

ISSN: 2322-7672

III Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín

Memorias

Grupo de Investigación en Sistemas
Aplicados en la Industria (GISAI)



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

© xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

III Encuentro de Investigación Formativa - Memorias

ISSN: 2322-7672

Primera edición, 2013

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín: Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Vicerrector Académico: Pbro. Jorge Iván Ramírez Aguirre

Editor: Juan José García Posada

Coordinación de producción: Ana Milena Gómez C.

Diagramación: Geovany Snehider Serna Velásquez

Corrector de estilo: Monica Patricia Ospina Toro

Dirección editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2013

Email: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1117-22-03-13

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

Método Delphi para pronósticos: aplicación en un restaurante de Medellín

Carlos Andrés Velásquez Galvis

Ingeniería Industrial UPBColombia
carlos.velasquez@alfa.upb.edu.co

José Fernando Tabares Muñoz

Ingeniería Industrial UPBColombia
jose.tabares@alfa.upb.edu.co

Marisol Valencia Cárdenas

Ingeniería Industrial UPBmarisol.valencia@upb.edu.co

Resumen

El objetivo de este artículo es mostrar una metodología para pronosticar las ventas de un producto del restaurante Frutti Jhon, ubicado en el área metropolitana de la ciudad de Medellín. El pronóstico se realizó con base en el proceso Delphi, por medio del cual se hizo una elicitación del comportamiento de las ventas con un criterio subjetivo de los empleados del restaurante considerados expertos, en dos rondas diferentes, y posteriormente, se efectuó un análisis por medio de estadística Bayesiana. Se obtuvo un intervalo donde puede estar un pronóstico óptimo, el cual le da la posibilidad al establecimiento de realizar un estudio más detallado de sensibilidad, en el que involucren variables que afecten directamente la utilidad del negocio.

Palabras clave

Pronóstico, método Delphi, distribución de probabilidad

Introducción

Dentro del campo de la estadística existen diversos métodos probabilísticos que nos permiten predecir el comportamiento de variables cuantitativas en un tiempo determinado, facilitando o ayudando a la oportuna toma de decisiones dentro del ámbito empresarial. Desde hace algunas décadas se vienen implementando y demostrando la utilidad en ciertas estimaciones de técnicas y modelos estadísticos basados en el conocimiento subjetivo a priori, que no requieren la toma de muchos datos, en comparación con los modelos clásicos donde solo permite probabilidades fundamentadas en experimentos repetibles y validaciones, pero que igual se aproxima a fenómenos reales, un ejemplo de esto es la estadística bayesiana.

Uno de los métodos que basan su inferencia en datos netamente subjetivos es el método Delphi. Según la empresa RAND Corporation (2011) pionera en el desarrollo de este método, afirma que su desarrollo e iniciativa se dio por el interés de pronosticar el impacto de la tecnología en la guerra y consiste en que un grupo de expertos respondan a un cuestionario de forma anónima, entregando con la “respuesta colectiva” resultados cuantitativos y cualitativos, para después representarlos estadísticamente. Según Landeta et al. (2011) el método Delphi es una herramienta que ayuda a la investigación para obtener datos confiables de un grupo de expertos y en varias ocasiones puede proporcionar solución a problemas complejos.

Este método será presentado en este trabajo, basado en la indagación subjetiva con expertos, o elicitación, acerca del comportamiento de las ventas de un producto de un restaurante, técnica que permitió construir una distribución de probabilidad, con la cual se generó el pronóstico con un intervalo de alta densidad.

Método Delphi

Según Landeta et al. (2008) las características del método Delphi son:

- Los expertos son evaluados mínimo dos veces, respondiendo a las mismas preguntas y dándoles a conocer las opiniones de otros expertos en la ronda anterior, con el fin de que la respuesta sea más objetiva.
- Durante el desarrollo de la ronda los expertos no pueden tener comunicación entre sí, además se mantiene el anonimato de los participantes y no tienen conocimiento de las respuestas de los otros.
- Las respuestas se cuantifican para un análisis estadístico.

Para la aplicación práctica del Delphi es necesario realizar un cuestionario adecuado y una buena selección de expertos.

