

Análisis multivariado y QFD como herramientas para escuchar la voz del cliente y mejorar la calidad del servicio

Multivariate analysis and QFD as tools to listen to the voice of the customer and improve service quality

Humberto Gutiérrez Pulido¹

Porfirio Gutiérrez González¹

Cecilia Garibay López¹

Lizbeth Díaz Caldera¹

Recibido 25 de septiembre de 2012, aceptado 5 de julio de 2013

Received: September 25, 2012 Accepted: July 5, 2013

RESUMEN

Las organizaciones del sector servicios contribuyen con un alto porcentaje del producto interno bruto de las principales economías del mundo, esto genera la necesidad de buscar alternativas para mejorar los procesos de este sector. Es reconocido que escuchar la voz del cliente es un buen punto de partida para evaluar la calidad de un servicio. Es frecuente que se busque escuchar al cliente aplicando algún cuestionario o encuestas. Sin embargo, debido a los múltiples ítems de las encuestas, esta forma de evaluar la calidad tiene limitantes. En este trabajo se propone analizar la información de las encuestas mediante el análisis de factores, lo que permite revisar la consistencia del cuestionario y detectar problemas de calidad del servicio. Luego, a partir de los resultados de este análisis se aplica la metodología del despliegue de la función de calidad (QFD), como una forma de escuchar la voz de los clientes y determinar de forma más específica los aspectos que deben ser atendidos para resolver las problemáticas detectadas. La propuesta se ilustra con la evaluación de calidad de cuatro unidades del Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Guadalajara, donde se detectan las unidades que tienen peores niveles de calidad y las actividades o procesos que deben ser corregidos.

Palabras clave: Despliegue de la función de calidad, biblioteca, análisis de factores, cuestionario, encuesta, mejora de procesos.

ABSTRACT

The services sector contributes with high percentage of GDP of world's largest economies, this creates the need to find alternatives to improve processes in this sector. It is known that hearing the voice of the customer is an effective starting point to improve service quality. It is usual to listen to the voice of a customer by applying questionnaires or surveys. However, due to multiple items of the surveys, this way of assessing the quality of a service requires better ways to analyze the results. In this work we propose analyzing the survey data using factor analysis, allowing us to check the consistency of the questionnaire and identify service quality problems. Then, from the results of this analysis, the deployment of Quality Function Deployment (QFD) tool is applied, which allows a better way to hear the voice of customers and determine the specific aspects that must be addressed to solve the problems detected. The proposal is illustrated by quality evaluation of four units of the Library System at the Universidad de Guadalajara (México), which detects the units that have the worse quality levels and the activities or processes that must be attended to improve service.

Keywords: Quality function deployment, library, factor analysis, questionnaire, survey, process improvement.

¹ Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Blv. Marcelino García Barragán #1421, C.P. 44430. Guadalajara, Jalisco, México. E-mail: humberto.gutierrez@cucei.udg.mx; pgutierrezglez@gmail.com; garibay70@yahoo.com; lizdc10@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Muchas de las metodologías para mejorar la calidad se originaron en el contexto de procesos del sector de la manufactura, sobre todo por la gran presión para incrementar la calidad y productividad que se viene dando en dicho sector desde las últimas décadas del siglo XX [1]. Algunas metodologías fueron adaptándose para aplicarse a los procesos de servicios, sin embargo, es necesario profundizar en la naturaleza especial de estos procesos y sus problemáticas, para así identificar herramientas más apropiadas. Esto es particularmente clave hoy en día, cuando el sector de los servicios contribuye con un alto porcentaje del producto interno bruto (PIB) de las principales economías del mundo, por ejemplo en 2010 en Estados Unidos los servicios representan el 76,6% del PIB, Japón 73,6%, Alemania 71,3%, España 70,9%, México 63,5%, Chile 53,1%, India 54,7% [2]. Pero adicionalmente en las empresas del sector de manufactura existe una gran cantidad de procesos de servicios: administración, *marketing*, ventas, ingeniería, etcétera, de tal forma que una amplia mayoría del valor de lo que se produce en el mundo hoy en día proviene de procesos de servicios.

En este contexto, la competencia por retener y ganar nuevos clientes será cada día más intensa en el sector servicios. Lo que hace necesario innovar y mejorar procesos y productos. Para esto, una primera complicación se da al tratar de identificar los aspectos de calidad que deben ser medidos y la forma de hacerlo [3]. Parte de esta complicación se debe a la naturaleza intangible de muchos procesos de servicios y su inherente heterogeneidad [4]; aunado a que con frecuencia no están claramente definidos y estandarizados.

A pesar de las dificultades en cuestión, las actividades de gestión de calidad exigen saber en qué medida las necesidades de los clientes son atendidas [5]. Un problema frecuente en procesos de servicios, es que se pretende medir su desempeño solo con indicadores que reflejan su volumen de trabajo. Por ejemplo, en el caso de la calidad de bibliotecas, de interés central en este trabajo, se recurre a cifras sobre número de consultas al año, número de usuarios del sistema, número de adquisiciones, número de obras catalogadas [6]. Estos indicadores pueden ser útiles para medir el volumen del trabajo realizado,

pero no necesariamente para medir la calidad con la que se hacen las tareas.

La evaluación de la satisfacción de los clientes debe ser un objetivo primordial en cualquier organización de servicio y el desarrollo de indicadores de la calidad es una forma adecuada para diagnosticar el desempeño de un proceso. El cuestionario SERVQUAL se ha usado como una herramienta general para medir la calidad del servicio [7]; este instrumento se caracteriza por 22 ítems que se agrupan en cinco dimensiones. Sin embargo, hay estudios que han reportado problemas en su uso [6, 8].

