

Generación de un índice integrado de satisfacción del servicio (IIS) para un área de servicio de soporte técnico en una empresa trasnacional utilizando lógica difusa

Marco Yáñez & Francisco Valdés

M. Yáñez & F. Valdés

Universidad Iberoamericana, Prolongación Paseo de la Reforma 880, Alvaro Obregon, Lomas De santa Fe, 01219 Ciudad de México, D.F., México

marco_yanez@hotmail.com

École de Technologie Supérieure, University of Québec Dept. of Software Engineering Montreal, Canada

francisco.valdes.l@ens.etsmtl.ca

M.Ramos, P. Solares.(eds.) Ciencias de la Tecnología de la Información -©ECORFAN, México D.F., 2015.

Abstract

This work is an application of the EPCU model looking to have an efficient way to understand the customer satisfaction compared with the actual methodology using in the Company to analyze the satisfaction with three independent indicators. The case study uses the EPCU to obtain customer profiles represent by only one indicator to be use for improvement the service. EPCU can provide a tool based expert opinion to obtain a consistent result being a positive capability to synchronize the opinions to be efficient the analysis phase and provoke a faster improvement action to be apply in the different areas as needed.

Introducción

Este documento está desarrollado con base a la situación actual de una empresa trasnacional, que por temas de confidencialidad se omitirá su nombre y se referenciará como “Empresa A”. La Empresa A tiene como eje principal una estrategia de posicionamiento del cliente como núcleo en la generación de experiencias positivas, considerando que la satisfacción de éste es el único medio de permanencia en la industria y crecimiento en el mercado. Con los métodos establecidos que actualmente se utilizan para medir los niveles de satisfacción, se han definido tres indicadores que se describen a continuación:

- “Total Customer Experience (TCE)”; permite evaluar la calidad del servicio que es recibido por el cliente final de la empresa, a nivel de la operación.
- “Customer Loyalty Index (CLI)”; permite evaluar cómo percibe los servicios proporcionados el cliente, a nivel de negocio.
- “Net Promoter Score (NPS)”; permite evaluar la intención de recomendar los servicios recibidos (generar clientes promotores de los servicios) dentro de su área de influencia.

Actualmente, estos tres indicadores son tratados de manera independiente y no se cuenta con algún mecanismo formal que integre una sola perspectiva de servicio por parte de los clientes al respecto de los servicios recibidos, lo único con lo que se cuenta es una percepción basada en el juicio de experto. Generar un solo indicador de manera formal y consistente que permita tener una idea de la percepción total mencionada, se considera relevante para la Empresa A, porque permitiría tomar mejores decisiones para lograr un fortalecimiento de la posición del mercado y una sustentabilidad de la organización, a través considerar las interacciones de los indicadores actuales (TCE, CLI, NPS), es decir de manera sistémica.

En la Empresa A, no se tienen datos cuantitativos de la relación entre los tres indicadores y los impactos individuales de cada uno de ellos, sin embargo, si se cuenta con la experiencia de los trabajadores de cómo se relacionan estos indicadores, así como las implicaciones que tienen, lo cual podría ser expresado mediante reglas de inferencia.

Un mecanismo que permite definir y manejar reglas de inferencia para obtener un valor cuantitativo significativo es la Lógica Difusa [1] una aplicación de la lógica difusa se define en el modelo EPCU [5] que es un modelo de estimación con base en variables cualitativas, que ha demostrado en estudios que presenta un mejor comportamiento que el juicio de experto [5], logrando que los resultados sean consistentes, con independencia de la experiencia de los evaluadores.

En este documento, se pretende utilizar el Modelo EPCU [5], para generar un “Índice Integrado de Satisfacción de Servicios” (IISS), que pretende reflejar la satisfacción del cliente, coadyuvando a la toma de decisiones que permitan mantener y/o mejorar la percepción del servicio y como consecuencia lograr los objetivos estratégicos que tiene la Empresa A, de colocarse en una posición positiva diferenciada comparada con los competidores.

En la sección 8 de este documento se explica cuál es la problemática o área de oportunidad que se desea solucionar con la propuesta de IISS, dando un entorno general del servicio de soporte técnico y como los indicadores actuales se utilizan en la Empresa A. en la sección 3 se describe brevemente el marco matemático de la lógica difusa, que da pie al modelo EPCU descrito en la sección 4, el modelo EPCU se utilizó para la generación de un índice unificado de satisfacción del servicio y el proceso se define en la sección 5, en la sección 6, se describe el caso de estudio realizado y en la sección 7 se presentan las conclusiones del contexto utilizado y los beneficios esperados para la Empresa A.

8 Problemática/Área de oportunidad

Dentro de las áreas que conforman la entrega del Servicio de Soporte Técnico en la Empresa A , se tienen establecidos procesos, procedimientos, recursos, herramientas, personal capacitado, y refacciones enfocados a lograr un nivel de satisfacción de los clientes finales al resolver los servicios de soporte técnico solicitados.

Se cuenta actualmente con un metodología madura de mejora continua basado en Lean Six Sigma [2] con el cual se generan los planes de trabajo para las diferentes áreas que buscan obtener un mejor servicio para los clientes, esta metodología tiene como principal fuente de información para cumplir sus objetivos la información de los indicadores TCE, CLI y NPS.

