XXIII Seminário de Iniciação Científica
XX Jornada de Pesquisa
XVI Jornada de Extensão
V Mostra de Iniciação Científica Júnior
V Seminário de Inovação e Tecnologia

**Modalidade do trabalho**: Relatório técnico-científico
**Evento**: XX Jornada de Pesquisa

# REDES DE WORKFLOW COMO APOYO AL DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO ORGANIZATIVO DE COOPERACIÓN DE PYMES[1]

**Fabiola Karina Garcia[2], Juan Carlos Michalus[3], Maria Daniela Vivas[4].**

[1] Resultados parciales de la Beca de Investigación: "Modelado de Procedimiento de Cooperación para las PyMEs madereras de la región centrochaqueña mediante Redes de Flujo de Trabajo" Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus)

[2] Docente Investigador, Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), fabiolagarcia@uncaus.edu.ar
[3] Docente Investigador, Facultad de Ingeniería (UNaM) y Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), michalus@fio.unem.edu.ar
[4] Docente Investigador, Universidad Nacional del Chaco Austral(UNCAus), mariadaniela@uncaus.edu.ar

## Introducción

El objetivo de este trabajo es presentar el modelado y simulación de un procedimiento de cooperación de Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) madereras orientadas al desarrollo local de la provincia del Chaco, Argentina, utilizando para ello Redes de Flujo de trabajo (también denominadas redes de Worklfow) derivadas de las Redes de Petri clásicas. El procedimiento metodológico mencionado ha sido desarrollado por un equipo de investigadores conformado por docentes y alumnos de la Universidad Nacional del Chaco Austral y de la Universidad Nacional de Misiones, y en el marco de la investigación mencionada, se han realizado evaluaciones de los efectos potenciales antes de su aplicación, es decir, se ha verificado ex – ante su comportamiento con la finalidad de detectar situaciones que impidan la ejecución.

Solana González et al. (2005) indica que "los sistemas de Workflow deben ser considerados sistemas de colaboración que permiten la automatización de los procesos y flujos de trabajo de las organizaciones, los cuales se desarrollan frecuentemente en entornos complejos, heterogéneos y distribuidos, que exigen una alta capacidad de adaptación de los sistemas a las necesidades crecientes de cambio en entornos dinámicos" por otro lado, Van der Aalst, W.M.P. (1998) precisa que las Redes de Workflow o Workflow-Nets (WF-Net) se apoya en la teoría de las Redes de Petri, y proporcionan una potente herramienta de análisis para verificar la corrección de los procedimientos de Flujo de Trabajo. La simulación se realizó con el apoyo del software Workflow Petri net Designer (WoPeD) v 3.1.0., acompañado de un análisis de propiedades cualitativas (estructurales y de robustez) que permitió verificar ex - ante la viabilidad en la aplicación del procedimiento propuesto.

## Metodología

A partir del procedimiento desarrollado para la conformación de las redes de PyMEs (cuya descripción detallada no se hace en este trabajo) se realizó el modelado mediante Redes de Worklfow derivadas de las Redes de Petri.

A partir del modelo elaborado, se procedió a ejecutar el modelo y examinar los detalles cada fase y etapa, con la finalidad de verificar si se podían ejecutar con los recursos que se habían previsto, y sin que se presenten situaciones que imposibiliten hacerlo.

Para la simulación se utilizó el software de licencia gratuita WoPeD (Workflow Petri Net Designer) v 3.1.0., con el cual se representó de manera formal las cuatro fases del procedimiento de cooperación desarrollado por el equipo de investigación. Se modeló cada fase por separado, ya que es necesario completar una para pasar a la siguiente, por lo tanto, el estado final de una fase constituía el inicio de la siguiente. Inicialmente cada fase se constituye como un conjunto de actividades para las cuales fue necesario definir las etapas correspondientes, discriminadas en actividades, para las que se modeló en detalle las condiciones y recursos previstos para su ejecución, y las pos-condiciones para que la actividad siguiente pueda concretarse. Las fases se sometieron a reglas de evolución, para obtener así un análisis de validación estructural y verificar si es posible ejecutarlas completamente.

Resultados y discusión

Siguiendo el procedimiento descrito, se modelaron las etapas del procedimiento de cooperación mediante las redes de Workflow, hasta obtener la versión final validada y verificada (Guasch et al., 2003). En la Figura 1 se presenta el modelo para la fase de cooperación.

La implementación de redes de Workflow ha permitido realizar importantes contribuciones a la investigación originaria. En primer lugar, se ha logrado perfeccionar el procedimiento de cooperación, ya que, la primera versión construida se basó en un modelo básico, limitado a cumplir las etapas siguiendo una estructura lineal para ejecutar cada fase. A partir de la simulación efectuada se presentaron inquietudes que derivaron en la mejora del modelo inicial, en particular en actividades relacionadas con la negociación entre las instituciones participantes y la evaluación constante de resultados. En segundo lugar, se detectaron dificultades para el futuro funcionamiento del procedimiento inicialmente desarrollado, debido a actividades definidas de manera incorrecta, con recursos que no estaban disponibles en tiempo y forma para el inicio de la actividad, lo que bloqueaba la ejecución o habilitaba actividades incorrectamente. Estas dos cuestiones permitieron al equipo de investigación enriquecer el modelo original mediante la incorporación de nuevas actividades y/o proyectar los recursos para que se encuentren disponibles el momento adecuado.

