

Uso de un marco formal para el modelado y análisis de organizaciones

Molina, Alejandro

ale_molina@frbb.utn.edu.ar

Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)

Fecha de recepción: 08/06/2022

Fecha de aprobación RIII: 09/08/2022

RESUMEN

Este trabajo presenta una visión de los fundamentos utilizados para evaluar en una forma más precisa el desempeño organizacional, identificando cuellos de botella y conflictos de desempeño, debe realizarse un análisis organizacional detallado basado en un modelo de organización formal. Además, un modelo de organización formal es la base para muchos procesos automatizados dentro de las empresas, por ejemplo la fabricación integrada por computadora; además de proporcionar una base para la cooperación entre sus áreas internas, e incluso otras empresas

Palabras Claves: análisis organizacional, modelado formal, estructuras organizacionales.

Using a formal framework for modeling and analyzing organizations

ABSTRACT

This paper presents an overview of the fundamentals used to more accurately assess organizational performance, identifying bottlenecks and performance conflicts, a detailed organizational analysis based on a formal organization model should be performed. Furthermore, a formal organizational model is the basis for many automated processes within companies, for example computer-integrated manufacturing; In addition to providing a basis for cooperation between its internal areas, and even other companies.

Keywords: organizational analysis, formal modeling, organizational structures

Usando uma estrutura formal para modelar e analisar organizações

RESUMO

Este artigo apresenta uma visão geral dos fundamentos utilizados para avaliar com mais precisão o desempenho organizacional, identificando gargalos e conflitos de desempenho, uma análise organizacional detalhada baseada em um modelo formal de organização deve ser realizada. Além disso, um modelo organizacional formal é a base para muitos processos automatizados dentro das empresas, por exemplo, manufatura integrada por computador; Além de fornecer uma base de cooperação entre suas áreas internas, e até mesmo outras empresas..

Palavras chave: análise organizacional, modelagem formal, estruturas organizacionais

1 INTRODUCCIÓN

El mundo es impensable sin organizaciones, el desarrollo científico, social y tecnológico, sumado a cambios en las condiciones ambientales, dio lugar a una gran diversidad de formas organizativas y tipos de interacción entre ellas. Por ello la complejidad estructural y de comportamiento de las organizaciones es interdependiente de la complejidad del entorno donde se insertan estas organizaciones. Un entorno complejo y dinámicamente cambiante con recursos insuficientes crea obstáculos desafiantes para lograr el cumplimiento de los objetivos elementales de cualquier organización: sobrevivir y prosperar. Para tener éxito, una organización debe organizar de manera eficaz y eficiente su estructura interna y sus actividades de modo que se logre el ajuste con el entorno.

Estos requisitos no son fáciles de cumplirse, pues no metodologías de aplicación universal para garantizar el éxito de una organización en todo momento y en todos los casos. Por lo tanto, la mayoría de las organizaciones sufren de diversas ineficiencias e inconsistencias en su desempeño que tienen consecuencias para la vitalidad organizacional. A menudo, solo se puede identificar fácilmente una pequeña cantidad de estos defectos, pero se pueden hallarse mediante la utilización de métodos de análisis más profundos.

Muchas técnicas de análisis del desempeño organizacional, desarrolladas en la teoría de la organización son informales e imprecisas, afectando la viabilidad y el rigor del análisis. Para evaluar en una forma más precisa el desempeño organizacional, identificando cuellos de botella y conflictos de desempeño, debe realizarse un análisis organizacional detallado basado en un modelo de organización formal. Además, un modelo de organización formal es la base para muchos procesos automatizados dentro de las empresas, por ejemplo, la fabricación integrada por computadora; además de proporcionar una base para la cooperación entre sus áreas internas, e incluso otras empresas.

Para aplicar el análisis formal, debemos introducir un marco de modelado formal que permite representar diversos aspectos de la realidad organizacional, dentro de varias perspectivas: las relacionadas con el proceso, las relacionadas con el desempeño y las relacionadas con la organización. Como los individuos suelen ejercer una influencia significativa en la dinámica organizacional, también debe considerarse aspectos relacionados con el comportamiento humano.

Las características de este marco incluyen:

- Permitir la representación y análisis de modelos de organización en diferentes niveles de abstracción para manejar la complejidad y aumentar la escalabilidad;
- Permitir la verificación y validación formal de modelos de diferentes perspectivas sobre las organizaciones;
- Permitir la simulación para experimentar y probar hipótesis sobre el comportamiento organizacional en diferentes circunstancias;
- Propone métodos de análisis computacional a través de múltiples perspectivas en las organizaciones;
- Apoya y controla la ejecución de escenarios organizacionales y la evaluación del desempeño organizacional.

Este marco propone un amplio espectro de instrumentos para modelar y analizar estructuras y dinámicas de diferentes organizaciones, incluidas organizaciones mecanicistas que representan sistemas de puestos de trabajo vinculados jerárquicamente con responsabilidades claras y organizaciones orgánicas caracterizadas por una estructura altamente dinámica, en constante cambio, sin comportamiento lineal. Aunque la estructura y las reglas de comportamiento de las organizaciones orgánicas difícilmente pueden identificarse y formalizarse, al realizar simulaciones basadas en agentes

con características cambiantes, se pueden obtener conocimientos útiles sobre el funcionamiento de tales organizaciones. Además, el marco propuesto admite la reutilización de partes de modelos.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: primero se presenta una revisión de la literatura sobre el tema, luego se describen los fundamentos formales del marco, posteriormente se proporcionan descripciones generales de vistas del modelado, se discute cómo utilizar este marco en la práctica y finalmente, se describen métodos para el análisis organizacional con algunas conclusiones y propuestas para futuras investigaciones.

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA RELACIONADA

La revisión se orienta a una descripción general de los enfoques y técnicas de modelado y análisis de organizaciones, poniendo foco en tres áreas: teoría de la organización, sistemas de información empresarial y sistemas de múltiples agentes orientados a la organización.

2.1 Teoría de la organización.

En esta teoría se distingue tres niveles de agregación para el estudio de los procesos y las estructuras de las organizaciones humanas:

- Nivel individual o micro se investiga el comportamiento de individuos y grupos de trabajo.
- Nivel de la organización o nivel meso se consideran diferentes aspectos de la estructura y dinámica organizacional.
- Nivel global o macro se considera la interacción entre la organización y su entorno, incluidas otras organizaciones, la sociedad, los mercados.

Las especificaciones sobre las organizaciones utilizadas en la Teoría de la Organización se las representa por descripciones gráficas informales o semiformales que ilustran aspectos de las organizaciones en algún nivel de agregación, por ejemplo, la toma de decisiones o las relaciones de autoridad [14]. Frecuentemente se especifican de forma imprecisa y ambigua, dificultando su aplicación práctica, a pesar de ello algunas teorías han tenido éxito en su aplicación a casos reales.

Teoría de la contingencia.

Uno de los intentos de identificar recomendaciones concretas y aplicables en forma práctica para el diseño de organizaciones surge en aplicación de la teoría de la contingencia [1]. La tesis es que la estructura y el comportamiento de una organización deben definirse con base en características ambientales particulares. Para respaldar esto, la teoría de la contingencia identifica una serie de principios genéricos para diseñar organizaciones efectivas que deben adaptarse cuidadosamente al contexto de esta organización en particular. En el proceso de adaptación pueden introducirse inconsistencias e ineficiencias que no pueden ser previstas e identificadas por la teoría de la contingencia. Para identificar estas inconsistencias e ineficiencias se requieren técnicas de análisis.

Teoría de Dinámica de Sistemas.

Desde esta teoría se ha propuesto otra clase de enfoques para especificar modelos cuantitativos de organización con semántica precisa. Las descripciones organizacionales especificadas en sistemas dinámicos se basan en variables numéricas y ecuaciones que describen cómo estas variables cambian con el tiempo. Tales especificaciones pueden ser computacionalmente efectivas; sin embargo, carecen de expresividad ontológica para conceptualizar relaciones de diferentes tipos de organizaciones.

Además, se abstraen de eventos, entidades y actores individuales y adoptan una visión agregada de la dinámica organizacional. Por lo tanto, tales enfoques no pueden usarse para modelar organizaciones a nivel micro.