Para escuchar la voz de los usuarios en forma clara se requiere tener un cuestionario apropiado, aplicarlo eficientemente y analizar sus resultados con profundidad. Sin embargo, por lo general el análisis de los resultados se limita a calcular las frecuencias de las respuestas de las diferentes preguntas. Este tipo de análisis tiene limitantes debido a que es usual que las encuestas tengan múltiples ítems o preguntas correlacionadas entre sí, por lo que al hacerse un análisis de cada pregunta es difícil lograr una visión de conjunto de los resultados y se ignora por completo la estructura de correlación. Esto justifica la necesidad de aplicar técnicas estadísticas apropiadas, que faciliten comprender mejor la información que aportan los cuestionarios, y también recurrir a herramientas que aseguren que la voz del cliente es adecuadamente trasladada a requerimientos específicos en los procesos y los productos.

En este contexto el objetivo del presente trabajo es mostrar la manera en que las técnicas estadísticas multivariadas de análisis de factores [9], y el análisis de varianza sobre los factores, permiten tener un mejor panorama de los resultados y de la consistencia del cuestionario. Además explicar la forma en que los resultados del análisis de factores se utilizan como elemento de entrada para aplicar la metodología QFD, dado que la misma es especialmente útil para escuchar mejor la voz de los usuarios y determinar de manera más específica los aspectos que deben ser atendidos para mejorar la calidad del servicio de la biblioteca.

Lo anterior se ejemplifica con el análisis de la calidad de cuatro unidades del Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Guadalajara, partiendo de un

cuestionario que se aplica en forma aleatoria de manera periódica a los usuarios y es parte del sistema de gestión de calidad ISO-9001. Se analizan los resultados de un total de 1036 cuestionarios aplicados en cuatro bibliotecas y dos períodos de tiempo.

La importancia del objeto de estudio, las bibliotecas académicas, radica en que las mismas están cambiando y adaptándose con el fin de seguir siendo el corazón de las comunidades de aprendizaje. En los últimos 30 años, las bibliotecas académicas han hecho muchas modificaciones en la forma en que recopilan y catalogan información [10], evolucionando a catálogos electrónicos, bases de datos y libros digitales o electrónicos en línea. Esto trae consigo un incremento en la cantidad de información y de acervos que manejan las bibliotecas, y con ello se vuelve necesario establecer políticas de gestión para asegurar la satisfacción de los usuarios o clientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuestionario y obtención de datos

Durante los años 2008 y 2009 se aplicó una encuesta a usuarios de cuatro unidades del Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Guadalajara, cada una perteneciente a diferentes campus o centros universitarios temáticos. Ellos son Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Ciencias Económicas y Administrativas (CUCEA), Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCED) y Ciencias Sociales y Humanidades (CUCSH). Estos cuatro campus atienden a diferentes poblaciones de estudiantes y profesores, porque sus correspondientes instalaciones están a una distancia, una de otra, de por lo menos cinco kilómetros.

La encuesta es parte del sistema de gestión de calidad ISO-9001 del sistema de bibliotecas. El cuestionario correspondiente evalúa distintos aspectos de los servicios. En total son 17 preguntas (ver Tabla 1), con una escala adaptada del tipo Likert, con respuesta de 1 a 5; con 1 muy mala y 5 muy buena calidad. El número de cuestionarios aplicados fue 1036; de los cuales 652 se aplicaron en el año 2008 y 384 en el año 2009.

Se busca hacer un análisis más profundo de estos datos, e ir más allá del promedio de las respuestas de cada una de las 17 preguntas del cuestionario. Se quisiera saber si hay diferencias entre las bibliotecas,

Tabla 1. Preguntas del cuestionario para evaluar la calidad del servicio de las bibliotecas de la Red Universitaria.

Pregunta	Aspecto que evalúa
P1	Títulos adecuados al área de estudio
P2	Cantidad de ejemplares
P3	Ediciones actualizadas
P4	Estado físico
P5	Rapidez en el servicio de préstamo externo
P6	Facilidad para localizar los títulos
P7	La asesoría del bibliotecario
P8	La actitud de servicio
P9	Disponibilidad del bibliotecario
P10	Eficiencia en el servicio
P11	Funcionalidad de equipo de cómputo
P12	Disponibilidad de equipo de cómputo
P13	Señalización
P14	Iluminación
P15	Temperatura ambiente
P16	Facilidad de acceso al catálogo
P17	Claridad de la información del catálogo

si hay algún cambio sobre el tiempo, además de cuáles deberían de ser las actividades o procesos a ser mejorados.

Análisis de factores

Los métodos estadísticos multivariados involucran una muestra de tamaño n de una población, donde a cada elemento de la muestra se le miden o cuantifican p variables de interés. De esta forma se obtiene una matriz de datos con dimensión $n \times p$. Existen muchas técnicas multivariadas [9] y se aplican en función del objetivo y de la naturaleza de los datos. Una de estas técnicas es el análisis de factores (AF) que busca explicar la relación entre un conjunto de variables originales en términos de un número pequeño de nuevas variables no observables llamadas factores. Específicamente en el AF las p variables originales $X_1, X_2, \dots, X_p$ son expresadas mediante el siguiente modelo matemático

$$\begin{aligned}
 X_1 &= a_{11} F_1 + \dots + a_{1m} F_m + E_1 \\
 X_2 &= a_{21} F_1 + \dots + a_{2m} F_m + E_2 \\
 &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
 X_p &= a_{p1} F_1 + \dots + a_{pm} F_m + E_p
 \end{aligned} \tag{1}$$

donde los a_{ij} son los parámetros o cargas que miden la contribución de los factores comunes; F_i a las

variables originales; X_i , y E_i es el i -ésimo factor único de cada variable original; X_i , que cuantifica la variabilidad no explicada por los factores comunes F_i .

