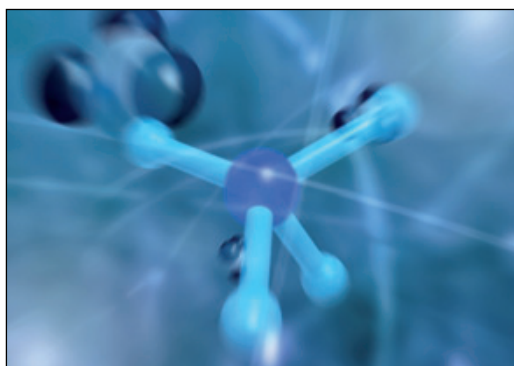


Modelo sistémico para la adopción de tecnología por la industria química



Martín Durán-García*

María Pérez-Ovalles**

Gladis Rincón-Polo***

Luis. Mendoza-Morales***

Ingeniero Químico

Doctor en Ciencias Computación

Ingeniero Químico

Licenciado en Matemática

* Universidad Simón Bolívar. Dpto. de Tecnología Industrial. Edif. Biblioteca Central, 1. La Guaira (Venezuela). Tfn: +58 212 906 3224. martinduran@usb.ve

** Universidad Simón Bolívar. Laboratorio de Investigación de Sistemas de Información (LISI). Edificio Laboratorio de Electrónica. Caracas (Venezuela). Tfn: +58 212 906 4017.

*** Universidad Simón Bolívar. Dpto. de Procesos y Sistemas. Edif. MYS, 3. Caracas (Venezuela). Tfn: +58 212 906 3902.

Recibido: 20/01/2011 • Aceptado: 09/05/2011

Systemic model for technology adoption by the chemical industry

ABSTRACT

• The technology adoption by the chemical industry requires an adequate analysis of the variables involved in the technology policy of the industry. Some of these variables are: the characteristics of the technology in adoption, the acquisition conditions, the technology adjustment or the influence of the chemical industry context. A supporting tool for this task is the formulation of a systemic model in order to direct the decision making process and, at the same time, to analyze in a systematic manner the relations of the variables involved. The purpose of the present research is to propose and evaluate a Systemic Model of Chemical Technology Adoption answering the complex technological reality of the chemical industries. This work is setting within a methodological framework based on the Action-Research Method and the DESMET methodology bases, through the characteristics analysis by surveys, applied to 4 expert evaluators. As a result, it is the definition of the model dimensions and categories, the establishment of 17 characteristics and 57 sub-characteristics with their respective metrics (there were proposed 125 metrics), proved through the model evaluation by experts looking for contributions and improvements, reaching an average acceptance of all the model characteristics of 96%. Specifically, the model evaluation feature "pertinency" is 99%, the average acceptance level for the "complexity" is 98%, and for the "adjustment" and "precision" features, it was verified that the average acceptance level is 95%, which is higher than the acceptance level of 75% proposed in the model evaluation. Consequently, the model is pertinent, complete, adequate and precise.

• **Key Words:** systemic model, technology adoption, chemical industry, methodological framework, chemical technology, selection criteria.

RESUMEN

La adopción de tecnología por la industria química requiere de un análisis adecuado de las variables que intervienen en la política tecnológica de la industria. Entre estas se encuentran las características propias de la tecnología a adoptar, las condiciones de adquisición, la adecuación de la tecnología o la influencia del contexto de la industria química. Una herramienta que soporta este tipo de tarea es la formulación de un modelo sistémico que permita orientar el proceso de toma de decisiones y a su

vez analizar sistémicamente las relaciones de las variables que en el intervienen.

La presente investigación tiene como objetivo proponer y evaluar un Modelo Sistémico de Adopción de la Tecnología Química que de respuesta a esta compleja realidad tecnológica de las industrias químicas. Este trabajo se sitúa en un marco, basado en un proceso de Investigación-Acción y en los principios de la metodología DESMET*, a través del método de análisis de características por encuestas aplicado a 4 expertos evaluadores.

Como resultado se tiene la definición de las

*NOTA DEL EDITOR

DESMET fue un proyecto de los años 90, soportado por el Department of Trade and Industry del Reino Unido, con el objetivo de desarrollar y validar una metodología para la evaluación de métodos y herramientas de ingeniería del software.

Los autores, basados en ese proyecto, han venido elaborando variantes del método para diferentes aplicaciones.

dimensiones y categorías del modelo, compuesto por 17 características y 57 sub-características con sus respectivas métricas (se formularon un total 125 métricas), refrendado por la evaluación del modelo a través de expertos en búsqueda de aportes y mejoras, y cualificándose con un promedio de aceptación para todas las características del modelo del 96%.

