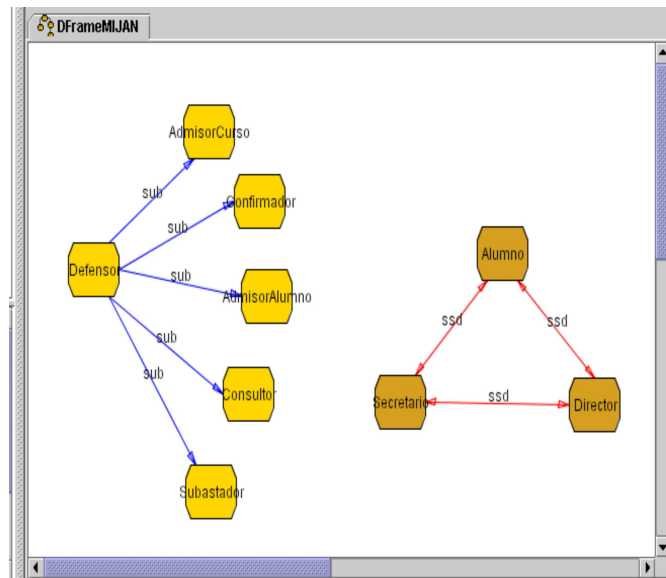


Figura 5.10: Relación de roles en Mijan

3. *Reglas de conducta individual* a las que están sujetos los participantes de una subasta y que establecen los compromisos, obligaciones y derechos que los atañen.

Por medio de esas convenciones, la casa de subastas impone condiciones objetivas en lo que compete a:

- Requisitos de admisión para los alumnos.
- Las normas de comportamiento de los participantes en la subasta.
- El cumplimiento de los compromisos públicos que los participantes adquieren durante la subasta.

En base a estas convenciones las normas principales que rigen la institución son:

Norma 1 Para que un agente alumno pueda ingresar a la institución debe proporcionar sus datos que lo identifiquen, tales como nombre, matrícula y carrera, si no cumple con estos requisitos su acceso será denegado.

Norma 2 Para poder ingresar a la casa de subasta y al área de consulta un alumno previamente tuvo que haberse registrado.

Norma 3 Un alumno únicamente podrá pasar al área de confirmación si ha sido ganador de un curso, sino su único camino será la salida de la institución, regresar a consulta o permanecer en la subasta.

Norma 4 El alumno ganador del curso deberá pasar a confirmar que se quedará con el curso, de lo contrario perderá su lugar en el mismo.

En el caso de los agentes normativos institucionales encontramos normas que indican sus responsabilidades en la institución y las penalizaciones a las cuales podrían hacerse acreedores sino cumplieran con las mismas, estas normas las podemos ver de una manera más clara en la figura 5.11, así como la manera en la que se encuentran entrelazadas estas normas con las normas que los agentes externos en este caso los alumnos tienen.

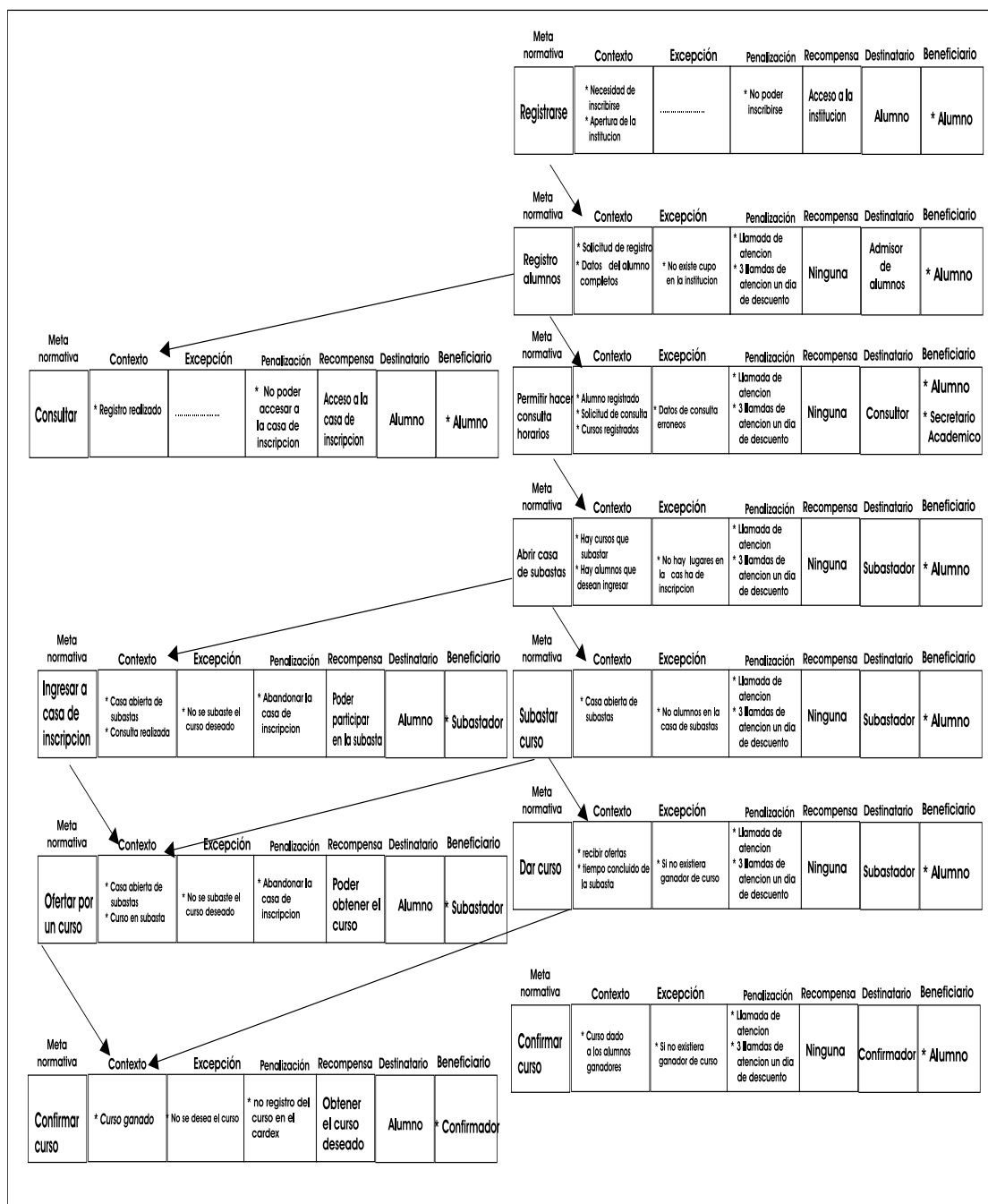


Figura 5.11: Normas u obligaciones entrelazadas en Mijan

5.4. Modelo en UML de MIJAN

En la sección anterior se realizó la descripción de “Mijan” con la ayuda de la herramienta Islander; en este capítulo se describirá la estructura de “Mijan” en el lenguaje de modelado UML con la ayuda de sus diagramas de casos de uso, interacción y clases.

5.4.1. Modelo de casos de uso

Caso de uso: General

Los servicios generales y principales que “Mijan” ofrece a los usuarios en general los podemos apreciar en la figura 5.12 que expresa el caso de uso principal, en este caso se ve que el agente alumno llega a la institución electrónica Mijan a solicitar registrarse, consultar los cursos disponibles, participar en la subasta de lugares en un curso y confirmar que se quedará con el curso ganado, en el caso del secretario académico puede hacer uso de los servicios de registro de cursos y consulta de los mismos, en el caso del director tiene acceso al servicio de consulta. Los agentes institucionales representan los intereses de la DAE.

Caso de uso: Registro de alumnos

El agente alumno como ya se ha mencionado anteriormente debe registrarse para poder ingresar a la institución, una vez registrado podrá pasar al área de consulta. El proceso de registro incluye la activación de varias normas tanto para el alumno como para el admisor de alumnos, el responsable de vigilar el cumplimiento de estas normas es el defensor, el admisor de alumnos debe verificar en la base de datos que la información proporcionada por el alumno sea la correcta, y pueda registrarlo, este proceso lo vemos más claro en la figura 5.13.

