

MÁSTER EN

**DATA**  
SCIENCE



Universidad  
Rey Juan Carlos

# Modelos de Previsión (Bayesianos) en la Empresa

**Romy Rodríguez-Ravines**

Modelación & Escuela

Bayes  Forecast



**Romy Rodríguez-Ravines**  
Dc Sc Estadística UFRJ (Brasil, 2006)  
[rerodriguez@bayesforecast.com](mailto:rerodriguez@bayesforecast.com)

[LinkedIn](#)

Bayes  Forecast

 **BAYES SCHOOL**  
MODELLING & STATISTICS





# Sobre Bayes

Analytics desde 1991

# Bayes es



# Modelación, Previsión & Decisión

[www.bayesforecast.com](http://www.bayesforecast.com)

# Nuestro día a día



¿Cuántos ejemplares debemos enviar a cada punto de venta?



¿Cuántas llamadas recibiré cada media hora? ¿Quién llamará?



¿Cuál es el impacto de cada una de las promociones del plan de marketing?



¿Cuál es el impacto de cientos de drivers en el nivel de ventas?



¿Cuál es el proceso óptimo de sustitución de SKU, entre millones de referencias?



¿Cuál es la probabilidad de que un cliente deje de pagar su crédito?



¿Cuál es la distribución óptima de la inversión en TV?



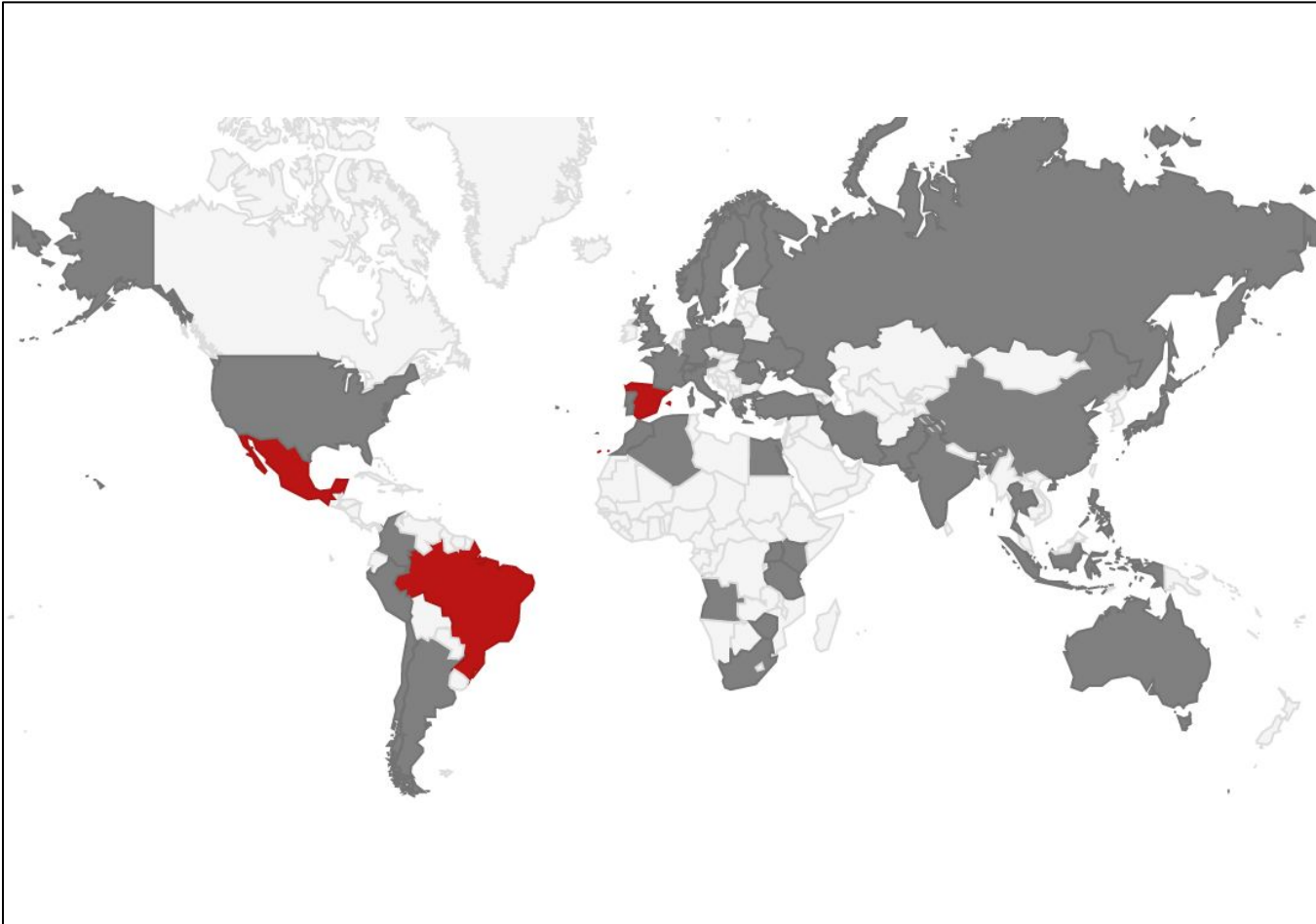
¿Debo lanzar al mercado este nuevo producto?