Específicamente, para los aspectos de evaluación “pertinencia” es del 99%, para la “completitud” el nivel promedio de aceptación es del 98%, y en los aspectos de “adecuación” y “precisión”, se verifica que el nivel promedio de aceptación es del 95%, que están por encima del nivel de aceptación del 75% propuesto para la aceptación del modelo. Por consiguiente el modelo es pertinente, completo, adecuado y preciso.

Palabras Claves: modelo sistémico, adopción de tecnología, industria química, marco metodológico, tecnología química, criterios de selección.

1. INTRODUCCIÓN

El manejo de la política tecnológica es un tema de singular importancia en las organizaciones y países del mundo, siendo uno de los ámbitos más resaltantes la adopción de tecnología, entendiéndola como un proceso que va desde la selección hasta su adecuación y difusión en la organización. Karl-Heinz *et. al.* (1974) señalan que la adopción de tecnología se ha constituido en una estrategia que ha elevado la política tecnológica en los países del mundo, independientemente si el país es o no generador de tecnologías. Esta idea sugiere la importancia que la adopción tiene para el éxito de una organización y, por consiguiente, en aquellas cuya complejidad tecnológica sea más evidente, se requerirá con mayor énfasis de un método que minimice las pérdidas y optimice los resultados que se esperan obtener de ella.

Un claro ejemplo de organizaciones con una elevada complejidad tecnológica es la industria química y el proceso de adopción de la tecnología dentro de esta constituye un aspecto vital donde se deben tomar en cuenta diversos criterios que permitan lograr con éxito la inserción adecuada de una tecnología en un contexto dado.

Por ejemplo en la industria química, al promover innovaciones de los procesos de producción en busca del aumento de la calidad y competitividad de los productos, se tienen presiones ecológicas, que conducen a la necesidad de disminuir la cantidad y mejorar la calidad de los efluentes industriales y reducir el consumo de recursos energéticos y recursos naturales - Antunes *et. al.*, (2001). Esta industria no se escapa a la dinámica cambiante existente, debido a su complejidad tecnológica y cada día surge la necesidad de mejorar procesos dentro de la misma.

Por lo tanto, es necesario estudiar la repercusión que tienen los cambios de tecnología química, ya sea por generación propia de la industria o por vía de adopción, en su contexto; lo que lleva a pensar el siguiente interrogante: ¿Por

qué es necesario realizar un modelo sistémico de adopción de la tecnología por la industria química?

La razón principal está en la dinámica actual al adquirir tecnologías en las organizaciones. No es sorpresa observar como las empresas adquieren tecnología sólo por la sencilla razón de que funcionan exitosamente en otra organización, porque es una tecnología “novedosa”, porque es necesaria en la empresa o por otras diversas razones, que dejan en evidencia la ausencia de criterios claros que permitan definir si es apropiada o no determinada adopción de tecnología.

Como respuesta a esto, se hace necesario proporcionar a las organizaciones y países una herramienta a través de la formulación de un modelo, que permita orientarlas en el proceso de adopción de tecnología, por medio de claros criterios de selección que formen un proceso adecuado. La característica principal de este modelo es su carácter sistémico que busca comprender mejor la complejidad tecnológica de la industria química en los procesos de adopción.

2. MARCO METODOLÓGICO

Dada la naturaleza empírica de la fase de evaluación del Método de Investigación Acción, la evaluación del Modelo Sistémico de Adopción de la Tecnología por la Industria Química se refuerza aplicando la metodología DESMET. Según Kitchenham (1996), la evaluación a través de la metodología DESMET ayuda a la persona que lo evalúa en una organización, sobre todo, a planificar y a ejecutar la evaluación de forma imparcial y fiable.

Es probable que en la evaluación del Modelo en una organización específica, la importancia de cada característica varíe de acuerdo a las necesidades y realidad del contexto de la evaluación. Se proponen entonces las actividades a llevar a cabo, con el fin de alcanzar el objetivo planteado a través de un marco metodológico - Pérez *et. al.* (2004) -, que se basa en el método de Investigación Acción y las bases de la metodología DESMET.

Este ciclo propuesto puede repetirse n veces, pero para efectos de esta investigación se considera una sola iteración.

3. RESULTADOS

3.1. FORMULACIÓN DEL MODELO SISTÉMICO PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA POR LA INDUSTRIA QUÍMICA

La ausencia de modelos de adopción de la tecnología por la industria química no limita la recolección de criterios usados comúnmente en la práctica de ingeniería (conocimiento adquirido con la experiencia por expertos en el manejo de la adopción tecnológica, prácticas básicas que contribuyen con una adecuada adopción, entre otras), que son necesarios para realizar la adopción apropiada.