Despliegue de la función de calidad

El despliegue de la función de calidad (quality function deployment, QFD) es una metodología que traslada los requisitos del cliente en un conjunto de requisitos técnicos, y esto lo hace en cada una de las etapas del diseño y producción de un producto o servicio [6, 11]. Con frecuencia QFD es identificada como la metodología para escuchar la voz de los clientes. QFD se considera una herramienta clave para el desarrollo de productos y para mejorar la calidad de los productos, tanto en el área de servicios como en procesos de fabricación [6, 11].

La versión completa de QFD utiliza una serie de matrices para vincular y relacionar las entradas (los Qué, los requerimientos de los clientes) con las salidas (Cómos, requisitos técnicos) de las diferentes etapas de desarrollo [11]. La primera matriz (Figura 1) se conoce como la casa de calidad, y es la única que se aplica en este trabajo.

Cuestionario, AF y QFD

Es reconocida que la QFD es de suma utilidad para escuchar la voz del cliente y traducirla en acciones específicas de mejora, una detallada revisión de QFD y sus aplicaciones se pueden consultar en [11]. Ahí también se da cuenta de algunas de las ventajas y desventajas de esta metodología que han reportado otras publicaciones especializadas. Por ejemplo en relación con las desventajas se señalan las dificultades de priorizar los requerimientos en una escala ordinal y el incorporar en forma adecuada las evaluaciones de calidad [11]. Una forma de superar las desventajas de QFD o de mejorar sus cualidades ha sido la de integrar QFD con otros métodos. Esto es precisamente lo que se propone en este trabajo.

Específicamente primero se parte de la aplicación de un cuestionario para evaluar la calidad de un servicio. El requisito es que las respuestas de las preguntas o ítems del cuestionario estén en una escala ordinal tipo Likert, que puede ir de 1 a 5, o de 1 a 10 por ejemplo. Cuando es grande el número de ítems de este tipo de evaluaciones de calidad, se complica hacer un análisis que resuma la información más relevante, sobre todo porque hay correlaciones fuertes entre las respuestas a los

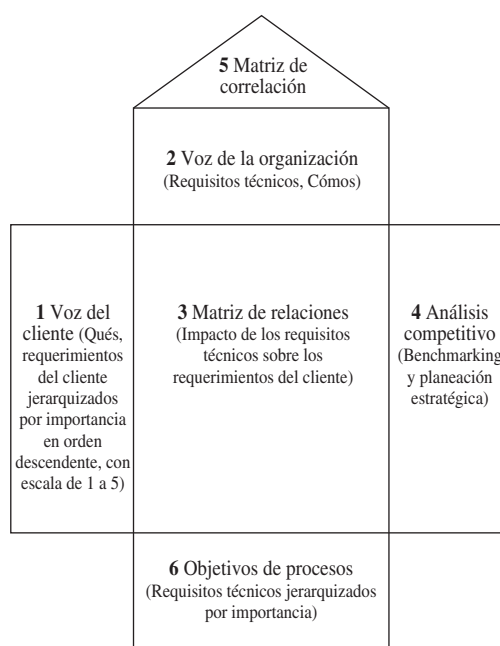


Figura 1. Pasos y formato básico de QFD.

diferentes ítems. En estas circunstancias, es propicio aplicar el AF a los resultados de la encuesta, con el propósito de detectar unas cuantas variables o factores subyacentes que ayudan a explicar y entender la información que aportan las variables o ítems originales de la encuesta. Usualmente cuando el cuestionario está bien diseñado y se aplicó de manera consistente, con el análisis de factores es posible encontrar tales factores; esto hace que el AF sea utilizado como una herramienta de apoyo en la construcción y validación de cuestionarios, ver por ejemplo [12-13].

Con los pocos factores obtenidos es posible hacer evaluaciones del nivel de calidad del servicio, así como otras comparaciones en funciones de aspectos como departamentos o unidades y el tiempo. Es deseable que estas comparaciones se hagan de manera formal con un análisis de varianza sobre las nuevas variables generadas con el AF, y de esa manera obtener conclusiones específicas que ayuden a establecer acciones de mejora [14].

Enseguida, para aprovechar las ventajas del QFD, se propone usar a los factores como los elementos de entrada (los qué) en la metodología QFD, fijando la importancia de cada qué en función de su contribución a explicar la variabilidad presente

en los datos. Adicionalmente para completar el apartado 4 de la QFD de la Figura 1, se incorpora la evaluación de calidad del servicio obtenida por medio del AF.

Para la aplicación de QFD se requiere el conocimiento a detalle del proceso bajo análisis, porque es necesario asignar algunas prioridades y objetivos. Para este trabajo, este tipo de tarea y decisiones la hizo un equipo de expertos, conformador por dos de los autores de este trabajo y dos administradores de la biblioteca del CUCEL, que están involucrados activamente en el sistema de gestión de calidad del Sistema de Bibliotecas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de factores

A los datos de la evaluación de la calidad del servicio del sistema de bibliotecas que se describió antes, se les aplicó el análisis de factores, con el apoyo del *software Statgraphics Centurion*. Un primer asunto a decidir en un AF es la cantidad de factores que explican los aspectos principales del fenómeno bajo análisis. En relación con esto en la Tabla 2 se muestran los primeros seis factores junto con el porcentaje de la variabilidad total que explica cada factor. Se puede ver que el primer factor explica el 35,1% de la variabilidad total de los datos, el segundo explica el 12,3%. Dos criterios usuales para decidir cuántos factores seleccionar es la magnitud del valor propio, donde se busca que sea mayor que uno, y el porcentaje acumulado de variabilidad explicada [9]. De acuerdo con el primer criterio se deben seleccionar los primeros cuatro factores. Con el segundo criterio se busca que la variabilidad explicada sea cercana al 70 por ciento o más; por lo que con este criterio se pudiera considerar incluso al sexto factor. En este trabajo

se decidió solo considerar los cinco primeros, ya que el 68,2% de la variabilidad total que explican es un nivel razonable. Adicionalmente se puede calcular la contribución que tiene cada factor a este 68,2%, por ejemplo el factor 1 contribuye con el 51,5%, ya que $(35,1/68,2) = 0,515$. El resumen de estos cálculos se expresa mediante el índice de ponderación de la última columna de la Tabla 2.