Los indicadores se obtienen mediante encuestas, y se tratan de manera independiente, cada indicador tiene una escala de medición, para el indicador TCE está establecida una escala del 0 al 10; dónde el 0 es el valor mínimo y el 10 el valor máximo para determinar el nivel de satisfacción del cliente, el indicador NPS también utiliza una escala del 0 al 10; dónde el 0 es el valor mínimo y el 10 el valor máximo para determinar la intención de recomendar a otros clientes los servicios de la Empresa A, por último el CLI a diferencia de los otros dos índices, éste utiliza una escala del 0 al 5; dónde 0 es el mínimo valor y 5 el máximo para determinar cómo percibe un cliente los servicios proporcionados por la empresa A, y que determina el nivel del cliente sobre su disposición para continuar las relaciones de negocio, estos indicadores son obtenidos por medio de una organización externa que asegura la neutralidad de los resultados. A partir de los resultados de los indicadores se buscan áreas de oportunidad del servicio para corregirlas e incrementar su calidad sobre la perspectiva del cliente a través de hacer más eficiente la operación y mantener la salud financiera del área de negocio.

Con base en este modelo de mejora continua, actualmente se ha podido determinar cómo se puede mejorar la entrega de servicios de manera asistémica, pero siempre en un modelo de mejora reactivo o post-servicio que trae como desventaja una afectación previa del cliente final sin que tenga en la organización una oportunidad preventiva de asegurar el nivel de servicio esperado.

Al no contar con una visión integrada, la Empresa A invierte en acciones independientes que buscan incrementar los tres indicadores, sin tener conocimiento de cuál de todos impactará más en la percepción de un mejor servicio por parte del cliente, si se tuviera esta visión integrada, sería posible identificar qué indicador es el que representa una mayor incremento en la percepción de los servicios de soporte y enfocarse en acciones para incrementar este, haciendo más efectivo el uso de los recursos.

Procedimiento de Entrega del Servicio de Soporte Técnico al Cliente

La figura 8 muestra el procedimiento de entrega de servicio de soporte técnico al cliente, primeramente se recibe el requerimiento de soporte y es validado conforme los niveles de servicio que tiene contratado el cliente, posterior a la recepción se busca identificar el problema con elementos que tienen que interactuar desde la actitud de servicio hasta habilidades muy específicas de entrevista para lograr una buena descripción del problema.

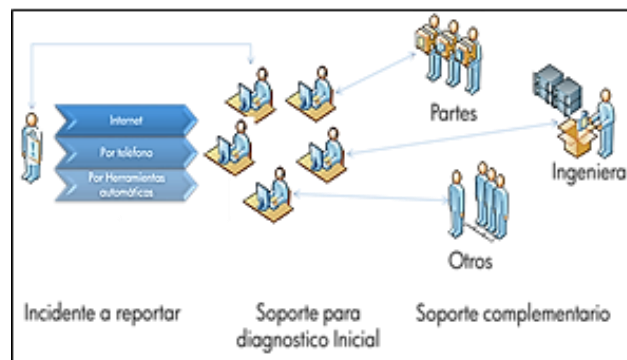
Posteriormente, se hace un trabajo de diagnóstico donde la mayoría de las veces se necesita interactuar con uno o más representantes del cliente y lograr encontrar la causa raíz que provoca la falla del servicio en el ambiente del cliente. Teniendo la causa raíz se debe desarrollar un plan de remediación que implica instruir la forma en que se recuperara los servicios.

Una vez con el plan de remediación, se solicita la recepción técnica donde se va a realizar la actividad física con el ambiente del cliente y de ser necesario el remplazo de refacciones, el plan de remediación es ejecutado y la solución se valida en conjunto con el cliente, quién en su caso, libera el servicio dándolo como solucionado y concluido.

Todos estos elementos tienen puntos que si llegan a no funcionar adecuadamente, pueden implicar la generación de insatisfacciones al cliente final.

Una vez concluido, el cliente proporciona su evaluación (percepción) sobre los servicios recibidos.

Figura 8 El Cliente y sus contactos con el servicio

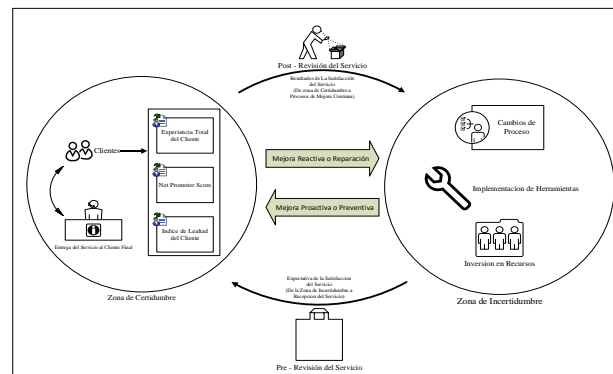


Fuente: Creación propia

Integración de indicadores.

