

Teorías y Modelos Conceptuales para un Diseño basado en Grupos

Miguel Gea, Fco Luis Gutiérrez, José Luis Garrido¹, José J. Cañas²
(1) Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
E.T.S. de Ingeniería Informática, Periodista Daniel Sucedo Aranda s/n,
{mgea, fgutierr, jgarrido}@ugr.es
(2) Dpto. Psicología Experimental. Grupo de Ergonomía cognitiva.
Facultad de Psicología. Campus de Cartuja
delgado@ugr.es
Universidad de Granada 18071, Granada, España

Palabras clave: CSCW, Diseño, UML.

Abstract. Los avances tecnológicos están provocando un cambio en el comportamiento social, avanzando hacia modelos de trabajo de computación ubicua y basado en grupo y organizaciones. Este cambio requiere de teorías que permitan describir sus peculiaridades y de modelos conceptuales que se puedan integrar en el proceso de desarrollo de Ingeniería del Software. En el artículo realizaremos una revisión de las teorías más relevantes y realizaremos una propuesta de modelo conceptual para el diseño basado en UML.

1. Introducción

A lo largo de las dos últimas décadas se ha producido un gran avance en el área de la interacción Persona Ordenador (IPO) debido a la necesidad de adaptar las máquinas y sistemas software a las necesidades, habilidades y preferencias de los usuarios que han ido incorporándose al uso del ordenador en todas las facetas desde la vida cotidiana (trabajo, ocio, información, etc.). En esa tendencia, se ha avanzado en la incorporación de nuevas técnicas de interacción más efectivas (manipulación directa), mejora de la usabilidad y accesibilidad (mediante guías de estilos), nuevos dispositivos, etc.

Los avances tecnológicos ofrecen modelos ubicuos de computación, con una mayor gama de posibilidades de interacción y comunicación, contrastando este hecho con la dificultad de diseñar tareas complejas de grupo a través de redes y la exploración de recursos de información compartidos [HOLL00]. Para ello, se necesita que en el propio proceso de desarrollo se tenga en cuenta a todos los niveles el factor humano y su contexto (organización).

A pesar de toda las aportaciones de la IPO, su influencia en la Ingeniería del Software ha sido más bien escasa, con limitadas aportaciones en las metodologías y en el proceso de desarrollo del software. Así por ejemplo, en [PRES93] estas aportaciones se relegan únicamente a la etapa de diseño mediante el estudio del interfaz entre persona y ordenador (estilos), factores humanos que se deben tener en cuenta (requisitos) y un conjunto de recomendaciones heurísticas. Sin embargo estas aportaciones no tienen una conexión clara con las actuales metodologías orientadas a objetos y los lenguajes de especificación y modelado del sistema software como UML [RUMB99].

Este desfase entre Ingeniería del Software y el área de IPO puede estar motivado porque las investigaciones y desarrollos que se han venido haciendo hasta la fecha en el ámbito de la interacción a menudo recae en el estudio de casos prácticos con dificultad para generalizar el conocimiento [SUTCL00]. Las aportaciones que se realizan desde otras disciplinas (psicología, sociología, diseño, etc.) normalmente no se han podido recoger en un método unificado de desarrollo, y por tanto, se han utilizado de modo parcial y con diferentes

notaciones y adaptaciones para el diseño de sistemas interactivos. En concreto, podemos observar la diversidad de notaciones que actualmente existen para el análisis y modelado de tareas [GEA01]. Además, se utilizan muchas técnicas que no poseen una metodología rigurosa (por ejemplo, en las técnicas de inspección de usabilidad) o usan una notación informal que es difícilmente generalizable.

Las propuestas metodológicas que se han elaborado desde el ámbito de la interacción se pueden enmarcar en una de estas dos líneas de trabajo:

- Extensión de notaciones y lenguajes ampliamente usados en Ingeniería del Software para integrar aspectos relacionados con la interacción y factores humanos, o bien,
- Proponer nuevas notaciones y modelos para expresar aspectos relevantes de los sistemas interactivos.

La primera línea de trabajo tiene la ventaja de aprovechar el trabajo existente en la industria del software, adaptando los modelos y notaciones a las necesidades específicas de los sistemas interactivos. Por su parte, el uso de nuevas notaciones tiene como objetivo la búsqueda de métodos más expresivos que permitan captar las peculiaridades del sistema interactivo así como sus propiedades inherentes (conurrencia, sincronización, realimentación, etc.)

