

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
SERVICIOS COOPERATIVOS MEDIADOS POR AGENTES. CASO
DE ESTUDIO: ENTORNOS ORGANIZACIONALES

DANIEL STEVEN VALENCIA PARADA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
BOGOTÁ, D.C.

2013

Contenido

INTRODUCCIÓN	12
I - DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO.....	14
1. OPORTUNIDAD, PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES.....	14
1.1 Descripción del contexto	14
1.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación.....	16
1.4 Impacto Esperado.....	16
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	17
2.1 Visión global.....	17
2.3 Objetivo general	17
2.4 Fases Metodológicas o conjunto de objetivos específicos	17
II - MARCO TEÓRICO	19
1. MARCO CONTEXTUAL.....	8
2. MARCO CONCEPTUAL	23
III – DESARROLLO DEL TRABAJO	37
V – CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	77
1. CONCLUSIONES	77
2. RECOMENDACIONES.....	77
3. TRABAJOS FUTUROS.....	77
VI - REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	78
1. REFERENCIAS	78
2. BIBLIOGRAFÍA	78
VII - ANEXOS	86

INTRODUCCIÓN

Los constantes avances tecnológicos y el masivo uso del Internet, han adquirido un papel protagónico en el desarrollo acelerado de la sociedad, propiciando la optimización de los procesos, en la incansable búsqueda de aumentar la productividad y disminuir costos y riesgos en el desarrollo de proyectos basados en Internet. En Colombia el consumo de Internet diario y mensual se han incrementado en forma considerable: el consumo diario pasó del 2% en 1999 al 43% en el 2011, y el consumo mensual creció del 14 al 64%, de acuerdo con la evolución de las actividades efectuadas en Internet se observan incrementos importantes, pasa del uso en las comunicaciones del 50% en 2010 a un 70% en 2011 [AM2011]. El evidente incremento en el uso de Internet y la amplia diversidad de versátiles aplicaciones que se basan en esta tecnología de comunicación, fomentan la creación de nuevas y diversas tecnologías de información que se apoyan en Internet como medio para facilitar la comunicación. A su vez, genera en las empresas un incremento en la demanda de implantar complejos sistemas de información de propósito específico para llevar a cabo labores de comunicación, cooperación y colaboración como soluciones unificadas [MC2011].

Se ha evidenciado un notorio incremento en el uso de herramientas para la comunicación estructurada en las empresas del sector público y privado en todos sus niveles (directivos, empleados, proveedores, clientes, etc.). Para satisfacer estas nuevas necesidades de comunicación estructurada se adopta un nuevo paradigma, en lo que la teoría de agentes aporta nuevos elementos apareciendo como mediadores de la comunicación. La principal motivación del desarrollo de Sistemas MultiAgentes (de aquí en adelante MAS por las siglas en inglés de Multi-Agent Systems) es lograr la construcción de sistemas flexibles y capaces de tomar decisiones en forma autónoma y en tiempo real, creando sociedades a partir de sistemas que cooperan entre sí [WM1998], logrando simplificar la especificación de sistemas complejos y mejorando la eficacia de los mecanismos de comunicación.

El término agente proviene de una abstracción de software, una idea o un concepto, similar a lo que son los métodos, las funciones y los objetos en Programación Orientada a Objetos. El concepto de agente provee una forma poderosa y conveniente para describir entidades de software complejas que son capaces de actuar con un cierto grado de autonomía para lograr metas en favor de su anfitrión o de quien representa. Pero, a diferencia de los objetos, los cuales son definidos en términos de métodos y atributos, un agente es definido en términos de comportamiento [WM1995].

Un sistema basado en agentes tiene las siguientes características [WM1998]:

- Autonomía: Los agentes operan sin la intervención directa de los seres humanos u otros, y tienen alguna clase de control sobre sus acciones y el estado interno.
- Capacidad social: Los agentes interactúan con otros agentes (posiblemente seres humanos) a través de un tipo de lenguaje de comunicación entre agentes.
- Reactividad: Los agentes perciben su ambiente (el cual puede ser el mundo físico, un usuario a través de una interfaz gráfica, el Internet, o una mezcla) y responden de una manera oportuna frente a los cambios que ocurren en él.

- Pro- actividad: Los agentes no simplemente actúan como respuesta a su ambiente, son capaces de exhibir un comportamiento dirigido a metas por medio de la toma de iniciativa.

Las metodologías orientadas a agentes que se investigaron en este trabajo, usan la metáfora de la organización humana (posiblemente divididas en sub-organizaciones) en las cuales los agentes juegan uno o más roles e interactúan unos con otros. Para el diseño de MAS se encontró que los modelos de organizaciones y estructuras humanas son usadas para describir la organización en sí. Conceptos como: rol, dependencia social, y reglas organizacionales son usados no solo para modelar el ambiente en el cual el sistema funciona, sino también el sistema como tal. Dada la naturaleza organizacional de un MAS, una de las actividades más importantes en una metodología orientada a agentes resulta en la definición de modelos de interacción y cooperación que capturan las relaciones y dependencias sociales entre los agentes y los roles que estos representan dentro del sistema. Los modelos de interacción y cooperación son generalmente muy abstractos, y son concretizados implementando protocolos de interacción en etapas finales del diseño.

El Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana, ha desarrollado varios proyectos fortaleciéndose en estas temáticas, tales como: Ayllu, es una arquitectura orientada a comunidades virtuales colaborativas sobre dispositivos móviles [AY2005]; BESA, es una plataforma de desarrollo que soporta el diseño e implementación de sistemas MultiAgente [BSA2007]; Modelo de integración entre computación en grilla y sistemas MultiAgente [MC2006]. En este orden, y con el ánimo de apoyar la línea de investigación sobre Sistemas Multi-Agente del grupo SIDRe de la Universidad Javeriana, se enmarcó este proyecto como un aporte para facilitar futuras especificaciones de Sistemas MultiAgente a través del uso de la guía metodológica propuesta especialmente en las etapas de análisis, diseño e implementación.

En el presente documento se encontrará una descripción de los temas de teoría organizacional, metodologías groupware, y de agentes; además una identificación y un análisis de metodologías orientadas a agentes que han sobresalido en el ámbito académico y que se mantienen vigentes como un punto de referencia a través de aplicaciones, extensiones o modificaciones recientes, con el fin de contextualizar y proponer una guía metodológica para la construcción de servicios cooperativos mediados por agentes.

Para la verificación de la efectividad de los pasos de la metodología propuesta se implementó el caso de estudio que modela un método de aprendizaje cooperativo, que es un término genérico usado para referirse a un grupo de procedimientos de enseñanza que parten de la organización de la clase en pequeños grupos mixtos y heterogéneos donde los alumnos trabajan conjuntamente de forma coordinada entre sí para resolver tareas académicas y profundizar en su propio aprendizaje [JR1994]. La guía metodológica propuesta, permitió modelar el problema con claridad, facilitando la recolección de la información en forma guiada y orientada al cumplimiento de metas. La validación de la guía metodológica se realizó a través la validación de un experto a través de varias reuniones en donde se le dio el debate respectivo a los diagramas de concepto más importantes y que constituye la base fundamental sobre la cual se basan los servicios propuestos.

I - DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

1. Oportunidad, Problemática, Antecedentes

La principal motivación del desarrollo de un Sistema MultiAgente es lograr la construcción de sistemas flexibles y capaces de tomar decisiones en forma autónoma, creando sociedades a partir de sistemas que cooperan entre sí [WM1998]. Se cree que la tecnología de agentes tiene el potencial de convertirse en una corriente principal en la solución de problemas de Ingeniería de Software. Sin embargo, los beneficios esperados aún no pueden lograrse plenamente debido a la falta de una metodología unificada para que los diseñadores puedan especificar un sistema orientado a agentes en forma clara, estructurada y genérica [SC2010]. Según estadísticas del Departamento Nacional de Estadística (DANE), en Colombia, el 76,1% de las personas de 5 años de edad en adelante utilizó Internet en sus hogares para realizar actividades de comunicación [DN2010]. Por otra parte, se registra un notable incremento en el uso de Internet para actividades de comunicación en empresas del sector productivo del país; 95% en empresas del sector servicios, 96% en empresas del sector industria y 93.1% en empresas del sector comercio [DN2008]. El evidente incremento del uso de Internet como medio de comunicación, fomenta la creación de nuevas y diversas tecnologías de información que se apoyan en Internet como medio para facilitar dichas labores. A su vez, genera en las empresas un incremento en la demanda de implantar herramientas que faciliten llevar a cabo labores de comunicación, cooperación y colaboración con propósito específico [MC2011]. Bajo esta perspectiva, se identificó la oportunidad de proponer una alternativa que permita realizar la especificación, análisis, diseño e implementación de una solución que podría estar apoyada en un MAS que medie la cooperación entre las personas en un entorno organizacional orientada a servicios.

1.1 Descripción del contexto

En la Pontificia Universidad Javeriana y específicamente en el grupo SiDRe (Sistemas de Información, Distribuidos y Redes) se han realizado varios esfuerzos en el campo del desarrollo de MAS. Como es el caso de BESA (Behavior-Oriented Event-Driven Social-Based Agent Framework) [GE2003]; el cual es un framework que soporta el diseño e implementación de MAS. El modelo abstracto de BESA se basa en tres conceptos fundamentales: el manejo de eventos, implementando un mecanismo de selección, una arquitectura de agentes orientados al comportamiento, y un soporte social-para la cooperación de los agentes.

Así mismo, se han desarrollado otros trabajos de grado en la misma línea de investigación como el titulado: “Arquitectura Orientada a Comunidades Virtuales Colaborativas sobre Dispositivos Móviles: Ayllu” [LM2005]. La arquitectura Ayllu tiene como propósito orientar el groupware con el enfoque del paradigma de las 5C. El paradigma de las 5C está basado en 5 elementos básicos de un modelo de cooperación entre personas: Cooperación, Colaboración, Coordinación, Resolución de Conflictos y Comunicación.

Uno de los objetivos fundamentales de Ayllu es lograr integrar a las personas como parte de un MAS con la conformación de grupos volátiles empleando agentes de software. Un grupo volátil es una agrupación de procesos que se ejecutan en forma ordenada para la consecución de un objetivo común y en donde sus participantes pueden interactuar en diferentes grupos; lo que permite la creación de sistemas fácilmente adaptables a condiciones cambiantes. Para la visión de cooperación, el enfoque principal de Ayllu influyó en el comportamiento de los agentes de software que junto con sus habilidades sociales es posible compararlos con el comportamiento de las personas, lo que permite que sean tratadas como un MAS. Como respuesta a la necesidad de simplificar el proceso de desarrollo de

groupware y soportar la movilidad nace la arquitectura Ayllu, orientándolo al paradigma de las 5C. De este modo Ayllu no solo proporciona un framework de desarrollo sino que brinda una nueva visión de groupware ofreciendo nuevas características y ventajas.

Como un trabajo complementario, se desarrolló Ayllu-ORG que es una implementación de un modelo para realizar tareas *groupware* en entornos empresariales, usando agentes informáticos racionales [UL2006], en donde se utiliza Ayllu como plataforma MAS base y es extendida para aumentar su funcionalidad orientando su filosofía hacia entornos organizacionales. Ayllu-ORG fue validada y su funcionalidad fue extendida en la creación de componentes para la administración de equipos de trabajo, componentes para la gestión de calidad y la creación de un agente manejador de recursos [BH2007]. Estos trabajos han ayudado a madurar el modelo propuesto en Ayllu añadiendo mayores elementos funcionales que fortalecen la plataforma enriqueciendo su versatilidad.

Por otro lado, se han realizado trabajos en la línea de metodologías para el desarrollo de MAS; dentro de estos se destaca AOPOA (Organizational Approach to Agent Oriented Programming), ideada para la implementación de MAS genéricos usando programación orientada a agentes la cuál define una secuencia de pasos y que utiliza a BESA como plataforma para el desarrollo del sistema [GE2006]. Los trabajos anteriormente mencionados, pertenecen al grupo SIDRE y se clasifican en la misma línea de investigación que persigue este proyecto y representan la base sobre la cual se busca extender su funcionalidad.

En el ámbito académico internacional se han realizado múltiples trabajos en el marco del desarrollo de metodologías para el desarrollo de MAS. Se recopiló algunos ejemplos de trabajos relevantes en el tema para contextualizar la problemática a y extraer elementos relevantes que justifiquen la pertinencia y oportunidad del trabajo realizado. Para mayor información sobre estos y otros trabajos relacionados con el tema, por favor refiérase al Anexo 1 Documento de Estado del Arte.

Modelling Multi-Agent System using Different Methodologies [ES2011], en este trabajo se resaltan que en las metodologías estudiadas se identificaron deficiencias sobre todo en la definición de la etapa de Requerimientos Tempranos en términos de captura, entendimiento, registro de terminología y especificación de requerimientos no funcionales.

Analysis and Design of a Multi-Agent System Using Gaia Methodology in an Airport Case of Use [SN2011], el objetivo de este trabajo es construir un caso de estudio para validar la etapa de análisis y diseño de un MAS usando la metodología Gaia [WM2000] en un contexto de compleja inteligencia: un aeropuerto. Los autores seleccionaron Gaia por encima de otras metodologías para el desarrollo de MAS motivados por la necesidad de ver el sistema como una organización humana, representada por un comunidad social de agentes, toda vez que la organización no es una colección de roles únicamente, también es una colección de metas, y Gaia provee este aspecto en forma intuitiva. Gaia facilita esta tarea definiendo abstracciones organizacionales (ambientes, roles, interacciones entre roles, estructura organizacional y roles organizacionales). Gaia es una metodología de alto nivel y por ende facilita la labor de abstracción liberando a los diseñadores del acoplamiento que puede existir con una técnica específica orientada a objetos o lenguaje de especificación, para centrarse en la forma en que una sociedad de agentes colabora entre sí para lograr las metas del sistema.

CIAM: A Methodology for the Development of Groupware User Interfaces [HU2008]. CIAM (Collaborative Interactive Applications Notation) es una metodología que propone ser un framework soportado por un arreglo coherente de notaciones que brindan soporte al diseño de herramientas colaborativas de naturaleza interactiva. Esta notación es usada para completar un marco de trabajo metodológico para el diseño de sistemas para soportar el trabajo en grupo. El objetivo principal de CIAM es guiar al diseñador en el modelamiento del sistema, comenzando por la especificación de alto

nivel de abstracción el cual es disminuye conforme avanzan las etapas de análisis y diseño, y propone el diseño final de la interfaz gráfica. Según los autores, la mayor desventaja identificada en el desarrollo de este trabajo es que presentaron dificultades para integrar naturalmente su propuesta con metodologías formales de ingeniería de software; específicamente en términos de notación y procesos para el desarrollo de software.

Towards a Building Methodology for Software Agents [XIA2006]. El desarrollo en este trabajo puede ser clasificado en dos aproximaciones. La primera es la metodología basada en componentes, en donde los agentes son modelados como la composición de múltiples componentes escaladamente, comenzando a construir desde los niveles inferiores. La segunda es basada en la tecnología BDI (Beliefs, Desires, Intentions), que en donde los agentes son vistos como entidades racionales con un conjunto de actitudes mentales: creencias, deseos e intenciones. El modelo BDI es usado para inyectar racionalidad a los agentes y es una aproximación en donde la implementación se utiliza las creencias, deseos e intenciones de los agentes como fuente de información para la resolución de un problema.

1.2 Formulación del problema

Definir y estructurar la interacción entre personas que cooperan entre sí mediada por agentes puede resultar en una labor compleja y de difícil consecución, debido al número de elementos que componen un MAS y la ausencia de un medio unificado de especificación que permita diseñar en forma clara y estructurada. Esta condición es la que motivó el desarrollo de este trabajo de grado en donde se identificó la ausencia de una guía metodológica formal que facilite el proceso de construcción de una solución de software que se apoye en un MAS para resolver problemáticas de cooperación entre personas que pertenecen a una organización; específicamente, se busca facilitar la comunicación, colaboración, resolución de conflictos y coordinación de actividades. De lo anterior se puede proponer la siguiente pregunta generadora: ¿Cómo facilitar el desarrollo de mecanismos que estructuren la interacción entre las personas que cooperan, utilizando servicios cooperativos como soporte a sus actividades cotidianas?

1.3 Justificación

La misión de la Universidad Javeriana busca impulsar prioritariamente la investigación y la formación integral centrada en los currículos de las facultades que la componen. Este trabajo de grado se desarrolló en la modalidad de Proyecto de Investigación Formativa y por ende busca apoyar la labor investigativa de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y se encuentra enmarcado y alineado con la misión del grupo de investigación SiDRe del Departamento de Ingeniería de Sistemas. En especial se pretende contribuir a la solución de la deficiencia y lentitud en el desarrollo científico y tecnológico, al abordar nuevos temas de investigación que generan valor y conocimiento.

Si bien en AOPOA [GE2006] se propone una metodología para la implementación de Sistemas MultiAgente, se identificó la oportunidad de proponer al grupo SiDRe una guía metodológica que permita una aproximación inicial para dirigir el comportamiento de las personas que cooperan dentro de una organización inspirado en un Sistema MultiAgente. Esta guía se puede evolucionar en una metodología formalmente validada y aprobada por especialistas en la materia.

Con la generación de la guía metodológica propuesta se logró facilitar el proceso de análisis y diseño de un MAS orientado a metas y permitió especificar en forma clara y estructurada el funcionamiento de una organización desde una perspectiva sistemática. Con esta solución, ahora se puede enfocar un problema de cooperación orientada a satisfacer las metas organizacionales.

1.4 Impacto Esperado

Dada la alta demanda del sector empresarial por herramientas de software colaborativas, se espera que se pueda utilizar esta guía metodológica como punto de partida para la especificación de Servicios Cooperativos complejos. Adicionalmente, se espera que el grupo SiDRe fortalezca los conceptos emitidos en este trabajo, refinando la guía metodológica y proponiéndola como solución a nuevas problemáticas.

2. Descripción del Proyecto

En esta sección se realizará la explicación denotativa del trabajo realizado en sus diferentes etapas, resaltando el producto resultante de cada actividad y su relevancia en el desarrollo de la guía metodológica.

2.1 Visión global

Para lograr los objetivos propuestos, se utilizó el resultado de trabajos realizados por el grupo SiDRe de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Javeriana en el marco del desarrollo de MAS. Se realizó un trabajo investigativo sobre metodologías de agentes, de los cuales se extrajeron los elementos más relevantes para perfilar las etapas básicas de la guía metodológica. Se creó un caso de estudio en busca de validar la efectividad de la guía y en forma paralela se retroalimentó la guía metodológica de acuerdo a las oportunidades de mejora encontradas en la implementación del caso de estudio. Finalmente, la guía se evaluó tomando en cuenta a los criterios de evaluación definidos y de acuerdo al cumplimiento de los objetivos propuestos.

2.3 Objetivo general

Proponer una guía metodológica para la construcción de servicios cooperativos mediados por agentes.

2.4 Fases Metodológicas o conjunto de objetivos específicos

Para el ciclo de vida de este proyecto se identificaron cuatro etapas que se ejecutaron secuencialmente durante la investigación. La descripción detallada de cada una de ellas es la siguiente:

Fase 1: Contextualización inicial

Se realizó una labor investigativa sobre las metodologías groupware y de agentes de software existentes, con el objeto de retener los elementos relevantes encontrados y definir los elementos básicos que definieron la guía metodológica propuesta. El resultado de esta etapa está consignado en el capítulo II de la presente guía.

Fase 2: Diseño de la guía metodológica

En esta fase se llevó a cabo un riguroso análisis de la interacción entre las personas dentro de un contexto organizacional. Se analizaron los modelos de comportamiento de agentes y su interacción en un ambiente de cooperación. Esta fue la base para hacer la generalización de los elementos clave en la construcción de la definición de un Servicio Cooperativo acertado. Con el resultado de estos estudios se identificaron los requerimientos funcionales y no funcionales de la guía metodológica que se propuso.

Para la elaboración de la guía metodológica, se utilizó un proceso de construcción basado en el desarrollo de aproximaciones que en forma incremental van incorporando todas las características requeridas y deseables, permitiendo una depuración progresiva de la misma.

Fase 3: Caso de estudio

Para delimitar el alcance del caso de estudio, se implementó un proceso de selección utilizando criterios tales como: tipo de estructura organizacional, número de participantes, tipos de comunicación, tiempo de implantación, costos, relevancia en un entorno *groupware*, viabilidad y factibilidad, entre otros. Lo anterior, con el fin de hacer una selección adecuada de la problemática a resolver con el caso de estudio.

Posteriormente, se ejecutaron todos y cada uno de los pasos propuestos por la guía metodológica para la construcción del Servicio Cooperativo seleccionado, usando caso de estudio enmarcado en el contexto de métodos cooperativos de aprendizaje.

El caso de estudio consistió en una ejemplificación de la funcionalidad de la guía metodológica para un contexto organizacional seleccionado según criterios como: número de participantes, necesidad de comunicación, necesidad de sincronismo de información, posibilidad de generar conflictos de acceso a artefactos, etc. Para evaluar el aporte hecho con el caso de estudio se aplicaron criterios de funcionalidad seleccionados como: calidad del soporte prestado al trabajo del diseñador, claridad para implementación, entre otros.

II - MARCO TEÓRICO

1. Marco Contextual

Desde una perspectiva empresarial, muchas compañías están redefiniendo constantemente la forma en la cual se hacen los negocios. Esta transformación implica reemplazar las viejas y rígidas estructuras de trabajo, por la dinámica formación de especializados grupos interdisciplinarios para satisfacer las necesidades de los clientes y afrontar retos que exigen altas competencias. *Groupware* ha surgido como un conjunto de herramientas de software para mediar la comunicación y coordinar en forma eficiente las actividades que se llevan a cabo dentro y fuera de los equipos de trabajo.

Uno de los objetivos trazados para este trabajo de grado es contribuir al mejoramiento de la comunicación, cooperación y colaboración entre las personas en una organización proponiendo un nuevo modelo de cooperación orientado a servicios. Con el ánimo de contextualizar los conceptos que se desarrollarán a lo largo de este trabajo se resume y comparan metodologías *Groupware* y de agentes. Esta representa la base conceptual sobre la cual se orienta la guía metodológica a proponer. Este documento se estructura de la siguiente manera: En primer lugar se exponen los conceptos básicos de teoría de agentes y Sistemas Multi-Agente se presentarán algunas metodologías *Groupware* y de agentes, se extraerá la filosofía propuesta por cada una y se extraerán las conclusiones y conceptos básicos para visualizar lo que posteriormente será la guía metodológica.

1. METODOLOGÍAS GROUPWARE

“El propósito principal de las aplicaciones *Groupware* es soportar grupos de personas en comunicación, colaboración y coordinación de sus acciones” [XU2008]. “Promete incrementar la productividad de los usuarios al brindarles una variedad de soluciones de software que pueden usar en múltiples formas” [WAL1997]. Se puede sintetizar como una colección de herramientas colaborativas que permiten mejorar la interacción de sus usuarios a través aplicaciones dirigidas que facilitan el logro de un objetivo común, ya sea: la creación de un documento grupal, establecer comunicación por video o teleconferencia en forma dirigida o simplemente en el intercambio de información para el aprendizaje de un tema en grupo.

Una de las aplicaciones de *Groupware* es la creación de conocimiento. Una forma muy usual de construir conocimiento es a través de la interacción de la gente en grupos pequeños. “El Internet, al permitirle a la gente una comunicación a nivel global en infinitas combinaciones, ha abierto oportunidades enormes para la creación del conocimiento y entendimiento” [FUK2005]. Para diseñar software que pueda facilitar la construcción de conocimiento en forma colaborativa, primero se debe comprender la naturaleza de la cognición grupal. Se debe hacer un análisis desde una perspectiva individual y grupal para comprender la variedad de procesos que debe soportar *Groupware*.

Uno de los retos más importantes en este frente consiste en que mientras que la tecnología *Groupware* puede desempeñar las tareas para las cuales fue diseñada, para las personas puede ser difícil encontrar estas herramientas cómodas e intuitivas. Esta condición se hace aún más evidente en *Groupware* porque es mucho más que una simple herramienta: “*Groupware* cambia fundamentalmente la forma en que una organización trabaja y se comunica. La cultura organizacional debe estar preparada tanto para implementar nuevas soluciones *Groupware* como para alinearse a la premisa cultural de *Groupware* (esfuerzo compartido, cooperación y colaboración)” [WAL1997]. Este comentario describe la

experiencia de una organización que ha lidiado con un proceso de re-ingeniería usando la filosofía *Groupware*.

A continuación se realiza una breve descripción de varias metodologías *Groupware*:

CIAM: A Methodology for the Development of Groupware User Interfaces [HOP2008]. *CIAM (Collaborative Interactive Applications Notation)* es una metodología que propone ser un framework soportado por un conjunto coherente de notaciones que brindan soporte al diseño de herramientas colaborativas de naturaleza interactiva. Esta notación es usada para completar un marco de trabajo metodológico para el diseño de sistemas para soportar el trabajo en grupo. El objetivo principal de CIAM es guiar al diseñador en el modelamiento del sistema, comenzando por la especificación de alto nivel de abstracción el cual disminuye conforme avanzan las etapas de análisis y diseño, y propone el diseño final de la interfaz gráfica. Según los autores, la mayor desventaja identificada en el desarrollo de este trabajo es que presentaron dificultades para integrar naturalmente su propuesta con metodologías formales de ingeniería de software; específicamente en términos de notación y procesos para el desarrollo de software.

A Component-Based Groupware Development Methodology [GUA2001]. En este trabajo se presentó una metodología basada en componentes para el desarrollo de aplicaciones *Groupware*. De acuerdo a esta metodología, el desarrollo de una aplicación se organiza a través del uso de cuatro niveles de abstracción. En cada nivel, se usan tres vistas diferentes para capturar aspectos estructurales, de comportamiento y de interacción de la herramienta a desarrollar. Los autores ilustraron esta metodología usando una herramienta de chat como caso de estudio. Las vistas presentadas en este trabajo (Estructural, Comportamiento e Interacciones), pretenden ser las más relevantes para el diseño de la aplicación. A diferencia de la mayoría de procesos de desarrollo de software, los cuales normalmente prescriben el desarrollo de un conjunto de objetos seguidos por su agrupación en componentes, la metodología que proponen busca identificar una suma de componentes, posiblemente reusando los que ya existen, y después refinándolos en objetos. UML permite modelar la mayoría de procesos de desarrollo de un componente de software, pero UML aún no soporta la especificación específica de QoS. Los autores sugieren que el soporte para el modelamiento de componentes debería mejorarse. El proceso de desarrollo propuesto es lo suficientemente general para aplicarlo en diversas áreas diferentes a *Groupware*. Sin embargo, su investigación está focalizada en el desarrollo de aplicaciones *Groupware*, tales como una aplicación de votación y una herramienta de conferencias multimedia. También se investigaron el uso de otras técnicas para ser aplicadas en combinación con UML.

2. AGENTES Y SISTEMAS MULTI-AGENTE (MAS)

En los documentos revisados no se encuentra una definición formal y unificada de Sistema Multi-Agente. “Las características clave de agentes ampliamente entendidas en diferentes literaturas indican que son entidades de software altamente autónomas, proactivas, situadas y dirigidas. Otras características como la movilidad son opcionales y crean un subtipo especial de agentes” [LUC2004].

En este contexto, un agente autónomo es uno que sea totalmente independiente y pueda decidir su propio comportamiento. Particularmente define cómo responderá a la interacción con otros agentes y se dirige por sí solo. Un agente proactivo es uno que puede actuar sin ninguna petición externa, únicamente toma como base de información su estado actual, los objetivos que tiene por cumplir y el estado actual de su entorno. Sin embargo, cabe notar que esto introduce algunos problemas, pues existe una extensa literatura en agentes puramente *reactivos* que no pueden ser clasificados como agentes con esta categorización. Aunque los agentes reactivos predominan en algunos dominios, en realidad, la mayoría de los agentes que se están diseñando actualmente tienen comportamiento tanto proactivo

como reactivo. El balance de estas dos características es un reto clave para los desarrolladores de sistemas de software orientados a agentes.

La característica de un agente situado implica que esté contenido en su totalidad dentro de un ambiente específico. Estos agentes son capaces de percibir este ambiente, de actuar según el ambiente, y como respuesta, afectar el ambiente. Finalmente, la característica de direccionalidad significa que los agentes poseen al menos una meta bien definida y su comportamiento corresponde a la consecución de la totalidad de sus metas.

Es común que se haga la comparación entre agentes y objetos. Algunos autores describen los agentes como “objetos inteligentes” u “objetos que pueden decir no.” [LUC2004]. Esto significa que un sistema híbrido entre agentes y objetos es enteramente factible. Otros ven los agentes a un alto nivel de abstracción [MIL2001], tanto como en el mismo sentido especialistas en OO ven los componentes en un nivel de granularidad similar.

Algunas de las consecuencias de este alto nivel de abstracción es que los agentes participan en ciclos de toma de decisiones, algunas veces rotuladas como ciclos “percibir-decidir-actuar”. Para lograr esto, se deben considerar otras características como los roles que los agentes representan, la metáfora de los agentes con estado mental, incluyendo la posesión de habilidades y responsabilidades, aptitudes y capacidades. Cuando se consideran sus interacciones vía percepciones y acciones con otros agentes y su ambiente, se introducen nociones de percepción, acciones, y lenguajes de comunicación para agentes. Las habilidades de negociación involucran consideraciones de un concepto llamado “Contract Net” [SMI1980], estrategias de subastas, y las cuestiones de competición versus cooperación.

Así como sucede con la definición de agente, tampoco se tiene una definición unificada de un Sistema Multi-Agente (MAS por sus siglas en inglés de *Multi-Agent System*). Sin embargo, casi todas las definiciones dadas en la literatura revisada conciben el concepto de MAS como un sistema compuesto de agentes cooperativos o competitivos que interactúan unos con otros con el objeto de lograr metas individuales o comunes. Desde el punto de vista de ingeniería de software, una de las características más importantes de un MAS es que el conjunto de agentes final generalmente no está dado en tiempo de diseño (sólo el conjunto inicial es especificado), sino en tiempo de ejecución. Esto sugiere básicamente que, en la práctica, un MAS está basado en arquitecturas abiertas que permiten a los nuevos agentes unirse y desligarse dinámicamente del ambiente. La mayor diferencia con la aproximación OO, donde los objetos pueden también estar dados en tiempo de ejecución y unirse y desligarse del sistema dinámicamente, es que los agentes pueden hacer esto en forma autónoma mostrando un comportamiento proactivo que no es completamente predecible a priori.

Un MAS contiene agentes; consecuentemente, este también tiene algunas de estas características típicas de los agentes. Por transitividad, se puede decir entonces que las características claves de un MAS son: autónomo, situado, proactivo, y social. De las anteriores características, se infiere que la proactividad es la característica más contenciosa ya que, en primer lugar, como se notó anteriormente, es generalmente aceptado que los agentes poseen varios grados de comportamiento proactivo y reactivo. En segundo lugar, la autonomía tampoco es una característica binaria, dado que los objetos activos, usados por ejemplo en el contexto de programación manejada por eventos, se puede decir que poseen cierto grado de proactividad. A pesar de estas dos observaciones, el comportamiento propio de los agentes conducen a un conjunto de características de alto nivel en las que se incluyen adaptabilidad, flexibilidad, escalabilidad, mantenibilidad, y probablemente algún comportamiento emergente. De todas estas características “deseables”, tal vez sea la última la que seguramente cause mayor preocupación. Emergencia es usualmente enlazada con teoría de Sistemas Adaptivos Complejos (CAS). Aunque hay muchas sombras sobre la definición de lo que significa emergencia en la comunidad CAS, la interpretación general es que un comportamiento emergente es aquel que no puede

ser predicho por una inspección de sus partes individuales. Esto significa que no puede ser predecible desde un análisis de principio a fin y podría decirse que por esta razón, tiene que ser considerado a nivel de sistema. Como quiera que este tipo de comportamiento emergente es generalmente provocado, permitiéndole emerger sin restricciones y en forma no planeada es claramente perjudicial en ciertas circunstancias (en otras situaciones puede ser benéfico). Para aliviar esta preocupación de un sistema de agentes incontrolado e incontrolable causando estragos, claramente un comportamiento emergente tiene que ser considerado y planeado a nivel de sistema usando análisis desde un alto hacia un bajo nivel de abstracción en forma incremental.

Muchas metodologías AO (Orientadas a Agentes) usan la metáfora de la organización humana (posiblemente divididas en sub-organizaciones) en las cuales los agentes juegan uno o más roles e interactúan con otros. Para diseñar un MAS se utilizan modelos organizacionales y estructuras humanas. Conceptos como: rol, dependencia social, y reglas organizacionales son usados no solo para modelar el ambiente en el cual el sistema funciona, sino también el sistema en sí. Dada la naturaleza organizacional de un MAS, una de las actividades más importantes en una metodología AO resulta en la definición de modelos de interacción y cooperación que capturan las relaciones y dependencias sociales entre los agentes y los roles que estos representan dentro del sistema. Los modelos de interacción y cooperación son generalmente muy abstractos, y son concretizados implementando protocolos de interacción en etapas finales del diseño.

Aunque el paradigma de Programación Orientada a Agentes (AOP) fue introducido hace más de 15 años por Yoav Shoham [SHO1993], aún no existen lenguajes AO que se usen en la práctica para el desarrollo de un MAS. Las herramientas que han sido estudiadas en este trabajo para soportar la implementación de agentes y MAS, ninguna está basada en un lenguaje AO apropiado y formal. Las herramientas para el desarrollo de agentes se han construido en su mayoría sobre Java y usan el paradigma OO para la implementación de software. Las metodologías que se tratarán en este estudio no tienen como su principal enfoque la fase de implementación, aunque en algunas brindan indicaciones sobre cómo lograrlo.

3. METODOLOGÍAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS MULTIAGENTE

Una metodología para la construcción de Sistemas MultiAgente pretende describir todos pasos que se deben seguir para el desarrollo de un sistema de software basado en agentes. Previo a una adopción como un estándar de la industria, los investigadores deben crear una metodología unificada. Esto ha dejado a la academia y a los investigadores de la industria el desarrollo y creación de un sinnúmero de aproximaciones metodológicas. En los años 90's, se estima que existían cerca de cien metodologías para el desarrollo de software [JAY1994], aunque estas podían ser agrupadas en un número mucho más reducido de metodologías (cerca de cinco) [LIV1999]. A este selecto grupo de metodologías se puede agregar una sexta: Metodologías Orientadas a Agentes (AO); esto significa, aproximaciones metodológicas adecuadas para el desarrollo de software basado en agentes.

En paralelo al crecimiento y disponibilidad de metodologías para el desarrollo de sistemas OO (Orientada a Objetos) en los 90's, se está observando el florecimiento de un número de innovadoras metodologías AO. Sin embargo, en contraste con metodologías OO, el campo al cual se incursiona no es manejado por la industria. Muchas de las metodologías aquí tratadas están siendo desarrolladas por pequeños grupos de interés de respetadas instituciones académicas. Si bien, muchas de las metodologías AO fueron propuestas en años pasados, se han encontrado metodologías que han sido probadas en pequeñas aplicaciones de la industria y han sido extendidas en trabajos recientes. El objetivo de esta investigación es identificar y analizar las metodologías AO maduras y predominantes, caracterizarlas y generalizar las características más importantes de dichas metodologías para que como

resultado de este trabajo, se obtenga la aproximación inicial de lo que será la guía metodológica a proponer.

3.1. METODOLOGÍA TROPOS

La metodología propuesta en Tropos se basa en la idea de usar conceptos de modelamiento de requerimientos para construir un modelo de lo que será el sistema (“System-to-be”) en su ambiente operacional. Este modelo se ha refinado y extendido en forma incremental, brindando una interfaz común a las diferentes actividades involucradas en el desarrollo de software. El modelo también sirve como una base para la documentación y evolución de los sistemas en una organización.

A continuación, se describen e ilustran las cuatro fases de desarrollo de la metodología propuesta por Tropos: *Análisis de Requerimientos* (iniciales y finales), *Diseño Arquitectónico* y *Diseño Detallado*.

3.1.1. EXTENSIÓN DE TROPOS ORIENTADA A LA SEGURIDAD

Aunque la seguridad juega un papel importante en el desarrollo de un MAS, el análisis cuidadoso de los procesos de desarrollo de software muestra que la definición de requisitos de seguridad, generalmente se tiene en cuenta después de haber realizado del diseño del sistema [MH2006]. Una de las razones es el hecho de las metodologías de ingeniería de software orientadas a agentes no han integrado los problemas de seguridad a través de sus etapas de desarrollo. La integración de las preocupaciones de seguridad durante las etapas de desarrollo puede ayudar en el desarrollo de Sistemas Multi-Agente más seguros. En este trabajo se presenta una extensión a la metodología Tropos que le permita modelar los problemas de seguridad a lo largo de todo el proceso de desarrollo. Una descripción de los nuevos conceptos y actividades de modelado junto con una discusión sobre cómo estos se integran a la etapas actuales de Tropos. Para ilustrar el enfoque se elaboró un caso de estudio real del sector de la salud y protección social [MH2006].

La metodología tropos ataca parcialmente aspectos de seguridad permitiendo a los desarrolladores capturar requerimientos de seguridad, así mismo como otros requerimientos no funcionales como metas-blandas (soft-goals). El uso de metas-blandas para modelar requerimientos no funcionales generales no ayuda a generar una clara distinción entre seguridad y otros requerimientos del sistema. Esta distinción se hace aún más difícil por la falta de definición de los conceptos Tropos, tales como los objetivos, tareas y dependencias, pensando en términos de seguridad. Además, aunque los conceptos actuales de Tropos permiten establecer una clara identificación de las dependencias entre los actores, y no son capturadas las restricciones de seguridad que pueden ser impuestas a algunos de estos actores. La falta de un mecanismo para modelar dichas restricciones resulta en un análisis y eventualmente en un diseño que carece de información esencial de seguridad y restringe el modelamiento de las propiedades de seguridad durante la etapa de desarrollo del sistema. Además, la metodología no integra modelos de seguridad durante la etapa de análisis de requerimientos tempranos, ya que el modelado de los requisitos de seguridad como metas-blandas se elabora durante el análisis de la etapa de diseño arquitectónico [MH2006]. Sin embargo, todos los actores juegan un papel importante con respecto a la seguridad del sistema y todos ellos deben ser analizados teniendo en cuenta aspectos de seguridad.

Como un trabajo complementario, se ha realizado una investigación en donde se busca transformar la guía metodológica propuesta en Tropos usando casos de uso indebidos o casos de mal uso (*misuse cases*) [AN2011]. El aumento progresivo en el desarrollo de sistemas seguros de información requiere que las preocupaciones de seguridad deban estar correctamente articuladas muy anticipadamente en la ingeniería de requerimientos tempranos junto con otros requisitos funcionales y no funcionales. Este trabajo está basado en el modelo de dominio del sistema para la administración de riesgos de

seguridad, se propone un conjunto de lineamientos de transformación para traducir los modelos de seguridad Tropos a diagramas de casos de mal uso. Dicha traducción de modelo ayuda a los desarrolladores a obtener las necesidades reales en términos de seguridad mediante la integración del análisis de la seguridad desde las etapas de requerimientos tempranos hasta todas las etapas del proceso de desarrollo. La traducción alinea las preocupaciones de seguridad en el sistema de información con los requisitos funcionales y mantiene la trazabilidad de las decisiones de seguridad a su origen [AN2011].