La figura 8.1 muestra la zona llamada de certidumbre con base a los resultados de los indicadores de servicio actuales de la Empresa A, que como se ha comentado, son tomados en cuenta de manera independiente para la elaboración de acciones post-servicio siempre y cuando el cliente allá expresado algún tipo de insatisfacción. Cada indicador genera acciones de mejora en los procesos, herramientas, recursos, etcétera sin ser relacionado con los otros dos indicadores restantes. Posteriormente la acción aplicada regresa al ciclo de evaluación del cliente en cuanto el ultimo recibe un nuevo servicio, si en esta ocasión el cliente expresa su insatisfacción en el mismo indicador u otro de los indicadores, la información nuevamente vuelve a tratarse independiente por el mismo proceso de mejora establecido con en la empresa A y no se relaciona con los otros dos indicadores que pudiesen haber tenido información del mismo cliente, posiblemente perdiendo la posibilidad de un mejor entendimiento del servicio entregado.

Figura 8.1 Integración de indicadores, zona de certidumbre



Fuente: Creación propia

El IISS generado mediante el modelo EPCU pretende que la percepción del cliente para los tres indicadores se integre logrando que los trabajos de mejora post-servicio tengan una visión sistemática de las inconformidades del cliente para que sea posteriormente analizados y procesados en el ciclo de mejora continua de la Empresa A, logrando reducir la zona de incertidumbre referida también en la figura 2, para lograr un ciclo de mejora más eficiente por medio de perfiles integrados de clientes y con un mejor uso de los procesos, las herramientas y el personal del servicio de soporte técnico, en virtud de que se podrían enfocar los esfuerzos en resolver lo que más repercute en incrementar la satisfacción del cliente.

El área actualmente busca cada día asegurar la estabilidad del servicio e incrementar la calidad del mismo, pero siempre por medio de la retroalimentación de los clientes posterior a la entrega donde se encuentran áreas de oportunidad.

8.1 Lógica Difusa (Fuzzy Logic)

La Lógica Difusa (LD) es un superconjunto de la lógica convencional referida como booleana que busca cubrir el concepto de la verdad parcial -- por ejemplo los valores que se encuentran entre un “completamente falso” y un “completamente verdadero”. Esta fue introducida por Lofti Zadeh en 1965 como una forma de tener un lenguaje natural para modelar la incertidumbre [1].

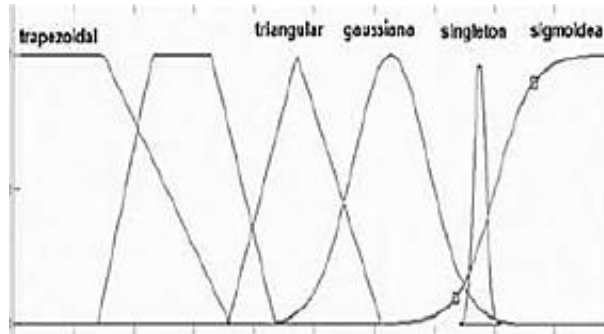
La utilidad de la LD para manejar la imprecisión y la incertidumbre proviene de algunos elementos como son la teoría de los conjuntos difusos que se basa en las funciones de afiliación o pertenencia que componen las clases. Zadeh [1] considera como características principales de la LD como una extensión de la teoría clásica de conjuntos, el uso de variables lingüísticas y reglas “si-entonces (if-then)” fundamentando la comprensión de la información por medio de estos elementos, dando una representación funcional a la precisión de significado. Mamdani define el primer método de inferencia difusa, con aplicaciones para sistemas de control, por medio de la síntesis de un conjunto de reglas lingüísticas, este método es uno de los más referidos en la literatura de la lógica difusa [4].

Un sistema difuso consiste en un conjunto de elementos que contiene “variables de entrada”, un elemento fusificador, un mecanismo de inferencia basado en las reglas de inferencia, la variable de salida del mecanismo de inferencia y un mecanismo defusificador [3]. Entre el elemento fusificador y el mecanismo de inferencia se determinan las funciones de membresía de las cuales hay varios tipos [9] (vease Gráfico 8):

- Trapezoidal.

- Triangular.
- Gaussiana.
- Sigmoidea.
- Singleton.

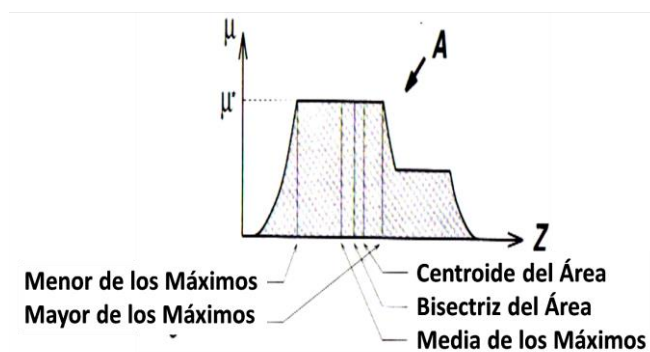
Gráfico 8 Funciones de membresía [9]



Para realizar la parte de defusificación en el sistema difusos existen distintos mecanismos [4], entre los que se encuentran:

- El menor de los máximos.
- El mayor de los máximos.
- El centroide del área (RSS).
- La bisectriz del área.
- La media de los máximos.

Gráfico 8.1 Métodos de defusificación



Adaptada de [4]

8.2 El modelo de estimación de proyectos en entornos de incertidumbre (EPCU)

El modelo EPCU fue propuesto en el 2007 [6] con base a la lógica difusa y trata de resolver el problema de como estimar un proyecto en las primeras etapas del ciclo de vida del proyecto donde se encuentra una gran cantidad de incertidumbre y la información del proyecto es vaga (es decir, generalmente descrito por variables lingüísticas).

