

Estudio sobre “análisis de satisfacción de servicios usando lógica difusa: caso centros de enseñanza de inglés”

Winston España¹, César Guerrero²

RESUMEN

Esta investigación presenta una metodología de análisis de atributos usando números difusos para estudiar la satisfacción frente a un servicio percibido. Se analizó la satisfacción de los servicios del Centro de Lenguas Extranjeras (CELEX) estudiando las variables categóricas subyacentes y sus comportamientos difusos, obteniendo como resultados las funciones de pertenencia de cada una y a través de éstas últimas, la estimación general de satisfacción. La escala de Likert empleada está basada en números difusos poligonales y en la teoría de conjuntos difusos como un nuevo método para superar algunos problemas lingüísticos o de ambigüedad de conceptos. Esta investigación se llevó a cabo entre los meses de agosto y octubre del año 2006, se desarrolló un cuestionario para recolección de los datos, se diseñó un muestreo aleatorio simple y un nivel de confianza del 95% para la muestra. Se presentan gráficos explicativos de las funciones de pertenencia difusas.

ABSTRACT

This research shows an analysis methodology of attributes using fuzzy numbers to study satisfaction into service. It was analyzed satisfaction of Centro de Lenguas Extranjeras (CELEX) services studying categorical variables and their fuzzy behavior, resulting memberships functions of each one and between those, estimation of general satisfaction. The Likert scale used is based in polygonal fuzzy number and fuzzy sets theory like a new method to overcome some linguistic problems or ambiguity concepts. This research was carried out between August and October 2006, it was developed a questionnaire to collect data, it was applied a simple random sample over population and it was used a confidence level of 95%. It shows graphics of fuzzy memberships functions.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la percepción de los individuos es de gran importancia no solo en las ciencias psicotécnicas sino también en el mundo de los negocios y de las empresas. Medir la satisfacción del cliente y reconocer lo que éste piensa y desea de un producto o un servicio ha establecido clara diferencia entre las grandes organizaciones que lideran los mercados.

Existen muchas formas de medir la satisfacción, unas más efectivas que otras, y entre ellas algunas más costosas y sofisticadas que otras. El análisis de satisfacción requiere que se indague a cerca de características que no siempre pueden ser representadas numéricamente, o bien que su representación numérica no refleje la información que realmente se desea conocer. En tal caso lo más apropiado es el uso de variables categóricas que deben ser tratadas en términos cualitativos.

Sin embargo los análisis cualitativos son aun limitantes o restringidos pues no existe una extensión teórica tal en comparación con las técnicas estadísticas conocidas para variables de naturaleza cuantitativa.

En tal virtud el presente trabajo propone una metodología para el análisis de satisfacción con variables cualitativas usando lógica difusa.

El tema que se desarrolla busca establecer un esquema metodológico en el que pueda determinarse funciones de pertenencia que caracterice a cada variable cualitativa y ayude a comprender la percepción de la muestra en cuanto a su grado de satisfacción con un determinado servicio o producto. Para ello se desarrolló un cuestionario como instrumento de medición.

1.1. POBLACIÓN OBJETIVO

La población objetivo del presente estudio está representada por los estudiantes registrados en el Centro de Lenguas Extranjeras (CELEX) en agosto del año 2006. Originalmente se contemplaron muchos otros centros de enseñanza de Inglés de la ciudad pero no hubo acogida en ninguno (excepto el CELEX) para tomar las muestras. Las características de interés son estudiadas a través de variables difusas que recogen las percepciones de los estudiantes con la ayuda de un cuestionario diseñado y aplicado a la muestra seleccionada.

1.2. MARCO MUESTRAL

El marco muestral, es un instrumento que simbólicamente representa la Población Objetivo y que sirve para determinar qué elementos de la población deben integrar la muestra. Puede ser un

¹ Ingeniero en Estadística Informática, ESPOL, 2007; wespana@espol.edu.ec

² Director de Tesis, Master en Matemática, Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Brasil. Profesor de la ESPOL desde 2000. mail:cguerrer@espol.edu.ec

listado, un plano, una base de datos, etc. En el presente trabajo se tuvo como marco muestral la base de datos de los estudiantes registrados cuando se realizó el estudio, misma que registra aproximadamente 1000 estudiantes. Los elementos objetos de estudio son los estudiantes del CELEX.

1.3. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

La determinación del tamaño de la muestra se realizó considerando que se estimaría una proporción, con un error relativo de muestreo y un coeficiente de confianza dados. Se estimó el valor de p , proporción de casos favorables, como $p=0.65$ ($q=0.35$ desfavorables) por medio de una muestra piloto. El error relativo considerado fue de 0.09 con un nivel de confianza del 95%. La variable de interés seleccionada para efectos de cálculo muestral fue la primera del cuestionario, relacionada con el servicio administrativo. Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la siguiente expresión:

$$n = \frac{NQZ_{\alpha/2}^2}{P(N-1)e^2 + Z_{\alpha/2}^2Q}$$

donde $Z_{\alpha/2}$ es el percentil $(1 - \alpha/2)$, de la variable aleatoria normal estándar.

