

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y TURISMO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Procedimiento para la selección de la Comunidad de Expertos

Tesis presentada en opción al título de
Ingeniero Industrial

Autora: Yaideline Gómez Rojas

Tutor: Prof. Asist., Yosvani Orlando Lao León, MSc.

Holguín, 2015

Agradecimientos

Para todos ustedes, los tengo presente en todo momento, por sus oportunos comentarios, enseñanzas, esfuerzo, amor y buenos ratos.

A mi tutor Yosvani Lao, por su incondicionalidad; por él se logró esta investigación.

A Milagros y Nápoles, por darme la oportunidad y confiar en mí, gracias.

Gracias...

Dedicatoria

A mis padres, los amo.

Resumen

Al igual que la entrevista y la encuesta, el criterio de expertos posee un lugar importante entre los métodos de investigación empírica. Frecuentemente, este se basa en la consulta a personas que poseen vastos conocimientos acerca del objeto de estudio. La síntesis, el consenso y la estabilidad del juicio colectivo, pueden ofrecer una visión verosímil del futuro, combinando la imaginación y el talento individual. Esta es la razón fundamental por la que el criterio de expertos gana cada vez más protagonismo en los procesos de toma de decisiones que demandan del trabajo en grupo avalado sobre la base de un consenso. El nivel de competencia de los expertos a utilizar, juega un papel fundamental en la calidad de los resultados. Derivado de esto se considera invalidante una baja fiabilidad¹ del proceso de selección de estos.

Esta investigación persiguió diseñar un procedimiento que permita seleccionar la comunidad de expertos, a partir de la utilización de técnicas multicriterio como contribución a elevar la confiabilidad del proceso. El procedimiento propuesto transita por dos fases, con el cual se logra la modelación del Índice de selección (Is). Con la implementación de este se podrá decantar de un grupo de candidatos, los expertos a consultar, permitiendo incrementar la confiabilidad del proceso. En el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes métodos y técnicas, entre las que destacan: histórico-lógico, inductivo-deductivo, el método AHP de Saaty, el método de Saaty y el método de Entropía.

¹ A los efectos de esta investigación se entenderán indistintamente los términos fiabilidad y confiabilidad.

Abstract

Just like the interview and polls, the expert's opinion has an important place between the methods of empiric investigation. Frequently, it is based on the consultation to people that have vast knowledge about the object of study. The synthesis, consent and the stability of the joint suit, can offer a credible vision of the future, combining imagination and the individual talent. This is the reason that the expert's opinion gains more and more prominence in the decision-making processes that require of the work in group bailed on basis of a consent for. The competitive level of the experts to use, plays a fundamental role in the quality of the results. Derivate of this is considered invalidate a low reliability of the selection procedure of these.

This investigation persecuted designing a procedure that enables selecting the community of experts, from the utilization of multi-criteria techniques like contribution to raise the reliability of the process. The proposed procedure transits for two phases, which turns out well with the modeling of the Selection index (Is). With the implementation of this it will be able to be decanted of a group of candidates, the experts to consult, allowing incrementing the reliability of the process. In the development of investigation different methods and techniques were used, the ones stand out between: Historic logician, inductive deductive, the method AHP of Saaty, the method of Saaty and the method of Entropy.

Índice

	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo I. Basamento teórico y metodológico de la selección de la comunidad de expertos	4
1.1. La Comunidad de Expertos. Conceptos, importancia y aplicaciones.....	5
1.2. Su proceso de selección. Métodos, factores y confiabilidad	8
1.2.1. La modelación multicriterio. Aplicaciones y ventajas	20
1.3. Valoración de los métodos que tributan a la selección de la Comunidad de Expertos.	22
1.4. Utilización del criterio de expertos en investigaciones científicas	23
Capítulo II. Proceso de selección de la comunidad de expertos	26
2.1. Procedimiento para la selección de la comunidad de expertos	27
2.2. Propuesta generalizadora para el Is	37
2.3. Validación del procedimiento a través de las Redes de Petri.....	41
Conclusiones.....	48
Recomendaciones.....	49
Bibliografía	50
Anexos	

Introducción

La selección de las soluciones a diversos problemas basada en las recomendaciones de expertos en temas específicos, es muy frecuente y fundamental en la actualidad. Al igual que la entrevista, la encuesta y la prueba pedagógica, el criterio de expertos ocupa un lugar importante entre los métodos de investigación empírica (Cruz Ramírez y Martínez Cepena, 2012).

Constituye una práctica común acudir al conocimiento de expertos. En la antigüedad estos se manifestaron a través de los oráculos, no sólo en Grecia, también los hubo en otras regiones, como en Egipto y en el Imperio Romano. El oráculo más famoso de la antigüedad estuvo en Delfos, de ahí proviene el nombre del Método Delphi (Vélez Pareja, 2003), uno de los métodos subjetivos de pronóstico más utilizados en las investigaciones actuales.

Según González Almaguer (2006), experto es una persona en sí o un grupo de ellas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. Crespo Borges (2007), aporta una definición más abarcadora, según la cual se entiende por experto a un individuo, grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer con un máximo de competencia, valoraciones conclusivas sobre un determinado problema, hacer pronósticos reales y objetivos sobre el efecto, aplicabilidad, viabilidad y relevancia que pueda tener en la práctica la solución que se propone, y brindar recomendaciones de qué hacer para perfeccionarla.

Sin embargo, al utilizar expertos en la toma de decisiones, estos juegan un rol importante en la solución del problema, ya que esta depende de la preparación y el conocimiento de los expertos seleccionados. Es por esto que resulta indispensable realizar un proceso de selección que garantice la mayor confiabilidad posible en los resultados a obtener.

Existen disímiles metodologías para la selección de la comunidad de expertos. En Cuba se utiliza hace varios años la desarrollada por Evlanov y Kutusov (1978)², implementada por el Comité Estatal para la Ciencia y la Técnica de la URSS. En las últimas décadas esta metodología ha estado sometida a mejoramientos por diferentes investigadores,

² Citado por Cruz Ramírez y Martínez Cepena (2012).

como el perfeccionamiento estadístico de la escala Likert realizado por Campistrous Pérez y Rizo Cabrera (1998), siendo este el más utilizado en las investigaciones actualmente en el país. Según Campistrous Pérez y Rizo Cabrera (1998), los procedimientos para objetivar la selección de expertos pueden ser de tres tipos:

1. Los que descansan en la autovaloración de los expertos
2. Los que descansan en la valoración realizada por un grupo
3. Los que descansan en alguna evaluación de las capacidades del experto

Los procedimientos más generalizados tienen su fundamento en el primer tipo, basado en la opinión personal de los expertos. Uno de los más utilizados es el que consiste en la determinación del coeficiente de competencia del experto, para lo que se toma en cuenta la autovaloración del experto acerca de su conocimiento y de las fuentes que le permiten argumentar sus criterios.

Estos métodos conceden escasa confiabilidad, ya que el mayor peso en la selección descansa en la propia autovaloración del experto, por lo que se considera oportuno realizar la interrogante siguiente: ¿cómo incrementar la confiabilidad en el proceso de selección de la comunidad de expertos?, constituyendo este el **problema científico** a resolver en esta investigación.

El **objeto de la investigación** se enmarca en la comunidad de expertos y el **campo de acción** en la selección de la comunidad de expertos.

Se plantea como **objetivo general** de la investigación: diseñar un procedimiento que permita seleccionar la comunidad de expertos, a partir de la utilización de técnicas multicriterio como contribución a elevar la confiabilidad del proceso.

Para alcanzar el logro del este se definieron los **objetivos específicos** siguientes:

1. Elaborar el marco teórico-práctico referencial de la investigación a partir de la concepción de la comunidad de expertos, su importancia en las investigaciones científicas, su proceso de selección, los métodos utilizados y las carencias actuales en su desarrollo.
2. Diseñar el procedimiento para la selección de la comunidad de expertos, a partir de la utilización de técnicas multicriterio.
3. Validar el procedimiento diseñado a partir de la utilización de las Redes de Petri.

Para dar solución al problema planteado se presenta la **hipótesis de investigación** siguiente: el diseño del procedimiento para la selección de la comunidad de expertos a partir de la aplicación de la modelación multicriterio, influirá en su selección oportuna y confiable.

En el desarrollo de la investigación se utilizarán **métodos teóricos y empíricos**, apoyados en un conjunto de técnicas y herramientas:

Teóricos

Histórico-lógico: en el análisis del surgimiento y la evolución histórica del criterio de expertos y de su papel en el proceso de toma de decisiones.

Análisis y síntesis: a partir de la revisión de literatura y documentación especializada, se sintetizaron los elementos fundamentales relacionados con la comunidad de expertos y su proceso de selección.

Inductivo - deductivo: se utilizaron para el diseño y validación del procedimiento con vista a lograr una mayor confiabilidad en la selección de la comunidad de expertos.

Empíricos

Métodos de la modelación multicriterio (AHP de Saaty, Saaty y Entropía), técnicas de la Investigación de Operaciones (programación por meta) y consulta de documentos para la recopilación de la información. Para la implementación de estas técnicas fue necesaria la utilización de softwares profesionales como: Statistic Program for Social Sciences (SPSS), Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. 2002. Ucinet for Windows, WinQSB 2.0 y hojas de cálculo de Microsoft Excel.

En su presentación, esta tesis se estructuró de la forma siguiente: un capítulo I, que contiene el marco teórico-referencial que sustentó la investigación; un capítulo II, en el cual se expone y describe el procedimiento desarrollado, una propuesta generalizadora del Is y la validación del procedimiento a través de las Redes de Petri; un conjunto de conclusiones y recomendaciones emanadas de la investigación; la bibliografía consultada y por último, un conjunto de anexos de inevitable inclusión, como complemento de la investigación realizada.

Capítulo I. Basamento teórico y metodológico de la selección de la comunidad de expertos

En este capítulo se presentan los principales resultados del análisis bibliográfico para la construcción del marco teórico práctico referencial, a partir de la estrategia que se presenta en la figura 1.1. En este se abordan temas referentes a las concepciones de la comunidad de expertos y los distintos métodos para su selección, así como aspectos teóricos de la modelación multicriterio que posibilitó sentar las bases para el desarrollo de esta investigación. A partir de las investigaciones efectuadas se pudo realizar una valoración crítica sobre el estado actual del tema. Estos resultados demostraron la necesidad de un procedimiento que permitiera la selección de los expertos a través de técnicas multicriterio.

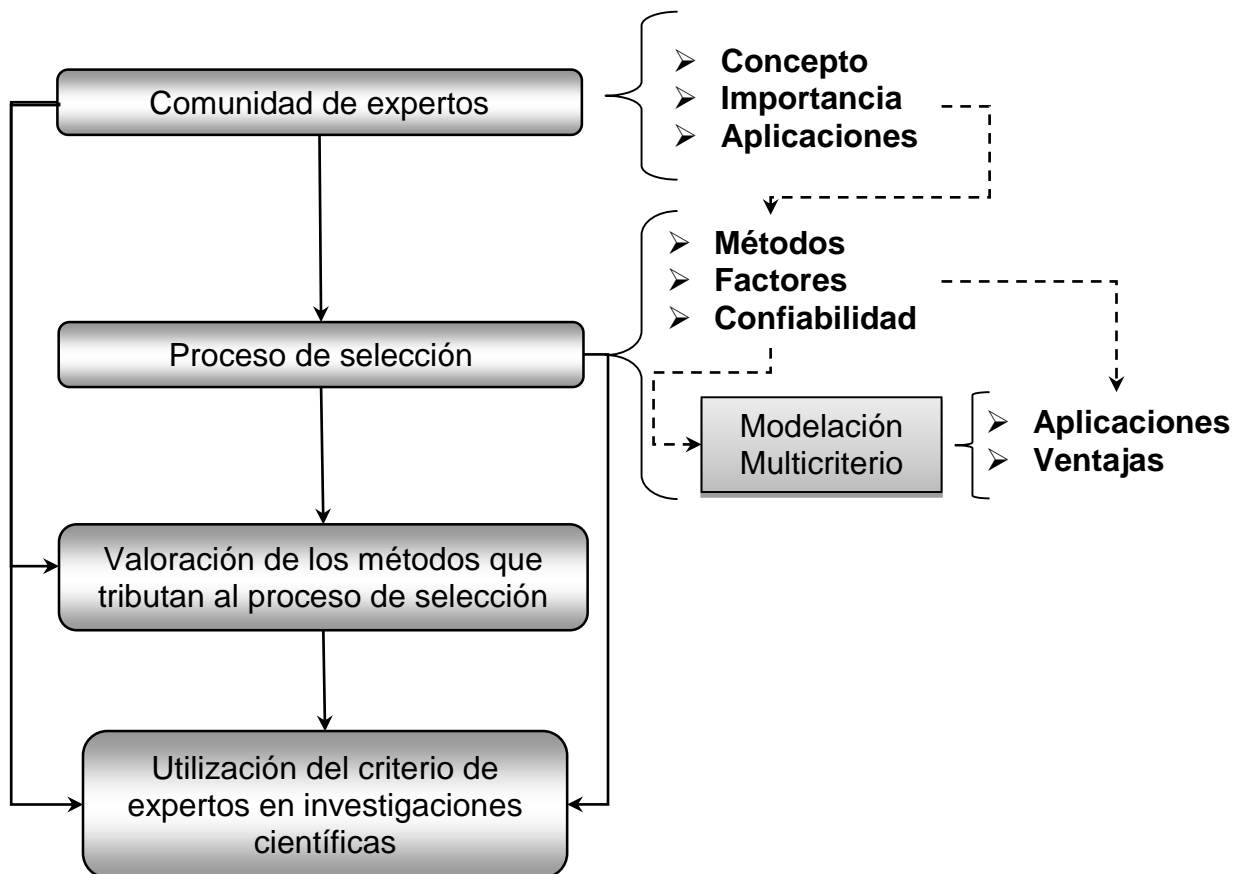


Figura 1.1. Estrategia seguida para la construcción del basamento teórico y metodológico de la selección de la comunidad de expertos.

1.1. La Comunidad de Expertos. Conceptos, importancia y aplicaciones

Los métodos de criterio de expertos se basan en la consulta a personas que tienen grandes conocimientos sobre el objeto de estudio. La síntesis, el consenso y la estabilidad del juicio colectivo pueden ofrecer una visión verosímil del futuro, combinando la imaginación y el talento individual (Cruz Ramírez y Campano Peña, 2008).

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, experto se define como: “Experto, ta. (Del lat. expertus, experimentado). adj. Práctica, hábil, experimentada”. González Almaguer (2006), plantea que experto es una persona en sí o un grupo de ellas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. Para García Valdés y Suárez Marín (2013), el término de experto es ambiguo, por ello definen como tal a aquel cuya formación y experiencia previa le ha permitido alcanzar un dominio sobre un asunto que excede el nivel promedio de sus iguales, y que está en disposición de exponer sus opiniones sobre dicho asunto para que sean utilizadas como juicios conclusivos. Se le considera apto para emitir criterios certeros, por quien se los solicita.

Crespo Borges (2007), aporta una definición más abarcadora, según la cual se entiende por experto a un individuo, grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer con un máximo de competencia, valoraciones conclusivas sobre un determinado problema, hacer pronósticos reales y objetivos sobre el efecto, aplicabilidad, viabilidad y relevancia que pueda tener en la práctica la solución que se propone, y brindar recomendaciones de qué hacer para perfeccionarla.

Estos autores coinciden en sus definiciones que los expertos son aquellas personas cuyos conocimientos de un tema son lo suficientemente profundos como para conferirle un alto grado de importancia a sus conclusiones, es por ello que el determinar si una persona es experta o no es un paso decisivo en las investigaciones y (o) en el proceso de toma de decisiones. Independientemente a lo planteado, es criterio de la autora de la investigación que los conceptos emitidos por los diversos autores manifiestan cierta entropía en los elementos que debe cumplir una persona para considerarse experta, de ahí que la autora considere conveniente para el desarrollo de esta investigación, que se entienda por experto, aquella persona cuyo conocimiento teórico-práctico del tema en

cuestión sea tal, que le permita concluir, desarrollar y pronosticar certeramente, sobre la base de una trayectoria que así lo demuestre.