¿Quién se va a dar de baja? ¿Por qué?

# Más de 24 años en “Modelling & Predictive Analytics”

Bayes fue fundado por Pepe Almagro, en 1991, en Madrid



**3 oficinas: Madrid,  
Sao Paulo, México DF**

**Proyectos en más de  
30 países**

**70 personas:  
95% licenciados, 30%  
PhD, 15% I+D**

# Nuestra Modelación está siendo aplicada con éxitos en muchas áreas de negocio

					TELECOM
					BANKING
					INSURANCE
					FMCG
					RETAIL
					FAST FOOD
					SECURITY

# Nuestra Modelación es utilizada para solucionar un amplio abanico de problemas de negocio



MEDIA
PUBLISHING
DISTRIBUTION
TRANSPORTATION
ENERGY
MINING
PHARMACY



*The Coca-Cola Company*



Presents this Certificate of Recognition to:

**Bayes Forecast**

For your partnership, thought leadership, and outstanding insights that made an impact and added value to our business at The Coca-Cola Company.

*MVA in Action*

Winner of a 2013 MS&I Insights and Inspiration Award

Stan Sthanunathan

Vice President - Marketing Strategy & Insights

On this 3<sup>rd</sup> Day of April, 2013

Bayes es el  
Proveedor  
Preferente  
Global de  
Modelación de  
TCCC

“La capacidad de predecir es el signo de la inteligencia”

Nuestra misión es crear y ayudar a crear inteligencia para nuestros clientes, a través de los modelos predictivos.

“La **calidad** de nuestras predicciones es quizá el mejor indicador de nuestra evolución”





# ¿Qué son los Modelos?

¿Qué es Modelar?

# Sobre Modelos



“Un modelo es una representación simplificada de la realidad”

“Todos los modelos son errados, pero algunos son útiles”

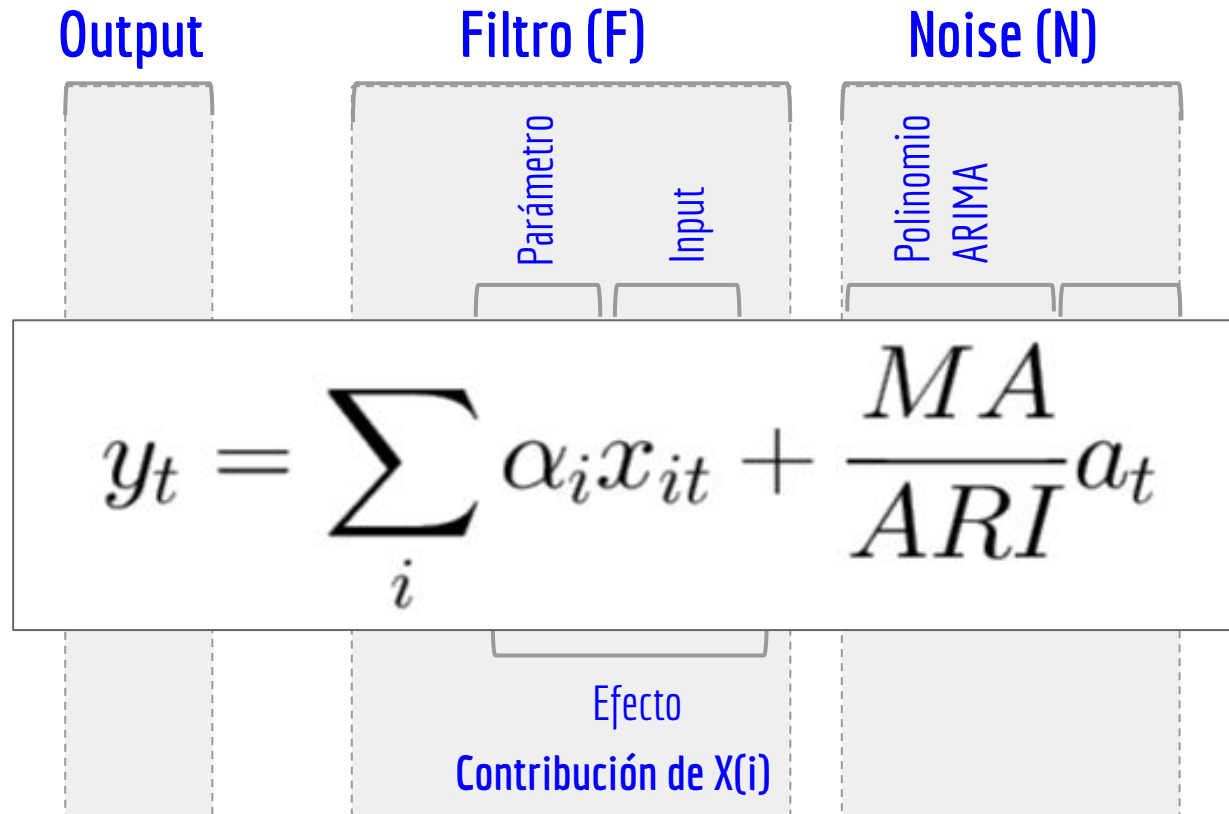
“A un modelo no se le exige que sea 'verdadero', sino que sea 'útil', de acuerdo a los objetivos para los cuales fue creado”