2.2 Sistemas de información empresarial (EIS).

El problema de la limitada expresividad ontológica del modelado ha sido abordado en el área de los sistemas de información empresarial, donde un EIS es cualquier sistema informático que automatiza la ejecución de procesos de una empresa. Los EIS a menudo se construyen en base a arquitecturas empresariales. Una arquitectura empresarial (EA) es un marco integrador de toda la empresa que se utiliza para representar y administrar los procesos empresariales, los sistemas de información y el personal, de modo que se cumplan los objetivos clave de la empresa. Se han desarrollado muchos EA diferentes entre los que destacan:

- CIMOSA [3]
- TOVE (Fox et al, 1997)
- ARIS [3].

Basado en las características comunes de estas arquitecturas, se desarrolló un meta-marco generalizado GERAM (Arquitectura y Metodología de Referencia Empresarial Generalizada) [3], el que proporciona una plantilla para el desarrollo y la comparación de marcos de modelado empresarial. GERAM describe una serie de puntos de vista dedicados a las empresas. La vista de función se refiere a los aspectos estructurales y de comportamiento de los procesos comerciales de una empresa. Se utilizan las siguientes técnicas:

- Estándares IDEF [3].
- Tablas de estado.
- Petrinets [3]
- Lenguajes semiformales (BPML, etc.).

La vista de información describe el conocimiento sobre los objetos a medida que se usan y producen. Se utilizan los siguientes modelos de datos: diagramas de relación de entidad, representaciones orientadas a objetos, diagramas de clase UML. La vista de recursos considera los recursos de una empresa, a menudo modelados como entidades separadas en los marcos existentes con un nivel de detalle variable. La vista de organización define responsabilidades y autoridades sobre procesos, información y recursos. Aunque muchas arquitecturas incluyen una rica base ontológica para modelar diferentes vistas, la mayoría de ellas brindan un soporte limitado para el análisis automatizado de modelos, abordado en la categoría Herramientas de ingeniería empresarial de GERAM, principalmente debido a la falta de fundamentos formales en estas arquitecturas.

Dentro de varios marcos, se han desarrollado métodos de análisis para vistas particulares, por ejemplo:

- técnicas de modelado orientadas a procesos para la vista de función [19].
- técnicas basadas en ABC para la vista orientada al desempeño [18].

Mucha menos atención se ha dedicado al análisis realizado a través de diferentes puntos de vista que permite investigar una influencia combinada de factores de diferentes puntos de vista sobre el comportamiento organizacional. En Dalal [6] se describe un marco integrado para el modelado de procesos y desempeño que incorpora parámetros contables en un enfoque de modelado de procesos formal basado en redes de Petri. Sin embargo, no se consideran aspectos clave como relaciones de autoridad, metas, comportamiento individual. Otro marco formal para el modelado de procesos de

negocio se describe en [13] centrándose en el modelado formal orientado a objetivos utilizando el cálculo de situación. El modelado y análisis de procesos y otros conceptos organizacionales no se abordan en detalle. En [5] se propone un marco formal para verificar modelos especificados en Unified Enterprise Modeling Language (UEML). Identifica una idea general para usar gráficos conceptuales para verificar modelos empresariales; sin embargo, no se proporcionan resultados técnicos ni experimentales.

Por lo general, los EIS se basan en especificaciones organizacionales predefinidas que guían o controlan los procesos realizados por los actores organizacionales. Para permitir el modelado y el análisis del comportamiento de los actores organizacionales en diferentes entornos organizacionales y ambientales, se debe recurrir a otro enfoque.

2.3 Sistemas multiagente (MAS) orientados a la organización.

Un agente es una pieza de software con la capacidad de percibir su entorno virtual o físico, razonar sobre su percepción de este entorno y actuar sobre el entorno. Las interacciones entre agentes a menudo tienen lugar en el contexto de ciertas estructuras organizacionales. Tales estructuras pueden estar diseñadas intencionalmente para hacer cumplir las reglas sobre el comportamiento de los agentes o emerger de patrones no aleatorios y repetidos de interacciones entre agentes. La estructura organizativa proporciona los medios para coordinar la ejecución de tareas en un MAS y para garantizar el logro de los objetivos de la organización.

En [11] se distinguen varios tipos de estructuras organizacionales que incluyen jerarquías, holarquías, coaliciones, equipos, congregaciones y federaciones, dotando a los agentes de diferentes grados de autonomía. Por lo general, el comportamiento de los agentes está restringido por un conjunto de normas definidas en diferentes niveles de agregación de la estructura organizacional. Se ha propuesto en la literatura muchos enfoques para modelar MAS normativos. A menudo, las estructuras organizacionales se especifican en términos de roles definidos como representaciones abstractas de conjuntos de funcionalidades realizadas por una organización. Además, en otros enfoques se modelan diversas estructuras organizacionales como roles.

Coutinho introduce ocho dimensiones para el modelado de organizaciones de agentes: estructuras de roles y grupos, estructuras de interacción lógica, estructuras de descomposición de objetivos o tareas, estructuras normativas, entorno, evolución organizacional, evaluación organizacional y ontologías. Para adoptar algún tipo de modelado deben considerarse en forma explícita todas estas dimensiones, aún con los problemas que surgen al incluir a la evolución organizacional, sin embargo, esta dimensión también puede ser modelada por los medios de modelado dinámico dentro del marco a utilizar. Pude mencionarse algunos modelos:

- La metodología GAIA [20] aborda dos fases de desarrollo: análisis y diseño. En la fase de análisis se identifican los roles y las relaciones entre ellos. Durante el diseño se especifican sociedades de agentes. GAIA no captura los aspectos internos de los agentes. La interacción de los agentes con el medio ambiente no se trata por separado.
- El modelo organizacional original de AGR [8] considera solo aspectos estructurales de las organizaciones. Cada modelo organizacional AGR comprende un conjunto de grupos interrelacionados que consisten en roles. AGR no impone restricciones en la arquitectura interna de los agentes.
- El meta-modelo MASQ (Sistema Multi-Agente basado en Cuadrantes) Ferber [8] propone una extensión del modelo AGR. Este modelo se basa en un marco de cuatro cuadrantes, donde el análisis y diseño del sistema se realiza a lo largo de dos dimensiones: una dimensión interior/exterior y una dimensión individual/colectiva. El marco propuesto aborda los cuatro

cuadrantes, incluidos los estados mentales de los agentes y su comportamiento observable externamente, el mundo físico y sus componentes, las normas sociales y las convenciones de interacción, el conocimiento compartido. Además, este marco proporciona una visión más refinada de cada cuadrante al distinguir tipos específicos de conceptos, estados y relaciones.

- MOISE [10] es un modelo organizativo que proporciona descripciones en tres niveles: el nivel individual de los agentes; el nivel agregado de grandes estructuras de agentes; el nivel de la sociedad de estructuración global y de interconexión entre agentes y estructuras. En Hubner [12], la metodología se amplía con aspectos funcionales como tareas, planes y restricciones en el comportamiento de un MAS.
- La metodología TROPOS [4] aborda tres fases de desarrollo de los MAS: análisis, diseño e implementación. Durante el análisis, se identifica una lista de requisitos funcionales y no funcionales para el sistema. Durante el diseño, se definen la estructura y el comportamiento de un sistema en términos de sus subsistemas relacionados a través de datos, control y otras dependencias. La fase de implementación mapea los modelos desde la fase de diseño al software por medio de Jack Intelligent Agents. Si bien TROPOS apunta principalmente a diseñar e implementar sistemas de múltiples agentes robustos y ordenados, el marco propuesto en este capítulo se puede utilizar para modelar y analizar tanto organizaciones artificiales de agentes como organizaciones humanas. Por lo tanto, muchos aspectos y relaciones inherentes a las organizaciones humanas no se utilizan en TROPOS, por ejemplo, relaciones de poder, modelado de flujo de trabajo.
- El marco OPERA [7] se centra en las normas sociales y define explícitamente las políticas de control para establecer y reforzar estas normas. El marco consta de tres componentes: el modelo organizativo que define la estructura de la sociedad, que consta de funciones e interacciones; el modelo social de asignación de roles a los agentes; y el modelo de interacción que describe las posibles interacciones entre agentes. Por lo tanto, el marco de OperA aborda tanto la estructura como la dinámica organizativa. La representación interna de los agentes no está claramente definida en este marco.

3 FUNDAMENTOS FORMALES DEL MARCO PROPUESTO

El marco propuesto presenta cuatro puntos de vista interrelacionados:

- El orientado al desempeño
- El orientado al proceso
- El orientado a la organización
- El orientado al agente.