3.1.2. CONCLUSIONES DE LA METODOLOGÍA TROPOS

Se ha propuesto el desarrollo de una metodología llamada TROPOS, basada en conceptos sociales e intencionales, inspirada en análisis tempranos de requerimientos. El framework de modelamiento propone ver el sistema desde cinco perspectivas complementarias que permiten identificar los componentes necesarios a partir de preguntas:

- *Social*: ¿Quiénes son los actores relevantes?, ¿qué desean?, ¿cuáles son sus obligaciones?, ¿cuáles son sus capacidades?
- *Intencional*: Las metas relevantes y cómo interactúan. ¿Cómo están siendo desarrolladas y por quién?
- *Comunicativo*: ¿Cómo se comunican los actores con cada uno de los otros?
- *Orientado a procesos*: ¿Cuáles son los procesos de negocios?, ¿quién es responsable por cuál?
- *Orientada a objetos*: ¿Cuáles son los objetos relevantes, las clases y como están interrelacionadas?

Se considera que la metodología es particularmente apropiada para sistemas genéricos y basados en componentes, para las aplicaciones e-business que pueden ser descargadas y usadas en una variedad de ambientes operacionales y plataformas computacionales. Tropos se basa en una metodología manejada por requerimientos, el sistema está definido en términos de actores, metas y dependencias sociales entre ellos. Por otra parte el desarrollador no está forzado a operar estas estructuras intencionales y sociales en el desarrollo de los procesos, evitando de este modo el “cableado” de soluciones en requerimientos de software.

La metodología Tropos no está destinada para ningún tipo de software. Para los sistemas de software (como un compilador) o software embebido, el ambiente operativo del sistema es un artefacto de ingeniería, sin partes interesadas que se puedan identificar. Las técnicas tradicionales de desarrollo de software pueden ser más apropiadas. Sin embargo un gran y creciente porcentaje de software opera en ambientes organizacionales abiertos y dinámicos. Para tal software la metodología tropos y otras de la misma familia aplican y prometen la entrega de sistemas de software más usables, robustos y seguros. La metodología Tropos es en su forma actual no es apropiada para agentes de software sofisticados que requieren mecanismos avanzados de razonamiento para planes, metas y negociaciones. Se requiere la creación de nuevas extensiones más que todo en la fase de diseño que puedan direccionar esta clase de aplicaciones de software.

Adicionalmente aunque se han realizado trabajos para extender la metodología en términos de seguridad, se requiere la realización de esfuerzos adicionales para el refinamiento de la propuesta y validar la utilidad con casos de estudio más grandes y complejos. Según los autores, actualmente se está trabajando en el desarrollo de análisis formales adicionales para Tropos, incluyendo el análisis de metas e ingeniería de estructuras sociales. También se están desarrollando herramientas que soportan diferentes fases de la metodología.

3.2. METODOLOGÍA MASE

La metodología Mase (por sus siglas Multi-Agent System Engineering), toma la especificación inicial de un sistema, y produce una serie de documentos de diseño formales basado en un estilo gráfico. El objetivo principal de MaSE es guiar al diseñador a través del ciclo de vida de desarrollo de software desde su especificación hasta la implementación. MaSE es independiente de una arquitectura MAS particular, arquitectura de agentes, lenguaje de programación, o sistema de comunicación basado en mensajes. Un sistema diseñado en MaSE puede ser implementado en muchas formas usando el mismo diseño. MaSE también ofrece la posibilidad de realizar trazabilidad a los cambios a través de las diferentes etapas de la metodología.

La operación general de MaSE sugiere seguir los pasos de progresión en donde se generan salidas a cada sección lo que se convierte en entradas en las próximas. La metodología es iterativa a lo largo de todas sus fases con la intención de que incrementalmente se aumente el nivel de detalle de los modelos propuestos.

La primera fase de la metodología es la Captura de Metas, en donde se toma la especificación inicial del sistema, para transformarla en una estructura de metas del sistema a través de un diagrama de jerarquías. En la metodología MaSE, una meta está definida como un objetivo a nivel de sistema. Los bloques de construcción a bajo nivel pueden heredar o ser responsables de la consecución de las metas, pero las metas siempre están contextualizadas a nivel de sistema. Hay dos partes en la fase de Captura de Metas: identificar y estructurar metas. Las metas son identificadas tras sintetizar la esencia de los requerimientos. Estos requerimientos pueden incluir documentos técnicos detallados o especificaciones netamente gubernamentales. Una vez las metas se han capturado y especificado, estas son menos propensas a cambiar que los pasos y actividades requeridas para su consecución.

CONCLUSIONES SOBRE LA METODOLOGÍA MASE

La metodología MaSE define una guía para un diseñador de MAS a través de todo el ciclo de vida para el desarrollo de software, comenzando desde una representación textual y procediendo en forma estructurada hacia una implementación funcional. MaSE combina varios modelos pre-existentes en una metodología estructurada y simplificada. Por lo tanto, muchos de los modelos usados dentro de la metodología ya se han justificado y validado dentro del contexto de agentes y MAS. La metodología propone realizar una serie de transformaciones guiadas para conectar los elementos fundamentales en una imagen clara de alto nivel que permite a los diseñadores identificar la ruta a trazar para la creación de un MAS.

Al mismo tiempo, los autores han desarrollado una herramienta llamada agentTool, para soportar el desarrollo de MAS usando MaSE. Esta herramienta soporta el ciclo de vida completo desde la generación de diagramas para representar la jerarquía de metas hasta la generación de código. El haber desarrollado la metodología y la herramienta al mismo tiempo, le permitió a los autores definir una semántica no ambigua para los modelos así como sus relaciones. El uso de agentTool y MaSE ha mostrado que se puede desarrollar una metodología para el desarrollo de MAS, junto con un conjunto de herramientas automatizadas, que soportan múltiples tipos de arquitectura de agentes, lenguajes, y frameworks de comunicaciones.

MaSE se ha aplicado exitosamente en varios trabajos de grado así como en múltiples proyectos de investigación. El proyecto Satisfacción de Metas Distribuidas en Sistemas Multi-Agentes, es un esfuerzo en colaboración entre la AFIT, la Universidad de Connecticut, y la Wright State University en donde MaSE está siendo usada para el diseño de un framework de agentes para integrar diferentes sistemas de planeación. El proyecto Agent-Based Mixed-Initiative Collaboration también usa MaSE para diseñar un MAS enfocado en planeación distribuida para humanos y máquinas. MaSE se ha usado con éxito para diseñar un sistema de información que consolide una base de datos de agentes

heterogéneos, también como una aproximación Multi-Agente a un sistema inmune a virus basado en biología.

3.3. METODOLOGÍA PROMETHEUS

Es ampliamente aceptado en la comunidad de investigadores de agentes que una cuestión clave en la transición de agentes de laboratorios de investigación a la práctica industrial es la necesidad de adoptar una metodología de ingeniería de software madura para la especificación y el diseño de sistemas de agentes. *Prometheus* promete resolver esta necesidad.

En el desarrollo de la metodología Prometheus, existe un número de consideraciones que han motivado e influido la evolución de Prometheus y las decisiones tomadas en su desarrollo. Estas características de Prometheus lo distinguen visiblemente de las metodologías existentes:

- En primer lugar y la más importante, Prometheus está destinada a ser una metodología *práctica*. Como tal, necesita ser tanto *completa* como *detallada*. Prometheus tiene que ser suficientemente *completa* a tal punto que debe cubrir un rango de actividades desde especificación de requerimientos hasta el diseño detallado; y tiene que ser suficientemente *detallada*, de tal forma que brinde una guía detallada en *como* efectúa los diferentes pasos que conforman el proceso de Prometheus.
- Prometheus necesita dar soporte (aunque no debe ser lo único que soporte) al diseño de agentes que están basados en metas y planes. Se cree que una parte significativa de los beneficios que pueden ser ganados de la ingeniería de software orientada a agentes viene del uso de metas y planes para lograr agentes que sean flexibles y robustos.
- La metodología debe facilitar herramientas de soporte, y estas deberían estar (libremente) disponibles.
- Prometheus necesita ser usable por desarrolladores de la industria y estudiantes de pregrado, no investigadores y estudiantes de post-graduado. En particular, es importante que estos grupos usen la metodología y que sus experiencias y sus retroalimentaciones ayuden a guiar el desarrollo y mejoramiento de la metodología.

Antes de entrar en los detalles de la metodología, vale la pena analizar la respuesta de los autores a la pregunta: ¿qué es una metodología? Esto no es sólo un ejercicio académico: si vemos una metodología como si consistiera puramente de notaciones para describir diseños o como que consiste únicamente de procesos de alto nivel, entonces terminaría con un resultado muy diferente.

Se adoptó una postura pragmática; en vez de debatir que debería y no debería ser considerado parte de una metodología, simplemente incluyeron en Prometheus todo lo que se creyó necesario. En particular, la metodología Prometheus incluye una descripción de *conceptos* para el diseño de agentes, un *proceso*, un número de *notaciones* para capturar diseños, también como muchos “tips” o *técnicas* que aconsejan como llevar a cabo los pasos del proceso Prometheus.

Teniendo en cuenta que el diseño es una actividad humana que es inherente a la compensación, en vez de buscar sencillamente el mejor diseño (lo cuál con frecuencia no existe), no es posible brindar reglas certeras e inmediatas. Sin embargo, es importante brindar técnicas detalladas y lineamientos para llevar a cabo los pasos de la metodología.

Los autores pretenden acentuar que Prometheus es una metodología de propósito general. Aunque la fase de diseño detallado hace algunas suposiciones acerca de la arquitectura de agentes, el resto de la metodología no lo hace. No es posible proponer una metodología detallada que genere un diseño detallado e indique la implementación sin hacer suposiciones. Por ejemplo, en Tropos, como en Prometheus, también tiene como objetivo sistemas que son basados en el modelo IntenciónDeseoCreencia (BDI).

CONCLUSIONES DE LA METODOLOGÍA PROMETHEUS

Prometheus tiene como objetivo ser una metodología *práctica* que acorde con los proyectos que se han desarrollado en el marco académico puede ser usada por estudiantes de pregrado y practicantes. Prometheus ha sido desarrollada con el trabajo continuo durante años. En este tiempo, ha sido enseñada a estudiantes de pregrado, usado por estudiantes haciendo proyectos de verano, y aplicado en talleres de la industria. De estas actividades resultó una retroalimentación que ha sido valorada en el refinamiento y mejoramiento de la metodología.

Analizando la perspectiva de la industria, un prototipo de un sistema de alertas meteorológicas desarrollado usando Software Orientada a Agentes de la Oficina de Meteorología de Australia [MAT2004] usó diagramas de Prometheus para capturar y documentar el diseño. Estos diagramas fueron producidos usando JDE (JACK Development Environment).

Con la intención de obtener una valoración ligeramente más confiable de Prometheus, los autores han definido una lista de proyectos donde un estudiante produjo una descripción de la metodología, en donde intencionalmente se brindó un limitado soporte del personal conocedor de la metodología, y fue instruido para diseñar y construir un sistema de agentes. Durante el 2001/2002, un estudiante de segundo año produjo un diseño e implementación para un sistema de manufactura. Durante 2002/2003, un estudiante diferente produjo un diseño detallado para una aplicación de turismo. Estas experiencias contrastan con otras experiencias de estudiantes graduados que trabajan en el diseño de sistemas de agentes y requieren soporte considerable para implantar Prometheus.

Estas experiencias proveen evidencia que Prometheus es tan útil como usable por la audiencia interesada. Otra fortaleza de la metodología es la posibilidad tener una herramienta de soporte.

Sin embargo, Prometheus tiene debilidades. El soporte que tiene de los aspectos sociales de los agentes está actualmente focalizado en el más bajo común denominador; mensajes y protocolos. Extendiendo la metodología para soportar más tipos específicos de interacción de agentes y sus relaciones, como equipos de agentes [COH1991] y sociedades abiertas de agentes, es una de las áreas en las cuales se focalizan actualmente. Se han realizado trabajos para construir sobre proyectos existentes de interés industrial basados en MAS [JUA2002] [HUG2002] [MAT2003].

Prometheus tampoco soporta agentes móviles. Esta no ha sido una prioridad ya que los autores no han visto la movilidad de los agentes como algo central para sistemas de agentes inteligentes. Sin embargo, si un desarrollador está diseñando un sistema donde la movilidad es un aspecto significativo, entonces Prometheus es probablemente inadecuada como una metodología de diseño.

Esta metodología cubre la especificación del sistema, diseño de alto nivel, y diseño detallado de actividades en donde se discuten algunos aspectos de la implementación. También se ha trabajado en el uso de modelos de diseño para ayudar a la depuración de sistemas de agentes [POU2002, 2003] [PAD2005]. Sin embargo, el soporte para la implementación, pruebas, y depuración es limitado por el momento. También, Prometheus actualmente tiene menos énfasis en requerimientos tempranos o iniciales y análisis de procesos de negocio como en una metodología como Tropos. Todas estas son áreas en las cuales Prometheus está en desarrollo y eventualmente se espera que se sean cubiertas.

Finalmente, Prometheus no está basada en UML. Este puede ser considerado como una fortaleza o una debilidad. Desde el punto de vista de una metodología de desarrollo que está bien definida para el diseño de agentes, se considera que no hayan comenzado con una perspectiva que sea muy centrada en objetos ha sido una buena decisión. Por otro lado, UML es claramente la notación estándar, con la cual la mayoría de desarrolladores están familiarizados. Se ha tratado de elaborar aspectos en UML y

diseño orientado a objetos en donde se considera apropiado, sin embargo, se nota que existen otras aproximaciones que logran esto en una medida mayor [PAP2001][WAG2002].

Como conclusiones finales se puede asegurar que la metodología Prometheus que sirve para el diseño de software de agentes inteligentes y sistemas de agentes. La metodología provee una guía detallada tanto en términos de procesos como notaciones. No pretende ser una perspectiva, en vez de ello es una aproximación que está directamente relacionada con la experiencia acumulada por los autores y se espera que sea adaptada, refinada, y desarrollada para suplir las necesidades de los desarrolladores de agentes de software.

Recientemente se ha evidenciado un crecimiento substancial de la actividad en el área de metodologías de ingeniería de software adecuadas hacia un paradigma de programación orientada a agentes. En la medida en que la metodología madura, se desarrolla y gradualmente crece su uso por investigadores más allá de la esfera más inmediata de desarrolladores, se espera que produzca frutos en términos de crecimiento del uso de tecnología de agentes y se amplíe la familiaridad de la construcción de sistemas de agentes.

3.4. METODOLOGÍA GAIA

En los años pasados, los MAS han sido reconocidos como un paradigma de ingeniería de software efectivo para diseñar y desarrollar sistemas de software complejos [JEN2001]. De hecho, las características de un MAS (autónomo, situado proactivo y social [WOO1995]) son adecuados para luchar contra la complejidad de los escenarios modernos de software emergentes por múltiples razones. En primer lugar, la autonomía de los componentes de la aplicación (por ejemplo, la habilidad de un agente de decidir qué acciones tomar y decidir en qué momento hacerlo [WOO1995]) refleja la naturaleza descentralizada de los modernos sistemas distribuidos [TEN2000] y la encapsulación para sistemas para los diferentes interesados [PAR1997]. En segundo lugar, la forma flexible en que los agentes operan (balanceando comportamiento reactivo respondiendo al ambiente en el que están situados con un comportamiento proactivo hacia la consecución de los objetivos diseñados es apropiado a las situaciones dinámicas e impredecibles en que el software se espera que opere [ZAM2001]. Finalmente, la naturaleza de alto nivel, dinámica y social de las interacciones multi-agente es apropiada para abrir sistemas en los cuales sus componentes constituidos y sus patrones de interacción cambian constantemente [EST2002].

CONCLUSIONES SOBRE LA METODOLOGÍA GAIA

La metodología Gaia está basada en una metáfora organizacional que está bien fundada y resulta en la forma adecuada, limpia y racional de las abstracciones organizacionales. Por lo tanto, se considera a Gaia como una efectiva metodología de propósito general para el desarrollo de MAS en un conjunto de escenarios (desde sistemas para la administración de flujos de trabajo, hasta sistemas para el control de procesos de manufactura). Adicionalmente a esta importante característica se pueden identificar otras ventajas de la metodología Gaia:

- Gaia, descansa en un confiable y cuidadoso análisis acerca de la metáfora organizacional, identifica e integra al proceso de desarrollo un número de abstracciones y modelos que, a pesar de ser muy importante para el efectivo desarrollo de un MAS, no son tomadas en cuenta (o son subestimada) por la mayoría de las metodologías orientadas a agentes.
- Mientras se adopta una metáfora organizacional que se ajusta naturalmente las necesidades y características de los MAS y de los sistemas distribuidos modernos, propone un proceso de diseño que es coherente y generalmente similar a aquellos que son ampliamente adoptados en desarrollo de software tradicional (por ejemplo, desarrollo de software orientada a objetos y basada en componentes). Por esta razón, mirando todas las ventajas de la computación orientada a agentes en un

proceso de desarrollo de software poco tradicional, Gaia puede facilitar la promoción de ingeniería de software orientado a agentes como una corriente principal de un paradigma de ingeniería de software.

- Gaia no concuerda con ninguna notación de propósito especial para sus modelos. Sugiere la adopción de algunas simples e intuitivas notaciones sin excluir la posibilidad de acoplar estas notaciones con algunas más formales (como AUML, lógica temporal, o cualquier otra que pueda ser de uso en contextos específicos).
- El proceso de diseño de Gaia promueve un diseño para cambiar la perspectiva y, en el futuro, el desarrollo de MAS dinámicos en los cuales la estructura organizacional, los roles que desempeñan los agentes en el MAS y las características del ambiente operacional son permitidos para que dinámicamente cambien durante la ejecución del sistema.

Sin embargo, también se identificó un número de limitaciones en la versión actual de la metodología Gaia:

- En la metodología Gaia no se maneja directamente temas relacionados con la fase de implementación. Como una opción radical, inspirado por la simplicidad conceptual y generalidad, puede no siempre ser práctica. De hecho, puede darse el caso en el que las plataformas tecnológicas específicas pueden introducir restricciones sobre las decisiones de diseño y puede requerir que sean tomadas en cuenta durante las fases de análisis y diseño. Un ejemplo trivial tiene que ver con el modelamiento ambiental: si los recursos ambientales son de naturaleza pasiva, no se puede asumir que los agentes los perciban en términos de eventos. Gaia (por su característica de no manejar temas relacionados con la implementación) no tiene forma de manejarlos.
- Gaia no maneja las actividades de recolección de requerimientos y modelamiento y, específicamente de ingeniería de requerimientos tempranos. Se entiende la importancia de dichas actividades y del trabajo continuo en esta área; por ello, se considera que Gaia puede ajustarse e integrarse fácilmente con aproximaciones modernas orientadas a metas de ingeniería de requerimientos [CAS2002], cuyas abstracciones se ajustan a las de la computación orientada a agentes. Sin embargo, el problema de ingeniería de requerimientos, elaborado en su totalidad por otras metodologías como Tropos y PASSI aún no han sido analizados en profundidad en Gaia.
- Gaia sugiere una aproximación secuencial al desarrollo de software, la cual procede linealmente de análisis a diseño e implementación. Sin embargo, el desarrollo de software con frecuencia tiene que manejar requerimientos inestables, suposiciones erróneas, o información incompleta. Esto requiere que el diseñador se devuelva desde las actividades actuales y, quizás, pensar de nuevo algunas decisiones. Mientras esta situación continúe, no hay estructuras explícitas o procesos en Gaia para lograr esto y para soportar un proceso más flexibles e iterativos.

En conclusión, el trabajo realizado por los autores de la metodología se ha focalizado en la idea de concebir MAS complejos en términos de organizaciones computacionales. Bajo esta idea, se ha realizado un análisis del potencial de la metáfora organizacional y las abstracciones que soporta y ha mostrado como estas abstracciones han sido coherentemente integradas a la definición de la metodología Gaia. A pesar del hecho que se considera la metodología Gaia, en estado actual, como una herramienta efectiva para promover y soportar el desarrollo de MAS, también se tiene conciencia existe un número de limitaciones. En este punto, se necesita un trabajo muy fuerte para mejorar la metodología Gaia. Tal trabajo puede ser posible dejarlo en la integración de aproximaciones específicas a otras metodologías para agrandar la aplicabilidad en la práctica de la metodología Gaia, también en la aceptación del paradigma del paradigma de ingeniería de software orientado a agentes.

4. COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS MULTI-AGENTE INVESTIGADAS

En esta etapa, se ha definido un proceso para evaluar las diferentes metodologías investigadas, la comparación de fortalezas, debilidades e identificar formas de mejorar una metodológica en particular. La comparación de las metodologías MAS se debe realizar en términos de la ingeniería de software

aplicada y debe estar orientada a resaltar las capacidades potenciales del MAS. La evaluación incluye criterios para los procesos de software y agente orientada a propiedades. Se adoptaron cuatro grandes divisiones en el marco de comparación. Formamos el marco de una visión general y una justificación detallada para proporcionar una evaluación completa. Se define una lista de chequeo resumida para cada una de las cuatro divisiones (es decir, los conceptos y propiedades, anotaciones y técnicas de modelación, proceso y pragmática). Los resultados se recogen en la **figura 4.5.1**, con criterios como filas y metodologías como columnas. Cada celda de la matriz contiene un "Sí", representando que los criterios están soportados por la metodología MAS, o de otra manera "No". Las descripciones textuales se proporcionan según el caso. El análisis detallado de la metodología se realiza respondiendo una serie de preguntas puntuales. Estas preguntas se derivan tanto del énfasis en mostrar las relaciones lógicas inmersas en las cuestiones metodológicas, así como de las experiencias obtenidas a partir de los casos de estudio. A medida que se abordan estas cuestiones y se reúnen los datos, se obtiene una visión más profunda las comparaciones y se comprende mejor la razón de ser de cada metodología.

4.1. CRITERIO 1: CONCEPTOS Y PROPIEDADES

Conceptos y propiedades recogidos de todos los bloques constructivos básicos de los agentes. En esta división se tiene en cuenta las capacidades primitivas o características básicas de los agentes. En esta categoría se proponen preguntas en las que cuestionan sobre si la metodología se adhiere o no con las nociones básicas que conceptualizan un agente.

Criterio	Descripción
Autonomía	Los agentes tienen en la capacidad de tomar decisiones sobre su propia base de estados internos, sin necesidad de realizar supervisión externa.
Raciocinio	Los agentes están en capacidad de comportarse de acuerdo al cumplimiento de sus metas propuestas.
Adaptación	Los agentes son lo suficientemente flexibles como para ajustar la ejecución de sus actividades de acuerdo a un medio ambiente cambiante.
Concurrencia	Un agente está en la capacidad de ejecutar labores en paralelo.
Comunicación	Existe un protocolo de interacción claramente definido
Colaboración	Un agente tiene los mecanismos que le permiten colaborar con otros agentes para lograr las metas propuestas
Cooperación	Un agente debe estar en la capacidad de alcanzar su meta trazada a través de la ejecución de una o varias acciones que debe realizar en conjunto con otros agentes.
Alto nivel de para la abstracción de agentes	La metodología permite hacer la definición de los agentes con un alto nivel de abstracción.
Orientado a Agente	El diseño de la metodología se origina tomando en cuenta las aproximaciones orientadas a agentes.

Figura 5.1.1, Comparación de Conceptos y Propiedades

4.1.1. PREGUNTAS A RESOLVER

1. ¿Qué conceptos constituyen en la raíz de la metodología y cuáles son las ventajas?
2. ¿Cómo se crea un agente en la metodología?
3. ¿Qué tan bien construido el diseño que se encarga de definir el raciocinio de los agentes?
4. ¿Qué tan bien diseñado está el manejo de la percepción del ambiente en los agentes, y cómo reacciona basado en esta percepción?
5. ¿Qué tan eficientes son los agentes al lograr las metas?

4.2. CRITERIO 2: NOTACIONES Y TÉCNICAS DE MODELAMIENTO

Las notaciones y las técnicas de modelamiento definen la forma en la que se representarán los elementos y actividades en el sistema. Durante el proceso de desarrollo de software, una expresión consistente para la construcción ayuda a aclarar el comportamiento de los agentes. Un buen modelado puede facilitar la labor de implementación y de entendimiento del sistema.

Criterio	Descripción
Expresividad	Las notaciones usadas en la metodología facilitan la labor de diseño.
Complejidad	La metodología propone diferentes niveles de abstracción que facilite manejar problemas de modelamiento a diferentes niveles de complejidad.
Modularidad	Usa componentes o módulos en la metodología para modelar en un esquema incremental.
Ejecutable	Los modelos usados en la metodología son capaces de generar o simular prototipos
Refinamiento	Una técnica de modelamiento permite realizar refinamiento de metas en sub-metas o roles en sub-roles.
Trazabilidad	La metodología provee mecanismos para realizar trazabilidad a lo largo de las etapas de refinamiento.

Figura 5.2.1, Comparación de Notaciones y Técnicas de Modelamiento

4.2.1. PREGUNTAS A RESOLVER

1. ¿Qué tan bien formados se encuentran las notaciones y modelos para definir escenarios basados en agentes?
2. ¿Los modelos mientras se ejecuta el proceso de diseño son consistentes y no ambiguos?
3. ¿Cómo facilita la trazabilidad y el re-uso en la técnica de modelamiento?
4. ¿Qué tan bien la técnica de modelamiento representa los agentes?

4.3. CRITERIO 3: IMPLEMENTACIÓN

El proceso de implementación es una serie de pasos que guían a su implementador para la realización de la construcción de un sistema de principio a fin. Su fin es definir una guía detallada de todas las actividades a lo largo de fases subsecuentes.

Criterio	Descripción
Especificación	La metodología provee maneras de formar la especificación desde cero.
Ciclo de vida	La metodología define los pasos desde análisis, diseño, implementación y pruebas a lo largo del desarrollo del sistema.
Diseño arquitectónico	La metodología provee mecanismos para facilitar el diseño usando patrones, módulos y mejores prácticas.
Herramientas de Implementación	La metodología sugiere sobre cómo se debe implementar los agentes del sistema.
Despliegue	La metodología provee soporte sobre prácticas de despliegue de los agentes.

Figura 5.3.1, Comparación de Implementación

4.3.1. PREGUNTAS A RESOLVER

1. ¿La metodología qué tan bien define el dominio del sistema?
2. ¿En la metodología se usa algún ciclo de vida?
3. ¿Qué tan bien se preservan los objetivos mientras se hacen las transiciones entre las fases?

4.4. CRITERIO 4: PRACTICIDAD

La practicidad se refiere al uso de escenarios reales mientras los desarrolladores aplican la metodología en la construcción de MAS. Esto permite realizar revisiones en situaciones reales para la definición de conceptos, modelos de construcción, y detalles de implementación.

Criterio	Descripción
Herramientas disponibles	Hay recursos y herramientas listas para ser usadas.
Experiencia requerida	Se requiere algún nivel de conocimiento previo para aplicar la metodología.
Viabilidad y Factibilidad de Modelamiento	La metodología está basada en una arquitectura específica.

Dominio de Aplicación	La metodología es adecuada para un dominio de aplicación específica.
Escalabilidad	La metodología permite manejar un largo número de agentes en la aplicación.

Figura 5.4.1, Comparación de Practicidad

4.4.1. PREGUNTAS A RESOLVER

1. ¿La metodología es fácil de usar?
2. ¿Los conceptos y propiedades de los agentes evolucionan fácilmente?
3. ¿La metodología orientada a agentes es lo suficientemente flexible para hacer reingeniería?
4. ¿Los paradigmas y arquitecturas son adecuadas en casos generalizados?

4.5. TABLA COMPARATIVA DE METODOLOGÍAS MULTI-AGENTE

Criterio	Metodologías Existentes				Metodología Propuesta
	TROPOS [CAS2002]	GAIA [ZAM2003]	MASE [MAR2001]	PROMETHEUS [PAD2005]	SERCOOP
Autonomía	SI	SI	SI	SI	SI
Raciocinio	Meta, sub-meta, tarea	NO	Meta,tarea	SI	Meta, tarea
Adaptación	SI	SI	NO	SI	SI
Concurrencia	SI	SI	SI	SI	SI
Comunicación	SI	No se sabe	No se sabe	SI	SI
Colaboración	SI	SI	SI	SI	SI
Alto nivel de abstracción para la definición de agentes	Actores Sociales	Roles en organizaciones	Roles	Se basa en Metas y Planes	Roles en organizaciones
Orientado a Agente	SI	SI	SI	SI	SI
Expresividad	SI	SI	SI	SI	SI
Complejidad	Descomposición de Metas y Tareas	Rol	Meta, refinamiento de roles	Metas, Planes y Procesos	Descomposición de Metas y Tareas. Definición de Planes de Acción Colaborativos y Protocolos de Interacción
Modularidad	SI	SI	NO	SI	SI
Ejecutable	NO	NO	NO	NO	NO
Refinamiento	SI	NO	SI	SI	SI
Trazabilidad	SI	SI	SI	SI	SI
Especificación	Análisis de Interesados	Análisis de Roles	Análisis de Casos de Uso de metas y roles	Análisis de Escenarios: Acciones, percepciones, funcionalidades.	Análisis de Casos de Uso, Metas, Tareas y Roles
Ciclo de vida	SI	SI	SI	SI	SI

Diseño arquitectónico	SI	NO	SI	SI	SI
Herramientas de Implementación	SI	NO	SI	SI	NO
Despliegue	NO	SI	SI	SI	NO
Herramientas disponibles	NO	NO	SI	SI	NO
Experiencia requerida	NO	NO	NO	NO	NO
Viabilidad y Factibilidad de Modelamiento	BDI	NO	NO	BDI	NO
Dominio de Aplicación	SI	SI	SI	SI	SI
Escalabilidad	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 6.5.1, Tabla comparativa de metodologías MAS investigadas.

Se ha presentado una comparación de cuatro prominentes metodologías para la construcción de Sistemas MultiAgente en paralelo con la guía metodológica propuesta para la construcción de Servicios Cooperativos buscando lograr un comparativo entre Agentes Vs. Personas. Todas las metodologías proveen un soporte razonable a los conceptos básicos de teoría de Agentes tales como autonomía, actitudes mentales, pro-actividad, reactividad, etc; son consideradas por sus autores como metodologías puramente orientadas a agentes (AO). La notación de las metodologías es generalmente buena y facilita la identificación de los conceptos básicos de teoría de agentes. Haciendo un enfoque en el procedimiento, todas las metodologías proveen ejemplos y heurísticas para asistir a los desarrolladores desde los requerimientos hasta el diseño detallado. La etapa de implementación está someramente soportada mientras que las etapas de pruebas, depuración y mantenimiento no se encuentran definidas por ninguna metodología. Adicionalmente, no se encontraron evidencias para el manejo del aseguramiento de la calidad, ni soporte para la administración de desiciones.

2. Marco Conceptual

Un agente inteligente es un asistente que trabaja a favor de otros (agentes o humanos). De esta simple manera un agente representa un actor y de tal modo es la encarnación de sus acciones. En la Inteligencia Artificial, un agente se refiere al componente de software que vive en los ambientes del computador, opera constante y automáticamente, y coopera con entidades similares. Un agente es asociado con su estado mental que puede estar compuesto por componentes como comportamiento, capacidades, decisiones y comisiones. La naturaleza interactiva de los sistemas multi-agente llamada por consenso en las interfaces de agente viniendo de varios recursos.

Una característica es una propiedad física o intrínseca de cada agente. Entre sus características se pudieron encontrar:

Autonomía: Un agente puede actuar con el comportamiento de otro sin necesidad de un mayor acompañamiento.

Comunicación: Un agente puede comunicarse con otros sobre un tema en común intercambiando una secuencia de mensajes en actos basados en discursos, un lenguaje que otros pueden entender. El dominio del discurso esta descrito por su propia ontología.

Movilidad: Un agente puede migrar desde un sistema a otro de una manera predeterminada o según su propia discreción. Por consiguiente los agentes pueden ser estáticos o móviles.

Aprendizaje: Un agente puede tener la habilidad de aprender nueva información acerca del ambiente en el que es desplegado y dinámicamente mejorado sobre su propio comportamiento.

Cooperación: Un agente puede colaborar y cooperar con otros agentes o su usuario durante su ejecución para minimizar la redundancia y resolver problemas en común.

La inteligencia de los agentes consiste en conocimiento junto con el solucionador de problemas, que puede ser artificialmente programado por razonamiento, aprendizaje, planeamiento, búsqueda, y muchos otros métodos.

Los agentes inteligentes son frecuentemente usados en las aplicaciones de inteligencia artificial para comunicar, negociar, mover, buscar, emparejar, razonar, predecir, adaptar, reparar, entregar, clonar.

Las interacciones de un agente comúnmente caen en los patrones típicos de comportamiento, técnicamente conocidos como protocolos de interacción (IP). Un agente puede seleccionar un protocolo específico para iniciar la interacción.

Las reglas que definen el comportamiento de los agentes pueden ser estructuradas o desestructuradas pero raramente de manera simultánea, la idea detrás del pensamiento orientado a agentes es explorar la aplicabilidad del paradigma en la conceptualización de un problema de dominio. Es visualizar actores interactuando con otros y con sus ambientes para solucionar un problema dado. Un actor es una entidad que realiza algunas acciones, basado en su estado y puede interactuar con otras entidades en el problema en consideración.

Una actividad es una tarea que un actor necesita realizar, está compuesta de una o más acciones, proporciona un contexto para sus acciones componentes. Una actividad puede ser seguida por otra actividad.

Un escenario es una especificación de una secuencia de actividades que envuelven a los actores interactuando.

En ese orden de ideas se supone la existencia de un actor, de un escenario y la manera como el actor debe “actuar” en este escenario, se introduce el concepto de roles y responsabilidades, y la base del conocimiento, decidiendo para darle forma, añadiendo la sustancia inicial al esqueleto y desarrollando una representación. Los nuevos actores se pueden introducir al escenario, los cuales pueden interactuar con el primer actor para lanzar e iniciar nuevas actividades. Las interacciones entre los actores pueden actualizar los estados de los mismos y sus características, los actores pueden necesitar adaptar sus actividades como los procesos, desarrollos nuevos escenarios, actores, actividades, roles y responsabilidades que luego serán introducidos dando como resultado interacciones que pueden ser observadas de un modo del que se pueda conceptualizar un sistema completo.

Los actores son la representación de las actividades, el actor es conceptualizado una vez se tiene suficiente información acerca de la actividad. La reacción de esta actividad puede llevar a otro actor y así ayudara a desarrollar un escenario para estos dos actores. Los nuevos escenarios serán agregados introduciendo nuevas interacciones entre los escenarios existentes, lideres, actividades, roles, y responsabilidades

III – DESARROLLO DEL TRABAJO

Un Servicio Cooperativo en términos generales es la sinergia de un conjunto de conceptos interrelacionados para modelar un problema cuya resolución requiere la cooperación entre personas que pertenecen a una organización.

El objetivo de esta sección del documento es presentar una guía metodológica que permita hacer una correcta especificación de un Servicio Cooperativo y sus componentes: los usuarios participantes, las relaciones entre ellos, los Roles con los que participan, los recursos, habilidades y capacidades requeridos, las responsabilidades asumidas orientadas al cumplimiento de metas, las restricciones de acceso y otros aspectos propios de un Servicio Cooperativo. El objetivo de la guía metodológica es definir los lineamientos que faciliten la abstracción de un problema del mundo real cuya resolución requiere la cooperación de Personas pertenecientes a una Organización para el logro de una meta común.

El comportamiento de los agentes dentro de un MAS, se puede extrapolar al comportamiento de las personas dentro de una organización, con el objeto de lograr modelar las interacciones entre ellas a través de un Servicio Cooperativo. Esta condición permitiría enfocar el comportamiento de las personas dentro de una organización orientado al cumplimiento de metas.

El documento está estructurado de la siguiente forma: En la primera parte se realiza una comparación de las metodologías Multi-Agente que permita extraer los lineamientos más importantes de cada una de ellas, permitiendo así identificar los conceptos a tener en cuenta en la guía metodológica que se propondrá. En la segunda parte se construye una definición conceptual de un Servicio Cooperativo de acuerdo con los lineamientos encontrados en el modelo de cooperación propuesto en los MAS investigados y tomando como base algunos conceptos de Groupware [FUK2005]. Finalmente, se hace una explicación detallada de la secuencia de pasos que define la guía metodológica a proponer. Con el

ánimo de brindar mayor claridad al lector, se expondrá un caso de ejemplo para cada fase de la guía metodológica.

1. COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS MULTI-AGENTE INVESTIGADAS

En esta sección del documento se define un proceso para evaluar las diferentes metodologías investigadas, la comparación de fortalezas, debilidades e identificar formas de mejorar una metodología en particular. La comparación de las metodologías MAS se debe realizar en términos de la ingeniería de software aplicada y debe estar orientada a resaltar las capacidades potenciales del MAS. La evaluación incluye criterios para los procesos de software y agente orientada a propiedades. Se adoptaron cuatro grandes divisiones en el marco de comparación: Conceptos y Propiedades, Notaciones y Técnicas de Modelación, Implementación y Practicidad. Se forma el marco de una visión general y una justificación detallada para proporcionar una evaluación completa. Se define una lista de chequeo resumida para cada una de las cuatro divisiones. Los resultados se recogen en la **figura 2.1**, con criterios como filas y metodologías como columnas.

Criterio	Metodologías Existentes				Metodología Propuesta
	TROPOS [CAS2002]	GAIA [ZAM2003]	MASE [MAR2001]	PROMETHEUS [PAD2005]	SERCOOP
Autonomía	SI	SI	SI	SI	SI
Raciocinio	Meta, sub-meta, tarea	NO	Meta,tarea	SI	Meta, tarea
Adaptación	SI	SI	NO	SI	SI
Concurrencia	SI	SI	SI	SI	SI
Comunicación	SI	No se sabe	No se sabe	SI	SI
Colaboración	SI	SI	SI	SI	SI
Alto nivel de abstracción para la definición de agentes	Actores Sociales	Roles en organizaciones	Roles	Se basa en Metas y Planes	Roles en organizaciones
Orientado a Agente	SI	SI	SI	SI	SI
Expresividad	SI	SI	SI	SI	SI
Complejidad	Descomposición de Metas y	Rol	Meta, refinamiento de	Metas, Planes y Procesos	Descomposición de Metas y Tareas. Definición de

	Tareas		roles		Planes de Acción Colaborativos y Protocolos de Interacción
Modularidad	SI	SI	NO	SI	SI
Ejecutable	NO	NO	NO	NO	NO
Refinamiento	SI	NO	SI	SI	SI
Trazabilidad	SI	SI	SI	SI	SI
Especificación	Análisis de Interesados	Análisis de Roles	Análisis de Casos de Uso de metas y roles	Análisis de Escenarios: Acciones, percepciones, funcionalidades.	Análisis de Casos de Uso, Metas, Tareas y Roles
Ciclo de vida	SI	SI	SI	SI	SI
Diseño arquitectónico	SI	NO	SI	SI	SI
Herramientas de Implementación	SI	NO	SI	SI	NO
Despliegue	NO	SI	SI	SI	NO
Herramientas disponibles	NO	NO	SI	SI	NO
Experiencia requerida	NO	NO	NO	NO	NO
Viabilidad y Factibilidad de Modelamiento	BDI	NO	NO	BDI	NO
Dominio de Aplicación	SI	SI	SI	SI	SI
Escalabilidad	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 2.1, Tabla Comparativa de Metodologías Multi-Agente Investigadas

Cada celda de la matriz contiene un "Sí", representando que los criterios están soportados por la metodología MAS, o de otra manera "No". Las descripciones textuales se proporcionan según el caso. El análisis detallado de la metodología se realiza respondiendo una serie de preguntas puntuales. Estas preguntas se derivan tanto del énfasis en mostrar las relaciones lógicas inmersas en las cuestiones metodológicas, así como de las experiencias obtenidas a partir de los casos de estudio. A medida que se abordan estas cuestiones y se reúnen los datos, se obtiene una visión más profunda las comparaciones y se comprende mejor la razón de ser de cada metodología.

