

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

APLICACIÓN DE REDES DE FLUJO DE TRABAJO PARA DETERMINAR ACTIVOS TECNOLÓGICOS ESTRATÉGICOS EN PEQUEÑAS EMPRESAS MANUFACTURERAS

Gilberto Dionisio Hernández Pérez
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial, Departamento de Ingeniería Industrial, Cuba
E-mail: ghdez@uclv.edu.cu

Mario José Mantulak
Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial, Argentina
E-mail: mantulak@fio.unam.edu.ar

René Abreu Ledón
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial, Departamento de Ingeniería Industrial, Cuba
E-mail: rabreu@uclv.edu.cu

RESUMEN

Las redes de flujo de trabajo derivadas de las Redes de Petri, modelan la sucesión de estados y sus relaciones durante la ejecución de un procedimiento específico. El objetivo del trabajo es aportar evidencia empírica a favor de las redes de flujo de trabajo, a partir del modelado y ejecución de un procedimiento de análisis diagnóstico que contribuya a determinar los activos tecnológicos estratégicos en el contexto pequeñas empresas de manufactura, con el propósito de contribuir con la toma de decisiones de los empresarios que las dirigen. Para ello, mediante el software Workflow Petri net Designer (WoPeD) se modelaron las tareas y las relaciones que componen el procedimiento, y se comprobó la factibilidad de ejecución de las acciones que posibilitan alcanzar los diferentes estados requeridos en el procedimiento, a partir de la disponibilidad de determinados recursos e información previstos en su diseño. Los resultados obtenidos permitieron comprobar la viabilidad de aplicación de la herramienta para los fines diseñados, así como afirmar que el procedimental creado garantizó las condiciones necesarias y suficientes para ejecutarse en una cantidad de estados definidos y con los recursos e información proyectados, lo fue sustentado a través de un análisis estructural y de robustez del software utilizado. Finalmente, el trabajo permitió la aplicación de las redes de flujo de trabajo como instrumento apropiado de reflexión y análisis, destinadas a la modelación y simulación de procesos de gestión estratégicos para ser utilizados en el ámbito de pequeñas empresas manufactureras.

PALABRAS CLAVE: Redes de flujo de trabajo; Redes de Petri; Activos tecnológicos estratégicos; Pequeñas empresas manufactureras

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología constituye una variable estratégica dentro de la empresa productiva y resulta la clave de éxito que posibilita obtener y mantener una ventaja competitiva (Escorsa Castells y

Valls pasola, 2005). Resulta imprescindible desplegar eficientemente una cultura organizacional que garantice la permanencia de la empresa de manufactura en un nivel de gestión tecnológica favorable, en función de sus capacidades y aspectos organizacionales, de manera que pueda establecer una diferencia con sus competidores al responder a las demandas del mercado.

En el contexto de las pequeñas empresas se coincide con Martínez Méndez (2012) en cuanto a que la estrategia general de desarrollo de las mismas, se enfoca en la visión de su líder y su capacidad empresarial, y está basada principalmente en sus fortalezas tales como, la flexibilidad productiva, la movilidad y rapidez en la toma de decisiones, en segmentos de mercado reducido, y la facilidad para cambiar de mercados. Para Estrada et al. (2017) los recursos y capacidades tecnológicos se consideran actividades generadoras de valor, aunque en el caso de las pequeñas empresas latinoamericanas están más orientadas a resolver problemas que a responder a oportunidades.

El adecuado usufructo de los activos tecnológicos implica la necesidad de favorecer al desarrollo de competencias organizacionales que aprovechen y potencien los saberes, habilidades y experticias individuales y colectivas de los trabajadores para mejorar la eficacia de las máquinas, equipos y herramientas con que trabajan. Por ello, y en consideración con la estructura organizacional de este tipo de empresas, una adecuada utilización de los activos tecnológicos en el marco de una estrategia general, está asociada indefectiblemente con la aplicación de herramientas de diagnóstico que puedan ser apropiadas por el directivo en el nivel estratégico, y fácilmente transferibles y asimilables a los trabajadores en el nivel operativo.