Lo que se sabe a partir de la Tabla 2 es que hay básicamente cinco variables subyacentes que explican la calidad en el servicio de la biblioteca. Para identificar cuáles son esas variables es necesario saber con qué preguntas del cuestionario se relaciona cada factor. Para ello, con los datos estandarizados se aplicó el AF utilizando el método de componentes principales y la rotación *quartimax* [9]. El resultado es la matriz de cargas a_{ij} de los factores de la Tabla 3.

Recordar que las cargas miden la contribución de los factores comunes F_i a las variables originales X_j . Es claro que el primer factor se relaciona con las preguntas P5, P6, P7, P8, P9 y P10; puesto que en ellas se registran las cargas más altas de tal factor. El factor dos está ligado con las preguntas P1, P2, P3 y P4. El factor tres está enlazado con las preguntas P13, P14 y P15; el factor cuatro está descrito por las preguntas P11 y P12; y por último el factor cinco lo definen las preguntas P16 y P17.

Al revisar las preguntas relacionadas con cada factor, se identifica su naturaleza respecto de la calidad del servicio en la biblioteca. El factor 1 representa la evaluación de la atención del personal bibliotecario, el factor 2 tiene que ver con la evaluación del acervo bibliográfico, el factor 3 con la calidad del ambiente en la biblioteca, el factor 4 el servicio de cómputo. Por último, el factor 5 evalúa el uso del catálogo electrónico. Lo anterior se resume en la Tabla 4.

El que los factores estén agrupando las preguntas que miden aspectos similares, es un hecho que habla en favor del diseño del cuestionario y de su aplicación, y por lo tanto de la calidad de la información. En este sentido esto es un primer resultado práctico de la aplicación del AF para el análisis de la calidad de la encuesta (cuestionario y aplicación). Una situación opuesta es cuando no es posible identificar la naturaleza o situación que está evaluando cada factor.

Tabla 2. Porcentaje de varianza explicada por los factores.

Factor	Valor propio	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje Acumulado	Índice de ponderación
1	5,97	35,1	35,1	0,51
2	2,09	12,3	47,4	0,18
3	1,34	7,9	55,3	0,12
4	1,24	7,3	62,6	0,11
5	0,96	5,6	68,2	0,08
6	0,80	4,7	72,9	

Tabla 3. Matriz de carga de los factores.

Pregunta	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
P1	0,132	0,653	0,171	-0,115	0,245
P2	0,092	0,760	0,079	0,132	0,067
P3	0,163	0,800	0,120	0,092	0,038
P4	0,190	0,688	0,095	0,156	-0,019
P5	0,629	0,254	0,204	0,218	-0,014
P6	0,452	0,290	0,222	0,260	-0,047
P7	0,822	0,076	-0,003	-0,097	0,079
P8	0,868	0,055	0,032	0,041	0,027
P9	0,839	0,064	0,012	0,036	0,100
P10	0,805	0,093	0,141	0,103	0,109
P11	0,215	0,175	0,141	0,810	0,200
P12	0,215	0,211	0,083	0,836	0,151
P13	0,224	0,131	0,763	0,211	0,105
P14	0,168	0,161	0,836	0,043	0,073
P15	0,106	0,292	0,677	-0,025	0,171
P16	0,214	0,185	0,248	0,211	0,810
P17	0,219	0,227	0,181	0,189	0,831

Tabla 4. Aspectos que representa cada factor y su evaluación promedio.

	Número de Pregunta	Variable	Media	Error estándar
Factor 1	5	Rapidez del servicio	3,88	0,029
	6	Facilidad para localizar los títulos	3,59	0,034
Atención del personal	7	Asesoría del bibliotecario	3,87	0,033
	8	Actitud de servicio	3,93	0,030
	9	Disponibilidad del bibliotecario	3,83	0,030
	10	Eficiencia en el servicio	3,94	0,028
		Media del factor	3,84	
Factor 2	1	Títulos adecuados al área de estudio	3,90	0,026
Acervo bibliográfico	2	Cantidad de ejemplares	2,94	0,031
	3	Ediciones actualizadas	3,07	0,031
	4	Estado físico	3,04	0,031
		Media del factor	3,24	
Factor 3	13	Señalización	3,93	0,029
Calidad del ambiente	14	Iluminación	4,30	0,025
	15	Temperatura ambiente	4,02	0,034
		Media del factor	4,08	
Factor 4	11	Funcionalidad	3,48	0,034
Servicio de cómputo	12	Disponibilidad	3,14	0,038
		Media del factor	3,31	
Factor 5	16	Facilidad de acceso	3,92	0,029
Catálogo electrónico	17	Claridad de la información	3,77	0,030
		Media del factor	3,85	
		Media ponderada	3,70	