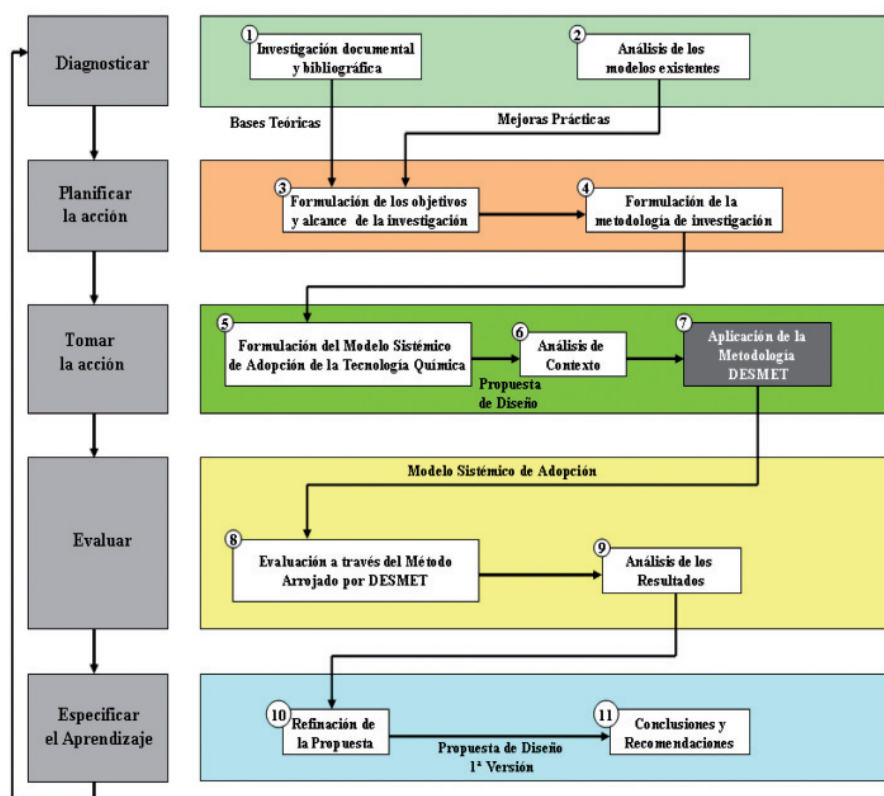


Figura 1: Ciclo metodológico de evaluación. Fuente: Adaptado de Mendoza, Pérez y Griman, (2005)

En particular, después de verificar qué criterios se encuentran en la mayoría de los modelos - en las concepciones teóricas y en las prácticas básicas de los expertos en la industria - se procedió a seleccionar los más usados y pertinentes para la presente investigación, y se agruparon por áreas que involucran aspectos de carácter técnico-científico, ingenieril, social, económico, industrial, etc., que, a su vez, conforman la adopción tecnológica como un proceso de gran complejidad por sus interrelaciones que puede ser abordado bajo la perspectiva de un modelo con enfoque sistémico. La bibliografía nos presenta algunos de los considerados.

Como base, nos hemos orientado a la aplicación, adaptación y adecuación del submodelo asociado al *Modelo Sistémico de Calidad* (MOSCA) utilizado en el proceso de selección de *software*, propuesto por Mendoza, Pérez

y Griman (2005). Este modelo sistémico es claramente adaptable, sensible al contexto donde se esté aplicando y, además, permite tomar en cuenta las complejas interrelaciones que existen entre las variables que intervienen en las políticas de decisión tecnológica en una organización (en específico en el proceso de adopción de la tecnología por una industria en particular).

El modelo está constituido por cuatro (04) niveles que se presentan a continuación:

Nivel 0: Dimensiones. Aspectos contextuales e internos del modelo de adopción de la tecnología por la industria química como proceso. El modelo como proceso requiere evaluar por completo la adopción de la tecnología química y las dimensiones en este modelo están asociadas a los aspectos contextuales e internos del proceso de adopción, en función de los requerimientos establecidos en las bases de diseño.

- Aspectos contextuales del modelo: se refieren a las actividades relacionadas con el impacto que tiene el modelo en el entorno (la demanda del producto, el nivel de aceptación, conformidad y fidelidad del cliente, el posicionamiento en el mercado, nivel de competitividad, mejoras en los indicadores económicos, entre otras).
- Aspectos internos del modelo: están asociados con las actividades que garantizan el adecuado nivel de productividad del modelo (clima organizacional, cumplimiento de los objetivos planteados, la calidad del producto obtenido, cumplimiento de lapsos de tiempo, ahorro de recursos y mejoramiento del proceso, entre otras).