De la primera línea, podemos destacar los trabajos que se están llevando a cabo para especificar aspectos del interfaz de usuario en lenguajes estándar en la industria como UML (proyecto UMLi [PINH00]) y XML (XIML [PUER02]).

Por su parte, las aproximaciones que usan otros modelos generalmente se basan en métodos formales para usar semánticas precisas. Este es el caso por ejemplo de ConcurTaskTrees [PATE97], que usa LOTOS junto a una descripción gráfica para modelar las tareas en un sistema interactivo. Otros trabajos se centran en el estudio de las propiedades a satisfacer por un sistema (alcanzabilidad, vivacidad, etc.) mediante demostraciones basadas en lógica temporal [BUTT98].

Además estas vistas se puede clasificar según el nivel de abstracción en la de descripción del sistema interactivo:

- *Descripción del interfaz de usuario.* Se centran en los componentes abstractos de interacción y su representación concreta.
- *Representación de aspectos de la interacción.* Estas propuestas se centran en analizar el proceso de diálogo, el conocimiento del usuario a través de modelos de tareas, o de modelos arquitectónicos para diseño modular.
- *Verificación de propiedades.* Se centran en las propiedades que deben garantizar (en lugar del modelo) y en los mecanismos que permiten su caracterización dentro del sistema.

Si bien todas estas propuestas cubren el ámbito del proceso de diseño y desarrollo de sistemas interactivos, es difícil de integrar los resultados de unas propuestas en otras, lo que ha provocado una gran cantidad de métodos y modelos, siendo éstos incompatibles o difícilmente enlazables unos con otros (por su nivel de abstracción). En [FIEL97] se propone la necesidad de ordenar los diferentes modelos por capas y estudiar mecanismos que permitan preservar el paso de un nivel al siguiente.



Fig. 1. Ámbito de los modelos

En este sentido, consideramos que una propuesta coherente para abordar el diseño de sistemas basados en grupos es aquella que cubra todas las etapas que aparecen en la Fig. 1, partiendo de los niveles más externos hasta llegar al diseño detallado. Otro factor importante que se debe garantizar es que esta metodología se pueda integrar en el proceso de Desarrollo de Software, para lo cual, sería conveniente que se utilizaran, en la medida de lo posible, notaciones estándar de OMG. Por último, esta labor deberá estar apoyada por teorías consolidadas en otras áreas de conocimiento y que permitan reflejar características inherentes de los sistemas basados en personas y computadoras. En este sentido, en la siguiente sección realizaremos un estado del arte de las teorías más relevantes (propuestas desde diferentes ámbitos) que permitan analizar el comportamiento en grupo.

2. Teorías

Las teorías permiten expresar hipótesis de trabajo contrastadas en diferentes ámbitos y que se pueden usar como punto de partida para el diseño de modelos y sistemas. En concreto, nos centraremos en teorías cognitivas y sistémicas ampliamente consensuadas por la comunidad científica.

2.1. Teoría de la actividad

Esta teoría se centra en la *actividad humana*, que es la unidad mínima de ejecución con significado y que es resultado de la acción de una persona. Estas actividades se realizan para conseguir un objetivo usando una serie de herramientas, y todo ello, dentro de una comunidad que establece una serie de normas para regular su comportamiento (reglas) y división del trabajo [Cañas01].

La Fig. 2 muestra los conceptos fundamentales de esta teoría y su interrelación. Además, todo el sistema de actividad está inmerso en una historia cultural.

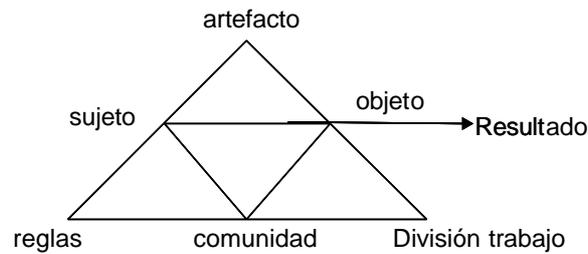


Fig. 2 Teoría de la actividad

Esta teoría, que tiene sus raíces en el pensamiento soviético (Vygotsky, 1978), se caracteriza por la importancia que concede al modelo sociocultural sobre el pensamiento individual. De hecho, esto puede ser aplicable a los entornos colaborativos, ya que hay unas normas que rigen el comportamiento del grupo (establecidas por la organización) y unos fines o objetivos comunes.