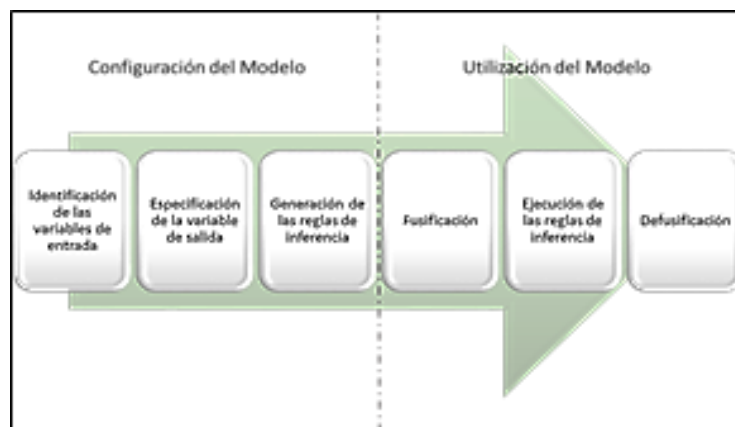
El modelo considera:

- Las variables lingüísticas usadas por los expertos para describir las variables de entrada del proceso de estimación en base a la experiencia (cuando estas entradas se basan en la información disponible de carácter impreciso o ambiguo para estimar un proyecto).
- La forma en que los expertos combinan los valores lingüísticos para la estimación del proyecto.

El modelo EPCU se compone de 6 pasos: especificación de las variables de entrada, especificación de la variable de salida, generación de las reglas de inferencia, la fusificación, la evaluación de las reglas de inferencia y la defusificación [8] (figura 8.2).

Los 3 primeros pasos están relacionados al proceso de configuración del “contexto EPCU”, los siguientes 3 se procesa el modelo por medio de la fusificación establecida por los expertos, posterior la aplicación de las reglas de inferencia y al final la obtención del valor defusificado que nos permite su uso ya en la aplicación práctica.

Figura 8.1 Modelo EPCU y sus 6 etapas



Adaptada de [8]

Un contexto EPCU es “un conjunto de variables (entradas y salida) y las relaciones que afectan un proyecto específico o un conjunto de proyectos similares” [5].

Configuración del Modelo.

Especificación de las variables de entrada. El objetivo de este paso es identificar y definir las variables más significativas para el proyecto (o el tipo de Proyecto) desde el punto de vista de los expertos dentro de la organización. Para el caso de este estudio el objetivo no es estimar un proyecto, es determinar IISS, por lo que las variables de entrada son los indicadores definidos (TCE, CLI y NPS).

Los expertos deben definir los conjuntos difusos para cada variable, lo que significa que deben clasificar las variables en términos de valores lingüísticos. Por ejemplo, para el índice de la experiencia del servicio al cliente TCE, el conjunto difuso se puede clasificar como “bajo”, “medio” o “alto”.

También se requiere definir el dominio de la función de pertenencia para representar las opiniones de los profesionales experimentados sobre las variables de entrada, que para el caso de este estudio, como ya se definió en la sección 2, ya se cuenta con el rango en función de los posibles valores de salida de cada intervalo: para el indicador TCE el rango es de 0 a 10, para el indicador NPS también utiliza un mismo rango. Por último para el CLI el rango es de 0 a 5.

Es necesario también definir el tipo de función de membresía, en particular el Modelo EPCU propone una mezcla entre funciones triangulares para los conjuntos intermedios y trapezoidales para los extremos.

Especificación de la variable de salida. Se repite el paso anterior para la variable de salida que en este caso será el IISS.

Generación de las reglas de inferencia. Todos los conjuntos difusos pertenecientes a cada variable de entrada deben combinarse en forma de si-entonces (if-then):

IF x AND y, THEN z
IF x OR y, THEN z (8)

Donde “x” es un conjunto difuso para una variable de entrada, “y” es un conjunto difuso para otra variable de entrada y “z” es un conjunto difuso para la variable de salida.

Todos los conjuntos difusos para cada variable de entrada deben ser combinados con los conjuntos difusos de las otras variables de entrada, para generar la base de reglas de inferencia.

Utilización del Modelo.

Los siguientes 3 pasos buscan procesar la información por medio de las definiciones anteriores, para lograr un valor cuantitativo significativo.

Fusificación. El objetivo es obtener valores fusificados de los valores que se tengan para los indicadores previamente evaluados por algún cliente. Este proceso crea valores difusos para ser usados en el siguiente paso, que consiste en ejecutar las reglas base.

Ejecución de las reglas de inferencia. Este paso consiste en ejecutar las reglas de inferencia mediante la sustitución de los valores difusos obtenidos para cada variable de entrada en el paso anterior. La ejecución de las reglas de inferencia deben seguir las reglas de la lógica difusa, como:

Valor (P o Q) = máximo {valor (P), (Q)}
Valor (P y Q) = min {valor (P), valor (Q)} (8.1)

Defusificación. El sexto paso es la defusificación, cuyo objetivo es obtener un valor “Crisp” utilizable, que en este caso será el IISS. El método EPCU propone la utilización del método de RSS, en virtud de que combina los efectos de todas las reglas aplicables, escalas de las funciones en sus respectivas magnitudes calculadas. El método RSS matemáticamente es más complejo que los otros métodos, pero da la mejor influencia ponderada a todas las reglas de inferencia involucradas.