Muchos autores consideran que la consulta al criterio de los expertos debe utilizarse cuando la información, tanto del pasado como del futuro no se encuentra disponible (Calabuig Moreno y Crespo Hervàs, 2009; Mallo, Artola, Galante, Martínez, Pascual, y Morettini, s.a.). González Almaguer (2006), considera que la utilización del método de experto está condicionada a la ausencia de cualquier otro procedimiento de obtención de información, como la realización de un experimento. Sin embargo Crespo Borges (2007), considera que las conclusiones del método experimental en la investigación social no son verdades absolutas, ellos no garantizan totalmente la validez y confiabilidad de los resultados científicos obtenidos, ya que las relaciones funcionales causan efecto en las investigaciones sociales y pedagógicas en particular, no siempre pueden validarse completamente, en otras palabras, no es posible confirmarlas ni refutarlas totalmente a partir del experimento social o pedagógico porque una ley o relación no opera aislada sino forma parte del todo, del objeto estudiado, en el cual el componente consciente de los sujetos que intervienen en la investigación, desempeña un papel decisivo que no se puede abstraer, y no es posible dejar de tomar en consideración. Este autor considera que en todos los momentos de la investigación se pueden utilizar los criterios de expertos, incluso antes de comenzar la investigación. Pero este método no tiene su aplicación únicamente en las investigaciones, sus raíces fueron con fines militares (Turoff y Helmer, 2002), y en los últimos tiempos es criterio de la autora de la investigación que también ha alcanzado gran auge en el mundo empresarial. Cada vez son más las personas que toman decisiones como resultado de la consulta a un grupo de expertos. En el campo de los Recursos Humanos, se utiliza la competencia como fundamento para la selección de los trabajadores (Slagle y Wick, 1988; Góngora Castillo, Hernández Díaz, García Fariñas, y Sánchez Delgado, 2009; Mur Villar, Iglesias León, Cortés Cortés, y Aguilar Cordero, 2009), así como el comité de expertos a la hora de definir las competencias para un determinado puesto. En Cuba es muy común escuchar el término Comité de Contratación, que no es más que un determinado grupo de especialistas en temas de economía, logística y marketing, cuyo principal objetivo es arribar a un consenso.

Se destaca la importancia de este método en el planeamiento prospectivo o estratégico que tienen las empresas de hoy (Mallo et al., s.a.), es muy utilizado en el ámbito empresarial y económico, a la hora de decidir qué rumbo tomar o qué proyecto de inversión se debe aprobar (Camacaro Sierra, Rodríguez Silva, Caldera de Ugarte, y Cestayry Colmenares, 2012). En la rama de la medicina es frecuente su utilización no solo en el análisis de los casos que demandan consenso de los especialistas, sino en disímiles áreas. La revista Nefrología publicó un artículo el pasado año 2014 en el que presenta un método para evaluar y mejorar la calidad asistencial en esta rama (Arce, Hernando, Ortiz, Díaz, Polo, Lombardo, y Robles, 2014), por otra parte la revista Educación Superior Médica de Cuba, publicó un artículo sobre el uso de la primera ronda del método Delphi para delimitar competencias autorreflexivas del psicólogo (García Valdés, Abrantes Sosa, Berroa Matamoros, y Blanco Aragón, 2012).

Es criterio de Escobar Pérez y Cuervo Martínez (2008) que una pregunta que surge cuando se intenta medir el comportamiento es, qué tan válida y confiable es la medición. Esta técnica debe realizarse de manera adecuada, ya que muchas veces constituye el único indicador de la validez de contenido. Actualmente el juicio de expertos es una práctica generalizada que requiere interpretar y aplicar sus resultados de manera acertada, eficiente y con toda la rigurosidad metodológica y estadística, para permitir que la evaluación basada en la información obtenida de la prueba pueda ser utilizada con los propósitos para la cual fue diseñada. Sobre el empleo de los expertos en las investigaciones pedagógicas, Crespo Borges (2007), plantea tres conclusiones:

1. Los métodos de expertos se han convertido en avales de las tesis de maestrías y doctorados.
2. Se está haciendo de los criterios de expertos (con todos los seudónimos que le han endilgado) un uso tan manido y mecánico como en un tiempo se hizo con la prueba Chi-cuadrado.
3. No se explotan las posibilidades que puede ofrecer la consulta a expertos en el proceso de investigación.

Exentamente a las conclusiones a las que arriba este autor, se considera que los métodos de expertos, como todo método, muestran ventajas y desventajas, derivadas de las

diferentes maneras que existen para su desarrollo, dentro de las que destacan las siguientes:

Ventajas

- ✓ Costo mínimo
- ✓ Constituye una herramienta importante en la toma de decisiones
- ✓ Se fundamentan en el consenso del criterio del grupo
- ✓ Permite la participación de diversas personas
- ✓ Facilita el análisis de problemas que requieran alto grado de conocimiento
- ✓ Favorece la libertad de opiniones
- ✓ La información a la que se dispone es más contrastada
- ✓ Propicia el carácter holístico del problema analizado.

Desventajas

- ✓ No asegura ausencia de desinformación
- ✓ La presión puede provocar acuerdos, aunque no sea así
- ✓ Se tiende a conseguir un acuerdo, en lugar de producir una buena previsión
- ✓ Se corre el riesgo de que el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido
- ✓ Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos
- ✓ Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura
- ✓ Algunos requieren de mucho tiempo de ejecución
- ✓ Deserciones durante el proceso
- ✓ Sesgos en la elección correcta de los participantes.

1.2. Su proceso de selección. Métodos, factores y confiabilidad

La selección de los candidatos es una de las tareas más difícil para la utilización del método de los expertos (Turoff y Helmer, 2002); pero para seleccionar la comunidad de expertos, es imprescindible determinar primeramente el número de estos a utilizar. García y Fernández (2008), plantean que entre los aspectos más importantes para obtener resultados confiables durante la aplicación de encuestas a expertos, se encuentra la determinación del número mínimo de candidatos que tomarían parte en esta (grupo significativo de personas), así como los que pueden ser considerados como

expertos. La mayoría de los autores coinciden en que la utilización de pocos expertos aumenta el margen de error, pero en una gran muestra, es difícil lograr el consenso. En la figura 1.2 se refleja la relación inversamente proporcional de estos dos conceptos, y se debe tener en cuenta que de acuerdo a la cantidad de expertos a utilizar, será el margen de error en los resultados.

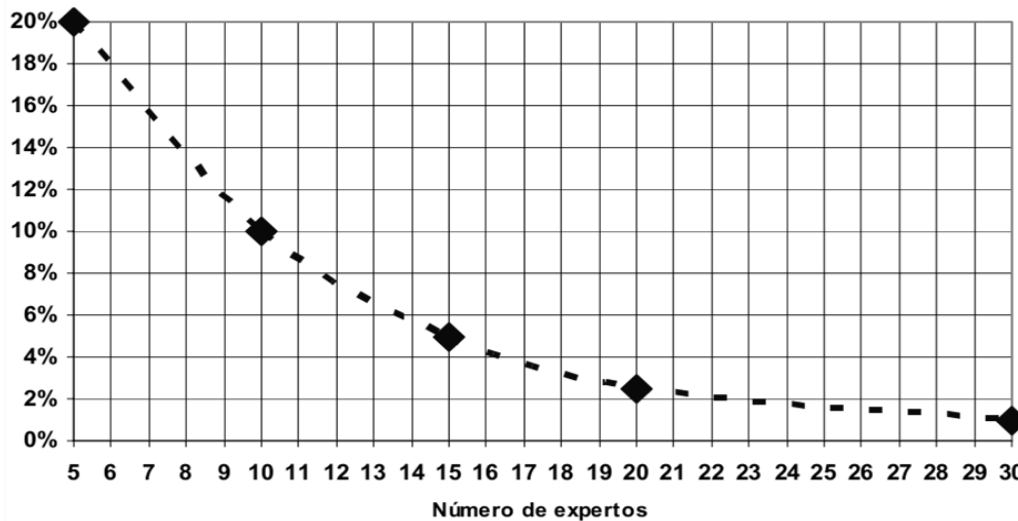


Figura 1.2. Relación entre la cantidad de expertos y el error que se comete.

Fuente: Crespo Borges (2007).

Estudios realizados por investigadores de la Rand Corporation³, señalan que si bien parece necesario un mínimo de siete expertos, habida cuenta que el error disminuye notablemente por cada experto añadido hasta llegar a los 30 expertos, no es aconsejable recurrir a más de este valor, pues la mejora en la previsión es muy pequeña y normalmente el incremento en coste y trabajo de investigación no compensa esta (Astigarraga, s.a.). Campistrous Pérez y Rizo Cabrera (1998), plantean que: “por una parte mientras más expertos se incluyan más objetivo es el resultado obtenido, pero mientras más expertos se incluyen, aumenta el riesgo de incluir personas que realmente no tienen las condiciones necesarias.” Es criterio de estos autores que los procedimientos para objetivar la selección de expertos pueden ser de tres tipos:

1. Los que descansan en la autovaloración de los expertos: un procedimiento completo y sencillo de este tipo es el que consiste en la determinación del llamado coeficiente k.

³ Citado por Astigarraga (s.a.).

En este procedimiento se toma en cuenta la autovaloración del experto acerca de su competencia y de las fuentes que le permiten argumentar sus criterios.

2. Los que descansan en la valoración realizada por un grupo: los procedimientos que descansan en la valoración realizada por un grupo pueden ser aplicados de varias formas. Entre ellas destacan:
 - ✓ Seleccionar un grupo de expertos mayor que el que se va utilizar a partir de criterios previos y consultas realizadas de manera informal. Realizar entonces una consulta por escrito en la que cada uno de los expertos dé su valoración sobre todos ellos, de manera anónima y utilizando una escala de 0 a 10 para cada una de las características que se desea evaluar.
 - ✓ Hacer el mismo tipo de consulta pero con un grupo de personas que conozcan a los expertos y tengan criterios sobre su competencia y demás características. Tanto en este caso como en el anterior se incluyen en cada consulta a todos los expertos que resulten conocidos para el grupo que evalúa.
3. Los que descansan en alguna evaluación de las capacidades del experto: estos métodos, parten de pedir al experto su valoración sobre situaciones para las que es conocida o, al menos aceptada, una determinada solución. A partir de los aciertos del experto se llega entonces a una decisión sobre si se usa o no, o se llega a la conclusión de que se requiere más información.

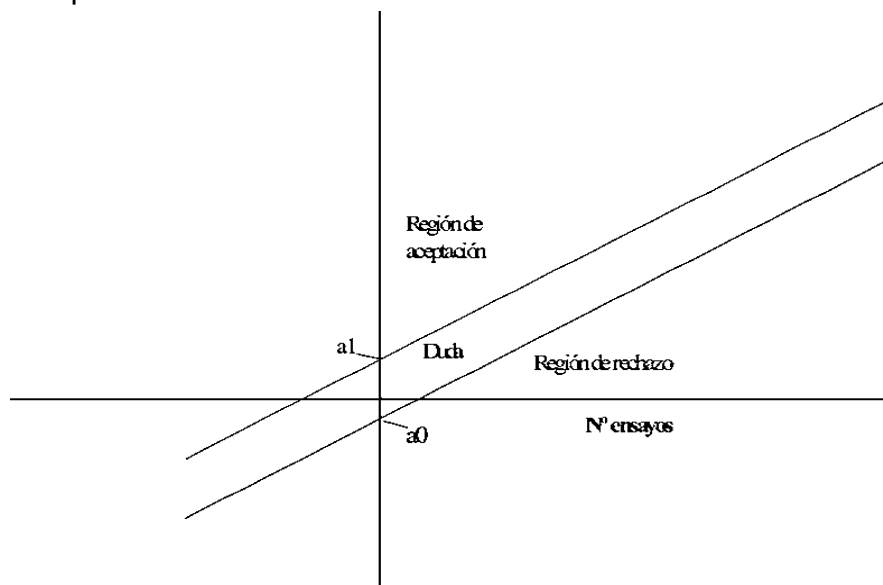


Figura 1.3. Competencia de expertos según la evaluación de sus capacidades.

Fuente: Campistrous Pérez y Rizo Cabrera (1998).

Una forma de lograr esto es mediante el análisis que se muestra en la figura 1.3, el gráfico representa un sistema de coordenadas en el que las abscisas representan el número de pruebas a que se sometió al experto y las ordenadas el número de aciertos que tuvo. De esta forma cada experto estará representado por un punto, que puede resultar en cualquiera de las regiones que se representan. Si los datos del experto se sitúan en la zona de duda es necesario realizar más pruebas para llegar a una determinación.

Al respecto del primer procedimiento descrito por Campistrous Pérez y Rizo Cabrera (1998), según Crespo Borges (2007), pueden ser de dos tipos:

1. La competencia de los expertos se determina antes de someter a su valoración los resultados de la investigación: consiste en determinar el coeficiente K, a partir de la opinión del candidato sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo, basándose en las fuentes de argumentación que ha definido el investigador con el propósito de determinar la competencia del experto. Esta definición de las fuentes de argumentación por parte del investigador constituye un elemento esencial ya que ellas representan la decisión tomada por el investigador para definir la competencia de los expertos que han valorado su resultado científico o han contribuido a alcanzarlo en el proceso de la investigación.
2. La competencia de los expertos se determina después de someter a su valoración los resultados de la investigación: el coeficiente de competencia se calcula utilizando una expresión $k = \frac{1}{2}(k_r + k_a)$, donde K_a es el coeficiente de competencia absoluto, el que se determina por la relación entre el número de casos en que el experto evaluó correctamente el desarrollo futuro de investigaciones y el número total en que el mismo ha participado como experto y K_r es el coeficiente de competencia relativa que se determina por la relación de la efectividad absoluta del experto y la efectividad absoluta media del grupo de expertos. Esta metodología es más compleja, y aplicable cuando los candidatos seleccionados tienen experiencia como expertos en la valoración de resultados de investigaciones.

A partir de los análisis realizados se llevó a cabo una búsqueda de los métodos, procedimientos o metodologías existentes para seleccionar la comunidad de expertos;

como resultado se tuvo acceso a siete procedimientos cuya descripción se realiza a continuación:

1. Procedimiento de Evlanov y Kutusov (1978)

El objetivo de esta metodología es determinar el nivel de competencia del experto, a través del coeficiente K.

$$k = \frac{1}{2} (k_c + k_a)$$

En esta fórmula Kc es el coeficiente de conocimiento o información que posee la persona acerca del problema (sobre la base de su autovaloración); sus valores están en una escala de 0 a 10 que para el cálculo se multiplica por 0.1: el cero indica que la persona no posee absolutamente ningún conocimiento de la problemática en estudio, mientras que el 10 expresa pleno conocimiento. Así, la persona solicitada deberá marcar la casilla que estime pertinente en la escala siguiente (la cual se entrega a la persona elegida):

Tabla 1.1. Escala para medir el coeficiente de conocimiento

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: Evlanov y Kutusov (1978).

Ka es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios de la persona y es necesario que el encuestado se autoevalúe, pero atendiendo a seis posibles fuentes de argumentación en una escala tipo Likert. Para ello debe completar marcando con equis en cada fila de la tabla siguiente:

Tabla 1.2. Fuentes de argumentación

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados por usted	0.30	0.20	0.10
Su experiencia en el tema	0.50	0.40	0.20
Trabajos de autores nacionales consultados	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros consultados	0.05	0.05	0.05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05
Total	1	0.80	0.50

Fuente: Evlanov y Kutusov (1978).

Los números constituyen los pesos asignados a cada fuente y aparecen ocultos en el instrumento. Con estos resultados se calcula el coeficiente K_a : si este coeficiente es igual a uno el grado de influencia de todas las fuentes es alto; si es 0.8 este grado es medio y 0.5 se considera bajo. Con los valores de K_c y K_a se determina el valor de K , teóricamente, se encuentra siempre entre 0.25 y 1. Mientras más cercano esté el valor de K de uno, mayor es el grado de competencia de la persona. El punto medio de competencia está fijado en 0.8.

Respecto a este instrumento Cruz Ramírez y Martínez Cepena (2012) consideran, que en opinión de varios especialistas no se logran los mejores resultados. En un sentido no peyorativo puede afirmarse que el instrumento no discrimina bien. Nótese que la igualdad de todos los números correspondientes a los diferentes grados de influencia ya suscita serias dudas. Basta notar que se obtiene igual valor de k_a , independientemente de que el encuestado marque cualquier categoría de las últimas cuatro filas (criterio que comparte la autora).

2. Procedimiento de Artola Pimentel (2002)

En este se destaca el cálculo del índice de experticidad (IE) del experto. Se aplica un cuestionario al conjunto de expertos propuestos para participar, que permite captar la información con la cual se determina el índice de experticidad; consta de dos partes. La primera recoge las características que identifican al experto:

- ✓ Años de experiencia en el sector de los servicios ingenieros ____
- ✓ Años de experiencia profesional u ocupacional ____
- ✓ Años de trabajo en la empresa ____
- ✓ Coeficiente de conocimiento o información que posee la persona acerca del problema (K_c), se calcula por el procedimiento propuesto por Evlanov y Kutusov (1978).