Categoría	Definición
Cliente - Proveedor (CUS)	Está constituida por los procesos que impactan directamente en la industria química que adquiere la tecnología, apoya el proceso de transición de la transferencia de la tecnología hacia el cliente.
Ingeniería (ING)	Consiste en los procesos que directamente especifican y definen los aspectos intrínsecos de la tecnología química adoptada y su relación con el entorno tomando en cuenta las bases de diseño.
Soporte (SOP)	Constituyen los procesos que pueden ser empleados por cualquiera de los procesos en varios niveles del ciclo de vida de adopción tecnológica.
Gestión (MAN)	Son los procesos que contienen prácticas de naturaleza genérica, que pueden ser utilizados por cualquier actor de la planta química que dirija algún tipo de proyecto o proceso.
Organizacional (ORG)	Agrupar los procesos que establecen las metas comerciales de la industria química como organización y desarrolladora de bienes y recursos, que ayuden a la organización para alcanzar las metas en sus proyectos.

Tabla 1: Categorías del modelo como proceso. Fuente: Adaptado de Mendoza, Pérez y Griman, (2005)

NIVEL 1. Categorías. Se proponen cinco (05) categorías asociadas al modelo como proceso con el fin de lograr una adecuada calidad sistémica. Las categorías del modelo como proceso son: cliente – proveedor (**CUS**), ingeniería (**ING**), soporte (**SOP**), gestión (**MAN**) y organizacional (**ORG**), presentadas en la Tabla 1. Se considera “cliente” la industria que adopta la tecnología y “proveedor” quien la facilita.

NIVEL 2. Características. A partir de las categorías que serán evaluadas, se analizan las características propuestas por MOSCA asociadas a cada categoría, y se toman en cuenta diecisiete (17) características para la adopción de plantas químicas industriales tal como se presentan en la Tabla 2.

NIVEL 3. Sub-características. Las características se despliegan, a su vez, en cincuenta y ocho (58) sub-características que satisfacen un adecuado proceso de adopción de la tecnología por la industria química tal como se muestra en la Tabla 3 con sus respectivos códigos de identificación.

Finalmente, para la apropiada valoración cuantificada que permita la toma de decisiones, el modelo sistémico de adopción de la tecnología química presenta **ciento veinticinco (125) métricas** asociadas a las sub-características propuestas.

Como ejemplo, damos las métricas correspondientes a la característica Establecimiento del Proceso (EPR) y a sus sub-características Nivel de Asimilación (EPR 01), Revisión Continua (EPR 02) y Comunicación Organizacional (EPR 03), presentadas en la Tabla 4. De manera similar, todo el

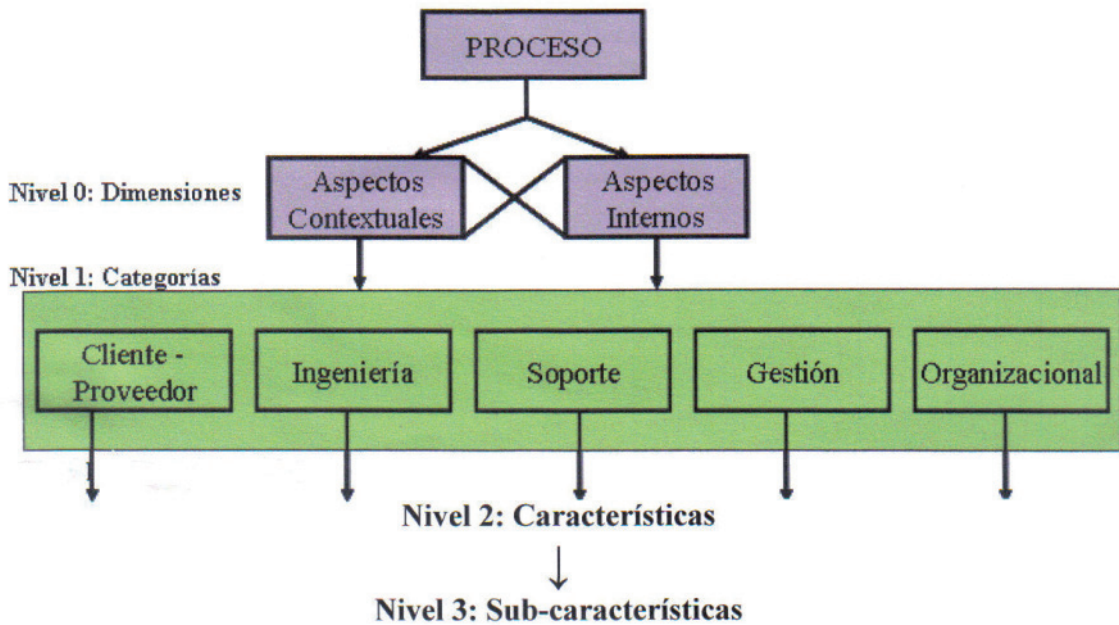


Figura 2: Propuesta de Modelo Sistémico de Adopción de la Tecnología por la Industria Química. Fuente: Elaboración Propia