“Un modelo es una forma matemática de describir la relación entre una variable de respuesta y un conjunto de variables independientes”

“Los modelos se pueden ver como:

- Una teoría sobre cómo se generaron los datos
- Una forma útil de resumir los datos”

# Un tipo frecuente de modelo



# ¿Qué es un Modelo?

Un modelo matemático-estadístico **es una representación del mecanismo generador de los datos.**

Por ello, un modelo puede verse como un **resumen de la información** disponible y en consecuencia **permite compactar los datos existentes.**

Condicionamente a ciertos valores de los inputs, el modelo ofrece una representación probabilística del output, especialmente de aquellos valores aún no observados (usualmente los valores futuros). Estas funciones de probabilidad son bases de la **SIMULACIÓN** y la **OPTIMIZACIÓN** de nuestras acciones.

Si tenemos mecanismos para expresar la función de probabilidad de los inputs entonces podemos establecer la representación probabilística del output. Esta representación recibe el nombre de **PREVISIÓN.**



Los modelos son el elemento central de la creación de inteligencia.

Tratan la incertidumbre, condensan y operacionalizan la información existente, empírica y teórica. Son almacenes y fábricas de conocimiento.



Cuando la previsión y, por tanto, la decisión dejan de ser triviales los modelos comienzan a jugar un papel progresivamente más importante.

(Pepe Almagro)

# La Receta Bayes

Proceso de  
Aprendizaje  
**Diagnosis**

Enfoque Económico  
**Decisión**

Enfoque Dinámico

Enfoque  
Bayesiano  
**Priori + Datos**

**INTELIGENCIA**





# Modelos & Demanda

Previsión de Series Temporales



# ¿Qué es la Demanda?



(Volumen de)  
Producto o Servicio que se compra



¿Qué le compran las personas y familias a

- Movistar
- The Coca-Cola Company
- Securitas Direct
- Alsa
- ?

# ¿Cómo se mide la Demanda en Teleco?

Planta / Portfolio / Parque

Altas / Bajas

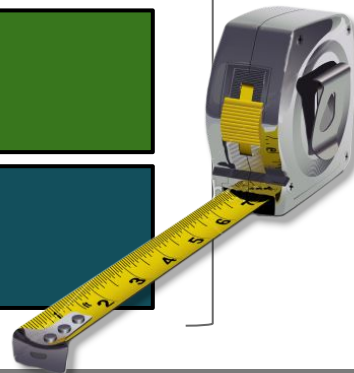
Tráfico

Recargas

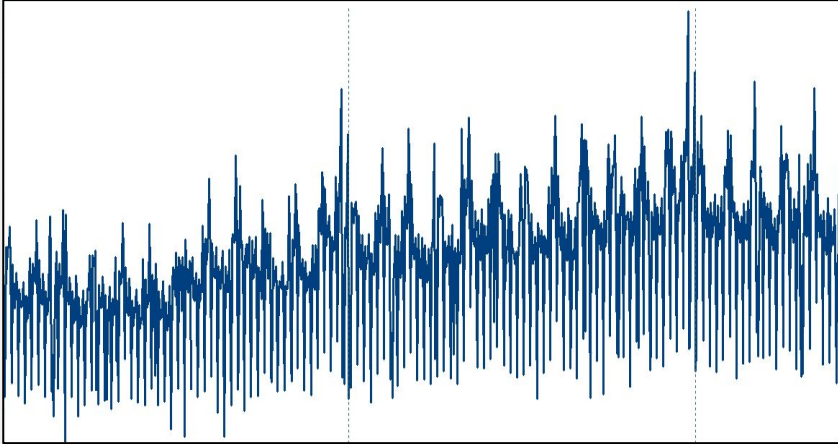
Canales de TV

...

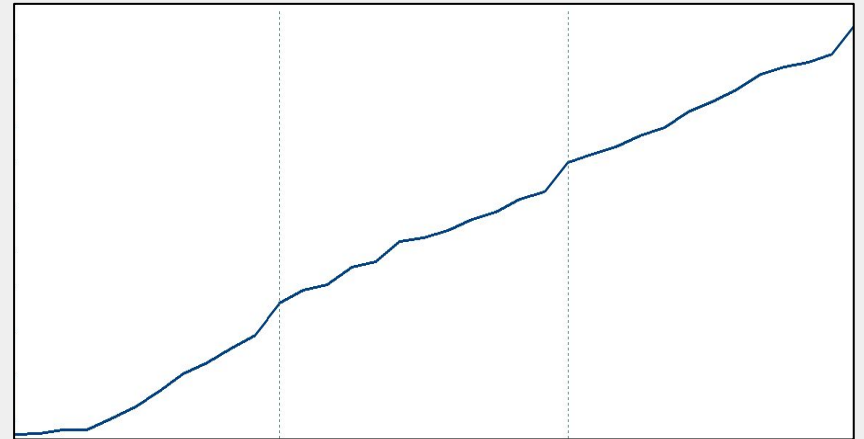
Frecuentemente, los productos pueden medirse en **unidades físicas** y esto es lo que recomendamos. En algunos casos, no obstante, podemos usar **unidades monetarias** para representar un producto de dos unidades físicas heterogéneas.