Sustituyendo los valores en la expresión:

$$\text{entonces } z_{\alpha/2} = z_{0.025} = 1.96$$

$$n \approx 200$$

La muestra a ser investigada tiene como tamaño $n = 200$ observaciones.

1.4. VARIABLE LINGÜÍSTICA

Una variable lingüística es un conjunto formado por 5 elementos $\langle N, U, T(N), G, M \rangle$, donde:

- N es el nombre de la variable y U dominio subyacente.
- $T(N)$ es el conjunto de términos o etiquetas que puede tomar N .
- G es una gramática para generar las etiquetas de $T(N)$: “muy alto”, “no muy bajo”, “extremadamente normal”, “bajo y normal”, “muy satisfactorio”, etc.
- M es una regla semántica que asocia cada elemento de $T(N)$ con un conjunto difuso en U de entre todos los posibles:

$$M: T(N) \rightarrow F(U)$$

Para el presente estudio las variables lingüísticas están representadas por cada una de las variables categóricas utilizadas con sus respectivas escalas. N es representado por la proposición que describe la variable (es decir su nombre), $T(N)$ son los ítems que conforman las escalas de Likert y la gramática

G es el criterio con el que eligieron dichas etiquetas. No se profundizará sobre cómo se obtuvieron los valores de cada variable lingüística.

1.5. CONJUNTO DIFUSO

Sea X un conjunto no vacío. Un conjunto difuso A en X está caracterizado por su función de pertenencia

$\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$ y μ_A es interpretado como el grado de pertenencia del elemento x en el conjunto A . Para todo $x \in X$.

$$A = \{ \langle u, \mu_A(u) \rangle / u \in X \}$$

Frecuentemente se escribe $A(x)$ en lugar de μ_A . La familia de todos los conjuntos difusos en X se denota por $F(X)$. Si $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ es un conjunto finito y A es un conjunto difuso en X , entonces a menudo se nota

$A = \mu_1/x_1 + \dots + \mu_n/x_n$ donde el término μ_i/x_i , $i = 1, \dots, n$ significa que μ_i es el grado de pertenencia del elemento x_i en A y el signo “+” representa la unión.

1.6. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

El instrumento de medición utilizado fue un formulario. Dicho formulario fue diseñado empleando variables categóricas para medir satisfacción de servicios. Tal como se dijo anteriormente, el formulario suministrado para recopilar la información para este estudio se realizó con escalas de Likert de 5 ítems de forma doble. Es decir en primer lugar se pidió al entrevistado que marque una opción (ítem) y luego que asigne un peso a cada uno de los ítems de manera congruente, de acuerdo a su percepción sobre la proposición que se plantea.

1.7. CODIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

La presente investigación emplea una metodología de encuestas dobles. En este proceso los individuos entrevistados adjudican un valor subjetivo a cada ítem de las escalas planteadas en las variables.

La variable sexo es una variable dicotómica que se codifica tomando dos valores; cero o uno, según sea masculino o femenino. La variable edad es una variable de naturaleza cuantitativa que representa la edad, en números enteros, de los individuos entrevistados. Las variables restantes son categóricas, con escalas de Likert de 5 ítems. Cada variable, dependiendo la característica de interés que desea investigar, tiene ítems que fueron adecuadamente seleccionados al propósito de la pregunta. Es decir los ítems que conforman las escalas de Likert son distintos de una variable a otra. Al momento de llenar el cuestionario el entrevistado adjudica, a criterio suyo, un valor entre uno y diez a cada ítem de cada variable, que

servirá como valor de codificación para los análisis posteriores.

2. PROCESO METODOLOGICO PLANTEADO

El proceso que se plantea como metodología consta de los siguientes pasos:

- 1) Diseño del cuestionario, selección del tamaño de la muestra.
- 2) Equilibrio de las escalas y etiquetas lingüísticas
- 3) Muestreo y aplicación de encuestas dobles.
- 4) Depuración y estandarización de los datos.
- 5) Resultados gráficos
- 6) Estimación de la función de pertenencia
- 7) Indicadores de Satisfacción

2.1. DISEÑO DEL CUESTIONARIO Y SELECCIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Estos temas ya se describieron en los apartados 1.3 y 1.6

2.2. EQUILIBRIO DE LAS ESCALAS Y ETIQUETAS LINGÜÍSTICAS

En el presente caso se utiliza una escala de Likert de 5 ítems por considerarse la más apropiada dentro del conjunto de opciones existentes. En el presente trabajo se ha tenido en cuenta factores tales como las expresiones (la redacción clara y sencilla de las proposiciones en el cuestionario), la ubicación de los cuantificadores (ítems de las proposiciones), el contexto, el uso cuidadoso de las palabras, especialmente los adverbios (muy malo, muy de acuerdo, muy en desacuerdo, muy satisfecho). Se realizaron pruebas para determinar las etiquetas lingüísticas que mejor representen las experiencias de los entrevistados, debido a que no es apropiado utilizar términos o etiquetas de manera arbitraria.