2.2. La cognición distribuida

Esta teoría, propuesta por Hutchins [HUTC90], pretende analizar la organización de un sistema cognitivo (dentro de un marco socio-cultural) formado por la interacción entre personas y recursos disponibles (materiales, distribución, etc.). Tanto el objetivo como el modo de llegar a obtenerlo no están ligados a ningún componente del sistema, ilustrando de este modo su naturaleza distribuida.

El centro de atención se pone en la transferencia y transformación de información entre agentes [CAÑA01]. Los procesos de memoria y control están distribuidos entre las personas y agentes computacionales, e interactúan entre sí para lograr una estabilidad en el sistema (control de niveles) bajo el concepto de acción-reacción, y donde la coordinación entre los participantes es el eje fundamental.

Todos estos estudios se basan en análisis etnográficos que permitan identificar aspectos sociales y culturales involucrados en las actividades que desempeñan los participantes [HOLL00].

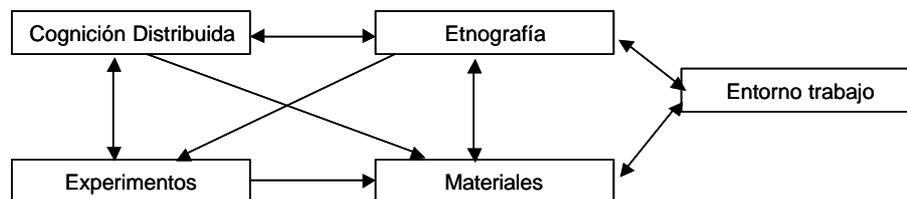


Fig. 3. Actividades de investigación en Cognición Distribuida

En [WRIG00] se describe el propio mecanismo de interacción entre una persona y el ordenador como un caso de cognición distribuida (parte del conocimiento reside en la persona y la otra parte en el ordenador), donde se analiza la coordinación entre ambos para alcanzar fines comunes.

2.3. Teoría del Sistema General

La TSG de Le Moigné [MOIG90] constituye un planteamiento muy ambicioso para analizar modelos sistémicos complejos. En este sentido, un sistema es un “conjunto de elementos que se relacionan entre ellos y con el medio”. Esta teoría pretende modelar el conjunto de objetos que componen un sistema (ecológico), analizando su aspecto fundamental que es la organización de los objetos que lo componen. La definición de los objetos se realiza mediante una triangulación, ponderando una definición funcional (lo que el objeto hace), ontológica (lo que el objeto es) y genética (en lo que el objeto se transforma). Estas tres vertientes permiten definir los aspectos fundamentales que debemos identificar en cualquier objeto (ya sea pasivo o activo) dentro de un sistema:

- dimensión funcional
- identidad
- dimensión evolutiva

La evolución representa un aspecto fundamental a tener en cuenta, y se puede constatar como un cambio de estructura en el sistema. Se han propuesto modelos evolutivos aplicados a Ingeniería del Software como MEDES [PARE95], que permiten reflejar los cambios estructurales que suceden en un sistema conforme varían los requisitos o bien, el sistema se adapta a nuevas necesidades (del entorno). La Fig. 4 representa el esquema general de un sistema evolutivo con dos interfaz claramente diferenciados: *el interfaz de acción* (que son funciones a desempeñar por el sistema) y el *interfaz de evolución* (que permite a un metasistema hacer modificaciones tanto funcionales como estructurales sobre el sistema). Estos cambios se almacenan en la historia estructural y funcional para tener constancia del proceso evolutivo llevado por el sistema.