En la segunda, se le solicita su valoración con relación a las fuentes que tributan a su conocimiento y que avalan la condición de especialista en la temática, objeto de investigación. Esta se procesa a través del coeficiente de argumentación (K_a), por el procedimiento propuesto por Evlanov y Kutusov (1978). Luego para calcular el Índice de experticidad se procede de la forma siguiente:

Sean:

n_j : número de veces que j fue propuesto como experto

cc_j : coeficiente de competencia para el experto j y se determina con la expresión

$$cc = \frac{1}{2} (kc + ka)$$

ac_j : años de experiencia en el sector de los servicios ingenieros del experto j

aep_j : años de experiencia profesional u ocupacional del experto j

ate_j : años de trabajo en la empresa del experto j

$$IE_{j1} = \sum_{j=1}^m w_j * c_j \quad \forall_{j1} = 1 \dots n$$

w_j : importancia que se le atribuye al criterio j para el cálculo de IE.

c_j : valores normalizados de las variables n_j , cc_j , ac_j , aep_j , ate_j

n : total de expertos propuestos que se valoran.

Aquel j para el cual, $IE_j < 0.7$ es desechado como experto. Los expertos deben ser representativos de todos los segmentos posibles referidos a: procesos diferentes, áreas de interés, profesiones o cualquier otra variable que los identifique.

3. Procedimiento de Aguilasocho Montoya (2004)⁴

Este es un perfeccionamiento del método de Evlanov y Kutusov (1978), donde las fuentes de argumentación y los números correspondientes a los diferentes grados de influencia se modificaron en función de los requerimientos del objeto de la investigación:

Tabla 1.3. Fuentes de argumentación

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Conocimientos sobre Programación Visual, como resultado de estudio realizado por usted o de su autopreparación, expresado en su habilidad para resolver problemas mediante las técnicas de programación visual.	0.20	0.16	0.10
Experiencia como profesor de Computación, impartiendo esta asignatura en el nivel bachillerato u otro análogo.	0.40	0.32	0.20
Conocimiento del estado actual de la enseñanza de la Computación en México.	0.05	0.04	0.025

⁴ Citado por Crespo Borges (2009).

Conocimiento del estado actual de la enseñanza de la Computación en el extranjero.	0.05	0.04	0.025
Conocimientos sobre Metodología de la Enseñanza de la Programación.	0.20	0.16	0.10
Conocimiento sobre Teoría Curricular	0.10	0.08	0.05
Total	1	0.80	0.50

Fuente: Aguilasoch Montoya (2004).

4. Procedimiento de Crespo Borges (2009)

Este autor propone tres modificaciones a los procedimientos antes expuestos:

1. Como las valoraciones ALTO, MEDIO y BAJO tiene un gran nivel de subjetividad, el investigador debe darle al experto indicadores, que le sirvan de orientación para hacer la autoevaluación con criterios más cercanos a los que el investigador ha concebido o al menos consensuar con los expertos estos criterios.
2. Las precisiones antes dadas para la autoevaluación, disminuyen el nivel de subjetividad de la autoevaluación haciendo menos necesario el indicador Kc, el cual, al promediarse con Ka busca compensar el error entre la apreciación general que tiene el experto sobre su competencia general para evaluar el tema de investigación y las autovaloraciones parciales de las fuentes de argumentación que el investigador enuncia y pondera, por lo que la práctica ha indicado que bastaría con el coeficiente de argumentación Ka.
3. En la escala dada para las fuentes de argumentación no se ha tomado en consideración la posibilidad de que un experto no posea la información necesaria sobre un tema en particular; aunque esto es poco frecuente, pero es posible, además, conduce a un problema matemático, dado que la suma de los valores asignados a las fuentes varíen entre 1 y 0,5 (100% y 50%) en lugar que entre 1 y 0 como en cualquier estudio estadístico, de ahí la necesidad de incluir la opción nulo que pudiera tomarse para $0 \leq K < 0.3$ con $0.3 \leq K < 0.5$ para valores bajos.

Tabla 1.4. Fuentes de argumentación

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios			
	Alto	Medio	Bajo	Nulo
Suma de los valores asignados a las fuentes	1	0.80	0.50	0

Fuente: Aguilasoch Montoya (2004).

5. Procedimiento de Zúñiga Igarza (2011)

Este procedimiento utiliza a los candidatos primeramente seleccionados para que recomienden a otros candidatos que consideren expertos en el tema, y utilizando una red social, se seleccionan los de mayor centralidad, a los cuales se les evalúa el coeficiente de competencia utilizando el instrumento propuesto por Cruz Ramírez y Martínez Cepena (2012) a través de la valoración del grupo y finalmente se seleccionan los que resulten con mayor nivel.



Figura 1.4. Procedimiento para la selección de los expertos y características de los expertos seleccionados para determinar el valor patrimonial con fines de gestión.

Fuente: Zúñiga Igarza (2011).

6. Procedimiento de Cruz Ramírez y Martínez Cepena (2012)

Estos autores aportan un perfeccionamiento de un instrumento empírico para la selección de expertos en las investigaciones educativas, en cuanto a la pertinencia de las fuentes de argumentación y a la objetividad de los pesos establecidos.

Tabla 1.5. Fuentes de argumentación

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de las fuentes en sus criterios					
	MA	A	M	B	MB	N
Capacidad de análisis	.18	.14	.11	.07	.04	.00
Comprensión del problema	.12	.10	.07	.05	.02	.00
Amplitud de enfoques	.12	.10	.07	.05	.02	.00
Conocimiento del estado actual del problema	.13	.10	.08	.05	.03	.00
Nivel de motivación por resolver el problema	.14	.12	.09	.06	.03	.00
Experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas	.15	.12	.09	.06	.03	.00
Experiencia de orden empírico (práctica profesional)	.16	.13	.10	.07	.03	.00
Leyenda: MA: muy alto A: alto M: medio B: bajo MB: muy bajo N: nulo						

Fuente: Cruz Ramírez y Martínez Cepena (2012).

7. Procedimiento de Astigarraga (s.a.)

Este propone los pasos siguientes:

1. Determinación de las personas (especialistas) que son candidatos a expertos (número mínimo y máximo).
2. Confección del listado de expertos: parte del análisis de la calidad de los expertos y posibilidad real de participación.
3. Haber obtenido el consentimiento del experto en cuanto a su participación.

La determinación del grupo de expertos debe garantizar la confiabilidad de los resultados con el mínimo de gastos; esta confiabilidad depende del número de expertos y de la estructura del grupo de ellos por especialidades y, además, de las características particulares de los propios expertos (González Almaguer, 2006). A pesar que el autor plantea que el criterio de los expertos es uno de los métodos subjetivos de pronóstico más confiable (siempre que se aplique siguiendo las indicaciones correspondientes) y constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas, mediante la elaboración estadística de las opiniones de los expertos en el

tema de que se trate, no se evidenció en la bibliografía consultada ningún análisis de la confiabilidad de este método respecto a algún otro.

Valorando los procedimientos consultados, la autora considera (criterio compartido por investigaciones consultadas) que si bien garantizan la selección de los expertos, aún esta, carece de un tratamiento metodológico e integrador con los restantes elementos que se consideran debe cumplir un experto, al basarse en su autovaloración y por tanto, concluye que estos resultan insuficientes para garantizar la necesaria polivalencia de los expertos.

Frente a estas inquietudes se decidió consultar las tesis doctorales del año 2012 al 2014 del Tribunal Nacional de Ciencias Técnicas (Morejón Borjas, 2011; Zúñiga Igarza, 2011; Carreño Mendoza, 2012; Espinosa Moré, 2012; Monagas Docal, 2012; Morán Martínez, 2012; Stable Rodríguez, 2012; Vilariño Corella, 2012; Viteri Moya, 2012; Zulueta Cuesta, 2012; Comas Rodríguez, 2013; Filgueiras Sainz de Rozas, 2013; García Céspedes, 2013; González Caballero, 2013; Infante Abreu, 2013; Lopes Martínez, 2013; Marqués León, 2013; Bolaño Rodríguez, 2014; Espino Valdés, 2014; Esquivel García, 2014; Fernández Cruz, 2014; Funzi Chimpolo, 2014; González Cruz, 2014; Monzón Sánchez, 2014; Ochoa Ávila, 2014; Pérez de Armas, 2014; Pérez Lorences, 2014), con el objetivo de analizar los criterios, que según los investigadores, son indispensables para seleccionar un experto. Para realizar el análisis se apoyó en el Statistic Program for Social Sciences (SPSS) para Windows versión 19.0 y el Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. 2002. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies. El resultado del procesamiento se muestra en la figura 1.5.

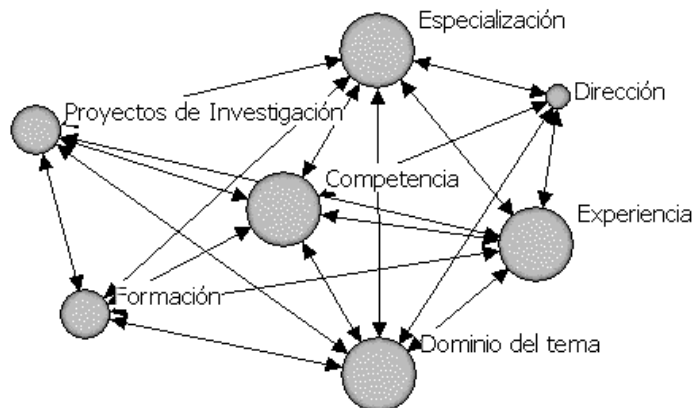


Figura 1.5. Criterios contemplados para la selección de la comunidad de expertos.

Como resultado (tabla 1.6) se obtuvo que los criterios que mayor grado de centralidad tienen son: experiencia, especialización, dominio del tema y competencia, ya que el número de enlace de estos con el resto de los criterios es 6 (Degree), lo que significa que cada uno de ellos se relaciona con el resto de los analizados. Esto puede estar relacionado a que el procedimiento más utilizado para la selección de los expertos en estas investigaciones es el propuesto por Evlanov y Kutusov (1978) o sus variantes; y este se fundamenta en el grado de competencia, con sus respectivas fuentes de argumentación; además se apoyan en el coeficiente de conocimiento o información que posee la persona acerca del problema (dominio del tema).

Tabla 1.6. Medidas de centralidad por criterio

Criterios	Degree	Betweenness	Closeness
Experiencia	6	0,5	13
Especialización	6	0,5	13
Dominio del tema	6	0,5	13
Competencia	6	0,5	13
Formación	5	0	14
Proyectos de Investigación	5	0	14
Dirección	4	0	15

Se analizó la importancia que representa la adecuada selección de los expertos en los resultados de las investigaciones, por lo que en esta investigación se proponen para su propuesta y selección como expertos, una serie de criterios atendiendo al fin con que estos se utilizarán. Para las investigaciones se propone la selección a partir de la **categoría científica**: doctor en ciencias, doctor en las diferentes ramas, máster, especialista, nivel superior; los **artículos publicados**: nivel I, II, III y IV (Clasificación de Publicaciones Seriadas del Ministerio de Educación Superior de Cuba, (anexo 1)); **libros publicados** en los últimos 10 años, con el fin de que los expertos tengan conocimiento del estado actual del tema; participación en **eventos**: provinciales, nacionales e internacionales (últimos 10 años); obtención de **premios**: municipales, provinciales y nacionales; participación en **consultorías**, y **años de experiencia en el tema**. Para la selección de expertos en el sector empresarial, se propone utilizar los mismos criterios que para las investigaciones, exceptuando la categoría científica, los artículos publicados y, que los **años de experiencia** a tener en cuenta sean los de **trabajo en la empresa o sector**.

La selección de los expertos es una decisión engorrosa, pero de esencial importancia para el trabajo a realizar. Gran parte de la confiabilidad y de la calidad del trabajo dependen de las competencias de los expertos que seleccionen. En este proceso intervienen diversos criterios y subcriterios, que le confieren un carácter múltiple lo que indiscutiblemente, propicie que se demanden para su realización técnicas de igual naturaleza.

1.2.1. La modelación multicriterio. Aplicaciones y ventajas

Según Marrero Delgado (2001), la modelación multicriterio abarca un conjunto de técnicas y métodos capaces de tomar en consideración un conjunto de preferencias del centro decisor y que ayudan a la toma de decisiones en cualquier área de la investigación científica y de la vida humana. El mismo autor considera que esta tiene como elementos positivos el objetivismo y la legibilidad del proceso decisorio, los cuales constituyen factores en las organizaciones, en el momento en que la complejidad de las decisiones es reconocida por la mayor parte de los actores, aun cuando no todos ellos muestren la misma sensibilidad ante los criterios vertidos, ya que toda decisión, incluso individual, es un compromiso entre diversas aspiraciones, imposibles de satisfacer en toda su plenitud. Desde hace varios años son objeto de investigación las herramientas que “ayuden a decidir”, en este sentido la modelación multicriterio tiene amplia aplicación en el ámbito empresarial, presenta enormes posibilidades en el campo de la ingeniería de sistemas (Romero, 1996), además de constituir un fuerte instrumento en la rama de la logística (Garza Ríos y González Sánchez, 2001; Marrero Delgado, 2001; Garza Ríos y González Sánchez, 2004; Bautista Arias, 2013; Soto de la Vega, Vidal Vieira, y Vitor Toso, 2014), los procesos (Duany Alfonso, 2009) y disímiles áreas, como el modelo de evaluación multicriterio del nivel de prevención de contaminación por mercurio en entidades odontológicas (Pérez Rave, Trujillo, Castro, y Gómez, 2015).

Según Berumen y Llamazares Redondo (2007), los métodos de decisión multicriterio, lejos de ser considerados elementos infalibles y certeros, cuya utilización permite encontrar una solución óptima y definitiva, son una base, sustentada en elementos científicos, que aporta mejoras distintivas para asumir una decisión. De acuerdo con

Simon (1947, 1955, 1978, 1983 y 2005) y Thaler (1986)⁵, aquellos problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de decisión multicriterio discretos. Por otro lado, cuando el problema toma un número infinito de valores y conduce a un número infinito de alternativas posibles, se llama decisión multiobjetivo. Los principales métodos de decisión multicriterio discretos son:

- ✓ Ponderación lineal
- ✓ Utilidad multiatributo
- ✓ Relaciones de sobreclasificación
- ✓ Análisis jerárquico (AHP)

El método AHP se utiliza como instrumento de decisión multicriterio en el interés de trasladar la realidad percibida por el individuo a una escala de razón, en la que se reflejan las prioridades relativas de los elementos considerados. Por lo tanto, este método posibilita que en el proceso de toma de decisiones se estructure un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de una jerarquía de atributos, la cual contiene como mínimo tres niveles (Berumen y Llamazares Redondo, 2007). El primer nivel o jerarquía de la estructura corresponde al propósito del problema, el segundo a los criterios y el tercero a las alternativas o elecciones posibles. Este método lo introdujo Thomas L. Saaty a finales de la década de los 70, y ha tenido un gran impacto tanto a nivel teórico como aplicado (Romero, 1996).

Es bastante conveniente en la decisión multicriterio que unos criterios tengan para el decisor más relevancias que otros. Por circunstancias muy diversas, entre las que lógicamente están sus preferencias personales, el decisor puede considerar más o menos importante a un criterio que a los restantes. Se denominan pesos (o ponderaciones) a estas medidas de la importancia relativa que los criterios tienen para el decisor. Es por lo que la modelación multicriterio se constituye como herramienta ideal para tomar una decisión tomando como base diversas perspectivas y variables de una decisión.

⁵ Citado por Berumen y Llamazares Redondo (2007).