Categoría	Características	
	Aspectos Contextuales del Proceso	Aspectos Internos del Proceso
Cliente – Proveedor (CUS)	ADT. Adquisición de la tecnología ASA. Asistencia y Asesoría	DER. Determinación de requerimientos PAL. Patentes y licencias
Soporte (SOP)	AUD. Auditoría ADC. Aseguramiento de la calidad	AUD. Auditoría ADC. Aseguramiento de la calidad
Ingeniería (ING)	CON. Control	ICT. Información Cinética y Termodinámica PRI. Procesos Industriales EQU. Equipos ESP. Especificaciones SER. Servicios
Gestión (GES)	GER. Gestión de riesgo GEC. Gestión de calidad	GER. Gestión de riesgo GEC. Gestión de calidad GEP. Gestión de proyecto
Organizacional (ORG)	POR. Políticas Organizacionales	EPR. Establecimiento del proceso POR. Políticas Organizacionales

Tabla 2: Características del modelo como proceso. Fuente: Elaboración Propia

Categorías	Características	Código	Sub-características
CLIENTE – PROVEEDOR (CUS)	Adquisición de la Tecnología (ADT)	ADT 01	Pertinencia de la participación de los actores
		ADT 02	Capacidad de negociación
		ADT 03	Respeto por las regulaciones
		ADT 04	Proveedor
		ADT 05	Costo de Inversión
	Patentes y Licencias (PAL)	PAL 01	Ventajas competitivas para los actores
		PAL 02	Información preliminar al proceso de manufactura
		PAL 03	Documentación anexa
	Determinación de requerimientos (DER)	DER 01	Antecedentes de la tecnología
		DER 02	Clasificación y madurez de la tecnología
Asistencia y asesoría (ASA)	ASA 01	Asistencia técnica y adiestramiento	
	ASA 02	Contratación de expertos	
SOPORTE (SOP)	Auditoría (AUD)	AUD 01	Evaluación del proceso de transferencia de la tecnología por la industria química
		AUD 02	Evaluación del proceso de aplicación de la tecnología química
	Aseguramiento de la calidad (ADC)	ADC 01	Uso de manuales de normas y procedimientos
		ADC 02	Revisión continua
		ADC 03	Estándares internacionales
GESTIÓN (GES)	Gestión de Riesgos (GER)	GER 01	Riesgos económicos
		GER 02	Riesgos ambientales
	Gestión de Calidad (GEC)	GEC 01	Adaptabilidad
		GEC 02	Duración del proceso
	Gestión de Proyecto (GEP)	GEP 01	Capacidad
		GEP 02	Rentabilidad
ORGANIZACIONAL (ORG)	Políticas Organizacionales (POR)	POR 01	Estructura organizacional
		POR 02	Capacidad administrativa
		POR 03	Planes de inversión
	Establecimiento del Proceso (EPR)	EPR 01	Nivel de asimilación
		EPR 02	Impacto de las unidades operativas y conexas
		EPR 03	Revisión continua
		EPR 04	Comunicaciones de contacto
INGENIERÍA (ING)	Información Cinética y Termodinámica (ICT)	ICT 01	Información de la reacción química
		ICT 02	Desempeño de la reacción química
		ICT 03	Procesos termodinámicos
		ICT 04	Condiciones de operación de la reacción química
	Procesos Industriales (PRI)	PRI 01	Diagrama de los procesos productivos y conexos
		PRI 02	Compuestos no deseados
		PRI 03	Sustentable energéticamente
		PRI 04	Productos y subproductos
		PRI 05	Condiciones de operación de equipos y accesorios
		PRI 06	Impacto en los procesos
		Equipos (EQU)	EQU 01
	EQU 02		Manuales de uso
	EQU 03		Características propias de los equipos y accesorios
	EQU 04		Plantas de tratamiento
	EQU 05		Efluentes
	EQU 06		Contaminación sónica
	Especificaciones (ESP)	ESP 01	Especificación de materia prima
		ESP 02	Especificación de insumos
		ESP 03	Especificación del producto
		ESP 04	Desechos sólidos y residuos contaminantes
	Servicio (SER)	SER 01	Energía
		SER 02	Disponibilidad de corrientes de alimentación
		SER 03	Almacenaje
		SER 04	Emisiones gaseosas
	Control (CON)	CON 01	Automatización
		CON 02	Dispositivos de medición
		CON 03	Arranque y parada
		CON 04	Sistemas automatizados

Tabla 3: Categorías, características y sub-características del modelo sistémico de adopción de la tecnología química. Fuente: Elaboración Propia

modelo es cuantificado a través de métricas en cada una de sus categorías, características y sub-características.