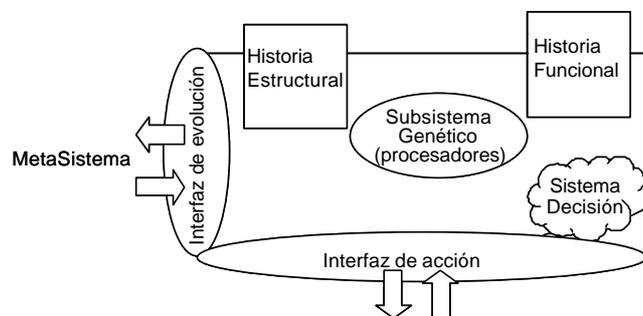


Fig. 4. Modelización de sistemas complejos

Como se puede observar, esta teoría se centra sobre todo en los aspectos externos del sistema (activo) más que en su estructura interna, ya que la interacción con el entorno condicionará su respuesta y activará sus mecanismos de evolución para adaptarse al medio. Esta teoría, si bien está muy orientada hacia modelos genéticos, ha sido ampliamente utilizada en el desarrollo del software y en modelos organizativos.

3. Modelos Conceptuales

Los modelos presentan un marco conceptual donde reflejar las teorías, plasmar propiedades y establecer los principios del diseño de los sistemas. Su importancia radica en que permiten

identificar, organizar y realizar razonamientos sobre los componentes y comportamiento del sistema, son la guía para el proceso de diseño del software y puede usarse posteriormente como una referencia para evaluar un diseño particular, razonar sobre la solución realizada y sobre el posible espacio de soluciones. Por su naturaleza debe ser expresivos, fáciles de usar y completos.

Estos modelos conceptuales, en algunos casos, se pueden representar mediante una ontología de conceptos y relaciones que suceden en el sistema. Por ejemplo, la Fig. 5 representa el modelo propuesto por [WELI97] y que es la base de un modelo cooperativo, GTA.

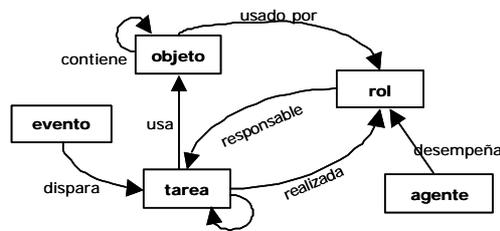


Fig. 5. Ontología de tareas

Otras veces, se puede optar por métodos formales [PATE99] o notaciones ampliamente usadas y conocidas para representar los conceptos más relevantes. Por ejemplo, en la Fig. 6 [GUAR00] se muestra mediante diagramas de clase de UML el modelo conceptual de la teoría de la actividad.

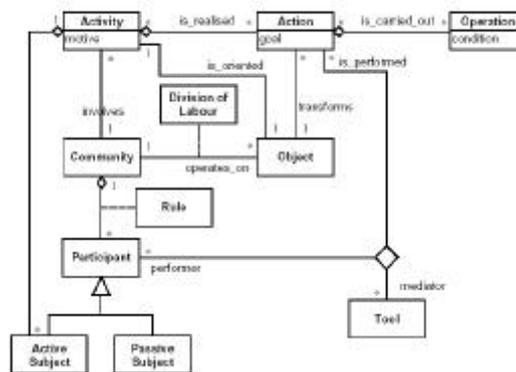


Fig. 6. Modelo conceptual de la Teoría de la Actividad

Nuestra propuesta está encaminada hacia la obtención de un modelo conceptual, basado en notaciones de UML, y que permita reflejar los conceptos más destacados de las teorías propuestas para sistemas basados en grupos.

4. AMENITIES: Marco Metodológico para Diseño de Sistemas Cooperativos

En esta sección vamos a analizar los aspectos más relevantes de AMENITIES [GARR01,GARR02], una metodología para el diseño y desarrollo de Sistemas Cooperativos. En concreto, en este artículo vamos a analizar los siguientes aspectos:

- Identificar y representar conceptos que forman parte del modelo conceptual y su relación con los marcos teóricos para la descripción del comportamiento del grupo.
- Presentación de una formalismo que se pueda integrar en el Desarrollo del Software

4.1. Marco Conceptual

El marco conceptual que subyace en esta metodología está basada en una serie de aspectos relativos al grupo y su comportamiento y que está directamente relacionado con los modelos teóricos que hemos presentado. Para su análisis, vamos a clasificarlos en varios aspectos complementarios entre sí, y que nos darán la dimensión del grupo como entidad organizativa.