Beneficios del Modelo EPCU.

Dentro de los beneficios de la utilización del modelo EPCU se encuentran: la replicación sistemática de la experiencia que se define como “el uso de la experiencia de los expertos por otras personas con habilidades y experiencia distinta” [8], el modelo EPCU permite una replicación sistemática de la experiencia. Con base en la experiencia se pueden definir los contextos para el modelo EPCU, y no se requieren datos históricos. El modelo EPCU, funciona como una misma regla con independencia de los expertos que evalúen las variables de entrada, ya que las reglas de inferencia son constantes. Esto hace que presente un mejor comportamiento aun cuando los evaluadores tengan distintas habilidades.

8.3 Definición del contexto EPCU para determinación del índice integrado de satisfacción de servicio (IISS)

En esta sección se describirá la configuración el contexto EPCU propuesto para calcular el IISS.

Especificación de las variables de entrada.

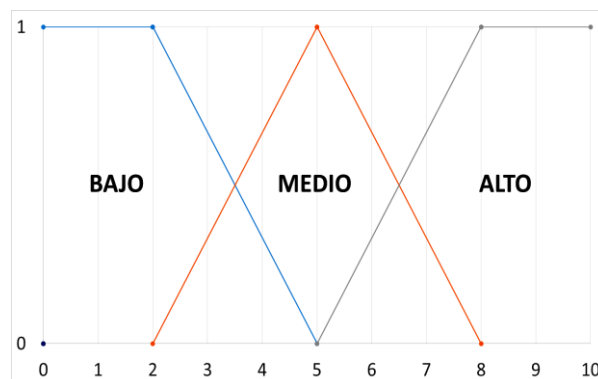
En detalle para la creación del IISS, se establecen las tres variables de entrada como cada uno de los índices como se describen en la tabla 1 que actualmente se utilizan en la empresa A.

Tabla 8 Definición de las variables de entrada

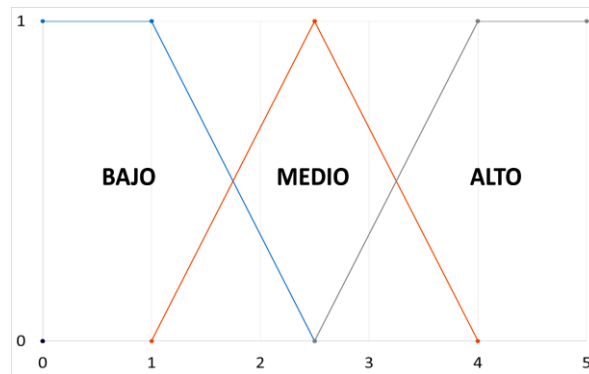
Nombre	Rango	conjuntos difusos
TCE	0 -> 10	3
NPS	0 -> 10	3
CLI	0 -> 53	

A continuación describiremos las funciones de membresía para cada variable de entrada. Para el TCE y NPS, se definieron tres conjuntos difusos identificados como “Bajo”, “Medio” y “Alto”, dos de ellos de tipo trapezoidal y una de tipo triangular en segmentos de rangos entre 0 y 10 en números reales (véase gráfico 8.2):

Gráfico 8.2 Función de membresía de las variables de entrada TCE y NPS.

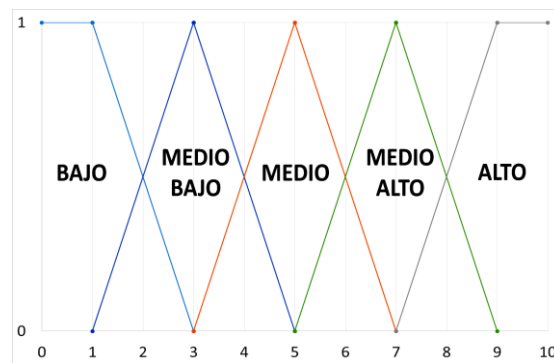


Para la variable correspondiente al indicador CLI, se generaron tres conjuntos difusos “Bajo”, “Medio” y “Alto”, dos de tipo trapezoidal y una de tipo triangular en segmentos de rangos entre 0 y 5 en números reales (véase Gráfico 8.3):

Gráfico 8.3 Función de membresía de la variable de entrada CLI

Especificación de la variable de salida.

La variable de salida integrará los índices anteriores y como ya se mencionó se denomina Índice Integrado de Satisfacción del Servicio (IISS), para su definición se establecen cinco conjuntos difusos “Bajo”, “Medio Bajo”, “Medio”, “Medio Alto” y “Alto”, dos de tipo trapezoidal y tres de tipo triangular en segmentos de rangos entre 0 y 10 en números reales, donde 0 es el valor mínimo y 10 el valor máximo del IISS, el que el índice tenga un valor “Alto” implica que se logró el nivel de satisfacción deseado en la entrega del servicio que permitiría conservar la lealtad del cliente y su disposición a promover los servicios recibidos de la Empresa A. (véase Gráfico 8.4):

Gráfico 8.4 Función de membresía para indicador IISS

Generación de las reglas de inferencia.