La lógica de predicados ordenados de primer orden sirve como base formal para definir lenguajes de modelado dedicados para cada vista. Estos lenguajes proporcionan una alta expresividad para conceptualizar una variedad de conceptos y relaciones utilizando géneros, constantes ordenadas, variables, funciones y predicados. Además, estos lenguajes permiten expresar aspectos tanto cuantitativos como cualitativos de diferentes puntos de vista.

3.1 Modelado mediante el Lenguaje de Seguimiento Temporal (TTL).

Para expresar las relaciones temporales en las especificaciones de las vistas, los lenguajes dedicados de las vistas están integrados en el lenguaje de seguimiento temporal (TTL) [17], una variante de la lógica de predicados ordenados. En TTL, la dinámica organizacional está representada por un rastro, es decir, una secuencia de estados ordenados temporalmente. Cada estado se caracteriza por un punto de tiempo

único y un conjunto de propiedades de estado, las propiedades del estado se especifican utilizando idiomas dedicados de las vistas. En TTL, las fórmulas del lenguaje estatual se utilizan como objetos.

Para habilitar el razonamiento dinámico, TTL incluye clasificaciones especiales:

- TIME: conjunto de puntos de tiempo ordenados linealmente.
- STATE: conjunto de todos los nombres de estado de una organización.
- TRACE: conjunto de todos los nombres de seguimiento.
- STATPROP: conjunto de todos nombres de propiedades estatuales.

Un estado para una organización se describe mediante un símbolo de la función de estado del tipo

TRACE x TIME → STATE.

El conjunto de fórmulas TTL bien formadas se define inductivamente de manera estándar utilizando conectores y cuantificadores proposicionales booleanos. TTL tiene la semántica de la lógica de predicados ordenados por orden. En Sharpanskykh [17] se proporciona una especificación más detallada de la sintaxis y la semántica del TTL. Se puede identificar un conjunto de restricciones estructurales y de comportamiento impuestas sobre las especificaciones organizacionales. Formalmente, este conjunto está representado por una teoría lógica que consiste en fórmulas construidas en la lógica estándar de predicados a partir de los términos del lenguaje dedicado de las vistas y de TTL si se requieren relaciones temporales. Una especificación es correcta si la teoría correspondiente se satisface con esta especificación, es decir, todas las oraciones en teoría son verdaderas en las estructuras lógicas correspondientes a la especificación.

Las restricciones se dividen en dos grupos: genéricas y específicas del dominio. Las restricciones genéricas definen las restricciones generales para una vista o la especificación completa que debe cumplir la especificación de cada organización. Se consideran dos tipos de restricciones genéricas. Las restricciones de coherencia e integridad estructural se basan en las reglas de composición de la especificación. Las restricciones impuestas por el mundo real no están dictadas por el marco sino por las reglas del mundo real que hacen que ciertas situaciones sean imposibles, por ejemplo: un agente no puede estar en dos ubicaciones físicas diferentes al mismo tiempo. El conjunto de restricciones genéricas está predefinido y se puede reutilizar para cada especificación.

Las restricciones específicas del dominio están dictadas por el dominio de la aplicación y el diseñador puede agregarlas o modificarlas. Expresan hechos y restricciones válidos en el dominio de aplicación particular pero no necesariamente en otros dominios. Las restricciones específicas del dominio pueden ser impuestas por la propia organización, partes externas, por ejemplo: el gobierno, la sociedad u otras empresas. Las restricciones específicas del dominio pueden o no ser directamente reutilizables para otras empresas en el mismo u otros dominios. Para respaldar el proceso de diseño de dichas restricciones, se pueden proporcionar plantillas con parámetros que el diseñador pueda personalizar.

3.2 Aplicación del TTL

Entre los antecedentes de la aplicación de este marco que puede citarse el modelado y análisis de una organización desde el dominio de la seguridad dentro del proyecto Cybernetic Incident Management (<http://www.almende.com/cim/>). Esta organización tiene muchas características de una organización mecanicista, como ser puestos de trabajo vinculados jerárquicamente con responsabilidades claras que utilizan tecnología estándar bien entendida. Los documentos formales de la organización brindan diversos detalles sobre la estructura y dinámica de la organización, los cuales necesitan ser representados formalmente en un modelo factible de la organización. En particular, se consideraron los siguientes aspectos: indicadores de desempeño (PI) y metas; procesos, recursos y flujos de procesos;

roles y diferentes tipos de relaciones: interacción, poder etc.; características y comportamiento de los agentes organizacionales asignados a distintos roles. Además, también se modeló las relaciones entre diferentes aspectos del proyecto, por ejemplo, entre tareas y objetivos, y entre roles y agentes. La difusión detallada de esta metodología utilizada permite ilustrar la aplicación del marco propuesto a partir de un caso real creando especificaciones formales para aspectos particulares de la organización y como estas especificaciones pueden utilizarse para realizar análisis automatizados.

El objetivo principal de la organización en cuestión es prestar servicios de seguridad vigilancia, consultoría, formación, etc. La organización tiene una estructura multinivel bien definida que comprende dos divisiones en varias áreas. La empresa emplea aproximadamente a 230.000 personas con descripciones de puestos predefinidas. El proceso de planificación consiste en una planificación prospectiva a largo plazo y una planificación a corto plazo. La planificación prospectiva es el proceso de creación, análisis y optimización de planes prospectivos para la asignación de agentes de seguridad dentro de la organización en función de los contratos de los clientes. Lo realiza un equipo de planificadores del grupo de planificación anticipada bajo la supervisión del Gerente de Planificación. El grupo de planificación anticipada está centralizado para la organización como parte del departamento de Soporte de operaciones y reporta al Gerente de soporte de operaciones. Durante la planificación a corto plazo, se crean y actualizan planes que describen la asignación de agentes de seguridad dentro de un área determinada durante una semana, según el plan a futuro y la información actualizada. También como parte de la planificación a corto plazo, se crean planes diarios de corto plazo e información procedente de los empleados de seguridad sobre su disponibilidad y otros cambios a través de formularios de cambio de datos. Para cada área, la planificación a corto plazo la realiza un equipo de planificación del área dirigido por su Jefe de Equipo. Durante la planificación a corto plazo, los planificadores pueden obtener supervisión, asesoramiento o información de los planificadores, según las circunstancias específicas. Los planificadores también se comunican con el Jefe de Unidad del área, quien está a cargo de los empleados de seguridad dentro de esta área, se encarga de recolectar y procesar los formularios de cambio de datos y supervisa la ejecución de los planes diarios. En ambos tipos de planificación, se utilizan recursos que incluyen: la base de datos del personal de la empresa, contratos de clientes, formularios de cambio de datos, planes y otros recursos electrónicos o en papel. Otras actividades de los planificadores incluyen la presentación de informes al equipo de gestión, la formación para mejorar las calificaciones, las evaluaciones, etc.

4 MODELADO

De las vistas que se incluyen dentro del marco propuesto, tres de ellos están orientadas a procesos, al desempeño y a la organización; estos tienen carácter prescriptivo y definen el comportamiento deseado de la organización. La cuarta vista está orientada a los agentes y es la que describe e integra a los agentes en el marco. La vista orientada a procesos describe jerarquías estáticas de tareas y recursos organizacionales, así como los flujos de procesos o flujos de trabajo y relaciones entre estas estructuras. La vista orientada al desempeño define las jerarquías de objetivos de la organización, los PI relevantes y sus relaciones. Dentro de la visión orientada a la organización, se definen los roles organizacionales, su interacción, autoridad, responsabilidad y relaciones de poder. En la vista orientada a agentes, se identifican diferentes tipos de agentes con sus capacidades y se formulan principios para asignar agentes a roles. Las cuatro vistas están conectadas a través de relaciones. Cada vista y las relaciones entre las vistas son en detalle las siguientes

4.1 Vista orientada al proceso.

La vista orientada a procesos contiene información sobre las funciones de la organización, cómo se relacionan, ordenan y sincronizan y los recursos que utilizan y producen. Los principales conceptos son:

- Tarea
- Proceso
- Flujo de trabajo
- Recurso
- Tipo de recurso

Estas, junto con las relaciones entre ellos, se pueden especificar mediante un lenguaje formal como el LPR [17]. Una tarea representa una función realizada en la organización y se caracteriza por nombre, duración_máxima y duración_mínima. La Tabla 7 brinda ejemplos de tareas consideradas en el estudio de caso relacionadas con la planificación de la asignación de oficiales de seguridad a las ubicaciones. Las tareas se extrajeron de los documentos disponibles de la empresa sobre procedimientos y descripciones de puestos. La columna 1 contiene los números de identificación asignados a las tareas para referencia. La columna 2 contiene los nombres de las tareas que reflejan su contenido. Las columnas 3 y 4 enumeran los recursos utilizados y producidos por las tareas. Las tareas pueden variar de muy generales a muy específicas. Las tareas generales se pueden descomponer en otras más específicas utilizando relaciones AND y OR que forman jerarquías, estas se muestran en la figura 1 en la que las relaciones se han refinado. Los números corresponden a la columna 1 de la Tabla 1, se reflejan la posición de la tarea en la jerarquía.