A continuación se procedió a la ejecución del modelo en PC, donde se comprobó que el estado final (Mf) fue alcanzado a partir de su estado inicial (Mi) satisfaciendo los objetivos establecidos. En la Tabla 1 se presenta un resumen de las propiedades más importantes para el análisis.

El software WoPeD proporciona información general sobre la WF-Net a través de dos tipos de análisis, un estructural y otro de robustez. Desde el punto de vistas estructural se describen características básicas de la red como: cantidad de nodos, transiciones, arcos y operadores también conocidos como “bloques de decisión”, AND-split, AND-join, OR-split y OR-join (Castellanos, 2006, Garrido, 2005), necesarios para representar correctamente las condiciones de los procesos , además se comprueba que no existen operadores utilizados erróneamente, así como también permite comprobar la inexistencia de errores de violación por libre elección (Mendoza Morales, 2011), propiedades que aseguran que los componentes poseen una adecuada estructura con todos sus elementos unidos correctamente.

**Modalidade do trabalho**: Relatório técnico-científico
**Evento**: XX Jornada de Pesquisa

También se comprobó que las redes construidas están acotadas (limitadas) presentan un nodo lugar de inicio (Mi) y un nodo lugar final (Mf) únicos (Solana González et al., 2005), además de la inexistencia de lugares marcados erróneamente que produzcan bloqueos durante la ejecución de las actividades simuladas (Vidal Aguiar, 2010). Esto garantiza la vivacidad de la red, y permite verificar que el estado final pueda ser alcanzado a partir de la condición inicial, comprobando de esta manera, que la red sea segura (número de marcas o tokens finitos) y viva (red libre de candados mortales) sin identificar condiciones de interrupción que invaliden la ejecución del modelo para cada fase y etapa específicas, consumiendo los recursos previstos para cada una.
Como resultado de la simulación, se pudo documentar, analizar, reformar y evaluar el funcionamiento del procedimiento de cooperación proyectado, mediante el análisis cuantitativo (estructural y de robustez) que ofrece el software WoPeD.
Conclusiones
Las Redes de Workflow derivadas de las Redes de Petri permiten modelar de manera adecuada las fases y etapas del procedimiento metodológico. Constituyen una herramienta que permite comprobar ex – ante su funcionamiento, y ha permitido aportar importantes contribuciones a la investigación, ya que el modelo final fue enriquecido al poder modelar y simular diferentes situaciones y/o supuestos como: negociación entre las instituciones participantes, definir recursos disponibles en tiempo y forma, acompañado por la evaluación constante de resultados.
El software WoPeD v 3.1.0. utilizado tiene la ventaja de ser fácil de editar y mostrar la simulación de manera clara y sencilla, obteniendo una representación gráfica que facilita su compresión y permite observar la inexistencia candados mortales (deadlocks) durante la simulación del modelo.
Se realizó el análisis estructural, y el análisis de robustez, garantizando que los componentes de la red posen la estructura adecuada con todos sus elementos unidos correctamente y que el estado final puede ser alcanzado a partir de la condición inicial cumpliendo con los objetivos de la investigación.
La metodología aplicada expone un excelente instrumento como apoyo para analizar y comprobar ex – ante procedimientos de gestión, ensayar cambios y verificar así la factibilidad de ejecución para su futura aplicación.
Palabras Clave: Modelado; Simulación; Redes de Petri; Redes de Workflow
Referencias bibliográficas
1) Castellanos C., (2006): Consideraciones para el Modelado de Sistemas Mediante Redes de Petri. Revista Ciencia e Ingeniería. Vol. 27, No. 2, pp. 49-58, abril-julio, 2006. ISSN 1316-7081. Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, España. http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cienciaeingenieria/article/view/300/319
2) Garrido, D. S. (2005): Modelado de Workflow con Redes de Petri coloreadas condicionales. Tesis de maestría. Centro de Investigación y estudios avanzados (CINVESTAV). Instituto Politécnico Nacional. México. D.F. http://www.cs.cinvestav.mx/TesisGraduados/2005/tesisSamuelGarrido.pdf
3) Guasch A., Piera M. A., Casanovas J., Figueras J. (2003): Modelado y simulación aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Edicions de la