La generación de reglas de inferencia tiene como propósito relacionar todos los conjuntos difusos de las variables de entrada entre sí, teniendo como consecuencia un conjunto difuso de la variable de salida. El listado de las reglas definidas para el contexto se muestra en la tabla 8.1.

Tabla 8.1 Reglas de inferencia

LISTADO DE REGLAS DE INFERENCIA		
1.	IF TCE IS Bajo AND NP IS Bajo THEN III IS Bajo	
2.	IF TCE IS Bajo AND NP IS Medio THEN III IS Bajo	
3.	IF TCE IS Bajo AND NP IS Alto THEN III IS Medio Bajo	
4.	IF TCE IS Medio AND NP IS Bajo THEN III IS Bajo	
5.	IF TCE IS Medio AND NP IS Medio THEN III IS Medio Bajo	
6.	IF TCE IS Medio AND NP IS Alto THEN III IS Medio	
7.	IF TCE IS Alto AND NP IS Bajo THEN III IS Medio Bajo	
8.	IF TCE IS Alto AND NP IS Medio THEN III IS Medio	
9.	IF TCE IS Alto AND NP IS Alto THEN III IS Alto	
10.	IF NP IS Bajo AND CLI IS Bajo THEN III IS Bajo	
11.	IF NP IS Bajo AND CLI IS Medio THEN III IS Bajo	
12.	IF NP IS Bajo AND CLI IS Alto THEN III IS Medio Bajo	
13.	IF NP IS Medio AND CLI IS Bajo THEN III IS Bajo	
14.	IF NP IS Medio AND CLI IS Medio THEN III IS Bajo	
15.	IF NP IS Medio AND CLI IS Alto THEN III IS Medio	
16.	IF NP IS Alto AND CLI IS Bajo THEN III IS Bajo	
17.	IF NP IS Alto AND CLI IS Medio THEN III IS Medio Bajo	
18.	IF NP IS Alto AND CLI IS Alto THEN III IS Alto	
19.	IF TCE IS Bajo AND CLI IS Bajo THEN III IS Bajo	
20.	IF TCE IS Bajo AND CLI IS Medio THEN III IS Bajo	
21.	IF TCE IS Bajo AND CLI IS Alto THEN III IS Medio Bajo	
22.	IF TCE IS Medio AND CLI IS Bajo THEN III IS Bajo	
23.	IF TCE IS Medio AND CLI IS Medio THEN III IS Medio Bajo	
24.	IF TCE IS Medio AND CLI IS Alto THEN III IS Medio Alto	
25.	IF TCE IS Alto AND CLI IS Bajo THEN III IS Medio Bajo	
26.	IF TCE IS Alto AND CLI IS Medio THEN III IS Medio	
27.	IF TCE IS Alto AND CLI IS Alto THEN III IS Alto	

8.4 Caso de estudio de generación del índice integrado de satisfacción de servicio (IISS) por medio del modelo EPCU

El caso de estudio se define en cuatro etapas las cuales se describirán a continuación:

Definición de clientes y valores de los indicadores.

Se realizó una búsqueda aleatoria en los registros de diez clientes que hubieran recibido un servicio de soporte técnico y que tuvieran datos de evaluación de los tres indicadores establecidos por la empresa A. La Tabla 8.2 muestra un listado de los diez clientes seleccionados identificados con un número secuencial en la primera columna, en las columnas dos, tres y cuatro se observan los valores obtenidos por cada cliente para los índices individuales TCE, NPS y CLI.

Tabla 8.2 Indicadores correspondientes a la evaluación de servicios de soporte por parte de 10 clientes

Cliente	Indicador		
	TCE	NPS	CLI
1	0	3	1
2	4	4	2
3	5	7	2
4	5	10	4
5	8	7	3
6	8	10	2
7	9	8	5
8	9	9	5
9	10	4	3
10	10	9	5

Definición de participantes expertos.

Para establecer el contexto EPCU y realizar el caso de estudio se necesitó hacer un proceso de selección de Expertos que participarán en la evaluación de las reglas de inferencia así como en la valoración de los clientes que se seleccionaron en el paso anterior.

Las consideraciones que se tomaron para formar al grupo de expertos fueron las siguientes:

- a) Cada experto pertenece a una de las áreas principales del proceso de entrega de servicio de soporte técnico a clientes.
- b) Los expertos tienen la capacitación sobre la metodología lean six-sigma de mejora continua establecida en la empresa A.
- c) Los expertos tienen como parte de sus funciones la asignación de proyectos relacionados con el análisis o diagnóstico de las encuestas aplicadas para cada indicador de servicio, así como la administración de los grupos de mejora continua para establecer acciones que solventen las áreas de oportunidad en los servicios detectados por dichos análisis.
- d) Todos los expertos conocen a profundidad todos los elementos (procesos, herramientas, personal) necesarios para la entrega del servicio.

Del proceso de selección se logró la colaboración de tres expertos que apoyaron en la generación del contexto EPCU y el desarrollo del caso de estudio.

Cada participante, de acuerdo a su experiencia estableció sus consideraciones para determinar de manera cualitativa el IISS, considerando los conjuntos definidos en la variable de salida (“Bajo”, “Medio Bajo”, “Medio”, “Medio Alto” y “Alto”). El resultado de los trabajos de valoración de los Expertos se muestra en la Tabla 8.3.