6.1. CRITERIO 1: CONCEPTOS Y PROPIEDADES

Conceptos y propiedades recogidos de todos los bloques constructivos básicos de los agentes. En esta división se tiene en cuenta las capacidades primitivas o características básicas de los agentes. En esta categoría se proponen preguntas en las que cuestionan sobre si la metodología se adhiere o no con las nociones básicas que conceptualizan un agente.

criterio	Descripción
Autonomía	Los agentes tienen en la capacidad de tomar decisiones sobre su propia base de estados internos, sin necesidad de realizar supervisión externa.
Raciocinio	Los agentes están en capacidad de comportarse de acuerdo al cumplimiento de sus metas propuestas.
Adaptación	Los agentes son lo suficientemente flexibles como para ajustar la ejecución de sus actividades de acuerdo a un medio ambiente cambiante.
Concurrencia	Un agente está en la capacidad de ejecutar labores en paralelo.
Comunicación	Existe un protocolo de interacción claramente definido
Colaboración	Un agente tiene los mecanismos que le permiten cooperar con otros agentes para lograr las metas propuestas
Alto nivel de abstracción para la definición de agentes	La metodología permite hacer la definición de los agentes con un alto nivel de abstracción.
Orientado a Agente	El diseño de la metodología se origina tomando en cuenta las aproximaciones orientadas a agentes.

Figura 2.1.1, Comparación de Conceptos y Propiedades

6.1.1. PREGUNTAS A RESOLVER

- ¿Qué conceptos constituyen la raíz de la metodología y cuáles son sus ventajas?
- ¿Cómo se crea un agente en la metodología?
- ¿Cómo está construido el diseño que se encarga de definir el raciocinio de los agentes?
- ¿Qué tan bien diseñado está el manejo de la percepción del ambiente en los agentes, y cómo reacciona basado en esta percepción?
- ¿Qué tan eficientes son los agentes al lograr las metas?

6.2. CRITERIO 2: NOTACIONES Y TÉCNICAS DE MODELADO

Las notaciones y las técnicas de modelación definen la forma en la que se representarán los elementos y actividades en el sistema. Durante el proceso de desarrollo de software, una expresión consistente para la construcción ayuda a aclarar el comportamiento de los agentes. Un buen modelado puede facilitar la labor de implementación y de entendimiento del sistema.

Criterio	Descripción
Expresividad	Las notaciones usadas en la metodología facilitan la labor de diseño.
Complejidad	La metodología propone diferentes niveles de abstracción que facilite manejar problemas de modelamiento a diferentes niveles de complejidad.
Modularidad	Usa componentes o módulos en la metodología para modelar en un esquema incremental.
Ejecutable	Los modelos usados en la metodología son capaces de generar o simular prototipos
Refinamiento	Una técnica de modelamiento permite realizar refinamiento de metas en sub-metas o roles en sub-roles.
Trazabilidad	La metodología provee mecanismos para realizar trazabilidad a lo largo de las etapas de refinamiento.

Figura 2.2.1, Comparación de Notaciones y Técnicas de Modelamiento

6.2.1. PREGUNTAS A RESOLVER

5. ¿Cuál es el nivel de madurez que tienen las notaciones y modelos para definir escenarios basados en agentes?
6. ¿Los modelos mientras se ejecuta el proceso de diseño son consistentes y no ambiguos?
7. ¿Se facilita la trazabilidad y el re-uso en la técnica de modelamiento?
8. ¿Cómo se logran representar los agentes en la técnica de modelamiento?

6.3. CRITERIO 3: IMPLEMENTACIÓN

El proceso de implementación es una serie de pasos que guían a su implementador para la realizar la construcción de un sistema de principio a fin. Su fin es definir una guía detallada de todas las actividades a lo largo de fases subsecuentes.

Criterio	Descripción
Especificación	La metodología provee maneras de formar la especificación desde cero.
Ciclo de vida	La metodología define los pasos desde análisis, diseño, implementació y pruebas a lo largo del desarrollo del sistema.
Diseño arquitectónico	La metodología provee mecanismos para facilitar el diseño usando patrones, módulos y mejores prácticas.

Herramientas de Implementación	de	La metodología sugiere sobre cómo se debe implementar los agentes del sistema.
Despliegue		La metodología provee soporte sobre prácticas de despliegue de los agentes.

Figura 2.3.1, Comparación de Implementación

6.3.1. PREGUNTAS A RESOLVER

4. ¿En la metodología se define el dominio del sistema?
5. ¿Se usa algún ciclo de vida en la implementación de la metodología?
6. ¿Se preservan los objetivos mientras se hacen las transiciones entre las fases?

6.4. CRITERIO 4: PRACTICIDAD

La practicidad se refiere al uso de escenarios reales mientras los desarrolladores aplican la metodología en la construcción de MAS. Esto permite realizar revisiones en situaciones reales para la definición de conceptos, modelos de construcción, y detalles de implementación.

Critero	Descripción
Herramientas disponibles	Hay recursos y herramientas listas para ser usadas.
Experiencia requerida	Se requiere algún nivel de conocimiento previo para aplicar la metodología.
Viabilidad y Factibilidad de Modelamiento	La metodología está basada en una arquitectura específica.
Dominio de Aplicación	La metodología es adecuada para un dominio de aplicación específica.
Escalabilidad	La metodología permite manejar un largo número de agentes en la aplicación.

Figura 2.4.1, Comparación de Practicidad

6.4.1. PREGUNTAS A RESOLVER

5. ¿La metodología es fácil de usar?
6. ¿Los conceptos y propiedades de los agentes evolucionan fácilmente?
7. ¿La metodología orientada a agentes es lo suficientemente flexible para hacer reingeniería?
8. ¿Los paradigmas y arquitecturas son adecuadas en casos generalizados?

2. DEFINICIÓN DE SERVICIO COOPERATIVO

Se puede plantear la hipótesis de que si el comportamiento de un grupo de personas está inspirado en el comportamiento de un MAS, se podría lograr un mayor Control sobre el desempeño de la organización

y eventualmente se podría mejorar la efectividad en el cumplimiento de los objetivos de la organización. El planteamiento de esta hipótesis implica hacer formal la extrapolación del paradigma de las 5C's llevadas a un ambiente empresarial en donde las personas colaboren entre sí, se requiere un modelo que describa el comportamiento de las personas en la organización. Es entonces donde surge el concepto de Servicio Cooperativo como entidad modeladora de los procesos generales y específicos de colaboración entre personas.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y agrupando los requerimientos de una entidad modeladora de procesos que involucre los conceptos de las 5C's, agentes de software, Sistemas MultiAgente y Groupware, se abstrae la siguiente definición de Servicio Cooperativo:

Un Servicio Cooperativo es un conjunto de interacciones entre personas que cooperan para lograr un objetivo común claramente establecido que resultan de utilidad y provecho para la organización a la cual pertenecen, siguiendo un protocolo de interacción formalmente definido. La aplicación de un protocolo de interacción pretende garantizar la no ambigüedad y permite definir metodológicamente los procedimientos para la consecución de los objetivos usando un lenguaje estructurado y semantizado. La necesidad o problema a resolver debe cumplir con las características especificadas en el paradigma de las 5C propuestas en Ayllu [LM2005]. Con el resultado de este trabajo se pretende lograr que con la implementación estructurada y rigurosa de la guía metodológica de un Servicio Cooperativo se garantice la completitud de los objetivos propuestos.

Toda herramienta de software que apoye la ejecución de un Servicio Cooperativo preferiblemente debe cumplir con cuatro lineamientos básicos obtenidos de la definición de Sistema MultiAgente:

- Garantizar que se cumpla el Protocolo de Interacción: Este lineamiento es el encargado de asegurar que la ejecución del Servicio Cooperativo se realice de acuerdo al Protocolo de Interacción definido en la etapa de diseño.
- Representar a los usuarios de acuerdo a sus preferencias y gustos: Todas las personas son únicas y por ende, cada una tiene una configuración particular de sus preferencias que deben ser respetadas. Entre las preferencias se pueden encontrar: generar respuestas automáticas si el usuario no se encuentra disponible, representar al usuario en un proceso de votación de acuerdo a la postura del usuario, etc.
- *Awareness* de Grupo: Es una comprensión de las actividades de otros, lo cual proporciona un contexto para las actividades individuales.
- Servicios de adaptación con respecto al contexto: De acuerdo al contexto de las personas y el medio ambiente en donde habitan, la forma de interactuar entre ellas puede variar logrando el mismo objetivo.

3. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CREACIÓN DE SERVICIOS COOPERATIVOS

Para el desarrollo de la guía metodológica que define la creación de Servicios Cooperativos (de ahora en adelante SERCOOP) se ha adaptado el modelo de desarrollo de ingeniería de software en cascada [BB2002] y se han reusado los diagramas UML de RUP [KRU2002] para enmarcar las etapas iterativas de la guía metodológica de un proyecto genérico de ingeniería de software. Esto permite incorporar a la guía el conocimiento y la experiencia en el desarrollo de software: ciclo de vida, actividades, tareas, notaciones en UML y AUML (como casos de uso, diagramas de clase, diagramas de interacción, diagrama de estados, etc.) y el aprovechamiento de herramientas que soportan UML – las cuales pueden ser aplicadas para el desarrollo orientado a agentes. El resultado de la aplicación de la guía metodológica no es una herramienta de software sino un conjunto de modelos que pueden ser aplicados en un entorno organizacional en donde la cooperación se da entre personas.

SERCOOP adapta los lineamientos especificados del modelo cascada que involucran el refinamiento progresivo de requerimientos, análisis, diseño e implementación. Se focaliza en la fase de elaboración de diagramas de análisis y diseño para lograr identificar la columna vertebral de la arquitectura del sistema. La arquitectura está elaborada usando una colección de modelos de conceptos y notaciones gráficas. También se definen los lineamientos específicos para la creación y el refinamiento del paso a paso de estos modelos durante las etapas de análisis y diseño. En resumen, con la guía metodológica SERCOOP se propone reutilizar el modelo de procesos RUP para la realización de un análisis y diseño inspirado en teoría de agentes. Esta guía metodológica será validada y verificada con la aplicación práctica de la misma en un caso de estudio.

En SERCOOP se analizan los resultados del proceso de elaboración de una colección de modelos que describen el sistema y su ambiente. Se han definido una serie de vistas para ayudar al modelador a enfocarse en subconjuntos coherentes que permitan detallar los conceptos propuestos en la guía.

El modelo organizacional describe la estructura generalizada del sistema. Este muestra entidades concretas (Organizaciones, Roles, Recursos, etc.) que hacen parte del ambiente del sistema y las relaciones entre ellos en alto nivel de abstracción (relaciones de agregación, subordinación y conocimiento). Por otro lado, las Metas y Tareas justifican las actividades que desempeñan las personas que constituyen el sistema, con el ánimo de lograr los objetivos organizacionales.

Los Roles definen el papel que desempeñan las personas dentro de la organización. Para cada Rol, se usan diagramas que describen sus características, como las metas por las cuales un Rol es responsable, los eventos que éste necesita percibir, las habilidades y capacidades que posee, los recursos que Controla, las tareas que debe desempeñar, las reglas de comportamiento definidas en los planes de acción, etc. El modelo de Roles contiene una descripción detallada y completa de cada Rol dentro del sistema.

El modelo de Interacción define las interacciones entre los Roles identificados. Para cada interacción de una persona que desempeña un Rol, se debe definir: el iniciador, los participantes, el motivador (generalmente una meta por la cual es responsable el iniciador), los recursos que se transforman en cada interacción, y los eventos que disparan la interacción, en conjunto con otros efectos relevantes de la interacción.

Los modelos anteriores definen el sistema y están representados en diagramas. En la **figura 4.1** se puede observar un diagrama de los conceptos propuestos y sus relaciones en donde se pueden identificar los diferentes elementos que constituyen la taxonomía definida en SERCOOP. En este diagrama, cada concepto está relacionado con otros usando asociaciones etiquetadas, denotando la semántica de la asociación.

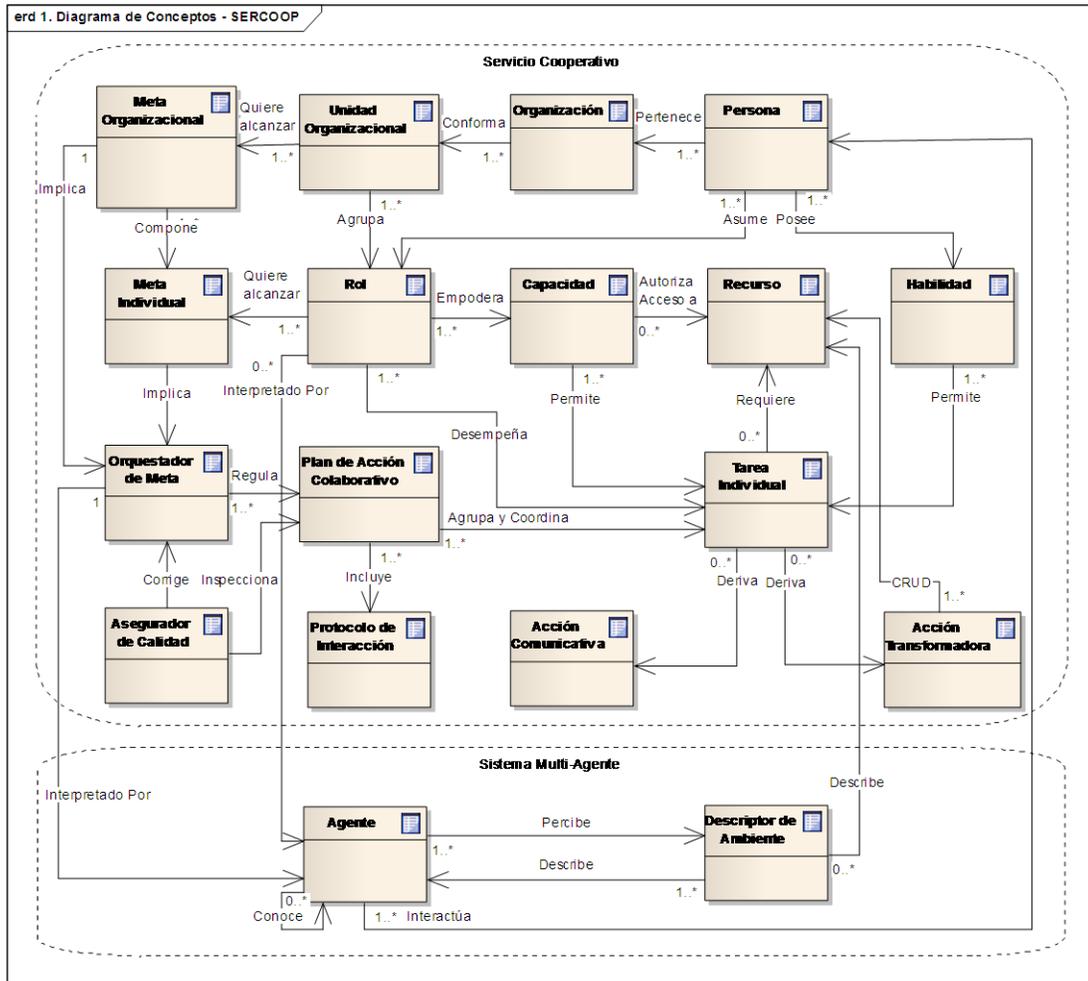


Figura 4.1, Diagrama de conceptos SERCOOP

Durante el diseño, los modelos de análisis son refinados en entidades que pueden ser implementadas en la organización. En SERCOOP se definen dos fases de diseño: diseño de alto y diseño de bajo nivel. La primera fase consta en identificar una estructura organizacional, asignar los Roles a las personas y describir cómo los Servicios Cooperativos se pueden describir en términos de metas y estas a su vez en tareas. Las tareas pueden descomponerse en Acciones Transformadoras en la representación interna que tiene el agente del ambiente, en acciones comunicativas para enviar y recibir mensajes acorde con los protocolos de interacción y en tareas puntuales en donde su actuar no afectará el ambiente ni requiere la intervención de otras personas. Las interacciones entre los Roles identificados en la fase de análisis son detallados usando protocolos de interacción usando una orientación al cumplimiento de metas. El diseño detallado se encarga de realizar las representaciones de las entidades modeladas en diseño de alto nivel. Durante la segunda fase, en el proceso de refinamiento se determina cómo pueden ser implementadas las entidades.

En SERCOOP se extienden los conceptos básicos de Clase y Asociación en UML enfocado en conceptos de agentes.

Elemento	Descripción
	Concepto
	Actividad
	Meta Individual, Plan de Acción

Elemento	Descripción
	Relación
	Composición
	Secuencia de Actividades
	Secuencia de Flujo
	Herencia

Figura 4.1.1, Convenciones en Diagramas de SERCOOP

3.1. DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS

A continuación se hace una breve explicación de los conceptos propuestos:

Organización: Son sistemas sociales cuyo fin es el logro de metas y objetivos por medio de recursos humanos. Está compuesto por un conjunto de subsistemas lógicamente interrelacionados que cumplen una funcionalidad específica llamados Unidades Organizacionales, los cuales son orquestados para la consecución de la misión de la organización y están alineados con la visión de la misma.

Unidad Organizacional: Es una agrupación funcional de Roles que interactúan en conjunto con el ánimo de lograr las Metas Organizacionales que definen su propósito distintivo y especializado. El comportamiento de los Roles que agrupa se regula por medio de la ejecución Controlada de Planes de Acción Colaborativos dirigidos a lograr las Metas Organizacionales que la definen. La estructura se expresa a través de relaciones de poder o relaciones jerárquicas (por ejemplo, superior – subordinado) entre los Roles participantes. Toda Unidad Organizacional está dirigida por un Orquestador de Meta.

Orquestador de Meta: Permite organizar la secuencia lógica con la cual se deben ejecutar los Planes de Acción Colaborativos que permitan lograr la Meta Organizacional de la Unidad Organizacional a la que pertenece. También conoce el porcentaje de avance en la consecución de la Meta Organizacional y de acuerdo al resultado de los planes y si su concepción se lo permite, puede ejecutar Planes de Acción Colaborativos alternos que le permitan lograr su objetivo.

Asegurador de Calidad: Realiza un análisis sobre las medidas que se generan sobre los indicadores de calidad en el proceso del logro de las metas. De su análisis se pueden desprender nuevos planes de acción (correctivos) que el orquestador de meta debe asegurarse de ejecutar.

Meta Organizacional: Define la intensión de una global de Unidad Organizacional que para el lograrla implica la interacción de múltiples Roles. Constituye una motivación común de los Roles que componen la Unidad Organizacional asociada. Su completitud está definida en términos de la ejecución de un Plan de Acción Colaborativo. Se puede descomponer en Metas Individuales asociadas a los Roles, de forma que la consecución de las Metas Individuales constituyen en forma directa a la consecución de la Meta Organizacional. Con este concepto se pretende identificar los objetivos a corto y a largo plazo de la organización, formular y monitorear procesos estratégicos, tácticos y operativos específicos para lograrlos.

Rol: Agrupa un conjunto de normas, comportamientos, derechos y responsabilidades definidos por la organización que son interpretados por las Personas de acuerdo al status adquirido o atribuido dentro de la misma. Una Persona puede asumir múltiples Roles y a su vez, un Rol puede ser interpretado por varias Personas. Los Roles están compuestos por un conjunto de Capacidades que son empoderadas por las Personas que los asumen, permitiendo la realización de Tareas Individuales. Su comportamiento está dirigido al logro de las Metas Individuales a través de la ejecución de Tareas Individuales que al estar enmarcadas en un Plan de Acción Colaborativo pueden generar el insumo para la ejecución de nuevas Tareas Individuales permitiendo así modelar la colaboración.

Persona: Individuo que hace parte de una Organización y por ende, comparte su misión y visión. Su participación dentro de la Organización está dirigida por los Roles que desempeña. Las Personas poseen Habilidades que adquiere a través de su formación. En SERCOOP la asignación de Roles a las Personas es la primera actividad realizada en tiempo de ejecución del Servicio Cooperativo en donde el implementador del servicio, a través de la identificación de las Habilidades, encuentra la Persona más idónea para la ejecución de un Rol.

Habilidad: Se refiere a las aptitudes, destreza y conocimiento que poseen las Personas para ejecutar una Tarea Individual. Se adquieren a través de un proceso de capacitación y/o entrenamiento. Se pueden deteriorar con el tiempo y por ello es necesario realizar procesos de evaluación que permitan tomar acciones correctivas para fortalecer la habilidad.

Recurso: Es una fuente o suministro limitado del cual se produce un beneficio y es transformado por sus consumidores afectando su estado. El acceso a los recursos está sujeto a la disponibilidad de los mismos y es otorgado por la capacidad. Un recurso puede requerirse por más de un consumidor en un momento dado, el Orquestador de Meta debe asegurarse de contar con los recursos necesarios y suficientes para la ejecución de un Plan de Acción Colaborativo. Así mismo, debe actuar como mecanismo de arbitramento para la resolución de conflictos por acceso concurrente a recursos de respetando el cumplimiento de la Meta Organizacional asociada al Plan de Acción Colaborativo.

Capacidad: Se refiere a los permisos, facultades, autorizaciones y poderes para afectar los recursos. Es otorgada a las personas a través del Rol que desempeñan y estas pueden variar a lo largo del Servicio Cooperativo. Es a través de las capacidades que se definen las autorizaciones de acceso a los Recursos. En SERCOOP los permisos a los recursos se asignarán a través de las iniciales del acrónimo CRUD (por sus siglas en inglés: *Create, Read, Update, Delete*).

Meta Individual: Una Meta Individual asocia a un Rol específico y forma parte constitucional de una Meta Organizacional. Si una instancia de una Meta Individual hace parte de un Rol, entonces el Rol desempeñará las actividades en pro de lograrla. A diferencia de la Meta Organizacional, la Meta Individual es lograda como responsabilidad de un solo Rol. De esta forma, si una Meta Individual requiere ser alcanzada por más de un Rol, esta se convertirá inmediatamente en una Meta Organizacional. Las Metas Individuales hacen parte del Plan de Acción Colaborativo, y constituyen un componente esencial para lograr una Meta Organizacional.

Plan de Acción Colaborativo: Define un conjunto ordenado de Tareas Individuales que debe llevar a cabo uno o varios Roles para la consecución de una Meta Organizacional. Se representa mediante un diagrama de procesos y se definen en la etapa de análisis. Es un conjunto de procesos orquestados para el logro de un grupo de Metas Individuales que si se logran en forma colectiva, por transitividad pueden constituir el logro de una Meta Organizacional.

Tarea Individual: Es el conjunto de Acciones ordenadas que debe llevar a cabo un Rol como ejecutor principal responsable de lograr una finalidad motivada por la consecución de un Plan de Acción Colaborativo. Para llevar a cabo una Tarea Individual, se deben relacionar los Recursos, Habilidades y Capacidades necesarias para llevarla a cabo, por ello, debe ser ejecutada por un Rol que permita agrupar estos tres conceptos. Las Tareas se derivan en **Acciones Transformadoras**, que son las actividades que tienen como fin transformar los Recursos a los cuales el Rol tiene acceso y **Acciones Comunicativas** las cuales implican la interacción entre varios Roles dirigidos por un Protocolo de Interacción. Una Tarea Individual tiene asociada un conjunto de precondiciones y postcondiciones. Si la Tarea Individual es desempeñada cuando una precondición es válida, entonces es de esperarse que la postcondición asociada se concrete hasta cuando la Tarea Individual sea completada. En SERCOOP las Tareas Individuales no se pueden subdividir en tareas más pequeñas, por ende, constituyen la unidad de división más pequeña del Modelo Organizacional. Las Acciones Transformadoras y Acciones Comunicativas pueden ser modeladas como máquinas de estado y se utilizan los diagramas de actividad UML para mostrar el flujo de acciones.

Protocolo de Interacción: Una Interacción requiere la intervención de al menos dos Roles. El Rol que da comienzo al protocolo es catalogado como el iniciador y los demás como participantes. El protocolo define un patrón de intercambio de mensajes asociados a una Interacción, está definido por una sintaxis coherente y su semántica debe estar lógicamente ligada al propósito que los Roles deben lograr en forma colectiva. El propósito típicamente está destinado para alcanzar una visión consistente de algún aspecto del dominio del problema, para acordar los términos del servicio, o para intercambiar los resultados de uno o más servicios.

Agente: Un agente es una entidad atómica autónoma que es capaz de desempeñar una función con el único objeto de alcanzar las metas que lo definen. La competencia funcional es expuesta como servicios que puede proveer a otros agentes. La calidad de autonomía significa que las acciones de un agente no están supeditadas únicamente a eventos externos o interacciones, sino también por su propia motivación definida en su propósito. El propósito, por ejemplo, influye en la decisión sobre estar de acuerdo o no con un requerimiento para desempeñar un servicio y también la manera en que se provee el servicio. La diferencia entre Rol y Agente es análoga a la diferencia que existe entre Interfaz y Clase en términos de programación orientada a objetos. Un Rol describe una característica externa de un Agente en un contexto particular. Un Agente puede ser capaz de jugar múltiples Roles, y múltiples Agentes pueden jugar el mismo Rol. Los Roles también pueden ser usados como una referencia indirecta a los Agentes. Esto es muy útil en la definición de patrones re-usables.

Descriptor del Ambiente: El ambiente provee las condiciones en las cuales existen los agentes. En otras palabras, define las propiedades del mundo en el cual un agente se desempeña y describe los componentes con los cuales interactúa.

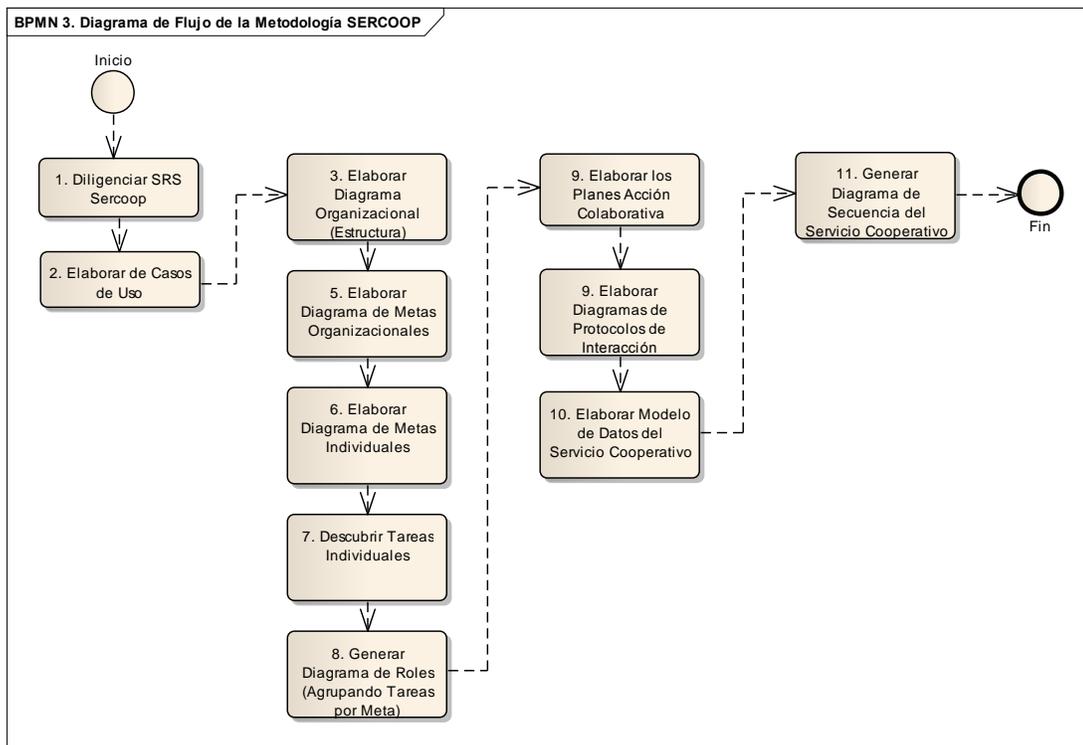


Figura 4.2, Diagrama Paso a Paso - SERCOOP

La guía metodológica propuesta para la creación de Servicios Cooperativos se basa en la metodología de desarrollo de software propuesta en RUP [KRU2002] en donde se propone aplicar las siguientes seis mejores prácticas:

- Desarrollo iterativo.
- Administración de requerimientos
- Emplear una arquitectura basada en componentes
- Modelar procesos visualmente
- Verificación continua de la calidad
- Control de cambios
- Mejora Continua

El uso de estas prácticas a lo largo de las diferentes etapas de la guía metodológica asegura el éxito de los proyectos de ingeniería de software que se construyan con ella. La guía metodológica propuesta para la creación de Servicios Cooperativos está dividida en las siguientes cuatro fases:

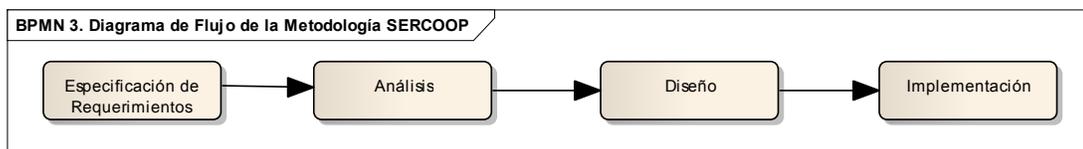


Figura 4.2, Diagrama de Fases - Sercoop

En cada una de estas fases se lleva a cabo una serie de actividades que generan artefactos como resultado que son utilizados como requerimientos para las fases posteriores. De manera que los artefactos resultantes de una etapa son utilizados como insumo de la siguiente. En la **Figura 3.2** se puede observar las actividades que hacen parte de cada fase. Se ha definido una lista de chequeo que permite identificar el nivel de avance en la construcción del Servicio Cooperativo.

3.1.1. CASO DE EJEMPLO

Con el ánimo de brindar al lector un caso de ejemplo práctico que permita aclarar los conceptos propuestos en la guía metodológica, se propone un caso de ejemplo en el cual se abordará una problemática o necesidad y se llevarán a cabo las actividades propuestas por la guía metodológica.

Recientes estudios sugieren que el aprendizaje en forma cooperativa entre alumnos facilita el proceso educativo al mismo tiempo que potencia las habilidades sociales. El grupo SIDRe de la Universidad Javeriana ha realizado varios esfuerzos en este sentido para implementar una herramienta de software que soporte la creación de Cursos con *Jigsaw* [IS2012] (un método de estudio cooperativo) apoyándose en un MAS. La efectividad de esta implementación sugiere que ampliar los esfuerzos aumentando la variedad de métodos de estudio brindará mayor flexibilidad a la institución que los aplique.

Una de las grandes ventajas que ofrece un curso con el método LT es que puede usarse para el aprendizaje de cualquier temática y puede ser aplicado en cualquier ámbito educativo sin importar su audiencia objetivo. Para llevarlo a cabo es necesario identificar el profesor que dictará la clase, el material de estudio y el grupo de alumnos que asistirán a clase. El método de estudio sugiere una serie de pasos sencillos a seguir para lograr el objetivo:

Paso 1: El profesor selecciona el tema a tratar y reúne el material de estudio necesario para dictar el curso.

Paso 2: El profesor convoca los alumnos que van a participar en el curso y los cita para la fecha de inicio.

Paso 3: Una vez reunido el quorum del curso, el profesor realiza una breve explicación del tema y reparte el material de estudio a los estudiantes.

Paso 4: El profesor informa a los alumnos que deben formar pequeños grupos de estudio (de 2 a 4 alumnos), en donde los alumnos tendrán total libertad de escoger el grupo al cual pertenecerán.

Paso 5: Conformados los grupos, los alumnos se reúnen para resolver en grupo las inquietudes que tengan, generar conclusiones individuales, debatir las conclusiones obtenidas y elaborar un informe en conjunto sobre el tema para presentarlo al profesor.

Paso 6: Una vez los grupos de estudio han generado los informes, el profesor califica los informes y asigna una nota grupal compartida a cada alumno.

Paso 7: El profesor realiza una evaluación individual a cada alumno que pertenece al Curso LT para revisar su nivel de aprendizaje.

Paso 8: El profesor entrega las calificaciones a los alumnos en forma individual resaltando las fortalezas y debilidades del grupo de estudio al cual pertenece.

Uno de los objetivos de este método de aprendizaje es fortalecer la Interdependencia Positiva, que es una percepción de los alumnos a estar ligados a otros de tal forma que el éxito individual está supeditado al éxito del grupo de estudio al cual pertenece y viceversa. Lo que implica que su trabajo beneficia a los demás y el trabajo de los demás lo beneficia a él. Por lo tanto la calificación individual de cada estudiante afectará directamente a todos los estudiantes pertenecientes al grupo de estudio.

3.2. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Es la primera fase de la guía metodológica, en donde se realiza una especificación de la organización identificando los procesos organizacionales que cumplan con las siguientes características:

- La situación en la organización a revisar debe resolver uno o varios problemas o satisfacer una o varias necesidades que involucren la cooperación entre personas.
- Acorde con las siglas SMART, el objetivo del sistema y las metas organizacionales deben ser: específico, medible, alcanzable, realista y trazable.
- Debe existir una evidente interacción entre las personas que hacen parte del proceso organizacional identificando claramente los medios de comunicación y las formas de cooperación.
- Para llevar a cabo el objetivo propuesto en el proceso organizacional se debe hacer evidente la necesidad de cooperación entre las personas que interactúan. Ya que de no ser así, esta problemática se podría desarrollar de manera individual.
- Los recursos que se utilizan son de carácter limitado y por lo tanto, al existir cooperación entre personas es posible que se generen conflictos por recursos. Esto se da gracias a la concurrencia en la ejecución de las actividades (Característica intrínseca de la cooperación).
- El objetivo principal de la organización se divide en objetivos secundarios. Estos objetivos secundarios pueden ejecutarse de forma independiente o no, de acuerdo a la especificación del proceso organizacional.
- La ejecución simultánea de múltiples objetivos secundarios puede originar conflictos por objetivos. Esto también se da por concurrencia en la ejecución del Plan de Acción Colaborativo.

El proceso organizacional debe involucrar al menos un Rol en la organización y requiere más de una Persona para su ejecución.

La identificación de los procesos organizacionales que involucran un sector de la organización que se desea mejorar, no solamente ayuda a identificar procesos organizacionales que tengan problemas de sinergia, sino también para optimizar los procesos que actualmente funcionen de manera adecuada estructurándolo en un Servicio Cooperativo con la aplicación de esta guía metodológica. Para el desarrollo de esta actividad se genera el entregable [TG] Sercoop - E-1 - Plantilla SRS SERCOOP y se encuentra como anexo a este trabajo para mayor información. Esta plantilla se creó como una guía que permite la definición de los conceptos requeridos como insumo en la etapa de análisis. A continuación se hace una breve explicación de cada sección del documento y su relevancia dentro de la guía metodológica. Puede revisar la plantilla SRS SERCOOP contextualizada en el caso de ejemplo en el entregable [TG] Sercoop - I - SRS SERCOOP - Caso de Estudio - Curso LT, se encuentra como anexo a este trabajo de grado. A continuación se hace un resumen de las secciones que hacen parte del documento.

3.2.1. Antecedentes

Se debe analizar la problemática a resolver desde una perspectiva de los acontecimientos que han motivado su desarrollo. Se debe identificar en ella causas que justifiquen una solución encaminada a resolver la problemática. Si se han realizado esfuerzos fallidos en resolver la problemática, se deben mencionar su resultado y la causa que llevó a concluir que no se ha resuelto completamente la necesidad o problema.

3.2.2. Propósito y Alcance

Se debe especificar en forma descriptiva el objetivo general del sistema, incluyendo las características que se implementarán y las que no se implementarán, delimitando claramente los límites y restricciones.

3.2.3. Glosario de Términos

Se debe definir la terminología específica con la cual el lector se debe familiarizar para comprender el contenido del documento. Se recomienda que en esta sección se incluyan: las definiciones de términos, acrónimos y abreviaciones.

3.2.4. Descripción General de la Organización

En esta sección se hace una breve descripción general de la organización. Debe proveer los elementos esenciales que permita identificar la problemática que se desea resolver, si se pueden definir protocolos de interacción, la estructura organizacional visible. Para ello, se formulan una serie de preguntas generadoras que permiten trazar la hoja de ruta para clarificar estos aspectos. A continuación se hace una descripción de las secciones que componen la descripción de la organización. Se debe especificar en lenguaje natural y en forma resumida y general la funcionalidad básica esperada con la implementación. Se debe recalcar el problema o necesidad que se desea resolver y los lineamientos básicos que regirán la implementación de la solución en términos de funcionalidad.

3.2.4.1. Misión de la Organización

La misión de una Organización define el propósito básico que la define. Se puede definir en una frase concisa con una perspectiva desde su interior orientada a definir la razón de existencia de la Organización. Es deseable que en la misión también se reflejen los valores que guían las actividades de sus integrantes.

Pregunta generadora: ¿Para qué existe la Organización?

3.2.4.2. Visión de la Organización

La visión de la Organización permite definir las metas a corto y mediano plazo de la organización. Así como la misión, se puede definir en una frase concisa, pero con una perspectiva desde su exterior. Es decir, debería permitir identificar la imagen que desea mostrar a quienes se pueden beneficiar de ella.

Pregunta generadora: ¿Cómo desea que el mundo exterior vea la Organización?

3.2.5. Estructura de la Organización

En esta sección se debe hacer una breve descripción de las partes que integran la Organización y sus relaciones de jerarquía. Se hace a través de la descripción de un organigrama que permita conocer la taxonomía de la organización.

3.2.6. Unidades Organizacionales

Toda agrupación de cargos con un propósito específico dentro de una organización corresponde a una Unidad Organizacional. Se debe hacer una descomposición funcional las divisiones que tiene la Organización, en donde todos sus participantes deben interactuar entre sí para lograr el propósito específico que tienen en común. Se debe elaborar una lista de Unidades Organizacionales asociando el propósito de cada una de ellas.

3.2.7. Metas Organizacionales

A partir del propósito de las Unidades Organizacionales se debe hacer una descomposición en Metas Organizacionales. Esta descomposición se puede realizar a partir de la identificación de los procesos de principio a fin que se llevan a cabo los participantes en donde sea evidente la colaboración entre sí

dentro de la Unidad Organizacional. Para ello, se debe hacer una lista de Metas Organizacionales por cada Unidad Organizacional.

3.2.8. Metas Individuales

Una vez definida la lista de Metas Organizacionales, estas se deben descomponer en Metas Individuales que puedan ser asignadas como responsabilidad de una Unidad Organizacional. Para ello se debe hacer una lista de Metas Individuales y una descripción detallada de las tareas que se deben llevar a cabo para lograr la Meta Individual. En esa descripción se deben mencionar las los participantes involucrados asociando las habilidades, capacidades y recursos que se requieren para ejecutar la labor.