Caso de uso: Registro de cursos

Los cursos en la institución deben de ser previamente registrados antes de ser subastados. Este registro lo hace el secretario académico ante el admisor de cursos, y el responsable de verificar que este proceso se lleve a cabo de la mejor manera es el defensor de cumplimiento, el admisor de cursos debe

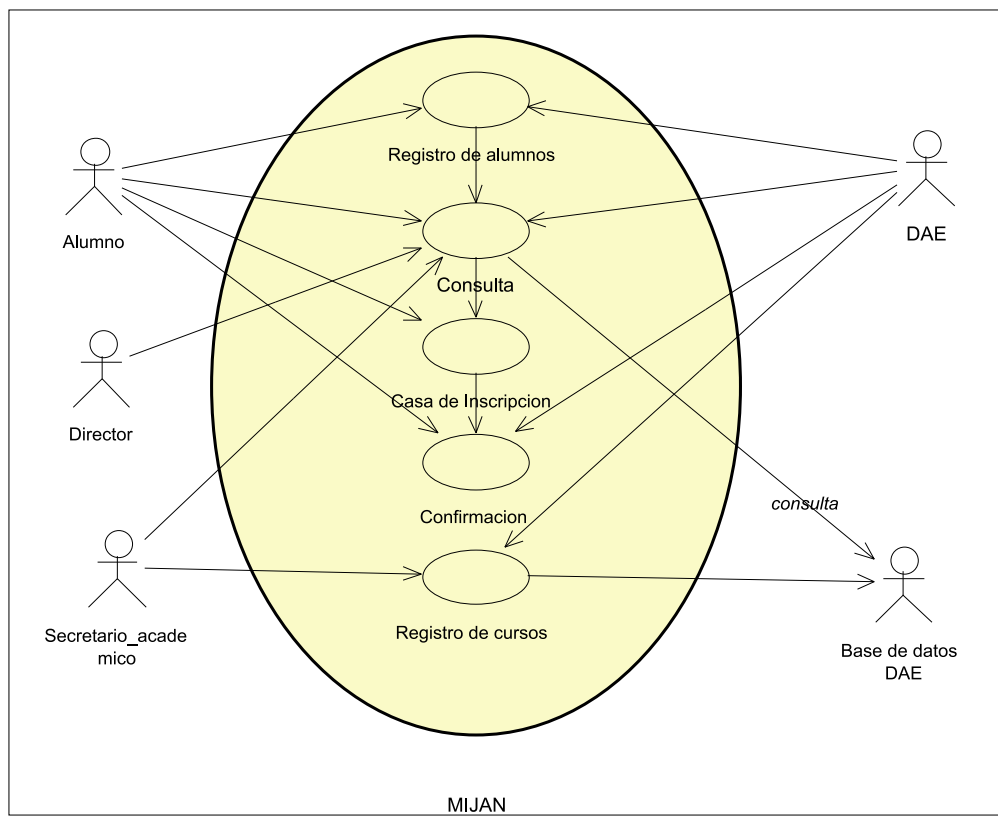


Figura 5.12: Caso de uso general de Mijan

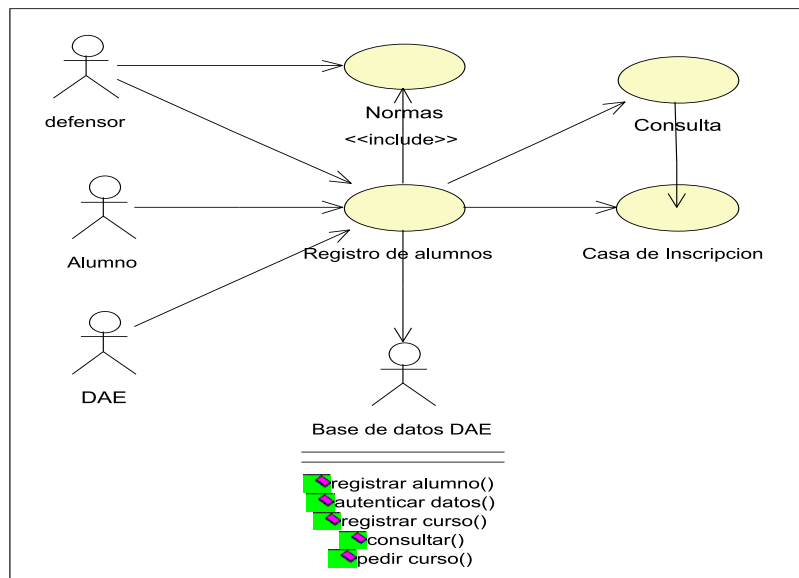


Figura 5.13: Caso de uso: registro de alumnos

guardar en la base de datos de la DAE los cursos registrados. La figura 5.14 muestra el caso de uso correspondiente.

Caso de uso: Consulta

El alumno consulta para tener conocimiento de la posición en la que se encuentra en las listas de promedio, así como para saber de los cursos que van a ser subastados, el secretario académico y el director también pueden realizar consultas ante el consultor, nuevamente hay un responsable del cumplimiento de las normas y es el defensor. El consultor tiene acceso a la base de datos de la DAE para poder proporcionar la información que le solicitan, esto lo vemos gráficamente en la figura 5.15

Casos de uso: Casa de inscripción y Confirmación

Cuando el alumno se ha registrado y ha consultado los cursos que están disponibles, ingresa a la casa de inscripción donde el encargado de subastar los cursos es el subastador, él toma el curso de la base de datos de la DAE, y usa el protocolo de subastas japones para ofrecer el curso ante los alumnos,

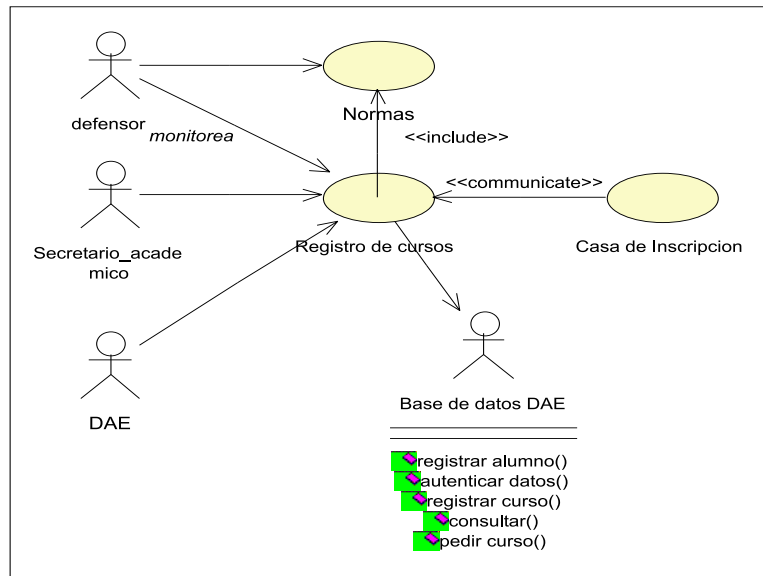


Figura 5.14: Caso de uso: registro de cursos

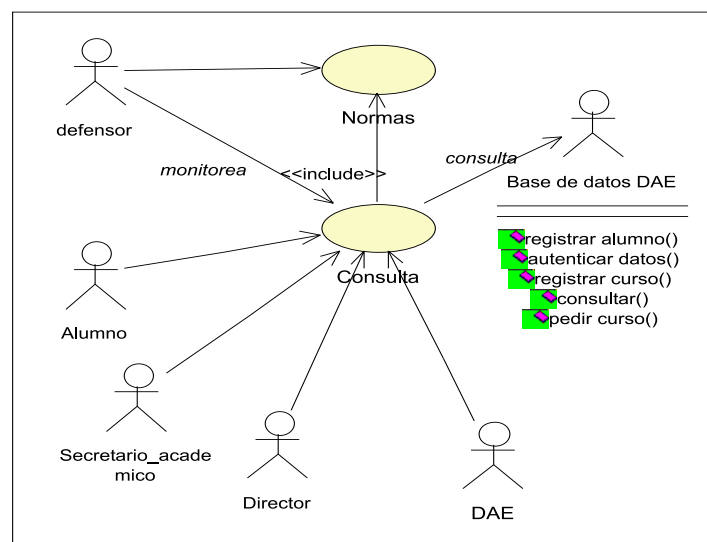


Figura 5.15: Caso de uso: consulta

ellos ofertan por el curso con su promedio y después de recibir todas las ofertas decide quienes son los ganadores y notifica a los alumnos que obtuvieron el curso haciendo con esto una asignación temporal del curso, y pasando esta información al confirmador. Este proceso se ve en el caso de uso que se muestra en la figura 5.16

Al salir de la casa de inscripción el alumno pasa a hacer su confirmación ante el confirmador, para que el curso que le fue asignado se le registre en su cardex, y se le entregue el comprobante para que después pueda pasar a pagar los derechos del curso. El alumno después de haber pasado por esta escena puede salir de la institución en el momento que el lo desee.

5.4.2. Diagrama de Clases

En la figura 5.17 vemos el diagrama de clases de “Mijan”, y las relaciones que guardan entre ellas. Podemos ver que una institución electrónica aumentada esta compuesta por tres clases principales: normas, marco dialógico y estructura performativa que la definen, ahora bien las clases de registro de alumnos, registro de cursos, consulta, casa de inscripción y confirmación forman la estructura performativa, que es la que manejará la distribución de los mensajes entre las escenas. Una escena está formada de agentes normativos, un marco dialógico, estados, roles, además de un número específico de agentes externos participantes. Un agente normativo tiene normas, y es agente autónomo con metas, un agente normativo puede ser de tres tipos defensor, legislador o agente institucional que podrá desempeñar cualquier rol. Un rol es de dos tipos interno y externo. Para apreciar mejor las clases las dividiremos en partes. En la figura 5.18 veremos como está compuesto un agente normativo y los roles que puede tomar al ingresar a la institución, en la figura 5.19 podemos ver los componentes de “Mijan”, como marco dialógico, normas y estructura performativa.