En la elaboración del cuestionario se deben tener presentes mecanismos que reduzcan los sesgos en las respuestas, las preguntas deben ser entendibles para los expertos. Por lo general, las preguntas son cuantitativas para el cálculo estadístico y cualitativas para justificar sus opiniones. (Bravo & Arrieta, 2005).

Para la selección de expertos, según González (2005) se deben seguir los siguientes pasos:

- Estimar el número de expertos, se debe tener un mínimo y un máximo.
- Ponderar la calidad de los expertos según su experiencia en una escala de medición.
- “Haber obtenido el consentimiento del experto en cuanto a su participación: después del listado a cada candidato a experto se le envía una carta invitándolo a participar en el peritaje, por lo cual en ella se explica el objetivo de la encuesta, el plazo y orden de ejecución, así como el volumen total del trabajo. Aquí se incluye una encuesta sobre la competencia y algunos datos de interés. A partir de esto, se elabora el listado final de expertos y se informa a cada uno de ellos si fue seleccionado o no para el peritaje y los instrumentos necesarios para contestar las preguntas, con lo cual termina el trabajo de selección”.

El desarrollo del método Delphi se ha trabajado en varias áreas del conocimiento.

En el año 2010 Bijak et al. realizaron una investigación en siete países europeos con el fin de pronosticar mediante modelos Bayesianos el número de inmigrantes que estos países podrían tener en el año 2025. Se basaron en datos cuantitativos y conocimientos cualitativos partiendo de la elicitación a expertos en el tema de cada país, argumentaron: “Bajo la no estacionariedad de los procesos migratorios, el horizonte para pronósticos demasiado largos son insuficientes, lo que es un desafío serio para los pronósticos de población en general”, pero encontraron útil la información de expertos para pronósticos a corto plazo.

Chen & Ji (2012) realizaron una investigación que buscaba evaluar el riesgo en la cadena de suministro y un análisis empírico para las empresas procesadoras de ropa, en este artículo recolectaron opiniones de expertos a través del método Delphi y basándose en la teoría de riesgo de Markowitz. “Los resultados mostraron que el sistema de evaluación de riesgos no solo se podía utilizar para identificar y evaluar el riesgo de esta empresa a disposición, sino que también podría ser descubierto que el uso de la teoría de riesgo de Markowitz, para cuantificar los resultados de la evaluación, fue más consistente con los sentimientos intuitivos (Delphi), y que combinado con la teoría de la utilidad, verdaderamente refleja el comportamiento de los tomadores de decisiones y la preferencia de riesgo, lo que podría ser utilizado como referencia para los costos de insumos de la gestión del riesgo de la empresa”.

Metodología

Este trabajo se realizó en el restaurante “Frutti Jhon”, el cual ofrece una gran variedad de productos de comidas rápidas. Según sus empleados el producto que más se vende es el patacón, por lo tanto se procedió a pronosticar la demanda de este producto mediante el método Delphi. A través de esta herramienta se buscó cuantificar el número de ventas mediante la selección de nueve expertos, realizándoles un cuestionario que constaba de cinco preguntas para la identificación de los percentiles 5, 25, 50, 75, y 95. Se realizaron dos rondas, en cada ronda se indagó a las personas de manera independiente.

En el desarrollo de la primera ronda, los expertos tuvieron dudas sobre su percepción ya que nunca se les había realizado este tipo de diagnóstico, razón por la cual se realizó mucha explicación sobre los datos de la tendencia central y los extremos. En la segunda ronda, fueron retroalimentados con las respuestas de la primera y respondieron con mayor seguridad.

Posteriormente, los datos obtenidos fueron analizados en el lenguaje del software R para realizar el pronóstico.

Resultados

A continuación se muestran los resultados finales, la distribución encontrada y los resultados de la simulación de la distribución empírica hallada, usando el *software* R.