3.2.9. Características de los Usuarios

Una vez identificadas las Metas Individuales visibles, se debe especificar el perfil de las personas para las cuales se diseñará la solución. Es necesario identificar el tipo de usuario en término de las actividades que se pretende desempeñe con la solución. Se debe hacer una lista de responsabilidades que están relacionadas en forma intrínseca con el tipo de usuario identificado y para las cuales se encuentra capacitado. Con las responsabilidades definidas se busca identificar los recursos necesarios para lograr su cometido. Es importante ubicar los tipos de usuario identificados en la jerarquía de la organización de forma tal que se logre visualizar las relaciones de subordinación y de conocimiento entre los tipos de usuario.

3.2.10. Descubrimiento de Recursos

De acuerdo a la información recolectada en los numerales anteriores, se debe lograr identificar los recursos que se crean, obtienen, modifican y eliminan a lo largo del Servicio Cooperativo. Es posible que en el proceso de análisis y diseño se identifiquen más recursos a los identificados en esta etapa. Sin embargo, es necesario conocer el nombre del recurso, una pequeña descripción y unas reglas básicas de uso.

3.2.11. Identificación de Capacidades y Roles

Los Roles y Capacidades se obtienen a partir de la agrupación de Tareas Individuales que a su vez se encuentran directamente asociadas a una Meta Individual. A partir de esta agrupación es posible identificar las capacidades y habilidades requeridas para el desarrollo de las Tareas Individuales. Entre los roles se pueden establecer relaciones de conocimiento, de jerarquía y de herencia. Para lograrlo se debe hacer una lista de las tareas agrupadas por Meta Individual, se debe hacer una breve descripción del Rol identificado, resaltando las relaciones y Capacidades encontradas. Las capacidades se definen asociando los recursos identificado con los permisos requeridos por el perfil del Rol.

3.2.12. Especificación de Casos de Uso

La especificación de Casos de Uso permite realizar la primera aproximación funcional de la solución. Se realiza a partir de las Metas Individuales y su asociación directa con los Roles identificados. A continuación se muestra un diagrama de casos de uso del ejemplo Curso LT.

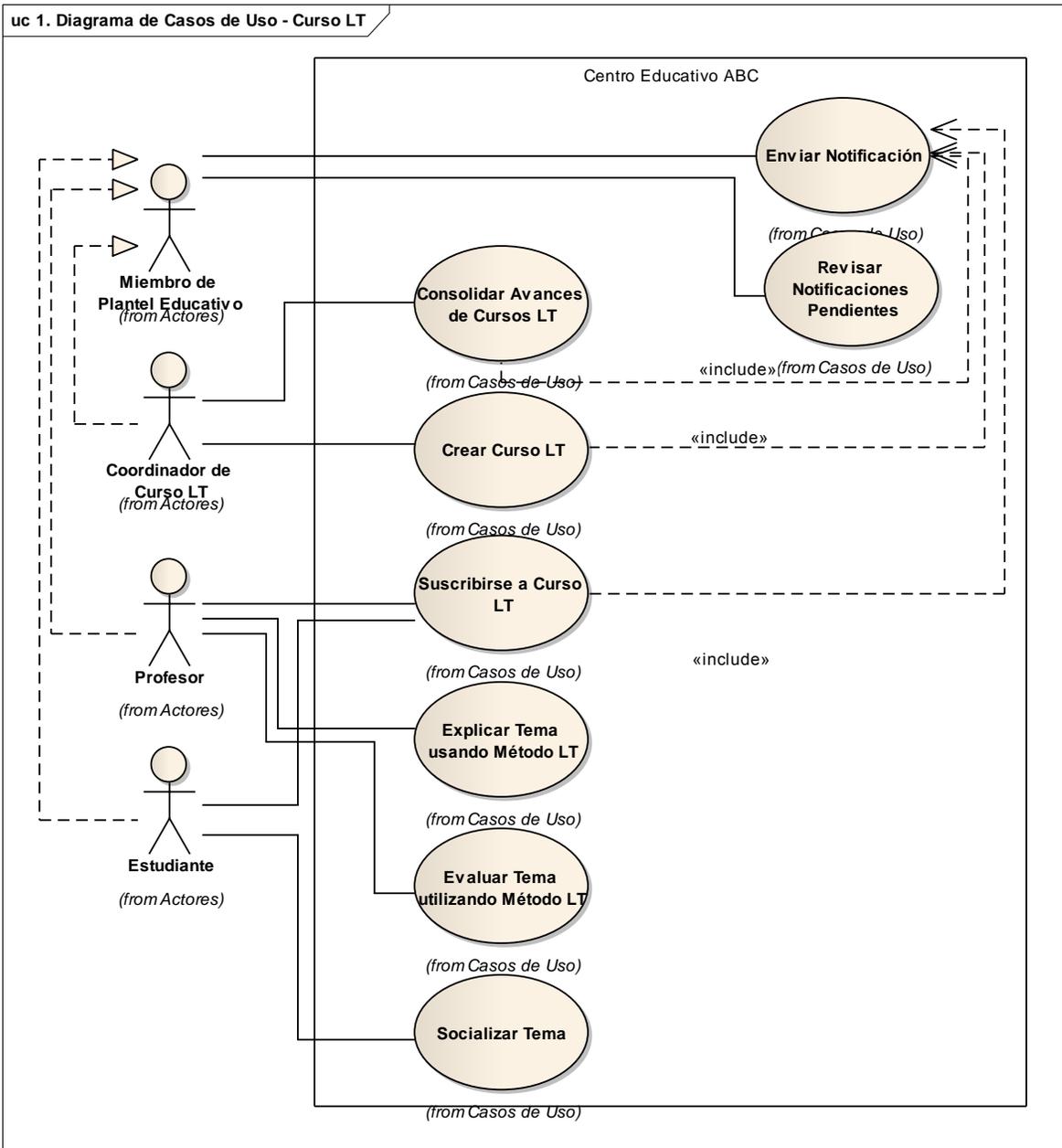


Figura 4.2.12.1, Diagrama de Casos de Uso – Curso LT

3.3. ANÁLISIS

El propósito de la fase de análisis es producir una especificación del sistema que describa el problema a ser resuelto. Está representada como un conjunto de modelos con los que se busca satisfacer las siguientes necesidades:

- Entender el problema y el contexto que lo enmarca.
- Confirmar que este es el problema adecuado a resolver (validación)
- Facilitar el diseño de la solución.

Por estas razones en esta etapa se debe relacionar tanto la especificación de requerimientos como el modelo de diseño (el cuál es una descripción abstracta de la solución). El análisis se focaliza en la definición del dominio del problema y su modelamiento gráfico.

Las Metas Organizacionales son descompuestas y satisfechas en términos de servicios que los Roles proveen. También se describen las interacciones entre Roles que cooperan para satisfacer las Metas Organizacionales.

El modelo de análisis es producido por un refinamiento que se realiza paso a paso. Esto quiere decir que, el nivel más alto de descomposición se denomina primer nivel de abstracción. En este nivel inicial se define el sistema a ser desarrollado pensando en los interesados y el ambiente. El sistema es visto como la suma de Unidades Organizacionales que interactúan con Recursos, Roles u otras Organizaciones. Los actores pueden ser Personas o sistemas externos. Las etapas de refinamiento resultan en la creación de modelos con menor nivel de abstracción.

En el primer nivel de abstracción, el proceso de modelaje comienza construyendo la Estructura Organizacional y definiendo las relaciones de sus componentes. Luego, los artefactos generados constituyen el insumo para la identificación de Metas Organizacionales asociadas a las Organizaciones y Unidades Organizacionales definidas. El primer nivel de abstracción brinda una vista general del sistema, su ambiente y su funcionalidad global. La granularidad del primer nivel de abstracción se focaliza en la identificación de entidades y sus relaciones de acuerdo a la definición de conceptos propuestos por SERCOOP. En los siguientes niveles se van agregando en forma progresiva más detalles acerca de la estructura interna y el comportamiento de estas entidades.

El segundo nivel de abstracción, se focaliza en definir el comportamiento de entidades tales como Organizaciones, Unidades Organizacionales, Roles, Metas Organizacionales y Tareas Individuales. Los niveles adicionales pueden ser definidos para analizar aspectos específicos del sistema tratando requerimientos funcionales y no-funcionales, tales como desempeño, distribución, tolerancia a fallos, y seguridad.

Se pueden ejecutar varias estrategias para lograr el refinamiento del primer nivel de abstracción. La estrategia centrada en la Organización se focaliza en el análisis de propiedades generalizadas, como la estructura del sistema, los servicios que se identifican para el cumplimiento de Metas Organizacionales. Los Roles necesarios para la consecución de las metas aparecen naturalmente durante el proceso de refinamiento en la fase de diseño. Y entonces, la cooperación, los posibles conflictos, y los mecanismos para la resolución de conflictos pueden ser diseñados y especificados.

Por otro lado, una estrategia centrada en la interacción de los usuarios se focaliza en la identificación de Roles necesarios para lograr la funcionalidad del sistema requerida. Se identifica la estructura organizacional más adecuada de acuerdo a los requerimientos del sistema. Una estrategia orientada a interacciones sugiere un refinamiento progresivo de los escenarios de interacción que caracterizan el

comportamiento interno y externo de la organización y sus componentes. Estos escenarios son la fuente para caracterizar tareas, metas, mensajes, protocolos y entidades de dominio.

Otra estrategia es la descomposición por Metas Individuales y Tareas Individuales la cual está basada en una descomposición funcional. Los Roles, Metas, y Tareas de la solución se analizan sistemáticamente con el objeto de determinar la resolución de condiciones, métodos de resolución de problemas, descomposición, y tratamiento de fallas. Las precondiciones, estructura, artefactos generados, y postcondiciones de las tareas pueden contribuir a determinar que entidades de dominio se requieren. Las Personas que desempeñan Roles deben ejecutar Tareas Individuales para lograr sus Metas Individuales. Consecuentemente, analizando el problema desde una perspectiva general orientada al cumplimiento de Metas Organizacionales, se puede decidir sobre la mejor estructura organizacional para el logro de la Misión de la Organización. Se espera que esta característica de poder escoger una estrategia para realizar el proceso de refinamiento, permita darle mayor libertad al analista de escoger la opción que más le convenga.

Del estudio de las diferentes metodologías MAS, se han identificado dos aspectos a resaltar en la construcción de los modelos en la fase de análisis. El primer aspecto es la identificación de los mecanismos de interacción y coordinación como el foco central en el diseño del Servicio Cooperativo. El segundo aspecto es la división de los Roles que constituyen el sistema tomando como base la Organización. Mientras que las Personas desempeñan Roles dentro de la organización, estos no constituyen la organización en sí. La organización misma hace parte del ambiente de las Personas y define la estructura social en la cual el las Personas deben coexistir. La definición de una organización incluye tanto la Estructuras Organizacional como los Roles Organizacionales que la componen, los cuales definen los requerimientos para la creación y la operación del sistema.

El diseño organizacional tiene muchas ventajas sobre los métodos de diseño tradicionales de MAS. En primer lugar, define una clara separación entre los Roles y la Organización en la cual los Roles cooperan, lo cual simplifica cada diseño. En métodos tradicionales orientados a agentes, las reglas que gobiernan las interacciones deben ser incorporadas en los agentes como tal, lo que implica hacer un enlace del diseño organizacional a varios diseños de agentes. En segundo lugar, hacer una separación entre la organización de los agentes le da la posibilidad al desarrollador de poder construir una estructura organizacional que puede facilitar el logro de las metas organizacionales. Este aspecto es especialmente crítico en sistemas abiertos en donde no se conoce la intención de los agentes que trabajan dentro de dicho sistema.

El propósito de la fase de análisis es producir un conjunto de Roles cuyas Metas Individuales describan lo que el sistema debe hacer para satisfacer el la necesidad o problema de la Organización. Un Rol describe una entidad la cual desempeña una función específica dentro del sistema. Cada Rol es responsable por alcanzar las Metas Individuales trazadas y por transitividad ayuda a alcanzar la Meta Organizacional asociada. Debido a que los Roles se definen a través de las agrupación de Tareas Individuales asociadas a una Meta Individual, se ha decidido abstraer los requerimientos en un conjunto de Metas Individuales que pueden ser asignados a Roles específicos. Con lo anterior, se logra definir las Metas Individuales del sistema en términos de los requerimientos funcionales y así definir los Roles necesarios para lograr las metas propuestas. Mientras que un mapeo indirecto de Metas Individuales a Roles sea posible, se pueden trazar los casos de uso con para ayudar a validar la completitud de las Metas Organizacionales del sistema y así derivar los Roles iniciales. Así las cosas, el objetivo de la etapa de análisis es transformar las metas y casos de uso en Roles y sus tareas asociadas como una estrategia para el diseño del Servicio Cooperativo.

Las actividades propias de la fase de Análisis están relacionadas con la creación de una serie de Diagramas que constituyen el insumo de la fase de Diseño.

3.3.1. Diagrama Organizacional

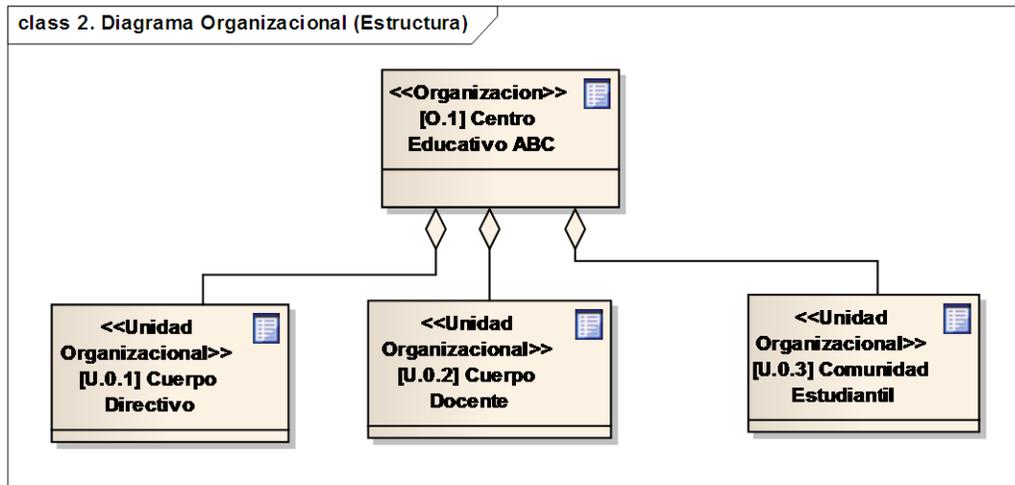


Figura 4.3.1.1., Diagrama Organizacional – Curso LT

Se expresa en términos de la estructura de las organizaciones visibles identificadas en la etapa de especificación de requerimientos, se debe modelar la estructura jerárquica de la organización, partiendo de la identificación de que Organizaciones y Unidades Organizacionales.

3.3.2. Diagrama de Metas Organizacionales

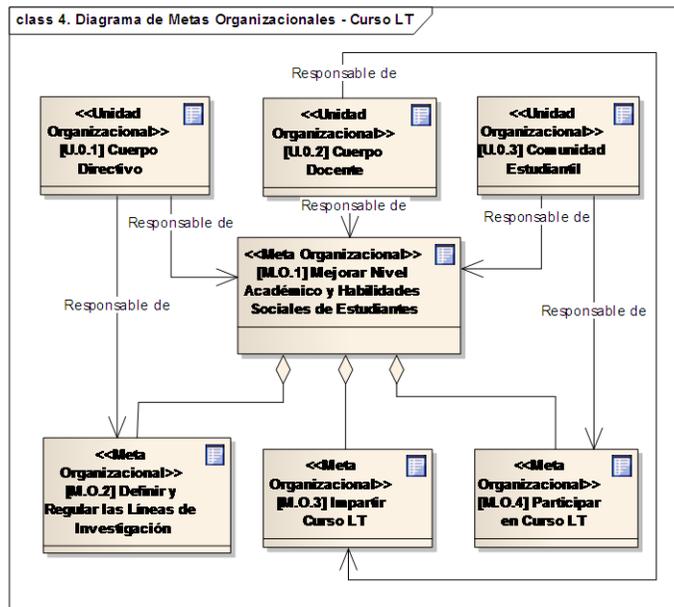


Figura 4.3.2.1., Diagrama de Metas Organizacionales – Curso LT

Se debe identificar la Misión de la Organización y las Metas Organizacionales de los Grupos organizacionales identificados. Se debe modelar a través de un diagrama jerárquico que facilite identificar las relaciones de poder entre las Metas Organizacionales.

3.3.3. Diagrama de Metas Individuales

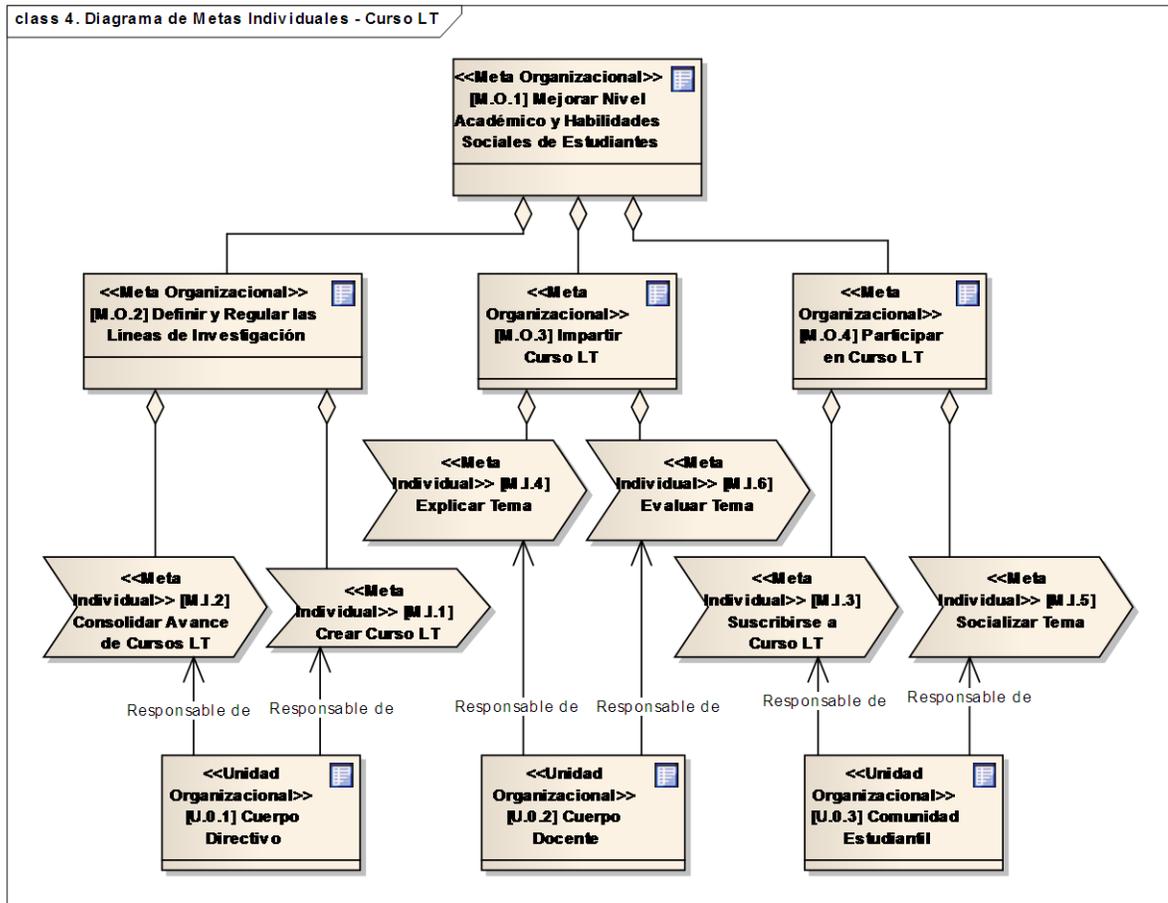


Figura 4.3.3.1., Diagrama de Metas Individuales – Curso LT

Las Metas Organizacionales descomponen en Metas Individuales. Son metas que solamente pueden estar asociadas a un único Rol responsable de lograrla y buscan lograr una o varias Metas Organizacionales. Una Meta Individual puede requerir la intervención de múltiples Roles, pero sólo puede tener un único Rol responsable de lograrla. La consecución total de las Metas Individuales de una Meta Organizacional, implica la consecución de la Meta Organizacional en sí. En este diagrama se debe tomar como base el Diagrama de Metas Organizacionales y se debe detallar la relación de pertenencia entre las Metas Organizacionales y las Metas Individuales.

3.3.4. Descubrimiento de Tareas Individuales

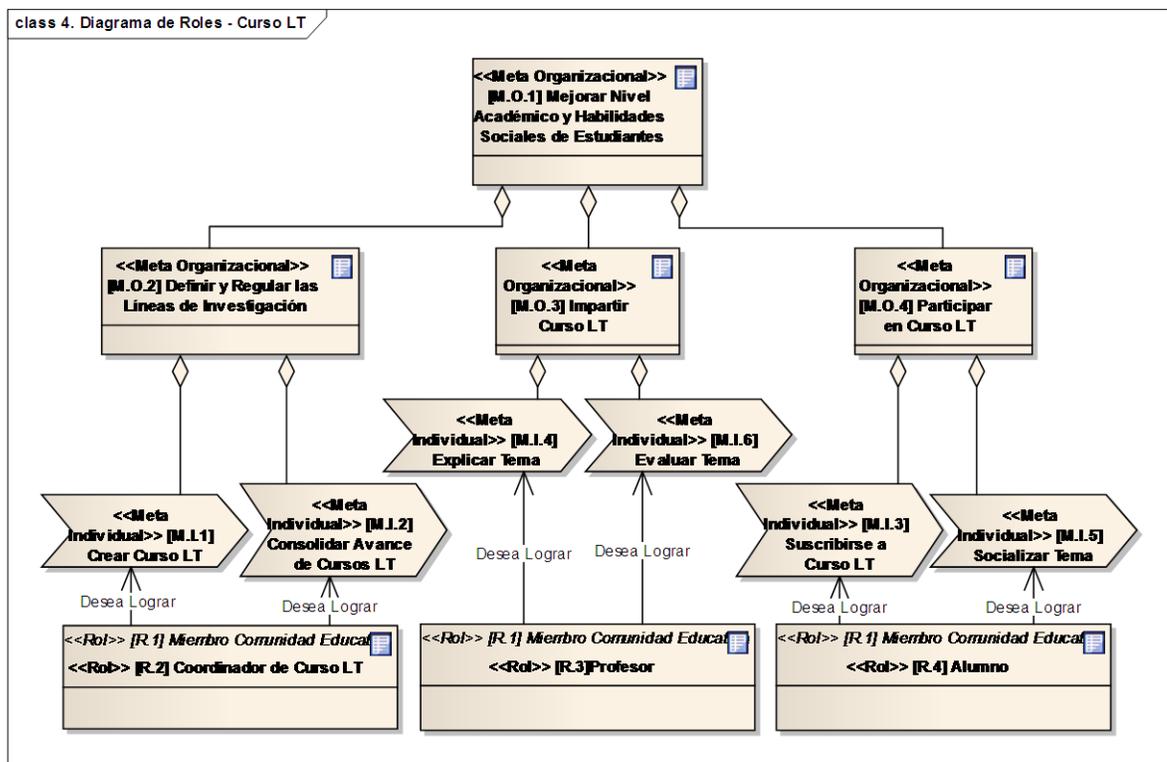
Las Tareas Individuales se logran identificar a partir de una descomposición de las Metas Individuales. Se logra a partir de la especificación de requerimientos en donde se hace una breve descripción de la Meta Individual, se deben lograr identificar los paquetes de trabajo que deben ser responsabilidad del integrante de la Unidad Organizacional asociada. En esta sección de la fase de análisis se debe lograr enlazar las capacidades, habilidades y recursos necesarios para el desarrollo de la Tarea Individual. En la **Figura 4.3.4.1**, se muestra un cuadro de las Tareas Individuales Identificadas en el caso de ejemplo Curso LT.

ID de Tarea Individual [T.I.]	Nombre	Descripción	ID Meta Individual Asociada	Capacidad						
[T.I.1]	Convocar Estudiantes a Curso LT	El usuario responsable debe estar en la capacidad de conocer la Comunidad Estudiantil y enviar una comunicación con los detalles del curso que se va a crear. Los estudiantes interesados en el curso deben responder la convocatoria diligenciando un formato de solicitud de inscripción. Una vez lleno el cupo o vencida la fecha máxima para las inscripciones, se evalúa si es viable elaborar una propuesta para que sea evaluada por la Junta Directiva de la institución.	[M.I.1]	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recurso</th> <th>Permiso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[RC.2] Directorio de Usuarios</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>[RC.6] Formulario de Creación de Curso LT</td> <td>RU</td> </tr> </tbody> </table>	Recurso	Permiso	[RC.2] Directorio de Usuarios	R	[RC.6] Formulario de Creación de Curso LT	RU
Recurso	Permiso									
[RC.2] Directorio de Usuarios	R									
[RC.6] Formulario de Creación de Curso LT	RU									
[T.I.2]	Asignar Profesor a Curso LT	El usuario responsable de estar en la capacidad de conocer el Cuerpo Docente, y debe estar en capacidad de enviar una comunicación a los profesores candidatos con las condiciones del curso a crear. Posteriormente, si hay más de un profesor candidato interesado, se asignará el primero que haya respondido a la convocatoria. Si por el contrario, no se recibe ninguna propuesta, se debe solicitar a la Junta Directiva que designe el profesor responsable del curso.	[M.I.1]	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recurso</th> <th>Permiso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[RC.2] Directorio de Usuarios</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>[RC.3] Catálogo de Cursos</td> <td>CRUD</td> </tr> </tbody> </table>	Recurso	Permiso	[RC.2] Directorio de Usuarios	R	[RC.3] Catálogo de Cursos	CRUD
Recurso	Permiso									
[RC.2] Directorio de Usuarios	R									
[RC.3] Catálogo de Cursos	CRUD									
[T.I.3]	Disponer Recursos para el Desarrollo	El usuario responsable debe revisar si las condiciones se encuentran dadas para dar inicio al curso. La primera actividad es	[M.I.1]	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recurso</th> <th>Permiso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[RC.2] Directorio</td> <td>R</td> </tr> </tbody> </table>	Recurso	Permiso	[RC.2] Directorio	R		
Recurso	Permiso									
[RC.2] Directorio	R									

	del Curso LT	disponer el material de estudio requerido. Posteriormente, debe definir los recursos físicos que se utilizarán y finalmente, debe revisar si el profesor se encuentra listo para dar inicio al curso. Esta actividad es precondition para iniciar el curso.		de Usuarios	
				[RC.3] Catálogo de Cursos	CRUD
				[RC.8] Material de Estudio	CRUD

Figura 4.3.4.1., Cuadro de Tareas Individuales de [M.I.1] Crear Curso LT – Curso LT

3.3.5. Diagrama de Roles



Firma 4.3.5.1., Diagrama de Roles – Curso LT

Una vez agrupadas las Tareas Individuales a través de la Meta Individual asociada, se deben identificar los Roles que cumplan con las Capacidades, Habilidades y Recursos interrelacionados. Esta abstracción crea una asociación directa entre las Metas Individuales y los Roles que desean alcanzarla. En la **Figura 4.3.5.1.**, se puede observar que a través del análisis de las Tareas Individuales Agrupadas por la Meta Individual [M.I.5] se generalizó el Rol [R.2] Coordinador de Curso LT, el cual también desea lograr la Meta Individual [M.I.5].

3.4. DISEÑO

En esta fase de la guía metodológica la preocupación principal se centra en convertir el modelo de análisis generado en la fase anterior, y transformarlo a en un modelo de diseño [BRU2002]. Lo que se pretende que se logre con la etapa de diseño es definir las entidades computacionales que representan el MAS identificadas en la etapa de análisis. En general, los artefactos producidos en cada modelo de análisis necesitan ser transformados en entidades computacionales que pueden ser implementadas. Las entidades de análisis son por lo tanto traducidas en subsistemas, interfaces, clases, firmas de operaciones, algoritmos, objetos, diagramas de secuencia, etc.

El proceso de diseño consiste en una serie de actividades iterativas para transformar los modelos de análisis en artefactos de diseño. El proceso de transformación es altamente dependiente en el nivel de abstracción de las entidades de análisis. Como los agentes son definidos en términos generales, durante el diseño puede ser necesario refinarlos en una o más entidades computacionales. Hay situaciones en las que los agentes identificados durante la etapa de análisis no son implementados en la etapa de diseño. Esto ocurre cuando los agentes del análisis son refinados en simples clases en diseño, y cuando los agentes del análisis corresponde a componentes de software ampliamente conocidos tales como sistemas de acceso, servidores de notificaciones, encapsuladores de bases de datos, etc. En estas situaciones, es mejor considerar los agentes generados en la etapa de análisis como recursos. Por otro lado, los agentes identificados y especificados en la etapa de análisis serán implementados en el diseño cuando la complejidad del refinamiento requiere una arquitectura de agentes.

Se propone hacer una distinción entre diseño de alto nivel y diseño detallado para mantener los modelos independientes de implementación y por lo tanto evitar tener en cuenta la complejidad de los conceptos específicos y restricciones de una plataforma de agentes, tales como la arquitectura de agentes y las representaciones de conocimiento.

En el diseño de alto nivel, el modelo de análisis es refinado para producir la versión inicial de una arquitectura MAS y su comportamiento definido con artefactos de diseño. Se propone seguir los siguientes pasos:

3.4.1. Diagrama de Planes de Acción Colaborativa

Los Planes de Acción Colaborativa se definen a partir de las Metas Organizacionales y especifican metódicamente el orden de los procesos que se deben ejecutar para lograrlas; Esto significa, que se debe crear un Plan de Acción Colaborativa por Meta Organizacional y/o Meta Individual. Se representan en un Diagrama de Procesos en el que se debe definir claramente: La entidad que actuará como Orquestador de la Meta, los participantes o involucrados en su ejecución (bien sean Organizaciones, Unidades Organizacionales o Roles) y los procesos que se deben ejecutar (ya sean, Planes de Acción Colaborativa o Tareas Individuales).

En la **Figura 4.4.1.1.**, se muestra el Plan de Acción Colaborativa de la Meta Organizacional más general del Servicio Cooperativo para el Curso LT. Se define en términos de los Planes de Acción Colaborativos que lo componen y estos están directamente asociados a las Metas Organizacionales subsecuentes.

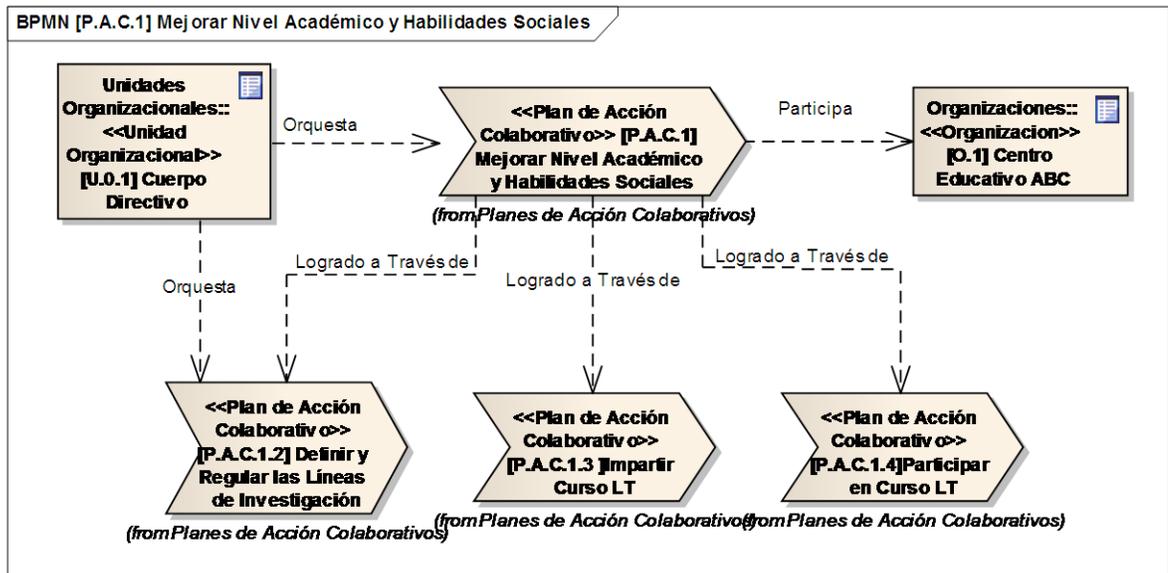


Figura 4.4.1.1., Plan de Acción Colaborativo de la Meta Organizacional [M.O.1] Mejorar Nivel Académico y Habilidades Sociales – Curso LT

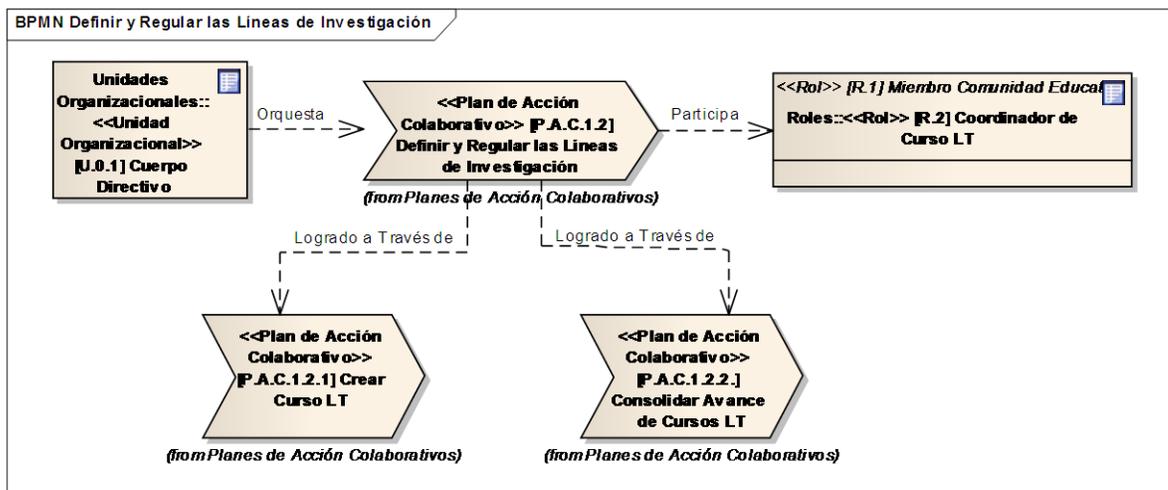


Figura 4.4.1.2., Plan de Acción Colaborativo de la Meta Organizacional [M.O.2] Definir y Regular las Líneas de Investigación – Curso LT

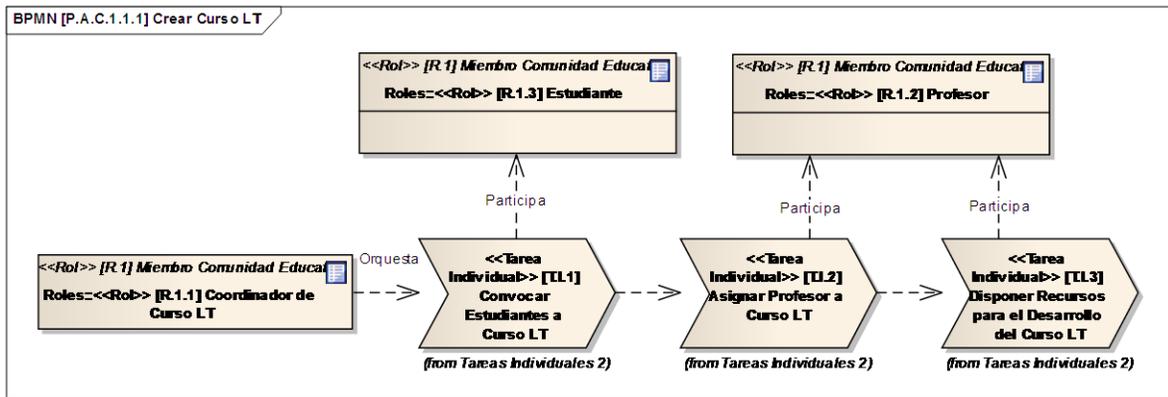


Figura 4.4.1.3., Plan de Acción Colaborativo de la Meta Individual [M.I.1] Crear Curso LT – Curso LT

3.4.2. Diagrama de Protocolos de Interacción

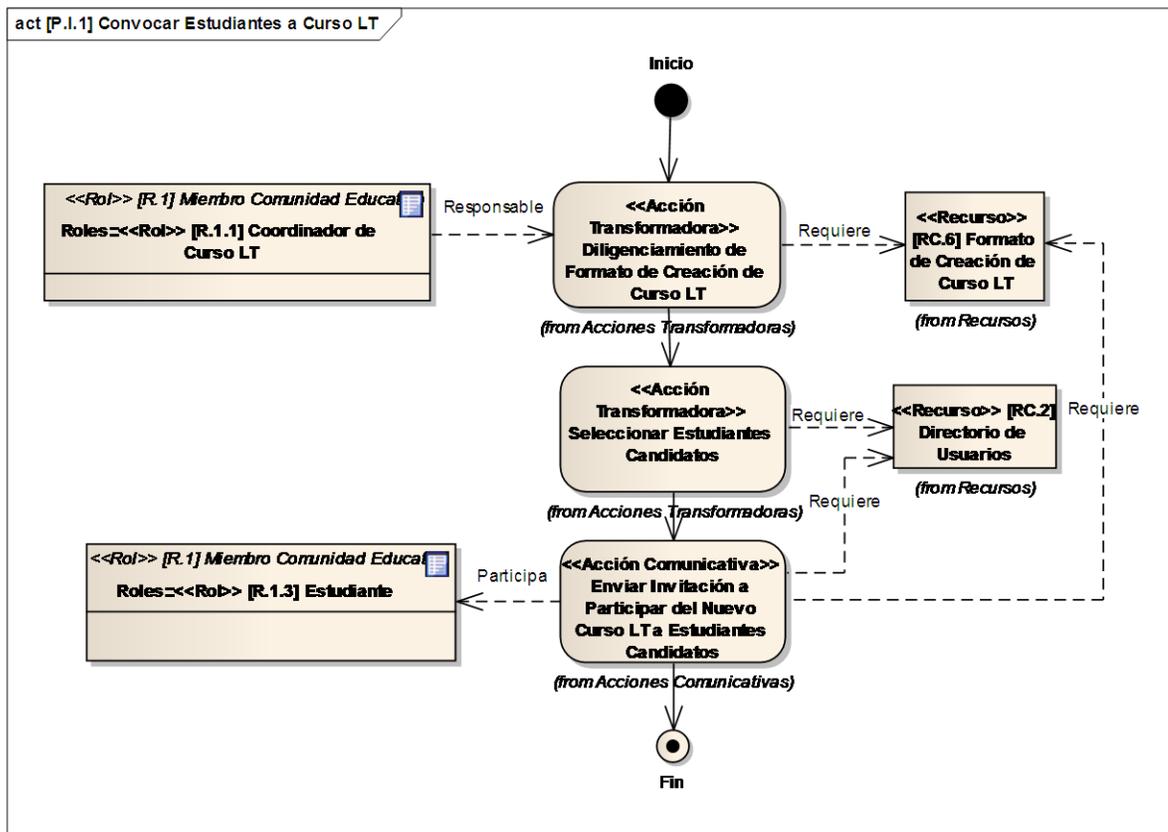
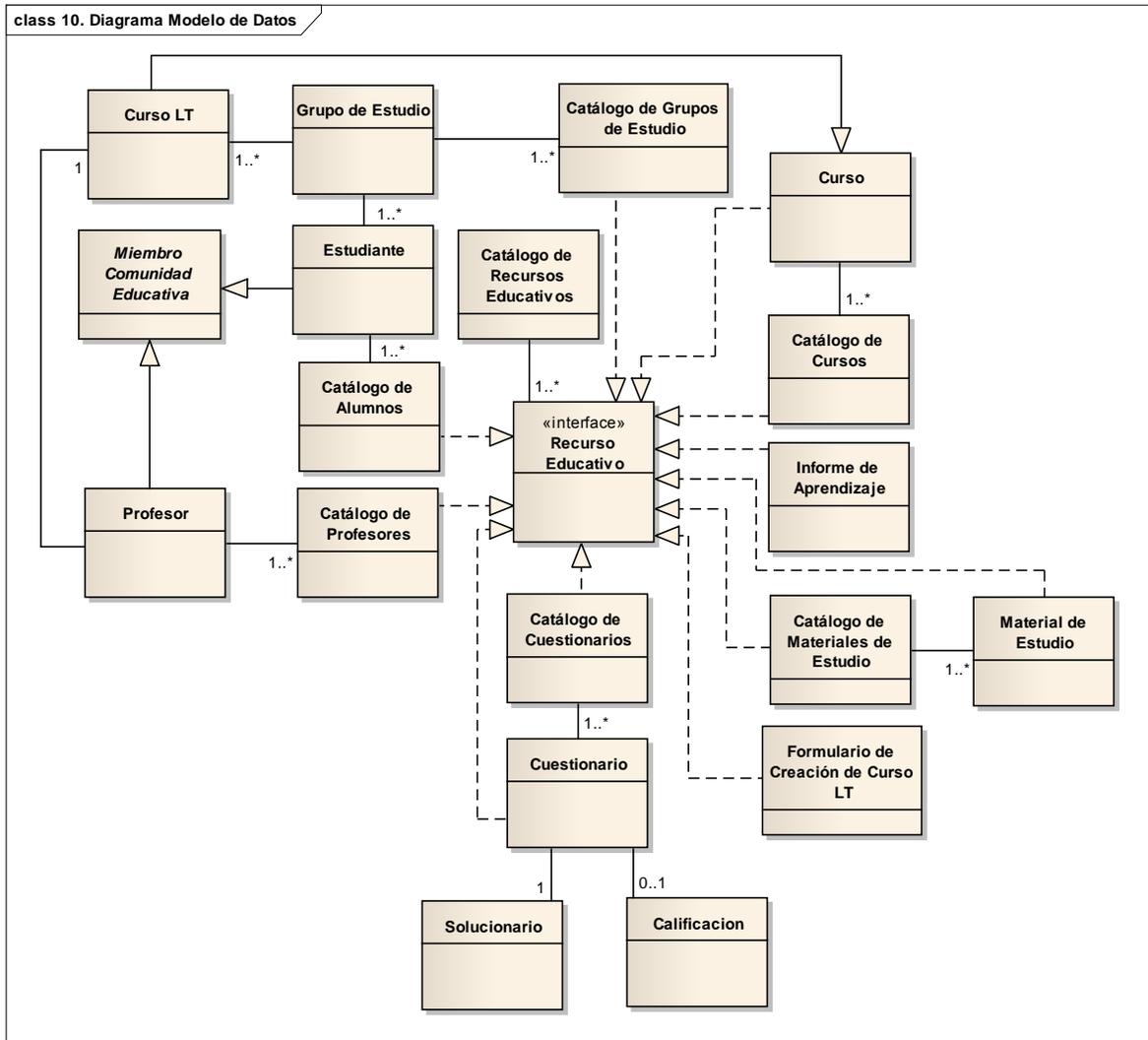


Figura 4.4.1.4., Diagrama de Protocolo de Interacción [P.I.1] Convocar Estudiantes a Curso LT – Curso LT.