2.3. MUESTREO Y APLICACIÓN DE ENCUESTAS DOBLES

El muestreo realizado es probabilístico donde cada elemento de la población representado en el marco muestral tiene igual probabilidad de ser elegido. El tipo de muestreo es aleatorio simple, como ya se dijo.

El proceso de aplicación de encuestas dobles tiene la finalidad de recoger la mayor cantidad de información sobre las percepciones de los entrevistados. Se pidió a cada individuo que calificara o asignara un peso (entre 1 y 10) a cada

categoría de la escala planteada en cada una de las variables, a su juicio y coherentemente ordenado de acuerdo a su satisfacción percibida o a su experiencia.

Es preciso mencionar que este tipo de metodología para contestar el cuestionario es difícil de comprender para el entrevistado y costoso económicamente porque requiere de personal muy bien entrenado para realizar las entrevistas.

2.4. DEPURACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS DATOS

Los datos “impuros” son aquellos que se alejan significativamente de la mayoría o que presentan un comportamiento anormal comparado con el resto. Para detectar estadísticamente estos datos atípicos se realizó gráfico de dispersión. Luego que son detectados se eliminaron de la muestra. Al omitir este paso se corre el riesgo de obtener estimaciones erróneas debido a que estos datos contaminan la muestra y arrojaría a resultados sobrestimados o subestimados.

Una vez depurada la muestra se estandarizaron los datos. Para esto se obtiene el valor máximo de las observaciones por variable y se divide cada valor del ítem entre el máximo. Así se obtienen datos unidimensionales, comprendidos entre cero y uno, lo cual permitirá obtener la función de pertenencia para los análisis posteriores.

2.5. RESULTADOS GRÁFICOS

Para ilustrar la aplicación de este apartado se expondrán los resultados de la variable lingüística: “En general considero que el servicio administrativo que ofrece la institución es”. Las etiquetas lingüísticas para esta variable están representadas por el conjunto

$\mathcal{T} = \{\text{Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno}\}$

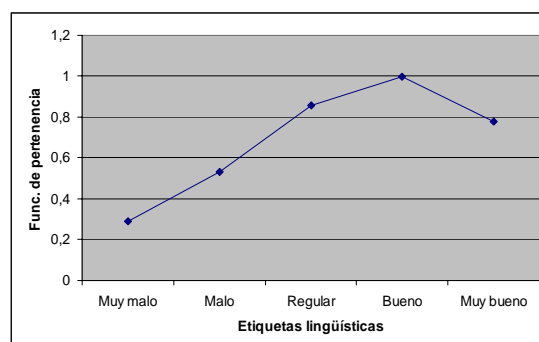


Gráfico 1. Gráfico del promedio de las funciones de pertenencia de la variable difusa relacionada con el servicio administrativo del CELEX

Puede observarse que a medida que los niveles de satisfacción ascienden de categoría (por ejemplo de malo a regular, de regular a bueno) la función

difusa poligonal asociada a esta variable manifiesta un alto grado de pertenencia hasta llegar a cierto punto, luego de lo cual empieza a decaer. La etiqueta correspondiente al ítem “bueno”, tiene el mayor grado de pertenencia que es 1. Le sigue la etiqueta “regular” con un grado de pertenencia de 0.86. La siguiente etiqueta con mayor grado de pertenencia es “muy bueno” con un valor de 0.78. La etiqueta lingüística “bueno” que tiene el mayor grado de pertenencia es lógicamente la opción que tuvo mayor contribución en cuanto a la contestación de los entrevistados (51%). Puede concluirse entonces que el gráfico de los promedios para esta variable difusa representa un grado de aceptación de “bueno”.

2.6. ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PERTENENCIA

Se ha logrado estimar el grado de pertenencia de los ítems relacionados con el nivel de satisfacción de cada servicio. Para esto se obtuvo los promedios de cada ítem por variable, una vez estandarizados los datos.

La función de pertenencia obtenida para esta variable difusa está dada por $\mu = \{(Muy\ malo, 0.29), (Malo, 0.53), (Regular, 0.86), (Bueno, 1), (Muy\ bueno, 0.78)\}$

2.7. INDICADORES DE SATISFACCIÓN

Al analizar el gráfico (1) puede deducirse que para obtener un índice de satisfacción, utilizar el promedio de la función de pertenencia no es buena idea. Por ejemplo, un alto valor de pertenencia en el ítem “muy malo” provocará que se eleve el promedio de satisfacción, lo cual es ilógico ya que un alto nivel en “muy malo” significa que existe insatisfacción. Un indicador adecuado para podría ser la suma de las proporciones de los ítems que representan satisfacción (“muy bueno” y “bueno” en este caso).