1.3. Valoración de los métodos que tributan a la selección de la Comunidad de Expertos

A través del análisis bibliográfico realizado, se pudo constatar que la utilización del criterio de expertos es una herramienta que ofrece muchas bondades, razón por la que es muy utilizada en los tiempos actuales. Dentro de los procedimientos analizados, destaca la propuesta de Evlanov y Kutusov (1978), que constituye una base de desarrollo en la utilización de este método, en este se integran las características más utilizadas para definir la competencia en los expertos. El procedimiento propuesto por Artola Pimentel (2002) aunque incorpora un análisis matemático más profundo sobre la experiencia del candidato a experto, se apoya en el cálculo de los coeficientes de argumentación y conocimiento basados en la autovaloración, descritos en el procedimiento antes mencionado. Crespo Borges (2009), presenta una interesante solución a la subjetividad en estos procedimientos, en el cual propone al investigador establecer un rango para las categorías alto, medio y bajo, y una vez establecido eliminar el coeficiente de conocimiento. Por otra parte la propuesta de Zúñiga Igarza (2011), es novedosa en la utilización de las redes sociales para definir los candidatos a utilizar como expertos en la investigación, aunque para su selección se apoya en el coeficiente de competencia antes mencionado. Por su parte Cruz Ramírez y Martínez Cepena (2012), perfeccionan las fuentes de argumentación y a la escala de Likert, basándose para esto en el criterio de 52 penalistas, pero consideran que para investigaciones futuras es necesario seguir profundizando en la fiabilidad y validez del instrumento.

Según Campistrós Pérez y Rizo Cabrera (1998), los criterios basados en la autovaloración son preferidos en muchos casos a partir de la creencia de que nadie mejor que el propio experto puede valorar su competencia. Es por este motivo que la mayor parte de los procedimientos aquí analizados se fundamentan en la autovaloración del propio individuo sobre sus competencias, atendiendo a ciertos criterios que el investigador considere imprescindible para considerar experto en el tema a tratar. La figura 1.6 muestra los distintos criterios usados en los procedimientos descritos y su proporción de utilización. Se observa que “años de trabajo en la empresa” es el criterio menos recurrente, pero se debe precisar que la mayor parte de estos procedimientos se concibieron para investigaciones educativas.

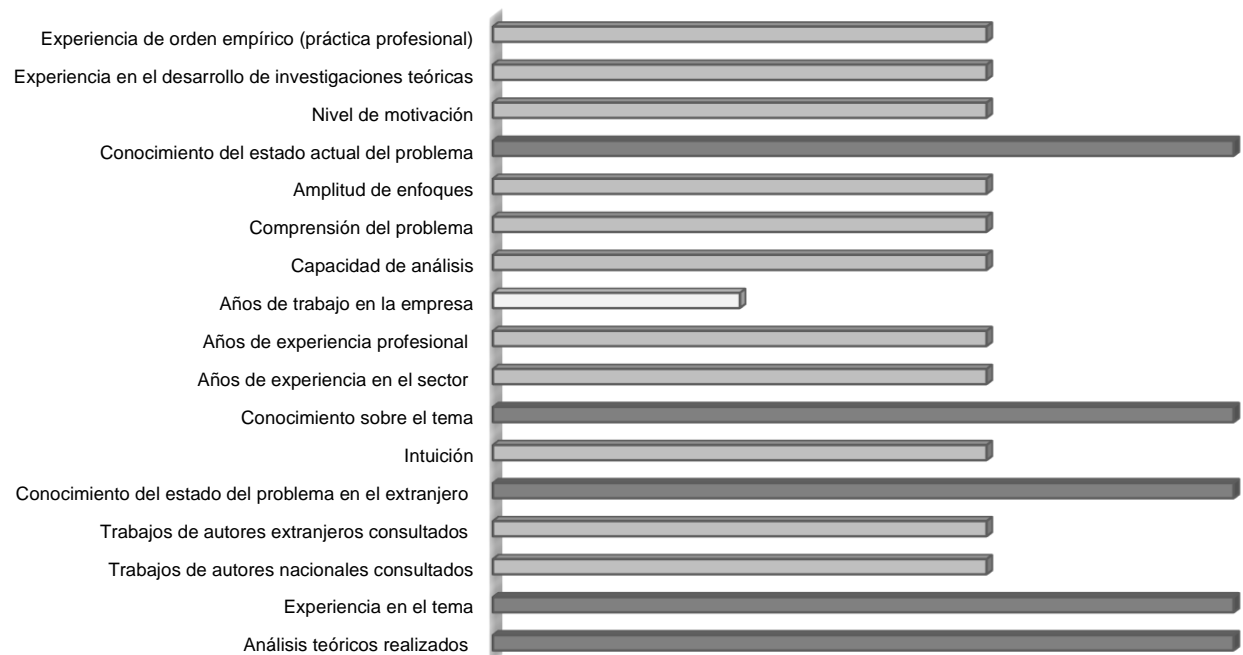


Figura 1.6. Criterios de selección más usados en los procedimientos analizados.

Los más utilizados tienen basamento en: conocimiento del tema, la experiencia y la capacidad de análisis; coincidiendo con el criterio de diversos autores (Campistrous Pérez y Rizo Cabrera, 1998; Crespo Borges, 2007, 2009) que consideran estos son indispensable para medir el nivel de competencia del experto.

En opinión de Crespo Borges (2007), la forma más utilizada y confiable para determinar la competencia de los expertos, es mediante la determinación del coeficiente de competencia a partir de la autoevaluación de los posibles expertos, ya que la experiencia demuestra que las personas con una elevada autoevaluación se equivocan menos que otras en sus predicciones. A criterio de la autora, aunque bien la autovaloración es una fuente importante para medir la competencia del experto, en esta pueden influir elementos de la personalidad, como la autoestima; además de presentar un carácter subjetivo, pues los niveles de referencia de las personas influyen en su autovaloración.

1.4. Utilización del criterio de expertos en investigaciones científicas

Crespo Borges (2007), propone realizar un estudio riguroso sobre el uso del método de los expertos en las investigaciones. A partir de las investigaciones analizadas en el epígrafe 1.2 se obtuvo la relación de la cantidad de expertos utilizados en cada una, en la figura 1.7 se puede observar que el número varió desde 7 hasta 43 expertos, en este

resultado influyó el procedimiento utilizado. Se debe destacar que la tendencia se encuentra entre 7 y 19 expertos y que el promedio en las investigaciones fue de 15 expertos.

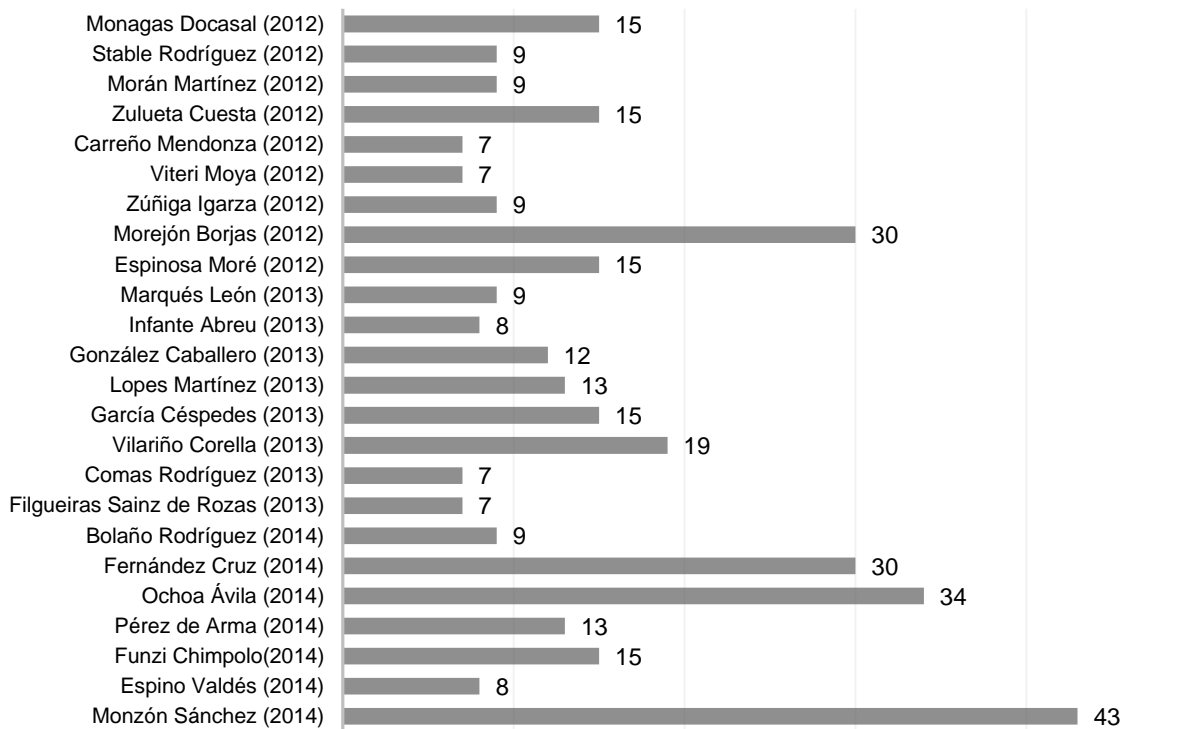


Figura 1.7. Cantidad de expertos utilizados en las investigaciones consultadas.

A través de este análisis y apoyado en el Statistic Program for Social Sciences (SPSS) para Windows versión 19.0 y el Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. 2002. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies, se obtuvo la red que se muestra en la figura 1.8, donde se evidencia que los objetivos de utilización del criterio de expertos, con mayor grado de centralidad (*degree*) y cercanía (*closeness*) son: evaluación, selección, identificación y definición, destacando entre estas la evaluación, ya que el grado de intermediación (*betweenness*) es superior al del resto, este indicador representa la frecuencia con que la evaluación se relaciona con otros dos objetivos que no se relacionan entre ellos, por lo que se le debe conferir gran importancia a la competencia de los expertos a utilizar, ya que de estos dependen los resultados de las investigaciones.

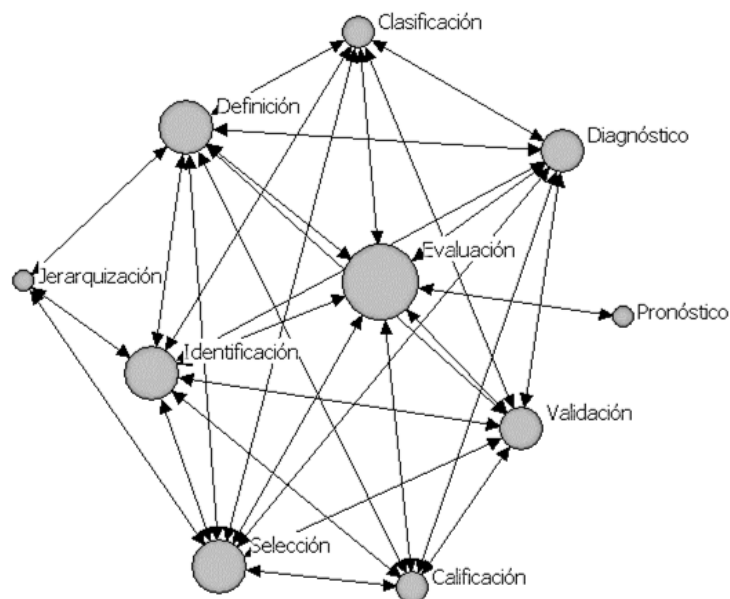


Figura 1.8. Etapas de las investigaciones donde es frecuente la utilización del criterio de expertos.

Tabla 1.7. Medidas de centralidad por objetivo

Objetivos para utilizar expertos	Degree	Betweenness	Closeness
Selección	8	2,167	20
Evaluación	8	8,167	20
Identificación	8	2,167	20
Definición	8	2,167	20
Validación	7	0,167	21
Diagnóstico	7	0,167	21
Clasificación	6	0	22
Calificación	6	0	22
Jerarquización	3	0	26

Lo analizado permitió a la autora de la investigación concluir que existen brechas epistemológicas en los distintos criterios que se deben tener en cuenta para seleccionar la comunidad de expertos y carencias teóricas en los procedimientos analizados, lo que posibilita desarrollar contribuciones en el tema. Por lo que la presente investigación se enmarca en el proceso de selección de la comunidad de expertos, proponiendo un procedimiento que contribuye a aumentar la confiabilidad de las competencias de los expertos a seleccionar.

Capítulo II. Proceso de selección de la comunidad de expertos

En este capítulo con el fin de tributar a la solución del problema científico planteado, y partiendo de las insuficiencias detectadas en la construcción del marco teórico práctico referencial abordado en la presente investigación, se propone un procedimiento que tiene como objetivo incrementar la confiabilidad en el proceso de selección de la comunidad de expertos. Este procedimiento se estructuró en dos fases, como se muestra en la figura 2.1. Se propone un valor generalizado del I_s , y por último se valida el procedimiento a través de las Redes de Petri.

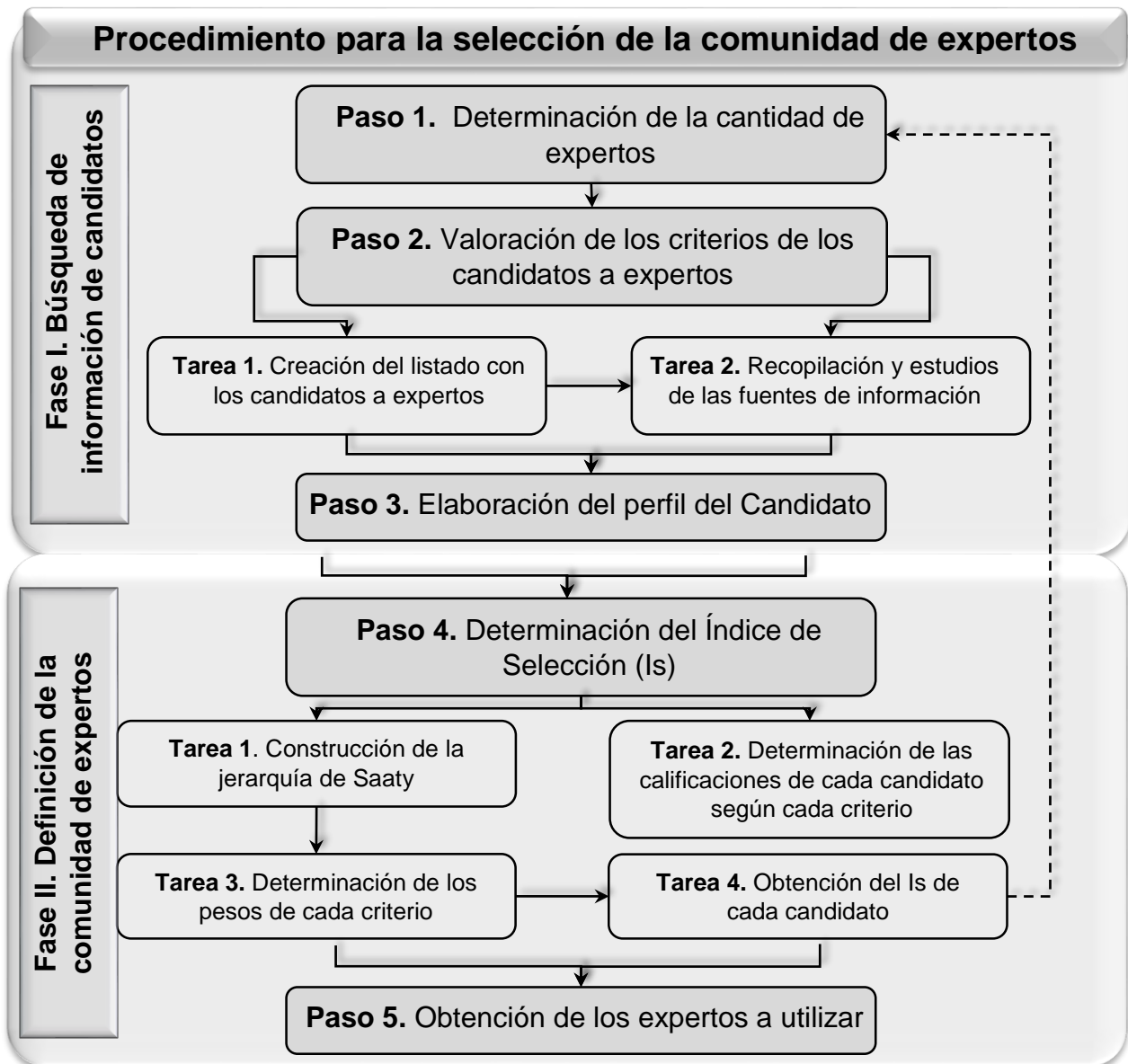


Figura 2.1. Procedimiento para la selección de la comunidad de expertos.

2.1. Procedimiento para la selección de la comunidad de expertos

2.1.1 Fase I. Búsqueda de información de candidatos

Objetivo: analizar la información necesaria de los candidatos a expertos.