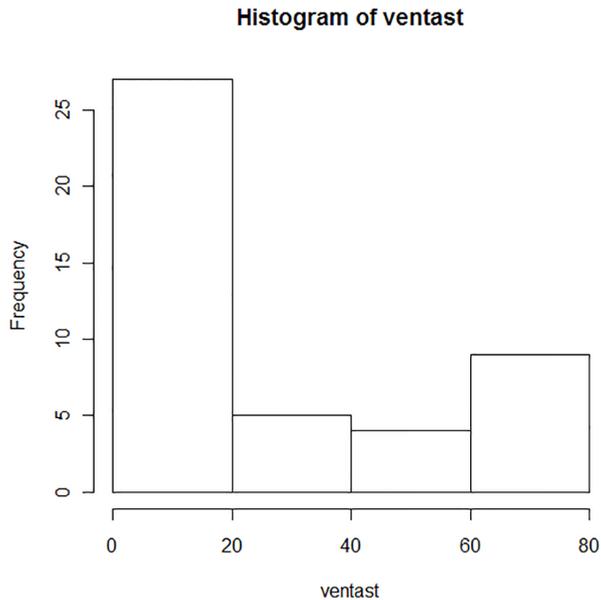
Tabla 1. Ronda 2.

Estadística de ventas	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Exp 6	Exp 7	Exp 8	Exp 9
Conocimiento	4	3	5	5	2	2	4	5	4
Mediana	17	13	15	17	17	15	17	15	17
Primer cuartil	8	6	8	8	9	7	8	8	9
percentil 5	3	3	4	3	5	4	4	3	3
Tercer cuartil	40	40	39	46	40	43	39	39	42
Percentil 95	70	65	68	68	75	65	68	70	65
Ajuste de rango intercuartil	8,40	6,40	8,39	8,46	9,40	7,43	8,39	8,39	9,42

Al realizar la segunda ronda se le informó previamente a los expertos la opinión de los demás, esto condujo a que los datos se homogenizaran un poco.

Histograma de las ventas de patacón en el restaurante Frutti Jhon.

Figura 1. Histograma de ventas.

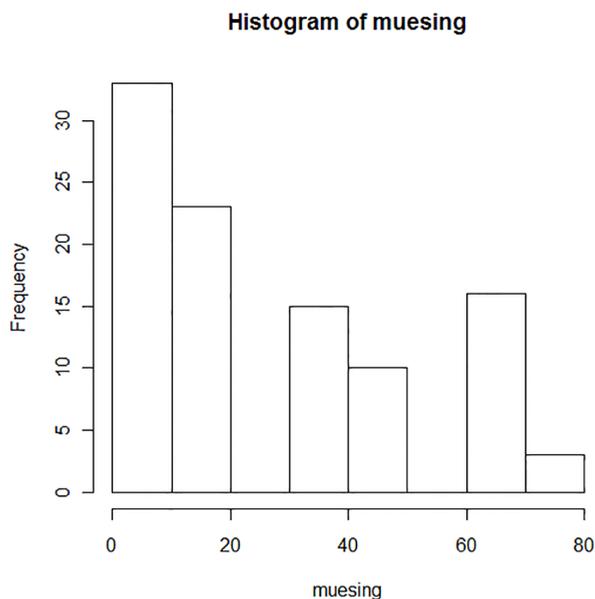


Se logra observar que el intervalo (0-20) de las ventas de patacón tienen una gran frecuencia, siendo mucho mayor a los demás; por lo que se puede intuir que el intervalo de alta densidad puede estar de este.

Simulación del pronóstico

Se realizó un muestreo de tamaño 100, acorde con la distribución empírica encontrada, donde los pesos corresponden a las probabilidades de ocurrencia de las ventas, destacando que se encontró una forma de la distribución muy similar a la real, como se observa en la figura 2.

Figura 2. Histograma del muestreo para pronóstico.



Así mismo, al comparar lo real con lo simulado, se nota cómo la mediana coincide y la media es muy similar. Esto genera confianza en la simulación del pronóstico.

Tabla 3. Muestreo real.

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
3.00	8.00	17.00	25.64	42.00	60.00

Tabla 4. Muestreo simulado para pronóstico.