Tabla 8.3 Valoración por cliente del IISS basado en el juicio de expertos de la empresa A

Cliente	IISS Basado en el Juicio de Experto		
	Experto 1	Experto 2	Experto 3
1	Bajo	Bajo	Bajo
2	Medio Bajo	Bajo	Bajo
3	Medio Bajo	Medio Bajo	Bajo
4	Medio	Medio Alto	Medio
5	Medio	Medio	Medio
6	Medio	Medio	Medio
7	Alto	Alto	Medio Alto
8	Alto	Alto	Alto
9	Medio Alto	Medio	Medio
10	Alto	Alto	Alto

De la tabla 8.3, se puede observar que solamente para 5 clientes (1, 5, 6, 8 y 10) los expertos coincidieron en la evaluación del IISS basada en su experiencia. Para los demás casos solamente coinciden 2 de los tres expertos.

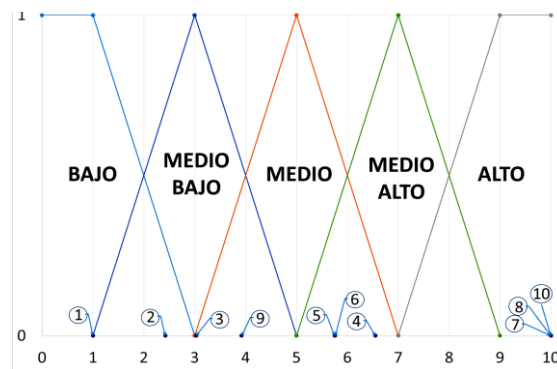
Obtención del IISS utilizando el contexto EPCU definido.

Al aplicar los pasos para evaluar cada uno de los 10 clientes utilizando el contexto EPCU con el objetivo de obtener el cálculo del IISS, se obtuvieron los datos descritos en la tabla 8.4, en donde la primera columna contiene el identificador de cada cliente, las columnas 2, 3 y 4 el valor de IISS determinado con base en la experiencia por cada uno de los expertos y en la última columna el valor del IISS calculado con base en el contexto EPCU previamente definido en la sección 8.3.

Tabla 8.4 Resultados de IISS aplicando el modelo EPCU

Cliente	IISS Basado en el Juicio de Expertos			IISS Basado en el Contexto de EPCU
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	
1	Bajo	Bajo	Bajo	1.00
2	Medio Bajo	Bajo	Bajo	1.88
3	Medio Bajo	Medio Bajo	Bajo	3.00
4	Medio	Medio Alto	Medio	7.33
5	Medio	Medio	Medio	5.54
6	Medio	Medio	Medio	6.72
7	Alto	Alto	Medio Alto	10.00
8	Alto	Alto	Alto	10.00
9	Medio Alto	Medio	Medio	4.11
10	Alto	Alto	Alto	10.00

Graficando los valores de IISS obtenidos y descritos en la tabla 8.3 se obtiene el gráfico 8.5 que muestra visualmente la pertenencia de cada uno de los clientes (representados por su número dentro de los círculos) a los conjuntos difusos significativos que los influyen.

Gráfico 8.5 Ubicación de IISS por cliente aplicando el modelo EPCU

Análisis de los datos obtenidos.

Al integrar las informaciones de las tablas 8.2, 8.3 y 8.4 con la intención de confrontar los datos obtenidos en cada una de las etapas anteriores se obtiene la tabla 8.5 conformada por la primera columna con el identificador de cada cliente, las columnas dos, tres y cuatro con los valores obtenidos de los indicadores que conforman las variables de entrada, las columnas cinco, seis y siete con el valor de IISS determinado con base en la experiencia por cada uno de los expertos, la columna ocho contiene la valoración del IISS con base en el contexto EPCU y la última columna con los conjuntos difusos significativos a los cuales pertenece el IISS bajo el contexto de EPCU.

Tabla 8.5 IISS Basado en el juicio de expertos, el contexto EPCU y sus conjuntos difusos significativos

Cliente	Indicador			IISS Basado en el Juicio de Expertos			IISS Basado en el Contexto de EPCU	Conjuntos Difusos Significativos
	TCE	NPS	CLI	Experto 1	Experto 2	Experto 3		
1	0	3	1	Bajo	Bajo	Bajo	1.00	Bajo
2	4	4	2	Medio Bajo	Bajo	Bajo	1.88	Bajo, Medio Bajo
3	5	7	2	Medio Bajo	Medio Bajo	Bajo	3.00	Medio Bajo
4	5	10	4	Medio	Medio Alto	Medio	7.33	Medio Alto, Alto
5	8	7	3	Medio	Medio	Medio	5.54	Medio, Medio Alto
6	8	10	2	Medio	Medio	Medio	6.72	Medio, Medio Alto
7	9	8	5	Alto	Alto	Medio Alto	10.00	Alto
8	9	9	5	Alto	Alto	Alto	10.00	Alto
9	10	4	3	Medio Alto	Medio	Medio	4.11	Medio Bajo, Medio
10	10	9	5	Alto	Alto	Alto	10.00	Alto