Adicionalmente en las últimas columnas de la Tabla 4 se muestran la calificación promedio y su error estándar, que recibió cada pregunta considerando los 1035 cuestionarios. Recordar que la escala de las evaluaciones es de 1 a 5, por lo que entre más cerca de cinco mejor evaluado resultó el aspecto correspondiente. Por ejemplo, la característica peor evaluada fue la de la pregunta 2 (Cantidad de ejemplares), con una calificación de 2,94; en cambio la mejor evaluada fue la P14 (Iluminación), con una valoración de 4,30. Al calcular el promedio de las medias de las preguntas agrupadas en cada factor se tiene una evaluación general del rubro que representa cada factor. De esta manera se ve que el factor mejor evaluado fue el tres (Calidad del ambiente) con una media de 4,08; le sigue el factor cinco (Catálogo electrónico) con una valoración promedio de 3,85; el factor uno (Atención del personal) con una calificación de 3,84. Los dos factores con más baja evaluación son el cuatro (Equipo de cómputo) y el dos (Acervo bibliográfico) con calificación de 3,31 y 3,24, respectivamente; ambos están ligeramente por arriba de 3, que es la que se consideraría como una calidad media o regular; por lo que serían estos dos factores los que deberían ser atendidos primeramente para mejorar la calidad del servicio en la biblioteca.

La calificación promedio de cada factor es un segundo logro del uso del AF para el análisis de un cuestionario con muchas preguntas. Además con estas calificaciones, y considerando el índice de ponderación de la Tabla 2, es posible calcular una calificación ponderada promedio general de la manera siguiente:

$$\bar{F} = 0,51*3,84 + 0,18*3,24 + 0,12*4,08 + 0,11*3,31 + 0,08*3,85 = 3,70 \quad (2)$$

Por lo que este 3,70 puede interpretarse como la evaluación promedio de la calidad en el servicio de la

biblioteca desde la perspectiva de los usuarios. Con los resultados obtenidos con el AF se ha cumplido su propósito de sintetizar la información contenida en los datos para facilitar su interpretación.

Una valoración de la variación de las respuestas a cada pregunta se puede hacer por medio del error estándar, que se obtiene al dividir la desviación estándar de las respuestas de cada pregunta entre la raíz cuadrada del número de datos [14]. De la Tabla 4 se ve que en general las variaciones son relativamente similares, por lo que el análisis con base en las respuestas medias se respalda más.

Análisis de varianza de los factores

Una de las ventajas del AF realizados, es que los pocos factores pueden ser analizados y comparados con mayor detalle. En el caso de la aplicación del presente trabajo se pueden comparar las diferentes bibliotecas y los resultados en el tiempo. Para ello se plantea un modelo factorial [14] de la forma siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (3)$$

donde Y_{ijk} representa la respuesta del usuario k de la biblioteca i en el año j ; α_i el efecto de la biblioteca i , β_k el efecto del año k , y ε es el error aleatorio. En el caso del sistema de bibliotecas se tienen cinco posibles variables de respuesta, una para cada uno de los factores, y a cada variable se le puede aplicar un análisis de varianza [14].

En la Tabla 5 se muestra el análisis de varianza para el primer factor, que como se había visto concentra el 35% de la variación de los datos y representa a la calidad de la atención del personal. Se ve que las variables año de evaluación y centro o biblioteca tienen un efecto significativo sobre la calidad del servicio, tanto en forma individual

Tabla 5. Análisis de varianza para el primer Factor, por año y Centro.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Año	5,04	1	5,04	5,58	0,0182
B:Centro	100,35	3	33,45	37,01	0,0000
AB	10,99	3	3,66	4,05	0,0071
Residuos	928,26	1027	0,90		
Total	1034	1034			

(efectos principales) como en forma conjunta (efecto de interacción). Lo cual quiere decir que el nivel de calidad promedio de las cuatro bibliotecas no es igual estadísticamente, y además que entre los años 2008 y 2009 se registró algún cambio en tal nivel de calidad.

Para comprender mejor lo anterior, en la Figura 2 se muestran las gráficas de medias con intervalos de confianza del tipo LSD [14] y también la gráfica de interacción. De donde, respecto del nivel de calidad promedio de la atención del personal de las cuatro bibliotecas, se ve que la del Centro 1 es mayor estadísticamente que las otras tres, le sigue la biblioteca 4; mientras que la 2 y 3 tienen un nivel similar entre sí y más bajo que las otras dos. Respecto de la variable tiempo (año 2008 y 2009) se ve que en términos generales hubo una leve mejora en la percepción de calidad respecto del Factor 1, aunque esta mejora no se da en todas la bibliotecas, por ello el efecto de interacción; específicamente la mejora se dio en la biblioteca 1.

Un análisis similar al hecho para el primer factor se puede hacer para cada uno de los otros cuatro

factores, y así detectar aspectos específicos para orientar las acciones de mejora.

Aplicación de QFD

El primer paso para aplicar la QFD es establecer los requerimientos del cliente (voz del cliente, los Qué). Usualmente esto se hace escuchando la voz del cliente de alguna manera. Una de ellas es por medio de encuestas, donde se evalúen la calidad del servicio o producto. Pero como ya se ha dicho, sistematizar los resultados de una encuesta y trasladarlos en diagnósticos concretos no siempre es sencillo. Aquí en este trabajo se propone que el análisis de factores aplicado a los resultados de las encuestas de la calidad del servicio, se use como elemento de entrada para definir los requerimientos del cliente en la matriz de calidad de la QFD.