$I_{satisfacción} = 0.51 + 0.13 = 0.64$; donde 0.51 representa la proporción de acuerdo con el ítem “muy bueno” y 0.13 representa la proporción de acuerdo con el ítem bueno. Entonces el indicador para esta variable es de 64%.

Hasta aquí se desarrolla la descripción de la metodología planteada.

3. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentará un resumen de los resultados más importantes obtenidos en la investigación

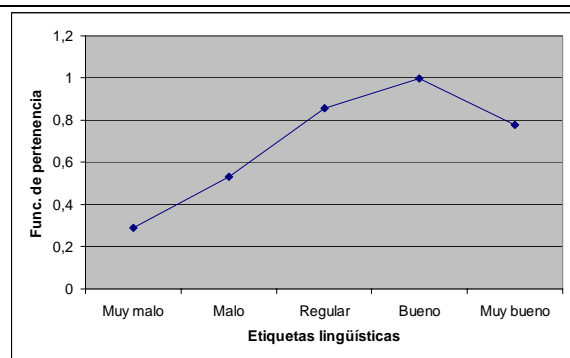
Tabla1. Tabla de resumen de variables difusas, etiquetas lingüísticas y funciones de pertenencia

Variable difusa X	Etiquetas lingüísticas V	Valores de la función de pertenencia
1. “En general considero que el servicio administrativo que ofrece la institución es”	Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno	$\mu = \{0.29, 0.53, 0.86, 1, 0.78\}$
2. “En general considero que la infraestructura de las aulas o salones de clases es”	Muy mala, Mala, Regular, Buena, Muy buena	$\mu = \{0.34, 0.56, 0.84, 1, 0.81\}$
3. “En general considero que el nivel académico de la institución es”	Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno	$\mu = \{0.28, 0.48, 0.75, 1, 0.87\}$
4. “En general considero que la preparación que los profesores demuestran en clases es”	Muy insatisfactoria, Insatisfactoria, Regular, Satisfactoria, Muy satisfactoria	$\mu = \{0.28, 0.49, 0.73, 1, 0.85\}$
5. El trato de los empleados administrativos de la institución al momento de proveer un servicio es	Muy insatisfactorio, Insatisfactorio, Indiferente, Satisfactorio, Muy satisfactorio	$\mu = \{0.40, 0.66, 0.96, 1, 0.78\}$
6. “La calidad de la educación es representativa del costo que se paga”	Muy en desacuerdo, En desacuerdo, Indeciso, De acuerdo, Muy de acuerdo	$\mu = \{0.37, 0.69, 0.92, 1, 0.82\}$
7. “Los laboratorios y equipos audiovisuales son apropiados y cómodos para el aprendizaje”	Muy en desacuerdo, En desacuerdo, Indiferente, De acuerdo, Muy de acuerdo	$\mu = \{0.35, 0.63, 0.82, 1, 0.81\}$
8. “Los profesores cumplen con las expectativas previstas al inicio del curso”	Muy en desacuerdo, En desacuerdo, Indeciso, De acuerdo, Muy de acuerdo	$\mu = \{0.27, 0.51, 0.74, 1, 0.86\}$
9. “Las evaluaciones son representativas de lo estudiado en clases”	Muy en desacuerdo, En desacuerdo, Indeciso, De acuerdo, Muy de acuerdo	$\mu = \{0.30, 0.51, 0.75, 1, 0.89\}$
10. “En general, con respecto a los servicios de la institución, puedo concluir que me encuentro”	Muy insatisfecho, Insatisfecho, Indiferente, Satisfecho, Muy satisfecho	$\mu = \{0.30, 0.55, 0.83, 1, 0.80\}$

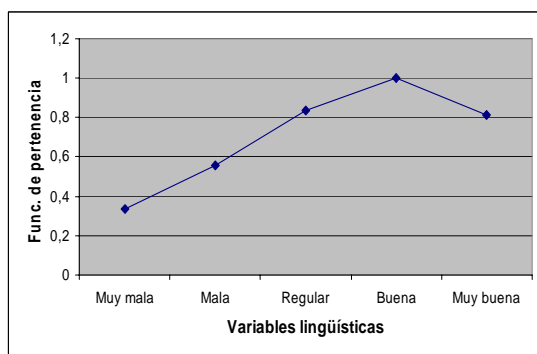
La tercera columna de la tabla anterior son las estimaciones de las funciones de pertenencia asociadas a las etiquetas lingüísticas de cada variable de estudio. Por ejemplo en la tercera columna y quinta fila el valor 0.4 representa el grado de pertenencia de la etiqueta “muy insatisfactorio” para la variable referente al trato de los empleados administrativos, lo cual significa que hay un alto grado de insatisfacción. Este valor es el más alto de entre todos los que representan la primera componente de las etiquetas de todas las variables difusas.