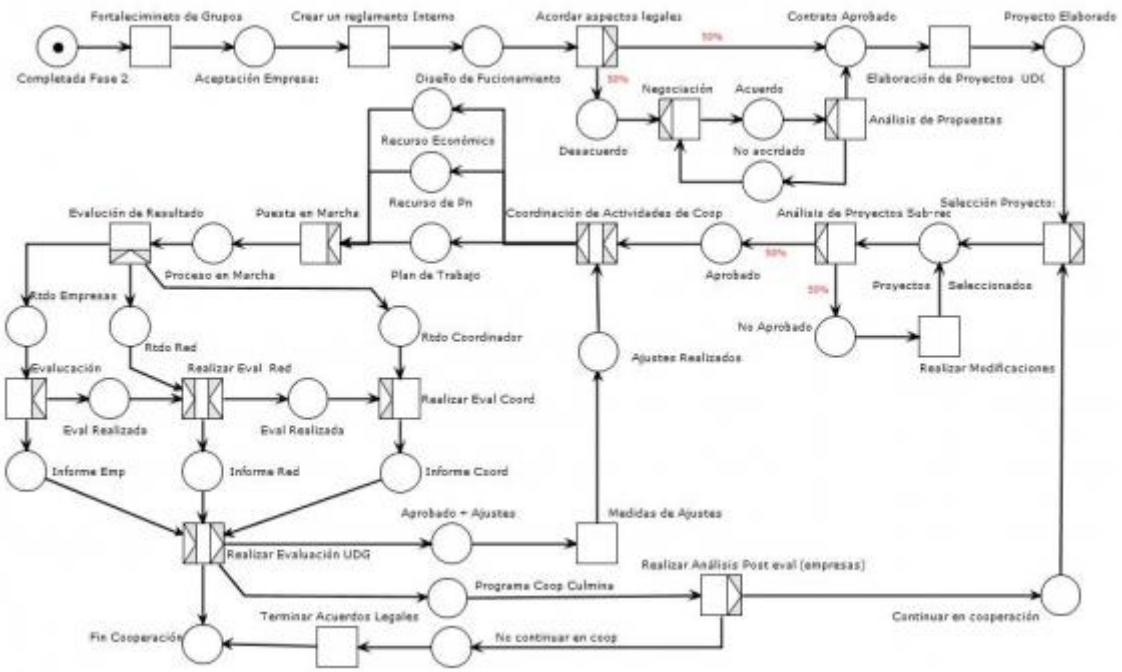
UniversitatPolitècnica de Catalunya, SL Jordi Girona Salgado 31, 08034 Barcelona. ISBN: 84-8301-704-0. Segunda edición: mayo de 2003. http://books.google.com.ar/books/about/Modelado_y_simulaci%C3%B3n.html?id=KZDPoE0uWTkC&redir_esc=y

4) Mendoza M. L. (2011), Una contribución a las técnicas avanzadas de verificación de procesos de negocios y sistemas de software abiertos. Tesis Doctoral. Universidad de Granda. Departamento de lenguajes y sistemas informáticos. http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/18419/1/19887589.pdf

5) Solana González P.; Alfonzo, Martínez M.; Pérez, González D. (2005): Análisis y modelado con Workflow del proceso de tratamiento de experiencias operativas.3er Congreso Socote. Soporte del Conocimiento con la Tecnología pp. 299 – 335 ISBN: 84-7653-877-4. Barcelona. Fecha: 18 de Noviembre de 2005. http://personales.unican.es/perezd/publications.htm

6) Vidal Aguiar J. C., (2010). OPENET4WF: Marco de Conocimiento para el Modelado de Flujo de Trabajo Formalizados Mediante Redes de Petri. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Departamento de Electrónica e Computación. https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?fichero=20455

7) Van der Aalst, W.M.P. (1998); The Application of Petri Nets to Workflow Management. Department of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology, P.O. Box 513, NL-5600 MB, Eindhoven, The Netherlands. http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/vanderaalst98application.pdf



**Modalidade do trabalho**: Relatório técnico-científico
**Evento**: XX Jornada de Pesquisa

Figura 1: Red de Workflow correspondiente a la Fase 3: Cooperación Fuente: Elaboración Propia utilizando el software WoPeD v. 3.1.0.

| Análisis Cualitativo | Elementos Analizados | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Análisis Estructural (Structural Análisis) | Estadística de la Red (Net statistics) | | | | |
| | Nodo (Círculo) | 15 | 25 | 31 | 14 |
| | Transición (rectángulo) | 10 | 21 | 19 | 12 |
| | Operadores (bloque de decisión) | 4 | 9 | 13 | 5 |
| | Arcos | 28 | 51 | 59 | 29 |
| | Operadores utilizados erróneamente (Wrongly used operators) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Violación de libertad de elección (Free choice violations) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Buena Estructuralidad (Wellstructuredness) | OK | OK | OK | OK |
| Análisis Robustez (Soundness) | Propiedades de la Red de Flujo de Trabajo (Workflow net property) | OK | OK | OK | OK |
| | Marcado Inicial (Initial Marking) | OK | OK | OK | OK |
| | Acotación (Boundedness) | OK | OK | OK | OK |
| | Vivacidad (Liveness) | OK | OK | OK | OK |

Tabla 1: Análisis Cualitativo de las propiedades estructurales y robustez Fuente: Elaboración propia a partir de datos del software WoPeD v 3.1.0.