Para el diseño de nuevas herramientas, ya sea que contribuyan a mejorar la gestión y/o la producción, resulta útil poder realizar un examen o valoración antes que se concrete su aplicación (evaluación ex-ante), con la finalidad de verificar si las condiciones y los recursos proyectados posibilitan una efectiva ejecución del proceso (Espinoza y Peroni, 2000; Michalus et al., 2015; Vivares Vergara, 2017).

Por ello se concuerda con Lozada y Velazco (2010) y Michalus et al. (2015), en que un proceso constituido a partir de pasos secuenciales consecutivos y sistemáticos, con inicio y final definidos, y la necesidad de un conjunto de recursos para su ejecución, constituyen una red de flujo de trabajo. Una red de este tipo puede ser modelada a partir de las Redes de Petri (RdP), como una sucesión de estados durante la ejecución de un proceso metodológico, las cuales permiten además, evaluar la existencia de condiciones en las cuales los elementos que la componen y/o sus relaciones pudieran conducir a situaciones que impidieran la ejecución del citado proceso.

En general, el campo fundamental de aplicación de las RdP es la modelación de sistemas en los que los eventos discretos ocurren de forma independiente y concurrente, aunque bajo determinadas restricciones; y en particular puede ser aplicado con éxito al control interno, como por ejemplo la utilización de los recursos disponibles (Vega de la Cruz et al., 2016). La importancia de los métodos de diseño formales que pueden ser validados y verificados, radica en que posibilitan el desarrollo de algoritmos de control computacional más eficientes, seguros y relativamente fáciles de implementar, al tiempo que, contribuyen a resolver los problemas de forma sistemática (Murillo, 2010).

De acuerdo con lo expuesto, se plantea como objetivo el diseño, a partir de redes de flujo de trabajo derivadas de las RdP clásicas, de un instrumento de diagnóstico que posibilite la determinación de activos tecnológicos estratégicos en el marco de la estrategia general de desarrollo de la pequeña empresa de manufactura, con el propósito de contribuir con la toma de decisiones de sus directivos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de herramientas procedimentales presentadas por Brito Viñas (2000), Suárez Hernández (2003), Michalus (2011) y Mantulak et al. (2015), enfocadas en diagnósticos empresariales y gestión de la tecnología, se diseña un procedimiento metodológico para el análisis diagnóstico de activos tecnológicos estratégicos que sea pertinente y aplicable a pequeñas empresas de manufactura. En forma paralela e interactiva con el proceso señalado se realiza un trabajo formal procesable por computador mediante la utilización del software Workflow Petri net Designer (WoPeD). Como conjunción de la interacción de los procesos metodológicos antes indicados se ha logrado modelar y ejecutar ex-ante las condiciones de cumplimiento del procedimiento metodológico construido, mediante su análisis desde el punto de vista estructural y funcional.

No es propósito de este trabajo describir y analizar en detalle el procedimiento de diagnóstico de activos tecnológicos estratégicos diseñado, pues el presente trabajo se enfoca específicamente en la utilización de las RdP clásicas como herramienta de comprobación ex-ante.

2.1 Modelación de procesos mediante redes de flujo de trabajo derivadas de las RdP

Las RdP, cuyo acrónimo en inglés es PN, fueron utilizadas inicialmente para el análisis de algoritmos en la computación concurrente, pero dada la complejidad de los procesos de productivos actuales, las RdP resultan adecuadas para el modelado tanto de procesos como de control de los mismos (Murillo, 2008).

Las RdP son una herramienta que permiten modelar el comportamiento y la estructura de un sistema, llevar el modelo a condiciones límites, aislando ciertos eventos críticos en un sistema real, que mediante otra herramienta sería difícil de lograr; además, comparadas con otros modelos gráficos de comportamiento dinámico, estas ofrecen una forma confiable de expresar procesos que requieren sincronía y aportan las bases para un análisis formal del sistema modelado (Vega de la Cruz et al., 2016). Estas redes representan un modelo formal y abstracto de flujo de información que posibilita el análisis de sistemas y/o procesos, puesto que permiten modelar su comportamiento y su estructura, asimilable a condiciones normales y críticas que pudieran darse en la realidad (Castellanos, 2006).