Tabla 2. Tabla de resumen de los gráficos de las funciones de pertenencia de las variables difusas

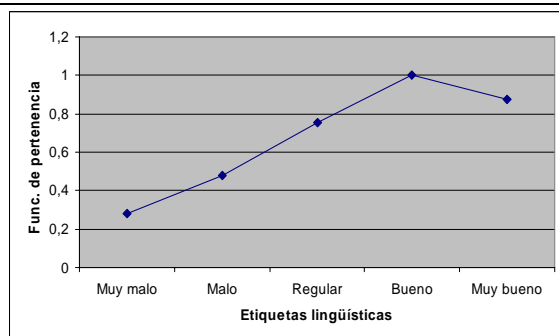
(1) Gráfico del promedio de la función de pertenencia de la variable difusa relacionada con el servicio administrativo del CELEX



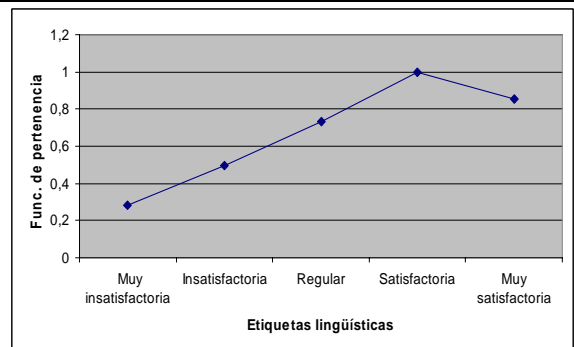
(2) Gráfico del promedio de la función de pertenencia de la variable difusa relacionada con la infraestructura del CELEX



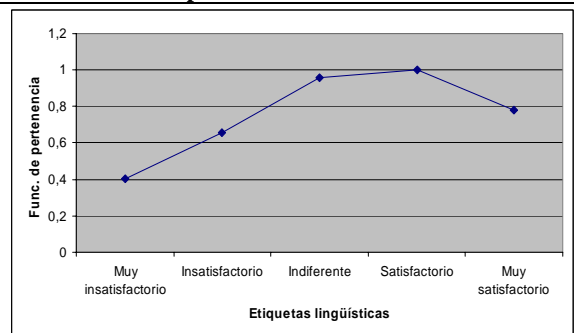
(3) Gráfico del promedio de la función de pertenencia de la variable difusa relacionada con la percepción sobre el nivel académico del CELEX



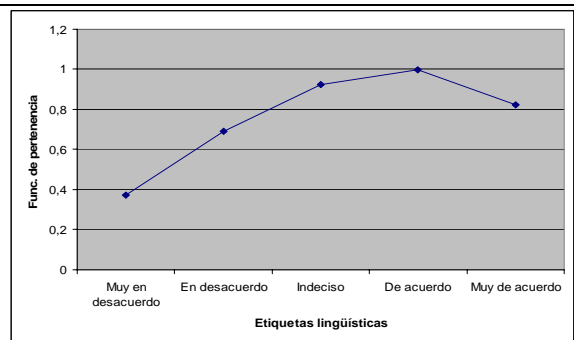
(4) Gráfico del promedio de las función de pertenencia de la variable difusa relacionada con la preparación de los profesores



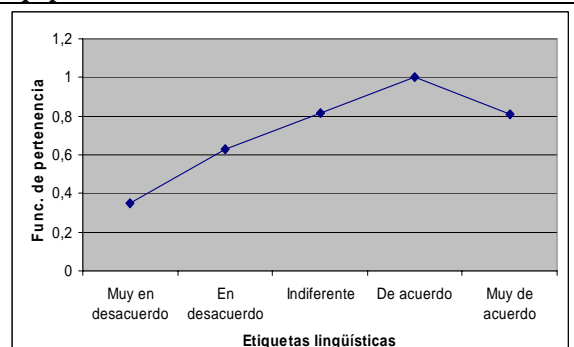
(5) Gráfico del promedio de las función de pertenencia de la variable difusa relacionada con el trato de los empleados administrativos



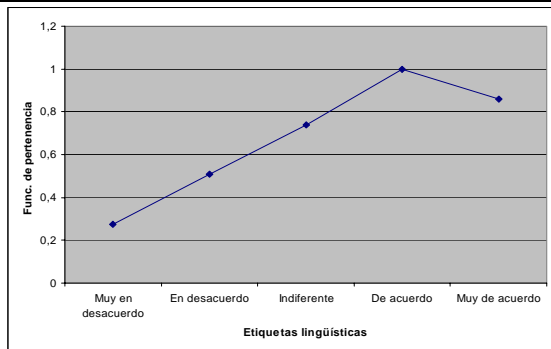
(6) Gráfico del promedio de las función de pertenencia de la variable difusa relacionada con la calidad y el costo en los servicios del CELEX