En efecto en el caso de los usuarios del sistema de bibliotecas de la Universidad de Guadalajara, las variables representadas por los cinco factores, establecidas mediante el AF en la sección anterior, son las propuestas naturales para representar los requerimientos de los clientes. En la parte correspondiente de la Figura 3 se han anotado estos

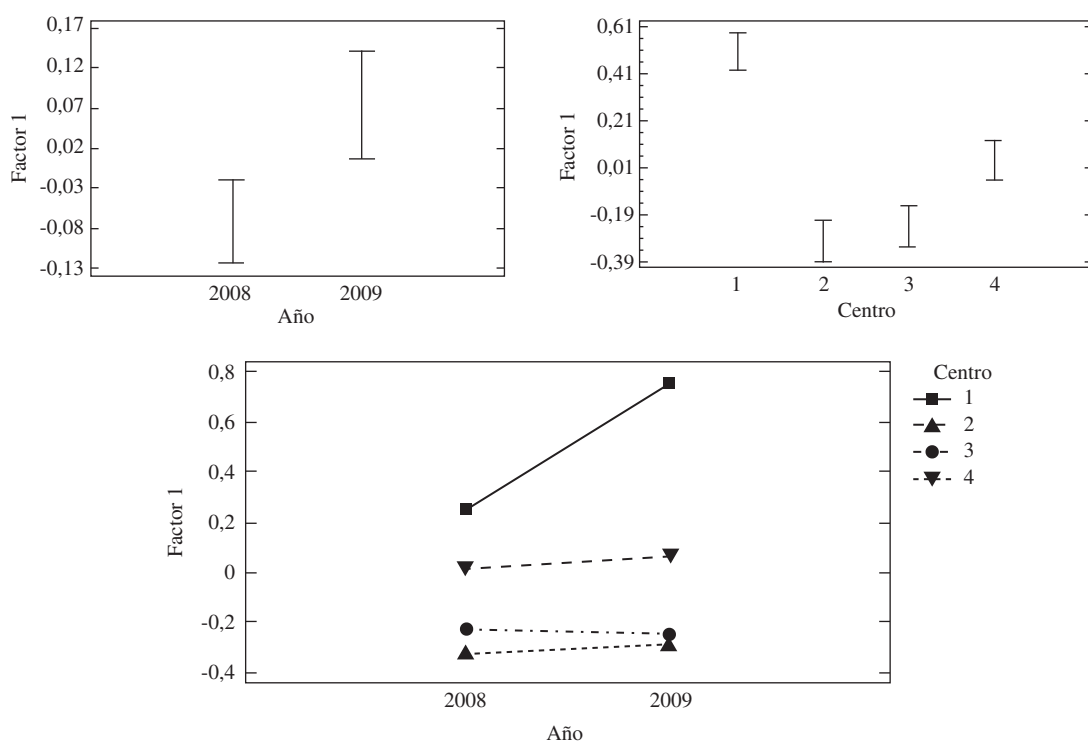
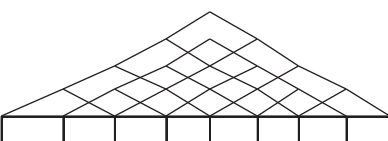


Figura 2. Gráficas de medias e interacciones para el Factor 1. Códigos 1: CUCBA, 2: CUCEA, 3: CUCEI y 4: CUCSH.

cinco requisitos, y la explicación del significado de cada uno ya se hizo antes.

Para establecer la importancia o prioridad de cada Qué se suele utilizar una escala de 1 a 5, siendo 5 la más alta [11]. En el caso que nos ocupa, se propone utilizar la contribución o ponderación de los factores, ver Tabla 2, para asignar la importancia de los Qué. Acorde con esto, al primer requerimiento (Factor 1): Atención del personal, se le asignó la importancia más alta con un valor de cinco, esto es congruente con el hecho de que en el AF fue el factor que tiene mayor impacto en la explicación de la variabilidad de la evaluación de la calidad obtenida mediante la encuesta a usuarios (Tabla 2). Le sigue en importancia Acervo bibliográfico (Factor 2), que al tener una ponderación de 18%, se le debe dar una prioridad alta, por lo que se le fijó un valor de cuatro. Por último, los restantes tres requerimientos tienen una ponderación relativamente similar, y al considerarse que se les debe dar una prioridad media, se les asignó un valor de tres.

Para encontrar los requerimientos técnicos (Cómos) en un análisis QFD para un proceso o sistema se parte de una pregunta central: cómo mediante los procesos y/o actividades actuales se atienden los requerimientos dados de los clientes (los qué) [11]. Se trata de identificar las actividades centrales con las que se atienden los qué, buscando aspectos generales. Esto se hace primero para cada qué, y con posterioridad se seleccionan las actividades o procesos que de alguna manera incluyen al resto [11]. En el ejemplo del Sistema de Bibliotecas, los Cómo fueron: Presupuesto general de la biblioteca, Selección adecuada de los acervos a ser adquiridos, Mantenimiento al acervo, Capacitación del personal, Mantenimiento del equipo de cómputo y las instalaciones, Infraestructura del medio (aire acondicionado, iluminación, estantería, etc.), Diseño, revisión y actualización del catálogo electrónico con el *software* Aleph, y Mantenimiento a instalaciones. Estas actividades o procesos se muestran en la Figura 3, y fueron identificados por un equipo de expertos referido al final de la sección de Materiales y Métodos.