Según Solana González et al. (2007) el diseño de flujos de trabajo organizativos requiere considerar detalles que recojan una abstracción de los procesos en un modelo, el cual abarca la perspectiva de proceso (describe el control del flujo de las actividades), la perspectiva de información (describe los datos que son utilizados), la perspectiva de recursos (describe la estructura de la organización, recursos, roles y grupos), y la perspectiva de actividades (describe el contenido de los pasos individuales de cada proceso).

Desde el punto de vista gráfico, una RdP constituye un caso particular de grafo orientado con dos tipos de nodos, los tipo lugar (P) representados mediante circunferencias, y los tipo transición (T) representadas por segmentos rectos verticales; los lugares y las transiciones se unen mediante arcos o flechas (F), por lo cual un arco vincula siempre lugares con transiciones y viceversa, pudiendo el arco tener determinados pesos (W), en tanto los lugares pueden presentar marcas (punto en el interior de la circunferencia), y además la red requiere de un marcado inicial (M0), por lo que formalmente, una RdP puede definirse como una quintupla, $RdP = (P, T, F, W, M0)$ (Vega de la Cruz et al., 2015).

En la Figura 1 se representa una RdP básica, en la cual se aprecian los nodos tipo lugar y diversos nodos tipo transición conectados a través de arcos dirigidos.

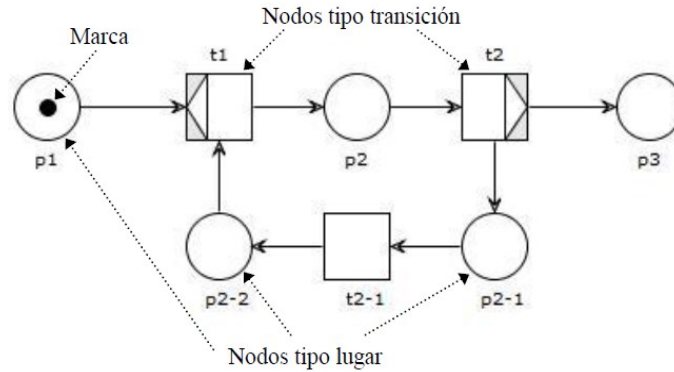


Figura 1. Representación gráfica de una RdP sencilla. Fuente: elaboración a partir de WoPeD v. 3.1.0.

En este trabajo en particular, en consonancia con lo planteado por Solana González et al. (2006), Michalus et al. (2015) y Mata et al. (2016), se utiliza para el modelado de redes de flujo de trabajo un peso $W=1$ asociado a cada arco, puesto que se considera que todas las actividades tienen igual importancia, donde lo sustancial es preservar el orden de ejecución (a partir de un único estado inicial y un único estado final), y que además, todos los componentes (nodos tipo lugar y nodos tipo transición) deben estar fuertemente conectados.

3. RESULTADOS

3.1 Diseño del procedimiento para determinar activos tecnológicos estratégicos en pequeñas empresas manufactureras mediante RdP

Las RdP constituyen una herramienta muy útil en el modelado de procesos organizativos y productivos, puesto que soportan una representación gráfica que facilita la visión y comprensión general del sistema (en nuestro caso el procedimiento modelado), y simultáneamente posibilitan un análisis formal en el establecimiento, verificación y validación del modelo construido (Lozada y Velasco, 2010). Además, para Huayna D. et al. (2009) las RdP permiten reflejar gráficamente el conjunto de relaciones entre los eventos y condiciones de un sistema, lo cual eleva la calidad del modelo de simulación, y en cierta forma se logra una maqueta gráfica del modelo que debe diseñarse como programa computacional de simulación de eventos discretos.

A través de las redes de flujo de trabajo derivadas de las RdP clásica se procede al modelado y simulación del procedimiento con el propósito de verificar la viabilidad de ejecutarse con la información y los recursos explicitados a tal fin, y que posibilitan el debido cumplimiento de cada uno de sus pasos, bajo una configuración sistémica de todos los componentes que lo conforman. Una RdP permite modelar una sucesión de estados durante la ejecución de las etapas del procedimiento, y posibilita evaluar la existencia de condiciones en las cuales los componentes o sus relaciones conducen a estados determinados que detienen o limitan su ejecución.