5.4.3. Diagramas de interacción

En el capítulo 2 se hizo la descripción de los diagramas que UML utiliza para diseñar y los diagramas de interacción muestran la relación que se da entre las clases u objetos, para ellos existen dos tipos que son: secuencia y colaboración, a continuación se muestran estos diagramas.

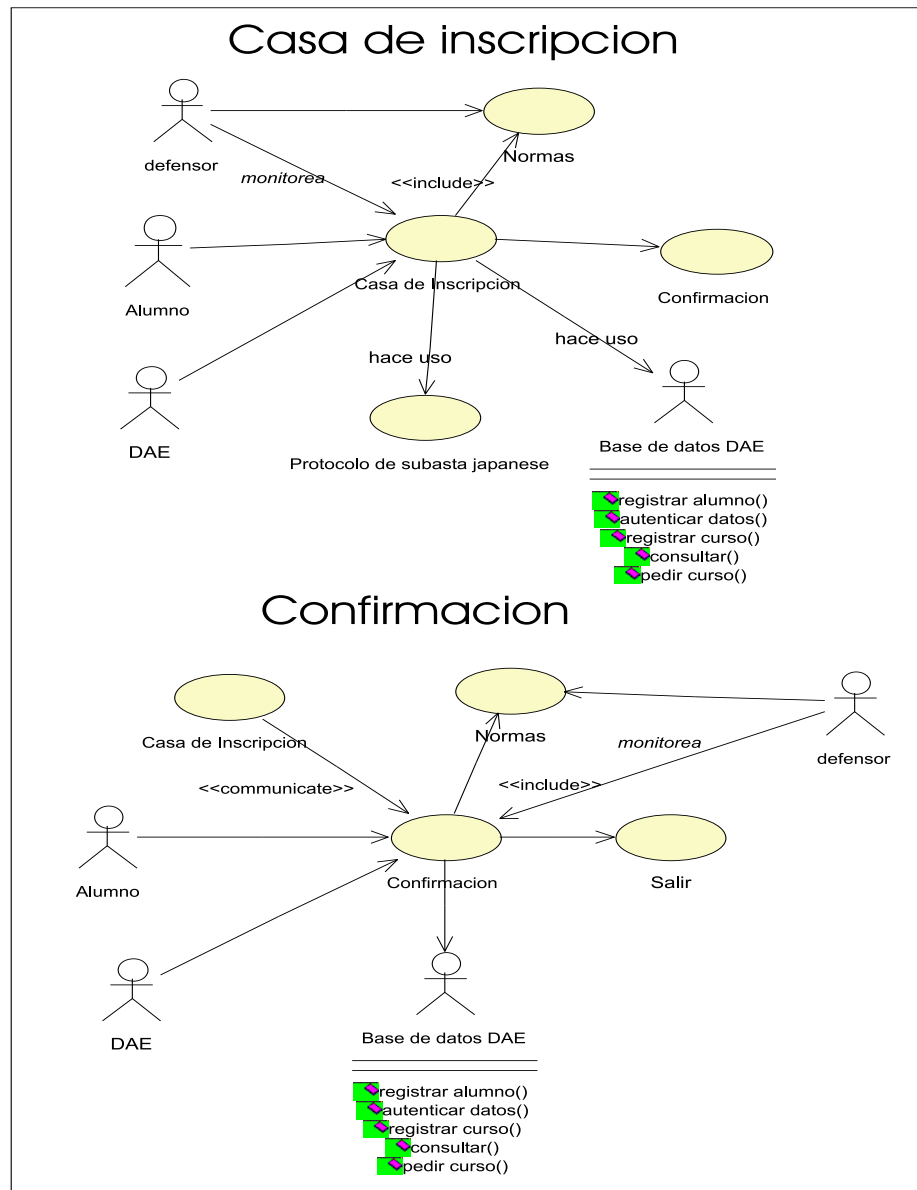


Figura 5.16: Caso de uso: Casa de inscripción y Confirmación

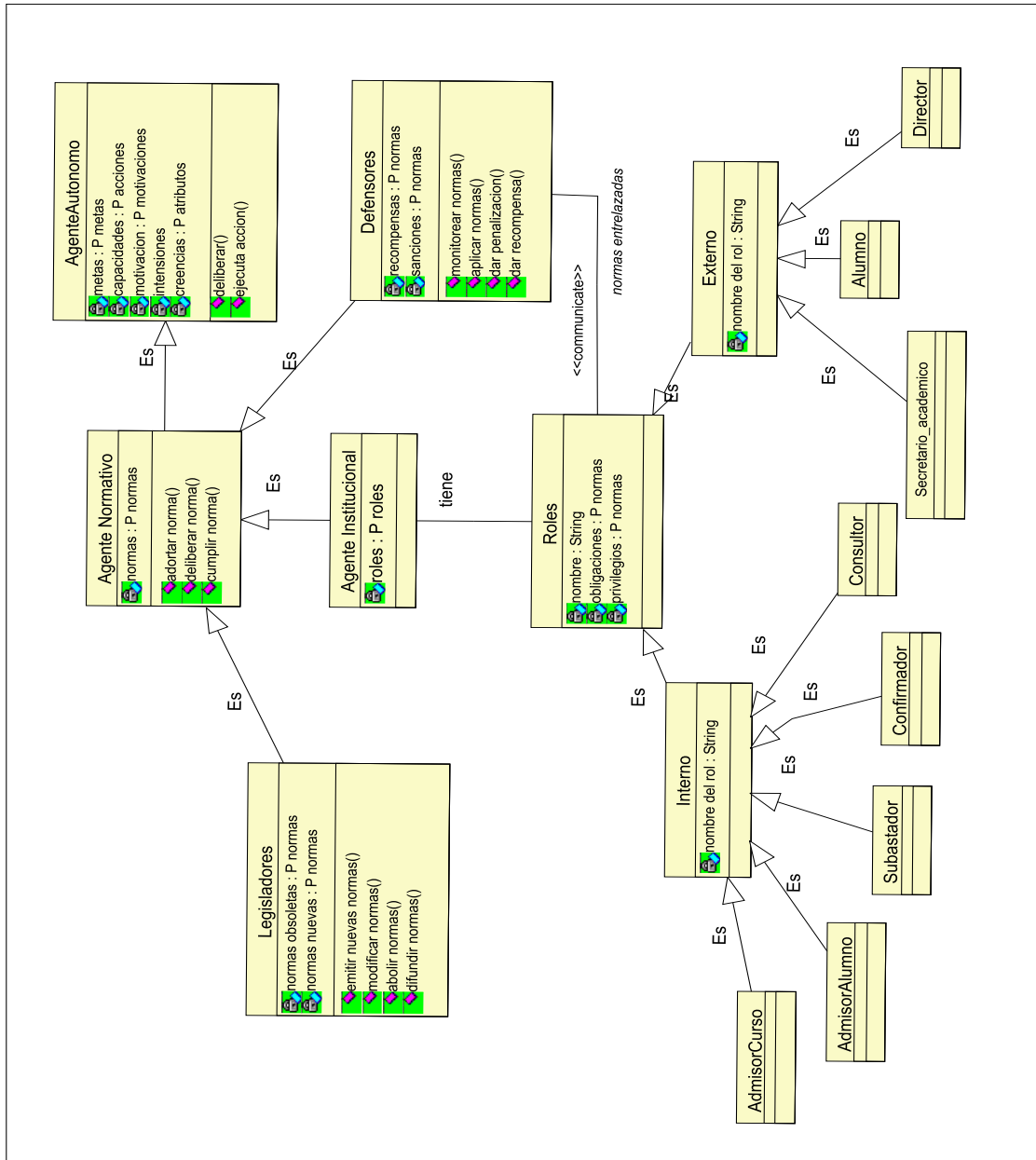


Figura 5.18: Diagrama de clases, agentes y sus roles

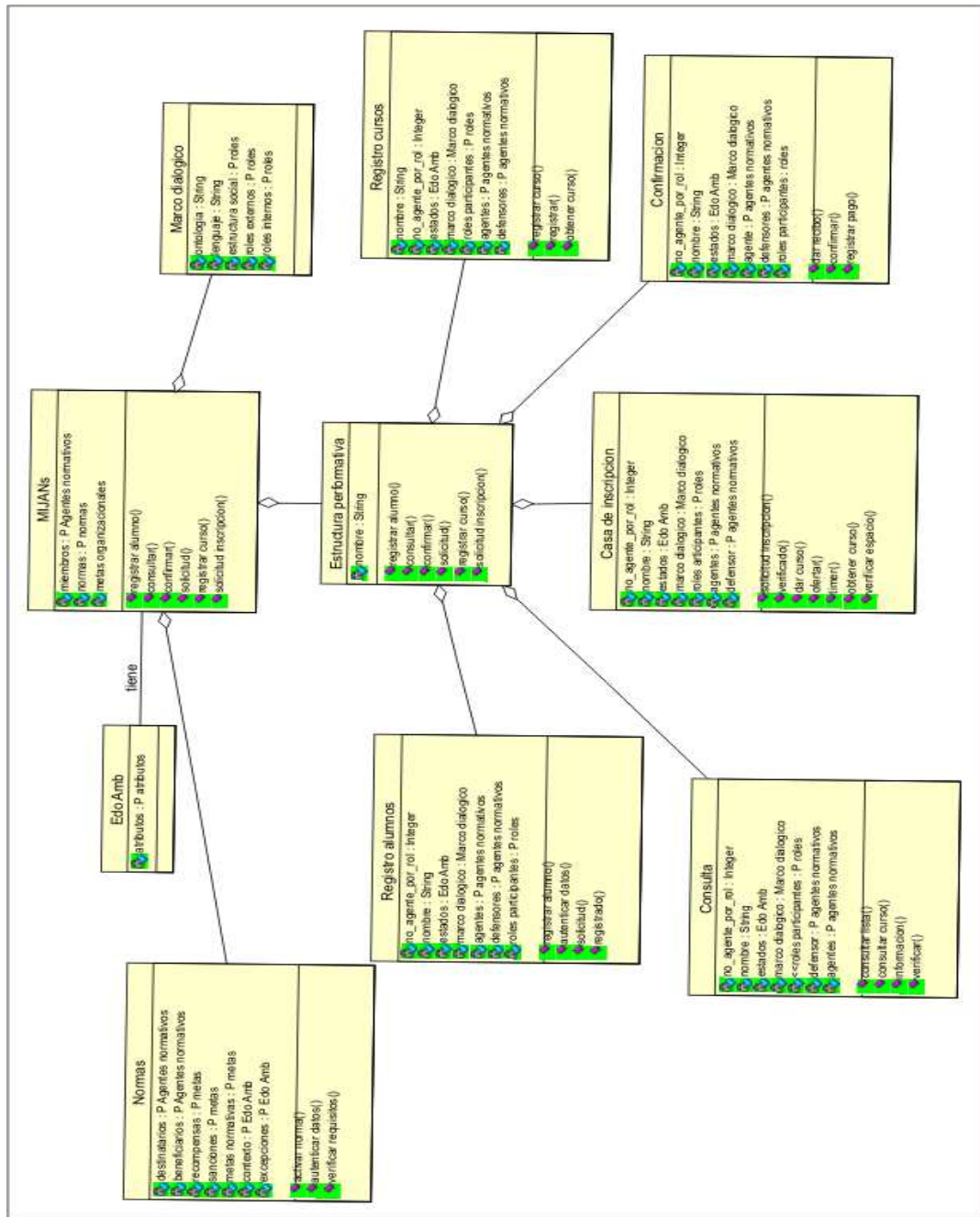


Figura 5.19: Diagrama de clases, agentes y sus roles

Diagrama interacción: registro de alumnos

El proceso de registro en “Mijan” se dá de la siguiente manera: el alumno al llegar a la institución para poder ingresar debe registrarse primero, el alumno para identificarse debe proporcionar su matrícula, nombre y carrera, y realiza una solicitud de ingreso a la institución, en el momento del registro se activa la norma de registrar y el defensor comienza a supervisar que esa norma sea cumplida, en la escena de registro de alumnos el admisor de alumnos consultará la base de datos para verificar que los datos sean correctos y sí lo son se le notifica al alumno que su solicitud ha sido aceptada y que puede ingresar a la institución, por el contrario si los datos no son correctos deberá abandonar la institución. El defensor podrá penalizar en caso de que hubiera sucedido alguna violación a la norma, si en el desarrollo de todo este proceso ocurriera alguna