Tabla 1. Tareas que se desarrollan

Number	Name	Uses resource types	Produces res. types
4	planning		
4.1	process_new_data_change_forms	data change forms	analysis results of data change forms
4.2	create_and_inform_correct_and_optimized_shortterm_plan		
4.2.1	create_shortterm_plan		
4.2.1.1	shortterm_plan_creation_discussion	forward plan	information about a decision on assignment of a task of creating a short-term plan
4.2.1.2	estimate_human_capacity_per_location	forward plan, personnel data, customer order details, analysis results of daily change forms	data about available and required human capacity per location
4.2.1.3	assign_officers_to_tasks	forward plan, personnel data, the short-term planning procedure, data about available and required human capacity per location	information about the assignment of security officers
4.2.1.4	input_planning_data	planning software handbooks, the short-term planning procedure, information about the assignment of security officers	short-term plan for next month
4.2.2	check_and_improve_shortterm_plan	short-term plan for next month, the short-term planning procedure	correct short-term plan for next month
4.2.3	optimize_shortterm_plan	correct short-term plan for next month	correct optimized short-term plan for next month
4.2.4	inform_all_concerned_about_shortterm_plan	correct optimized short-term plan for next month	correct optimized short-term plan for next month
4.3	create_and_inform_daily_plan		

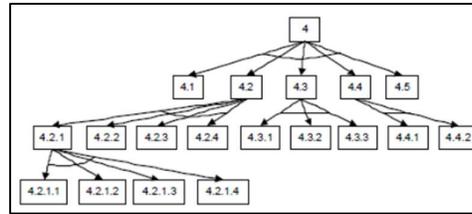


Figura 1. Jerarquía de las tareas

Cada tarea se puede instanciar en uno o más procesos en un flujo de trabajo. Un flujo de trabajo se define por un conjunto de procesos parcialmente ordenados temporalmente. Cada proceso, excepto los especiales de duración cero que se presentan a continuación, se define utilizando una tarea como plantilla y todas las características de la tarea son heredadas por el proceso. Las decisiones también se tratan como procesos que están asociados con variables de decisión que toman como posibles valores los posibles resultados de la decisión.

El flujo de trabajo definido a partir de la jerarquía de tareas comienza con el proceso BEGIN y termina con el proceso END; ambos de duración cero. El orden (parcial) de ejecución de los procesos en el flujo de trabajo se define mediante relaciones de secuenciación, ramificación, bucle y sincronización. Para cada estructura or se define una condición para determinar qué ramas de la estructura or comenzarán. Las relaciones de bucle se definen sobre estructuras de bucle con condiciones que realizan los patrones de ciclo de Van der Aalst [19]. Los procesos y las relaciones entre ellos, expresados en LPR, se pueden visualizar parcialmente en las Figuras 2 y 3 en diferentes niveles de abstracción, desde un nivel muy alto o agregado hasta un nivel muy detallado y específico. Los niveles detallados de abstracción se logran refinando los procesos en otros más específicos utilizando las relaciones de refinamiento en las jerarquías de tareas correspondientes. Dentro del estudio de caso, la figura 39 presenta el flujo de trabajo que tiene una vista agregada de los procesos de los planificadores diarios realizados durante un período de contrato. La Figura 3(a) toma una vista agregada de la planificación del proceso, mientras que la Figura 3(b) proporciona detalles más específicos de este proceso al refinar algunos de los procesos

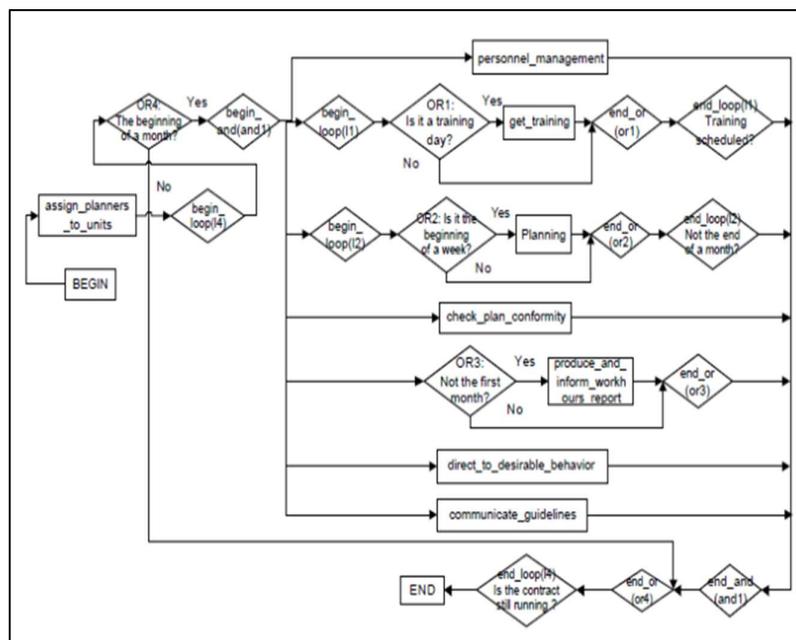


Figura 2. Flujo de trabajo. Vista agregada

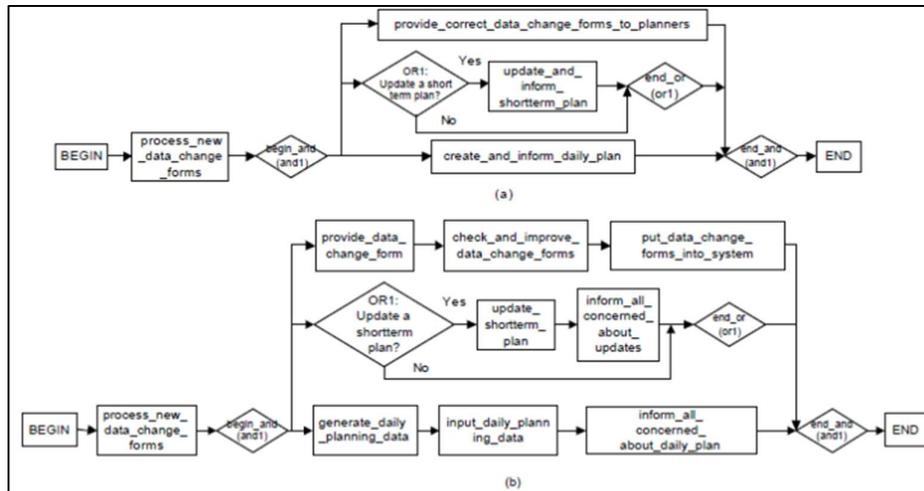


Figura 3. Flujo de trabajo. Vistas desagregadas

Las tareas utilizan, consumen o producen recursos de diferente tipo. Los tipos de recursos representan herramientas, suministros, componentes, datos, etc. y se caracterizan por nombre, categoría discreta, continua, que es la duración del intervalo de tiempo en el que se puede utilizar un tipo de recurso. Los tipos de recursos a veces se pueden descomponer formando jerarquías de recursos, por ejemplo: una base de datos puede constar de varias tablas de datos que contienen información diferente que puede ser utilizada por separado por diferentes tareas, mientras que otras tareas pueden requerir toda la base de datos. Un tipo de recurso puede tener una función diferente de los tipos de recursos en su descomposición, ppor ejemplo: un automóvil tiene un propósito diferente de cada uno de sus componentes.

Los recursos son instancias de tipos de recursos y heredan sus características, teniendo, además, nombre y cantidad. Los recursos son utilizados, consumidos o producidos por procesos en el flujo de trabajo. Varios procesos del mismo tipo de recurso pueden ser producidos por diferentes procesos y se diferencian por sus nombres. Algunos recursos pueden ser compartidos, utilizados simultáneamente, por un conjunto de procesos, por ejemplo, instalaciones de almacenamiento, vehículos de transporte. Se pueden definir conjuntos de procesos que pueden compartir recursos específicos. La representación de recursos compartidos que se muestra difiere de otras propuestas, como la de Barkaoui y Petrucci [2] en varios aspectos:

- La cantidad de recursos compartidos es utilizada por procesos simultáneamente.
- Se pueden definir conjuntos alternativos de procesos que pueden compartir un recurso.
- Se pueden compartir simultáneamente diferentes cantidades de un recurso.
- Se pueden definir condiciones específicas (requisitos) para compartir recursos.