Una vez definidos los Planes de Acción Colaborativos, se hace necesario modelar la forma en la que se deben llevar a cabo las interacciones entre los participantes de la cooperación. Cabe recordar que en SERCOOP, las Tareas Individuales pueden requerir la intervención de más de un participante, y en estos casos se debe modelar las interacciones entre los mismos, lo cual representa la colaboración entre Roles. En este diagrama se muestra aún nivel de detalle más bajo las Acciones Transformadoras y las Acciones Comunicativas que se derivan de su ejecución, los Roles que intervienen y los recursos utilizados o generados en cada Tarea Individual a través de Protocolos de Interacción.

3.4.3. Diagrama de Modelo de Datos del Sistema



Formato 4.4.1.5., Diagrama de Modelo de Datos del Sistema – Curso LT

El Diagrama de Dominio del Sistema permite modelar las relaciones entre los recursos identificados hasta este punto. Se representa mediante un Diagrama de Clases UML.

3.5. IMPLEMENTACIÓN

En las fases de análisis y diseño se realiza el proceso de modelaje del Servicio Cooperativo que permiten conocer su taxonomía desde una perspectiva funcional. Sin embargo, es en la fase de implementación en donde se pueden concretar los modelos en escenarios reales de cooperación. La fase de implementación propuesta en la guía metodológica se centra en la forma en la cual se debe ejecutar el Servicio Cooperativo bajo condiciones específicas de tiempo, de recursos humanos y de recursos físicos. En esta fase, se debe realizar una asignación de los Roles a las Personas que hacen parte de la Organización en un instante de tiempo. Se debe hacer una representación gráfica que a partir de escenarios concretos permita identificar cómo se debería ejecutar el Servicio Cooperativo a través de Diagramas de Secuencia.

3.5.1. Asignación de Personas a Roles

Es la primera actividad de la fase de Implementación y permite identificar los verdaderos participantes del Servicio Cooperativo. Se debe hacer una clasificación de los Roles que las Personas de la Organización tienen la idoneidad y competencia para desempeñar, a partir del análisis de las habilidades que poseen. Para ello, se debe hacer una lista de todas las Personas que conforman la Organización con las Habilidades que posee y posteriormente, se debe hacer una asociación de los Roles que cada Persona puede desempeñar.

3.5.2. Diagrama de Personas

Un Diagrama de Personas está directamente relacionado con un Diagrama de Objetos en UML en donde el objeto es una concreción de una clase en un tiempo dado dentro del sistema y en este caso, una Persona es una concreción de un Rol en un tiempo dado como una instancia del Servicio Cooperativo. El objeto del diagrama de Personas es que permita mostrar la interacción de un conjunto de Personas a través del tiempo para cada Meta Organizacional.

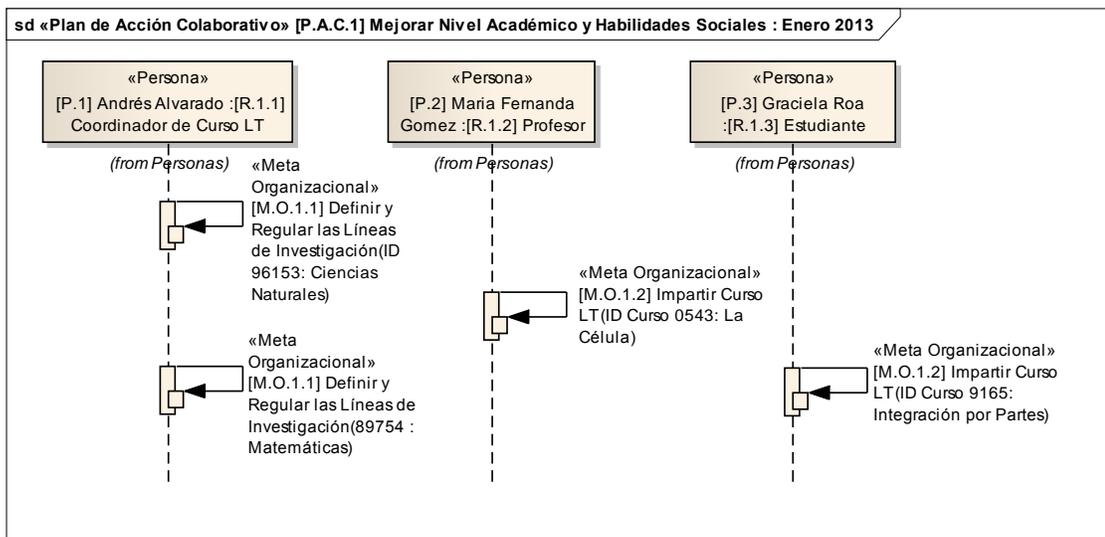


Figura 4.5.2.1, Diagrama de Personas [P.A.C.1] Mejorar Nivel Académico y Habilidades Sociales : Enero 2013 – Curso LT

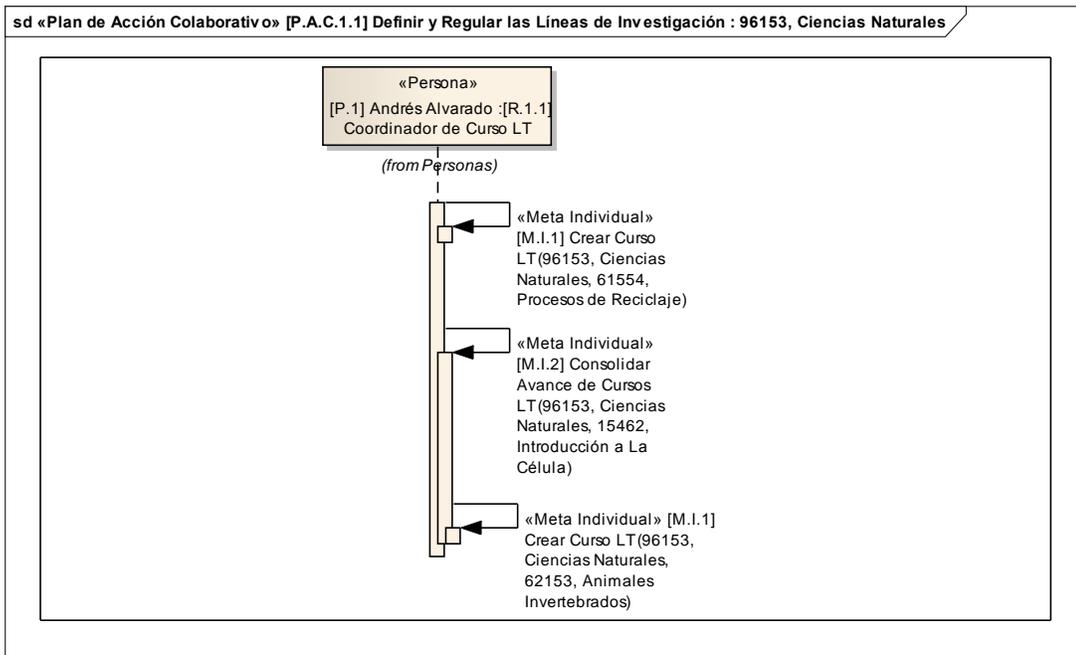


Figura 4.5.2.2, Diagrama de Personas [P.A.C.1.1] Definir y Regular las Líneas de Investigación : 96153, Ciencias Naturales – Curso LT

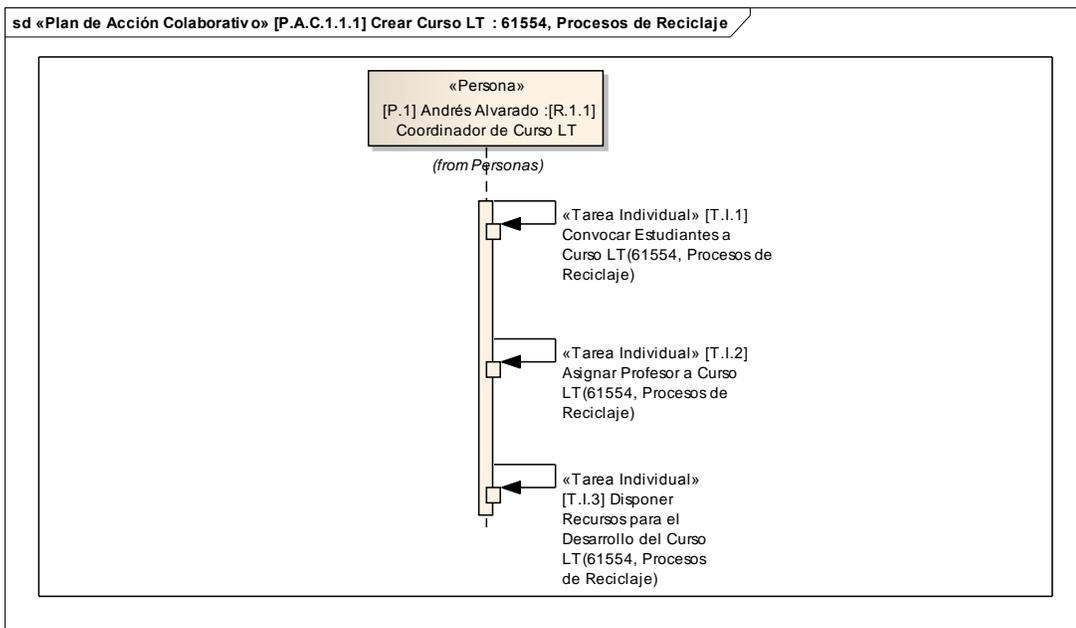


Figura 4.5.2.3, Diagrama de Personas «Plan de Acción Colaborativo» [P.A.C.1.1.1] Crear Curso LT : 61554, Procesos de Reciclaje – Curso LT

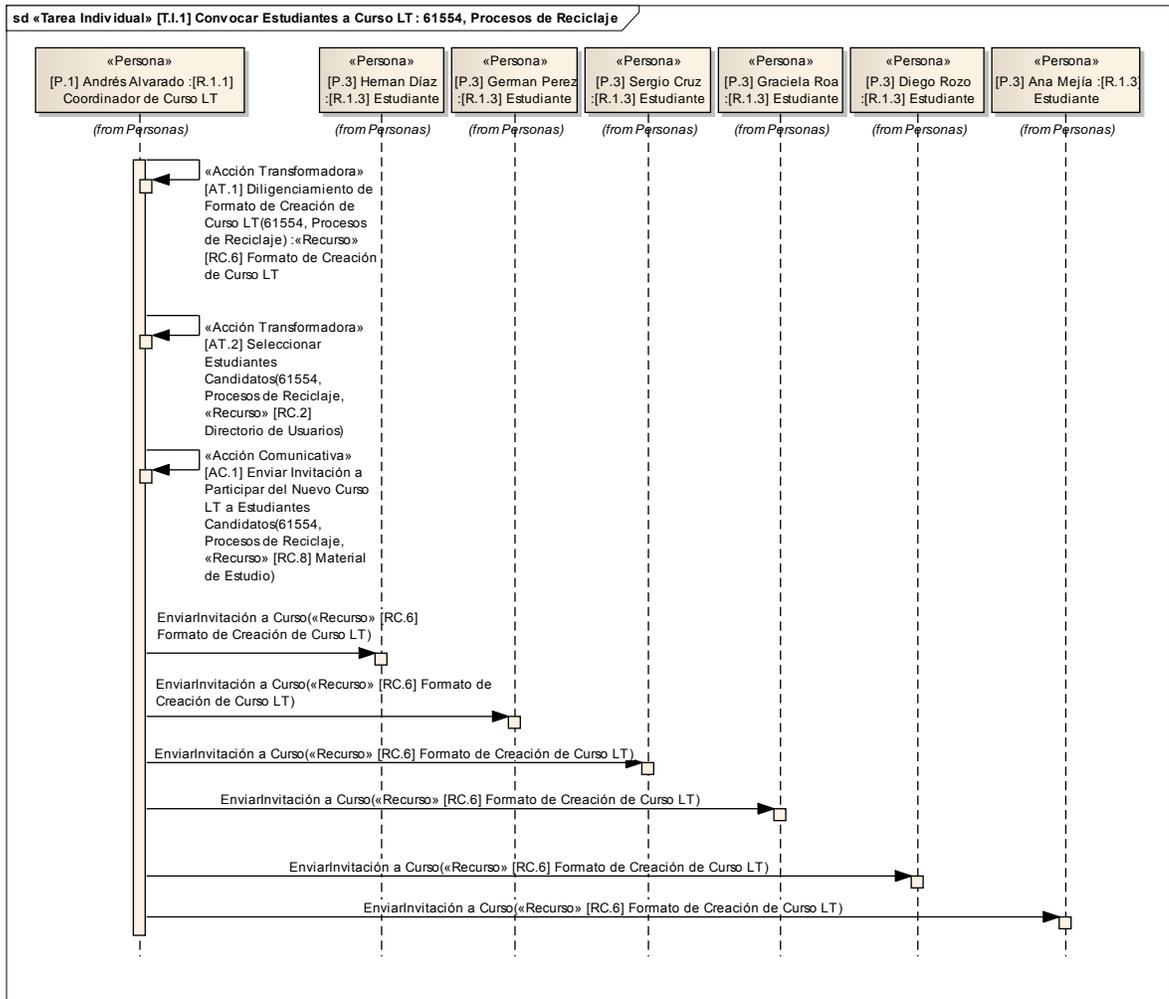


Figura 4.5.2.4, Diagrama de Personas «Tarea Individual» [T.I.1] Convocar Estudiantes a Curso LT : 61554, Procesos de Reciclaje – Curso LT

Selección del Caso de Estudio

	LEARNING TOGETHER [WJ2006]	INVESTIGATION GROUP	JIGSAW	TAI	CIRC	STAD [NK2011]
AUTORES	Johnson, & Johnson, 1994	Shlomo Sharan, Yael Sharan y Rachel Hertz – Lazarowitz en Israel	Aronson, Stephan, Blaney, & Snapp 1978	Slavin, Leavey 1984	Stevens, Madden, & Farnish. 1987	Slavin 1978
MATERIAS	Método aplicable a una gran cantidad de materias	Método aplicable a una extensa cantidad de materias de gran uso para especializar a los alumnos en una materia.	Es un método aplicable a un gran número de materias y de especialización en una tarea.	Método específico para enseñar matemáticas en los primeros ciclos	Método específico para enseñar a leer y escribir en los últimos cursos de primaria	Método aplicable a una gran variedad de asignaturas
INTEGRANTES	Grupos heterogéneos de 4 a 6 miembros	Los alumnos forman sus propios equipos de 2 a 6 estudiantes	Los alumnos trabajan en equipos heterogéneos de 6 miembros	Los alumnos son divididos en grupos de 4 o 5 miembros, compuestos por parejas o tríos con diferente habilidad matemática	Los alumnos están conformados de la misma manera que el método TAI	Los alumnos son asignados a equipos heterogéneos de 4 o 5 miembros
METODOLOGÍA	El profesor enseña la clase a todo el grupo y asigna un trabajo en	El profesor no da la clase como en los métodos tradicionales, sus principales	El profesor no da clases pero se encarga de dividir el tema en 6 partes	El profesor enseña a cada grupo la clase entera, empleando una	Las funciones del profesor son similares a las del	El profesor enseña la lección a toda la clase y deja

	<p>equipo, el objetivo es que todos los miembros del equipo dominen el tema y colaboren a sus compañeros en el aprendizaje de la misma. Todos los integrantes del grupo aportan a un trabajo definitivo que llevara ejercicios y soluciones para los problemas otorgados</p>	<p>funciones son facilitar recursos y supervisar el trabajo de los grupos de investigación, así como entrenar y modelar habilidades de comunicación. La tarea es grupal y consiste en hacer un informe grupal sobre un tema. Cada equipo, según sus intereses o conocimientos previos, elige un tema de una unidad que debe estudiar toda la clase. Para asegurar la responsabilidad individual, cada tema se subdivide en tanta partes como miembros tiene el equipo y cada miembro ha de responder por ella.</p>	<p>cada una de ellas es única e imprescindible en el sistema. La tarea es individual y cada estudiante lleva a cabo el trabajo asignado y la deberá juntar como una ficha de rompecabezas con los demás temas desarrollados por el grupo para aprender el cuadro completo</p>	<p>enseñanza directa de habilidad matemática. Mientras el profesor enseña los demás grupos van adelantando un material indicado para su nivel y grado, cuando un alumno tiene una duda intenta resolverla con su pareja o con los miembros del equipo antes de acudir al profesor, así el profesor le puede dedicar mas tiempo a enseñarle a los demás grupos.</p>	<p>método TAI, con la diferencia que el profesor enseña habilidades específicas de comprensión lectora y los estudiantes diariamente están trabajando en actividades de lectura y escritura</p>	<p>tiempo para un trabajo grupal en el que cada alumno tiene su propio material de trabajo.</p>
<p>EVALUACION</p>	<p>La evaluación es otorgada a partir de la calidad</p>	<p>La evaluación fue probada individual y grupalmente, y como se van</p>	<p>La evaluación es individual con base</p>	<p>La evaluación es grupal y es obtenida por la media</p>	<p>La evaluación es la media grupal de</p>	<p>La evaluación es grupal dependien</p>

	de los proyectos entregados, rendimiento o a partir de un test pero todo a nivel grupal	a desarrollar tareas poco estructuradas es conveniente que se mida un nivel de aprendizaje superior.	en las notas de cada estudiante y a cada alumno se le realiza un examen sobre el tema completo	de las calificaciones de un examen realizado a nivel individual	las calificaciones obtenidas por exámenes realizados a manera individual, la calidad de la composición escrita individual y las actividades diarias	do del progreso de cada uno de los alumnos con respecto a la anterior calificación en un examen individual.
NECESIDAD DE COLABORACIÓN DE CADA METODOLOGÍA	La necesidad de colaboración se muestra con gran riqueza en el momento en que los alumnos se reúnen para aprender de otros.	En este método de aprendizaje, la preocupación principal es la construcción de un informe. Si bien hay comunicación, no hay mayor interés en los alumnos de mejorar el nivel de los demás compañeros.	Muestra gran necesidad de colaboración en las etapas del método de aprendizaje, sobre todo cuando se realizan los ajustes al documento como una gestión de todos los involucrados.	No hay una clara interdependencia positiva entre los alumnos. El método sugiere estudiar en forma individual primero, y posteriormente preguntar a otros compañeros, dejando al profesor como último recurso.	Es un método de aprendizaje enfocado en el trabajo individual.	Si bien se debe hacer un trabajo grupal, cada alumno tiene su propio material de trabajo, lo cual puede fomentar ambientes de trabajo individualista.
OBSERVACIONES	No permite conocer el aporte de cada individuo del grupo, lo cual deteriora la	Los autores rechazan las notas porque no se deben entregar métodos tangibles de aprobación, a menos de que		Este método combina los servicios cooperativos con la enseñanza individualizada.	Como los estudiantes reciben material de acuerdo a su habilidad, todos	Como el criterio para la evaluación es el progreso obtenido en el anterior

responsabilidad individual.	sea la oportunidad de trabajar juntos en el mismo equipo de nuevo	tienen las mismas oportunidades de contribuir con éxito al equipo	examen así hayan obtenido una puntuación baja al comienzo pueden contribuir por igual a la puntuación de su equipo.
-----------------------------	---	---	---

JIGSAW [KS1992]

Es la técnica más utilizada en el ámbito académico. Los objetivos son:

- Estructurar las interacciones entre los alumnos mediante equipos de trabajo
- Lograr que los alumnos aprendan unos de otros para lograr sus objetivos.

SECUENCIA DE PASOS

1. El profesor dividirá el material en 5 o 6 partes, documentos que se entregaran a los alumnos siguiendo un orden. Cada parte es complementaria y necesaria para la conformación de la unidad integral del tema
2. Se deberán crear grupos de alumnos de 5 o 6 integrantes, tantos como partes del documento hayan sido obtenidas. Cada miembro será enumerado de 1 a 5 ó 6.
3. A los estudiantes que son el número 1 de cada grupo se les repartirá el mismo documento que será diferente al resto de documentos y puede coincidir con la primera parte del tema. A los alumnos del número 2 se les reparte el mismo documento (puede ser las segunda parte) y así sucesivamente con todos los grupos de alumnos.
4. Los alumnos deben preparar su documento, lo deben leer, analizar, entender, aprender y recopilen dudas al respecto.
5. Una vez finalizado el tiempo, inicia la segunda fase lo que se denomina “Reunión de expertos”. Los alumnos se deben reunir en los grupos de estudiantes del mismo número para debatir y discutir el tema que les ha sido asignado. La finalidad de esta fase es la de convertir en experto a cada integrante del grupo.
6. Una vez finalizada la “Reunión de expertos”, se regresa al grupo original y cada alumno explicara al resto el documento que ha venido preparando.
7. Finalmente se realiza una evaluación del aprendizaje logrado y la evaluación de la técnica individualmente. Para ello el docente realiza un test de conocimiento de todo el material.

STAD [NK2011]

En esta técnica los alumnos deben preparar una temática de estudio a partir de la documentación que deberá facilitar el profesor. El objetivo es lograr que los alumnos se ayuden entre si para dominar la temática de estudio.

SECUENCIA DE PASOS

1. Se constituyen equipos cada uno de 4 y 5 participantes
2. Se verifica que los equipos sean heterogéneos en cuanto a rendimiento, sexo, origen.
3. El profesor presenta la lección y prepara un material para que los alumnos se reúnan en los grupos previamente conformados para asegurarse que cada alumno entienda muy bien la lección.
4. Al final cada alumno deberá resolver una prueba individual de acuerdo a su nivel inicial.
5. La puntuación que se obtiene es comparada con las obtenidas anteriormente, se suman las puntuaciones para obtener la puntuación de los grupos, si el grupo esta demostrando un progreso el premio será definido por el profesor.

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN [KS1992]

Es una técnica muy parecida a las dos anteriores sola que en esta se aceptan grupos más pequeños entre 2 y 3 alumnos.

SECUENCIA DE PASOS

1. Presentación de los temas al docente, cada alumno puede tomarse un tiempo para seleccionar la temática que más le interesaría estudiar sobre cada tema
2. Elaboración de grupos dependiendo de los intereses de cada alumno
3. El docente puede presentar algún tipo de bibliografía básica u otro tipo de recursos para que los alumnos puedan iniciar la investigación.
4. Realización de la investigación por equipos, los alumnos deberán
 - 4.1. Dividir las tareas
 - 4.2. Localizar la información
 - 4.3. Organizar los datos encontrados
 - 4.4. Informar constantemente a los compañeros del estado de la investigación, por medio verbal o escrito.
 - 4.5. Discutir y analizar los hallazgos.
 - 4.6. Determinar si la información recopilada es necesaria o si hace falta algo.
 - 4.7. Interpretar e integrar los descubrimientos
5. Elaboración del informe final que recoja y explique la investigación realizada así como los hallazgos y una autoevaluación del equipo de trabajo (relaciones establecidas, dificultades).
6. Presentación oral al resto de compañeros de cada investigación realizada

LEARNING TOGETHER [WJ2006]

Es ideal para especializar a los alumnos en una tarea

SECUENCIA DE PASOS

1. Los alumnos forman sus propios equipos de 2 a 6 miembros
2. El profesor enseña a todos la clase y presenta un documento de investigación

3. Los grupos se reúnen y deberán colaborar para que todos los integrantes dominen el tema, los miembros deberán realizar un informe único sobre el tema.
4. La recompensa es grupal dependiendo de la calidad del trabajo presentado.

TAI [KS1992]

Método específico para enseñar matemáticas en los primeros cursos

SECUENCIA DE PASOS

1. Los grupos serán conformados por 4-5 miembros compuestos por alumnos de diferentes niveles de habilidad matemática con base a una evaluación previa.
2. El profesor entrega a cada grupo un material de investigación, luego enseña a cada grupo la clase de habilidades matemáticas, mientras tanto el resto de la clase va consultando el material entregado previamente.
3. Al momento que surjan dudas de algún alumno con respecto al tema deberá intentar solucionarlas con su grupo antes de referirse al profesor.
4. Se realiza una evaluación individual y el resultado será grupal después de sumar las notas obtenidas por cada uno.

CIRC [KS1992]

Es un método específico para enseñar a leer y escribir en los últimos cursos de primaria

1. Los grupos serán conformados por 4-5 miembros compuestos por alumnos de diferentes niveles de habilidad lecto - escritora con base a una evaluación previa.
2. El profesor enseña a cada grupo habilidades específicas de comprensión lectora.
3. Los estudiantes trabajan en actividades de lectura y escritura
4. La recompensa es grupal con base al promedio obtenido en las evaluaciones individualmente realizadas y a las actividades diarias.

Criterio	Descripción
Criterio 1: Problema a Resolver	El tipo de problema a resolver debe estar caracterizado por un escenario en el que varias personas tienen que interactuar entre sí para resolver un problema o necesidad. Adicionalmente, este problema debe estar estrictamente asociado a la ausencia de un mecanismo de comunicación claramente estructurado ya que una parte esencial de la guía metodológica es la definición de los mecanismos de comunicación.
Criterio 2: de Protocolos Interacción Implícitos	La comunicación entre las personas ya sea sincrónica o asincrónica es de gran importancia para establecer la forma en que los participantes cooperarán para resolver el problema. Se puede decir que independientemente del tipo de comunicación, la cooperación puede ser exitosa en la medida que esté claramente establecido un protocolo estructurado de interacción que limite y regule una comunicación de carácter determinista. Los protocolos de interacción clarifican todos y cada uno de los estados de las transiciones en el transcurso de la

	comunicación entre dos o más participantes. Los protocolos de interacción tienen una doble intencionalidad; la primera es clarificar todas y cada una de las situaciones posibles que se pueden dar en el transcurso de la comunicación, los mensajes estructurados entre los participantes de acuerdo a todos los escenarios, y la segunda es poder delimitar el dominio de la comunicación para que sea finito y evitar todo tipo de comunicación inconclusa, difusa o ambigua.
Criterio 3: Capacidad de interacción en tiempo real con múltiples usuarios	El ambiente en el que los participantes van a interactuar influye en su productividad en la medida de qué tan intuitivo y organizado sea su interfaz de usuario. Es una característica muy importante para determinar el comportamiento de los participantes en la resolución de una tarea cooperativa y su adaptabilidad a la aplicación. Lo anterior no quiere decir que la interfaz de usuario afecte la funcionalidad del sistema ya que el hecho de que la aplicación sea amigable e intuitiva al usuario son requerimientos no funcionales. Para este caso la interfaz de usuario tipo monousuario permite un ambiente de trabajo privado e individual, en donde el participante se puede tomar su tiempo para interactuar y responder a la cooperación con serenidad. Por el contrario en un sistema de interfaz multiusuario, la interacción en tiempo real hace que la comunicación sea instantánea y los tiempos de respuesta sean muy limitados, por lo que el usuario se ve en la necesidad de interactuar de manera rápida y espontánea.
Criterio 4: Evidencia de Aplicación de las 5c	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperación: Define las interacciones entre los diferentes usuarios de un sistema con base en las acciones que cada uno de ellos lleva a cabo para cumplir con sus objetivos. • Colaboración: Es la forma en que se distribuyen las tareas entre los usuarios para conseguir un objetivo, es el principio de colaboración el que permite que los usuarios establezcan relaciones con el fin de resolver una tarea en forma eficiente. • Coordinación: Es la manera en que se articulan las acciones individuales de cada usuario de tal manera que el todo final es coherente. • Resolución de conflictos: Es el conjunto de técnicas que permite manejar las diferencias que puedan tener los usuarios cada vez que quieren tener acceso a recursos compartidos ilimitados. • Comunicación: Es el envío de un mensaje desde un emisor hasta un receptor, la información de este mensaje se encuentra codificada por medio de un lenguaje y es decodificada por el receptor al momento de su llegada. [AY2005]
Criterio 5: Perfiles de Usuario, Responsabilidades e Interacciones	<p>Es importante establecer claros perfiles de usuario en donde se identifiquen los privilegios y las restricciones para cada uno de ellos. Los perfiles deben estar asignados acorde con las capacidades y habilidades de los usuarios. Se debe hacer una categorización de cada una de las posiciones y clasificarlas según responsabilidades. El acceso a los recursos y el derecho a ciertas acciones del sistema también deben ser regulados según el perfil.</p> <p>Los roles organizacionales están especificados de acuerdo a las habilidades, privilegios y restricciones de las personas que hacen parte del sistema. La clasificación de las mismas de acuerdo al rol organizacional permite establecer sus</p>

	<p>comportamientos según el rol que estén representando. Esto brinda flexibilidad y modificabilidad del comportamiento de las personas, gracias a ello los roles organizacionales son dinámicos de acuerdo a los servicios cooperativos en los que se ejecuten. La clasificación de las personas por roles permite explotar al máximo las habilidades del personal y maximizar el rendimiento de la organización. La ponderación de las habilidades también permite descubrir fortalezas y debilidades en el personal y establecer planes de capacitación en caso de encontrar falencias.</p>
<p>Criterio 6: Metas claramente establecidas</p>	<p>La característica más importante que brindan los servicios cooperativos es la claridad en la ejecución de un objetivo común. En muchos de los casos los objetivos son ambiguos o carecen de claridad y total entendimiento por parte de los cooperadores. Es muy importante que los objetivos queden claramente establecidos desde el principio y que sean 100% entendidos por los participantes; toda vez que si todas las actividades de los participantes están correlacionadas directa o indirectamente con el objetivo a cumplir, éste se logrará en forma efectiva.</p>
<p>Criterio 7: Recursos claramente establecidos</p>	<p>Los recursos son los elementos requeridos para realizar una labor. Estos son usados y/o transformados para producir un beneficio. Los recursos tienen tres características intrínsecas: utilidad, disponibilidad y potencial de agotamiento o consumo. Los recursos se clasifican en dos; recursos digitales como documentos, archivos, conexiones, procesos, etc, y recursos físicos como impresoras, acceso equipos en la red, instalaciones, etc. Lograr una clara identificación de los recursos utilizados o generados facilita la especificación de los procedimientos en términos de entradas y salidas.</p>
<p>Criterio 8: Permisos CRUD establecidos sobre los recursos</p>	<p>La competencia por el acceso a los recursos debe estar regulada por un los permisos CRUD (Create, Read, Update, Delete). El contar con esta definición permite asignar los permisos de acceso a los roles organizacionales identificados.</p>

V – CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

1. Conclusiones

Se lograron cumplir los objetivos planteados, ya que se surtieron todas las etapas de la planeación y se logró aplicar la guía metodológica en el caso de estudio.

Si bien la selección del caso de estudio indicaba que cuantitativamente *Jigsaw* [KS1992] era un mejor candidato, se tomó la determinación de implementar *Learning Together* [WJ2006] por conveniencia del grupo SiDRe.

Sin una herramienta que facilite el modelamiento de problemas, la implementación de un MAS puede ser muy difusa y compleja.

En el proceso de validación se encontró que era muy importante la validación de los conceptos y definiciones. En sesiones de asesoría con el Ing. Enrique González se llegó a la clarificación de estos conceptos.

Se logró aplicar la guía metodológica a través del caso de estudio.

El caso de estudio permitió evaluar cada una de las fases propuestas en la guía metodológica.

El diseño propuesto en la guía metodológica permite la reutilización de Servicios Cooperativos al ser vistos como una caja negra.

Esta guía metodológica se basa en teorías de modelamiento de ingeniería de software y por ende está dirigida un Ingeniero de Sistemas que conozca la estructura y funcionamiento de la organización donde se aplicará.

2. Recomendaciones

Si se va a generar una herramienta CASE para la guía metodológica, se recomienda primero conocer muy bien la plataforma MultiAgente a utilizar, ya que es factor clave para la fase de implementación.

3. Trabajos Futuros

Se puede extender la notación de la guía metodológica para que incluya conceptos AUML formales para la etapa de implementación.

Se puede implementar una herramienta tipo CASE para la generación automática de código fuente a partir de los diagramas de implementación.

VI - REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. Referencias

- [AZK2000] Azkia, M., Gh. Ghafari. *Analyzing Relationship Between Trust and Participation in Rural Areas of Kashan. Social Science Letter* 17. India. 2000.
- [BB2002] Bruegge, Bernd. H. Dutoit, Allen. “Ingeniería de Software Orientado a Objetos”. Prentice Hall. 2002. USA.
- [BLA2005] Blacher, Y. *Changing the way Government Works. Public Administration Today*. USA. 2005.
- [BH2007] Buitrago Echavarría, Hugo Andrés. “Extensión y Validación de Ayllu-ORG: Groupware Mediado por Agentes Informáticos para Entornos Empresariales”. Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana, 2006. Colombia.
- [DN2010] Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. “Indicadores Básicos de Tecnologías de la Información y la Comunicación”. 2010. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_2010.pdf. Último acceso 14/01/2012 11:26 AM.
- [DN2008] Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. “Indicadores Básicos de Acceso y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en Empresas”. 2008. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_empresas_2008.pdf. Último acceso 14/01/2012 12:04 PM.
- [ES2011] Esparcia, Sergio. Argente, Estefanía. Botti, Vicente. “An Agent-Oriented Software Engineering Methodology to Develop Adaptive Virtual Organizations”. Universidad Politécnica de Valencia. 2011. España.
- [FWT1979] Frederick Winslow Taylor, Principios de la Administración Científica. Editorial El Ateneo. ARGENTINA. 1979.
- [YE2002] Yu, Eric. Cysneiros, Luiz M. Agent-Oriented Methodologies – Towards A Challenge Exemplar. University of Toronto. 2002. Canadá.
- [GE2003] González Enrique, Bustacara César, Ávila Jamir. “BESA: Behavior-Oriented Event-Driven Social-Based Agent Framework” Departamento de Ingeniería de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana, 2003. Colombia.
- [GE2006] González, Enrique. Bustacara, Cesar. “AGS-AOPOA: Agentes para la Gestión de Servidores Empleando la Metodología de Desarrollo Orientada a Agentes AOPOA”. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana, 2006. Colombia.
- [GP2003] Giorgini, Paolo. Kolp, Manuel. Mylopoulos, John. Pistore, Marco. The Tropos Methodology: An Overview. University of Toronto. 2003. Canadá.
- [HU2008] Hoppe, Ulrich. Molina, Ana I. Redondo, Miguel A. Ortega, Manuel. CIAM: A Methodology for the Development of Groupware User Interfaces. University of Duisburg-Essen. 2008. Germany.
- [ID2011] Isern, David. Sánchez, David. Moreno, Antonio. “Organizational structures supported by agent-oriented methodologies”. Universitat Rovira i Virgili, Departament d’Enginyeria Informàtica i Matemàtiques. 2011. España.
- [IS2012] Grupo ISTAR Javeriana. “Temas Relacionados con la Cantera Educación”. Pontificia Universidad Javeriana. 2012. Colombia.