situación que pudiera ocasionar algún cambio de norma, el legislador estará al pendiente de esto y podrá realizar el proceso correspondiente, es decir modificar, crear o abolir una norma, y posteriormente tendrá la obligación de difundir el cambio correspondiente. Los diagramas de secuencia y colaboración se aprecian en las figuras 5.20 y 5.21.

Diagrama interacción: registro cursos

El encargado de proporcionar los cursos en la institución es el secretario académico. Estos cursos deben ser previamente registrados. El secretario pasa a la escena de registro y proporciona la clave del curso a subastar, el nombre del mismo, el horario, en el momento de la solicitud de registro de cursos se activa la norma de registrar cursos, y el defensor deberá monitorear que esa norma sea cumplida por el admisor de cursos, el admisor registra los cursos en la base de datos de la DAE y avisa al secretario académico que su solicitud ha sido realizada, en caso contrario, de haber algún error en los datos proporcionados también notifica del error ocurrido, si en el desarrollo de todo este proceso ocurriera alguna situación que pudiera ocasionar algún cambio de norma, el legislador estará al pendiente de esto y podrá realizar el proceso correspondiente, es decir modificar, crear o abolir una norma, y posteriormente tendrá la obligación de difundir el cambio correspondiente, el defensor podrá penalizar o recompensar sea cual sea el caso. Los diagramas correspondientes a este proceso son los mostrados en las figuras 5.22 y 5.23.