En el ejemplo que se utiliza, se puede compartir un plan a corto plazo entre las tareas también se identificaron varios tipos de recursos, algunos enumerados en la Tabla 1 en relación con las tareas de nivel más bajo. La mayoría de los recursos identificados son discretos como: un plan a futuro, formularios de cambio de datos o detalles de pedidos de clientes. Los recursos usados, consumidos o producidos por una tarea de nivel superior comprenden los recursos usados, consumidos o producidos por las tareas de nivel inferior en su refinamiento.

A veces es importante monitorear dónde están los recursos en ciertos puntos de tiempo, para lo cual se usa el concepto de ubicación, por ejemplo representando las instalaciones de almacenamiento

disponibles. Los procesos pueden agregar o eliminar recursos de ciertos tipos de ubicaciones, que se pueden especificar mediante predicados del lenguaje LPR como ser: PROCESS, RESOURCE_TYPE, o LOCATION. Las restricciones genéricas para esta vista incluyen restricciones estructurales sobre la corrección de los flujos de trabajo, las jerarquías de tareas y recursos y las restricciones del mundo físico. Para las jerarquías, se debe mantener la consistencia asegurándose de que se cumpla el conjunto de restricciones entre niveles. También se puede instanciar para un plan a corto plazo y para un plan a futuro, así como para otros recursos que no estén directamente relacionados con la planificación.

4.2 Vista orientada al rendimiento

Las nociones centrales en la visión orientada al desempeño son la meta y el PI. Muchas organizaciones hoy en día establecen objetivos a alcanzar que reflejan diferentes aspectos del desempeño organizacional. Los objetivos se evalúan monitoreando y analizando los PI relacionados. Tradicionalmente, solo se consideraban PI numéricos, generalmente financieros como costos, ganancias, número de clientes; sin embargo, hoy en día se considera importante monitorear también indicadores como la satisfacción del cliente, la motivación de los empleados, que son cualitativos y difíciles de evaluar. El modelado de objetivos está respaldado en diversos grados por una serie de marcos existentes en el modelado empresarial. Sin embargo, el concepto de PI ha estado subrepresentado en la literatura. Este enfoque difiere en la representación explícita de los PI, el vínculo entre una meta y el PI que mide su satisfacción y las relaciones entre los PI que pueden usarse para razonar en la fase de diseño. Aquí se definen los conceptos de la vista orientada al rendimiento. Un PI es un indicador cuantitativo o cualitativo que refleja el estado o progreso de la empresa, unidad o individuo. Las características de un PI incluyen:

- Nombre
- Definición
- Tipo (continuo, discreto)
- Unidad de medida
- La duración del intervalo de tiempo para el que se evaluará
- Escala de medición
- Valor mínimo
- Valor máximo
- Fuente interna o externa para obtener la PI
- Propietario o agente que mide o describe)
- Umbral de los cambios en el valor del PI
- Dureza, no directamente medible o medible

Los PI se pueden relacionar a través de varias relaciones. En el marco propuesto en el ejemplo se consideran los siguientes:

- Influencia causal positiva o negativa de un PI sobre otro.
- Correlación positiva/negativa entre PI.
- Agregación, si dos PI expresan la misma medida en diferentes niveles.

Al decidir si una influencia causal es fuerte o no, se utiliza la característica de umbral de los PI. Si se observa un cambio por encima del umbral, la relación se considera fuerte. Las relaciones se pueden identificar usando documentos de la empresa, conocimiento del dominio, inferencia de relaciones conocidas, técnicas estadísticas o de minería de datos, conocimiento de otras estructuras del marco. Usando estas relaciones, se puede construir una estructura gráfica de PI. Para la estructura de PI del

ejemplo que se está utilizando se puede obtener una descripción gráfica [17], que permite ver con más detalles los PI.

Según cuales sean los PI, sus expresiones se pueden definir como declaraciones matemáticas sobre los PI que se pueden evaluar en un valor numérico, cualitativo o booleano, estas expresiones se utilizan para definir patrones de objetivos. El tipo de un patrón de objetivo indica la forma en que se verifica su propiedad: logrado o cesado; verdadero o falso: para un punto de tiempo específico; mantenido o evitado); optimizado: si el valor de la expresión PI ha aumentado, disminuido o se ha acercado a un valor objetivo para un intervalo determinado. Algunos de los posibles patrones de objetivos que se pueden definir en los PI y las expresiones de PI anteriores.

Las metas son objetivos que describen un estado o desarrollo deseado y se definen agregando a los patrones de metas información sobre conveniencia y prioridad. Las características de los objetivos incluyen:

- Nombre
- Definición
- Prioridad
- Objetivo de logro logrado o cesado, que debe evaluarse para un punto de tiempo
- Objetivo de desarrollo mantenido, evitado u optimizado, que debe evaluarse para un intervalo de tiempo
- Horizonte o momento en que debe cumplirse el objetivo
- Propiedad organizacional o individual
- Perspectiva para los objetivos de la organización
- Dureza dura o suave de la satisfacción
- Grados de satisfacción débil, fuerte o negable
- Negociabilidad es el objetivo negociable ante conflictos con otros objetivos

Los objetivos pueden refinarse mediante subobjetivos formando jerarquías. La información sobre la satisfacción de los objetivos de nivel inferior se puede propagar para determinar la satisfacción de los objetivos de nivel superior. Un objetivo se puede refinar en una o más listas alternativas de objetivos de tipo AND o de tipo equilibrado de descomposición más precisa inspirada en la función de promedio ponderado. Para cada tipo, se definen reglas de propagación específicas para determinar el valor de satisfacción o el nivel de satisfacción del objetivo de nivel superior. La Figura 5 muestra la jerarquía de metas para la planificación a corto plazo y hacia adelante en el ejemplo que se utiliza.

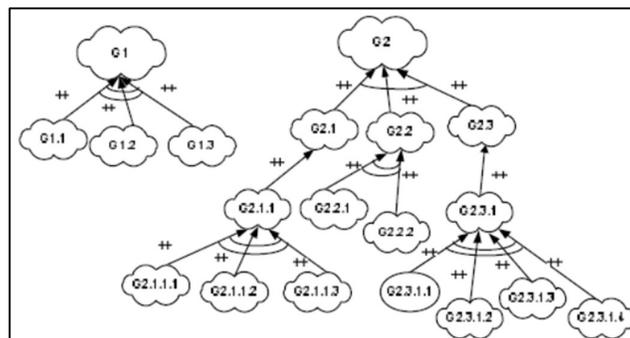


Figura 5. Jerarquías de las metas de la planificación

4.3 Vista orientada a la organización

En la vista orientada a la organización, las organizaciones se modelan como roles compuestos que se pueden refinar en roles simples o compuestos, que representan tantos niveles de agregación como sea necesario. Las estructuras de funciones refinadas corresponden a diferentes tipos de estructuras organizativas, por ejemplo, grupos, unidades o departamentos. La vista proporciona medios para estructurar y organizar roles al definir la interacción y las relaciones de poder en ellos. Primero, se discuten las relaciones de interacción, donde cada rol tiene una interfaz de entrada y otra de salida, para interactuar con otros roles y el entorno. Las interfaces de roles se describen en términos de ontologías de interacción, o de entrada y salida, en firmas especificadas en lógica ordenada. En términos generales, una ontología de entrada determina qué información se permite transferir a la entrada de un rol o entorno, y una ontología de salida predice qué información se puede generar en la salida de un rol o un entorno. Para especificar un tipo de interacción, por ejemplo una comunicación, las ontologías de ambos roles que interactúan y que son: el rol fuente de la interacción y el rol de destino de la interacción, estas deben incluir el predicado:

comunicar desde el rol R1 al rol R2: forma de transmitir < el mensaje >

donde la forma de transmitir puede ser un acto del habla, por ejemplo: informar, solicitar o preguntar; y el mensaje es el contenido.