- [KS1992] Kagan, S. *Cooperative Learning*. Paseo Espada: Resources for Teachers, Inc. 1992. USA.
- [LM2005] Mancilla, Leonardo. Cantor, Oskar. "Ayllu: Una Nueva Visión para el Desarrollo de Software". Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana. 2005. Colombia.
- [MC2006] Morales Chavarro, Javier Mauricio. De La Peña Santana, David Fernando. Modelo de Integración entre Computación en Grilla y Sistemas MultiAgente. Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana. 2005. Colombia.
- [MC2011] Martínez, Castelló. "CRM Social: La Orientación Empresarial Hacia el Cliente en Plataformas 2.0". Universidad de Alicante, 2011. España.
- [NK2011] Nazir Khan, Gul. Muhammad Inamullah, Hafiz. *Effect of Student's Team Achievement Division (STAD) on Academic Achievement of Students.* , Institute of Education & Research. University of Peshawar. 2011. Pakistan
- [RS2003] Rusell, Stuart J. Norvig, Peter. *Artificial Itelligence: A Modern Approach*. Second Edition. Prentice Hall. 2003. United States of America.
- [SC2010] Silva, Carla. Castro, Jaelson. Tedesco, Patrícia. Araújo, João. Moreira, Ana. Mylopoulos, John. Improving the Architectural Design of Multi-Agent Systems: The Tropos Case. Department of Computer Science, University of Toronto. 2010. Canada.
- [SN2011] Sánchez-Pi, Nayat. Carbó, Javier. Molina, José Manuel. "Analysis and Design of a Multi-Agent System Using Gaia Methodology in an Airport Case of Use". *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, Vol. 14, Núm. 45, 2010, pp. 9-17 Asociación Española para la Inteligencia Artificial. 2010. España.
- [SPR2005] Stephen P. Robbins, Mary Coulter. *Administración*. Pearson/Prentice Hall, USA. 2005.
- [UL2006] Uribe, Leonardo. Acosta, Germán. "Groupware Mediado por Agentes Informáticos Racionales para Entornos Empresariales: AYLLU-ORG". Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana, 2006. Colombia.
- [WG2001] Weiss, Gerhard. "Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligent". The MIT Press. 2001. United States of America.
- [WJ2006] W. Johnson, David. T. Johnson, Roger. *Learning Together and Alone: Overview and Meta-analysis*. Asia Pacific Journal of Education. 2006. UK.
- [WM1995] Wooldridge, Michael. Jennings, N.R. *Intelligent agents: theory and practice*. Knowledge Engineering Review. 1995. United Kingdom.
- [WM1998] Wooldridge, Michael. d'Inverno, Mark. Lomuscio, Alessio, Luck, Michael. de Rijke, Maarten. Ryan, Mark. Fisher, Michael. *Formalism for Multi-Agent Systems*. Agent Systems Group. 1998.
- [WM1999] Wooldridge, Michael. Jennings, N.R. *Software engineering with agents: pitfalls and pratfalls*, IEEE Internet Computing, 1999. United Kingdom.
- [WM2000] Wooldridge, Michael. Jennings, Nicholas. Kinny, David. *The Gaia Methodology for Agent-Oriented Analysis and Design*. University of Liverpool. University of Southampton Highfield, University of Melbourne. United Kingdom, Australia. 2000.
- [WM2002] Wooldridge, Michael. *An Introduction to MultiAgent Systems*. United Kingdom. 2002.
- [XIA2006] Xiaocong Fan. *Towards a Building Methodology for Software Agents*.Torku Centre for Computer Science (TUCS), 2006. Finland.

- [ZAM2003] Zambonelli, F., Jennings, N., Wooldridge, M. Developing multiagent systems; The Gaia Methodology. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. USA. 2003.
- [AN2011] Ahmed N., Matulevičius R. *Towards Transformation Guidelines From Secure Tropos to Misuse Cases*. Institute of Computer Science. University of Tartu. Estonia. 2011.
- [CAS2002] Castro, J., Kolp, M., Mylopoulos, J. *Towards requirement-driven information systems engineering: The Tropos project*. Information Systems. USA. 2002.
- [EST2002] Estrin, D., Culler, D., Pister, K., Sukjatme, G. *Connecting the physical world with pervasive networks*. IEEE Pervasive Computing. USA. 1997.
- [MH2006] Mouratidis H., Giorgini P. *Secure Tropos: A Security-Oriented Extension of The Tropos Methodology*. Department of Information and Communication Technology, University of Trento. Italia. 2006.
- [HOP2008] Hoppe, Ulrich. Molina, Ana I. Redondo, Miguel A. Ortega, Manuel. *CIAM: A Methodology for the Development of Groupware User Interfaces*. University of Duisburg-Essen. 2008. Germany.
- [HUG2002] Huget, M., Bauer, B., Odell, J., Levy, R., Turci, P., Cervanka, R., Zhu, H. *FIPA modeling: Interaction diagrams. Working Draft. Versión 2003-07-02*. URL: <http://www.auml.org/auml/documents/ID-03-07-02.pdf> . 2002.
- [KRU2002] Kruchten, P. *The rational unified process: An Introduction (2nd Ed.)*. Addison-Wesley. USA. 2002.
- [LAB1999] Labrou, Y., Finin, T., Peng, Y. *The current landscape of agent communication languages*. Intelligent Systems. USA. 1999.
- [LIV1999] Livari, J., Hirschheim, R., Klein, H.K. *Beyond methodologies: Keeping up with information systems development approaches through dynamic classification*. In *Proceedings of HICSS*. IEEE Computer Society Press. USA. 1999.
- [LUC2004] Luck, M., Ashri, R. D'Inverno, M. *Agent-based software development*. Artech house, USA. 2004.
- [MAR2001] Mark F, Wood., ScottA. DeLoach, *An Overview of the Multiagent Systems Engineering Methodology*. Department of Electrical and Computer Engineering Air Force Institute of Technology. USA. 2001.
- [MAT2003] Mathieu, P., Routier, J., Secq, Y. *Towards a pragmatic methodology for open multi-agent systems*. In *Proceedings of the 14th International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems (ISMIS)*. JAPÓN. 2004.
- [MAT2004] Mathieson, I., Dance, S., Padgham, L., Gorman, M., Winikoff, M. *An open meteorological alerting system: Issues and solutions*. In *Proceedings of the 27th Australasian Computer Science Conference*. Editorial Estivill-Castro. NUEVA ZELANDA. 2004.
- [MIL2001] Milgrom, E., Chainho, P., Deville, Y., Evans, R., Kearney, P., Massonet, P. *MESSAGE: Methodology for engineering systems of software agents. Final guidelines for the identification of relevant problem areas where agent technology is appropriate*. Proyecto de EURESCOM, European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications. URL <http://www.eurescom.de/%EF%BD%9Epub-deliverables/P900-series/P907/TI1/p907ti1.pdf> Ultima visita, enero de 2013.
- [MIN1992] Mintzberg, H. *Structure in fives: Designing effective organizations*. Prentice Hall. USA. 1992.

- [PAD2005] Padgham, L., Winikoff, M., Poutakidis, D. *Adding debugging support to the Prometheus Methodology. Engineering Applications of Artificial Intelligence, Special issue on Agent-oriented Software Development.* AUSTRALIA. 2005.
- [PAP2001] Papisimeon, M., Heinze, C. *Extending UML for designing JACK agents. In Proceedings of the Australian Software Engineering Conference (ASWRC '01).* IEEE Press. AUSTRALIA. 2001.
- [PAR1997] Parunak, V. *Go to the ant: Engineering principles from natural agent systems. Annals of Operations Research.* USA. 2001.
- [POU2002] Poutakidis, D., Padgham, L., Winikoff, M. *Debugging multi-agent systems using design artifacts: The case of interaction protocols. In Proceedings of the First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-agents Systems.* ACM Press. ITALIA. 2002.
- [SHO1993] Shoham, Yoav. *Agent-oriented programming. Artificial Intelligence.* USA. 1993.
- [SMI1980] Smith, Reid G. *The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver. IEEE Transactions On Computer.* USA. 1980.
- [TEN2000] Tennenhouse, D. *Embedding the Internet: Proactive computing. Communications of the ACM.* USA. 2000.
- [WAG2002] Wagner, G. *A UML profile for external AOR models. In Third International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering.* ITALY. 2002.
- [WAL1997] Wallace, Margaret. *Groupware: If You Build It, They May Not Come. IEEE Transactions on professional communication, Vol. 40, NO. 1.* USA. 1997.
- [WOO1995] Wooldridge, M., Jennings N. R. *Intelligent agents: Theory and practice. The Knowledge Engineering Review.* UK. 1995.
- [WOO2002] Wooldridge, M. *An introduction to multiagent systems.* UK. 2002.
- [XU2008] Xu, Xuan-hua., Fan, Yong-feng., Chen, Zhi-yang. *Research on a Service-Oriented Approach to Groupware Design. Business school of central south university, Changsha, hunan, P.R. China.* 2008.
- [ZAM2001] Zambonelli, F., Jennings, N. R., Omicini, A., Wooldridge, M. *Agent-oriented software Engineering for Internet applications. Coordination of Internet agents: Models, technologies, and applications.* ALEMANIA. 2001.

4. Bibliografía

- *[ABE2000] Abelson, H., Allen, D., Coore, D., Hanson, C., Homsy, G., Knight, T., Napal, R., Rauch, F., Sussmann, G., Weiss, R. *Amorphous computing. Communications of the ACM.* USA. 2000.
- *[ARI1998] Aridor, Y., Lange, D. *Agent design patterns: Elements of agent application design. Proceeding of the 2nd International Conference on Autonomous Agents, Agents '98.* USA. 1998.
- *[ARE2002] Arenas, A., Barrera-Sanabria, G. *Applying the MAS-CommonKADS methodology to the Flights reservation problem: Integrating coordinating and expertise. In*

Proceedings of the 5th Joint Conference on Knowledge-based Software Engineering. IOS Press. Alemania. 2002.

*[ARE2003] Arenas, A., Barrera-Sanabria, G. *Modelling intelligent agents for organizational memories. In Knowledge-based Intelligent Information and Engineering Systems, Lecture notes in computer science 2773. Alemania. 2002.*

*[AVA2004] Ávalos González, Mario Alberto., Figueroa Dávalos, María del Carmen., Galván Laguna, Yolanda., García Durán, Rosa., Gómez Salazar, Luis Enrique., González Téllez, Juan., López González, Eliana Susana. *Metodología de las Ciencias. Umbral Editorial S.A. de C.V. México. 2004.*

*[BAU2000] Bauer, B., Muller, J. Odell, J. *Agent UML: A formalism for specifying multiagent interaction. Proceedings of the 1st International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering, AOSE '00. IRLANDA. 2000.*

*[BEC1989] Beck, k., Cunningham, W. *A laboratory for teaching object-oriented thinking. In OOPSLA '89 Conference Proceedings. USA. 1989.*

*[BEC1999] Beck, k. *Extreme programming explained: Embrace change. Addison-Wesley Professional. USA. 1999.*

*[BER2004] Bernon, C., Camps, V., Gleizes, M-P., Picard, G. *Tools for self-organizing applications engineering. In Proceedings of the First International Workshop on Engineering Self-Organising Applications (ESOA). Springer-Verlag. USA. 2004.*

*[BON1999] Bonabeau, E., Dorigo, M., Theraulaz, G. *Swarm intelligence. From natural to artificial systems. Oxford University Press. UK. 1999.*

*[BRA2002] Brazier, F. M. T., Jonker, C. M., Treur, J. *Compositional design and reuse of a generic agent model. In Proceeding of Knowledge Acquisition Workshop (KAQ'99). CANADA. 2002.*

*[BRE2004] Bresciani, P., Giorgini, P., Giunchiglia, F., Mylopoulos, J., Perini, A. *TROPOS: An agent-oriented software development methodology. Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. USA. 2004.*

*[CAI2004] Caire, G., Cossentino, M., Negri, A., Poggi, A. Turci, P. *Multi-agent systems implementation and testing. In Proceedings of the Agent Technology to Agent Implementation Symposium. USA. 2004.*

*[CAM1998] Camps, V., Gleizes, M-P., Glize, P. *A self-organization process based on cooperation theory for adaptive artificial systems. In Proceedings of the First International Conference on Philosophy and Computer Science "Processes of Evolution in Real and Virtual Systems". POLONIA. 1998.*

*[CAP2003] Capera, D., Georgé, J-P., Gliz, P. *The AMAS theory for complex problem solving based on self-organizing cooperative agents. In Proceedings of the First International Workshop on Theory and Practice of Open Computational Systems. IEEE Computer Society. USA. 2003.*

*[CHU2000] Chung, L., Nixon, B., Yu, E., Mylopoulos, J. *Non-functional requirements in software engineering. Kluwer Publishing. USA. 2000.*

*[CHE2003] Chella, A., Cossentino, M., Lo Faso, U. *Designing agent-based system with UML. In Proceedings of International Symposium on Robotics and Automation. ISRA. 2000.*

[COH1991] Cohen, P. R. & Levesque, H. J. *Teamwork. USA. 1991.*

*[COL1996] Collinot, A., Drogoul, M., Theraulaz, G. *Agent-oriented design of a soccer robot team. In Proceedings of the 2nd International Conference on Multi-agent Systems. IEEE Computer Society Press. JAPÓN. 1996.*

- *[DEM1996] Demazeau, Y. Rocha Costa, A. C. *Populations and organizations in open multi-agent systems. In Proceedings of the 2nd International Conference on Multi-agent Systems. In Proceedings of the 1st National on Parallel and Distributed AI.* USA. 1996.
- *[DEL2001] DeLoach, S.A., Wood, M.F., Sparkman, C.H. *Multi-agent Systems engineering. International Journal on Software Engineering and Knowledge.* USA. 2001.
- *[DO2003] Do, T. T., Faulkner, S., Kolp, M. *Organizational multi-agent architectures for information systems. In Proceedings of the 5th International Conference on Enterprise and Knowledge Engineering, SEKE '03. Knowledge System Institute.* USA. 2003
- *[FIN1997] Finin, T., Labrou, Y., Mayfield, J. *KQML as an agent communication language.* In J. Bradshaw (Ed.), *software agents.* USA. 1997.
- *[FOX1981] Fox, M. S. *An organizational view of distributed systems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics.* USA. 1981.
- *[FUK2005] Fuks, Hugo., Lukosch, Stephan., Salgado, Ana Carolina. *Groupware: Design, Implementation, and Use. 11th International Workshop, CRIWG 2005.* Brazil. 2005.
- *[FWT1979] Frederick Winslow Taylor, *Principios de la Administración Científica.* Editorial El Ateneo. ARGENTINA. 1979.
- *[GAM1995] Gamma, E., Helm, R., Johnson, J., Vlissides, J. *Design patterns: Elements of reusable object-oriented software.* Addison Wesley. USA. 1995.
- *[GON1998] Gonzalez, J.C., Iglesias, C.A., Garijo, M., Velasco, J.R. *Analysis and design of multiagent systems using MAS-CommonKADS. In N. Callaos & M. Torres (Eds.), Intelligent agents IV: Agent theories, architectures and languages.* ALEMANIA. 1998
- *[GIO2002] Giorgini, P., Mylopoulos, J., Nicchiarelli, E., Sebastiani, R. *Reasoning with goal models. Proceedings of the 21st International Conference on Conceptual Modeling.* FINLANDIA. 2002
- *[GLE2000] Gleizes, M-P., Georgé, J-P., Glize, P. *A theory of complex adaptive systems based on co-operative self-organization: Demonstration in electronic commerce. In Proceedings of the Self-Organization in Multi-Agent Systems Workshop (SOMAS).* UK. 2000.
- *[GRZ1967] Grzegorzczak, Andrej. *Hacia una síntesis metodológica del conocimiento.* Traducido por Pedro Rojas. Universidad Autónoma de México. México. 1967.
- *[HAT1999] Hattori, F., Ohguro, T., Yokoo, M., Matsubara, S., Yoshida, S. *Socialware: Multiagent systems for supporting network communities. Communications of the ACM.* JAPÓN. 1999.
- *[HAN1976] Handy, C. *Understanding organizations.* UK. 1976.
- *[HEN2003] Henesey, L., Notteboom, T., Davidsson, P. *Agent-based simulation of stakeholders relations: An approach to sustainable port terminal management. In Proceedings of the 13th International Association of Maritime Economist (IAME) Conference.* KOREA. 2003.
- *[IGL1998] Iglesias, C.A. *Definition of a methodology for the development of multi-agent systems.* PhD thesis, Technical University of Madrid. ESPAÑA. 1998.
- *[IGL1999] Iglesias, C.A., Garijo, M. *UER technique: Conceptualisation for agent-oriented development. In Proceedings of the 3rd World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics. International Institute of Informatics and Systemics.* ESPAÑA. 1999.
- *[JAY1994] Jayaratna, Nimal. *Understanding and Evaluating Methodologies, NISAD A Systematic framework.* McGraw-Hill, UK. 1994.
- *[JAC1992] Jacobson, I., Christerson, M., Jonsson, P., Övergaard, G. *Object Oriented Software Engineering. A use case driven approach.* ACM Press. 1992.

- *[JEN2000] Jennings, N. R. *On agent-based software engineering*. *Artificial Intelligence. Department of Electronics and Computer Science, University of Southampton*. UK. 1994.
- [JEN2001] Jennings, N. R. *An agent-based approach for building complex software systems*. *Communications of the ACM*. UK. 2001.
- *[JUA2002] Juan, T., Pearce, A., Sterling, L. *ROADMAP: Extending the Gaia methodology for complex open systems*. In *Proceedings of the First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*. ACM Press. USA. 2002.
- *[KEN1998] Kendal, E.A., Krishna, P.V.M., Pathak, C.V., Suresh, C.B. *Patterns of intelligent and mobile agents*. In *Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents*. USA. 1998.
- *[KOL2002] Kolp, M., Giorgini, P., Mylopoulos, J. *A goal-based organizational perspective on multi-agents architectures*. *Proceedings of the 8th International Workshop on Intelligent Agents: Agent Theories, Architectures, and Languages, ATAL '01*. Springer. USA. 2002.
- *[MAM2003] Mamei, M., Zambonelli, F., Leonardi, L. *Distributed motion coordination in co-fields*. In *Proceedings of the 6th Symposium on Autonomous Decentralized Systems*. IEEE Society Press. USA. 2000.
- *[MAR2000] Marci de Oliveira, H. *Técnicas para Projeto e Implementação de Agentes de Software*, Master Thesis, *Universidade Estadual de Maringá*. BRASIL. 2000.
- *[MIN1979] Mintzberg, H. *The structuring of organizations: A synthesis of the Safety*. ALEMANIA. 1979.
- *[MOR1999] Morabito, J., Sack, I. Bhate, A. *Organization Modeling: Innovative architectures for the 21st century*. Prentice Hall. USA. 1999.
- *[NOF2003] Shimon Y. Nof. *Design of effective e-Work: review of models, tools, and emerging challenges*. PRISM Center – Production, Robotics, and Integration Software for Mfg. & Management Purdue University, West Lafayette, Indiana, 47907-2023. USA. 2003.
- *[OMG1999] Object Management Group. *OMG Unified Modeling Specification*. URL: <http://www.omg.org>. Ultima visita enero de 2013.
- *[PAD2004] Padgham, L., Winikoff, M. *Developing intelligent agent systems: A practical guide*. John Wiley & Sons. 2004.
- *[PIC2003] Picard, G. *UML stereotypes definition and AUML notations for ADELFE methodology with OpenTool*. *Proceedings of the First European Workshop on Multi-Agent Systems (EUMAS'03)*. UK. 2003.
- *[PIQ1996] Piquemal-Baluard, C., Camps, V., Gleizes, M-P., Glize, P. *Properties of individual cooperative attitude for collective learning*. In *Proceedings of the Seventh European Workshop on Modeling Autonomous Agents in a Multi-Agent World (MAAMAW'96)*. HOLANDA. 1996.
- *[POU2003] Poutakindis, D., Padgham, L., Winikoff, M. *An exploration of bugs and debugging in multi-agent systems*. In *Proceedings of the 14th International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems (ISMIS)*. JAPÓN. 2003.
- *[ROB1998] Robbins, J., Medvidovic, N. Redmiles, D., Rosenblum, D. *Integrating architecture description languages with a standard design method*. In *Proceedings of the Twentieth International Conference on Software Engineering. ICSE '98*. USA. 1998.
- *[RUM1991] Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, V. F. *Object oriented modelling and design*. Prentice Hall. USA. 1991.
- *[SAL2004] Salic, B. *UML 2.0: Exploiting abstraction and automation*. URL: <http://www.sdtimes.com/link/27758>. Ultima visita febrero de 2013.

- *[SHA1996] Shaw, M., Garlan, D. *Software architecture: Perspectives on an emerging discipline*. Prentice Hall. USA. 1996.
- *[SCO1998] Scot, W. *Organizations: Rational, natural, and open systems*. Prentice Hall. USA. 1998.
- *[SCH1999] Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., deHoog, R., Shadbolt, N., VandeVelde, W., Wielinga, B. *Knowledge engineering and management: The commonKADS methodology*. MIT Press. USA. 1999.
- *[SPR2005] Stephen P. Robbins, Mary Coulter. *Administración*. Pearson/Prentice Hall, USA. 2005.
- *[WIR1990] Wirfs-Brock, R., Wilkerson, B., Wiener, L. *Designing object-oriented software*. Prentice Hall, USA. 1990.
- *[YU1995] Yu, E. *Modelling strategic relationships for process reengineering*. PhD thesis, University of Toronto, Department of Computer Science. CANADA. 1995.
- *[WOO2001] Wooldridge, M., Jennings N. R., Zambonelli, F. *Organizational abstractions for the analysis and design of multi-agent systems*. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering*. UK. 2001.
- *[ZAM2003] Zambonelli, F., Jennings, N., Wooldridge, M. *Developing multiagent systems; The Gaia Methodology*. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. USA. 2003.

VII - ANEXOS

ANEXO 1

[TG] Sercoop - A - Cuadro comparativo de posibles servicios cooperativos a implementar

	LEARNING TOGETHER	INVESTIGATION GROUP	JIGSAW	TAI	CIRC	STAD
AUTORES	Johnson, & Johnson, 1994	shlomo Sharan, Yael Sharan y Rachel Hertz – Lazarowitz en Israel	Aronson, Stephan, Blaney, & Snapp 1978	Slavin, Leavey 1984	Stevens, Madden, Slavin, & Farnish.1 987	Slavin 1978
MATERIAS	Método aplicable a una gran cantidad de materias	Método aplicable a una extensa cantidad de materias de gran uso para especializar a los alumnos en una materia.	Es un método aplicable a un gran número de materias y de especialización en una tarea.	Método específico para enseñar matemáticas en los primeros ciclos	Método específico para enseñar a leer y escribir en los últimos cursos de primaria	Método aplicable a una gran variedad de asignaturas
INTEGRANTES	Grupos heterogéneos de 4 a 6 miembros	Los alumnos forman sus propios equipos de 2 a 6 estudiantes	Los alumnos trabajan en equipos heterogéneos de 6 miembros	Los alumnos son divididos en grupos de 4 o 5 miembros, compuesto	Los alumnos están conformados de la misma manera que el	Los alumnos son asignados a equipos heterogéneos de 4

				s por parejas o tríos con diferente habilidad matemática	método TAI	o miembros	5
METODOLOGIA	El profesor enseña la clase a todo el grupo y asigna un trabajo en equipo, el objetivo es que todos los miembros del equipo dominen el tema y colaboren a sus compañeros en el aprendizaje de la misma. Todos los integrantes del grupo aportan a un trabajo definitivo que llevara ejercicios y soluciones para los problemas otorgados	El profesor no da la clase en los métodos tradicionales, sus principales funciones son facilitar recursos y supervisar el trabajo de los grupos de investigación, así como entrenar y modelar habilidades de comunicación. La tarea es grupal y consiste en hacer un informe grupal sobre un tema. Cada equipo, según sus intereses o conocimientos previos, elige un tema de una unidad que debe	El profesor no da las clases pero se encarga de dividir el tema en 6 partes de ellas única e imprescindible en el sistema. La tarea es individual cada estudiante lleva a cabo el trabajo y la deberá juntar como una ficha de rompecabezas con los demás temas desarrolla dos por el grupo para aprender	El profesor enseña a cada grupo la clase entera, empleando una enseñanza directa de habilidad matemática. Mientras el profesor enseña los demás grupos van adelantando un material indicado para su nivel y grado, cuando un alumno tiene una duda intenta resolverla con su pareja o los miembros del equipo antes de acudir al profesor, así el profesor le	Las funciones del profesor son similares a las del método TAI, con la diferencia que el profesor enseña habilidad específica de comprensión y los estudiantes están trabajando en actividad de lectura y escritura	El profesor enseña la lección a toda la clase y deja tiempo para un trabajo grupal en el que cada alumno tiene su propio material de trabajo.	

estudiar toda la clase. Para asegurar la responsabilidad individual, cada tema se subdivide en tantas partes como miembros tiene el equipo y cada miembro ha de responder por ella.

el cuadro completo puede dedicar mas tiempo a enseñarle a los demás grupos.

EVALUACION	La evaluación es otorgada a partir de la calidad de los proyectos entregados, rendimientos a partir de un test pero todo a nivel grupal	La evaluación fue probada individual y grupalmente, y como se van a desarrollar tareas poco estructuradas es conveniente que se mida un nivel de aprendizaje superior.	La evaluación es individual con base en las notas de cada estudiante y a cada alumno se le realiza un examen sobre el tema completo	La evaluación es grupal y es obtenida por la media de las calificaciones de un examen realizado a nivel individual	La evaluación es la media grupal de las calificaciones obtenidas por exámenes realizados a manera individual, la calidad de la composición escrita individual y las actividades	La evaluación es grupal dependiendo del progreso de cada uno de los alumnos con respecto a la anterior calificación en un examen individual.
------------	---	--	---	--	---	--

es diarias						
NECESIDAD DE COLABORACIÓN DE CADA METODOLOGÍA	La necesidad de colaboración se muestra con gran riqueza en el momento en que los alumnos se reúnen para aprender unos de otros.	En este método de aprendizaje, la preocupación principal es la construcción de un informe. Si bien hay comunicación, no hay mayor interés en los alumnos de mejorar el nivel de los demás compañeros.	Muestra gran necesidad de colaboración en las etapas del método de aprendizaje, sobre todo cuando se realizan los ajustes al documento como una gestión de todos los involucrados.	No hay una clara interdependencia positiva entre los alumnos. El método sugiere estudiar en forma individual primero, y posteriormente preguntar a otros compañeros, dejando como último recurso.	Es un método de aprendizaje enfocado en el trabajo individual.	Si bien se debe hacer un trabajo grupal, cada alumno tiene su propio material de trabajo, lo cual puede fomentar ambientes de trabajo individualista.
OBSERVACIONES	No permite conocer el aporte de cada individuo del grupo, lo cual deteriora la responsabilidad individual.	Los autores rechazan las notas porque no se deben entregar métodos tangibles de aprobación, a menos que sea la oportunidad de trabajar juntos en el mismo equipo de nuevo.		Este método combina los servicios cooperativos con la enseñanza individualizada.	Como los estudiantes reciben material de acuerdo a su habilidad, todos tienen las mismas oportunidades de contribuir con éxito al equipo.	Como el criterio para la evaluación es el progreso obtenido en el examen anterior así hayan obtenido una puntuación baja al comenzar o pueden

contribuir por igual a la puntuación de su equipo.
--

JIGSAW

Es la técnica más utilizada en el ámbito académico. Los objetivos son:

- Estructurar las interacciones entre los alumnos mediante equipos de trabajo
- Lograr que los alumnos aprendan unos de otros para lograr sus objetivos.

SECUENCIA DE PASOS

8. El profesor dividirá el material en 5 o 6 partes, documentos que se entregaran a los alumnos siguiendo un orden. Cada parte es complementaria y necesaria para la conformación de la unidad integral del tema
9. Se deberán crear grupos de alumnos de 5 o 6 integrantes, tantos como partes del documento hayan sido obtenidas. Cada miembro será enumerado de 1 a 5 ó 6.
10. A los estudiantes que son el número 1 de cada grupo se les repartirá el mismo documento que será diferente al resto de documentos y puede coincidir con la primera parte del tema. A los alumnos del número 2 se les reparte el mismo documento (puede ser la segunda parte) y así sucesivamente con todos los grupos de alumnos.
11. Los alumnos deben preparar su documento, lo deben leer, analizar, entender, aprender y recopilen dudas al respecto.
12. Una vez finalizado el tiempo, inicia la segunda fase lo que se denomina “Reunión de expertos”. Los alumnos se deben reunir en los grupos de estudiantes del mismo número para debatir y discutir el tema que les ha sido asignado. La finalidad de esta fase es la de convertir en experto a cada integrante del grupo.
13. Una vez finalizada la “Reunión de expertos”, se regresa al grupo original y cada alumno explicara al resto el documento que ha venido preparando.

14. Finalmente se realiza una evaluación del aprendizaje logrado y la evaluación de la técnica individualmente. Para ello el docente realiza un test de conocimiento de todo el material.

STAD

En esta técnica los alumnos deben preparar una temática de estudio a partir de la documentación que deberá facilitar el profesor. El objetivo es lograr que los alumnos se ayuden entre si para dominar la temática de estudio.

SECUENCIA DE PASOS

6. Se constituyen equipos cada uno de 4 y 5 participantes
7. Se verifica que los equipos sean heterogéneos en cuanto a rendimiento, sexo, origen.
8. El profesor presenta la lección y prepara un material para que los alumnos se reúnan en los grupos previamente conformados para asegurarse que cada alumno entienda muy bien la lección.
9. Al final cada alumno deberá resolver una prueba individual de acuerdo a su nivel inicial.
10. La puntuación que se obtiene es comparada con las obtenidas anteriormente, se suman las puntuaciones para obtener la puntuación de los grupos, si el grupo esta demostrando un progreso el premio será definido por el profesor.

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Es una técnica muy parecida a las dos anteriores sola que en esta se aceptan grupos más pequeños entre 2 y 3 alumnos.

SECUENCIA DE PASOS

7. Presentación de los temas al docente, cada alumno puede tomarse un tiempo para seleccionar la temática que más le interesaría estudiar sobre cada tema
8. Elaboración de grupos dependiendo de los intereses de cada alumno
9. El docente puede presentar algún tipo de bibliografía básica u otro tipo de recursos para que los alumnos puedan iniciar la investigación.
10. Realización de la investigación por equipos, los alumnos deberán
 - 10.1. Dividir las tareas

- 10.2. Localizar la información
 - 10.3. Organizar los datos encontrados
 - 10.4. Informar constantemente a los compañeros del estado de la investigación, por medio verbal o escrito.
 - 10.5. Discutir y analizar los hallazgos.
 - 10.6. Determinar si la información recopilada es necesaria o si hace falta algo.
 - 10.7. Interpretar e integrar los descubrimientos
11. Elaboración del informe final que recoja y explique la investigación realizada así como los hallazgos y una autoevaluación del equipo de trabajo (relaciones establecidas, dificultades).
 12. Presentación oral al resto de compañeros de cada investigación realizada

LEARNING TOGETHER

Es ideal para especializar a los alumnos en una tarea

SECUENCIA DE PASOS

5. Los alumnos forman sus propios equipos de 2 a 6 miembros
6. El profesor enseña a todos la clase y presenta un documento de investigación
7. Los grupos se reúnen y deberán colaborar para que todos los integrantes dominen el tema, los miembros deberán realizar un informe único sobre el tema.
8. La recompensa es grupal dependiendo de la calidad del trabajo presentado.

TAI

Método específico para enseñar matemáticas en los primeros cursos

SECUENCIA DE PASOS

5. Los grupos serán conformados por 4-5 miembros compuestos por alumnos de diferentes niveles de habilidad matemática con base a una evaluación previa.
6. El profesor entrega a cada grupo un material de investigación, luego enseña a cada grupo la clase de habilidades matemáticas, mientras tanto el resto de la clase va consultando el material entregado previamente.
7. Al momento que surjan dudas de algún alumno con respecto al tema deberá intentar solucionarlas con su grupo antes de referirse al profesor.
8. Se realiza una evaluación individual y el resultado será grupal después de sumar las notas obtenidas por cada uno.

CIRC

Es un método específico para enseñar a leer y escribir en los últimos cursos de primaria

5. Los grupos serán conformados por 4-5 miembros compuestos por alumnos de diferentes niveles de habilidad lecto - escritora con base a una evaluación previa.
6. El profesor enseña a cada grupo habilidades específicas de comprensión lectora.
7. Los estudiantes trabajan en actividades de lectura y escritura
8. La recompensa es grupal con base al promedio obtenido en las evaluaciones individualmente realizadas y a las actividades diarias.

ANEXO 2

[TG] Sercoop - B - Justificación de Puntos en Común de las Metodologías Escogidas

1. COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS MULTI-AGENTE INVESTIGADAS

En esta etapa, se ha definido un proceso para evaluar las diferentes metodologías investigadas, la comparación de fortalezas, debilidades e identificar formas de mejorar una metodología en particular. La comparación de las metodologías MAS se debe realizar en términos de la ingeniería de software aplicada y debe estar orientada a resaltar las capacidades potenciales del MAS. La evaluación incluye criterios para los procesos de software y agente orientada a propiedades. Se adoptaron cuatro grandes divisiones en el marco de comparación: Conceptos y Propiedades, Notaciones y Técnicas de Modelación, Implementación y Practicidad. Se forma el marco de una visión general y una justificación detallada para proporcionar una evaluación completa. Se define una lista de chequeo resumida para cada una de las cuatro divisiones. Los resultados se recogen en la **figura 4.1.1**, con criterios como filas y metodologías como columnas. Cada celda de la matriz contiene un "Sí", representando que los criterios están soportados por la metodología MAS, o de otra manera "No". Las descripciones textuales se proporcionan según el caso. El análisis detallado de la metodología se realiza respondiendo un set de preguntas puntuales. Estas preguntas se derivan tanto del énfasis en mostrar las relaciones lógicas inmersas en las cuestiones metodológicas, así como de las experiencias obtenidas a partir de los casos de estudio. A medida que se abordan estas cuestiones y se reúnen los datos, se obtiene una visión más profunda las comparaciones y se comprende mejor la razón de ser de cada metodología.

1.1. CRITERIO 1: CONCEPTOS Y PROPIEDADES

Conceptos y propiedades recogidos de todos los bloques constructivos básicos de los agentes. En esta división se tiene en cuenta las capacidades primitivas o características básicas de los agentes. En esta categoría se proponen preguntas en las que cuestionan sobre si la metodología se adhiere o no con las nociones básicas que conceptualizan un agente.

Criterio	Descripción
Autonomía	Los agentes tienen en la capacidad de tomar decisiones sobre su propia base de estados internos, sin necesidad de realizar supervisión externa.
Raciocinio	Los agentes están en capacidad de comportarse de acuerdo al cumplimiento de sus metas propuestas.

Adaptación	Los agentes son lo suficientemente flexibles como para ajustar la ejecución de sus actividades de acuerdo a un medio ambiente cambiante.
Concurrencia	Un agente está en la capacidad de ejecutar labores en paralelo.
Comunicación	Existe un protocolo de interacción claramente definido
Colaboración	Un agente tiene los mecanismos que le permiten cooperar con otros agentes para lograr las metas propuestas
Alto nivel de abstracción para la definición de agentes	La metodología permite hacer la definición de los agentes con un alto nivel de abstracción.
Orientado a Agente	El diseño de la metodología se origina tomando en cuenta las aproximaciones orientadas a agentes.

Figura 4.1.1, Comparación de Conceptos y Propiedades

1.1.1. PREGUNTAS A RESOLVER

11. ¿Qué conceptos constituyen la raíz de la metodología y cuáles son sus ventajas?
12. ¿Cómo se crea un agente en la metodología?
13. ¿Cómo está construido el diseño que se encarga de definir el raciocinio de los agentes?
14. ¿Qué tan bien diseñado está el manejo de la percepción del ambiente en los agentes, y cómo reacciona basado en esta percepción?
15. ¿Qué tan eficientes son los agentes al lograr las metas?

1.2. CRITERIO 2: NOTACIONES Y TÉCNICAS DE MODELACIÓN

Las notaciones y las técnicas de modelación definen la forma en la que se representarán los elementos y actividades en el sistema. Durante el proceso de desarrollo de software, una expresión consistente para la construcción ayuda a aclarar el comportamiento de los agentes. Un buen modelado puede facilitar la labor de implementación y de entendimiento del sistema.

criterio	Descripción
----------	-------------

Expresividad	Las notaciones usadas en la metodología facilitan la labor de diseño.
Complejidad	La metodología propone diferentes niveles de abstracción que facilite manejar problemas de modelamiento a diferentes niveles de complejidad.
Modularidad	Usa componentes o módulos en la metodología para modelar en un esquema incremental.
Ejecutable	Los modelos usados en la metodología son capaces de generar o simular prototipos
Refinamiento	Una técnica de modelamiento permite realizar refinamiento de metas en sub-metas o roles en sub-roles.
Trazabilidad	La metodología provee mecanismos para realizar trazabilidad a lo largo de las etapas de refinamiento.

Figura 4.2.1, Comparación de Notaciones y Técnicas de Modelamiento

1.2.1. PREGUNTAS A RESOLVER

9. ¿Cuál es el nivel de madurez que tienen las notaciones y modelos para definir escenarios basados en agentes?
10. ¿Los modelos mientras se ejecuta el proceso de diseño son consistentes y no ambiguos?
11. ¿Se facilita la trazabilidad y el re-uso en la técnica de modelamiento?
12. ¿Cómo se logran representar los agentes en la técnica de modelamiento?

1.3. CRITERIO 3: IMPLEMENTACIÓN

El proceso de implementación es una serie de pasos que guían a su implementador para la realizar la construcción de un sistema de principio a fin. Su fin es definir una guía detallada de todas las actividades a lo largo de fases subsecuentes.

Criterio	Descripción
Especificación	La metodología provee maneras de formar la especificación desde cero.

Ciclo de vida	La metodología define los pasos desde análisis, diseño, implementación y pruebas a lo largo del desarrollo del sistema.
Diseño arquitectónico	La metodología provee mecanismos para facilitar el diseño usando patrones, módulos y mejores prácticas.
Herramientas de Implementación	La metodología sugiere sobre cómo se debe implementar los agentes del sistema.

ANEXO 3

[TG] Sercoop - C - Aproximación Inicial a Guía Metodológica

***SERCOOP: UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA
CREACIÓN DE SERVICIOS COOPERATIVOS MEDIADOS
POR AGENTES***

(Aproximación Inicial)

TABLA DE CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. DEFINICIÓN DE SERVICIO COOPERATIVO**
- 3. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CREACIÓN DE SERVICIOS COOPERATIVOS**
- 3.1. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS**
- 3.2. ANÁLISIS**
- 3.3. DISEÑO**
- 3.4. IMPLEMENTACIÓN**

TABLA DE FIGURAS

1. **Figura 3.1**, Diagrama de entidades SERCOOP

1. INTRODUCCIÓN

Un servicio cooperativo consta de una serie de entidades que interactúan entre sí para llevar a cabo sus objetivos propios. Ayllu incluye dos elementos: Un modelo conceptual de cooperación entre personas inspirado de los Sistemas MultiAgente y una arquitectura que provee mecanismos para crear servicios cooperativos. Sin embargo, se requiere una guía metodológica para identificar los distintos componentes de un servicio cooperativo, las relaciones y dependencias que existen entre ellos y en general, identificar un protocolo de interacción que determine el comportamiento de dichos elementos a lo largo del ciclo de vida del servicio cooperativo. El objetivo de este documento es presentar una guía metodológica que permita hacer una correcta identificación de un servicio cooperativo y los usuarios participantes, las relaciones entre ellos, los roles con los que participan, los recursos y habilidades requeridos, las responsabilidades asumidas, las restricciones de acceso y otros aspectos propios de un servicio cooperativo. Esta guía metodológica es el trabajo base para la creación de una herramienta de software que facilite las labores de creación e integración de los servicios cooperativos a una plataforma que soporte su correcto funcionamiento.