3.2. EVALUACIÓN DEL MODELO SISTÉMICO DE ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA POR LA INDUSTRIA QUÍMICA

Con objeto de validar el método diseñado para la adopción de tecnología y siguiendo las propuestas de DESMET, se deben evaluar utilizando un análisis mediante encuesta, tanto sus características generales como las características específicas de cada métrica. Ello generará un alto nivel de confianza y de profundidad en la investigación realizada, factor clave según Kitchenham [1996]. Para realizar esta encuesta de evaluación fueron seleccionados cuatro prestigiosos científicos expertos, que actuaron como usuarios en virtud de la experiencia que tienen en procesos de adopción de la tecnología por la industria química.

Se entregaron cuestionarios a cada uno de los expertos para evaluar las características del modelo, los cuales fueron respondidos según la escala definida en la tabla 5 donde el porcentaje de respuestas positivas son calculadas a partir de las respuestas dadas con valor 1. Para cada característica del modelo, el nivel de aceptación fue definido con el setenta y

cinco por ciento (75%) de las respuestas de los expertos son positivas (valor 1).

Las respuestas fueron valoradas en 1=si y 0=no. Esto permitió cuantificar si una característica y/o métrica del modelo era aceptada o no. El tener cuatro respuestas para cada ítem a evaluar, nos permitió sacar el nivel de pertinencia, completitud, adecuación y precisión para las características de pertinencia, factibilidad, profundidad y escala en las métricas del modelo. Si una métrica no supera el nivel mínimo de aceptación del 75% será desechada al momento de adoptar una tecnología por parte de la industria química.

4. DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al cuantificar las respuestas de los expertos, se obtuvo un promedio de aceptación para todas las características del modelo de alrededor del 96 %, el cual está por encima del nivel de aceptación del 75% propuesto para la evaluación. Como se puede apreciar en la Fig. 3, los resultados para todas las características del modelo fueron valores positivos.

Sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación
Característica: Establecimiento del proceso (ESP)			
Nivel de asimilación EPR 01	Compromiso Organizacional	¿Se documenta el análisis del compromiso organizacional con el proceso de adopción de tecnológica?	0= No 1= Si
	Difusión	¿Se documenta la campaña publicitaria para dar a conocer el proceso de adopción entre los miembros de la organización.	0= No 1= Si
Revisión Continua EPR 02	Inspección	¿Se documenta la inspección durante el desarrollo del proceso?	0= No 1= Si
	Minimización de errores o fallas	¿Se documentan las mitigaciones de errores o fallas en el proceso durante el proceso de revisión continua?	0= No 1= Si
Comunicación Organizacional EPR 03	Memos de contacto	¿Se documentan los memorandums de contacto?	0= No 1= Si
	Efectividad de la comunicación	¿Se documenta el análisis de la efectividad de la comunicación organizacional durante el proceso?	0= No 1= Si

Tabla 4: Métricas asociadas a la categoría organizacional Fuente: Elaboración Propia

Característica General	Descripción	Escala
Pertinencia del Modelo Sistémico	Se refiere si el Modelo Sistémico es pertinente o no dentro del proceso de especificación de calidad del proceso de adopción tecnológica.	1: significa que el Modelo Sistémico es pertinente 0: significa que el Modelo Sistémico no es pertinente
Completitud de las categorías involucradas	Se refiere si las categorías cliente-proveedor, soporte, ingeniería, gestión y organizacional dan cobertura total al Modelo	1: significa que el Modelo Sistémico de es completa en cuanto a las categorías utilizadas 0: significa que de acuerdo al contexto existen categorías del deberían ser consideradas.
Adecuación al contexto	Se refiere si la especificación de la calidad del Modelo es adecuada en el contexto de la evaluación	1: significa que el Modelo se adecua al proceso de evaluación 0: significa que el Modelo no es adecuada en el contexto de evaluación
Precisión del nivel de calidad especificado por Modelo de Adopción de la Tecnología Química	Se refiere si la calidad especificada por el Modelo en el proyecto piloto fue específica	1: significa que el nivel de calidad especificado es preciso 0: significa que el nivel de calidad especificado no es preciso

Tabla 5: Característica para la evaluación del modelo. Fuente: Adaptado de Sosa, (2006)