Los roles del mismo nivel de agregación, que pueden interactuar, están conectados por un enlace de interacción que indica la dirección de la interacción. Para representar la transición de información entre roles de dos niveles de agregación adyacentes, por ejemplo entre un rol que representa un departamento y un rol que pertenece a este departamento, se utilizan enlaces entre niveles. En forma gráfica se puede proporcionar las relaciones de comunicación entre los roles de la organización en cuestión. Estas relaciones corresponden a los canales de comunicación que existen, como los especificados explícitamente, en la organización y pueden ser utilizados en diferentes escenarios organizacionales. En la figura 6 se muestra las relaciones de interacción entre los roles en la organización en el primer nivel de agregación.

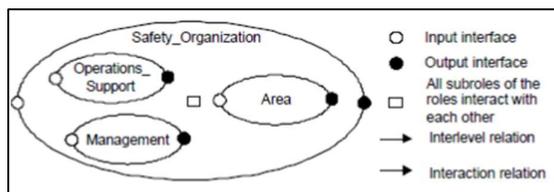


Figura 6. Interacción entre distintos roles de la Organización

En la Figura 7 se presentan las relaciones dentro de:

- El rol de Área
- El rol de Apoyo a Operaciones
- Los roles Planificación_delantera
- Los roles de Planificación de equipos

Mediante el uso de diferentes niveles de abstracción, se logra la escalabilidad de la representación gráfica. La representación del entorno puede variar en las especificaciones organizativas. Puede definirse por un conjunto de objetos con ciertas propiedades y estados y por relaciones causales entre

objetos. En otros casos, la dinámica del entorno se describe mediante procesos y tendencias de alto nivel, por ejemplo: cambios en la situación del mercado o oscilaciones ambientales naturales.

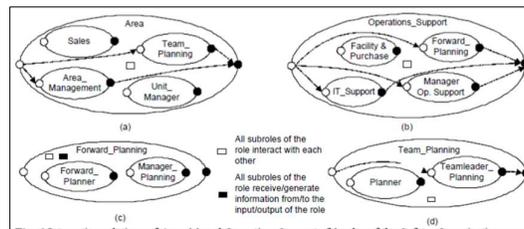


Figura 7. Relaciones entre los distintos roles de la Organización

En la Figura 8 se muestra las relaciones de interacción en el nivel generalizado representan plantillas que se pueden instanciar para un caso particular. Por ejemplo, los documentos de la organización del ejemplo que se trata definen patrones estándar de interacción entre los roles de Forward_Planner y Manager_Planning que se pueden modelar en el nivel generalizado. Sin embargo, para un análisis más detallado de la dinámica organizacional, se necesita una representación más específica que defina las relaciones de interacción entre las instancias de roles particulares del rol Forward_Planner, por ejemplo de diferentes equipos de planificación.

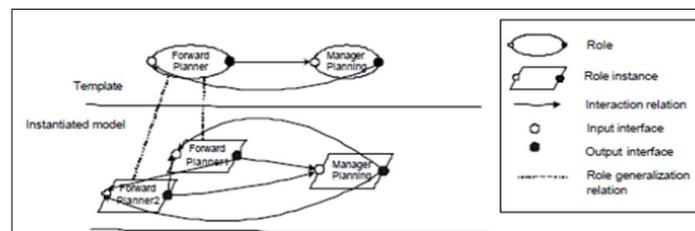


Figura 8. Relaciones entre los distintos roles a nivel agregado

4.4 Vista orientada a los agentes

Este tratamiento de la interacción de agentes difiere del enfoque de diseño de interacción de agentes descrito por Cheong y Winikoff. [18] donde los objetivos de interacción que se definen para los agentes, se pueden lograr mediante la realización de actos de interacción. En este marco presentado, los objetivos están relacionados con las relaciones de interacción a través de procesos que requieren esta interacción. En general, la eficiencia de la asignación de un agente a un rol depende de qué tan bien se ajusten las características del agente a los requisitos del rol. Sin embargo, las organizaciones modernas implementan principios de asignación muy diversos, por ejemplo basados en la igualdad, la antigüedad o el estímulo de jóvenes. Dichos principios pueden formalizarse como políticas de asignación que comprenden propiedades TTL.

Para modelar la dinámica de un agente en el contexto organizacional, se consideran los aspectos intencionales y motivacionales del agente. En las ciencias sociales modernas, el comportamiento de los individuos se considera impulsado por objetivos. Se reconoce que las metas de alto nivel de los individuos dependen de sus necesidades. Actualmente se identifica la siguiente división de necesidades en las ciencias sociales: necesidades extrínsecas asociadas con el confort biológico y las recompensas materiales; necesidades de interacción social que se refieren al deseo de aprobación social, afiliación y

compañerismo; necesidades intrínsecas que se refieren a los deseos de autodesarrollo, autorrealización y desafío.

En las organizaciones modernas, cuando se asigna un rol a un individuo, la identificación de sus metas específicas de nivel inferior se realiza en cooperación con un representante gerencial de la organización. Durante este proceso, los objetivos de alto nivel, basados en las necesidades del agente, se refinan en objetivos más específicos alineados con los objetivos de la organización utilizando relaciones AND y OR. A menudo se distinguen dos tipos de dichas metas: metas de desarrollo o aprendizaje y de desempeño. Los objetivos de desarrollo reflejan los deseos de los agentes de obtener ciertos conocimientos o algunas habilidades que también son útiles para la organización. Los objetivos de rendimiento generalmente se refieren a la eficacia y eficiencia de la ejecución de las tareas ya asignadas al agente. Tanto los objetivos de desarrollo como los de rendimiento se formalizan usando el lenguaje de la vista orientada al rendimiento y pueden cambiar con el tiempo.

La motivación de los agentes para realizar ciertas tareas es importante para asegurar la satisfacción de los objetivos tanto individuales como organizacionales relacionados directa o indirectamente con estas tareas. Por lo tanto, el aspecto motivacional del comportamiento del agente debe estar representado explícitamente en los modelos.

La mayor motivación la demuestra un agente mediante acciones, por ejemplo, la ejecución de tareas organizacionales, que significativamente contribuyen a la satisfacción de sus objetivos principales. Para razonar sobre la motivación y el comportamiento laboral de los agentes se utiliza la versión de Vroom de la teoría de la expectativa [15] que establece dependencias causales entre una serie de parámetros individuales, organizacionales y ambientales y la motivación del agente para realizar ciertas acciones o procesos. La teoría de las expectativas es una de las pocas teorías de la organización que puede hacerse operativa y utilizarse para la simulación.

El marco no se adhiere a una arquitectura de agente particular y en el caso general, la dinámica de un agente puede especificarse mediante propiedades dinámicas expresadas en TTL. Además, se pueden representar las arquitecturas de modelado de agentes existentes utilizando TTL.

Esto, a diferencia de los otros tres puntos de vista que son prescriptivos, se orienta al agente, y tiene un carácter descriptivo. Por lo tanto, no se pueden definir restricciones específicas para esta vista. Sin embargo, es posible definir restricciones que involucren la vista orientada al agente y una o más vistas. Por ejemplo, una restricción entre las vistas orientadas a los agentes, orientadas a los procesos y orientadas a la organización puede ser la siguiente:

“Cada agente reclutado que no haya desempeñado un rol en la organización en el pasado debe asistir a un evento de inducción corporativa dentro de tres meses de iniciado”.

4.5 Relaciones entre las vistas

Las vistas del marco están conectadas entre sí a través de relaciones entre sus conceptos, por ejemplo los roles están comprometidos con los objetivos de la organización y los agentes pueden estar comprometidos con los objetivos individuales o de la organización. Los objetivos deben ser realizables por tareas definidas en la vista orientada a procesos, que están representadas o instanciadas por procesos en el flujo de trabajo. Los PI miden aspectos de la ejecución de procesos, como ser: duración, salida, precisión, corrección, etc., y pueden tener la propiedad de reflejar el desempeño de roles y agentes. Dado que los roles en la vista orientada a la organización se pueden especificar en diferentes niveles de agregación, un PI puede ser propiedad de un solo empleado, un grupo o equipo o incluso de toda la organización.

Los objetivos de nivel superior suelen ser más abstractos. A través del refinamiento, se formulan objetivos más específicos, más fáciles de evaluar. Además, a menudo los objetivos de nivel superior son objetivos estratégicos a largo plazo, mientras que sus objetivos secundarios son objetivos tácticos u operativos a corto plazo. Los niveles de las jerarquías deben ser objetivos formulados de modo que los PI correspondientes puedan asociarse claramente con los procesos en el flujo de trabajo. De esta forma se puede evaluar la satisfacción de cada objetivo en las jerarquías.