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
4.00	15.00	17.00	27.94	40.00	60.00

En la tabla 5 se presenta el intervalo de alta densidad, el que corresponde al 50% refleja que la mediana real se encuentra incluida allí, lo cual da confiabilidad en los pronósticos que puedan hacerse con el muestreo, ya que esta es la representación

de la tendencia central cuando se observa un sesgo a la derecha. El pronóstico debe basarse solo en los datos que caigan en el intervalo de alta densidad encontrado en períodos de ventas normales: (8, 18.2), ya que es lo que ocurre con mayor probabilidad. Para aquellos días con alta venta, el pronóstico se elegirá acorde con los valores superiores: 33-49, pero el valor de 60 es muy poco probable.

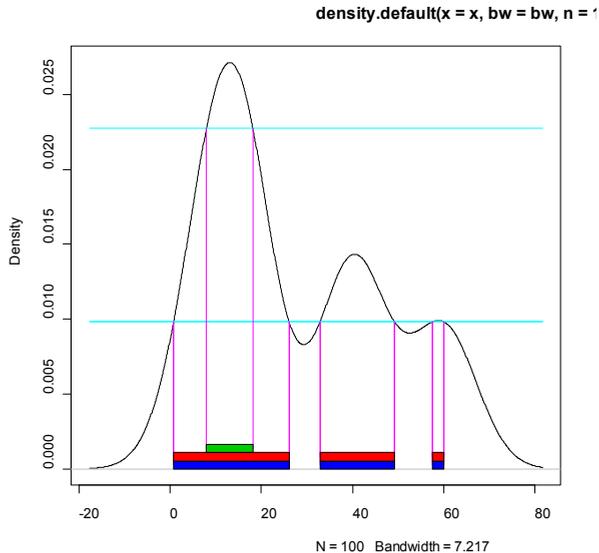
Al repetir la simulación varias veces, dan intervalos similares, mostrando casos donde se presentan ventas altas, como lo refleja el sesgo de la distribución.

Tabla 5. Intervalo de alta densidad.

\$hdr

99%	0.7917078	26.12707	32.87937	49.22725	57.57077	60
95%	0.7917078	26.12707	32.87937	49.22725	57.57077	60
50%	8.0000000	18.17537				

Figura 3. Intervalo de alta, media y baja densidad.



Se puede corroborar que la tendencia central reflejado en la mediana, está dentro del intervalo de alta densidad. Cualquier dato que se elija en dicha área se considera un pronóstico aceptable.

Conclusiones

El restaurante Frutti Jhon no cuenta con datos históricos, por lo que se vuelve compleja la labor de pronosticar, sin embargo, se pudo comprobar que la estadística moderna nos brinda herramientas para mitigar diversos problemas, y ayuda a manipular de forma efectiva los pocos datos con los que se cuenta.

El método Delphi es una herramienta que ayuda a obtener datos subjetivos por medio de los cuales puede construirse un modelo de pronóstico práctico, partiendo de una buena selección de expertos y de una buena elicitación.

Referencias

1. Bijak, J., & Wiśniowski, A. (2010). *Bayesian forecasting of immigration to selected European countries by using expert knowledge*. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society*, 775-796.
2. Bravo, M. d., & Arrieta, J. J. (2005). El Método Delphi. Su implementación en una estrategia. *Revista Iberoamericana de Educación*. Número 35/3. Disponible en: <http://www.rieoci.org/deloslectores/804Bravo.PDF>. Recuperado el 15 de 07 de 2012. Pp. 1-11.
3. Force, P. R. (s.f.). *Rand Corporation*. Recuperado el 12 de 07 de 2012, de <http://www.rand.org/topics/delphi-method.html> No aplica.
4. Ji, X., & Chen, W. (2012). *Evaluation of supply chain risk and its empirical analysis for apparel processing enterprises*. *Journal of Convergence Information Technology*, 44-53.
5. Landeta, J., Barrutia, J., & Lertxundib, A. (2011). *Hybrid Delphi: A methodology to facilitate contribution from experts in professional contexts*. *Technological Forecasting and Social Change*, UK. Elsevier. Pp.1629-1641.

6. Landeta, J., Mateya, J., & Ruíza, V. (2008). *Results of a Delphi survey in drawing up the input-output tables for Catalonia. Technological Forecasting and Social Change*, UK. Elsevier. Pp. 32-56.