Nivel de Aceptación 75%

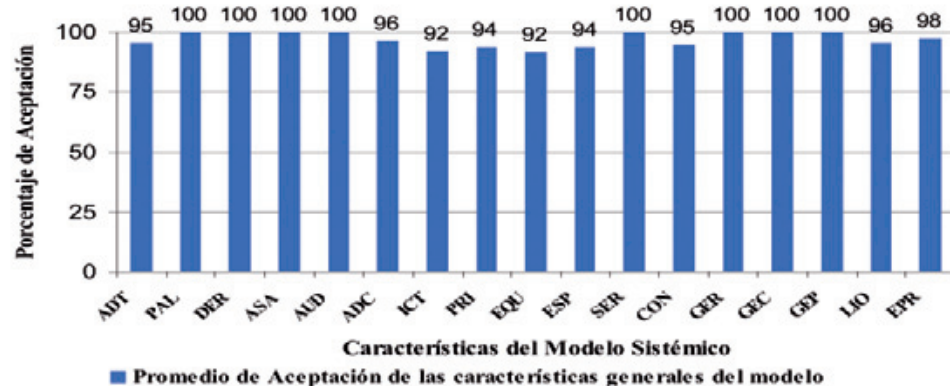


Figura 3: Evaluación de las características generales del modelo.

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de aceptación más bajos son los asociados a las características de Información Cinética y Termodinámica (ICT) y Equipos (EQU) con un nivel de aceptación promedio del 92%, esto lo podemos observar en la Fig. 3 donde este valor se encuentra por encima del nivel de aceptación del 75%. En la Fig. 4 se observa que para la característica del modelo ICT, el porcentaje más bajo de aceptación es del 87% y está referido al aspecto de completitud, y el más alto un 100% referido al aspecto de pertinencia.

Como uno de los aspectos más importantes de validación del modelo es su pertinencia, esto se verifica al observar que su nivel promedio de aceptación es del 99%, mayor que el nivel general de aceptación. Los valores extremos de la pertinencia se encuentran en las características del modelo Especificaciones (ESP) y Equipos (EQU) con un porcentaje de aceptación del 96%, siendo este el más bajo; y

un porcentaje de aceptación del 100% (más alto) se encuentra en 14 de las 17 características del modelo. Estos resultados permiten afirmar que, a partir de la evaluación del Modelo Sistémico de Adopción de la Tecnología por la Industria Química, existe un aceptable nivel de pertinencia del mismo.

En cuanto al aspecto de evaluación de su completitud, se verifica que el nivel promedio de aceptación es del 98%, mayor que el nivel de aceptación, tal como lo presenta la Fig. 4. Los valores extremos de la completitud se encuentran en la característica del modelo Información Cinética y Termodinámica (ICT) con un porcentaje de aceptación del 87%, siendo este el más bajo; y un porcentaje de aceptación del 100% (más alto) encontrado en 12 de las 17 características del modelo. Por lo tanto se considera que el Modelo Sistémico de Adopción de la Tecnología por la Industria Química presenta un aceptable nivel de completitud, entendiendo que es una representación de la realidad y que no pretende recoger todas las variables que intervienen en el proceso de Adopción de la Tecnología por la Industria Química.

Al observar el aspecto de evaluación de la adecuación, se verifica que el nivel promedio de aceptación es del 95%, mayor que el nivel de aceptación, tal como lo presenta la Figura 4. Los valores extremos de la adecuación se encuentran en la característica del modelo Aseguramiento de la Calidad (ADC) con un porcentaje de aceptación del 87%, siendo este el más bajo, y un porcentaje de aceptación del 100% (más alto) encontrado en 8 de las 17 características del modelo. Por ello se estima que el Modelo Sistémico de Adopción de la Tecnología por la Industria Química es adecuado, según el proceso de evaluación del mismo.

Al observar el aspecto de evaluación del modelo de su precisión, se verifica que el nivel promedio de aceptación es del 95%, mayor que el nivel de aceptación, tal como lo presenta la Figura 4. Los valores extremos de la precisión se encuentran en las características del modelo Equipos (EQU), Especificaciones (ESP) y Control (CON) con un porcentaje de aceptación del 89%, siendo este

Nivel de Aceptación 75%

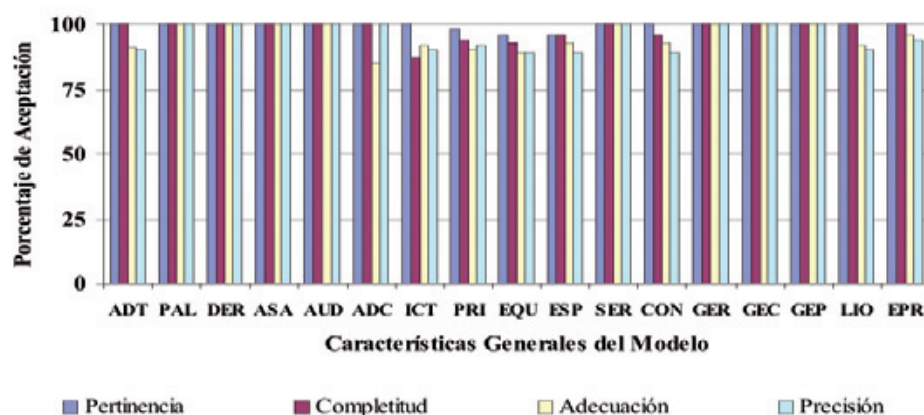


Figura 4: Desglose de la evaluación de las características generales del modelo.