El documento está estructurado de la siguiente manera: En la primera parte se expone a manera de marco teórico una explicación del modelo conceptual propuesto por los creadores de Ayllu¹. En la segunda parte se construye una definición conceptual de un servicio cooperativo de acuerdo con las necesidades encontradas en el modelo de cooperación propuesto en Ayllu y tomando como base algunos conceptos de Groupware [GWR2006]. Posteriormente, se hace una identificación de los puntos en común entre tres casos prácticos, en donde un grupo de personas cooperan entre sí buscando completar un objetivo en común apoyándose en una herramienta de software. Al mismo tiempo, se realiza una contraposición de los casos que permite identificar elementos no comunes pero que son de gran relevancia y deben ser considerados al diseñar la guía metodológica a proponer. Finalmente, en una tercera parte se realiza la generalización de los puntos comunes y de los relevantes para obtener como resultado una primera aproximación a la guía metodológica para la creación de servicios cooperativos representada en un script (secuencia de pasos).

2. DEFINICIÓN DE SERVICIO COOPERATIVO

Se puede plantear la hipótesis de que si el comportamiento de las personas está inspirado en el comportamiento de los agentes, se podría lograr un mayor control sobre el desempeño de la organización y eventualmente se podría mejorar la efectividad en el cumplimiento de los objetivos de la organización. El planteamiento de esta hipótesis implica hacer formal la extrapolación del paradigma de las 5C's llevadas a un ambiente empresarial en donde las personas colaboren entre sí, se requiere un modelo que describa el comportamiento de las personas en la organización. Es entonces donde surge el concepto de servicio cooperativo como entidad modeladora de los procesos específicos y puntuales de colaboración entre personas.

¹ Cabe decir que con este documento no se pretende cubrir todo el tema relacionado con la arquitectura de Ayllu, para mayor información sobre dicha arquitectura consultar [AY2005]. Se va a hacer énfasis en exponer el modelo conceptual y en las capas de comunidad y de cooperación, que representan los elementos más importantes para abstraer el concepto de servicio cooperativo.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y agrupando los requerimientos de una entidad modeladora de procesos que involucre los conceptos de las 5C's, agentes de software, Sistemas MultiAgente y Groupware, se abstrae la siguiente definición de Servicio Cooperativo:

Un *Servicio Cooperativo* es un conjunto de interacciones entre personas que cooperan para lograr un objetivo claramente establecido que resultan de utilidad y provecho para una organización haciendo uso de un protocolo de interacción formalmente definido. La aplicación de un protocolo de interacción garantiza la no ambigüedad y permite definir metodológicamente los procedimientos para la consecución de los objetivos usando un lenguaje estructurado y semantizado. La necesidad o problema a resolver debe cumplir con las características especificadas en el paradigma de las 5C propuestas en Ayllu. Con el resultado de este trabajo se pretende lograr que con la implementación estructurada y rigurosa de la guía metodológica de un servicio cooperativo se garantice la completitud de los objetivos propuestos.

Toda herramienta de software que soporte la ejecución de un servicio cooperativo preferiblemente debe cumplir con tres lineamientos básicos:

1. Ayuda, colaboración y automatización de procesos

Este lineamiento es el encargado de brindarle ayuda al usuario al simplificar y automatizar los procesos, por ejemplo, al responder en representación del usuario.

2. Auditoría y control

El lineamiento de auditoría y control, se encarga de cerciorarse de que el usuario cumpla con el cronograma de trabajo, que se los entregables estén al día y recordar sus pendientes olvidados o aplazados.

3. Aprendizaje

La ponderación del desempeño del usuario en el desarrollo de sus actividades es el elemento para evaluar el estado de las habilidades, privilegios y restricciones. Este lineamiento es el que se encarga de evaluar el comportamiento del usuario en las tareas cooperativas y establece si es necesario hacer una reorganización de personal o nuevos planes de capacitación. El propósito principal es maximizar la capacidad del personal de la organización.

3. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CREACIÓN DE SERVICIOS COOPERATIVOS

Para el desarrollo de la guía metodológica que define la creación de servicios cooperativos (de ahora en adelante SERCOOP) se ha adaptado el proceso de desarrollo de software RUP [KRU2002] para enmarcar las etapas iterativas de la guía metodológica de un proyecto genérico de ingeniería de software. Esto permite incorporar a la guía el conocimiento y la experiencia en el desarrollo de software: ciclo de vida, actividades, tareas, notaciones en UML y AUML (como casos de uso, diagramas de clase, diagramas de interacción, diagrama de estados, etc.) y el aprovechamiento de herramientas que soportan UML – las cuales pueden ser aplicadas para el desarrollo orientado a agentes.

SERCOOP adapta los lineamientos iterativos e incrementales especificados en RUP los cuales involucran el refinamiento progresivo de requerimientos, análisis, diseño e implementación. Se focaliza en la fase de elaboración de diagramas de análisis y diseño para lograr identificar la columna vertebral de la arquitectura del sistema. La arquitectura está elaborada usando una colección de modelos de agentes y notaciones gráficas. También se definen los lineamientos específicos para la creación y el refinamiento del paso a paso de estos modelos durante las etapas de análisis y diseño. En resumen, con la guía metodológica SERCOOP se propone extender el modelo de procesos RUP para la realización de un análisis y diseño basado en teoría de agentes. Esta guía metodológica será validada y verificada con la aplicación práctica de la misma en un caso de estudio de ejemplo.

En SERCOOP se analizan los resultados del proceso de elaboración de una colección de modelos que describen el sistema a ser desarrollado y su ambiente. Se han definido una serie de vistas para ayudar al modelador a enfocarse en subconjuntos coherentes de los MAS.

El modelo organizacional describe la estructura generalizada del MAS. Este muestra entidades concretas (Agentes, Organizaciones, Roles, Recursos, etc.) que hacen parte del ambiente del sistema y las relaciones entre ellos en alto nivel de abstracción (relaciones de agregación, subordinación y conocimiento). Por otro lado, las Metas y Actividades describen las actividades que desempeñan los agentes que constituyen el MAS, con el ánimo de lograr los objetivos organizacionales.

Los roles de los agentes se focalizan en definir conceptualmente los agentes individuales y el papel que desempeñan en el MAS. Para cada rol de agente, se usan diagramas para describir sus características, como las metas por las cuales un agente es responsable, los eventos que este necesita percibir, los recursos que controla, las tareas que debe y sabe cómo desempeñar, las reglas de comportamiento definidas en los planes de actividades, etc. El modelo de agentes contiene una descripción detallada y completa de cada agente individual y su rol dentro del MAS.

El modelo de Interacción define las interacciones agente-agente y agente-humano. Para cada interacción desempeñada por el rol de un agente, se debe definir: el iniciador, los participantes, el motivador (generalmente una meta por la cuál es responsable el iniciador), la información relevante suplida o lograda por cada participante, y los eventos que lanzan la interacción, en conjunto con otros efectos relevantes de la interacción.

El contexto define las entidades y las relaciones que son relevantes para el sistema en desarrollo teniendo en cuenta el dominio específico del mismo.

Los modelos anteriores definen el sistema y están representados en diagramas. En la **figura 3.1** se puede observar un diagrama de conceptos propuestos y sus relaciones en donde se pueden identificar los diferentes elementos que componen la taxonomía del MAS. En este diagrama, cada concepto está relacionado con otros usando asociaciones etiquetadas, denotando la semántica de la asociación.

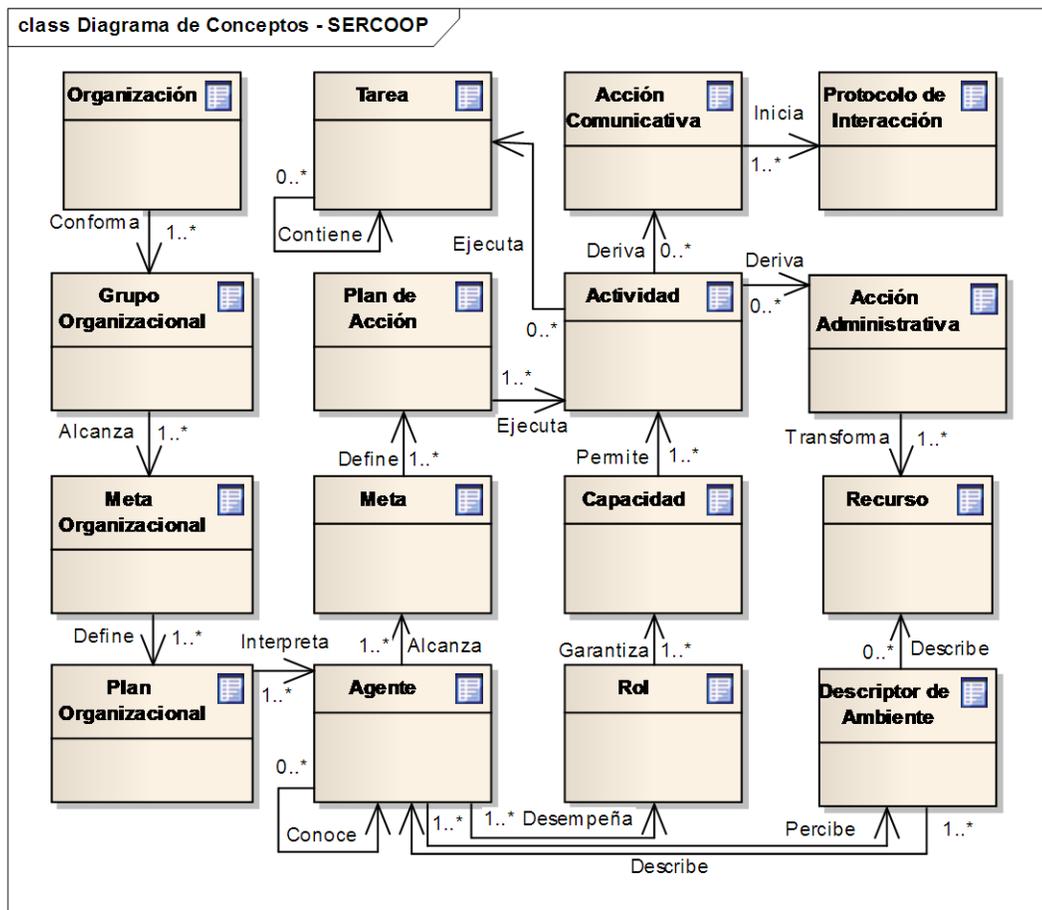


Figura 3.1, Diagrama de conceptos SERCOOP

Durante el diseño, los modelos de análisis son refinados en entidades que pueden ser implementadas en una plataforma de agentes. Dos fases distintas del diseño son consideradas: diseño de alto y de bajo nivel. La primera fase consta en identificar una arquitectura de agentes, asignar los roles a los agentes y describir cómo los servicios cooperativos se pueden describir en términos de actividades. Las actividades pueden descomponerse en acciones administrativas en la representación interna que tiene el agente del ambiente, en acciones comunicativas para enviar y recibir mensajes acorde con los protocolos de interacción y en tareas puntuales en donde su actuar no afectará el ambiente ni requiere la intervención de otros agentes. Las interacciones entre los roles identificados en la fase de análisis son detallados usando protocolos de interacción. El diseño detallado se encarga de realizar las representaciones de las entidades modeladas en diseño de alto nivel. Durante la segunda fase, en el proceso de refinamiento se determina cómo pueden ser implementadas las entidades.

En SERCOOP se extienden los conceptos básicos de Clase y Asociación en UML enfocado en conceptos de agentes. A continuación se hace una breve explicación de los conceptos propuestos:

Organización: Son sistemas sociales cuyo fin es el logro de metas y objetivos por medio de recursos humanos. Está compuesto por un es un conjunto de subsistemas lógicamente interrelacionados que cumplen una funcionalidad específica llamados grupos organizacionales, lo cuales son orquestados para la consecución de la misión de la organización.

Grupo Organizacional: Es un conjunto lógico de personas trabajando juntos para la consecución de las metas organizacionales para las cuales fueron convocados. Es una entidad virtual en el sentido en que el sistema no cuenta con una entidad computacional individual correspondiente a una organización; sus servicios son proporcionados y logrados por los agentes que lo constituyen. La estructura se expresa a través de relaciones de poder o relaciones jerárquicas (por ejemplo, superior – subordinado) entre los participantes, adicionalmente a los mecanismos de coordinación y de comportamientos expresados a través de las interacciones entre los mismos.

Meta Organizacional: Define la intensión global de la organización y es la motivación principal por la cual se define el sistema. Su completitud está definida en términos de la ejecución de un Plan Organizacional.

Plan Organizacional: Es un conjunto de procesos orquestados para el logro de una meta organizacional. Con este concepto se pretende identificar los objetivos a corto y a largo plazo de la organización, formular y monitorear procesos estratégicos, tácticos y operativos específicos para lograrlos. En el Plan Organizacional se modelan los procesos de cooperación entre los participantes.

Agente: Un agente es una entidad atómica autónoma que es capaz de desempeñar una función con el único objeto de alcanzar las metas que lo definen. La capacidad funcional es expuesta como servicios que puede proveer a otros agentes. La calidad de autonomía significa que las acciones de un agente no están supeditadas únicamente a eventos externos o interacciones, sino también por su propia motivación. Esta motivación es definida en un atributo llamado “propósito”. El propósito, por ejemplo, influye en la decisión sobre estar de acuerdo o no con un requerimiento para desempeñar un servicio y también la manera en que se provee el servicio.

Rol: La diferencia entre Rol y Agente es análoga a la diferencia que existe entre Interfaz y Clase en términos de programación orientada a objetos. Un Rol describe una característica externa de un Agente en un contexto particular. Un Agente puede ser capaz de jugar múltiples roles, y múltiples Agentes pueden jugar el mismo Rol. Los Roles también pueden ser usados como una referencia indirecta a los Agentes. Esto es muy útil en la definición de patrones re-usables. Los roles están definidos por un set de capacidades que los habilitan para el logro de sus responsabilidades.

Capacidad: Se refiere a las aptitudes, facultades, autorizaciones y poderes para ejecutar una Actividad dada.

Meta: Una Meta asocia a un Agente con un estado específico. Si una instancia de una Meta está presente en la memoria de un Agente, entonces el Agente tiende a lograr el estado referenciado por la Meta. Esta Meta se pretende lograr mediante la ejecución de un Plan de Acción, el cuál a su vez hace parte de un Plan Organizacional que busca lograr la misión de la Organización.

Plan de Acción: Define un conjunto de Actividades ordenadas que debe llevar a cabo un agente para la consecución de una Meta. Se representa mediante diagrama de procesos y se definen en la etapa de análisis.

Actividad: Es el conjunto de Acciones ordenadas que debe llevar a cabo un agente como ejecutor principal responsable de lograr una finalidad motivada por la consecución de un Plan de Acción. Las Acciones se dividen en **Acciones Administrativas**, que son las actividades que tienen como fin transformar los Recursos a los cuales el Agente tiene acceso, **Acciones Comunicativas** las cuales requieren la interacción con otros Agentes regidas por un Protocolo de Interacción y las **Tareas** que son acciones que el Agente ejecuta en forma individual y sin necesidad de afectar el Ambiente (Ej. Realizar una operación matemática, efectuar una comparación de registros, etc.). Una Actividad tiene un set de situaciones que describen sus precondiciones y postcondiciones. Si la Actividad es desempeñada cuando una precondición es válida, entonces es de esperar que la postcondición asociada espere hasta cuando la Actividad sea completada. Las Actividades anidadas pueden ser expresadas en términos de asociaciones a Sub-Actividades (las cuales pueden ser desempeñadas por ejecutores diferentes a los de las Actividades padre). Las Tareas, Acciones Administrativas y Acciones Comunicativas pueden ser modeladas como máquinas de estado, de tal forma que por ejemplo pueden ser usados los diagramas de actividad UML para mostrar dependencias temporales de Sub-Tareas o Sub-Acciones.

Protocolo de Interacción: Una Interacción requiere la intervención de al menos dos Agentes. El Agente que da comienzo al protocolo es catalogado como el Iniciador y los demás como participantes. El protocolo define un patrón de intercambio de mensajes asociados a una Interacción, está definido por una sintaxis coherente y su semántica debe estar lógicamente ligada al propósito que los Agentes deben lograr en forma colectiva. El propósito típicamente está destinado para alcanzar una visión consistente de algún aspecto del dominio del problema, para acordar los términos del servicio, o para intercambiar los resultados de uno o más servicios.

Recurso: Es una fuente o suministro limitado del cual se produce un beneficio y el cual es transformado por sus consumidores afectando su estado. El acceso a los recursos está sujeto a la disponibilidad de los mismos. Un recurso puede requerirse por más de un consumidor en un momento dado, dada esta circunstancia se debe definir claramente los mecanismos de resolución de conflictos.

Descriptor del Ambiente: El ambiente provee las condiciones en las cuales existen los agentes. En otras palabras, define las propiedades del mundo en el cual un agente se desempeña y describe los componentes con los cuales interactúa.

La guía metodológica propuesta para la creación de servicios cooperativos se basa en la metodología de desarrollo de software propuesta en RUP [KRU2002] en donde se propone aplicar las siguientes seis mejores prácticas:

1. Desarrollo iterativo, tomando como base el riesgo como manejador primario de las iteraciones.
2. Administración de requerimientos
3. Emplear una arquitectura basada en componentes
4. Modelar software visualmente
5. Verificación continua de la calidad
6. Control de cambios

El uso de estas prácticas a lo largo de las diferentes etapas de la guía metodológica asegura el éxito de los proyectos de ingeniería de software que se construyan con ella.

La guía metodológica propuesta para la creación de servicios cooperativos está dividida en las siguientes fases:

1. Especificación de Requerimientos
2. Análisis
3. Diseño

En cada una de estas fases se lleva a cabo una serie de actividades que generan como resultado artefactos que son utilizados como requerimientos para las fases a seguir. De manera que los artefactos resultantes de una etapa son utilizados como fuente de datos en la siguiente.

3.1. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Es la primera fase de la guía metodológica, en donde se invita a hacer un análisis de la organización identificando los procesos organizacionales que cumplan con las siguientes características:

1. La situación en la organización a revisar debe resolver uno o varios problemas o satisfacer una o varias necesidades.
2. Acorde con las siglas SMART, el objetivo del sistema y las metas organizacionales deben ser: específico, medible, alcanzable, realista y trazable.
3. Debe existir una evidente interacción entre las personas que hacen parte del proceso organizacional identificando claramente los medios de comunicación y las formas de cooperación.
4. Para llevar a cabo el objetivo propuesto en el proceso organizacional se debe necesitar la cooperación entre las personas que interactúan. Ya que de no ser así, esta problemática se podría desarrollar de manera individual.
5. Los recursos que se utilizan son de carácter limitado y por lo tanto, al existir cooperación entre personas es posible que se generen conflictos por recursos. Esto se da gracias a la concurrencia en la ejecución de las actividades (Característica intrínseca de la cooperación).
6. El objetivo principal se debe poder dividir en objetivos secundarios. Estos objetivos secundarios pueden ejecutarse de forma independiente o no, de acuerdo a la especificación del debido proceso organizacional.
7. La ejecución simultánea de múltiples objetivos secundarios puede originar conflictos por objetivos. Esto también se da por concurrencia en la ejecución de un plan.
8. El proceso organizacional debe involucrar al menos un rol organizacional.

La identificación de los procesos organizacionales que involucran un sector de la organización que se desea mejorar, no solamente ayuda a identificar procesos organizacionales que tengan problemas de sinergia, sino también para optimizar los procesos que actualmente funcionen de manera adecuada estructurándolo en un servicio cooperativo con la aplicación de esta guía metodológica. Para el desarrollo de esta actividad se genera la plantilla Plantilla SRS SERCOOP y se encuentra en el Anexo 2 como una guía que permite la definición de los conceptos requeridos para la etapa de análisis. A continuación se hace una breve explicación de cada sección del documento y su relevancia dentro de la guía metodológica:

1. Antecedentes

Se debe analizar la problemática a resolver desde una perspectiva de los acontecimientos que han motivado su desarrollo. Se debe identificar en ella causas que justifiquen una solución encaminada a resolver la problemática. Si se han realizado esfuerzos fallidos en resolver la problemática, se deben mencionar su resultado y la causa que llevó a concluir que no se ha resuelto completamente la necesidad o problema.

2. Propósito y Alcance

Se debe especificar en forma descriptiva el objetivo general del sistema, incluyendo las características que se implementarán y las que no se implementarán, delimitando claramente los límites y restricciones.

3. Glosario de Términos

Se debe definir la terminología específica con la cual el lector se debe familiarizar para comprender el contenido del documento. Se recomienda que en esta sección se incluyan: las definiciones de términos, acrónimos y abreviaciones.

4. Descripción General

Se debe especificar en lenguaje natural y en forma resumida y general la funcionalidad básica esperada con la implementación. Se debe recalcar el problema o necesidad que se desea resolver y los lineamientos básicos que regirán la implementación de la solución en términos de funcionalidad.

5. Características de Usuarios

Se debe especificar el perfil de las personas para las cuales se diseñará la solución. Es necesario identificar el tipo de usuario en término de las actividades que se pretende desempeñe con la solución. Se debe hacer una lista de responsabilidades que están relacionadas en forma intrínseca con el tipo de usuario identificado y para las cuales se encuentra capacitado. Con las responsabilidades definidas se busca identificar los recursos necesarios para lograr su cometido. Es importante ubicar los tipos de usuario identificados en la jerarquía de la organización de forma tal que se logre visualizar las relaciones de subordinación y de conocimiento entre los tipos de usuario.

6. Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales se especificarán en términos de las Metas Organizacionales. Y estos a su vez, deben corresponder a los casos de uso que los satisfacen garantizando la completitud de la solución.

- 6.1 Descripción de la Organización
 - 6.1.1 Misión de la Organización
 - 6.1.2 Metas Organizacionales
 - 6.1.3 Metas Organizacionales
 - 6.1.4 Organizaciones y Grupos Organizacionales Visibles
- 6.2 Escenarios de Cooperación
- 6.3 Descubrimiento de Recursos
- 6.4 Identificación de Capacidades y Roles
- 6.5 Casos de Uso

3.2. ANÁLISIS

El propósito de la fase de análisis es producir una especificación del sistema (o modelo de análisis) que describa el problema a ser resuelto. Está representada como un modelo con el que se busca satisfacer las siguientes necesidades:

- Entender el problema y el contexto que lo enmarca.
- Confirmar que este es el problema adecuado a resolver (validación)
- Facilitar el diseño de la solución.

Por estas razones debe relacionar tanto la especificación de requerimientos como el modelo de diseño (el cuál es una descripción abstracta de la solución). El análisis se focaliza en la definición del dominio del problema y en describir las organizaciones relacionadas con el MAS, las Metas, y los Roles que definen la satisfacción de las organizaciones.

Las Metas de alto nivel son descompuestas y satisfechas en términos de servicios que los Roles proveen. Las interacciones entre Roles que son necesarios para satisfacer las Metas también son descritas. Los modelos de análisis son producidos usando un refinamiento paso a paso.

El modelo de análisis es producido por un refinamiento que se realiza paso a paso. Esto quiere decir que, el nivel más alto de descomposición se denomina primer nivel de abstracción. En este nivel inicial se define el sistema a ser desarrollado pensando en los interesados y el ambiente. El sistema es visto como un set de organizaciones que interactúan con recursos, actores u otras organizaciones. Los actores pueden ser usuarios humanos u otros agentes existentes. Las etapas de refinamiento resultan en la creación de modelos con menor segundo nivel de abstracción, tercer nivel de abstracción y así sucesivamente.

En el primer nivel de abstracción, el proceso de modelaje comienza construyendo la estructura organizacional y definiendo las Metas y Tareas del sistema a construir. Luego, los artefactos generados actúan como insumo para la creación de los Agentes y sus Roles, y la definición del Contexto. Finalmente, el Modelo de Interacción es construido usando el insumo de los otros modelos anteriores. El primer nivel de abstracción brinda una vista general del sistema, su ambiente y su funcionalidad global. La granularidad del primer nivel de abstracción se focaliza en la identificación de entidades y sus relaciones de acuerdo a la definición de conceptos propuestos por SERCOOP. En los siguientes niveles se van agregando en forma progresiva más detalles acerca de la estructura interna y el comportamiento de estas entidades.

En el segundo nivel de abstracción, la estructura y el comportamiento de entidades tales como organizaciones, agentes, tareas y metas de las entidades del dominio son definidas. Los niveles adicionales pueden ser definidos para analizar aspectos específicos del sistema tratando requerimientos funcionales y no-funcionales, tales como desempeño, distribución, tolerancia a fallos, y seguridad. Debe haber consistencia entre los niveles subsecuentes.

Se pueden ejecutar muchas estrategias para lograr el refinamiento del primer nivel de abstracción. Una estrategia centrada en las organizaciones se focaliza en el análisis de propiedades generalizadas, como la estructura del sistema, los servicios que ofrecen, tareas globales y metas, roles principales y recursos. Los agentes necesarios para la consecución de las metas aparecen naturalmente durante el proceso de refinamiento. Luego, la cooperación, los posibles conflictos, y los mecanismos para la resolución de conflictos pueden ser analizados y especificados.

Por otro lado, una estrategia centrada en los agentes se focaliza en la identificación de agentes necesarios para lograr la funcionalidad del sistema requerida. La organización más adecuada es identificada de acuerdo a los requerimientos del sistema. Una estrategia orientada a interacciones sugiere un refinamiento progresivo de los escenarios de interacción que caracterizan el comportamiento interno y externo de la organización y los agentes. Estos escenarios son la fuente para caracterizar tareas, metas, mensajes, protocolos y entidades de dominio.

Otra estrategia es la descomposición por Metas y Tareas la cual está basada en una descomposición funcional. Los roles, metas, y tareas de la solución son analizadas sistemáticamente con el objeto de determinar la resolución de condiciones, métodos de resolución de problemas, descomposición, y tratamiento de fallas. Las precondiciones, estructura, artefactos generados, y postcondiciones de las tareas pueden contribuir a determinar que entidades de dominio son necesarias. Los agentes desempeñando roles pueden ejecutar tareas para lograr sus metas. Consecuentemente, mirando la estructura desde una perspectiva general de Metas y Tareas, se puede decidir sobre la mejor estructura organizacional y de agentes para la consecución de estas Metas y Tareas. Se espera que esta característica de poder escoger una estrategia para realizar el proceso de refinamiento, permita darle total libertad al analista de escoger la opción que más le convenga.

Del estudio de las diferentes metodologías MAS, se han identificado dos aspectos a resaltar en la construcción de los modelos análisis. Es la identificación de los mecanismos de interacción y coordinación como el foco central en el diseño de MAS. Esto significa, que la interacción y coordinación juegan un rol central en el análisis y diseño de MAS y marca una diferencia significativa con otras estrategias para la construcción de sistemas inteligentes y distribuidos.

El segundo aspecto es la división de los agentes que constituyen un sistema tomando como base la organización del sistema. Mientras que los agentes juegan roles dentro de la organización, no constituyen la organización. La organización misma hace parte de ambiente de los agentes y define como la estructura social en la cual el agente debe existir. Una organización incluye tanto las estructuras organizacionales como los roles organizacionales, los cuales definen los requerimientos para la creación y la operación del sistema. Estas reglas incluyen las restricciones en el comportamiento de los agentes y sus interacciones. Hay responsabilidades separadas para los agentes y las organizaciones; la organización debe ser responsable de establecer y hacer cumplir las reglas organizacionales.

El diseño organizacional tiene muchas ventajas sobre los métodos de diseño tradicionales de MAS. En primer lugar, define una clara separación entre los agentes y la organización en la cual los agentes cooperan, lo cual simplifica cada diseño. En métodos tradicionales orientados a agentes, las reglas que gobiernan las interacciones deben ser incorporadas en los agentes como tal, lo que implica hacer un enlace del diseño organizacional a varios diseños de agentes. En segundo lugar, hacer una separación entre la organización de los agentes le da la posibilidad al desarrollador de poder construir una estructura organizacional que puede facilitar el logro de las metas organizacionales. Este aspecto es especialmente crítico en sistemas abiertos en donde no se conoce la intención de los agentes que trabajan dentro de dicho sistema.

El propósito de la fase de análisis es producir un conjunto de roles cuyas tareas describan lo que el sistema debe hacer para satisfacer el requerimiento global. Un rol describe una entidad la cual desempeña una función dentro del sistema. Cada rol es responsable por alcanzar o ayudar a alcanzar un objetivo general o específico del sistema. Debido a que los roles se definen a través de las metas, se ha decidido abstraer los requerimientos en un conjunto de metas que pueden ser asignados a roles individuales. Con lo anterior, se logra definir las metas del sistema en un set de requerimientos funcionales y así definir los roles necesarios para lograr las metas propuestas. Mientras que un mapeo

directo de metas a roles sea posible, se propone utilizar casos de uso para ayudar a validar las metas del sistema y así derivar el set de roles inicial. Así las cosas, el objetivo de la etapa de análisis es transformar las metas y casos de uso en roles y sus tareas asociadas como una estrategia adecuada para el diseño de un MAS. Los roles conforman los fundamentos para la creación de las clases de los agentes y representan las metas del sistema durante la etapa de diseño, y por ende las metas del sistema serían llevadas así al diseño del sistema. La especificación del Modelo Organizacional se realiza como última actividad de la etapa de análisis, pues se requiere que primero se lleven a cabo las actividades previas del análisis.

Las actividades propias de la fase de Análisis están relacionadas con la creación de una serie de Diagramas que constituyen el insumo de la fase de Diseño.

3.2.1. Diagrama de Metas Organizacionales

Se debe identificar la Misión de la Organización y las Metas Organizacionales de los Grupos organizacionales identificados. Se debe modelar a través de un diagrama jerárquico que facilite identificar las relaciones de poder entre las Metas Organizacionales.

3.2.2. Diagrama Organizacional (Estructura)

Se expresa en términos de la estructura de las organizaciones visibles identificadas en la etapa de especificación de requerimientos, se debe modelar la estructura jerárquica de la organización, partiendo de la identificación de que Organizaciones o Grupos Organizacionales son responsables lograr las Metas Organizacionales.

3.2.3. Diagrama Organizacional (Relaciones)

Se definen las relaciones de conocimiento y uso de las Organizaciones y Grupos Organizacionales identificadas. Esto permite visualizar las posibles interacciones entre los Roles del sistema.

3.2.4. Diagrama de Metas Individuales

Las Metas Individuales son metas que solamente pueden estar asociadas a un único Rol responsable de lograrla y buscan lograr una o varias Metas Organizacionales. Una Meta Individual puede ser requerir la intervención de múltiples Roles, pero sólo puede tener un único Rol responsable de lograrla. La consecución total de las Metas Individuales de una Meta Organizacional, implica la consecución de la Meta Organizacional en si. En este diagrama se debe tomar como base el Diagrama de Metas Organizacionales y se debe detallar la relación de pertenencia entre las Metas Organizacionales y las Metas Individuales.

3.2.5. Diagrama de Delegación de Organizaciones a Metas Organizacionales y Metas a Roles

Una vez identificadas las Metas Organizacionales y las Organizaciones o Grupos Organizacionales encargados de velar por lograrlas, se debe modelar la relación entre ellos permitiendo

Del mismo modo, de acuerdo a las capacidades asociadas a cada Rol se delega la responsabilidad de lograr las metas a los roles identificados.

3.2.6. Diagrama de Planes Organizacionales

Los Planes Organizacionales definen metódicamente el orden de los procesos que se deben ejecutar para lograr las Metas Individuales, los Roles que intervienen y algunos recursos visibles que se utilizan o generan en su desarrollo. Se representan en un Diagrama de Procesos que definiendo el flujo normal de eventos.

3.2.7. Diagrama de Planes de Acción

Una vez definidos los Planes Organizacionales, se hace necesario modelar los procesos que se deben seguir para el logro de una Meta Individual. Cada Meta Individual debe tener asociado al menos un Plan de Acción. En este diagrama se muestra aun nivel de detalle mas bajo las Actividades que se derivan de su ejecución, los roles que intervienen en su ejecución y los recursos utilizados o generados en cada Actividad.

3.2.8. Diagrama de Actividades

Los Diagramas de Actividades son los últimos diagramas de la etapa de análisis y permite identificar el flujo de Acciones Administrativas, Acciones Comunicativas y Tareas para lograr una Actividad. En esta se debe relacionar los Recursos utilizados o generados en el proceso de desarrollo y los Roles que intervienen. Se representa en un Diagrama de Actividades que tiene claramente definido un punto de inicio, un flujo de Actividades y un punto final. En este diagrama se debe lograr identificar las interacciones como iniciador y participante de los Roles involucrados en las Acciones Comunicativas y los recursos que se manipulan en una Acción Administrativa.

3.2.9. Diagrama de Dominio del Sistema (Recursos)

El Diagrama de Dominio del Sistema permite modelar las relaciones de pertenencia de los recursos identificados hasta este punto. Se representa mediante un Diagrama de Clases UML.

3.3. DISEÑO

En esta fase de la guía metodológica la preocupación principal se centra en convertir el modelo de análisis generado en la fase anterior, y transformarlo a en un modelo de diseño [BRU2002]. Lo que se pretende que se logre con la etapa de diseño es definir las entidades computacionales que representan el MAS identificadas en la etapa de análisis. En general, los artefactos producidos en cada modelo de análisis necesitan ser transformados en entidades computacionales que pueden ser implementadas. Las entidades de análisis son por lo tanto traducidas en subsistemas, interfaces, clases, firmas de operaciones, algoritmos, objetos, diagramas de secuencia, etc.

El proceso de diseño consiste en una serie de actividades iterativas para transformar los modelos de análisis en artefactos de diseño. El proceso de transformación es altamente dependiente en el nivel de abstracción de las entidades de análisis. Como los agentes son definidos en términos generales, durante el diseño puede ser necesario refinarlos en una o más entidades computacionales. Hay situaciones en las que los agentes identificados durante la etapa de análisis no son implementados en la etapa de diseño. Esto ocurre cuando los agentes del análisis son refinados en simples clases en diseño, y cuando los agentes del análisis corresponde a componentes de software ampliamente conocidos tales como sistemas de acceso, servidores de notificaciones, encapsuladores de bases de datos, etc. En estas situaciones, es mejor considerar los agentes generados en la etapa de análisis como recursos. Por otro lado, los agentes identificados y especificados en la etapa de análisis serán implementados en el diseño cuando la complejidad del refinamiento requiere una arquitectura de agentes.

Se propone hacer una distinción entre diseño de alto nivel y diseño detallado para mantener los modelos independientes de implementación y por lo tanto evitar tener en cuenta la complejidad de los conceptos específicos y restricciones de una plataforma de agentes, tales como la arquitectura de agentes y las representaciones de conocimiento.

En el diseño de alto nivel, el modelo de análisis es refinado para producir la versión inicial de una arquitectura MAS y su comportamiento definido con artefactos de diseño. Se propone seguir cuatro pasos:

3.3.1. Diagrama de Agentes (Servicios, Metas, Roles y Recursos)

Los Roles son identificados en la etapa de análisis deben ser asociados a los Agentes para evaluar su trazabilidad computacional. Las decisiones de diseño son fuertemente dependientes en la visión y experiencia del diseñador, aunque el criterio heurístico puede ser aplicado, por ejemplo, asignando a un agente un único rol complejo, agrupando roles funcionales similares y asignándolos a un agente. Se representa mediante un Diagrama de Actividades.

3.3.2. Diagrama de Actividades (Workflows de Agente-Actividad: Roles, Procesos, Recursos)

Cualquier diagrama de flujo que se haya definido en el Modelo Organizacional puede ser refinado en esta etapa. El proceso de refinamiento debería especificar las relaciones entre Servicios y Tareas, Tareas y Metas, y Metas a Roles

3.3.3. Diagrama de Protocolos de Interacción

Este paso se concentra en hacer el refinamiento las interacciones identificadas en el análisis. Las interacciones pueden ser modeladas en términos de protocolos de interacción y cuadros de estados en UML. Este modelamiento toma en cuenta las interacciones entre Roles, la asignación de agentes a roles, y la implementación de servicios en términos de tareas, acciones directas, y acciones comunicativas.

3.3.4. Diagrama de Estados del Comportamiento de los Agentes (por cada Protocolo)

Con este paso se propone modelar el comportamiento de los Agentes en un protocolo de interacción. El resultado establecerá las relaciones entre el modelo de interacción, el modelo de comportamiento de los agentes. Se representa mediante un Diagrama de Estados.

ANEXO 4
[TG] Sercoop - D-1 - Plantilla SRS SERCOOP

PLANTILLA

***ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS
DE SERCOOP***

DOCUMENTO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS - SERCOOP

<<NOMBRE DE LA SOLUCIÓN>>

Versión:

<<Número de Versión>>

Autores:

<<NOMBRES DE LOS AUTORES>>

Revisado Por:

<<NOMBRES DE LOS REVISORES>>

Aprobado Por:

<<NOMBRES>> <<CARGO>> <<FECHA DE APROBACIÓN>>

CONTROL DE CAMBIOS

Autor de la Modificación	Versión	Descripción de la Modificación	Fecha

TABLA DE CONTENIDO

- 4. ANTECEDENTES**
- 5. PROPÓSITO Y ALCANCE**
- 6. GLOSARIO DE TÉRMINOS**
- 7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN**
- 7.1. MISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**
- 7.2. VISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**
- 8. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN**
- 9. UNIDADES ORGANIZACIONALES**
- 10. METAS ORGANIZACIONALES**
- 11. METAS INDIVIDUALES**
- 12. CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS**
- 13. DESCUBRIMIENTO DE RECURSOS**
- 14. IDENTIFICACIÓN DE CAPACIDADES Y ROLES**
- 15. REFERENCIAS**

TABLA DE FIGURAS

1. **Figura 7.1**, Estructura de la Organización
2. **Figura 8.1**, Unidades Organizacionales
3. **Figura 9.1**, Metas Organizacionales
4. **Figura 10.1**, Metas Individuales
5. **Figura 11.1**, Característica de Usuarios
6. **Figura 12.1**, Descubrimiento de Recursos
7. **Figura 13.1**, Identificación de Capacidades y Roles

1. ANTECEDENTES

[Se debe analizar la problemática a resolver desde una perspectiva de los acontecimientos que han motivado su desarrollo. Se debe identificar en ella causas que justifiquen una solución encaminada a resolver la problemática. Si se han realizado esfuerzos fallidos en resolver la problemática, se deben mencionar su resultado y la causa que llevó a concluir que no se ha resuelto completamente la necesidad o problema.]

2. PROPÓSITO Y ALCANCE

[Se debe especificar en forma descriptiva el objetivo general del sistema, incluyendo las características que se implementarán y las que no se implementarán, delimitando claramente los límites y restricciones.]

3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

[Se debe definir la terminología específica con la cual el lector se debe familiarizar para comprender el contenido del documento. Se recomienda que en esta sección se incluyan: las definiciones de términos, acrónimos y abreviaciones.]