El procedimiento propuesto en varias etapas, desagregado en sus componentes (actividades) y sus relaciones (el orden de cumplimiento de cada una de las tareas) debe ser posible de ejecutar en un tiempo finito, y como tal, ha de contar con el análisis de las condiciones o estados en los cuales la validez, aplicación, factibilidad y capacidad de producir los resultados esperados puedan ser verificados, sin que se produzcan bloqueos en su ejecución. En la Figura 2 se presenta el modelado del procedimiento a través de RdP, a partir de las cuales y mediante su ejecución, se constató el adecuado diseño de las diferentes etapas, luego se ejecutó la simulación y se comprobó que fuera posible alcanzar el marcado final M_f a partir del marcado inicial M_0 .

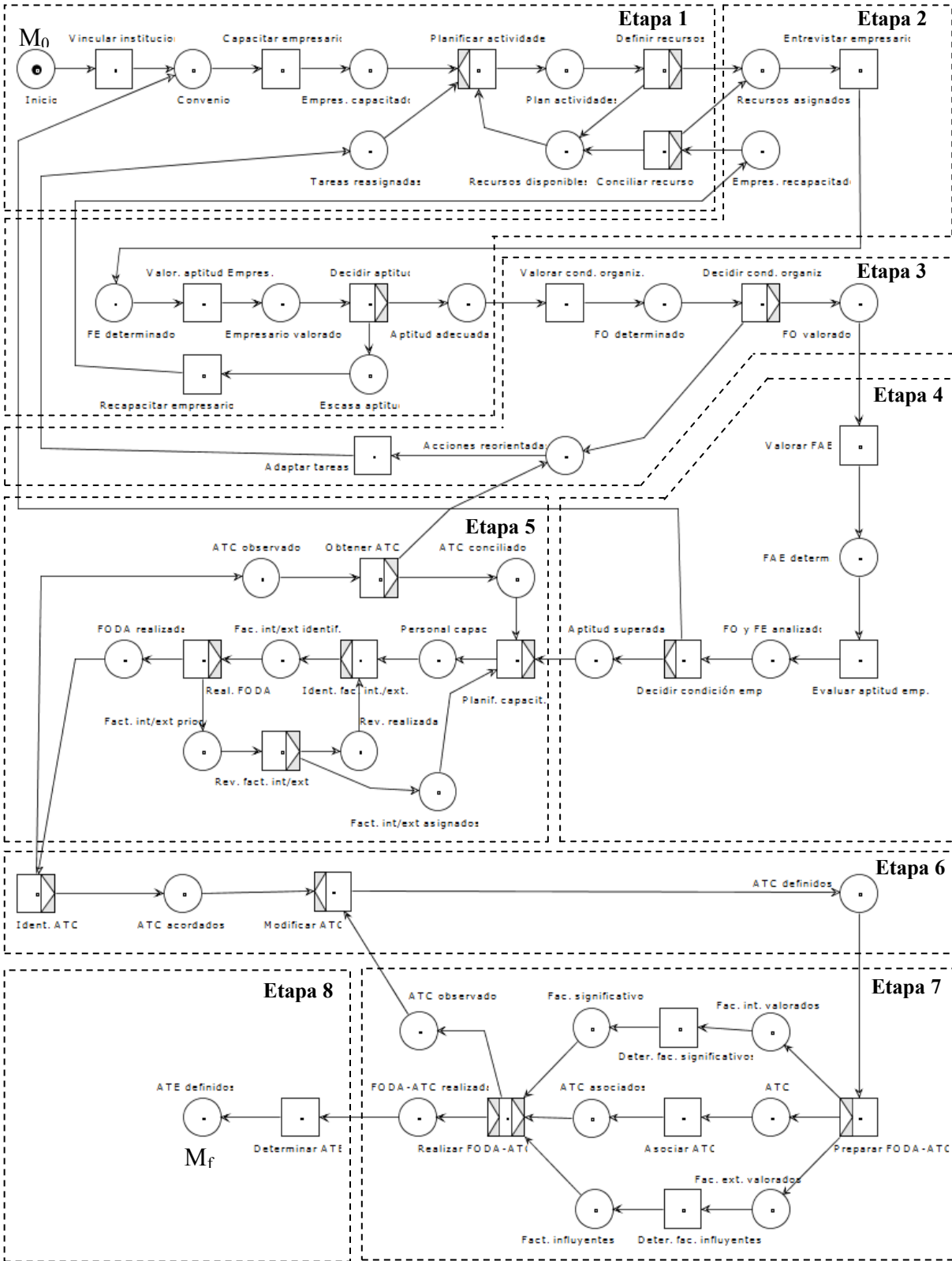


Figura 2. Red de Petri para el procedimiento diagnóstico de determinación de activos tecnológicos estratégicos en pequeñas empresas de manufactura. Fuente: elaboración propia.