Paso 1. Determinación de la cantidad de expertos

Contenido: para la ejecución de este paso se recomienda el procedimiento aprobado en la NC 49:1981 Control de la Calidad. Métodos de expertos. Ya que la cantidad de expertos depende de la complejidad y las características del trabajo a realizar. El grupo de expertos debe estar entre 7 y 15 para mantener un nivel de confianza y calificación elevado (NC 49:1981 Control de la Calidad. Métodos de expertos). Para la determinación de la cantidad de expertos se utilizan criterios probabilísticos asumiendo una distribución binomial. Con este fin se utiliza la expresión siguiente:

$$M = \frac{P(1-P)K}{i^2} \quad (1)$$

Donde:

M: cantidad de expertos

i: nivel de precisión deseado

P: proporción estimada de errores de los expertos

K: constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido.

Los valores de K se relacionan en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Valores de la constante K

Nivel de confianza (%)	K
99	6,6564
95	3,8416
90	2,6896

Fuente: NC 49:1981 Control de la Calidad. Métodos de expertos.

Paso 2. Valoración de los criterios de los candidatos a expertos

Tarea 1. Creación del listado de los candidatos a expertos

Contenido: para esto se podrá consultar a los expertos reconocidos en el tema y que estos recomienden otros expertos. Se deberá crear un listado con los candidatos a expertos, siempre mayor que el número de expertos necesarios calculados, se recomienda entre un 25% y un 40% por encima.

Técnicas: entrevista directa o vía e-mail, trabajo en grupo, listas de chequeo, encuestas, tormenta de ideas.

Tarea 2. Recopilación y estudios de las fuentes de información

Contenido: primeramente se deberá pedir a los candidatos el consentimiento de su participación en la investigación, para luego realizar el análisis de las fuentes, es importante que estén motivados a participar en el estudio para garantizar la fiabilidad de sus criterios. La fuente principal de información será el currículum vitae de los candidatos, el cual se le podrá solicitar paralelamente a su confirmación, de no tener acceso a este, será necesaria una investigación más exhaustiva en bases de datos remotas (WoS, SCOPUS, SciELO), Internet, repositorios, memorias de eventos, entre otras fuentes.

Paso 3. Elaboración del perfil del candidato

Contenido: se elaborará un perfil a cada candidato que cuente con la información necesaria, de acuerdo a los criterios de evaluación, para determinar el cumplimiento de cada criterio para cada candidato.

La selección de los criterios a evaluar debe realizarse de acuerdo a las necesidades de la investigación en cuestión. Estos criterios deben ser suficientemente explícitos, en casos necesarios para su comprensión o fácil evaluación pueden incluirse subcriterios. A partir del análisis de la bibliografía consultada, se propone la utilización de criterios para los cuales se establecieron las calificaciones de los posibles subcriterios, los criterios son los siguientes:

Categoría científica: identifica el mayor nivel científico alcanzado por el candidato, la categoría deberá ser obtenida con una temática afín al tema que se pretenda analizar, este criterio se considera muy importante en las investigaciones. Sus subcriterios pueden ser:

- ✓ Doctor en ciencias
- ✓ Doctor en las diferentes ramas
- ✓ Máster
- ✓ Especialista
- ✓ Nivel superior

Artículos publicados: se tendrán en cuenta los artículos publicados por el candidato en los últimos 10 años relacionados con el tema, con este criterio se podrá evaluar al candidato de acuerdo a su conocimiento del estado actual del problema, la experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas, su capacidad de análisis, entre otros. Se dividirá en cuatro niveles, según la Clasificación de Publicaciones Seriadas del Ministerio de Educación Superior de Cuba (anexo 1):

- ✓ Nivel I
- ✓ Nivel II
- ✓ Nivel III
- ✓ Nivel IV

Libros publicados (en los últimos 10 años): se medirá el cumplimiento o no de este criterio, valorando si el candidato tiene libros publicados en la última década, pues se demuestran los análisis teóricos realizados por el candidato, y la actualidad de estos.

Eventos (en los últimos 10 años): se tendrá en cuenta la participación del candidato en eventos, para este criterio se medirá el cumplimiento de uno, dos, todos o ninguno de los subcriterios siguientes:

- ✓ Provinciales
- ✓ Nacionales
- ✓ Internacionales

Premios: este criterio valora la trayectoria del candidato en el estudio del tema, y su reconocimiento, por lo que podrá cumplir todos, algunos o ninguno de los subcriterios siguientes:

- ✓ Municipales
- ✓ Provinciales
- ✓ Nacionales

Consultorías: se medirá la participación o no del candidato en actividades de este tipo, los consultores presentan una valiosa conexión entre los conocimientos teóricos y los prácticos, además de que al estar en constante contacto con el tema, tienen un alto conocimiento del estado actual del problema.

Años de experiencia en el tema: este criterio es muy importante para la evaluación de los candidatos, es utilizado en todos los procedimientos analizados, y muestran un peso importante en este para la selección. Se dividió en los cuatro grupos siguientes:

- ✓ Menos de 5 años
- ✓ 5 a 10 años
- ✓ 11 a 15 años
- ✓ más de 16 años

Para la selección de expertos en el sector empresarial, se propone utilizar los mismos criterios que para las investigaciones, exceptuando la categoría científica, los artículos publicados y, que los **años de experiencia** a tener en cuenta sean los de **trabajo en la empresa o sector**.

2.1.2. Fase II. Definición de la comunidad de expertos

Objetivo: una vez elaborado los perfiles de los candidatos, se procederá a aplicar el Método AHP de Saaty (Saaty, 2001), como instrumento de decisión multicriterio, realizando para este fin las operaciones siguientes:

Paso 4. Determinación del Índice de Selección (Is)

Tarea 1. Construcción de la jerarquía de Saaty

Contenido: para la estructuración del modelo jerárquico, se deben definir cómo mínimo tres niveles:

- ✓ El objetivo global del problema, situado en la parte superior
- ✓ Los criterios que definen a los expertos, en este nivel se puede establecer un nivel intermedio entre los criterios y las alternativas de ser necesario con subcriterios que definan a los criterios
- ✓ Las alternativas, en este caso los diferentes candidatos a expertos, que concurren en la parte inferior de diagrama.

En la figura 2.2 se muestra un ejemplo para la realización de esta tarea.

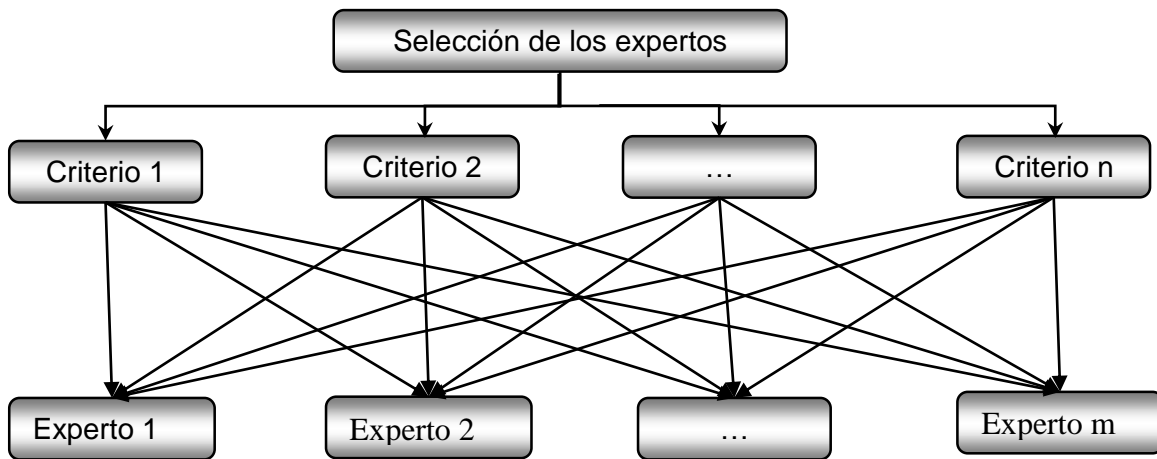


Figura 2.2. Representación jerárquica.

Según Berumen y Llamazares Redondo (2007), la identificación de los criterios y subcriterios constituye los puntos de vista considerados importantes para la resolución del problema y cuando el número de elementos para los que se efectúan las comparaciones relativas supera (7 ± 2) , el número de Miller, el modelo AHP recurre a las medidas absolutas, esta restricción es posible eliminar si se hace una separación del total de alternativas en grupos de elementos con un cardinal menor que el número de Miller.

Tarea 2. Determinación de las calificaciones de cada candidato según cada criterio

Contenido: se deberá confeccionar una matriz de decisión como se muestra en la tabla 2.2. La toma de decisiones multiatributo trabaja con un número finito (que generalmente es pequeño) de alternativas determinadas $A = \{A_1, A_2 \dots A_m\}$, del cual se conoce además su evaluación sobre cada uno de los atributos $x_1, x_2 \dots x_n$, y que se representa a través de la denominada matriz de decisión (Berumen y Llamazares Redondo, 2007), en la tabla 2.2, se muestra la matriz para obtener los pesos objetivos (evaluación), de cada candidato (alternativas) sobre cada uno de los criterios (atributos).

Técnicas: Escala de Likert, interrogación directa, método Delphi, análisis de regresión.

En la tabla 2.2:

x_{ij} : calificación de experto i de acuerdo al criterio j , dada por el grupo que interviene en el proceso de decisión

$i = 1 \dots m$ y $j = 1 \dots n$

Tabla 2.2. Matriz de decisión para calificar los candidatos a expertos por criterio

Experto \Criterio	Criterio 1	Criterio 2	...	Criterio j	...	Criterio n
Experto 1	X _{1,1}	X _{1,2}	...	X _{1,j}	...	X _{1,n}
Experto 2	X _{2,1}	X _{2,2}	...	X _{2,j}	...	X _{2,n}
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
Experto i	X _{i,1}	X _{i,2}	...	X _{i,j}	...	X _{i,n}
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
Experto m	X _{m,1}	X _{m,2}	...	X _{m,j}	...	X _{m,n}

Para la normalización de la matriz de decisión se propone el procedimiento propuesto por Barba Romero y Pomerol (1997)⁶ siguiente:

$$v_i = \frac{x_i}{\sum_i x_i} \quad (2)$$

Las evaluaciones de los candidatos *i* para cada criterio *j*, se definen por $x_{i,j}$, por lo que este procedimiento de normalización transforma el vector $(x_{1,j}, x_{2,j}, \dots, x_{m,j})$ en un vector normalizado $(v_{1,j}, v_{2,j}, \dots, v_{m,j})$.

Tarea 3. Determinación de los pesos de cada criterio

Contenido: para determinar los pesos de los criterios, se utilizará una combinación entre el Método de la Entropía, que es un método objetivo, donde se tiene en cuenta los valores de $v_{i,j}$ y el Método de Saaty (Saaty, 1994), con el cual se obtienen los pesos subjetivos, las preferencias que el grupo que interviene en el proceso de decisión tiene de un criterio respecto a otro, para realizar un ajuste de los pesos w_j^S (subjetivos) y w_j^E (objetivos).

Para realizar esta tarea se procederá como se muestra a continuación:

1. Se creará una matriz de comparaciones pareadas, donde se comparan los criterios, se utiliza la escala de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica desde uno hasta nueve como se muestra en la tabla 2.3.

⁶ Citado por Marrero Delgado (2001).

Tabla 2.3. Escala de evaluación de Saaty

Tasa	Juicio verbal
9	Extremadamente más preferido
8	De muy poderosamente más a extremadamente más
7	Muy poderosamente más preferido
6	De poderosamente más a muy poderosamente más
5	Poderosamente más preferido
4	De moderadamente más a poderosamente más
3	Moderadamente más preferido
2	De igual a moderadamente más
1	Igualmente preferido

Fuente: Saaty (1994).

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n} \end{bmatrix}$$

A es una matriz de comparaciones pareadas de n criterios, si $a_{i,j}$ es la medida de la preferencia del criterio de la fila i , cuando se compara con el criterio de la columna j . Cuando $i = j$ el valor de $a_{i,j}$ será igual a 1, pues se estará comparando el criterio consigo mismo (Berumen y Llamazares Redondo, 2007).

Se cumple que:

$$a_{i,j} \cdot a_{j,i} = 1: A = \begin{bmatrix} 1 & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} \\ 1/a_{2,1} & 1 & \dots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n,1} & 1/a_{n,2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

2. Para normalizar los resultados se propone la programación por meta:

$$\text{Mín } Z = p_1 + n_1 + p_2 + n_2 + \dots + p_n + n_n$$

$$W_j^s - a_{j,j+1} \cdot W_{j+1}^s + p_j - n_j = 0, \quad j = 1 \dots (n - 1)$$

$$W_1^s + W_2^s + \dots + W_n^s = 1$$

$$W_j^s \geq 0; \quad j = 1 \dots n$$

Donde:

p: desviación positiva de los pesos

n: desviación negativa de los pesos

3. Multiplicación de la matriz de Saaty por vector de pesos W_j^s

Se obtendrán los valores de P para cada criterio j a partir de la multiplicación de la matriz de Saaty por los pesos subjetivos obtenidos.

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} W_1^s \\ W_2^s \\ \vdots \\ W_n^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix}$$

Posteriormente se encontrará el autovalor dominante, por la expresión siguiente:

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{\frac{P_1}{W_1^s} + \frac{P_2}{W_2^s} + \dots + \frac{P_n}{W_n^s}}{n} \quad (3)$$

Debiéndose cumplir que $\lambda_{\text{máx}} \geq n$, cuanto más parecido sea que $\lambda_{\text{máx}}$ al número de criterios (n) más consistente será el juicio de valor elaborado. Se determinará el Índice de consistencia (IC), que mide la dispersión de los juicios del grupo que interviene en el proceso de decisión en la matriz A, por la expresión siguiente:

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad (4)$$

Luego se procederá a calcular la relación de consistencia (RC), entre la razón de consistencia (IC) de A y el IC aleatorio que se muestra en la tabla 2.4, por la expresión siguiente:

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (5)$$

Tabla 2.4. Valores del CIA en función del número de criterios

Número de elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0	0	0.58	0.89	1.11	1.24	1.32	1.40	1.45	1.49

Fuente: Berumen y Llamazares Redondo (2007, p. 78).

Se considera que la consistencia del grupo que interviene en el proceso de decisión es aceptable cuando $RC < 0,10$.

Para la determinación de los pesos objetivos se utilizará el Método de la Entropía (Barba Romero y Pomerol, 1997)⁷, el cual contiene los pasos siguientes:

1. Se parte primeramente de las evaluaciones $x_{i,j}$ ya normalizadas a $v_{i,j}$.
2. Se calcula la entropía (E_j) de cada criterio, a partir de la expresión siguiente:

$$E_j = -k \cdot \sum_{i=1}^m V_{i,j} \cdot \log V_{i,j} \quad (6)$$

Donde:

k : es una constante que se ajusta para que siempre se cumpla que $0 \leq E_j \leq 1$, para todo j .

$$K = \frac{1}{\log m} \quad (7)$$

3. La entropía E_j de un criterio es tanto mayor cuanto más iguales son sus evaluaciones $V_{i,j}$. Precisamente lo contrario de lo que se desea que ocurra si E_j fuese a ser un valor aproximado del peso de W_j del criterio. Se utiliza por tanto una medida opuesta que se puede denominar como la diversidad (D_j) del criterio:

$$D_j = 1 - E_j \quad (8)$$

4. Finalmente normalizando los valores de D_j , se obtienen los pesos objetivos:

$$W_j^E = \frac{D_j}{\sum_j D_j} \quad (9)$$

Donde:

W_j^E : peso del criterio j obtenido, utilizando el método de la Entropía.

5. Para obtener el peso de cada criterio utilizando los pesos subjetivos y objetivos (Marrero Delgado, 2001), se utiliza la expresión siguiente:

$$W_j = \frac{W_j^E \cdot W_j^S}{\sum_{j=1}^n W_j^E \cdot W_j^S} \quad (10)$$

⁷ Citado por Marrero Delgado (2001).

Tarea 4. Obtención del Is de cada candidato

Contenido: se obtendrá el valor del Is para cada candidato a experto a partir de la expresión siguiente:

$$Is_i = I_{ci,i,j} \cdot \sum I_{i,j} \quad (11)$$

Donde:

Is_i : índice de selección para el candidato a experto i

$I_{ci,i,j}$: índice para el candidato i sobre el criterio invalidante j , se calcula por la expresión del $I_{i,j}$.