También en la etapa anterior del proceso de diseño se identifican una o más tareas generales respondiendo a la pregunta: ¿qué debe hacer la organización? Para identificar estas tareas a veces solo se consideran los objetivos definidos. Sin embargo, cuando los agentes involucrados son solo parcialmente conocidos, la definición de tareas también puede basarse en las habilidades y experiencia disponibles. Estas tareas se refinan en jerarquías de tareas. Se identifican los tipos de recursos utilizados o producidos que también pueden formar jerarquías. Según las tareas, los procesos se definen y organizan en flujos de trabajo posiblemente en diferentes niveles de abstracción. El nivel de elaboración de estas estructuras puede depender del tipo de organización. En las organizaciones mecanicistas, los procedimientos se prescriben con un alto grado de detalle, lo que da como resultado estructuras elaboradas refinadas a tareas y procesos simples. En las organizaciones orgánicas, por ejemplo, las adhocracias, los procedimientos se describen en un nivel más alto de abstracción, lo que deja a los agentes más libertad para elegir cómo realizarlos, esto da como resultado jerarquías de tareas poco profundas y flujos de trabajo menos elaborados.

El proceso de diseño puede seguir diferentes caminos a través de las vistas y los conceptos, pero se pueden formular varias pautas generales. Cuando un objetivo definido de manera informal se formaliza y se hace más preciso, esto debería reflejarse en la estructura del PI, lo que a menudo significa definir un nuevo PI o revisar uno existente. Un cambio en la jerarquía de objetivos también debe reflejarse en la jerarquía de tareas mediante la identificación de tareas nuevas o existentes que puedan realizar los objetivos nuevos o revisados. Un cambio en la jerarquía de tareas a menudo genera cambios en el diseño del flujo de trabajo actual. Agregar o revisar procesos en el flujo de trabajo puede dar lugar a nuevos PI para monitorear. Cuando se propone un PI se debe decidir su nivel de importancia para entender si se debe formular una nueva meta en base a él.

Las relaciones de poder y autoridad entre los roles definidos generalmente se asignan en las etapas posteriores del diseño. Sin embargo, se pueden predefinir y comprometer diferentes esquemas generales en las primeras etapas, así como dejar los detalles para más adelante. Dichos esquemas reflejan diferentes tipos de organizaciones identificadas en la teoría organizacional tales como: organizaciones jerárquicas, planas o basadas en equipos que difieren en la forma en que el poder es distribuido, otorgado o aceptado por los roles de los agentes.

La elección del esquema debe basarse en un análisis del entorno en el que debe operar la organización. Por ejemplo, un entorno relativamente estable tolera una estructura jerárquica bien definida que permite una mayor eficiencia. Un entorno cambiante puede ser abordado por una estructura más ligera, flexible y dinámica adaptable a los cambios. El entorno en el que operará la organización debe tenerse en cuenta en cada paso del diseño y en cada vista del marco.

A veces, en lugar de diseñar una organización desde cero, se crea una especificación de una existente. Aquí se utiliza una amplia gama de documentos internos o externos, por ejemplo, políticas de la empresa, descripciones de puestos, declaración de misión, descripciones de procedimientos o leyes. Sin embargo, incluso la documentación más rica deja cierta información sin especificar, por lo que es esencial involucrar a expertos y administradores del dominio.

5.2 El proceso de especificación para el ejemplo propuesto.

La especificación de la organización en el ejemplo que se analiza está diseñada en base a las descripciones de los trabajos existentes para los empleados y los documentos que describen la misión, los objetivos, la estructura y los procedimientos de la empresa. El proceso se inició con la definición de los roles involucrados, su descomposición y el esquema general de las relaciones de autoridad y poder en la organización. Para cada función, sus tareas principales se definen en las descripciones de puestos. Estos se utilizaron como base para la construcción de las jerarquías de tareas. Las tareas predefinidas fueron formalizadas y refinadas o agregadas donde fue necesario introduciendo nuevas tareas en los niveles inferiores o superiores de las jerarquías. Utilizando las tareas de nivel más bajo y la documentación sobre los procedimientos de la empresa, se definieron los procesos en el flujo de trabajo y sus relaciones. Los procedimientos de la empresa sobre algunos aspectos de la organización están relativamente bien documentados, como la ruta de un contrato de cliente, sin embargo, otros están escasamente documentados, por ejemplo: formación, evaluación y contratación. Allí se utilizaron principalmente las descripciones de puestos de los empleados. Junto con las tareas y procesos, se identificaron los tipos de recursos relevantes y los recursos que en su mayoría describen planes a futuro, a corto plazo y diarios y varios datos provenientes de los sistemas de información de la empresa, formularios de cambio de datos, varios informes y resúmenes para el equipo de gestión.

Paralelamente a la especificación de la vista orientada al proceso, también se especificó la vista orientada al rendimiento. Aquí, se utilizaron los documentos sobre la misión y los objetivos generales de la empresa, así como las descripciones de puestos donde se definen algunas medidas de desempeño y objetivos para los roles individuales. La declaración de la misión y los objetivos de la empresa se definieron con un nivel de abstracción muy alto utilizando nociones como la satisfacción del cliente, la motivación de los empleados, la eficiencia y la eficacia de las operaciones. Estos se utilizaron para definir los objetivos de más alto nivel en las jerarquías de objetivos. Mientras se perfeccionaron, reformularon y formalizaron los objetivos, se identificaron los PI relacionados. Por el contrario, los PI y los objetivos extraídos de las descripciones de puestos eran muy específicos, aunque incompletos. Se utilizaron para definir objetivos de nivel inferior. Cuando fue necesario, se insertaron metas intermedias para completar las estructuras de metas. Otros objetivos se basaron en declaraciones de varios documentos de la empresa que definen medidas de desempeño. Primero se definieron los PI, luego los objetivos relacionados. Cuando la columna vertebral de las vistas orientadas a procesos y orientadas al desempeño estuvo disponible, el proceso de relacionarlos comenzó asignando metas y PI a procesos y tareas.

Finalmente, se definieron y formalizaron las relaciones específicas de autoridad y poder a partir de las jerarquías de roles y tareas. También se definieron las ontologías de entrada y salida para los roles. Las descripciones de puestos proporcionan requisitos bien definidos para los agentes que desempeñan las funciones que se incorporaron en la especificación como capacidades requeridas para las funciones.

Las restricciones específicas del dominio se extrajeron de todos los documentos disponibles en varios pasos del proceso. La mayoría de ellos fueron impuestos por la organización para regular sus procedimientos internos y garantizar un alto nivel de servicio y comunicación con los clientes. Las restricciones específicas de dominio impuestas por el mundo físico faltaban en su mayoría en la documentación, ya que se consideraban obvias. Estos se agregaron en función del conocimiento del dominio.

6 ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS Y DINÁMICAS ORGANIZATIVAS

Siguiendo a Sharpanskykh [17], los fundamentos formales del marco propuesto permiten tres tipos de análisis automatizado:

- Verificación de consistencia de las especificaciones de cada vista, es decir, establecer la corrección con un conjunto de restricciones.
- Validación de especificaciones correctas por simulación.
- Análisis de ejecuciones reales de escenarios organizacionales basados en especificaciones.

En la visión orientada al desempeño, se ha definido un conjunto de restricciones y reglas de razonamiento que aseguran la consistencia de las estructuras de PI y metas. En la vista orientada a procesos, las restricciones de consistencia estructural se definen para los tres tipos de estructuras: flujo de trabajo, jerarquías de tareas y recursos. La verificación de estas restricciones está respaldada por herramientas automáticas. Las especificaciones del flujo de trabajo se pueden analizar en diferentes niveles de abstracción. La visión orientada a la organización identifica conjuntos de restricciones de coherencia genérica en las estructuras de interacción de los roles y en las relaciones formales de autoridad. Para verificar tales restricciones, tanto la estructura de interacción como la de autoridad se traducen a la representación gráfica, en la que cada vértice corresponde a un rol y cada borde corresponde a una relación de interacción/autoridad. Luego, usando algoritmos de la teoría de grafos se puede establecer la satisfacción de las restricciones. Las estructuras de la vista orientada a la organización también se pueden analizar en diferentes niveles de agregación.

Sobre la base de especificaciones correctas, se puede realizar una simulación en la que se asignan diferentes tipos de agentes, definidos utilizando los conceptos de la vista orientada al agente, a los roles de la organización. Al considerar diferentes escenarios de simulación del comportamiento organizacional, la validación de las especificaciones organizacionales se puede realizar utilizando la herramienta dedicada.