Para el diseño del procedimiento propuesto, se utiliza el software WoPeD, para lo cual se procede de acuerdo con los pasos que se indican a continuación:

- Modelado de las etapas correspondientes al procedimiento propuesto, donde se establecieron los medios y recursos (unidades pasivas) requeridos para desarrollar cada uno de ellos, los cuales fueron representados por nodos tipo lugar; asimismo, los eventos, acciones o sentencias (unidades activas) se representaron por nodos tipo transición. Los nodos tipo lugar y transición se unieron con arcos direccionados, que representan la secuencia, movimiento y causalidad definida en las tareas diseñadas.
- Determinación de la condición inicial del procedimiento, definida por el marcado inicial M_0 .
- Ejecución de las redes de flujo de trabajo y verificación de que el marcado final M_f (definido por la ejecución del último paso del procedimiento propuesto como estado final).
- Mediante la utilización del software utilizado, se ejecutaron las Redes de Petri diseñadas, comprobándose la factibilidad de alcanzar el marcado final M_f a partir del marcado inicial M_0 , por medio de una secuencia establecida de disparos de los nodos tipo transición que activaron los correspondientes nodos tipo lugar, vinculados por los arcos direccionados.

Asimismo para verificar el correcto funcionamiento de las diferentes etapas del procedimiento a partir del software utilizado, se realizó un análisis semántico de las RdP diseñadas, el cual permitió aportar evidencia respecto a la consistencia del procedimiento modelado, a partir de sus componentes y la fortaleza de las relaciones entre estos, además de verificar que no se produzcan condiciones que limiten (parcial o totalmente) su ejecución.

En la Tabla 1, a partir de un análisis semántico, se indican diferentes propiedades correspondientes a las redes de flujo de trabajo del procedimiento. Se observa con respecto al análisis estructural la inexistencia tanto de operadores de uso erróneo, y de violaciones de libre elección, lo cual permite la ejecución de los diferentes pasos sin ningún tipo de condiciones o restricciones adicionales, y valida la consistencia lógica del procedimiento.

El comportamiento (robustez) determina que las redes diseñadas son acotadas, o sea, no existen lugares no acotados – boundedness - estableciendo que las condiciones y recursos son limitados al igual que en la práctica; además, la no presencia de transiciones muertas y de transiciones no vivas – Liveness - verifica la vivacidad de las redes confeccionadas, y a partir de lo cual se garantiza la inexistencia de bloqueos que impidan su ejecución.

Por otra parte, se realiza el denominado análisis semántico a través del propio software WoPeD (Figura 3), que ha permitido establecer que la modelación de las diferentes etapas del procedimiento propuesto, presentan condiciones de diseño adecuadas para su ejecución, siempre que se disponga de los recursos, asociaciones e información predeterminados.

En función de ello, en la práctica, esto implica que no existen estados (lugares) que estén sujetos a condicionamientos, o que, a su vez condicionen a otros. Además se prueba, el control del flujo de las actividades, los vínculos requeridos para el pasaje de un estado a otro, la estructura de la organización, sus recursos e información, lo cual posibilita el normal funcional cumplimiento de todas las etapas del procedimiento metodológico.