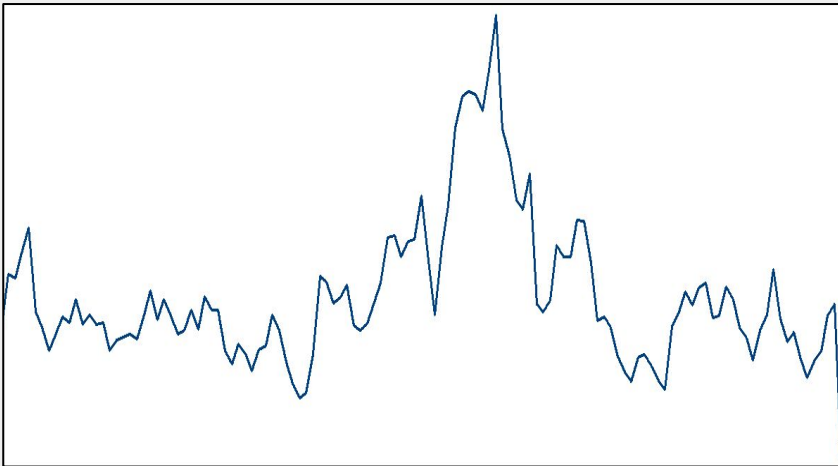
Recargas Diarias Pre-Pago



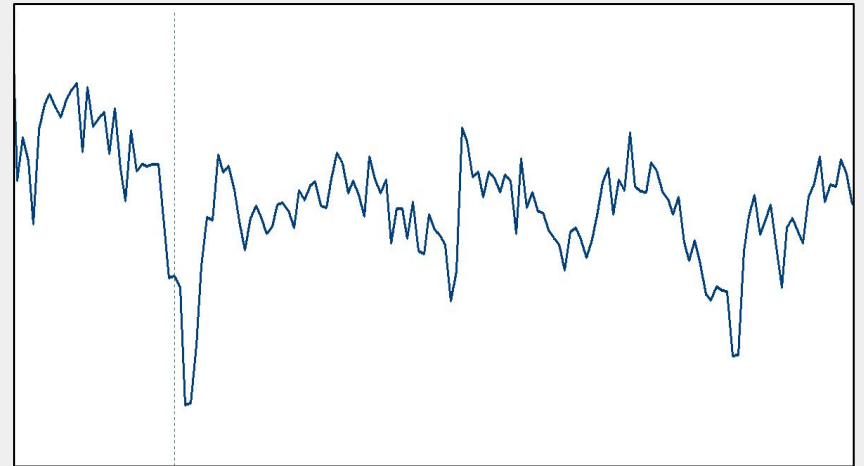
Portfolio Mensual



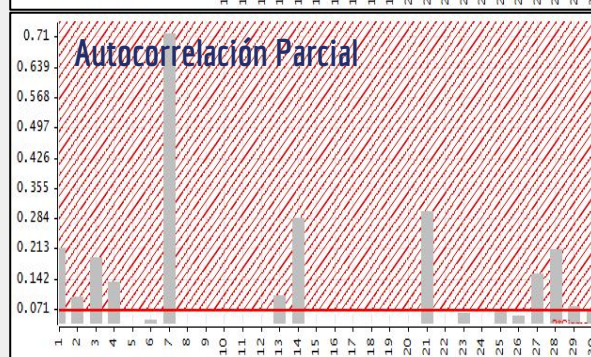
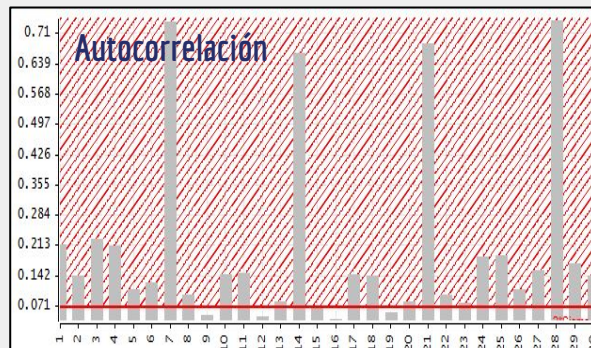
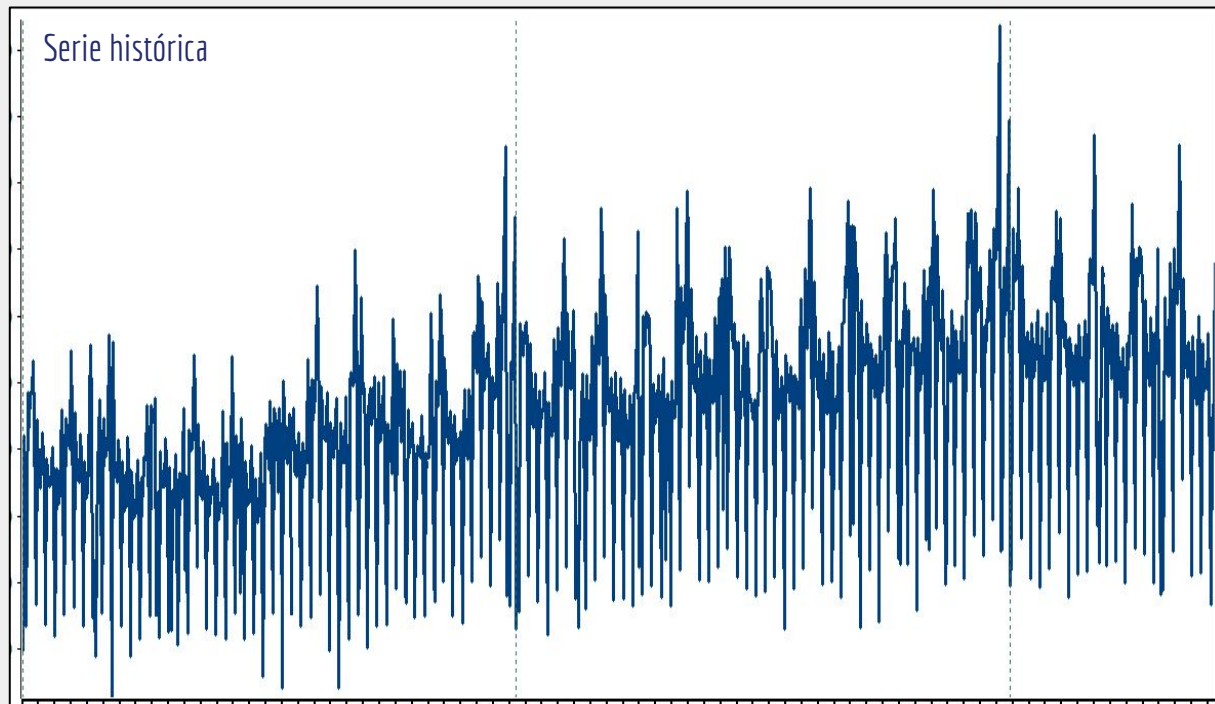
Llamadas Semanales Atendidas