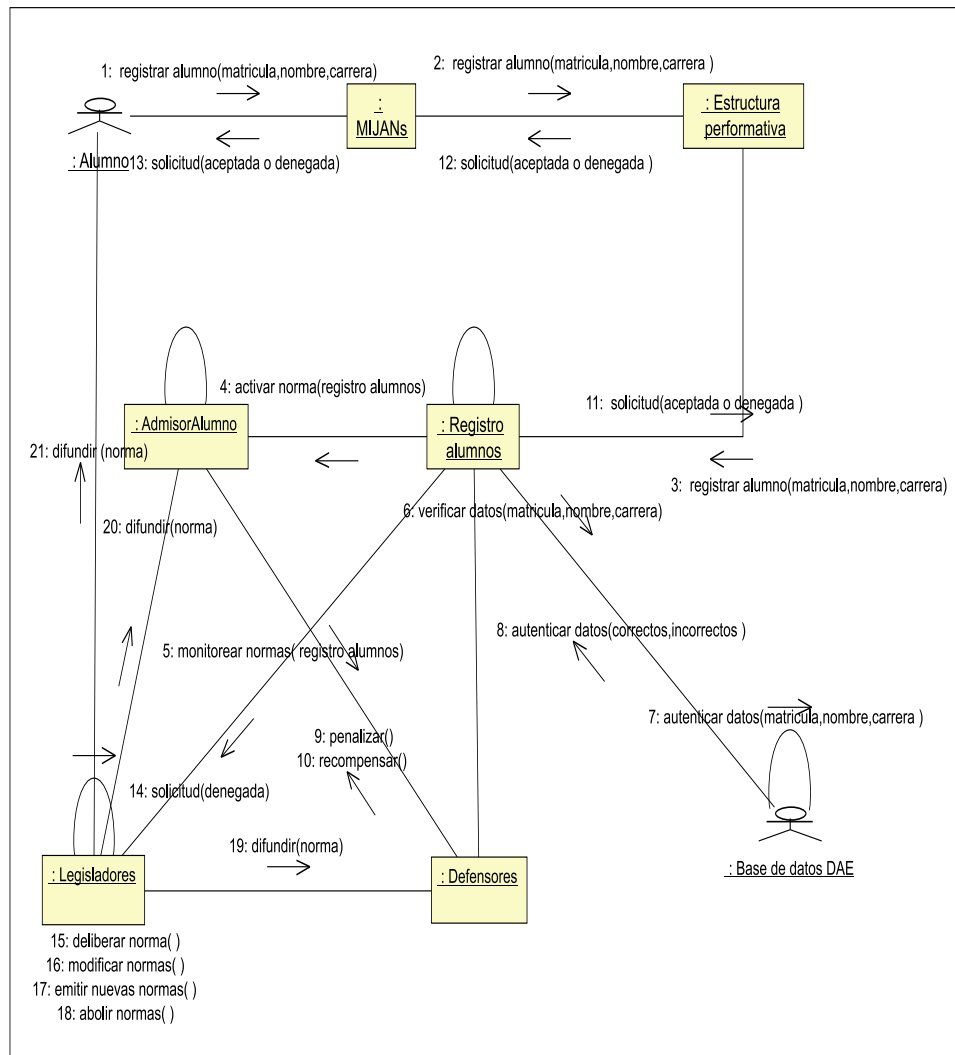


Figura 5.21: Diagrama de colaboración: registro alumnos

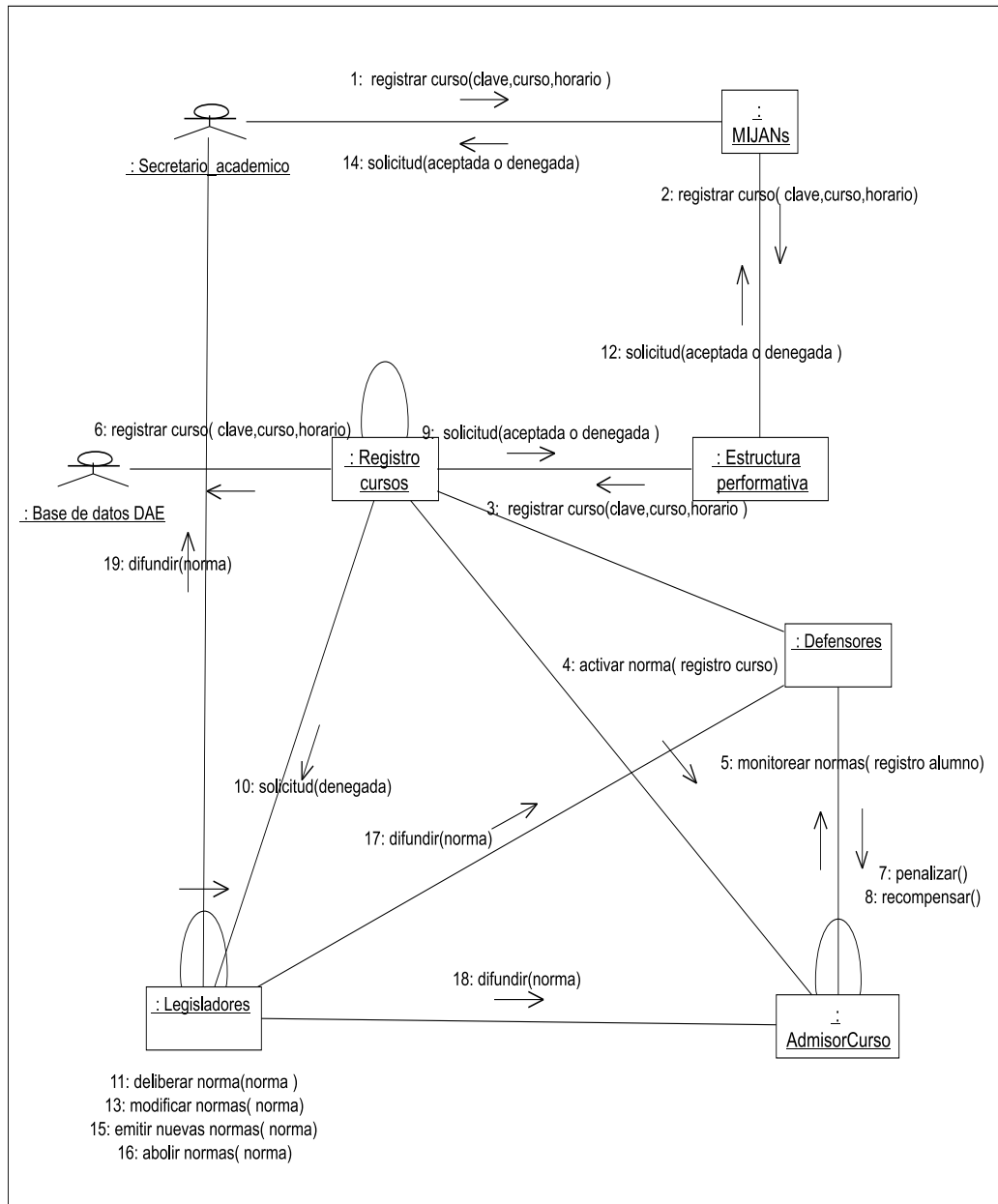


Figura 5.23: Diagrama de colaboración: registro de cursos

Diagrama interacción: consulta

Cuando el alumno ha sido registrado puede acceder a la IE+ y pasar a la escena de consulta, donde solicita información para conocer la posición en la cual aparece en las listas ordenadas de alumnos por promedio, se le envía al alumno un mensaje indicando el promedio obtenido y la posición en la lista.

En la consulta, el alumno puede solicitar información de la disponibilidad de cursos, es decir qué cursos estarán en la subasta; se le retorna un mensaje de información indicando la disponibilidad en los cursos. Cuando se realiza una solicitud de consulta se activa la norma dar información, el consultor estará obligado a proporcionar toda la información que el alumno le solicite, el secretario académico y director también podrán realizar consultas; el defensor estará pendiente que se cumplan las normas activadas en la escena, si en el desarrollo de todo este proceso ocurriera alguna situación que pudiera ocasionar algún cambio de norma, el legislador estará pendiente de esto y podrá realizar el proceso correspondiente, es decir modificar, crear o abolir una norma, y posteriormente tendrá la obligación de difundir el cambio correspondiente. La secuencia del proceso de consulta se muestra en las figuras 5.24 y 5.25.

5.4.4. Diagrama interacción: casa de inscripción

La escena principal es la *casa de inscripción* en ella se lleva el proceso de asignación de lugares de un curso entre los alumnos. Cuando el alumno desea ingresar a la casa de inscripción realiza una solicitud, en ese momento se activa la norma de abrir casa de inscripción y varias normas más, se verifica que haya espacio en la subasta ya que hay un número límite de participantes, si hay lugar y cumplió con el requisito de registro previo se le notifica que su solicitud es aceptada, y si no que fue denegada y no podrá participar en la subasta. Cuando la solicitud es aceptada, el alumno tendrá que esperar el aviso del subastador indicando que la subasta iniciará. El subastador toma de la base de datos de la DAE, el curso que en ese momento será el subastado.

Cuando el subastador indica la apertura de la subasta, informa la clave del curso, nombre del mismo y horario del curso a subastar, y todos los presentes en la subasta ofertarán al mismo tiempo, en este caso la moneda de intercambio es el promedio, así es que el subastador al recibir todas las ofertas marca un tiempo de espera donde tomará la decisión de quienes se quedarán con el curso, él elegirá los promedios más altos y el número de aceptados

dependerá de la capacidad del curso, finalmente el avisa que el curso se retira de oferta e informa quienes son los ganadores del curso enviando la matrícula de ellos y la clave del curso ganado, posteriormente los ganadores pasan a la escena de confirmación. Si el curso no fuera entregado por alguna situación especial, el legislador debe de ser informado, para verificar que esto no ocurrio por algún problema con la norma establecida, y de ser así, el legislador deberá realizar su proceso de deliberación para poder realizar las modificaciones necesarias a la norma correspondiente.

Las figuras 5.26 y 5.27 muestran gráficamente este proceso.

Diagrama interacción: Confirmación

Los alumnos ganadores del curso deben de pasar a confirmar que se quedarán con él, porque la asignación que se les realizó en la casa de inscripción es temporal. El alumno realiza una solicitud de confirmación proporcionando la clave del curso ganado y su matrícula, en confirmación piden la información de los ganadores a casa de inscripción y en ese momento se activa la norma confirmar y el responsable de cumplirla es el confirmador, supervisado por el defensor. Si la información proporcionada por el alumno es correcta se procede a registrar el curso ganado en su cardex y se le entrega la clave con la cual él podrá posteriormente pasar a pagar al banco. Si al realizar la confirmación la solicitud del alumno fue denegada, habrá que informar al legislador para que verifique la norma y de ser necesario realice la modificación correspondiente a la norma. Los diagramas de secuencia y colaboración se muestran en las figuras 5.28 y 5.29.