Tabla 1. Propiedades de las redes de flujo de trabajo aplicadas al procedimiento

Propiedades	Descripción	Cantidad
Análisis estructural	Operadores usados erróneamente	0
	Violaciones de libre elección	0
	S-Componentes	59
	Lugares no cubiertos por los componentes	0
Comportamiento (Robustez)	Lugares de origen (M_0)	1
	Lugares de final (M_f)	1
	Componentes conectados	65
	Componentes fuertemente conectados	65
	Lugares incorrectos en la marcación inicial	0
	Lugares no acotados - Boundedness	0
	Transiciones muertas - Liveness	0
	Transiciones no vivas - Liveness	0
Estadísticas	Lugares/plazas	38
	Transiciones	45
	Operadores	15
	Arcos	94

Fuente: elaboración propia

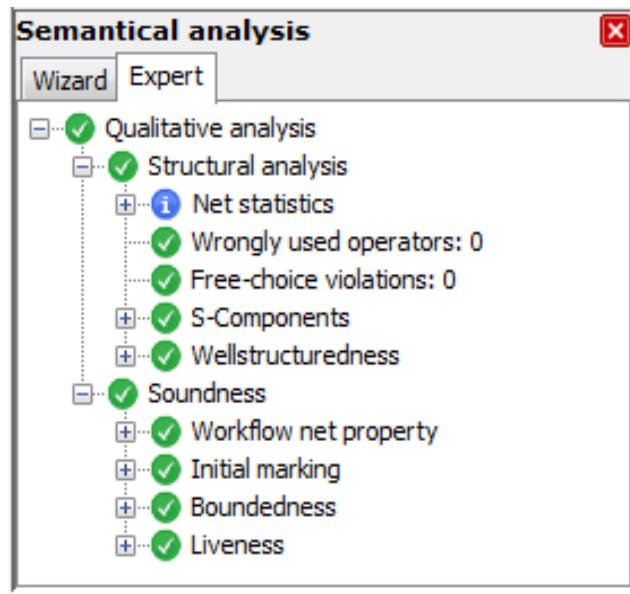


Figura 3. Comprobación del correcto funcionamiento de la RdP modelada. Fuente: WoPeD.

En la Tabla 2 se presenta una vista del procedimiento metodológico que ha sido modelado, donde se describen sucintamente las diferentes etapas del mismo. A modo de ejemplo se describen someramente a continuación las acciones que se llevan a cabo en las etapas 2 y 7.

En la etapa 2, para la determinación de la aptitud del empresario, se comienza con la entrevista del dueño de la empresa, la cual es realizada por un profesional externo y perteneciente a la institución académica con la cual se firmó el convenio de vinculación, y su propósito es realizar un análisis particular de la gestión empresarial, además de posibilitar al empresario que la activación de un análisis reflexivo y creativo sobre el posicionamiento estratégico de su empresa. Para ello, resulta necesario evaluar al empresario, ello se realiza con base en un conjunto de capacidades que han sido preestablecidas y que aportan al desarrollo del pensamiento estratégico.

Tabla 2. *Etapas y descripción del procedimiento.*

Etapas del procedimiento	Descripción
1. Vinculación empresa- Institución tutora	Mediante convenio específico se plasma cabalmente el compromiso entre la empresa y la Universidad/Instituto que evalúa. La institución evaluadora capacita previamente al empresario, y acuerda las condiciones para implementar el procedimiento
2. Valoración de la aptitud del empresario	La entrevista del empresario se emplea con el propósito de valorar la aptitud de su gestión al frente de la empresa, con enfoque en aquellas acciones que aportan al pensamiento estratégico empresarial
3. Valoración de la condición Organizacional	La exploración organizacional tiene el propósito de valorar en qué medida la empresa tiene las condiciones necesarias para una adecuada gestión, utilización e innovación de sus activos tecnológicos
4. Valoración agregada de la empresa	Se obtiene la valoración agregada referida a la Aptitud global de la pequeña empresa, a partir de las valoraciones obtenidas de la entrevista al empresario y la exploración de las condiciones de gestión, operación, mantenimiento, e infraestructura de la pequeña empresa
5. Análisis FODA	A partir de la herramienta de matriz FODA se identifican las fortalezas y debilidades más importantes de la empresa, que son consignadas como los factores significativos. Se identifican las oportunidades y amenazas más importantes del entorno desde la perspectiva tecnológica, que son establecidas como factores influyentes del entorno. El análisis se realiza en el marco de la estrategia general de desarrollo de la empresa
6. Identificación de activos tecnológicos claves (ATC)	Se analizan los procesos productivos y la infraestructura de la empresa, se identifican los activos tecnológicos, por una parte los tangibles tecnológicos (maquinaria, equipos e infraestructura), y por otra, los intangibles tecnológicos (saberes y habilidades individuales, así como prácticas y rutinas colectivas); y a partir de la valoración de los mismos, se establecen cuales resultan valiosos para el desempeño productivo
7. Análisis agregado FODA-ATC	A partir de una matriz compuesta FODA-ATC, se establecen las vinculaciones entre los activos tecnológicos clave, los factores significativos y los factores influyentes
8. Determinación de activos tecnológicos estratégicos (ATE)	Se determinan los activos tecnológicos estratégicos en a partir del mayor grado de asociación existente entre activos tecnológicos clave, factores significativos y factores influyentes, en el marco de la estrategia general de desarrollo de la pequeña empresa