Televentas Totales Semanales



# Ejemplo: Recargas Pre-pago



- Frecuencia: Diaria.
- Histórico: Ene, 2008 - May, 2010
- Unidad: Moneda local.

1. ¿Cómo son las recargas por semana? ¿por mes?
2. ¿Cómo es la tasa de crecimiento mensual?
3. ¿Cómo es la serie en logaritmos?

# Modelos de Marketing Mix

Bayesian MMM







MMM es un instrumento de cambio,  
de desarrollo de **AUTÉNTICA** Inteligencia de Negocio

# Comunicación y Ventas

mensaje



grp

adstock

saturación

rendimientos  
decrecientes

# No se puede entender la publicidad aisladamente

Para medir adecuadamente el efecto del marketing, que es relativamente pequeño y muy distribuido en el tiempo, debemos medir los otros efectos, que son mayores y que impiden su visión directa.

Ello nos lleva a la necesidad de entender y medir el mercado en su conjunto.

La señal de que nuestro entendimiento es apropiado es nuestra capacidad predictiva.



# Muchas variables actúan sobre la Demanda



# Preguntas de Negocio que responde MMM

- ¿Cuál es el efecto dado por el entorno (Ex. Economía, Estacionalidad, Competencia)?
- ¿Cómo han impactado las distintas campañas en las ventas?
- ¿Cómo cambian mis ventas si disminuyo el precio?
- ¿Qué competidor me está afectando más?
- ¿Cómo debo distribuir mi inversión publicitaria?
- ¿Qué drivers priorizar para cumplir las metas?
- ¿Cuál es el ROI de la publicidad en la TV? ¿Cuál es la efectividad actual?
- ¿Qué medio de comunicación y action mix debería tener la campaña para que el efecto sea mejor que la media?
- ¿Qué características son relevantes en la efectividad de la campaña?