Fuente: Elaboración propia

el más bajo; y un porcentaje de aceptación del 100% (más alto) encontrado en 9 de las 17 características del modelo. Estos resultados permiten afirmar que el nivel de calidad especificado por el Modelo Sistémico de Adopción de la Tecnología por la Industria Química es preciso.

4.2. COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES

Analizando los resultados de la evaluación de los expertos, se observa que las respuestas son positivas para todos los aspectos generales del modelo: pertinencia, factibilidad, adecuación y precisión. De esto se desprende la idea de que la definición de las características del Modelo Sistémico constituye un apropiado punto de partida cuando evaluamos un proceso de Adopción de la Tecnología por la Industria Química y es una herramienta que las plantas químicas pueden utilizar para el diagnóstico de este proceso.

A su vez, respecto a las características de “información cinética y termodinámica”, “especificaciones” y “procesos industriales” se propone iniciar una investigación que logre identificar las relaciones existentes entre estas características, sus aspectos técnicos y científicos en mayor detalle y la influencia de estas características en el proceso de adopción de la tecnología química; de manera que se generen propuestas mejoradas del modelo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Al-Ghailani H, Moor W. "Technology Transfer to Developing Countries". Journal Technology Management. 1995 Vol. 10-7,8 p. 687-703.
- Alvarez M, Rincón G, Pérez M, et. al. "Evaluation and Selection of Discrete-Event Simulation Software for the Oil Industry". Latin American Applied Research. 2008. Indexada en el Science Citation Index. Vol. 38 p. 305 – 312
- Alvarez M, Rincón G, Pérez M. "Initiatives to Face the Logistic Challenges of the Clean Fuel Age: A Software Selection Case". 7thWorld Congress of Chemical Engineering Glasgow Reino Unido JuPOR 2005. CD: Congress Manuscripts 7o World Congress Chemical Engineering p. 1 – 8
- Antunes A, Souza C, Dutra L. "Desarrollo de la tecnología en la Industria Química de Brasil y Venezuela: Énfasis en Patentes". Revista Espacios. 2001 Vol. 22-2 p.1-8.
- Ávalos I. "El Desarrollo Tecnológico como Soporte del Desarrollo Industrial. Estrategias, planificación y gestión de ciencia y tecnología". 1989 Editorial Nueva Sociedad p. 1-120.
- Durrani T, Forbes S, Broadfoot Ch (1999). "An Integrated Approach to Technology Acquisition Management". Journal Technology Management 1998. Vol. 17-6. p. 597 – 617.
- Galvis A, Vargas V. "Modelo de Selección de Tecnología en el Tratamiento de Agua para Consumo Humano". Seminario Agua y Sostenibilidad Conferencia Internacional Colombia 1998. p. 1-5.
- Kitchenham B. "Evaluating Software Engineering Methods and Tools. Part 3: Selecting an Appropriate Evaluation Methods- Practical Issues". ACM SIGSOFT - Software Engineering Notes 1996. 9-12. p. 21.
- Mendoza L, Pérez M, Griman, A. "Propuesta del Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software". Revista Computación y Sistemas 2005. Vol. 8-3 p. 196-221.
- Pérez M, Rojas T, Mendoza L, et. al. "Systemic Methodological Framework for IS Research". Proceedings of the Tenth Ameritas Conference on Information Systems. 2004 New York.
- Rincón G. "Etapas de un Proyecto para la Industria de Procesos". Trabajo de Ascenso a la categoría de Asociado en el área de Procesos Químicos. Departamento de Procesos y Sistemas Universidad Simón Bolívar Caracas Venezuela. 2006
- Rincón G, Pérez M, Alvarez M, et. al. "A Discrete-Event Simulation and Continuous Software Evaluation on a Systemic Quality Model: an Oil Industry Case". Information & Management 2005. Indexada en el Social Sciences Citation Index. Vol. 42-8 p. 1051 – 1061
- Sosa J. "Perspectiva Humana en la Calidad Sistémica de los Sistemas de Información". Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Ingeniería de Sistemas Universidad Simón Bolívar Caracas Venezuela. 2006
- Turton R, Bailie R, Whiting W, et. al "Analysis Synthesis and Design of Chemical Processes". Prentice Hall PTR. 2da Edición. New Jersey E.E.U.U. 1998 ISBN: 013-06-4792-6

*NOTA DEL EDITOR

Aunque este enfoque está dirigido a la industria química, similares consideraciones podrían hacerse para estudiar eventuales adopciones de tecnología por cualquier otro sector industrial