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN

[En esta sección se hace una breve descripción general de la organización. Debe proveer los elementos esenciales que permita identificar la problemática que se desea resolver, si se pueden definir protocolos de interacción, la estructura organizacional visible. Para ello, se formulan una serie de preguntas generadoras que permiten trazar la hoja de ruta para clarificar estos aspectos. A continuación se hace una descripción de las secciones que componen la descripción de la organización. Se debe especificar en lenguaje natural y en forma resumida y general la funcionalidad básica esperada con la implementación. Se debe recalcar el problema o necesidad que se desea resolver y los lineamientos básicos que regirán la implementación de la solución en términos de funcionalidad.]

5. MISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

[La misión de una Organización define el propósito básico que la define. Se puede definir en una frase concisa con una perspectiva desde su interior orientada a definir la razón de existencia de la Organización. Es deseable que en la misión también se reflejen los valores que guían las actividades de sus integrantes. Pregunta generadora: ¿Para qué existe la Organización?]

6. VISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

[La visión de la Organización permite definir las metas a corto y mediano plazo de la organización. Así como la misión, se puede definir en una frase concisa, pero con una perspectiva desde su exterior. Es decir, debería permitir identificar la imagen que desea mostrar a quienes se pueden beneficiar de ella. Pregunta generadora: ¿Cómo desea que el mundo exterior vea la Organización?]

7. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN

[En esta sección se debe hacer una breve descripción de las partes que integran la Organización y sus relaciones de jerarquía. Se hace a través de la descripción de un organigrama que permita conocer la taxonomía de la organización.]

ID de la Organización [O]	Nombre	Descripción

Figura 7.1, Estructura de la Organización

8. UNIDADES ORGANIZACIONALES

[Toda agrupación de cargos con un propósito específico dentro de una organización corresponde a una Unidad Organizacional. Se debe hacer una descomposición funcional las divisiones que tiene la Organización, en donde todos sus participantes deben interactuar entre sí para lograr el propósito específico que tienen en común. Se debe elaborar una lista de Unidades Organizacionales asociando el propósito de cada una de ellas.]

ID de Unidad Organizacional [U.O.]	Nombre	[O], [U.O.] Padre	Descripción

Figura 8.1, Unidades Organizacionales

9. METAS ORGANIZACIONALES

[A partir del propósito de las Unidades Organizacionales se debe hacer una descomposición en Metas Organizacionales. Esta descomposición se puede realizar a partir de la identificación de los procesos de principio a fin que se llevan a cabo los participantes en donde sea evidente la colaboración entre sí dentro de la Unidad Organizacional. Para ello, se debe hacer una lista de Metas Organizacionales por cada Unidad Organizacional.]

ID de Meta Organizacional [M.O.]	Nombre	[M.O.] (Padre)	Descripción	[U.O.] Asociada

Figura 9.1, Metas Organizacionales

10. METAS INDIVIDUALES

[Una vez definida la lista de Metas Organizacionales, estas se deben descomponer en Metas Individuales que puedan ser asignadas como responsabilidad de una Unidad Organizacional. Para ello se debe hacer una lista de Metas Individuales y una descripción detallada de las tareas que se deben llevar a cabo para lograr la Meta Individual. En esa descripción se deben mencionar las los participantes involucrados asociando las habilidades, capacidades y recursos que se requieren para ejecutar la labor.]

ID de Meta Individual [M.I.]	Nombre	[M.O.] (Padre)	Descripción	[U.O.] Asociada

Figura 10.1, Metas Individuales

11. CARACTERÍSTICAS DE USUARIOS

[Una vez identificadas las Metas Individuales visibles, se debe especificar el perfil de las personas para las cuales se diseñará la solución. Es necesario identificar el tipo de usuario en término de las actividades que se pretende desempeñe con la solución. Se debe hacer una lista de responsabilidades que están relacionadas en forma intrínseca con el tipo de usuario identificado y para las cuales se encuentra capacitado. Con las responsabilidades definidas se busca identificar los recursos necesarios para lograr su cometido. Es importante ubicar los tipos de usuario identificados en la jerarquía de la organización de forma tal que se logre visualizar las relaciones de subordinación y de conocimiento entre los tipos de usuario.]

Tipo de Usuario	Responsabilidades	Nivel de Subordinación

Figura 11.1, Características de Usuarios

12. DESCUBRIMIENTO DE RECURSOS

[De acuerdo a la información recolectada en los numerales anteriores, se debe lograr identificar un set de recursos que se crean, obtienen, modifican y eliminan a lo largo del Servicio Cooperativo. Es posible que en el proceso de análisis y diseño se identifiquen más recursos a los identificados en esta etapa. Sin embargo, es necesario conocer el nombre del recurso, una pequeña descripción y unas reglas básicas de uso.]

Nombre del Recurso [R]	Descripción	Reglas de Uso

Figura 12.1, Características de Usuarios

13. IDENTIFICACIÓN DE CAPACIDADES Y ROLES

[Los Roles y Capacidades se obtienen a partir de la agrupación de un set de Tareas Individuales que a su vez se encuentran directamente asociadas a una Meta Individual. A partir de esta agrupación es posible identificar las capacidades y habilidades requeridas para el desarrollo de las Tareas Individuales. Entre los roles se pueden establecer relaciones de conocimiento, de jerarquía y de herencia. Para lograrlo se debe hacer una lista de las tareas agrupadas por Meta Individual, se debe hacer una breve descripción del Rol identificado, resaltando las relaciones y Capacidades encontradas.]

Rol [R]	Jerarquía de Roles (Padre)	Persona Asociada	Descripción del Rol	Capacidad [C]

Figura 13.1, Identificación de Capacidades y Roles

14. REFERENCIAS

ANEXO 5

[TG] Sercoop - E - Cuadro comparativo de criterios de selección del caso de estudio

Criterio	Descripción
Criterio 1: Problema a Resolver	El tipo de problema a resolver debe estar caracterizado por un escenario en el que varias personas tienen que interactuar entre sí para resolver un problema o necesidad. Adicionalmente, este problema debe estar estrictamente asociado a la ausencia de un mecanismo de comunicación claramente estructurado ya que una parte esencial de la guía metodológica es la definición de los mecanismos de comunicación.
Criterio 2: Protocolos de Interacción Implícitos	La comunicación entre las personas ya sea sincrónica o asincrónica es de gran importancia para establecer la forma en que los participantes cooperarán para resolver el problema. Se puede decir que independientemente del tipo de comunicación, la cooperación puede ser exitosa en la medida que esté claramente establecido un protocolo estructurado de interacción que limite y regule una comunicación de carácter determinista. Los protocolos de interacción clarifican todos y cada uno de los estados de las transiciones en el transcurso de la comunicación entre dos o más participantes. Los protocolos de interacción tienen una doble intencionalidad; la primera es clarificar todas y cada una de las situaciones posibles que se pueden dar en el transcurso de la comunicación, los mensajes estructurados entre los participantes de acuerdo a todos los escenarios, y la segunda es poder delimitar el dominio de la comunicación para que sea finito y evitar todo tipo de comunicación inconclusa, difusa o ambigua.
Criterio 3: Capacidad de interacción en tiempo real	El ambiente en el que los participantes van a interactuar influye en su productividad en la medida de qué tan intuitivo y organizado sea su interfaz de

<p>con múltiples usuarios</p>	<p>usuario. Es una característica muy importante para determinar el comportamiento de los participantes en la resolución de una tarea cooperativa y su adaptabilidad a la aplicación. Lo anterior no quiere decir que la interfaz de usuario afecte la funcionalidad del sistema ya que el hecho de que la aplicación sea amigable e intuitiva al usuario son requerimientos no funcionales. Para este caso la interfaz de usuario tipo monousuario permite un ambiente de trabajo privado e individual, en donde el participante se puede tomar su tiempo para interactuar y responder a la cooperación con serenidad. Por el contrario en un sistema de interfaz multiusuario, la interacción en tiempo real hace que la comunicación sea instantánea y los tiempos de respuesta sean muy limitados, por lo que el usuario se ve en la necesidad de interactuar de manera rápida y espontánea.</p>
<p>Criterio 4: Evidencia de Aplicación de las 5c</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperación: Define las interacciones entre los diferentes usuarios de un sistema con base en las acciones que cada uno de ellos lleva a cabo para cumplir con sus objetivos. • Colaboración: Es la forma en que se distribuyen las tareas entre los usuarios para conseguir un objetivo, es el principio de colaboración el que permite que los usuarios establezcan relaciones con el fin de resolver una tarea en forma eficiente. • Coordinación: Es la manera en que se articulan las acciones individuales de cada usuario de tal manera que el todo final es coherente. • Resolución de conflictos: Es el conjunto de técnicas que permite manejar las diferencias que puedan tener los usuarios cada vez que quieren tener acceso a recursos compartidos ilimitados. • Comunicación: Es el envío de un mensaje desde un emisor hasta un receptor, la información de este mensaje se encuentra codificada por medio de un lenguaje y es decodificada por el receptor al momento de su llegada. [AY2005]

<p>Criterio 5:</p> <p>Perfiles de Usuario, Responsabilidades e Interacciones</p>	<p>Es importante establecer claros perfiles de usuario en donde se identifiquen los privilegios y las restricciones para cada uno de ellos. Los perfiles deben estar asignados acorde con las capacidades y habilidades de los usuarios. Se debe hacer una categorización de cada una de las posiciones y clasificarlas según responsabilidades. El acceso a los recursos y el derecho a ciertas acciones del sistema también deben ser regulados según el perfil.</p> <p>Los roles organizacionales están especificados de acuerdo a las habilidades, privilegios y restricciones de las personas que hacen parte del sistema. La clasificación de las mismas de acuerdo al rol organizacional permite establecer sus comportamientos según el rol que estén representando. Esto brinda flexibilidad y modificabilidad del comportamiento de las personas, gracias a ello los roles organizacionales son dinámicos de acuerdo a los servicios cooperativos en los que se ejecuten. La clasificación de las personas por roles permite explotar al máximo las habilidades del personal y maximizar el rendimiento de la organización. La ponderación de las habilidades también permite descubrir fortalezas y debilidades en el personal y establecer planes de capacitación en caso de encontrar falencias.</p>
<p>Criterio 6: Metas claramente establecidas</p>	<p>La característica más importante que brindan los servicios cooperativos es la claridad en la ejecución de un objetivo común. En muchos de los casos los objetivos son ambiguos o carecen de claridad y total entendimiento por parte de los cooperadores. Es muy importante que los objetivos queden claramente establecidos desde el principio y que sean 100% entendidos por los participantes; toda vez que si todas las actividades de los participantes están correlacionadas directa o indirectamente con el objetivo a cumplir, éste se logrará en forma efectiva.</p>
<p>Criterio 7: Recursos claramente establecidos</p>	<p>Los recursos son los elementos requeridos para realizar una labor. Estos son usados y/o transformados para producir un beneficio. Los recursos tienen tres características intrínsecas: utilidad, disponibilidad y potencial de agotamiento o consumo. Los recursos se clasifican en dos; recursos digitales como documentos, archivos, conexiones, procesos, etc, y recursos físicos como</p>

	<p>impresoras, acceso equipos en la red, instalaciones, etc. Lograr una clara identificación de los recursos utilizados o generados facilita la especificación de los procedimientos en términos de entradas y salidas.</p>
<p>Criterio 8: Permisos CRUD establecidos sobre los recursos</p>	<p>La competencia por el acceso a los recursos debe estar regulada por un set de permisos CRUD (Create, Read, Update, Delete). El contar con esta definición permite asignar los permisos de acceso a los roles organizacionales identificados.</p>

ANEXO 6

[TG] Sercoop - F - Justificación del Caso de Estudio Seleccionado

Ponderación de los Criterios

Se asigna una ponderación de relevancia a cada criterio de evaluación para seleccionar el caso de estudio. De esta forma que la calificación final asignada a cada caso de estudio candidato.

Criterio	Relevancia	Justificación de la Ponderación	Valoración
Criterio 1: Problema a Resolver	10%	Si se conoce claramente el problema a resolver, se facilita la identificación de los demás conceptos.	[Alto] El problema o necesidad a resolver requiere una evidente necesidad de cooperación. [Medio] El problema o necesidad a resolver requiere que haya comunicación entre sus participantes, pero no es clara la cooperación entre los participantes. [Bajo] El problema o necesidad a resolver requiere muy poca comunicación entre los participantes y las labores se pueden realizar en forma individual.
Criterio 2: Protocolos de Interacción Implícitos	10%	Cuando se tiene un protocolo de interacción en forma implícita, significa que se tienen clara las interacciones entre los participantes.	[Alto] La comunicación entre las personas que participan en la comunicación fácilmente se puede modelar a través de la transición de estados. [Medio] La comunicación entre las personas que participan en la comunicación se podría modelar a través de la transición de estados, pero implica realizar un fuerte proceso de delimitación del dominio de comunicación. [Bajo] La comunicación entre los participantes es de lenguaje natural, por ende, se dificulta definir una clara

			transición de estados en la comunicación.
Criterio 3: Capacidad de interacción en tiempo real con múltiples usuarios	20%	Esta es una condición de gran relevancia, porque facilita vislumbrar los posibles escenarios de cooperación.	<p>[Alto] La comunicación entre las personas que cooperan se puede modelar fácilmente a través de la transición de estados.</p> <p>[Medio] La comunicación entre las personas que cooperan se podría modelar a través de la transición de estados, pero implica realizar un fuerte proceso de delimitación y reestructuración del dominio de comunicación.</p> <p>[Bajo] La comunicación entre los participantes sólo permite lenguaje natural, por ende, se dificulta definir una clara transición de estados en la comunicación.</p>
Criterio 4: Evidencia de Aplicación de las 5c	25%	Es el criterio más importante y decisivo. Si el problema o necesidad a resolver permite la aplicación de las 5c a lo largo de su ejecución, facilita modelar el Servicio Cooperativo dese una etapa temprana.	<p>[Alto] Evidente aplicación de las 5c.</p> <p>[Medio] Se cumple parcialmente el la evidencia de aplicación de las 5c.</p> <p>[Bajo] Dado que el nivel de cooperación es bajo, no se evidencia una clara aparición de las 5c a lo largo del modelamiento del problema.</p>
Criterio 5: Perfiles de Usuario, Responsabilidades e Interacciones	5%	Esta es una característica que si bien es deseable, no es decisiva ya que se puede resolver en una etapa posterior de la guía	<p>[Alto] Hay una clara descomposición de la organización en unidades organizacionales y estas a su vez permite identificar los roles organizacionales sobresalientes.</p> <p>[Medio] La organización permite definir unidades organizacionales, sin embargo no hay una marcada y evidente definición de roles.</p>

		metodológica.	[Bajo] La organización no tiene definidas las unidades organizacionales y por ende, no es posible identificar los roles en esta etapa del proceso de especificación.
Criterio 6: Metas claramente establecidas	20%	Es un criterio de suma importancia, ya que el comportamiento de la organización debe estar orientado al cumplimiento de metas.	<p>[Alto] La organización tiene claramente definida las Metas Organizacionales y se puede descomponer en Metas Individuales.</p> <p>[Medio] La organización tiene claramente definida la Meta Organizacional, sin embargo, no es clara la descomposición en Metas Individuales.</p> <p>[Bajo] La organización no tiene definida una Meta Organizacional clara.</p>
Criterio 7: Recursos claramente establecidos	5%	Los recursos se pueden vislumbrar como resultado de la especificación de las Tareas Individuales como una actividad posterior en la guía metodológica.	<p>[Alto] Al conocer claramente la ejecución de las Tareas Individuales, se puede identificar con facilidad los recursos que se requieren para su ejecución.</p> <p>[Medio] Se conocen algunos recursos que se utilizarían, pero no se dificulta su relación con las Tareas Individuales.</p> <p>[Bajo] Las Tareas Individuales se desconocen y no permiten definir que recursos se utilizarán durante el servicio.</p>
Criterio 8: Permisos CRUD establecidos sobre los recursos	5%	Los permisos de acceso a los recursos se pueden definir en una etapa posterior de la guía metodológica.	<p>[Alto] Se conoce con claridad que roles deben tener acceso a los recursos. Esto facilita la asignación de los permisos de acceso.</p> <p>[Medio] Se conocen algunos recursos, pero no se pueden asociar directamente a los roles que intervendrán y por ende se dificulta la asignación de permisos.</p>

			[Bajo] No se conocen los recursos y por ende se imposibilita la asignación de permisos en esta etapa.
--	--	--	---

Para evaluar cada criterio se asigna una calificación con valores enteros de 1 a 5 así:

Valoración	Calificación
[Alto]	4 y 5
[Medio]	3
[Bajo]	1 y 2

Criterio	Nivel de Importancia	LEARNING TOGETHER	INVESTIGATION GROUP	JIGSAW	TAI	CIRC	STAD
Criterio 1	10%	[Alto: 4]	[Alto: 4]	[Alto: 5]	[Medio: 3]	[Bajo: 2]	[Medio: 3]
Criterio 2	10%	[Alto: 4]	[Medio: 3]	[Alto: 4]	[Bajo: 2]	[Medio: 3]	[Bajo: 2]
Criterio 3	20%	[Alto: 4]	[Medio: 3]	[Alto: 4]	[Medio: 3]	[Medio: 3]	[Medio: 3]
Criterio 4	25%	[Alto: 5]	[Alto: 4]	[Alto: 5]	[Alto: 4]	[Medio: 3]	[Alto: 4]
Criterio 5	5%	[Medio: 3]	[Alto: 5]	[Alto: 4]	[Bajo: 2]	[Bajo: 2]	[Alto: 5]
Criterio 6	20%	[Bajo: 2]	[Bajo: 2]	[Bajo: 2]	[Bajo: 2]	[Bajo: 2]	[Bajo: 2]
Criterio 7	5%	[Medio: 3]	[Medio: 3]	[Alto: 4]	[Bajo: 2]	[Bajo: 1]	[Bajo: 2]

Criterio 8	5%	[Alto: 4]	[Alto: 5]	[Alto: 4]	[Medio: 3]	[Medio: 3]	[Medio: 3]
Calificación	100%	3,75	3,35	3,95	2,85	2,55	3

Caso de estudio seleccionado: **Learning Together** (Calificación 3,75)

Si bien en el proceso de evaluación de los casos de estudio el candidato que obtuvo la mayor valoración fue Jigsaw, se evidenció que en el grupo SIDRe de la Universidad Javeriana en pro de la línea de investigación para soluciones educativas ya tenía implementada esta metodología de aprendizaje apoyada en una herramienta de software basada en Sistemas Multi-Agente. Por lo tanto se decidió implementar Learning Together. Este método de aprendizaje cumple con los criterios de evaluación para diseñarlo como un Servicio Cooperativo.

ANEXO 7

[TG] Sercoop - G - SRS SERCOOP - Caso de Estudio - Curso LT

***ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS
USANDO SERCOOP***

CASO DE ESTUDIO – CURSO LT

DOCUMENTO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS - SERCOOP

CASO DE ESTUDIO CURSO LT

Versión:

1.0

Autores:

DANIEL S. VALENCIA P.

Revisado Por:

ING. BLANCA ELVIRA OVIEDO TORRES

Aprobado Por:

**ING. BLANCA ELVIRA OVIEDO TORRES, Director de Trabajo de Grado
12/04/2013**

CONTROL DE CAMBIOS

Autor de la Modificación	Versión	Descripción de la Modificación	Fecha
DANIEL S. VALENCIA P.	1.0	Propuesta Inicial	10/04/2013

TABLA DE CONTENIDO

- 1. ANTECEDENTES**
- 2. PROPÓSITO Y ALCANCE**
- 3. GLOSARIO DE TÉRMINOS**
- 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN**
- 4.1. MISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**
- 4.2. VISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**
- 5. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN**
- 6. UNIDADES ORGANIZACIONALES**
- 7. METAS ORGANIZACIONALES**
- 8. METAS INDIVIDUALES**
- 9. CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS**
- 10. DESCUBRIMIENTO DE RECURSOS**
- 11. IDENTIFICACIÓN DE CAPACIDADES Y ROLES**
- 12. REFERENCIAS**

TABLA DE FIGURAS

1. **Figura 7.1**, Estructura de la Organización
2. **Figura 8.1**, Unidades Organizacionales
3. **Figura 9.1**, Metas Organizacionales
4. **Figura 10.1**, Metas Individuales
5. **Figura 11.1**, Característica de Usuarios
6. **Figura 12.1**, Descubrimiento de Recursos
7. **Figura 13 .1**, Identificación de Capacidades y Roles

1. ANTECEDENTES

Como resultado la última reunión de la junta directiva del Centro Educativo ABC, se ha identificado un problema relacionado a la metodología tradicional de enseñanza en donde los estudiantes manifiestan dificultad en el desarrollo de sus habilidades sociales ya que se ha evidenciado que la metodología de estudio tradicional aplicada no fomenta espacios de participación entre los estudiantes. Nunca se ha intentado modificar la metodología de enseñanza y la junta directiva ha decidido reemplazarla por una que permita crear espacios de cooperación entre los estudiantes.

2. PROPÓSITO Y ALCANCE

Existen muchos métodos de aprendizaje cooperativo, los cuales pretenden cambiar metodológicamente la forma tradicional de aprendizaje con la tutoría de un profesor, para que con la interacción entre estudiantes y profesores se logren mejorar los niveles de aprendizaje y las habilidades sociales de quienes participan en la cooperación. El método de aprendizaje colaborativo LT (por la sigas de *Learning Together*), propone un nuevo método de estudio que las instituciones educativas pueden usar para el aprendizaje de cualquier temática en forma cooperativa. Una cantidad considerable de investigaciones sugieren que es un método muy efectivo de aprendizaje que puede ser aplicado a cualquier materia. El apoyo en un MAS podría facilitar la interacción entre los participantes del curso en términos de comunicación, coordinación y control de acceso a los recursos.

Una de las grandes ventajas que ofrece un curso con el método LT es que puede usarse para el aprendizaje de cualquier temática y puede ser aplicado en cualquier ámbito educativo sin importar su audiencia objetivo. Para llevarlo a cabo es necesario identificar el profesor que dictará la clase, el material de estudio y el grupo de estudiantes que asistirán a clase. El método de estudio sugiere una serie de pasos sencillos a seguir para lograr el objetivo:

Paso 1: El profesor selecciona el tema a tratar y reúne el material de estudio necesario para dictar el curso.

Paso 2: El profesor convoca los estudiantes que van a participar en el curso y los cita para la fecha de inicio.

Paso 3: Una vez reunido el quorum del curso, el profesor realiza una breve explicación del tema y reparte el material de estudio a los estudiantes.

Paso 4: El profesor informa a los estudiantes que deben formar pequeños grupos de estudio (de 2 a 4 estudiantes), en donde los estudiantes tendrán total libertad de escoger el grupo al cual pertenecerán.

Paso 5: Conformados los grupos, los estudiantes se reúnen para resolver en grupo las inquietudes que tengan, generar conclusiones individuales, debatir las conclusiones obtenidas y elaborar un informe en conjunto sobre el tema para presentarlo al profesor.

Paso 6: Una vez los grupos de estudio han generado los informes, el profesor califica los informes y asigna una nota grupal compartida a cada estudiante.

Paso 7: El profesor realiza una evaluación individual a cada estudiante que pertenece al Curso LT para revisar su nivel de aprendizaje.

Paso 8: El profesor entrega las calificaciones a los estudiantes en forma individual resaltando las fortalezas y debilidades del grupo de estudio al cual pertenece.

Uno de los objetivos de este método de aprendizaje es fortalecer la Interdependencia Positiva, que es una percepción de los estudiantes a estar ligados a otros de tal forma que el éxito individual está supeditado al éxito del grupo de estudio al cual pertenece y viceversa. Lo que implica que su trabajo beneficia a los demás y el trabajo de los demás lo beneficia a él. Por lo tanto la calificación individual de cada estudiante afectará directamente a todos los estudiantes pertenecientes al grupo de estudio.

3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

LT: (*Learning Together*) es el método de enseñanza que se aplicará en esta solución.

Interdependencia Positiva: Es la percepción que tiene una persona de estar vinculada con otra de tal forma que el éxito propio está sujeto al éxito de los otros. En otras palabras, el trabajo individual beneficia al grupo y viceversa [JD2002]. Define los fundamentos sobre los cuales se basa la cooperación de este caso de estudio.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN

El Centro Educativo ABC es una institución educativa creada con el ánimo de constituir un ejemplo del caso de estudio de este trabajo de grado. La organización está comprometida con los principios educativos y las orientaciones de la entidad fundadora. Ejerce la docencia, la investigación y el servicio con excelencia, como entidad educativa integrada a un país de regiones, con perspectiva global e interdisciplinar.

El Centro Educativo ABC es el nombre que constituye la Organización en la cual se pretende aplicar la guía metodológica SERCOOP. El Centro Educativo está compuesto por un grupo de profesores que se encargan de impartir las clases, un grupo de estudiantes que participan en el desarrollo de las clases y un personal administrativo cuya responsabilidad es apoyar las gestiones de soporte a la operación del Centro Educativo ABC.

5. MISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

Impartir una sólida formación ética, humanística y científica que, unida a la investigación y a una idónea y exigente docencia utilizando novedosos métodos de aprendizaje, permita a la comunidad educativa formar integralmente personas insignes y actuar en beneficio de la sociedad, con un máximo sentido de responsabilidad.

6. VISIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

Con un modelo educativo propio, lograr la excelencia académica de la comunidad educativa en todas las líneas de investigación obteniendo un reconocimiento nacional e internacional, proyectándose como una de las instituciones pioneras en garantizar un alto nivel participativo de sus estudiantes en su proceso de formación, fomentando una cultura de cooperación en el desarrollo de las actividades académicas.

7. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN

ID de la Organización [O]	Nombre	Descripción
---------------------------	--------	-------------

[O.1]	Centro Educativo ABC	Está constituida con una estructura jerárquica de 3 niveles de jerarquía: estratégico, táctico y operativo. En el nivel estratégico se encuentra la Junta Directiva encabezada por el Rector de la Organización como la máxima autoridad en la misma: Se encargan de tomar las decisiones de mayor impacto a la organización y es la cabeza de mayor visibilidad del plantel educativo y representa el mayor nivel de autoridad en la jerarquía organizacional. En el nivel táctico se encuentran los coordinadores curriculares, quienes se encargan de definir los planes curriculares de cada línea de investigación, así como asignar los profesores que dictarán los cursos del plan curricular. Por último, en el nivel operativo se encuentran los profesores y los estudiantes.
-------	----------------------	---

Figura 7.1, Estructura de la Organización

8. UNIDADES ORGANIZACIONALES

ID de Unidad Organizacional [U.O.]	Nombre	[O], [U.O.] Padre	Descripción
[U.O.1]	Cuerpo Directivo	[O.1]	Es la unidad organizacional encargada de tomar las decisiones estratégicas y tácticas de la Organización. Está conformada por el Rector del Centro Educativo y su equipo de trabajo conformado por un grupo de asesores y accionistas. Adicionalmente, en esta unidad organizacional se encuentran los Coordinadores Curriculares quienes reciben instrucción del rector para la creación de las líneas de investigación. La toma de decisiones se realiza en forma democrática a través de la celebración de asambleas trimestrales.
[U.O.2]	Cuerpo Docente	[O.1]	Está conformada por los profesores que se encuentran vinculados con la organización. Su principal labor es atender los cursos asignados por el coordinador de la línea de investigación a la que pertenecen.
[U.O.3]	Comunidad Estudiantil	[O.1]	La conforman los estudiantes del Centro Educativo ABC y representan la Unidad Organizacional que requiere mayor atención por parte de la organización y sobre la cual se desea modificar su actuar para que esté orientado a la colaboración entre quienes la conforman, creando espacios en donde los estudiantes puedan socializar para lograr objetivos de aprendizaje a través de la aplicación de un método de estudio que generen interdependencia positiva entre ellos.

Figura 8.1, Unidades Organizacionales

9. METAS ORGANIZACIONALES

ID de Meta Organizacional [M.O.]	Nombre	[M.O.] (Padre)	Descripción	[U.O.] Asociada
[M.O.1]	Mejorar Nivel Académico y Habilidades Sociales de Estudiantes.	Ninguna.	Esta es una Meta Organizacional que es transversal a las tres Unidades Organizacionales porque requiere la participación de todos los participantes de la Organización en todos los niveles; desde los directivos, hasta los estudiantes.	[U.O.1] [U.O.2] [U.O.3]
[M.O.1.1]	Definir y Regular las Líneas de Investigación	[M.O.1]	El Cuerpo Directivo debe asegurarse de crear las Líneas de Investigación del Centro Educativo ABC, y debe proveer los recursos necesarios para los cursos LT asociados. Entre ellos, los profesores, material de apoyo, infraestructura, etc. Velando por el cumplimiento de las normas, políticas y procedimientos propios de la Institución Académica.	[U.O.1]
[M.O.1.2]	Impartir Curso LT	[M.O.1]	El Cuerpo Docente debe asegurarse de impartir los Cursos LT propuestos por el Cuerpo Directivo.	[U.O.2]
[M.O.1.3]	Participar en Curso LT	[M.O.1]	La Comunidad Estudiantil debe atender la convocatoria del Cuerpo Directivo quienes definen una serie de Cursos LT que hacen parte la Línea de Investigación a la cual pertenecen los estudiantes.	[U.O.3]

Figura 9.1, Metas Organizacionales

10. METAS INDIVIDUALES

ID de Meta Individual [M.I.]	Nombre	[M.O.] (Padre)	Descripción	[U.O.] Asociada
-------------------------------------	---------------	-----------------------	--------------------	------------------------

[M.I.1]	Crear Curso LT	[M.O.1.1]	Debe realizarlo un participante del Cuerpo Directivo. Se genera de acuerdo a un análisis de la demanda sobre una Línea de Investigación. Para hacer la creación del Curso LT se debe escoger la materia y hacer una selección del profesor que tengan especialidad y la disponibilidad para hacerse cargo. Posteriormente, se debe hacer una convocatoria de los estudiantes que deseen cursarlo. Finalmente, una vez asignado el profesor y los estudiantes, se da por finalizada la creación del Curso LT.	[U.O.1]
[M.I.2]	Consolidar Avance de Cursos LT	[M.O.1.1]	Debe realizarlo un participante del Cuerpo Directivo. Se debe hacer un consolidado de avance de todos los Cursos LT que se estén cursando, con el ánimo de analizar su efectividad de acuerdo a los indicadores de gestión. Para ello el responsable de llevar a cabo esta actividad debe tener acceso a los informes de avance que cada profesor diligencia para conocer el estado actual de los cursos.	[U.O.1]
[M.I.3]	Suscribirse a Curso LT	[M.O.1.3]	Los estudiantes pueden decidir si participan o no de una convocatoria para un curso LT.	[U.O.3]
[M.I.4]	Explicar Tema	[M.O.1.2]	El profesor se debe encargar de explicar la temática de investigación, entregar el material de estudio a los estudiantes y aclararles las inquietudes preliminares.	[U.O.2]
[M.I.5]	Socializar Tema	[M.O.1.3]	Los estudiantes confirman los grupos de estudio de acuerdo con el tamaño especificado por el Profesor. Posteriormente se reúnen en quipo para que entre todos logren comprender la temática de investigación y proponen un Informe de Aprendizaje en conjunto para presentarlo al Profesor.	[U.O.3]
[M.I.6]	Evaluar Tema	[M.O.1.2]	El profesor recibe los Informes de Aprendizaje elaborado por los grupos estudio para calificarlos. Luego, convoca a los estudiantes para realizarles una evaluación individual y revisar el avance en	[U.O.2]

			su proceso de aprendizaje.	
--	--	--	----------------------------	--

Figura 10.1, Metas Individuales

11. CARACTERÍSTICAS DE USUARIOS

Tipo de Usuario	Responsabilidades	Nivel de Subordinación
Profesor	<ul style="list-style-type: none"> • Crear Curso LT • Suministrar el Material de Estudio • Convocar a los Estudiantes al Curso LT • Realizar la Presentación del Tema • Evaluar los Informes de Aprendizaje • Evaluar los estudiantes en forma individual • Calificar los estudiantes de acuerdo al desempeño del grupo de estudio al que pertenecen. • Retroalimentar a los estudiantes sobre su desempeño en el curso. 	Es la máxima autoridad en el Curso LT. Subordina los estudiantes.
Estudiante	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmar asistencia a Curso LT • Atender a la presentación del tema • Conformar el grupo de estudio al cual pertenecerá. • Reunirse con el grupo de estudio para resolver inquietudes, generar conclusiones individuales, debatir conclusiones y generar Informe de Aprendizaje. • Atender a la evaluación individual. 	Los estudiantes no ejercen ninguna autoridad sobre otros estudiantes o profesores.

Figura 11.1, Características de Usuarios

12. DESCUBRIMIENTO DE RECURSOS

Nombre del Recurso [RC]	Descripción	Reglas de Uso
[RC.1] Calificación	Es el resultado obtenido por un estudiante después de haber diligenciado una evaluación.	Sólo la puede otorgar un Profesor y es compartida a los estudiantes con el ánimo de darles retroalimentación en su proceso educativo.
[RC.2] Directorio de Usuarios	Es el conjunto de registros de los estudiantes y profesores pertenecientes al centro educativo. En esta se encuentra la información personal del usuario y su estado	Sólo puede ser manipulada por el Proceso Administrativo de la Institución Educativa. Los demás Grupos Organizacionales

	académico dentro del centro educativo.	sólo pueden consultarla.
[RC.3] Catálogo de Cursos	Es un conjunto de Cursos que conforman el currículo de la Institución Educativa. En él se registran los cursos que se encuentran en desarrollo, los catálogos de Grupos de Estudio, el Material de Estudio y los catálogos de Cuestionarios.	El catálogo de cursos sólo puede ser manipulado por el Proceso Administrativo de la Institución Educativa y por el Grupo de Profesores. Los Estudiantes sólo podrán utilizar el catálogo de cursos como una herramienta de consulta.
[RC.4] Catálogo de Grupos de Estudio	Contiene el registro de los estudiantes pertenecientes a los Grupos de Estudio y registra su desempeño. En este catálogo se almacenan los Informes de Aprendizaje, las Calificaciones, las discusiones, debates y conclusiones de los Estudiantes en su proceso de aprendizaje.	Los Grupos de Estudio son conformados por los Estudiantes y deben ser creados y aprobados por los Profesores responsables del desarrollo de un Curso LT.
[RC.5] Catálogo de Cuestionarios	Un catálogo de cuestionarios es un repositorio de evaluaciones asociadas a un tema específico. Cada cuestionario tiene un solucionario asociado con el cual el Profesor basa la calificación emitida.	Los cuestionarios sólo pueden ser manipulados por el Proceso Administrativo de la Institución Educativa y por los Grupos de Profesores en el momento de la creación de un Curso LT.
[RC.6] Formulario de Creación de Curso LT	Cada vez que un Profesor desea crear un Curso LT debe diligenciar un formulario en donde debe seleccionar la temática a investigar, los estudiantes integrantes del curso y seleccionar el material de estudio.	Los formularios de creación de Curso LT sólo pueden ser creados por el Proceso Administrativo de la Institución Educativa. Únicamente puede ser diligenciado por el Grupo de Profesores cuando estos desean crear un Curso LT.
[RC.7] Informe de Aprendizaje	Son los informes que generan los Estudiantes después de haberse reunido en sus Grupos de Estudio tras investigar y debatir un tema. En él se debe consignar la interacción entre los Estudiantes a lo largo de la cooperación, así como también las conclusiones obtenidas sobre el tema investigativo.	Los Informes de Aprendizaje son creados por los Estudiantes y no pueden ser modificados una vez el Profesor ha decidido finalizar la etapa de aprendizaje en los Grupos de Estudio.
[RC.8] Material de Estudio	Representan uno de los insumos para cuando los Estudiantes se reúnan en sus Grupos de Estudio. Se puede clasificar como Material de Estudio todos los documentos relevantes	Lo provee el Proceso Administrativo de la Institución Educativa. Los profesores pueden adicionar Material de

	al tema de investigación como marco teórico.	Estudio en el Formulario de Creación de Curso LT. Los Estudiantes sólo pueden consultar el Material de Estudio mas no pueden modificarlo.
[RC.9] Cuestionario	Es un set de preguntas relacionadas con un tema específico. Para simplificar su calificación se recomienda que sean preguntas de selección múltiple con única respuesta de forma que se pueda tabular fácilmente el resultado del proceso de evaluación. Todo cuestionario debe incluir un único solucionario.	Los cuestionarios sólo pueden ser creados por los Profesores y los provee el Proceso Administrativo de la Institución Educativa. Los Estudiantes sólo tendrán acceso cuando el Profesor los haya convocado a una Evaluación Individual. Los cuestionarios pueden ser diligenciados por los Estudiantes y una vez entregados al Profesor no pueden ser modificados. Sólo pueden ser consultados por el Grupo de Profesores y por el Estudiante que lo diligenció.
[RC.10] Solucionario	Son las respuestas correctas a un cuestionario en particular.	Los solucionarios sólo los puede crear el Grupo de Profesores en el momento de crear un Cuestionario. Después de creados no pueden ser modificados.

Figura 12.1, Características de Usuarios

13. IDENTIFICACIÓN DE CAPACIDADES Y ROLES

Rol [R]	Jerarquía de Roles (Padre)	Persona Asociada	Descripción del Rol	Capacidad	
				Recurso	Permiso
[R.1] Miembro Educativo	Ninguno.	Profesor, Estudiante y Coordinador de Curso LT	Son todas las personas que hacen parte del Centro Educativo ABC cuya responsabilidad es lograr la Misión de la Organización cumpliendo con el reglamento, las normas y los lineamientos de comportamiento de la misma.	[RC.2] Directorio de Usuarios	R
				[RC.3] Catálogo de Cursos	R

[R.1.1] Profesor	[R.1]	Profesor	El Profesor es el encargado de desarrollar los Cursos LT que tenga a cargo.	[RC.1] Calificación	CRUD
				[RC.2] Directorio de Usuarios	R
				[RC.3] Catálogo de Cursos	R
				[RC.4] Catálogo de Grupos de Estudio	CRUD
				[RC.5] Catálogo de Cuestionarios	CRUD
				[RC.7] Informe de Aprendizaje	R
				[RC.8] Material de Estudio	CRUD
				[RC.9] Cuestionario	CRUD
				[RC.10] Solucionario	CRUD
[R.1.2] Estudiante	[R.1]	Estudiante	Los Estudiantes son el objeto sobre el cual se fundamenta el proceso de formación. La responsabilidad principal de los estudiantes es participar activamente en los Cursos LT a los cuales se encuentra inscrito.	[RC.1] Calificación	R
				[RC.2] Directorio de Usuarios	R
				[RC.3] Catálogo de Cursos	R
				[RC.4] Catálogo de Grupos de Estudio	R

				[RC.7] Informe de Aprendizaje	CRU
				[RC.8] Material de Estudio	R
				[RC.9] Cuestionario	R
[R.1.3] Coordinador de Curso LT	[R.1]	Coordinador de Curso LT	Es el ente encargado de realizar la gestión de los Recursos Educativos y su objetivo principal es garantizar el buen uso y la conservación de los mismos. Así como es el responsable de crear los Cursos LT y consolidar los informes de avance de los Cursos LT.	[RC.2] Directorio de Usuarios	CRUD
				[RC.3] Catálogo de Cursos	CRUD
				[RC.6] Formulario de Creación de Curso LT	CRUD

Figura 13.1. Identificación de Capacidades y Roles

14. REFERENCIAS

[JD2002] Johnson, David W. Johnson, Roger T., Learning Together and Alone: Overview and Meta-analysis. Asia Pacific Journal of Education. Edited by Routledge. 2002. UK.