# ¿Qué son los modelos?

**Input (X)**

$$f(X) = F$$
$$Y = F + N$$

**Output (Y)**



Variables sobre las que se tiene **control**



Variables que están bajo el control de la **competencia**



Variables de **entorno**



# ¿Qué son los modelos?

## Input (X)

$$f(X) = F$$
$$Y = F + N$$

## Output (Y)

Nivel de Incertidumbre



Variables sobre las que se tiene **control**

Precio  
Publicidad  
Promoción  
Distribución

**Conocidas:**  
Optimizables



Variables que están bajo el control de la **competencia**

Precio  
Publicidad  
Promoción

**Desconocidas:**  
Su futuro se representa en forma de distribuciones de probabilidad



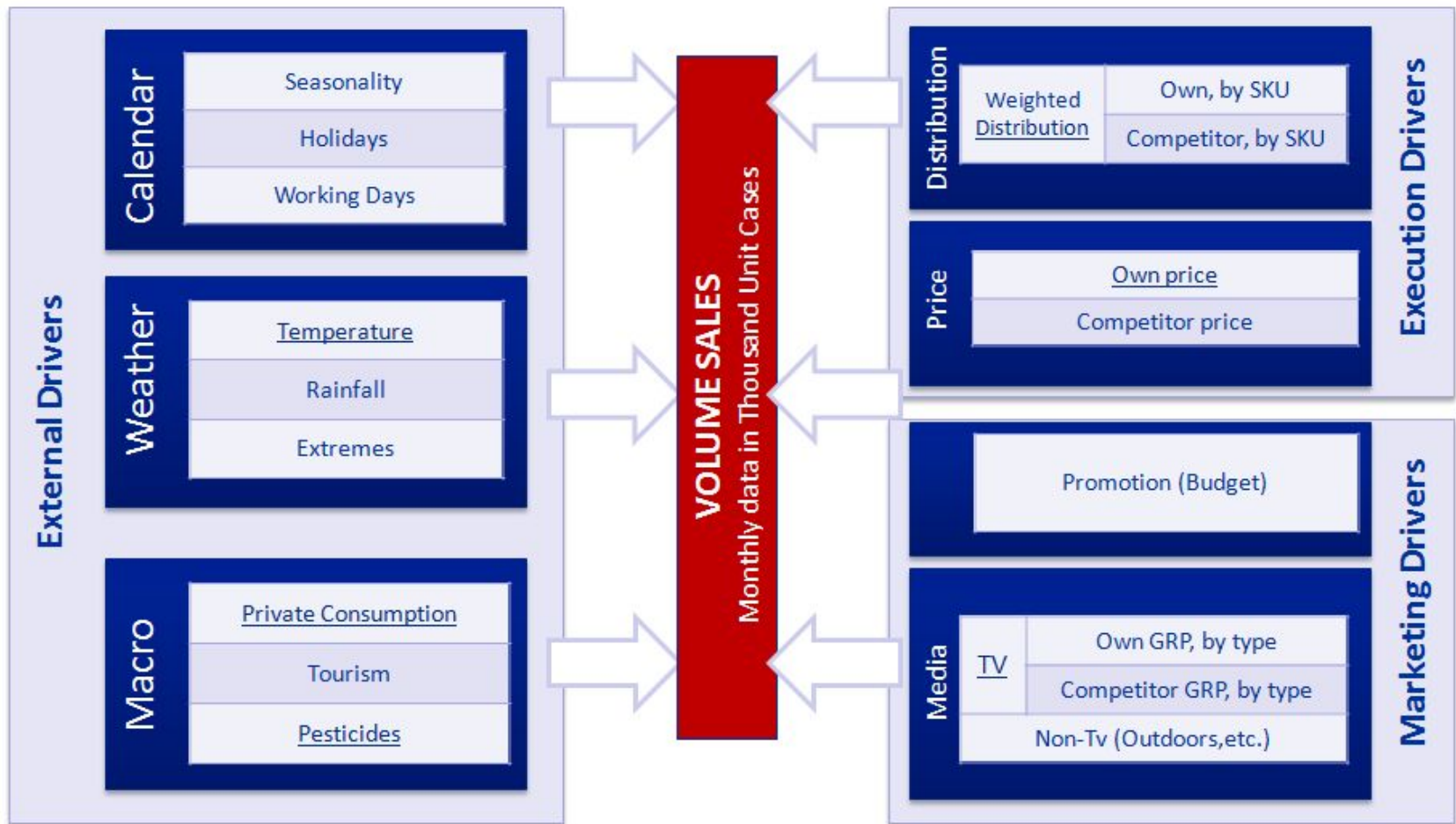
Variables de **entorno**

Economía

Calendario

**Deterministas**

# Ejemplo de MMM





# Calendario

¿Cómo afecta el calendario social a mi demanda?

¿Efecto positivo/negativo?

¿Efecto traslado?

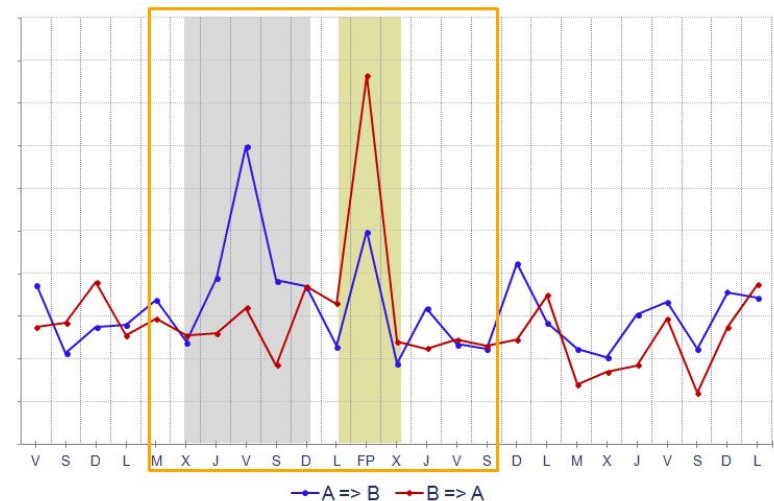
¿El efecto cambia según el día de la semana en que ocurre el feriado? ¿y si hay “puente”?

¿Hay festivales locales? ¿Cómo representar el efecto de un festivo no nacional?

¿Hay diferencia entre el efecto de Semana Santa y el efecto de la Navidad?

¿Hay otros efectos previsibles, dentro de un mismo mes?