Fuente: elaboración propia

A partir de los resultados de la entrevista, se procede a una valoración sobre las capacidades evaluadas en el empresario; luego calcula mediante una fórmula un Factor del Empresario, a partir del cual se puede determinar la Aptitud del empresario mediante una escala empírica prediseñada. Como resultado de las actividades anteriores, el empresario puede resultar apto o no, para continuar el desarrollo del procedimiento. Si resulta apto se continúa con la etapa 3, sino, debe realimentar un lazo que incluye su capacitación y adecuación de recursos de su organización, para recién luego volver a realizar una nueva entrevista.

La etapa 7, tiene como propósito realizar un proceso asociativo entre los activos tecnológicos clave, con los factores internos significativos del establecimiento (debilidades y fortalezas) y a los factores influyentes del entorno (oportunidades y amenazas). Para ello, en primera instancia se utiliza el análisis FODA, que es una herramienta sencilla y a la vez potente para el análisis de situación, a partir de lo cual se realiza una evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa, y aquellas que son puntuadas con valoración elevada son caracterizadas como factores significativos; luego se efectúa una evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno, y las que son puntuadas con valoración elevada son caracterizados como factores influyentes. Posteriormente se realiza el proceso de asociación entre activos tecnológicos clave, factores significativos y factores influyentes a través de la denominada matriz FODA-ATC, a partir de la cual, y en la etapa siguiente se determinan los activos tecnológicos estratégicos (ATE).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo a partir de la utilización ordenada y metódica de RdP posibilitó la detección de conflictos, estancamientos, vías muertas y/o bucles desarticulados durante el proceso de modelación, y en sincronismo con el diseño del procedimiento metodológico, lo cual resultó crucial desde el punto de vista de los costos, los recursos compartidos, y el tiempo requeridos cuando hubiere de implementarse el instrumental. Además, se desarrolló un procedimiento formal que ha sido validado a partir de las propiedades estructurales y de comportamiento de las RdP, y que ha garantizado el cumplimiento de un conjunto de condiciones y requerimientos preestablecidos para su normal funcionamiento.

4. CONCLUSIONES

- Se diseñó un procedimiento metodológico para determinar los activos tecnológicos estratégicos contextualizados dentro de la estrategia general de desarrollo para ser aplicado a pequeñas empresas de manufactura, a través de la utilización de redes de flujo de trabajo derivadas de las RdP.
- Se comprobó ex-ante el adecuado diseño de las acciones que componen todas las etapas del procedimiento metodológico, a través de la utilización del software WoPeD, con lo cual se verificó su consistencia lógica y funcionalidad, sin impedimentos estructurales (obstáculos o limitaciones), y con un sólido comportamiento (robustez).
- Se consolidó evidencia empírica a favor de las redes de flujo de trabajo como instrumento pertinente de reflexión y validación, destinada a la modelación y simulación de procesos de diagnóstico, específicamente constituye una novedad su implementación en la valoración y determinación de activos tecnológicos estratégicos en las pequeñas empresas de manufactura.
- Se espera avanzar en trabajos futuros con la utilización de RdP para modelar aplicaciones vinculadas a procesos productivos de pequeñas empresas, de tal forma que la utilización de modelos simulados permita mejorar los sistemas de manufactura reales, y contribuya a eliminar desajustes de producción, bloqueos, ralentización de procesos, subutilización de equipos, entre otros aspectos.