$I_{i,j}$: índice para el candidato i sobre el criterio j , se obtiene por la expresión siguiente:

$$I_{i,j} = W_j \cdot \sum w_{i,s,j} \quad (12)$$

Donde:

W_j : peso del criterio j

$w_{i,s,j}$: peso del subcriterio s perteneciente al criterio j , obtenido para el candidato i
 i -ésimo candidato ($i=1, \dots, m$)

j -ésimo criterio ($j=1, \dots, n$)

s -ésimo subcriterio perteneciente al criterio j ($s= 1, \dots, n_{bj}$: número de subcriterios que conforman el criterio j)

Los subcriterios se ponderarán a través de las técnicas analizadas, o por la escala de Likert. En el caso de que algún criterio sea invalidante ante los restantes se tendrá en cuenta en el cálculo del Is, por las expresiones antes descritas. De no existir en el estudio, de acuerdo al criterio del grupo que interviene en el proceso de decisión, ningún criterio invalidante, la expresión resultante será la siguiente:

$$Is_i = \sum I_{i,j} \quad (13)$$

Se propondrá un punto de corte para la selección de los expertos, de acuerdo a los valores del Is. Si el número de expertos que cumplan con el Is requerido es menor que el número de expertos calculados en el paso 1, se repetirá el proceso a partir del paso 2, con el fin de completar el número de expertos necesarios. En caso de suceder lo

contrario, o sea que existan mayor número de expertos por encima del punto de corte, se recomienda seleccionar a los candidatos con mayor I_s hasta completar la cantidad requerida.

Paso 5. Obtención de los expertos a utilizar

Contenido: se obtendrá el listado definitivo de los expertos a utilizar.

2.2. Propuesta generalizadora para el I_s

Para desarrollar esta, se implementaron únicamente las tareas tres y cuatro del paso cuatro pertenecientes a la fase dos del procedimiento propuesto, como se muestra en la figura 2.3.

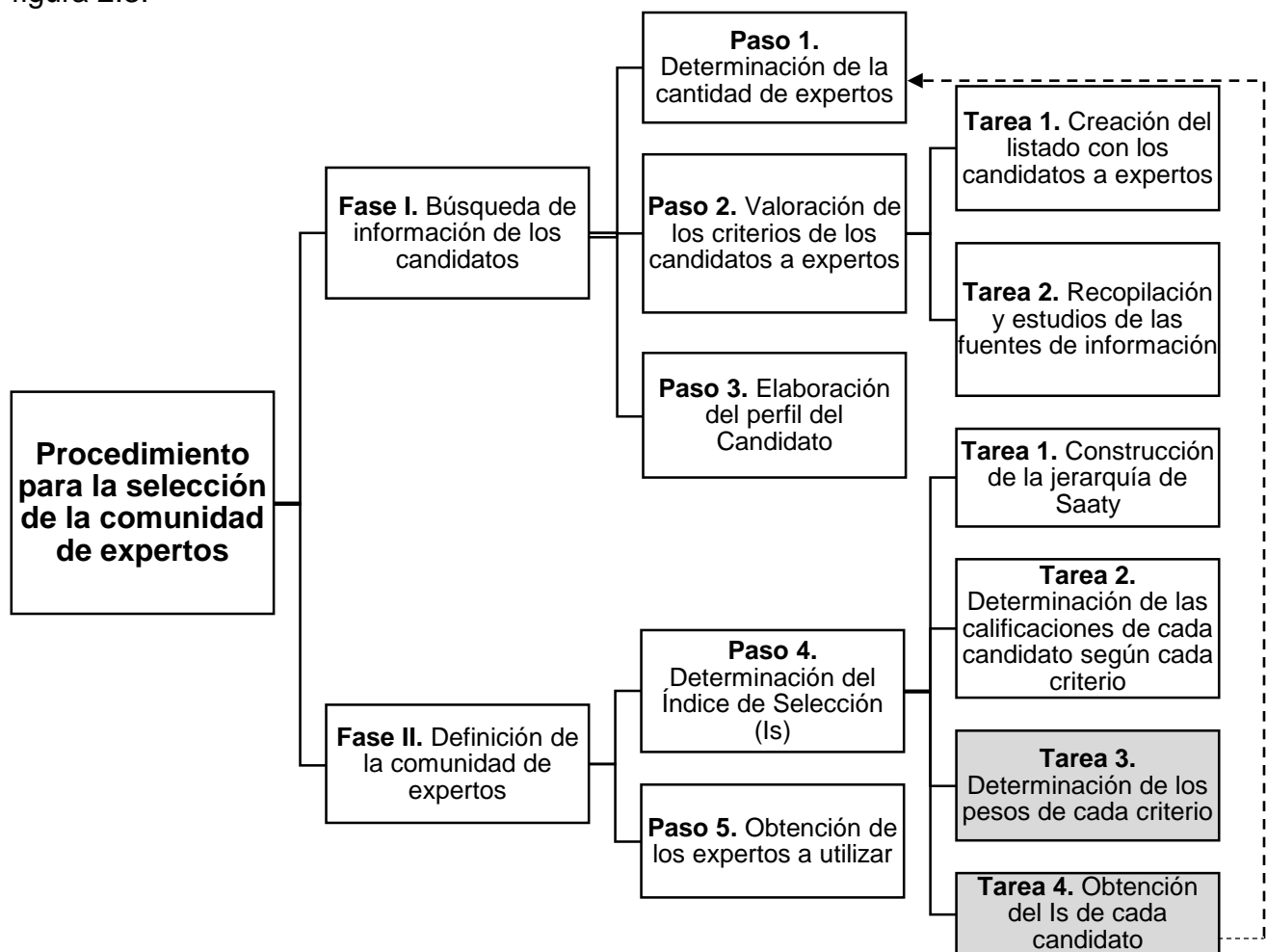


Figura 2.3. Procedimiento para la selección de la comunidad de expertos.

Tarea 3. Determinación de los pesos de cada criterio

Los pesos de los criterios y subcriterios, se asignaron mediante el método de comparaciones pareadas y la escala de Saaty, antes analizadas, considerando la

	16:24:07		Saturday	June	20	2015		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	Categoría científica	0.0197	0	0	0	basic	-1.4681	0.5722
2	Artículos	0.0690	0	0	0	basic	-0.5745	1.1558
3	Libros	0.1381	0	0	0	basic	-1.2573	1.6399
4	Eventos	0.0138	0	0	0	basic	-1.4593	5.7790
5	Premios	0.0345	0	0	0	basic	-0.8679	6.5594
6	Consultorías	0.0345	0	0	0	basic	-5.0292	2.3116
7	Años de experiencia	0.6903	0	0	0	basic	-0.7311	0.5606

Figura 2.4. Pesos subjetivos obtenidos en el WinQSB 2.0.

Después de calculados los pesos subjetivos se procedió a la obtención del valor de K para cada criterio a partir de la multiplicación de la matriz de Saaty por los pesos subjetivos obtenidos.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0,2 & 0,1429 & 3 & 0,1429 & 0,3333 & 0,1111 \\ 5 & 1 & 0,3333 & 5 & 0,3333 & 2 & 0,1429 \\ 7 & 3 & 1 & 7 & 4 & 4 & 0,2 \\ 0,3333 & 0,2 & 0,1429 & 1 & 0,2 & 0,2 & 0,1111 \\ 7 & 3 & 0,25 & 8 & 5 & 5 & 0,1111 \\ 3 & 0,5 & 0,25 & 5 & 0,2 & 1 & 0,1111 \\ 9 & 7 & 5 & 9 & 9 & 9 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,0197 \\ 0,0691 \\ 0,1381 \\ 0,0138 \\ 0,0345 \\ 0,0345 \\ 0,6903 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,1878 \\ 0,4617 \\ 0,9939 \\ 0,1418 \\ 0,7738 \\ 0,3152 \\ 2,7870 \end{bmatrix}$$

Luego se calculó el autovalor dominante:

$$\lambda_{\max} = \frac{0,1878 + 0,4617 + 0,9939 + 0,1418 + 0,7738 + 0,3153 + 2,7870}{0,0197 + 0,0691 + 0,1381 + 0,0138 + 0,0345 + 0,0345 + 0,6903} = 9,8992$$

Como $\lambda_{\max} > 7$, existe consistencia en el resultado, presentando una aproximación cercana al número de criterios, por lo que el juicio de valor elaborado es más consistente.

Se procede a determinar el Índice de consistencia (IC):

$$CI = \frac{9,8992 - 7}{7 - 1} = 0,4832$$

Para la relación de consistencia (RC) se obtuvo el resultado siguiente:

$$RC = \frac{0,4832}{1,32} = 0,0690$$

Como $RC < 0,10$, se considera que la consistencia es aceptable.

En la tabla 2.6, se muestran los pesos de los criterios y subcriterios obtenidos en el procedimiento.

Tabla 2.6. Pesos de los criterios y subcriterios propuestos.

Criterios	W	Subcriterios	w
Categoría científica	0,0197	Doctor en ciencias	0,40
		Doctor en rama específica	0,30
		Máster	0,20
		Especialista	0,07
		Nivel superior	0,03
Artículos publicados	0,0691	No Cumple	0
		Nivel I	0,40
		Nivel II	0,30
		Nivel III	0,20
		Nivel IV	0,10
Libros publicados	0,1381	Cumple	1
		No Cumple	0
Eventos	0,0138	No Cumple	0
		Provinciales	0,20
		Nacionales	0,30
		Internacionales	0,05
Premios	0,0345	No Cumple	0
		Municipales	0,20
		Provinciales	0,30
		Nacionales	0,05
Consultorías	0,0345	Cumple	1
		No Cumple	0
Años de experiencia en el tema	0,6903	Menos de 5 años	0,05
		5 a 10 años	0,15
		11 a 15 años	0,30
		más de 16 años	0,50

Tarea 4. Obtención del Is de cada candidato

Se muestra una propuesta generalizadora del Is a partir de los resultados de la tarea anterior y partiendo de supuestos adoptados por la autora de la investigación (anexo 2).

Valor mínimo del Is: 0,00032068

Valor de corte del Is: 0,00192086

Valor máximo del Is: 0,10689296

2.3. Validación del procedimiento a través de las Redes de Petri

Para sustentar la pertinencia y confiabilidad del procedimiento propuesto se validó a través de las Redes de Petri. Con este fin se utilizó la herramienta (figura 2.5) propuesta por (Vega de la Cruz, Lao León, Marrero Delgado, y Pérez Pravia (2015)).

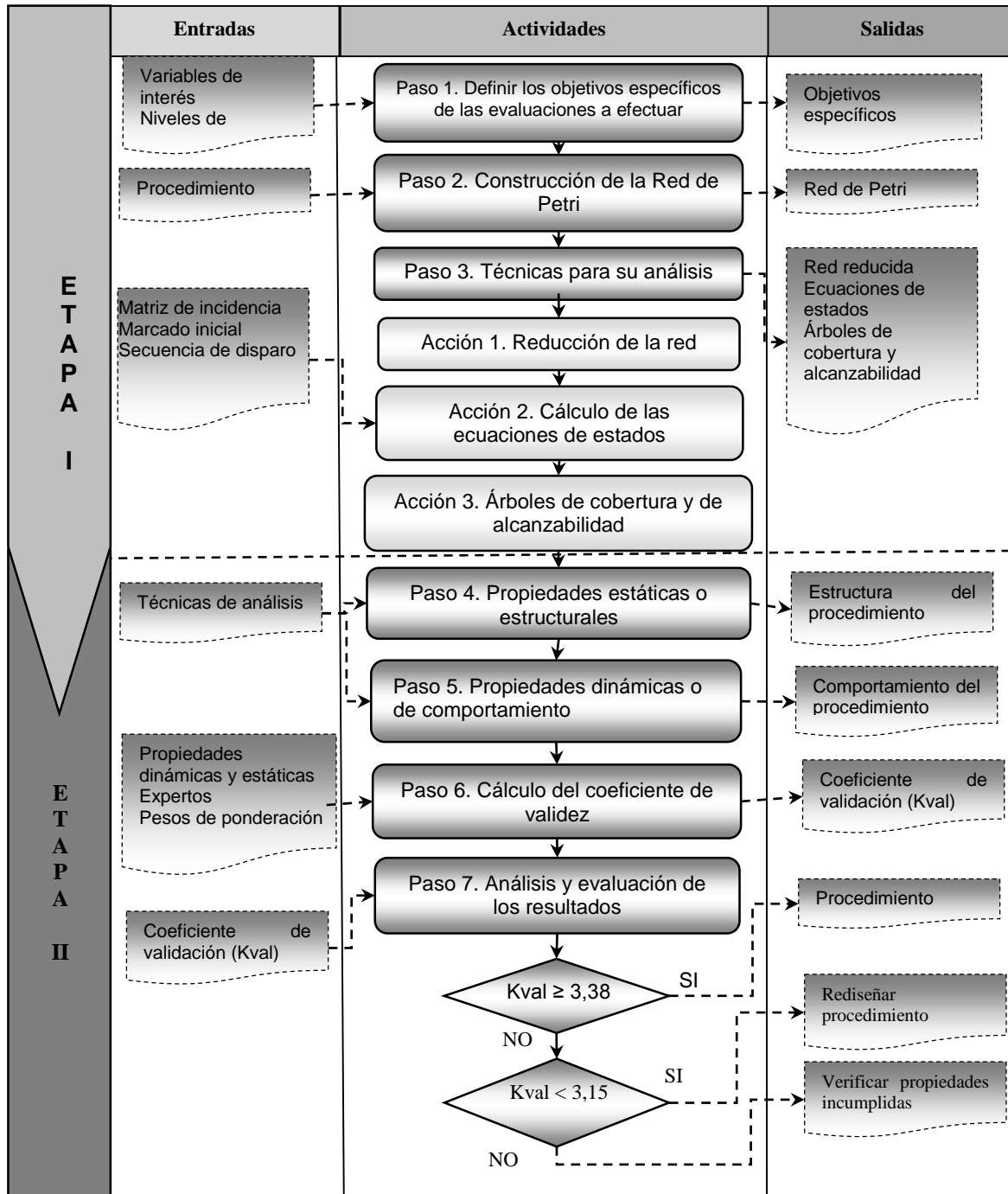


Figura 2.5. Herramienta para la validación de procedimientos a través de Redes de Petri.

Etapa I. Análisis del procedimiento a través de una RdP

Paso 1. Definir los objetivos específicos de las evaluaciones a efectuar

En este paso se define la necesidad de evaluar la consistencia lógica del procedimiento propuesto con el objetivo de prever posibles paradas o errores de lógica en su implementación.

Paso 2. Construcción de la Red de Petri

Para traducir el procedimiento propuesto a una Red de Petri, se inició con la traducción de las necesidades de información, las acciones y los resultados de cada una de las tareas y pasos a lugares y transiciones, obteniéndose como resultado lo mostrado en la tabla 2.7.

Tabla 2.7. Leyenda de la Red de Petri

Lugares	Transiciones
P ₁ : Expertos necesarios	t ₁ : Calcular la cantidad de expertos
P ₂ : Número de expertos	t ₂ : Listar los candidatos a expertos
P ₃ : Lista de candidatos	t ₃ : Recopilar la información de los candidatos
P ₄ : Información de los candidatos	t ₄ : Elaborar el perfil del candidato
P ₅ : Perfil de cada candidato	t ₅ : Construir la jerarquía de Saaty
P ₆ : Jerarquía de Saaty	t ₆ : Determinar las calificaciones
P ₇ : Matriz de decisión	t ₇ : Calcular los pesos objetivos
P ₈ : Listado de Criterios	t ₈ : Construir Matriz de Saaty
P ₉ : Matriz de Saaty	t ₉ : Calcular los pesos subjetivos
P ₁₀ : Necesidad de pesos estandarizados	t ₁₀ : Calcular el peso de los criterios
P ₁₁ : Peso de los criterios	t ₁₁ : Calcular el Is
P ₁₂ : Listado de los Is para cada candidato	t ₁₂ : Seleccionar los expertos
P ₁₃ : Listado de los expertos	t ₁₃ : Comparar con el número de expertos necesarios
P ₁₄ : Listado de los expertos a utilizar	

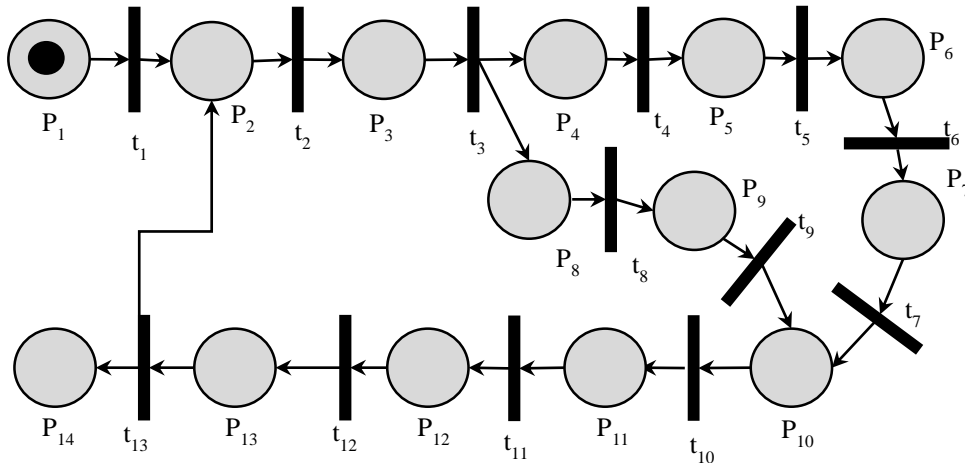


Figura 2.6. Red de Petri del procedimiento para la selección de la comunidad de expertos.