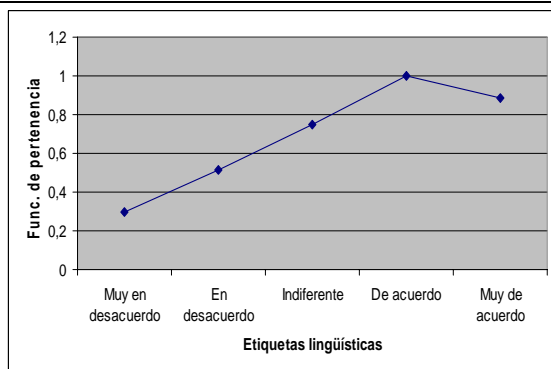
(7) Gráfico del promedio de la función de pertenencia de la variable difusa relacionada con los laboratorios y equipos audiovisuales del CELEX



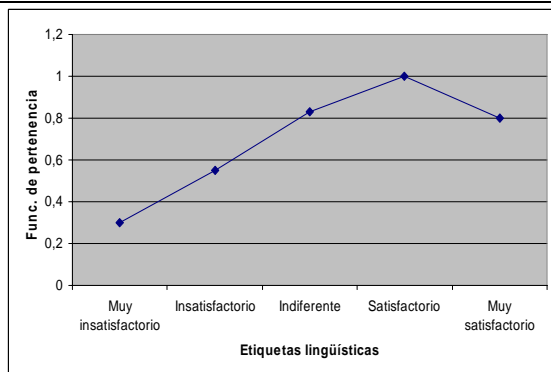
(8) Gráfico del promedio de las funciones de pertenencia de la variable difusa relacionada con las expectativas previstas por los profesores



(9) Gráfico del promedio de las funciones de pertenencia de la variable difusa relacionada con la representatividad de las evaluaciones



(10) Gráfico del promedio de las funciones de pertenencia de la variable difusa relacionada con la satisfacción percibida en general



Existe una gran similitud entre los gráficos 2, 3, 4, 8 y 9. Estos corresponden respectivamente a las variables relacionadas con infraestructura, nivel académico, preparación de los profesores, expectativas sobre los profesores y representatividad de las evaluaciones. Todas tienen un nivel de satisfacción alto en relación con las restantes. Por otro lado el gráfico 5 relacionado con el trato percibido de parte de los empleados administrativos muestra un alto nivel de insatisfacción y claramente se diferencia de los demás. Algo similar, pero menos drástico ocurre

con el gráfico de la variable relacionada con el costo del servicio. El último gráfico está relacionado con la satisfacción que se percibe en general; ésta variable tiene como objeto permitir una comparación adicional con el promedio obtenido de las nueve variables categóricas que le anteceden.

Tabla 3. Tabla de Indicadores de Satisfacción

Variable	Indicador (%)
“En general considero que el servicio administrativo que ofrece la institución es”	64%
“En general considero que la infraestructura de las aulas o salones de clases es”	69%
“En general considero que el nivel académico de la institución es”	86%
“En general considero que la preparación que los profesores demuestran en clases es”	89%
El trato de los empleados administrativos de la institución al momento de proveer un servicio es	52%
“La calidad de la educación es representativa del costo que se paga”	60%
“Los laboratorios y equipos audiovisuales son apropiados y cómodos para el aprendizaje”	69%
“Los profesores cumplen con las expectativas previstas al inicio del curso”	86%
“Las evaluaciones son representativas de lo estudiado en clases”	83%
“En general, con respecto a los servicios de la institución, puedo concluir que me encuentro”	71%

En la sección 2.7. se explica cómo se obtuvieron los indicadores de la tabla 3. La variable con mayor indicador de satisfacción es la referente a la preparación de los profesores (89%). La variable con menor índice es la referente al trato de los empleados administrativos (52%). La satisfacción promedio se ubica en el 73%.

Por último se encontró la función de pertenencia que representa el promedio de todas las variables que explican la satisfacción. A continuación se muestra el gráfico y la respectiva función de pertenencia.

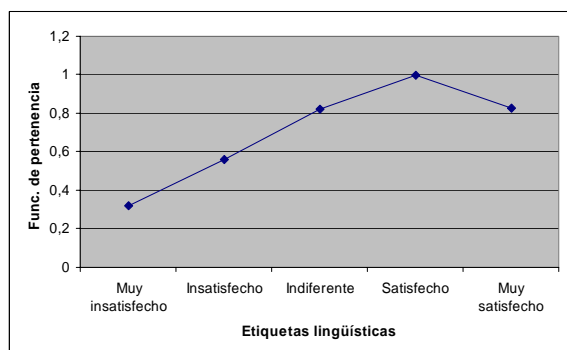


Gráfico 2. Gráfico del promedio de las funciones de pertenencia de las variables difusas relacionadas con la satisfacción del CELEX.