5. REFERENCIAS

- Brito Viñas (2000). Modelo conceptual y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones empresariales para potenciar la función de GTI en la empresa manufacturera cubana. *Tesis de Doctorado*, Universidad Central de Las Villas, Cuba.
- Castellanos, C. (2006). Consideraciones para el modelado de sistemas mediante Redes de Petri. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 27(2), 49-58.
- Escorsa Castells, P. y Valls Pasola, J. (2005). *Tecnología e innovación en la empresa*. Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V., Distrito Federal, México.
- Espinoza, A. y Peroni, A. (2000). Metodología de evaluación ex ante de Programas Sociales. Serie: Material de Apoyo a la Planificación Social, Documento de Trabajo N° 4. Departamento de Evaluación, División Social, Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile, Santiago, Chile.
- Estrada, S.; Cano, K; Aguirre, J. (2017). La gestión tecnológica en PyMEs: diferencias entre micro, pequeñas y medianas empresas. XVII Congreso Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica, Ciudad de México, México.
- Huayna D., A. M.; Cortez Vásquez, A. y Vega Huerta, H. (2009). Aplicación de las redes de Petri a la simulación discreta de sistemas. *Revista de Ingeniería de Sistemas e Informática*, 6(2), 35-44.
- Lozada, M. y Velasco, J. M. (2010). Modelado dinámico basado en redes de Petri para el modelo de integración empresarial "actor de empresa". *Scientia et Technica*, 16(44), 140-145.
- Mantulak, M. J.; Hernández Pérez, G. D. y Michalus, J. C. (2015). Procedimiento para determinar los recursos tecnológicos estratégicos en pequeñas empresas de manufactura. Estudio de un caso. XVI Congreso Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica, Porto Alegre, Brasil.
- Martínez Méndez, R. (2012). Análisis estratégico en las pequeñas empresas de la construcción en puebla, México. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 5(4), 85-96.
- Mata, G.; Méndez, A.; Cardillo, J.; Chacón, E. (2016). Análisis de sistemas de manufactura conteniendo una exclusión mutua usando redes de Petri. *Revista Ingeniería UC*, 23(1), 30-40.
- Michalus, J. C. (2011). Modelo alternativo de cooperación flexible de pymes orientado al desarrollo local de municipios y microrregiones – Factibilidad de aplicación en la provincia de Misiones, Argentina. Tesis de Doctorado, Universidad Central de Las Villas, Cuba.
- Michalus, J. C.; Sáez Mosquera, I.; Hernández Pérez, G.; Sarache Castro, W. A. (2015). Comprobación de la factibilidad de ejecución de un procedimiento organizativo mediante redes de workflow. *Visión de Futuro*, 19(2), 106-121.
- Murillo, L. D. (2008). Redes de Petri: modelado e implementación de algoritmos para autómatas programables. *Tecnología en Marcha*, 21(4), 102-125.
- Murillo Soto, L. D. (2010). Simulación de un sistema de manufactura flexible con redes de Petri coloreadas. *Tecnología en Marcha*, 23(1), 47-62.
- Solana González, P.; Alonso Martínez, M. y Pérez González, D. (2006). Análisis y modelado con redes de workflow del proceso de tratamiento de experiencias operativas. XX Congreso anual XX AEDEM, Academia Europea de Dirección y Economía de la Empresa AEDEM, Palma de Mallorca, España.
- Solana González, P; Pérez González, D. y Alonso Martínez, M. (2007). El proceso de evaluación y gestión de la experiencia operativa en la industria: análisis en el sector nuclear español. *Boletín de estudios económicos*, 62(191), 303-319.
- Suárez Hernández, J. (2003). Modelo general y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones para desarrollar la gestión de la tecnología y de la innovación en empresas ganaderas cubanas, Tesis de Doctorado, Universidad Central de Las Villas, Cuba.

- Vega de la Cruz, L. O.; Lao León, Y. O.; Marrero Delgado, F.; Pérez Pravia, C. M. (2015). Redes de Petri para la validación de procedimientos. 7^a Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Holguín, Guardalavaca, Cuba.
- Vega de la Cruz, L. O.; Lao León, Y. O.; Pérez Pravia, C. M. (2016). Redes de Petri en la determinación de puntos críticos para el control interno. *Universidad y Sociedad*, 8(4), 219-226.
- Vivares Vergara, J. A. (2017). Modelo de madurez para valorar el sistema de producción y formular la estrategia de manufactura, Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.