## Número de Viajeros y “Festividad del Pilar”

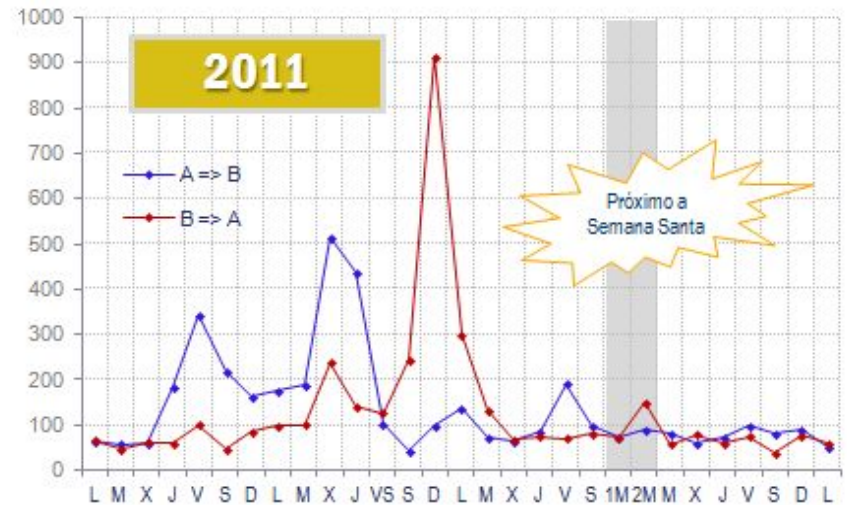
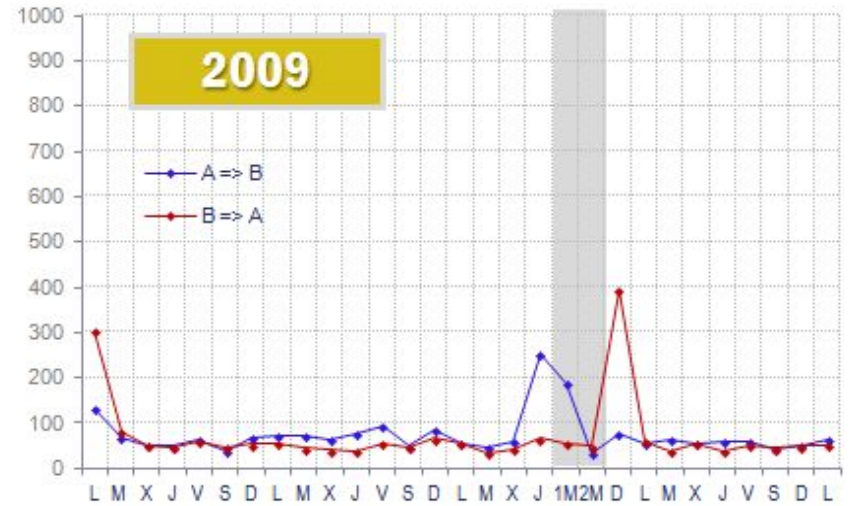
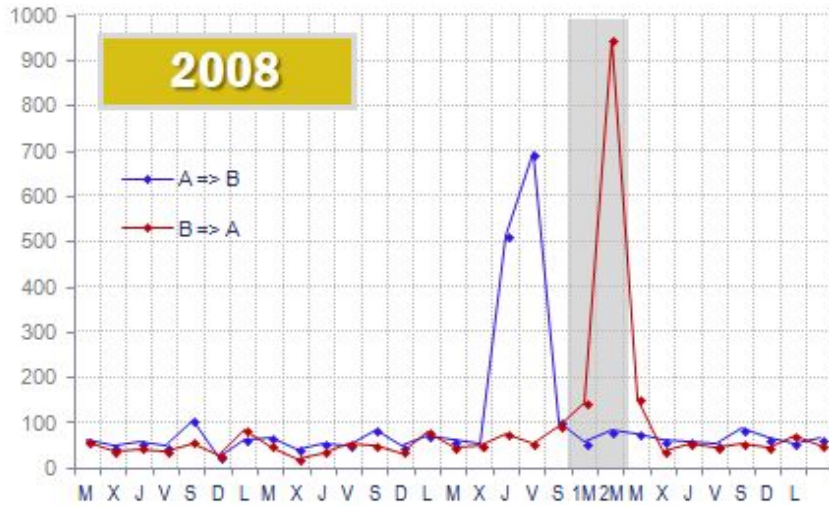