Paso 3. Técnicas para su análisis

Acción 1. Reducción de la RdP

La RdP original quedó diseñada con 13 transiciones y 14 lugares, a partir de las reglas de reducción propuestas, en el procedimiento se redujo esta, quedando como se muestran en las figura 2.7, 2.8 y 2.9.

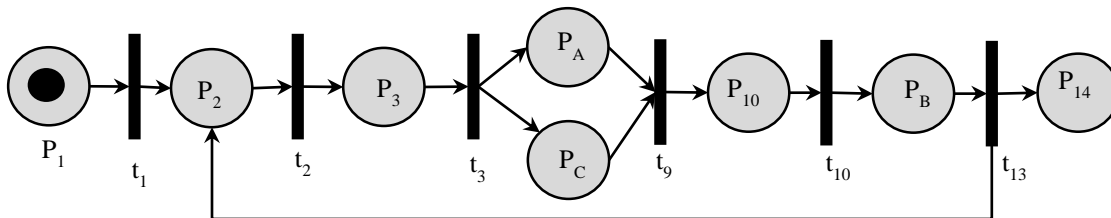


Figura 2.7. Red de Petri del procedimiento reducida (iteración 1).

Lugar PA (P4, P5, P6 y P7)

Lugar PB (P11, P12 y P13)

Lugar PC (P8 y P9)

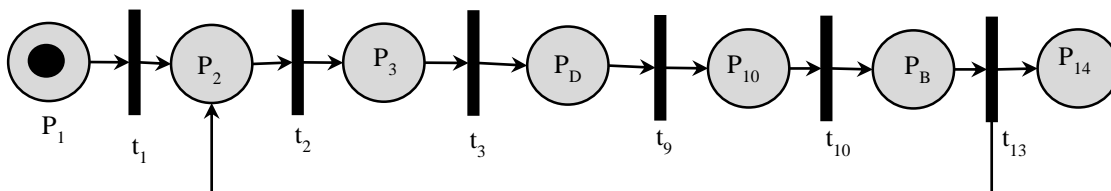


Figura 2.8. Red de Petri del procedimiento reducida (iteración 2).

Lugar P_D (P_4, P_5, P_6 y P_7)

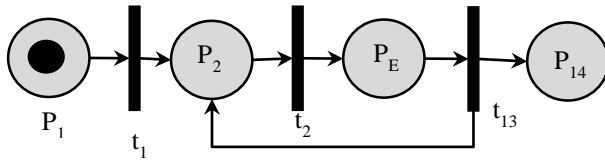


Figura 2.9. Red de Petri del procedimiento reducida (iteración 3).

Lugar P_E (P_3, P_D, P_{10} y P_B)

Acción 2. Cálculo de la ecuación de estados

Matriz de incidencia: $A = [a_{ij}]$ donde $[a_{ij}] = a_{ij}^+ - a_{ij}^-$ y $M_d = M_0 + A^T \sum_{K=1}^d U_K$

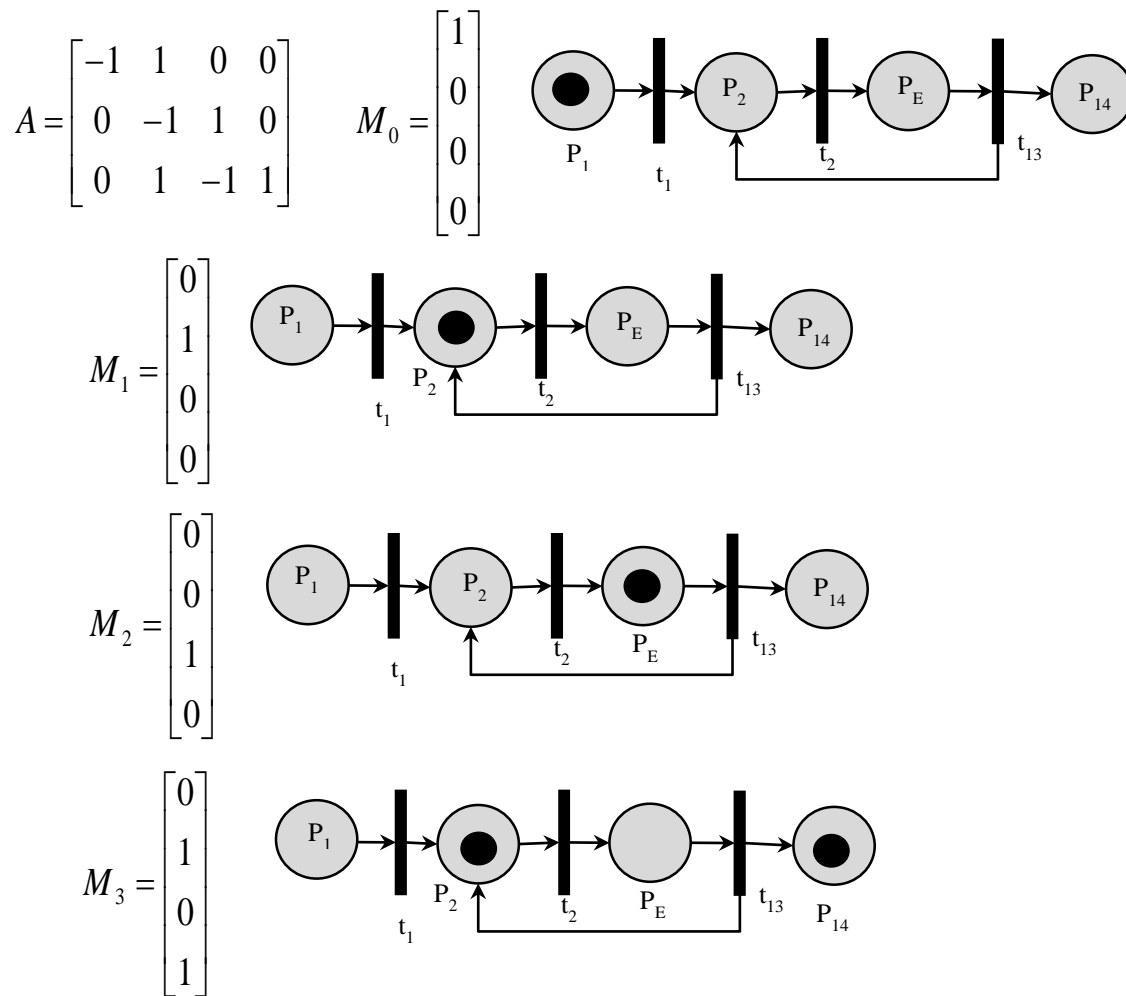


Figura 2.10. Ecuaciones de estado del procedimiento seleccionado.

Acción 3. Árboles de alcanzabilidad

Luego se procedió con el método del árbol de alcanzabilidad (figura 2.11), teniendo en cuenta los resultados anteriores.

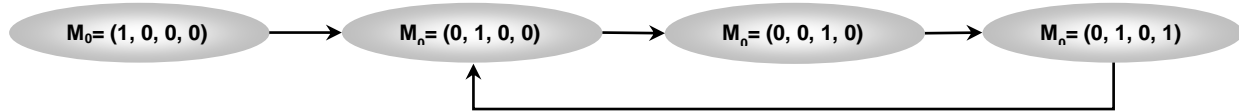


Figura 2.11. Árbol de alcanzabilidad

Eta II. Validación del procedimiento a través de las propiedades de la RdP

Construidos estos se procedió a comprobar el cumplimiento de las propiedades.

Paso 4. Propiedades estáticas o estructurales

Como se puede apreciar la red es pura ya que no existen auto bucles, o sea par de lugar y salida donde la transición de entrada es la misma de la de salida, por lo que se procedió a la verificación de las propiedades estáticas, que no dependen de su marcado inicial.

Vivacidad estructural: estructuralmente la red es viva porque posee un marcado inicial.

Repetibilidad: es repetible pues las transiciones siempre podrán dispararse, en esta P_E se disparará para P_2 siempre que no se cumpla con el requisito de que la cantidad de candidatos que resulten expertos sea igual al número necesario de estos.

Conservabilidad: la RdP es conservativa, ya que siempre tendrá las mismas cantidades de marcas, si se repitiera.

Limitación o acotado estructural: la RdP es limitada estructuralmente pues existe un número finito de marcados iniciales (un marcado).

Controlabilidad: anteriormente se comprobó que todos los marcados pueden ser alcanzados, pero no desde cualquier otro marcado, lo que se puede demostrar de la forma siguiente:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Como se puede apreciar, en el procedimiento seleccionado el rango de la matriz de incidencia es de dos, diferente al número de lugares que es cuatro, por lo que el procedimiento no es completamente controlable.

Consistencia: es consistente pues aunque la RdP no es reversible desde el mercado inicial hasta el final, todos los lugares fueron marcados al menos una vez.

Paso 5. Propiedades dinámicas o de comportamiento

La red clasifica como ordinaria (todos los arcos tienen peso uno).

Alcanzabilidad: cada disparo modifica la distribución de los marcados en la red, de acuerdo con la reglas de disparos. El mercado final (M_3) es alcanzable desde M_0 según la secuencia de los disparos (figura 2.10).

Limitable o acotada: la red es segura pues es acotada a uno, ya que el número finito de marcas no excede a uno.

Vivacidad: la red es viva, pues una vez alcanzado el estado final por las propias características del procedimiento, puede ser necesario una nueva secuencia de disparos.

Reversibilidad y estado inicial: no es reversible pues una vez seleccionados los expertos, podrá ser necesario una nueva lista de candidatos y criterios para volver al lugar P_2 , nunca al estado inicial.

Cobertura: dado que el procedimiento seleccionado es cíclico, los marcados finales pueden ser cubiertos sin afectar su acotamiento, por lo que se puede asegurar que cuando el mercado final es $(0,0,0,1)$, se alcanza el listado de expertos.

Persistencia: a lo largo de la red, el disparo de una transición no deshabilitará a otra, ya que no existe ninguna que puedan ser disparadas al mismo tiempo, por lo que es persistente.

Distancia sincrónica: en esta RdP no es necesario “sincronizar” estos resultados ya que no es un requerimiento del procedimiento diseñado.

Paso 7. Análisis y evaluación de los resultados

Comprobadas las propiedades, se determinó el coeficiente de validación, obteniéndose el resultado siguiente:

Dinámicas	Cumplimiento	Estáticas	Cumplimiento
Alcanzabilidad	1	Conservabilidad	1
Limitable o acotada	1	Limitación o acotado estructural	1
Vivacidad	1	Vivacidad estructural	1
Reversibilidad y estado inicial	0	Repetibilidad.	1
Cobertura	1	Controlabilidad	0
Persistencia	1	Consistencia	1
Distancia sincrónica	0		

$$K_{val} = \frac{\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^{13} W p_i \cdot C_j}{13} = \frac{5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 0 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 4 \cdot 0 + 5 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 4 \cdot 1}{13}$$

$$K_{val} = \frac{42}{13} = 3,23$$

Según el resultado del Kval el procedimiento clasifica como cuasi válido, en esta clasificación influyó el incumplimiento de las propiedades: reversibilidad y estado inicial, distancia sincrónica y controlabilidad. No obstante se comprobó que este logra su objetivo y de forma segura ya que garantiza que nunca entrará en un estado no válido, o sea no sigue instrucciones que no se deben realizar, es consistente, repetible, conservativo, vivo estructuralmente y en cuanto a las propiedades que no se cumplen, se considera que no son necesarias para este tipo de procedimiento.

Conclusiones

1. El criterio de los expertos es uno de los métodos de consulta más utilizado en los últimos años, pero aún existen brechas en la selección de los expertos a utilizar.
2. Los procedimientos analizados carecen de un tratamiento metodológico e integrador que contemple los restantes criterios que se considera debe cumplir un experto.
3. El diseño del procedimiento para la selección de la comunidad de expertos, a partir de la utilización de técnicas multicriterio contribuye a seleccionar con mayor confiabilidad la comunidad de expertos a utilizar. Este procedimiento puede utilizarse en el campo de la investigación y en la esfera empresarial.
4. Se propone un rango del Is, que contempla valor mínimo, punto de corte y valor máximo, como contribución para la realización de futuras investigaciones.
5. Se validó parcialmente el procedimiento diseñado mediante la Redes Petri, comprobando que en su diseño se cumplen las propiedades: alcanzabilidad, vivacidad, cobertura, persistencia, conservabilidad, limitación o acotado estructural, vivacidad estructural, repetibilidad y consistencia.

Recomendaciones

1. Perfeccionar las ponderaciones dadas a cada subcriterio.
2. Llevar a cabo una comparación de los resultados del procedimiento propuesto con los alcanzados con los procedimientos anteriores para evaluar su confiabilidad.
3. Informatizar el procedimiento.

Bibliografía

1. Arce, José M., Hernando, Luis, Ortiz, Alberto, Díaz, Mónica, Polo, Milagros, Lombardo, María, y Robles, Antonio. (2014). Diseño de un método de evaluación y mejora de la calidad asistencial en Nefrología mediante técnica Delphi. *Nefrología*, 34(2), 58-74. doi: 10.3265
2. Artola Pimentel, María de Lourdes. (2002). *Modelo de evaluación del desempeño de empresas perfeccionadas en el tránsito hacia empresas de clase en el sector de Servicios Ingenieros de Cuba*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
3. Astigarraga, Eneko. (s.a.). *El método Delphi*.
4. Barba Romero, S., y Pomerol, J. (1997). Decisiones multicriterio: Fundamentos teóricos y utilización práctica. *Universidad de Alcalá, España*.
5. Bautista Arias, Jorge Andres. (2013). *Análisis multicriterio para la toma de decisiones en la distribución del carbón obtenido de la zona cundiboyacence a puertos marítimos evaluando impactos ambientales, sociales y económicos*. (Trabajo de grado para optar por el título de Magister en diseño y gestión de procesos), Universidad de la Sabana.
6. Berumen, Sergio A., y Llamazares Redondo, Francisco. (2007). La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en el entorno de competitividad creciente. *Cuadernos de Administración*, 20(34), 24.
7. Bolaño Rodríguez, Yuniel. (2014). *Modelo de dirección estratégica basado en la administración de riesgos para la integración del Sistema de Dirección de la Empresa*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
8. Calabuig Moreno, Ferran, y Crespo Hervàs, Josep. (2009). Uso del método Delphi para la elaboración de una medida de la calidad percibida de los espectadores de eventos deportivos. *Retos*(15), 21-25.
9. Camacaro Sierra, Leriz, Rodríguez Silva, Maritza, Caldera de Ugarte, Nelly, y Cestary Colmenares, Janet. (2012). Visión actual del desarrollo turístico urbano de Maracaibo. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, XVIII(3), 430-448. doi: 28024392004
10. Campistrous Pérez, Luis, y Rizo Cabrera, Celia. (1998). *Indicadores e investigación educativa*.
11. Carreño Mendoza, Ángela Lorena. (2012). *Modelo y procedimientos de apoyo para la gestión pública de la calidad de vida. Zona 4: Manabí-Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.