Requerimientos de clientes-qué(s)	Importancia de los qué(s)	Requerimientos técnicos-cómo(s)								Matriz de Planeación				
		Presupuesto	Selección adecuada del acervo	Mantenimiento del acervo	Capacitación del personal	Mantenimiento del equipo de cómputo	Infraestructura del medio	Diseño, revisión y actualización del catálogo	Mantenimiento a instalaciones	Actual nivel de satisfacción	Nivel de satisfacción planeado	Factor de mejoramiento	Importancia ajustada	Porcentaje de importancia
Atención del personal	5	1	0	1	5	1	3	1	0	3,9	4,5	1,16	5,8	26%
Acervo bibliográfico	4	5	5	5	1	0	1	5	0	3,2	4,5	1,39	5,6	25%
Calidad del ambiente	3	5	0	1	1	0	5	0	5	4,1	5	1,23	3,7	17%
Servicio de cómputo	3	5	0	0	3	5	0	3	3	3,3	4	1,21	3,6	16%
Catálogo electrónico	3	3	0	3	5	5	0	5	3	3,9	4,5	1,17	3,5	16%
Importancia de los Cómo(s)	64	20	37	56	35	34	49	33					Total	100%
Porcentaje de la importancia relativa	20	6	11	17	11	10	15	10		Escala de la matriz				
Importancia modificada de los Cómo(s)	81	28	48	67	41	41	62	40		5 = Fuerte. 3 = Medio. 1 = Bajo.				
Importancia relativa modificada	20	7	12	16	10	10	15	10		0 = Ninguno.				

Figura 3. Aplicación de la QFD al sistema de bibliotecas de la U. de Guadalajara.

Enseguida se obtiene la **matriz de relaciones** (ver Figura 1), con la que se cuantifica la intensidad de la relación entre cada Qué con cada Cómo. Se suele utilizar una escala de 0 a 5, asignando 5 en el caso de una relación muy fuerte, 3 para una relación media, 1 para una relación baja y 0 para ninguna relación [11]. La asignación de la intensidad de las relaciones, que se muestran en la matriz correspondiente de la Figura 3, se hizo por el equipo de expertos descrito al final de la sección de Materiales y Métodos. Del análisis de las columnas de esta matriz se puede ver que aspectos como Presupuesto, Capacitación de personal e Infraestructura del medio impactan o están relacionados con varios Qué, por lo que al mejorarse se cumplirían mejor los requerimientos de los clientes.

Para determinar cuáles requerimientos técnicos tienen más impacto sobre el conjunto de los Qué, se calcula la importancia de cada Cómo, al multiplicar la columna que le corresponde en la matriz de relaciones, por la columna de prioridades de los Qué. Por ejemplo, la importancia de Presupuesto se obtiene con el producto $5 \times 1 + 4 \times 5 + 3 \times 5 + 3 \times 5 + 3 \times 3 = 64$. El resultado de este proceso, para todos los Cómo, se muestra en el primer renglón de la parte inferior de la Figura 3, junto con la importancia relativa o porcentual de estos requerimientos técnicos. Se ve que los Cómo con mayor impacto en la satisfacción del usuario son Presupuesto con una importancia relativa del 20%, Capacitación del personal con importancia relativa de 17%, y Diseño, revisión y actualización del Catálogo electrónico con un impacto relativo del 15%.

En la sección de la **matriz de planeación** (Análisis competitivo) de la Figura 3 es posible considerar los resultados obtenidos con la evaluación de calidad para cada Qué y contrastarlos con los objetivos planeados. En específico el actual nivel de satisfacción para cada qué se obtuvo mediante la calificación media para cada factor (ver Tabla 4). El nivel de calidad planeado para cada Qué se tomó de la importancia que se les da en el sistema de gestión de calidad; siendo Atención del personal, Medio ambiente y Catálogo electrónico para los que se busca mayores estándares de calidad. Al dividir el nivel de calidad planeado entre el nivel de calidad percibido por los usuarios se obtiene el factor de mejoramiento, que indica qué tanto debe mejorarse cada requerimiento del cliente para lograr los niveles planeados de

calidad. De este factor de mejoramiento se puede ver que el Acervo bibliográfico es el requerimiento que es necesario mejorarse más, en total un 39 por ciento, para que la calidad percibida alcance el nivel de la calidad planeada.

Con el Factor de mejoramiento se ajusta la prioridad de los Qué, al multiplicar su Importancia original por el correspondiente factor de mejoramiento. Por ejemplo, Atención de personal tiene una Importancia ajustada de $5 \times 1,16 = 5,8$. Con la columna de Importancia ajustada de los Qué, se recalcula la importancia de los Cómo, con el procedimiento que se explicó antes. Por ejemplo, la importancia ajustada de Presupuesto se obtiene con el producto $5,8 \times 1 + 5,6 \times 5 + 3,7 \times 5 + 3,6 \times 5 + 3,5 \times 3 = 81$. El resultado de esto se muestra en la parte inferior de la Figura 3, de ahí se ve que aunque la importancia de los Cómo se modificó ligeramente, su orden de prioridad permanece casi igual.

CONCLUSIONES

La creciente importancia de los procesos de servicios requiere de más y mejores metodologías para su mejora. Un punto básico para ellos es escuchar adecuadamente al cliente y traducir esto en acciones específicas. Un enfoque tradicional para evaluar la percepción de los clientes es mediante la aplicación de encuestas, que deben ser respaldadas en un cuestionario. Sobre el particular, se debe garantizar que dicho cuestionario está bien diseñado, que tiende a generar respuestas consistentes, y cuyos resultados son analizados adecuadamente. Esto último implica ir más allá de obtener la calificación promedio que recibe cada aspecto o ítem evaluado por la encuesta.

En este trabajo se ha propuesto primero utilizar el análisis multivariado de análisis de factores (AF) para analizar la consistencia y los resultados de un cuestionario con muchos ítems que se aplica a los clientes de una organización de servicios. El requisito es que las respuestas de estos ítems estén en una escala de *Likert*. Usualmente cuando el cuestionario está bien diseñado y se aplicó de manera consistente, con el análisis de factores se detectan unas cuantas variables o factores subyacentes que ayudan a explicar y entender la percepción del cliente sobre la calidad de los procesos considerados en la encuesta.