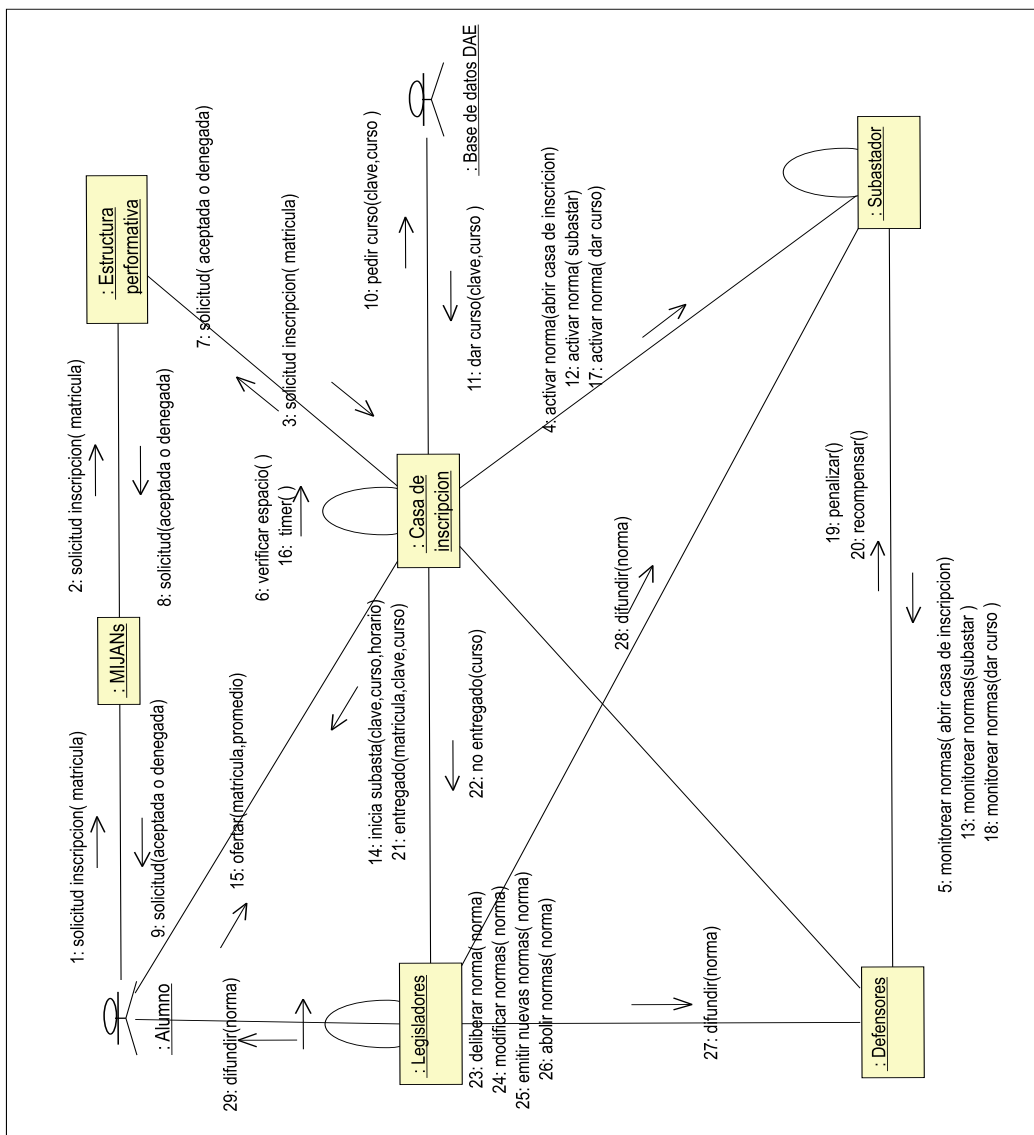


Figura 5.27: Diagrama de colaboración: Casa de inscripción

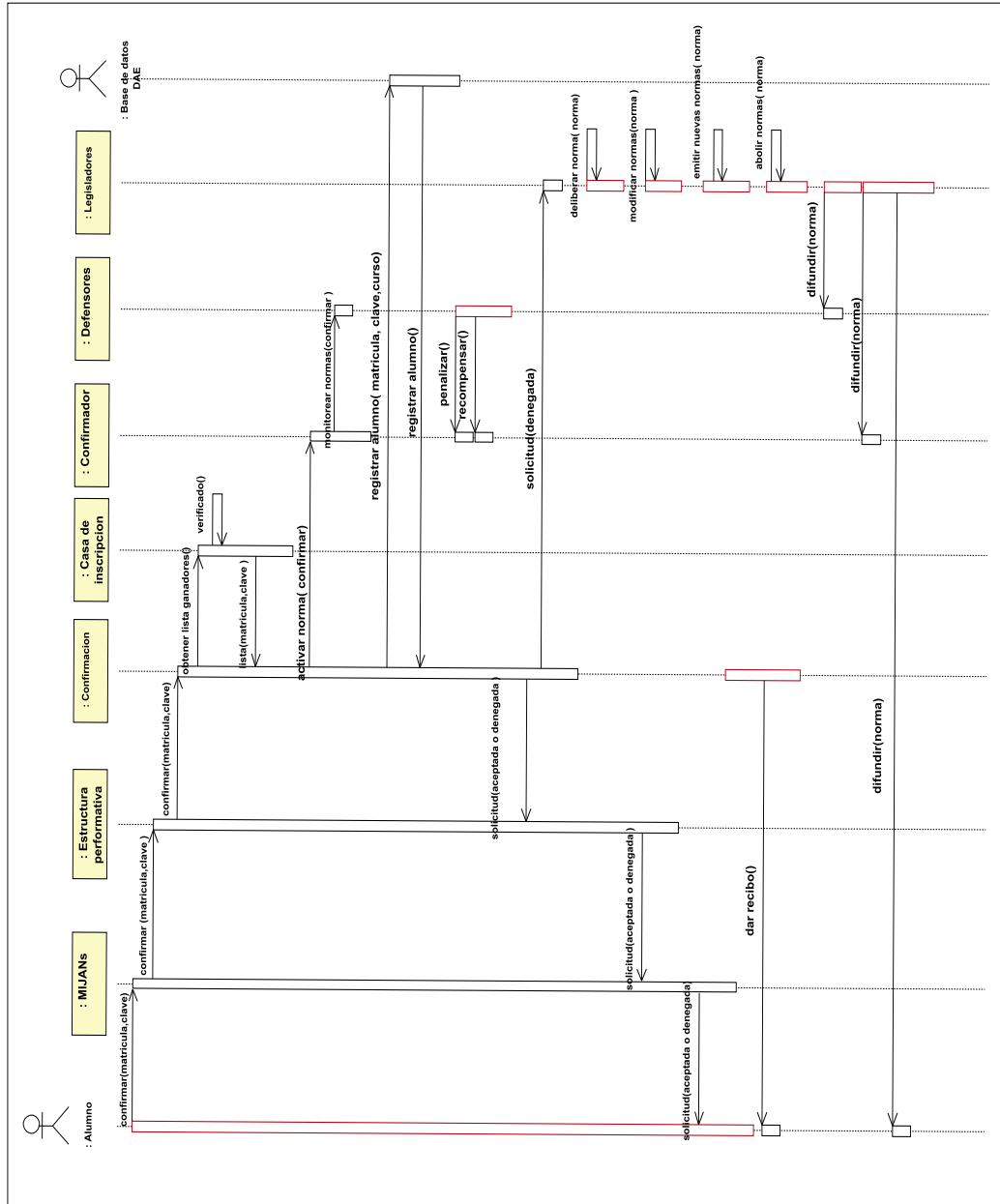


Figura 5.28: Diagrama de secuencia: Confirmación

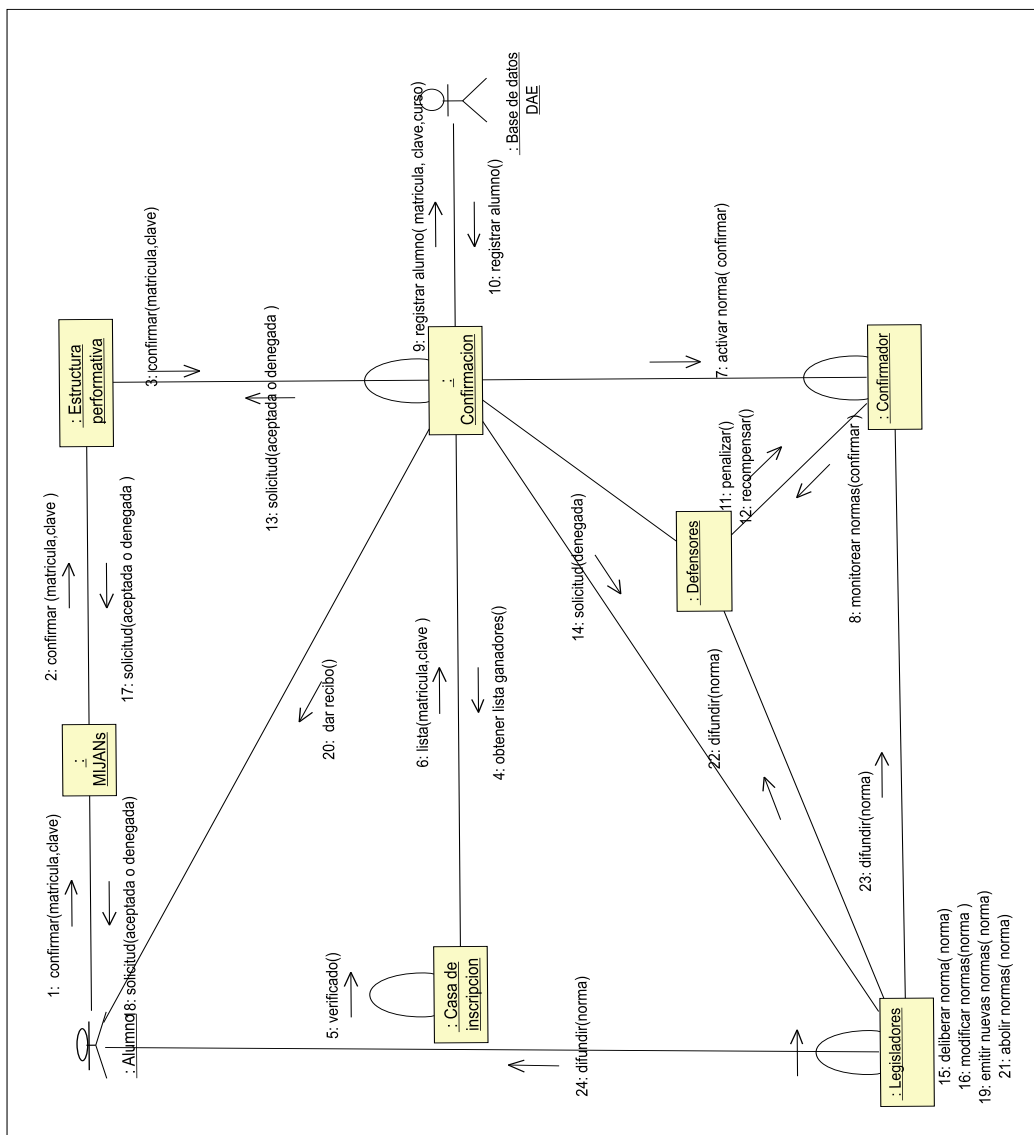


Figura 5.29: Diagrama de colaboración: Confirmación

Capítulo 6

Resumen y Conclusiones

Hasta hace algunos años la mayor parte del trabajo de investigación que se había realizado, entorno a los *sistemas multiagentes*, se había centrado en el desarrollo de sistemas que tenían un control centralizado. Por lo tanto, los investigadores habían supuesto que los agentes se comportaban de forma correcta dentro de dominios relativamente simples. Sin embargo en el momento en que consideramos sistemas distribuidos, estas suposiciones dejan de ser válidas ya que, en estos sistemas, los participantes no son conocidos *a priori* y pueden cambiar a lo largo del tiempo y, además, generalmente son desarrollados por distintas personas y pueden buscar objetivos diferentes. Uno de los sistemas multiagentes abiertos de mayor importancia son las instituciones electrónicas que no son más que espacios abiertos donde los agentes pueden interactuar para lograr sus objetivos de diseño. Los trabajos más recientes de instituciones electrónicas han planteado un esquema de desarrollo de las mismas y no han considerado algunas de las características importantes de los agentes como es la autonomía, su capacidad de razonar con normas, su heterogeneidad, etc. Es por ello que esta tesis se realizó con el propósito de diseñar un nuevo modelo de instituciones electrónicas, basado en el modelo original presentado por Noriega [10], pero aumentando ciertos componentes que son importantes cuando incluimos agentes normativos en una institución. Con este modelo se propone una institución electrónica modelada como un sistema multiagente normativo, se tomó como base el trabajo desarrollado por López y Luck en [8], tomando algunos componentes e incluyéndolos al trabajo original de instituciones electrónicas, obteniendo con esto un nuevo modelo de instituciones electrónicas al que denominamos *institución electrónica aumentada* IE+, que está diseñada para trabajar con

agentes normativos, es decir agentes que razonen con normas y sean capaces de decidir en todo momento. El modelo original constaba de los siguientes componentes: agentes y sus roles, estructura performativa, marco dialógico, escenas y normas para las ilocuciones. Los componentes aumentados son los siguientes: normas que regulen el comportamiento de los agentes, un organismo defensor de cumplimiento de normas y un legislador de normas. Los componentes aumentados al trabajo de instituciones electrónicas y propuestos en este trabajo se presentan en un resumen a continuación.

6.1. Organismo legislador de normas

Los sistemas multiagentes abiertos se encuentran en constante cambio, el ambiente está en movimiento y por la misma razón muchas veces resulta casi imposible poder predecir lo que sucederá en el ambiente. En el caso de la institución presentada por Noriega en [10], las normas que la institución impone, las estipula desde el diseño de ella, y si llega a suceder algún cambio en el ambiente no se pueden realizar modificaciones a las normas que fueron creadas desde el inicio, al menos que se vaya al código fuente. Con esta consideración la función del órgano legislador es la de estar al pendiente de cualquier cambio en el ambiente y de poder reaccionar a él de la mejor manera, teniendo la facultad de crear nuevas normas si es necesario, abolir normas que podrían no corresponder al ambiente, o modificar las existentes. Este organismo también es el responsable de difundir las normas creadas, modificadas o abolidas para que los agentes participantes en la institución tengan conocimiento de los cambios en las normas. Hay un agente normativo encargado de este organismo denominado agente legislador, aunque la forma en que lleva a cabo el proceso de legislación no se aborda en esta tesis.

6.2. Normas generales y defensor de cumplimiento

El sistema de normas que se propone es un sistema dinámico, donde las normas no van dirigidas únicamente a regular las conversaciones de los agentes dentro de la institución sino a regular su conducta y comportamiento dentro de ella. Estas normas son dinámicas, es decir pueden ir cambiando a medida que el medio ambiente cambia, y en algunas ocasiones pueden surgir