4.1.1. Estructura

Un aspecto fundamental de todo sistema es analizar y comprender su composición. En este sentido, los conceptos relacionados con la estructura del sistema son:

- **Grupo.** Es la unidad mínima de organización, consistente en una agregación estructurada de actores. Los grupos poseen identidad y comportamiento.
- **Rol.** Los grupos se organizan y estructuran en base a roles. Un rol identifica un comportamiento estereotipado dentro del entorno, el cual puede desempeñar un actor
- **Actor.** Un actor es un agente activo (ya sea persona o computacional) con iniciativa en el sistema y capaz de interactuar con el resto de miembros del grupo. La asignación de roles a actores en los grupos pueden variar por diferentes causas. Por tanto denominaremos **participante** al actor que en un instante dado desempeña un rol dentro de un grupo.
- **Organización.** Toda la estructuras de grupos se disponen en torno a **organizaciones**, que representan ecosistemas con características compartidas.
- **Contexto.** El contexto representa la situación de la organización ubicada en una dimensión espacial y temporal. En este sentido, las alteraciones que puede modificar el comportamiento pueden ser originadas por hechos acaecidos en el pasado o ahora, y además, por las características del entorno.

Como podemos observar, esta concepción del grupo como modelo sistémico encaja perfectamente en la concepción del la TSG. Además permite analizar la evolución que se produce en la organización (y por tanto en su propia estructura) mediante relaciones con el contexto. Además, de este modo extendemos la visión ontológica de [WELI97].

4.1.2. Comportamiento

El grupo se organiza para realizar una finalidad. Este objetivo condiciona la manera de llevar esta labor y la división del trabajo. Los conceptos relacionados con el comportamiento del grupo son los siguientes.

- **Objetivos.** La organización se plantea una serie de metas que se deben alcanzar. Estas metas condicionan el comportamiento de todos los integrantes del grupo.
- **Tarea.** La consecución de los objetivos se realiza llevando a cabo una serie de tareas que están encaminadas a cumplir esos objetivos. Las tareas se asignan a roles del grupo y por su complejidad, pueden descomponerse en un conjunto de actividades más simples.

- **Estrategia.** Consiste en las técnicas a aplicar para llevar a cabo un determinado objetivo. Se puede cuantificar y calificar el tipo de estrategias, denotando el grado de flexibilidad y respuesta de la organización para acometer el objetivo ante posibles eventualidades.
- **Actividad.** Conjunto de pasos a realizar para llevar a cabo una tarea.
- **Acción.** Actividades atómicas no descomponibles y que representan acciones físicas o mentales elementales.
- **Evento.** Estímulo del entorno que es percibido y susceptible de causar una reacción por los participantes. Puede ser externo o bien, provocado por la propia comunidad.

Esta visión permite abordar la realización de actividades por parte del grupo. En concreto, las tareas a realizar no se asignan directamente a actores, sino que se delegan a roles, y condicionado por las estrategias del grupo. Los procesos cognitivos necesarios para realizar las tareas están distribuidos en la comunidad, y estos procesos se usan para reaccionar ante los nuevos eventos que se producen. Esta visión enlaza con la aproximación de la cognición distribuida.

4.1.3. Entorno

El entorno constituye el espacio de trabajo donde se desenvuelve los grupos. Está compuesto por:

- **Información.** Constituye la fuente de información en la organización. Puede tener distintos formatos y modos de compartición.
- **Artefactos.** Son los dispositivos que permiten el acceso a la información y la comunicación con el resto de participantes. En sistemas ubicuos cobran mayor importancia por su integración dentro de la organización.

4.1.3. Dinámica

Los grupos involucrados en una organización tareas están sujetos a una dinámica cambiante en un proceso evolutivo. Los factores que pueden condicionar este cambio son alteraciones del entorno (nuevos objetivos), cambios estructurales (modificación de los miembros del grupo) o formas de llevarlo a cabo (nuevos métodos de interacción, dispositivos, etc.). Para ello, habrá que identificar los aspectos más relevantes que influyen a un grupo bajo un modelo dinámico. Básicamente podemos identificar las siguientes restricciones:

- **Ley:** Una ley es una restricción impuesta por el sistema a la propia organización. Las leyes vienen impuestas por el propio entorno (como normas) o por organizaciones de orden superior.
- **Capacidad:** Es una habilidad que un actor o grupo puede llegar a lograr dentro del sistema. Esta capacidad puede estar ligada a aspectos cognitivos (aprendizaje), destrezas (ser experto en...) o cualidades (propiedades o atributos).