Realizando la comparación del IISS con base en el juicio de Expertos y los conjuntos difusos pertenecientes al IISS bajo el modelo de EPCU se puede observar una coincidencia significativa de ambos valores; en los clientes 1, 2, 5, 6, 8 y 10 el juicio de expertos fue representado de manera completa por los conjuntos difusos significativos para el IISS obtenido con base en el EPCU, en los clientes 3, 7 y 9 se observa que tuvieron algún conjunto difuso significativo para los expertos que no fue representado por el IISS obtenido con el EPCU, esto representa una coincidencia del 67% (2 conjuntos difusos de 3) que es muy cercana al juicio de los expertos, para el cliente 4 se observa que solamente hubo coincidencia en un conjunto difuso (33%) entre los expertos y la evaluación realizada con el modelo EPCU. De manera integral podemos decir que la coincidencia del IISS obtenida con base en el EPCU representa adecuadamente al juicio de los expertos, además de presentar otros beneficios como la replicación sistemática de la experiencia y un manejo de la incertidumbre. Otra forma de interpretar los resultados obtenidos en base al valor de IISS y su pertenencia a los conjuntos difusos significativos es, por ejemplo solo el cliente 4 tienen una experiencia de servicio que presenta la menor coincidencia entre los dos IISS obtenidos, para los demás clientes el resultado obtenido con el IISS representa en más del 67% su coincidencia. Al obtener el IISS para cada cliente y compararlo con la opinión de los expertos, se observa que el índice obtenido mediante el modelo EPCU reflejaba la situación real de cada perfil de cliente, lo que permitiría identificar posibles mejoras en el proceso de atención de soporte técnico.

8.5 Conclusiones

Conforme a los resultados obtenidos se puede considerar que la utilización del modelo EPCU basado en la lógica difusa para la creación del Índice Integrado de Satisfacción del Servicio (IISS) resulto tener un grado de coincidencia muy adecuado respecto del considerado por los expertos de la Empresa A, llegándose a la conclusión que el IISS puede ser útil para determinar perfiles de calidad de servicio basado en clientes.

El modelo EPCU permitió generar una herramienta de análisis que ya no depende de la experiencia de los expertos y que maneja formalmente la incertidumbre al transformar la opinión de expertos en una expresión más consistente, además que la valoración es replicable y al ser sistemática habilita la obtención de información y su análisis de forma más rápida y eficiente para la toma de decisiones.

El modelo EPCU muestra su eficacia al haberse creado el Índice Integrado de Satisfacción del Servicio (IISS) y sus resultados reflejan cual es el grado en que un cliente se encuentra satisfecho y su nivel de lealtad a la empresa A que permita ser promotor a otros clientes.

El IISS también podrá servir como un indicador de mejora que ayudará a que la Empresa A pueda focalizar los esfuerzos, por ejemplo en alguna de las variables de entrada que pudiesen tener un mejor resultado, y que permita tener a los clientes en el nivel de satisfacción que la Empresa A busca dentro de los servicios de soporte técnico al cliente final de una forma ágil y eficiente.

Es importante considerar que para este estudio se obtuvieron resultados adecuados considerando clientes que evaluaron los servicios y que generaron los tres índices base, sin embargo, habrá que desarrollar varias iteraciones y más análisis para otros escenarios que permitan cubrir la exigencia de los objetivos estratégicos de calidad y satisfacción de los clientes que la empresa actualmente tiene.

8.6 Referencias

- [1] Zadeh, Lotfi A (2008), "Is there a need for fuzzy logic?", *Information Sciences*, vol. 178, issue 13, 1 July 2008, pp. 2751-2779.
- [2] M. George, *Lean Six SIGMA : Combining Six SIGMA Quality with Lean Production*, McGraw-Hill Professional Publishing, 2002.
- [3] Idri, A. and A. Abran (2000), "Towards a Fuzzy Logic-based Measure for Software Project Similarity," in: 6th MCSEAI'2000 – Maghrebian Conference on Computer Sciences, Fez, Morocco, 2000.
- [4] Mamdani, E. H. and S. Assilian, "An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 7, no. 1, pp. 1-13, 1975.
- [5] Valdés, F. and A. Abran (2010), "Comparing the Estimation Performance of the EPCU Model with the Expert Judgment Estimation Approach Using Data from Industry," in: *Software Engineering Research, Management and Application 2010 (SERA 2010)*, (Montreal, Canada. May 24-26, 2010), pp. 227-240, ch. 15. Verlag, Berlin: *Studies in Computational Intelligence*, vol. 296, Springer, ISBN:13: 9781615209750.
- [6] Valdés, F. and A. Abran (2007), "Industry Case Studies of Estimation Models based on Fuzzy Sets," in: *IWSM-Mensura 2007*, (UIB-Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, Spain), pp. 87-101. Editors: Abran-Dumke-Màs, Publisher: *Proceedings of the IWSM-Mensura 2007*. ISBN 978-84-8384-020-7, November 5-9, 2007.
- [7] Mamdani, E. H., "Applications of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis," *IEEE Transactions on Computers*, vol. 26, no. 12, pp. 1182-1191, 1977.
- [8] Valdés, F. (2011), "Design of a Fuzzy Logic Software Estimation Process," Ph.D. thesis, *École de Technologie Supérieure, Université du Québec, Montreal*, December 2011.
- [9] D.A. Tibaduiza, I. Amaya, S. Rodríguez, N. Mejia, M. Flórez, "Implementation of a fuzzy control for the direct kinematic control of a robot manipulator," *Ingeniare*, vol. 19, 2011.