12. Comas Rodríguez, Raúl. (2013). *Integración de herramientas de control de gestión para el alineamiento estratégico en el sistema empresarial cubano. Aplicación en empresas de Sancti Spíritus*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas.
13. Crespo Borges, Tomás Pascual. (2007). *Respuestas a 16 preguntas sobre el empleo de expertos en la investigación pedagógica* (A. J. P. Galván Ed. Primera ed.).
14. Crespo Borges, Tomás Pascual. (2009). *Métodos de la Prospectiva en la investigación pedagógica*. La Habana: Educación Cubana.
15. Cruz Ramírez, Miguel, y Campano Peña, Antonio Enrique. (2008). *El procesamiento de la información en las investigaciones educativas*. La Habana.
16. Cruz Ramírez, Miguel, y Martínez Cepena, Mayelín Caridad. (2012). Perfeccionamiento de un instrumento para la selección de expertos en las investigaciones educativas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 14(2).
17. Duany Alfonso, Yoenia. (2009). *La Eficacia de los Procesos con un enfoque Multicriterio Multiexperto* (Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniería Industrial), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” La Habana, Cuba.
18. Escobar Pérez, Jazmine, y Cuervo Martínez, Ángela. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*.
19. Espino Valdés, Ariel. (2014). *Contribución al Control de Gestión para Empresas de Campesinismo Popular soportado en una plataforma de cambio*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
20. Espinosa Moré, Sergio Benito. (2012). *Metodología para la evaluación integral del sistema empresa en Cuba*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, Cuba.
21. Esquivel García, Renier. (2014). *Procedimiento para evaluar el impacto de la capacitación de directivos en empresas cubanas*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
22. Evlanov, y Kutusov. (1978). *Ehksperntnie otsenki v upravlenii (Valoraciones de expertos en la dirección)*. Moscú.
23. Fernández Cruz, Sara. (2014). *Tecnología para la gestión ambiental de las aguas subterráneas. Caso de aplicación Holguín*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Holguín, Cuba.

24. Filgueiras Sainz de Rozas, Miriam Lourdes. (2013). *Creación y Desarrollo de Capacidad de Absorción de Tecnología en Organizaciones de Base Productiva de la Generación Distribuida Cubana.*, Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana.
25. Funzi Chimpolo, Joao María. (2014). *Tecnología para la gestión del talento humano en instituciones de Educación Superior angolanas. Caso de la Universidad Agostinho Neto.* (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.
26. García Céspedes, Damarys. (2013). *Metodología de gestión ambiental para agroecosistemas con probables riesgos a la salud por presencia de contaminación química.* (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Centro de Estudios de Gestión de Ciencias e Innovación, La Habana, Cuba.
27. García, Luis, y Fernández, Sergio J. (2008). Procedimiento de aplicación del trabajo creativo en grupo de expertos. *Ingeniería Energética*, XXIX(2), 46-50. doi: 329127758006
28. García Valdés, Margarita, Abrantes Sosa, Katusca, Berroa Matamoros, Iyanni Rosita, y Blanco Aragón, Gloria M. (2012). Uso de la primera ronda del método Delphi para delimitar competencias auto reflexivas del psicólogo. *Educación Médica Superior*, 23(3).
29. García Valdés, Margarita, y Suárez Marín, Mario. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(2), 253-267.
30. Garza Ríos, Rosario, y González Sánchez, Caridad. (2001). Distribución de mercancías, una necesidad del comercio electrónico. *Ingeniería Industrial*, XXIII(2), 5.
31. Garza Ríos, Rosario, y González Sánchez, Caridad. (2004). Modelo matemático para la planificación de la producción en la cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, XXV(2), 4.
32. Góngora Castillo, Camilo, Hernández Díaz, María, García Fariñas, Anaí, y Sánchez Delgado, Zoe. (2009). Propuesta de competencias laborales para médicos que brindan servicios de atención médica en hoteles cubanos. *Educación Médica Superior*, 23(3), 15-23.
33. González Almaguer, Armín. (2006). *El Método Delphi y el procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos.*
34. González Caballero, Erick. (2013). *Elaboración de un modelo matemático para la toma de decisiones en el proceso de concertación de un negocio, basado en Lógica Difusa Compensatoria.* (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
35. González Cruz, Ebir. (2014). *Despliegue de la calidad en la gestión de procesos sustantivos de instituciones de Educación Superior cubanas.* (Tesis presentada en opción al Grado

- Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
36. Infante Abreu, Marta Beatriz. (2013). *Modelo de vigilancia tecnológica basado en patrones asociados a factores críticos*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, Cuba.
 37. Lopes Martínez, Igor. (2013). *Modelo de Referencia para la evaluación de la gestión de inventarios en los sistemas logísticos*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
 38. Mallo, Paulino E., Artola, María A., Galante, Marcelo J., Martínez, Diego, Pascual, Mariano E., y Morettini, Mariano. (s.a.). Aplicación del metodo delphi a las decisiones financieras en situaciones de incertidumbre. *XXIV Jornadas de profesores universitarios de Matemática Financiera*, 159-170.
 39. Marqués León, Maylín. (2013). *Modelo y procedimientos para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias del territorio matancero*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas, Cuba.
 40. Marrero Delgado, Fernando. (2001). *Procedimientos para la toma de dediciones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y transporte de la caña de azúcar. Aplicaciones en CAI de la provincia de Villa Clara*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara.
 41. Monagas Docal, Marusia. (2012). *El Capital Intelectual en las empresas hoteleras en Cuba. Procedimiento para su medición*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
 42. Monzón Sánchez, Antonio. (2014). *La Gestión de la Tecnología y la Innovación en empresas de base tecnológica del sector hidráulico cubano*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
 43. Morán Martínez, Liudmila. (2012). *Metodología para la gestión de la adquisición de tecnología mediante los contratos de Licencia de patente y Secreto Empresarial*. (Tesis presentada en

- opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba.
44. Morejón Borjas, Martha María. (2011). *Tecnología para la gestión de la Propiedad Intelectual en la empresa estatal cubana. Aplicación en organizaciones empresariales de la provincia Holguín*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Holguín, Cuba.
 45. Mur Villar, Norma, Iglesias León, Miriam, Cortés Cortés, Manuel, y Aguilar Cordero, María José. (2009). Determinación de las características del docente asistencial que forma al especialista de Enfermería Materno Infantil. *Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos*, 7(5), 29-35.
 46. Ochoa Ávila, Migdely Barbarita. (2014). *Tecnología para la gestión ambiental integral en instituciones escolares. Aplicación en Holguín*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctora en Ciencias Técnicas.), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Holguín, Cuba.
 47. Pérez de Armas, Marle. (2014). *Capacidad dinámica de aprendizaje organizacional en la empresa de alta tecnología del sector biotecnológico cubano*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
 48. Pérez Lorences, Patricia (2014). *Procedimiento para mejorar la gestión de tecnologías de la información en el sector empresarial cubano*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
 49. Pérez Rave, Jorge, Trujillo, Mónica, Castro, Gloria, y Gómez, Gabriel. (2015). Modelación multicriterio del nivel de prevención de contaminación por mercurio en entidades odontológicas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 23(1), 128-144.
 50. Romero, Carlos. (1996). *Análisis de decisiones multicriterio* (1st ed.). Madrid, España: Isdefe.
 51. Saaty, Thomas. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *University of Pittsburgh*.
 52. Saaty, Thomas. . (2001). The seven pillars of the analytic hierarchy process. *University of Pittsburgh*.
 53. Slagle, James R., y Wick, Michael R. (1988). A Method for Evaluating Candidate. *WINTER*, 9(4), 44-53.

54. Soto de la Vega, Diego, Vidal Vieira, José Geraldo, y Vitor Toso, Eli Angela. (2014). Metodología para localización de centros de distribución a través de análisis multicriterio y optimización. *DYNA*, 81(184), 28-35.
55. Stable Rodríguez, Yudayly. (2012). *Modelo y metodología de aprendizaje organizacional para el mejor desempeño de una Organización de Ciencia e Innovación Tecnológica*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba.
56. Turoff, Murray, y Helmer, Olaf. (2002). *The Delphi Method. Techniques and Applications*.
57. Vega de la Cruz, Leudis Orlando, Lao León, Yosvani Orlando, Marrero Delgado, Fernando, y Pérez Pravia, Milagros Caridad. (2015). Herramienta para la validación de procesos empresariales a través de las Redes de Petri (Vol. 759-2015). La Habana Cuba: Cento Nacional de Derecho de Autor (CENDA).
58. Vélez Pareja, Ignacio. (2003). *El método Delphi*.
59. Vilariño Corella, Carlos Manuel. (2012). *Dinamización de la gestión ambiental desde la estrategia empresarial. Caso Empresa del Níquel Comandante Ernesto Che Guevara*. (Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Holguín, Cuba.
60. Viteri Moya, Jorge René. (2012). *Modelo y procedimientos para gestionar la Responsabilidad Social Universitaria. Aplicación en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
61. Zulueta Cuesta, Juan Carlos. (2012). *Contribución al desarrollo de Redes de Valor en la transferencia de tecnologías universidad-empresa*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
62. Zúñiga Igarza, Libys Martha. (2011). *Gestión ambiental urbana de recursos construidos de valor patrimonial. Aplicación en Gibara, Holguín*. (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Holguín, Cuba.

Anexos

Anexo 1. Normativas para registrar y reportar las publicaciones científicas 2010

Grupo 1. Corriente principal. WEB OF SCIENCE (WoS) Y SCOPUS.

Web of Science: Incluye el *Science Citation Index (SCI)*, que contiene unas 3500 revistas científicas en ciencias naturales, exactas y técnicas, y el *Science Citation Index Expanded*, que incluye 5700 revistas adicionales. Además están el *Social Science Citation Index (SSCI)* con más 2100 revistas y el *Art and Humanities Citation Index (AHCI)*, con unas 1200 revistas. (<http://science.thomsonreuters.com>). Se complementa con la Web del Conocimiento.

SCOPUS. (<http://www.scopus.co>). Incluye los resúmenes y referencias citadas de más de 15000 publicaciones seriadas.

Grupo 2. Bases de datos especializadas de reconocimiento internacional (BDI)

Este Grupo está compuesto por las BD especializadas reconocidas por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) de Ibero-América y por la Biblioteca Electrónica en Línea SciELO.

PASCAL (Bibliographie Internationale): *Producida por el Institut de l'Information Scientifique et Technique (INIST/CNRS, <http://www.inist.fr>). Tiene carácter multidisciplinario y abarca alrededor de 9000 revistas y documentos que tratan sobre las ciencias de la vida, medio ambiente, tecnología y medicina.*

INSPEC Es un índice completo de material sobre física, tecnología eléctrica/electrónica, computación, ingeniería de control y tecnología de información, producido por la *Institution of Electrical and Electronics Engineers* del Reino Unido (<http://www.theiet.org/publishing/inspec>), con más de 3500 publicaciones técnicas y científicas, y 2000 actas de conferencias.

Copendex (Engineering Index), Producida por Engineering Information Inc., de Estados Unidos (<http://www.ei.org>) acopia informaciones de 5700 revistas académicas y comerciales y memorias de conferencias de la ingeniería.

Anexo 1. Normativas para registrar y reportar las publicaciones científicas 2010 (continuación)

Medline Producida por la *US National Library of Medicine (NLM)* (<http://www.nlm.nih.gov>), contiene referencias bibliográficas y resúmenes de más de 4000 revistas biomédicas publicadas en Estados Unidos y en otros 70 países; abarca las áreas de medicina, enfermería, odontología y medicina veterinaria. La actualización de la base de datos es mensual.

Chemical Abstract (CA) Producida por *Chemical Abstracts Service* (<http://info.cas.org>), una división de la *American Chemical Society*, en Ohio, Estados Unidos. Abarca alrededor de 9500 revistas y documentos de todos los campos de la Química.

Biological Abstract (BA) Producida por *BIOISIS* en Filadelfia, Estados Unidos (<http://www.biosis.org>). Abarca más de 11 millones de archivos registrados sobre todos los campos de las ciencias de la vida.

CAB Internacional Publicaciones registradas en *CAB Abstracts, producida por CABI* (<http://www.cabi.org>) del Reino Unido. Abarca alrededor de 9000 revistas y documentos de temas relacionados con agricultura, medicina veterinaria, salud y nutrición humana, bosques y suelos.

SciELO (*Scientific Electronic Library Online - Biblioteca Científica Electrónica en Línea*). Es un modelo para la publicación electrónica cooperativa de publicaciones periódicas científicas en Internet (<http://www.scielo.org>). Especialmente desarrollada para responder a las necesidades de comunicación científica de los países en desarrollo y particularmente de América Latina y el Caribe.

Grupo 3. Bases de datos especializadas de reconocimiento latinoamericano (bdI) y otras equivalentes.

Se parte de las reconocidas por RICYT en el ámbito Ibero-Latinoamericano y se añaden otras Bases de Datos.

Anexo 1. Normativas para registrar y reportar las publicaciones científicas 2010 (continuación)

ICYT: producida por el Centro de Información y Documentación Científica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (<http://www.cindoc.csic.es>). Tiene carácter multidisciplinario y abarca casi 190.000 registros de 770 revistas y documentos españoles de agronomía, ciencias de la vida, ciencias de la tierra y el espacio, ciencias exactas y naturales y ciencias tecnológicas.

IME: producida por el Centro de Información y Documentación Científica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (<http://www.cindoc.csic.es>). Abarca 321 revistas españolas de ciencias médicas.

PERIÓDICA: Producida por el *Departamento de Bibliografía Latinoamericana de la Dirección General de Bibliotecas* de la UNAM (www.dgbiblio.unam.mx/periodica.html).

Contiene 1500 revistas científicas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología. se actualiza diariamente y más de 10000 artículos son registrados cada año;

CLASE: Producida por la UNAM (www.dgbiblio.unam.mx/clase.html). Contiene 1500 revistas científicas de América Latina y el Caribe especializadas en ciencias sociales y humanidades. La base de datos se actualiza diariamente y más de 10000 artículos son registrados cada año.

LILACS: *Publicaciones registradas en Literatura Latino Americana y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud (LILACS)*. Es producida por BIREME (www.bireme.br). Esta base de publicaciones contiene 400000 registros de 1300 revistas científicas y documentos relacionados con el campo de la salud.

AGRIS: Es el sistema de información para las ciencias y la tecnología agrícolas creado en 1974 por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (<http://www.fao.org/agris>) para facilitar el intercambio de información e identificar la literatura mundial en campos de la agricultura.

Anexo 1. Normativas para registrar y reportar las publicaciones científicas 2010 (continuación)

DOAJ (Directory of Open Access Journal. Es el directorio más amplio existente en Internet de revistas open access. Open Access¹ se define como un modelo en el que el acceso a la literatura científica de las revistas pertenecientes al DOAJ (www.doaj.org). Contiene 3890 revistas.

REDALYC: SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA. Es una red de revistas científicas de AMÉRICA LATINA y EL CARIBE, ESPAÑA y PORTUGAL. Incluye 758 revistas científicas, 16,656 números y 206 117 artículos a texto completo.

Grupo 4. Revistas científicas cubanas certificadas por el CITMA y otras revistas científicas extranjeras arbitradas y acreditadas a nivel nacional en sus respectivos países.

Revistas nacionales ACREDITADAS por CITMA: El CITMA ha establecido la certificación de las publicaciones seriadas científico – tecnológicas publicadas en Cuba mediante la Resolución 59/2003, que aparece referenciado en el Catálogo de Publicaciones Seriadas.

Revistas extranjeras arbitradas. Se considerará las revistas científicas extranjeras que tienen establecido arbitraje para la aceptación de artículos para publicar y están reconocidas como tales en sus países.

Anexo 2. Procesamiento de los supuestos adoptados

Criterios	W	Subcriterios	w	I_{i,j}
Categoría científica	0,0197	Doctor en ciencias	0,4	0,00788
		Doctor en rama específica	0,3	0,00591
		Máster	0,2	0,00394
		Especialista	0,07	0,001379
		Nivel superior	0,03	0,000591
Artículos publicados	0,0691	No Cumple	0	0
		Nivel I	0,4	0,02764
		Nivel II	0,3	0,02073
		Nivel III	0,2	0,01382
		Nivel IV	0,1	0,00691
Libros publicados	0,1381	Cumple	1	0,1381
		No Cumple	0	0
Eventos	0,0138	No Cumple	0	0
		Provinciales	0,2	0,00276
		Nacionales	0,3	0,00414
		Internacionales	0,5	0,0069
Premios	0,0345	No Cumple	0	0
		Municipales	0,2	0,0069
		Provinciales	0,3	0,01035
		Nacionales	0,5	0,01725
Consultorías	0,0345	Cumple	1	0,0345
		No Cumple	0	0
Años de experiencia en el tema	0,6903	Menos de 5 años	0,05	0,034515
		5 a 10 años	0,15	0,103545
		11 a 15 años	0,3	0,20709
		más de 16 años	0,5	0,34515