Ambas restricciones condicionan el comportamiento actual y futuro de los miembros del grupo. Lo relevante no es cómo adquirir habilidades o cómo se pueden cumplir las leyes (ya que puede variar en función de la evolución del grupo, grado de madurez, etc.) sino la propia existencia de esas normas que regulan el comportamiento de la organización. Las leyes

y capacidades pueden conducir a discriminaciones dentro del propio grupo (ya que habrá participantes que nunca puedan cumplir esos requisitos).

Las reglas que regulan el comportamiento del grupo se recogen en la Teoría de la Actividad, y en la TSG aparecen relacionadas con el concepto evolutivo del sistema (el Metasistema puede imponer nuevas reglas, alterar las existentes o modificar la estructura).

4.1. Representación del Modelo Cooperativo

La notación que vamos a utilizar para representar los conceptos es mediante diagramas de clases del lenguaje UML. En concreto, podemos destacar que el modelo está inmerso en un contexto donde existen una o más organizaciones. Las leyes establecen las reglas básicas de funcionamiento de las organizaciones, formadas por grupos que se estructuran en base a roles que desempeñan actores. Las organizaciones establecen unos objetivos y unas estrategias para su consecución, y para ello, se debe realizar en los grupos una serie de tareas (que se pueden descomponer) y que pueden ser provocadas por eventos. Para ello, los actores deberán hacer uso de artefactos y de la información para llevarlas a cabo. En la Fig. 7 aparecen todas estas relaciones gráficamente.

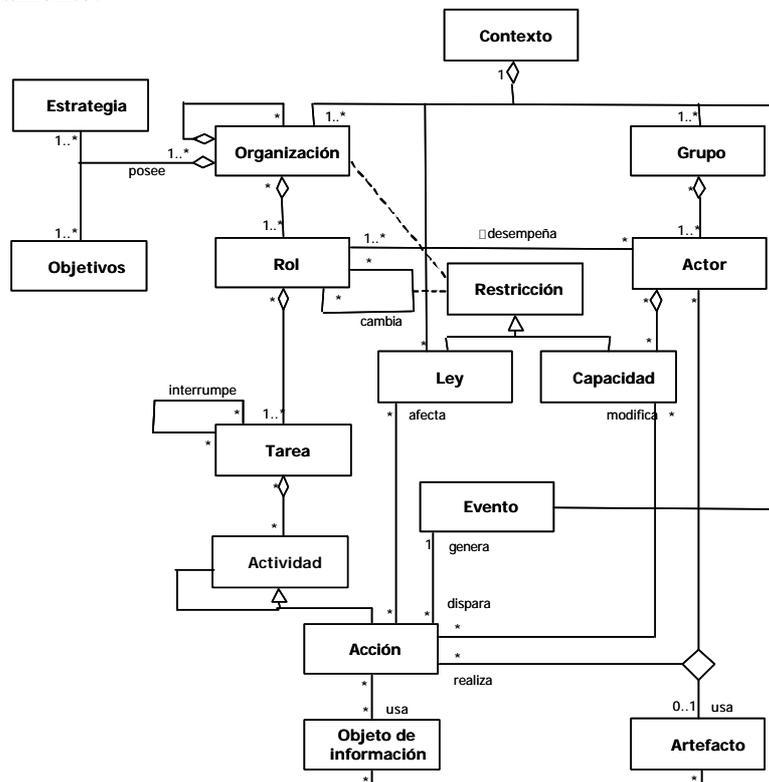


Fig. 7. Relaciones entre conceptos

Como podemos observar, este modelo extiende a los propuestos (algunos de ellos descritos en la sección 3) y recoge nuevos aspectos que no quedaban reflejados en el modelo como estrategias, restricciones o rol. Además, se ha realizado una extensión formal del modelo [GARR02b] que nos permite garantizar sus propiedades.