normas entrelazadas, es decir que una norma puede desencadenar otra u otro conjunto de normas. En el trabajo presentado por Noriega [10] no se cuenta con un organismo que sea el encargado de forzar el cumplimiento de las normas, y si ocurre alguna infracción a ellas nadie es el responsable de penalizar. En este trabajo consideramos esa problemática y se propone un organismo tal y como se presenta en el ejemplo de la sección 5.3.5, cuya función sea la de forzar el cumplimiento de las normas, este órgano es el facultado para penalizar si surgió una violación a una norma y en algunas ocasiones podrá recompensar a un agente que cumpla de manera adecuada con una norma. Este organismo es representado por un agente defensor que está al pendiente de todo lo que sucede en la institución, además de estar en relación directa con el legislador, cualquier cambio en las normas debe ser notificado para poder aplicarlas de manera adecuada.

6.3. Resumen de comparaciones

A lo largo del desarrollo de este trabajo se realizó el diseño de una institución electrónica aumentada bajo dos metodologías, la de la herramienta Islander y la de UML, obteniendo los siguientes resultados representados a través de tres tablas que nos facilitarán la comparación, en la primera columna se tiene el nombre de la herramienta o lenguaje, y las columnas siguientes el aspecto a comparar. Las tablas son las siguientes:

El objetivo de las tablas es el de poder encontrar las ventajas y desventajas de cada una de las herramientas en el desarrollo de este proyecto. En la tabla 6.1 se compara la facilidad de uso de las herramientas, así como el manejo de los componentes normativos. Islander no es tan fácil de utilizar porque no se cuenta con un manual de usuario, que pudiera orientar para su manejo y aprendizaje; en el caso de UML y Rational Rose hay bastante información que ayuda y facilita su uso, además de que cuenta ya con una extensión para agentes. Ahora bien en el caso de los aspectos normativos nos damos cuenta que Islander es una herramienta diseñada especialmente para el modelo original de instituciones electrónicas, el cual no considera los aspectos normativos tales como órgano legislador y defensor de normas y no esta diseñada para poder incluirlos, en cambio en UML podemos agregar estos componentes con facilidad porque no tiene esa limitante, eso lo pudimos ver claramente en el ejemplo de “Mijan” en la seccion 5.

En la tabla 6.2 comparamos los aspectos de complejidad y facilidad de

Herramienta o lenguaje	Facilidad de manejo	Componentes normativos
UML Y RATIONAL ROSE	Para modelar en UML se necesita conocimiento del lenguaje, y una herramienta de diseño que facilita su uso	Permite que al modelo original de instituciones electrónicas, le sean agregados los componentes normativos tales como: el organismo legislador, organismo supervisor, para crear la institución electrónica aumentada
ISLANDER	El manejo de Islander no es tan sencillo, se necesita conocer la estructura que maneja, saber la notación a utilizar, entender las ilocuciones, además no se cuenta con manual de usuario para poder hacer fácil el uso	Por la estructura que maneja Islander no es posible incluir los aspectos normativos de una institución aumentada, porque no los considera en el modelo original

Cuadro 6.1: Facilidad de manejo y componentes normativos

Herramienta o lenguaje	Complejidad	Implementación
UML Y RATIONAL ROSE	UML no es muy complejo, por el contrario es bastante entendible y manejable.	El modelo en UML y su herramienta rational rose permite una fácil implementación de una institución electrónica aumentada IE+
ISLANDER	Islander por la escasa información resulta ser bastante complejo de usar y de entender.	Islander permite una fácil implementación de una institución electrónica modelo original, pero al querer implementar una institución electrónica aumentada es difícil por lo que no considera los aspectos normativos

Cuadro 6.2: Complejidad e implementación

implementación, en el caso de Islander permite una fácil implementación cuando hablamos de una institución electrónica con el modelo original, pero al considerar el modelo aumentado sería prácticamente imposible poder lograrlo por el hecho de no poder diseñar los componentes normativos, en el caso de UML y su herramienta, se puede lograr una fácil implementación de una institución electrónica aumentada si se sigue cada una de las fases del proceso de desarrollo de software.