Los valores de la función de pertenencia obtenidos son:

$$\mu = \{(Muy\ insatisfecho, 0,32), (Insatisfecho, 0,56), (Indiferente, 0,82), (Satisfecho, 1), (Muy\ satisfecho, 0,83)\}$$

Interpretando los resultados obtenidos puede observarse que existe un alto nivel de satisfacción. El modelo difuso asociado corresponde a una función poligonal al igual que las variables originales. Adicionalmente cabe mencionar que este gráfico es muy similar al último (10) de la tabla 2 donde se indaga sobre la satisfacción percibida en general, ahí los valores de la función de pertenencia son (0.30; 0.55; 0.83; 1; 0.80); muy cercanos a los de esta última. De alguna manera esto puede constituir una prueba de bondad o de comprobación de la estimación realizada. En otras palabras ésta última variable explica o representa significativamente a las demás.

4. CONCLUSIONES

- En el presente trabajo se ha expuesto la utilidad de la lógica difusa como una herramienta para el tratamiento de variables cualitativas en el análisis de satisfacción.
- A través de esta metodología se evalúa en forma objetiva las respuestas subjetivas de los individuos cuando deben responder en escalas categóricas.
- Los gráficos de las funciones de pertenencia encontradas permiten observar el comportamiento de las variables cualitativas relacionadas con la experiencia y la percepción de los individuos.
- Las variables difusas estudiadas tienen un comportamiento asociado a funciones de pertenencia con distribuciones poligonales. No hay simetría como se esperaba originalmente. Todas las funciones tienen un sólo máximo en la etiqueta lingüística que corresponde al cuarto ítem de la escala

de Likert (Bueno, satisfactorio, de acuerdo).

- Los gráficos (5) y (6) mostrados en la tabla 2 (variables referentes al trato de los empleados y el costo del servicio respectivamente) presentan un comportamiento disímil del resto. Esto podría significar que los individuos no reaccionan o no responden de la misma forma cuando se les pregunta sobre dinero (costo) y sobre el trato recibido de otras personas.
- La variable difusa con menor grado de satisfacción es la relacionada con el trato de los empleados administrativos. Le sigue la variable difusa relacionada con el costo-calidad del servicio.
- La variable con mayor grado de satisfacción es la relacionada con la percepción sobre la preparación de los profesores (89%). El gráfico obtenido es muy similar al una distribución triangular difusa. Le siguen las variables relacionadas con el nivel académico del CELEX (86%) y aquella relacionada con las expectativas cumplidas por los profesores (86%).
- Todas las respuestas a las variables planteadas en el cuestionario se encuentran sesgadas hacia la derecha, la mayor proporción de individuos entrevistados alcanzan las categorías más altas de cada variable difusa. Por lo tanto hay un nivel de satisfacción positivo.
- La función de pertenencia de la última variable que define la satisfacción general de los servicios del CELEX es similar a la función de pertenencia del promedio obtenido de todas las variables. Esto podría significar que dicha variable representa, en promedio, la percepción sobre la satisfacción en los servicios que presta el CELEX. El indicador de satisfacción promedio es de 73%.
- La edad media de los entrevistados es de 22 años, la moda es 20 y la mediana 22 años. La edad mínima es de 17 años y la máxima es de 30. Cabe indicar que se eliminaron de la muestra los datos atípicos.

5. RECOMENDACIONES

- Los estudios de satisfacción, y en general cualquier investigación que empleen variables categóricas, deben utilizar herramientas apropiadas para el análisis cualitativo y no limitarse al empleo de técnicas de estadística clásica.
- Las escalas de Likert son escalas actitudinales de naturaleza cualitativa que

no deben ser sumadas y promediadas como se acostumbra. Un posible tratamiento de estas escalas podría ser a través de números difusos y funciones de pertenencia, en cuyo caso sí es posible realizar dichas operaciones.