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este artículo se ha realizado una aproximación formal al diseño de sistemas basados en grupo partiendo de teorías conocidas y consolidadas en diferentes áreas de conocimiento. A partir de estos marcos teóricos hemos analizado los conceptos más relevantes a tener en cuenta para su integración dentro de una metodología de desarrollo. Este trabajo tiene su continuación en la presentación de un modelo conceptual para el diseño de sistemas cooperativos (AMENITIES) presentado en [GARR02]. Este trabajo avala y refuerza sus aportaciones desde el punto de vista teórico. Los trabajos futuros están encaminados a la realización de prototipos de sistemas cooperativos para la validación de este modelo y analizar su integración dentro de la Ingeniería del Software.

6. Referencias

- [BUTT98] R. Butterworth, A. Blandford, D. Duke: "The role of formal proof in modelling interactive behaviour". Design, Specification and Verification of Interactive Systems. Springer-Verlag, 1998.
- [CAÑA01] J.J. CAÑAS, Y. WAEN: "Ergonomía cognitiva", Ed. Panamericana. 2001
- [FIEL97] B. Fields, N. Merrian, A. Dearden: "DMVIS: Design, Modelling and Validation of Interactive Systems". Design, Specification and Verification of Interactive Systems. Springer-Verlag, 1997.
- [GARR01] J.L. Garrido, M. Gea: "Modelling Dynamic Group Behaviours". Interactive Systems: Design, Specification and Verification. LNCS 2220-Springer Verlag, 2001
- [GARR02] Garrido, J.L., Gea, M., Padilla, N., Gutiérrez, F.L., Cañas, J.J., Waern, Y. AMENITIES: Modelado de Entornos Cooperativos. III Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Madrid, España (2002): pp. 97-104.
- [GARR02b] Garrido, J.L., Gea: A Coloured Petri Net Formalisation for a UML-based Notation Applied to Cooperative System Modelling. Interactive Systems: Design, Specification and Verification. LNCS 2220-Springer Verlag, 2001
- [GEA01] M. Gea, F.L. Gutiérrez. "El Diseño". Incluido en "La Interacción Persona-Ordenador". (Jesús Lorés) ed. 2001. ISBN: 84-607-2255-4 (<http://griho.udl.es/ipo>)
- [GUAR00] C.R. Guareis, L. Ferreira, M. van Sinderen: "A conceptual model for the development of CSCW systems".
- [HOLL00] J. Hollan, E. Hutchins, D. Kirsh: "Distributed Cognition: Toward a New
- [HUTC90] E. Hutchins : "The Technology of Team Navigation". In J. Galegher, et al. (Eds.) Intellectual Teamwork - Social and Technological Foundations of Cooperative Work, Hillsdale, NJ: Erlbaum.. 1990
- [MOIG90] J.L. Le Moigne. "La théorie du système général. Théorie de la modelisation". Presses Universitaires de France, 1990.
- [PARE95] J. Parets. "Reflexiones sobre el proceso de concepción de sistemas complejos. MEDES: un método de especificación, desarrollo y evolución de sistemas software". Tesis doctoral. Universidad de Granada, 1995
- [PATE97] PATERNÒ, F., MANCINI, C., MENICONI, S.: ConcurTaskTrees: A Diagrammatic Notation for Specifying Task Models. Proceeding of Interact '97. July 1997

- [PATE99] PATERNÒ, F.: Model-Based Design and Evaluation of Interactive Applications. Springer-Verlag, 1999.
- [PINH00] P. Pinheiro. "UMLi: Integrating User Interface and Application Design". UML2000 Workshop on Towards a UML Profile for Interactive Systems Development (TUPIS2000)
- [PRES93] R. Preesman, "Ingeniería del Software. Un enfoque práctico". Mc-Graw Hill, 1993.
- [PUER02] A. Puerta, J. Eisenstein: "XIML: A Common Representation for Interaction Data". In proc. of Intelligent User Interfaces, 2002. <http://www.ximl.org>.
- [RUMB99] J. Rumbaugh, I. Jacobson, G. Booch: "The Unified Modeling Language, Reference Manual". Addison Wesley, 1999.
- [SUTC00] A. Sutcliffe. "On the effective Use and Reuse of HCI Knowledge". ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 7, No. 2, Junio 2000
- [WRIG00] P. Wright, R. Fields, M. Harrison: "Analysing Human-Computer Interaction as Distributed Cognition". Human Computer Interaction Journal, 51(1). 2000. Foundation for Human-Computer Interaction Research". ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 7, No. 2, Junio 2000