Con los factores subyacentes obtenidos con el AF, es posible evaluar la percepción del cliente y hacer comparaciones diversas del nivel de calidad entre departamentos o diferentes períodos de análisis. Además se propone usar a los factores como los elementos de entrada (los Qué) en la metodología QFD, fijando la importancia de cada qué en función de la contribución de cada factor a explicar la variabilidad presente en los datos. En la matriz de planeación del análisis QFD, es posible incorporar la evaluación que recibió cada factor subyacente de parte de los clientes o usuarios.

La metodología propuesta se aplicó al caso de la evaluación de la calidad de cuatro unidades del sistema de bibliotecas de la Universidad de Guadalajara. Con la aplicación del AF se identificaron cinco factores que explican el 68,2 por ciento de la variabilidad de los datos de la encuesta. Las 17 variables o ítems del cuestionario se pudieron asociar claramente a cada uno de los cinco factores, lo que es una evidencia en favor de la consistencia del cuestionario y de su aplicación.

La calificación promedio que se obtuvo de cada uno de los cinco factores, en una escala uno a cinco, fueron las siguientes, Calidad del ambiente 4,08; Atención del personal 3,84; Catálogo electrónico 3,85. Mientras que los dos factores con más baja evaluación fueron Equipo de cómputo y Acervo bibliográfico con calificación promedio de 3,31 y 3,24, por lo que serían estos dos factores los que deberían ser atendidos primeramente para mejorar la calidad del servicio en el Sistema de bibliotecas.

Con el análisis de varianza para el primer factor se detectó que el nivel de calidad de las diferentes bibliotecas no es igual. Se ve que la del CUCBA tiene mejor nivel de calidad, le sigue la del CUCSH; mientras que la del CUCEA y CUCEI tienen un nivel similar entre sí y más bajo que las otras dos. Además se detecta una mejora significativa en la biblioteca del CUCBA en los dos períodos de evaluación. Estas diferencias se pueden utilizar para encontrar oportunidades de mejora adicionales en las bibliotecas en peores condiciones.

Con la aplicación del QFD, incluyendo la sección de planeación de calidad, en donde se incorporan la evaluación anterior junto con objetivos de calidad, se detecta que las actividades o Cómo que deben

ser atendidos para lograr mayores impactos en la percepción, son las actividades identificadas como Presupuesto, Capacitación del personal, y Diseño, revisión y actualización del Catálogo electrónico; ya que estas actividades son las que tienen un mayor impacto en mejorar la percepción de la calidad por parte de los usuarios y alcanzar los niveles de calidad planeados por el sistema de gestión de calidad.

REFERENCIAS

- [1] M.L. George. "Lean Six Sigma for Service". New York: McGraw-Hill, p. 386. 2010. ISBN: 0-07-141821-0.
- [2] CIA. "TheWorldFactbook". CIA; Washington, D.C. Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2012. URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2012.html>
- [3] S. Martyna and J. O' Kane. "Service quality measurement: appointment systems in UK GP practices". International Journal of Health Care Quality Assurance. Vol. 24, Issue 6, pp. 441-452. 2011. DOI: 10.1108/0952686111115 0707.
- [4] M. Kelkar. "SERVDIV: Avedic approach to measurement of service quality". Services Marketing Quarterly. Vol. 31, Issue 4, pp. 420-433. 2010.
- [5] ISO9001:2008. "Quality management systems- Requirements". Ginebra: International Organization for Standardization. 2008.
- [6] C. Garibay, H. Gutiérrez and A. Figueroa. "Evaluation of a Digital Library by Means of Quality Function Deployment (QFD) and the Kano Model". The Journal of Academic Librarianship. Vol. 36, Issue 2, pp. 125-132. 2010. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acalib.2010.01.002>
- [7] A. Parasurama, V.A. Zeithaml and L.L. Berry. "SERVQUAL: A multiple item scale for measuring consumer perceptions of service quality". Journal of Retailing. Vol. 64, Issue 1, pp. 12-40. 1998.
- [8] T.P. Van Dyke, V.R. Prybutok and L.A. Kappelman. "Cautions on the use of the Servqual measure to assess the quality of information systems services". Decision Sciences. Vol. 30, Issue 3, pp. 877-891. 1999. DOI: 10.1111/j.1540-5915.1999.tb00911.x

- [9] A. Afifi, V. Clark and S. May. "Practical Multivariate Analysis, Fifth Edition". Boca Raton FL: CRC Press, p. 517. 2006. ISBN: 978-1-4398-1680-6.
- [10] J. Saarti. "Libraries without walls: information technology in finish public libraries from the 1970s to the 1990s". Library History. Vol. 22, Issue 1, pp. 33-43. 2006. DOI: 10.1179/174581606x93316.
- [11] S. Abu-Assab. "Integration of Preference Analysis Methods Into_QFD_for Elderly People". Germany: Springer Gabler, p. 272. 2012. ISBN: 978-3-8349-7075-6.
- [12] H.L. Broder, C. McGrath and G.J. Cisneros. "Questionnaire development: face validity and item impact testing of the Child Oral Health Impact Profile". Community Dentistry and Oral Epidemiology. Vol. 35, Issue 1, pp. 8-19. 2007. DOI: 10.1111/j.1600-0528.2007.00401.x.
- [13] C.R. Hill and J.N. Hughes. "An examination of the convergent and discriminant validity of the Strengths and Difficulties Questionnaire". School Psychology Quarterly. Vol. 22, pp. 380-406. 2007. DOI: 10.1037/1045-3830.22.3.380.
- [14] H. Gutiérrez-Pulido y R. de la Vara. "Análisis y Diseño de Experimentos". 3 edición McGraw-Hill. México. 2012. ISBN: 9786071507259.