- c) Los ítems utilizados en las escalas de Likert, aquí denominados etiquetas lingüísticas, deben ser equilibrados en su número, mantener simetría y tener un elemento central neutro. Además no debe presumirse que las escalas arbitrarias son invariables.
- d) Con respecto al caso de estudio, el CELEX debe orientar esfuerzos hacia mejorar el trato de sus clientes, especialmente en cuanto a los servicios administrativos.
- e) Las instituciones públicas y privadas deben permitir el acceso a estudiantes universitarios egresados y de los últimos niveles para realizar investigaciones que pueda servir a intereses de ambas partes y de esta manera colaborar con la extensión de la calidad que tanto necesitan nuestras empresas.
- f) Por último queda abierta la discusión sobre la metodología planteada y podría continuarse con análisis sobre las dispersiones de las funciones de pertenencia, las correlaciones de dichas funciones, etc.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Aníbal, R.** (2000), *Un aporte a la discusión sobre el status metodológico de las variables y escalas de medición*, Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Sociales – Universidad de Chile, Chile.
- [2] **Cañadas, I., Sánchez, A.,** (1998). Categorías de Respuesta en Escalas tipo Likert. Universidad de La Laguna. España.
- [3] **Cohen M., Nagel E.** (1963), *An Introduction of Logic*: Routledge and Kegan Paul. London.
- [4] **Cohen, Morris** (1993), *Introducción a la lógica*. Fondo de Cultura Económica. México.
- [5] **Cohen, Nagel** (1973). *Introducción a la lógica y al método científico: Lógica aplicada y método científico*. Vol. II. Buenos Aires: Amorrortu.
- [6] **Cohen M., Nagel E.** (1968). *Introducción a la Lógica y al Método Científico*. Sexta reimpresión. Buenos Aires.
- [7] **Cronin J. J., Taylor S. A.** (1992). Measuring service quality: A reexamination and extension. *Journal of Marketing*. 55-68.
- [8] **EPN** (2006), www.math.epn.edu.ec, última visita: septiembre del 2006.
- [9] **González L., Lameiras Fernández M., Varela Lovelle M.** (1990). Escalamiento de magnitud en la satisfacción laboral I. Validez de la ley de potencia. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 43(3), 411-417.
- [10] **Hartley J., Trueman M. y Rodgers A.** (1984). The effects of verbal and numerical quantifiers on questionnaire responses. *Applied Ergonomics*, 15(2), 149-155.
- [11] **Horna, L.** (2006), *Introducción a la Matemática Borrosa con Aplicaciones*, X Encuentro de Matemática y sus Aplicaciones, Escuela Politécnica Nacional – Departamento de Matemática. Quito, Ecuador.
- [12] **Lee Rasmussen J.** (1989). Analysis of Likert Scale Data: A reinterpretation of Gregorire and Driver. *Psychological Bulletin*, 105, 167-170.
- [13] **LIKERT, R.** A technique for measurement attitudes. *Archives of Psychology*. n. 140. 1932.
- [14] **Meek P., Sennott-Miller L., Ferketich S.** (1992). Scaling stimuli with magnitude estimation. *Research in Nursing & Health*, 15, 77-81.
- [15] **MAP** (2006), *Censo Guía de orientación para la realización de estudios de análisis de la demanda y de encuestas de satisfacción*, Ministerio de Administraciones Públicas, Madrid, España.
- [16] **NRC** (2005), National Research Council, http://ai.iit.nrc.ca/IR_public/fuzzy/fuzzyClips/fuzzyCLIPSIndex.html, última visita: septiembre del 2005.
- [17] **MIT** (2005), *Página del MediaLab del Instituto de Tecnología de Massachussets*, <http://www.media.mit.edu>, última visita: septiembre del 2005.
- [18] **Parasuraman A., Zeithalm V.A. y Berry, L.L.** (1988) “CALSERV: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality”. *Journal Retailing*, n° 64.
- [19] **Pérez, C.** (2000), *Técnicas de Muestreo Estadístico*, Alfaomega, México.
- [20] **Spector P.** (1988). Development of the work locus of control scale. *Journal of Occupational Physiology*.
- [21] **Spector, P.** (1992). Summated rate scale construction: An introduction. Newbury Park, CA: Sage.
- [22] **Schriesheim C., Castro S.** (1996). Referent effects in the magnitude estimation scaling of frequency expressions for response anchor sets: an empirical investigation. *Educational and Psychological Measurement*, 56, 557- 569.
- [23] **Schriesheim C., Schriesheim J.** (1974). Development and empirical verification of new response categories to increase the validity of multiple response alternative questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, 34, 877-884.
- [24] **THURSTONE, L.** Theory of attitude measurement. *Psychological Review*. 36. 1929, pp. 224-241.

- [25] **THURSTONE, L. L.**: Attitudes can be measured. *American Journal of Sociology*. 33. 1928, pp. 529-554.
- [26] **Wills C.E., Moore C.** (1994). A controversy in scaling of subjective states: Magnitude estimation versus category rating methods. *Research in Nursing & Health*, 17, 231-237.
- [27] **Zeithaml V., Berry L., Parasuraman A.** (1988): "Communication and Control Processes in the Delivery of Service Quality", *Journal of Marketing*, Vol. 52, April, pp.35-48.
- [28] **Zeithaml V., Parasuraman A., Berry L.** (1993): *Calidad Total en la gestión de servicios*. Díaz de Santos, Madrid.
- [29] **Zadeh, L. A.** (1972). Fuzzy languages and their relation to human and machine intelligence. Bordeaux, France.
- [30] **Zadeh, L.A.** (1975). "The Concept of Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning". *Information Sciences*, 8, pp. 199-249, 1975 (part I), 8, pp. 301-357.
- [31] **Zadeh, L.A.** (1983). A Computational Approach to Fuzzy Quantifiers in Natural Languages. *Computers and Mathematics with Applications*, 9, pp. 149-184.
- [32] **Zadeh L.A.** (1994). Soft Computing and Fuzzy Logic". *IEEE Software*, 11(6), pp. 48-56.