Para especificar modelos de simulación se utiliza un sublenguaje del TTL, el lenguaje temporal LEADSTO que permite modelar dependencias temporales directas entre propiedades de cada estado [17]. Una especificación de propiedades dinámicas en formato LEADSTO es ejecutable y, a menudo, puede representarse gráficamente con facilidad. La herramienta de simulación genera los resultados de la simulación en forma de traza. Las trazas se pueden utilizar para la validación de especificaciones mediante la comprobación de propiedades TTL dinámicas. Dada una traza y una propiedad formalizada como entrada, el software generará un resultado positivo o negativo.

Las especificaciones organizativas correctas se pueden utilizar para guiar y controlar la ejecución real de los procesos. Los datos de ejecución registrados por un EIS y estructurados en forma de traza pueden verificarse para verificar su conformidad con una organización formal mediante la especificación y el conjunto de restricciones. Para ello, la especificación de la organización formal se traduce en propiedades expresadas en el lenguaje de ejecución utilizado para la formalización de la traza. Estas propiedades se verifican en la traza utilizando el software TTL Checker. Además, el diseñador puede especificar propiedades adicionales para verificar.

Las trazas también se pueden utilizar para evaluar los PI asociados con los procesos ejecutados. Estos PI están relacionados con las hojas de la jerarquía de objetivos, por lo que se puede evaluar la satisfacción de estos objetivos. Los valores de satisfacción se propagan hacia arriba para establecer la satisfacción de los objetivos de nivel superior que determinan el rendimiento general de la organización.

7 CONCLUSIONES

La estructura organizacional de la empresa ha demostrado ser fundamental para enfrentar los cambios de su entorno económico y tecnológico, los primeros modelos de evaluación que se aplicaron se basaron en evaluaciones que no analizaron las estructuras de la organización, las cuales son las que potencian o dificultan su capacidad de adaptación a los desafíos de un cambio tecnológico cada vez más veloz y un entorno económico cada vez más cambiante.

Como alternativa a otras metodologías se ha descrito un marco formal para el modelado y análisis de organizaciones. El marco incluye una rica base ontológica que comprende conceptos y relaciones divididas en cuatro vistas dedicadas: vista orientada al proceso, orientada al desempeño, orientada a la organización y orientada al agente. El marco se puede utilizar para representar diferentes tipos de organizaciones, desde mecanicistas hasta orgánicas y permite definir diferentes tipos de restricciones utilizando los lenguajes formales dedicados de las vistas. Además, incorpora modelos de individuos basados en agentes basados en teorías sociales. A diferencia de muchas arquitecturas existentes, el marco propuesto permite realizar diferentes tipos de análisis automatizado de vistas particulares y entre vistas. Las especificaciones organizacionales se pueden representar y analizar en diferentes niveles de abstracción, lo que permite manejar una alta complejidad y aumenta la escalabilidad del modelado.

También permite la reutilización de varias maneras que acelera y facilita el proceso de modelado. Las bibliotecas de partes de estructuras que aparecen comúnmente, como jerarquías de objetivos y tareas, estructuras de PI, gráficos de flujo de trabajo, etc., se pueden reutilizar para organizaciones en dominios similares. La herramienta utilizada permite definir plantillas parametrizadas para fórmulas TTL que pueden ser instanciadas de diferentes maneras y que también pueden ser utilizadas como soporte para diseñadores no expertos en lógica. También, la aplicación del marco propuesto ha sido ilustrada por un ejemplo de una organización del dominio de la seguridad. Esto permite facilitar aún más el uso del marco en varios entornos organizacionales, para investigar cómo se puede facilitar y modelar el cambio organizacional. El cambio organizacional ejerce una gran presión y riesgo para una organización y sus empleados, frecuentemente no se alcanzan los resultados esperados, se exceden las limitaciones de presupuesto y tiempo; por ello las técnicas para hacer que el proceso sea más completo y proporcionar medios para el análisis de la nueva organización diseñada antes de que se realice la inversión principal pueden disminuir el riesgo y proporcionar una mejor oportunidad para el éxito.

Adicionalmente su uso permitiría definir plantillas para diferentes tipos de organizaciones que se pueden reutilizar y convertirse en la base de nuevas especificaciones. En aspectos específicos, como la estructura jerárquica, plana o basada en equipos se pueden predefinir hasta cierto punto, lo que le da al diseñador la oportunidad de personalizar la plantilla.

8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Burton, R.M., & Obel, B. (2004). Strategic Organizational Diagnosis and Design: Developing Theory for Application, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [2] Barkaoui, K., & Petrucci L. (1998). Structural analysis of workflow nets with shared resources. In W.M.P. van der Aalst, G. De Michelis, C.A. Ellis (Eds.), Workflow Management: Net-based Concepts, Models, Techniques and Tools (pp. 82–95). Lisbon: UNINOVA.

- [3] Bernus, P., Nemes, L., & Schmidt, G. (Eds.). (1998). Handbook on Architectures of Information Systems Heidelberg: Springer.
- [4] Bresciani, P., Giorgini, P., Giunchiglia, F., Mylopoulos, J., Perini, A. (2004). Tropos An Agent-Oriented Software Development Methodology. *Journal of Autonomous Agent and Multi-Agent Systems*, 8(3): 203-236.
- [5] Chapurlat, V., Kamsu-Foguem, B., & Prunet, F. (2006). A formal verification framework and associated tools for enterprise modeling: Application to UEML, *Computers in industry*, 57, 153-166.
- [6] Dalal, N., Kamath, M., Kolarik, W. & Sivaraman, E. (2004). Toward an integrated framework for modeling enterprise processes. *Communications of the ACM*, 47(3), 83-87.
- [7] Dignum, V. (2003). A model for organizational interaction: based on agents, founded in logic. Ph.D. Dissertation, Utrecht University.
- [8] Ferber, J., & Gutknecht, O. (1998). A meta-model for the analysis and design of organizations in multiagent systems. In Y. Demazeau (Ed.), *Proceedings of Third International Conference on Multi-Agent Systems* (pp. 128-135). IEEE Computer Society.
- [9] Fox, M., Barbuceanu, M., Gruninger, M., & Lin, J. (1997). An Organization Ontology for Enterprise Modelling. In M. Prietula, K. Carley, L. Gasser (Eds.), *Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups* (pp. 131-152). Menlo Park CA: AAAI/MIT Press.
- [10] Hannoun, M., Boissier, O., Sichman J.S., Sayettat, C. (2000). MOISE: An Organizational Model for Multi-agent Systems. In M.C. Monard, J.S. Sichman (Eds.), *Proceedings of the 7th Ibero-American Conference on AI: Advances in Artificial Intelligence, LNCS 1952* (pp. 156 - 165), Berlin: Springer.
- [11] Horling, B, & Lesser, V. (2005). A Survey of multi-agent organizational paradigms. *The Knowledge Engineering Review*, 19(4), 281-316.
- [12] Hubner, J.F., Sichman, J.S., & Boissier, O. (2002). MOISE+: towards a structural, functional and deontic model for MAS organization. In C. Castelfranchi, L. Johnson (Eds), *Proceedings of the 1st International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems* (pp. 501-502), ACM.
- [13] Koubarakis, M., & Plexousakis, D. (2002). A formal framework for business process modeling and design. *Information Systems*, 27(5), 299-319.
- [14] Mintzberg, H. (1979). *The Structuring of Organizations*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- [15] Pinder, C.C. (1998). *Work motivation in organizational behavior*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- [16] De Raad, B., & Perugini, M. (2002). *Big Five Assessment*. Hogrefe & Huber.
- [17] Sharpanskykh, A. (2008). *On Computer-Aided Methods for Modeling and Analysis of Organizations*. Ph.D. Dissertation, VU University Amsterdam.
- [18] Tham, K.D. (1999). *Representation and Reasoning About Costs Using Enterprise Models and ABC*, PhD Dissertation, Enterprise Integration Laboratory, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto.

- [19] Van der Aalst, W., ter Hofstede, A., Kiepuszewski, B., & Barros, A.P. (2003). Workflow patterns. *Distributed and Parallel Databases*, 14(3), 5-51.
- [20] Zambonelli, F., Jennings, N.R., & Wooldridge, M. (2003). Developing multiagent systems: the Gaia Methodology. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 12 (3): 317-370.