En la tabla 6.3, en la primera columna tenemos a los componentes de una IE+, en la columna dos el nombre de la herramienta Islander y en la columna tres al lenguaje UML. En esta tabla lo que se desea comparar es la facilidad para modelar cada uno de los componentes de una IE+ en cada una de las herramientas y lenguajes. En el caso de Islander los primeros cuatro elementos son muy fáciles de modelar, ya que Islander fue creado específicamente para diseñar instituciones electrónicas con esos componentes, pero cuando se desea incluir los componentes normativos es totalmente imposible, y lo que en un inicio podría ser una ventaja se convierte en una desventaja total. Con UML y la herramienta Rational Rose, modelar los primeros cuatro elementos resulta ser un tanto complejo, pero su ventaja se encuentra que en UML si se pudieron anexar y modelar los componentes normativos, y en este caso lo que podría resultar una desventaja al inicio resulta ser una gran ventaja y un gran apoyo.

Para probar la funcionalidad de nuestro modelo se desarrollo un ejemplo de una institución electrónica aumentada denominada “Mijan”, que consiste en un prototipo que facilitará el proceso de inscripción en una escuela, este proceso se lleva a cabo usando el concepto de subastas, pero dandoles un nuevo enfoque, no manejando dinero como moneda de intercambio sino el promedio de los alumnos. En “Mijan” los intereses de los alumnos están representados por agentes llamados *alumnos*, estos agentes alumnos necesitan registrarse para poder participar en la institución, una vez registrados pueden consultar los cursos que serán subastados, tiene también acceso al área de subasta de lugares en un curso, por los cuales el alumno puede ofertar, el alumno ganador de un lugar pagará el derecho del lugar obtenido en una área especial. Toda la institución esta regida por normas estipuladas y agentes normativos que serán los encargados de vigilar que las normas se cumplan. Los intereses de la DAE (Departamento de Administración Escolar), están representados por varios agentes institucionales jugando diferentes roles como subastador, consultor, confirmador, etc, y cada uno de estos agentes tienen a

IE+	Islander	UML
<i>Agentes y sus roles</i>	El diseño se dá de manera natural.	Se representa a través de clases.
<i>Marco dialógico</i>	Cuenta con toda la estructura para diseñarlo de manera natural.	Es un tanto complejo el diseño del mismo, se realizó a través de clases.
<i>Estructura performativa</i>	Cuenta con todos los elementos para realizarla de manera sencilla y automática.	Se representó a través de una agregación de clases, de tipo escenarios.
<i>Escenas</i>	Tiene todos los elementos gráficos necesarios para poder diseñar una escena, y poner los diálogos entre los agentes.	Una escena se represento a través de una clase, y el desarrollo interno de cada una fue a través de diagramas de secuencia, los diálogos de los agentes se modelaron a través de mensajes entre clases.
Normas generales	Únicamente cuenta con una estructura para modelar normas en los diálogos, no para el comportamiento de los agentes.	En UML las normas que rigen el comportamiento de los agentes se representaron a través de clases, de una manera no muy compleja.
Defensor de normas	Se representó a través de un rol nada más, pero su desarrollo y relación no se puede modelar en Islander.	Se diseña a través de una clase con atributos y operaciones específicas, y se puede modelar el desarrollo que el tiene a lo largo de la institución.
Legislador de normas	No se pudo diseñar por lo cerrado de la herramienta.	El legislador se representó a través de una clase con relación directa a la clase normas.

Cuadro 6.3: Facilidad para el diseño de los componentes de una IE+

su cargo una escena que es donde los agentes alumnos interactuarán, además de esto habrá un agente defensor en cada escena supervisando que se cumplan las normas, y en toda la institución un agente legislador estará al pendiente de cualquier cambio en el ambiente para poder realizar modificaciones o crear normas que vayan con lo que está sucediendo en la institución.

6.4. Conclusiones

Se realizó el modelo de análisis y diseño de una institución electrónica como un sistema multiagente normativo al cual denominamos IE+, este modelado incluye la creación de un organismo defensor de normas y un legislador de normas; para ello se utilizó el lenguaje de modelado UML. Entonces podemos decir que una *institución electrónica aumentada (IE+)* es un espacio abierto donde agentes autónomos y heterogéneos pueden interactuar con el fin de obtener un servicio, y su comportamiento es regulado por normas en común que la misma institución impondrá y donde existen mecanismos para forzar el cumplimiento de estas normas.

Los componentes de una IE+ son:

- Agentes y sus roles.
- Estructura performativa.
- Marco dialógico.
- Escenas.
- Normas de conducta para los agentes.
- Órgano defensor de normas.
- Órgano legislador de normas.

La herramienta Islander es ideal para el desarrollo de una institución electrónica basada en el trabajo de Noriega [10], pero para una IE+ se dificulta su uso ya que no permite el manejo de los componentes normativos, que se enfocan al diseño de una institución mediada por agentes normativos, es decir agentes que su razonamiento es a través de normas y en la cual existen mecanismos que forzan al cumplimiento de las normas. El lenguaje UML,

proporciona una plataforma de diseño ideal para el modelado de una institución electrónica aumentada por la flexibilidad de sus diagramas, además de permitir una fácil implementación si se sigue el proceso unificado de desarrollo de software, en el caso de este modelo no fue necesario usar las extensiones para agentes que maneja UML, porque nos enfocamos al análisis y diseño de la institución electrónica aumentada, no al diseño de agentes, para el cual si sería una opción trabajar con AUML.

6.5. Trabajo futuro

En este trabajo se presenta el modelo de análisis y diseño de una IE+ y del del proyecto “Mijan”, se deja como base para poder seguir trabajando en el y realizar la implementación correspondiente, así como las pruebas correspondientes al mismo. Dentro de la IE+ se presentó el modelo de legislación de normas al cual se considera se puede seguir trabajando en el para lograr una modelo más completo del mismo.

Bibliografía

- [1] S. Bennett and J. Skelton. UML, Schaums Outlines. *Mc Graw Hill*, pages 25–180, 2001.
- [2] G. Booch and J. Rumbaugh and I. Jacobson. The UML Specification Document . *Rational Software Corp*, 1997.
- [3] F. Dignum. Autonomous Agents with Norms. In *AI and Law*, pages 69–79, 1999.
- [4] U. Cortes and J. Vazquez-Salceda and A. Lopez-Navidad and F. Caballero UCTx: A multi-agent system to assist a transplant coordinator unit. In *citeseer.ist.psu.edu/cortes04uctx.html*, 2003.
- [5] V. Dignum, J. Vazquez-Salceda, and F. Dignum. Omni: Introducing social structure, norms and ontologies into agent organizations. In *Second International Workshop on Programming Multi-Agent Systems*, pages 91–102, 2004.
- [6] M. Esteva, J. Padget, and C. Sierra. Formalizing a language for institutions and norms. In J.-J. Meyer and M. Tambe, editors, *Pre-proceedings of the Eighth International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages (ATAL-2001)*, pages 106–119, 2001.
- [7] M. Esteva, D. Cruz, and C. Sierra. ISLANDER: an Electronic Institution Editor. In J.-J. Meyer and M. Tambe, editors, *Pre-proceedings of the Eighth International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages (ATAL-2002)*, pages 110–118, 2002.
- [8] F. López y López and M. Luck. A model of normative multiagent systems and dynamic relationships. In *Lindenman, G. Moldt, D. y Paolucci, M. Eds. Regulated Agent-Based Social Systems*, pages 259–280, 2004.

- [9] P.Noriega and C. Sierra. Subastas y Sistemas Multiagentes. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, pages 35–50,1999.
- [10] P.Noriega. *Agent Mediated Auctions. The Fishmarket Metaphor*. PhD thesis, Universidad Autónoma de Barcelona, 1997.
- [11] A. P. Rocha and E. Oliveira. Electronic institutions as a framework for agents negotiation and mutual commitment. In *Portuguese Conference on Artificial Intelligence*, pages 232–245, 2001.
- [12] J. Rodríguez. *On the Design and Construction of Agent-mediated Institutions*. PhD thesis, Universidad Autónoma de Barcelona, 2001.
- [13] S. Mijangos and F. López y López. Análisis de Instituciones Electrónicas basadas en agentes. In *Segundo Congreso Nacional de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*, pages 180–185, 2004.
- [14] M. Wooldridge and N. R. Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. *The Knowledge Engineering Review*, pages 115–152, 1995.