**Efecto en el tiempo**



**Compensación**

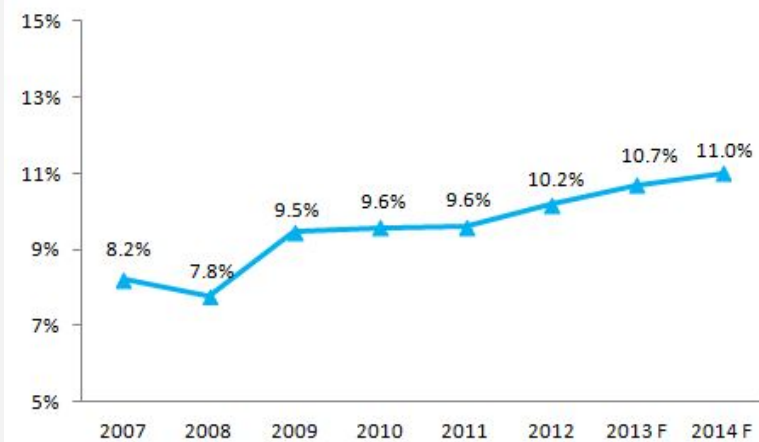
# Ejemplo: Puente de Mayo



## Consumo Privado



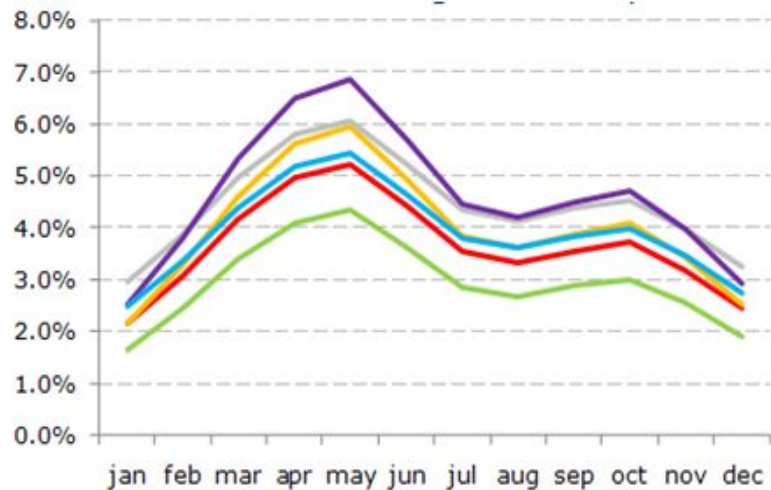
## Tasa de Desempleo



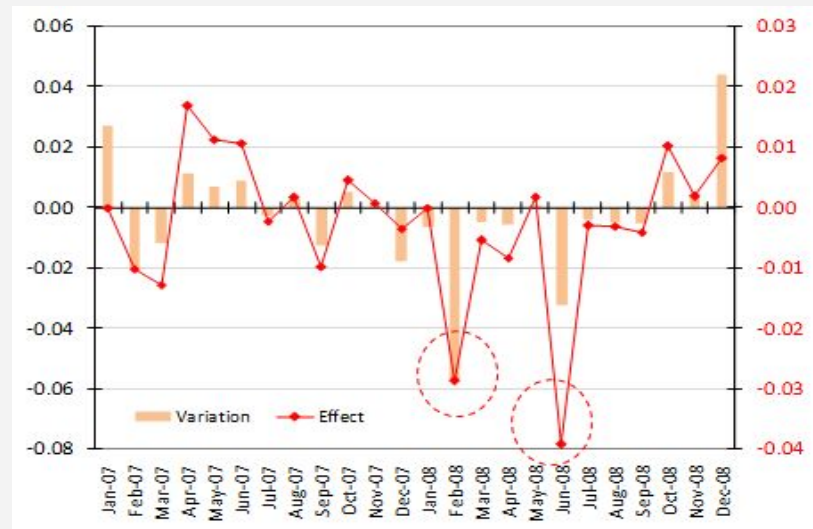
- ¿Cómo afecta el contexto económico a mi demanda?
- ¿Qué indicador representa mejor el contexto económico relacionado con mi negocio?
- ¿Cómo representar la relación entre la economía del país?
- ¿El efecto sobre mis ventas es igual antes / durante / después de 2008?
- ¿Qué dificultades pueden presentarse para hacer uso de las variables económicas?

# Temperatura

## Efecto de 1°C extra



## Impacto en las Ventas



- ¿Qué ocurre si la temperatura media se eleva 1°C?
- ¿Cómo representamos el efecto de la temperatura?
- ¿Qué otras variables pueden representar el clima? ¿Qué es más importante en España: temperatura máxima o precipitación?
- ¿Qué dificultades pueden presentarse para hacer uso de las variables climatológicas?

# Publicidad en TV

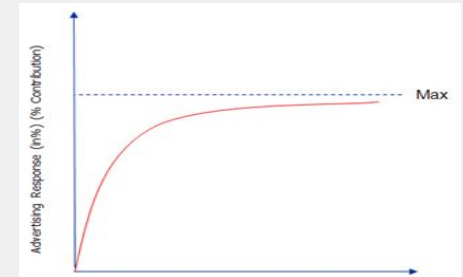
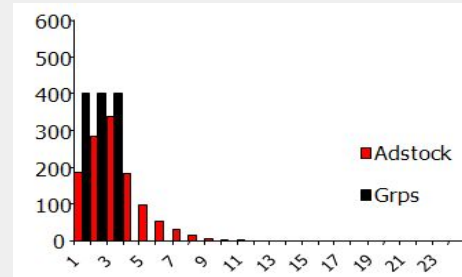
## GRPs

**Gross Rating Point**, es una unidad de medida de la audiencia: representa el porcentaje de población objetivo alcanzado por un anuncio.

$$\text{GRP} = \text{Cobertura} \times \text{Frecuencia}$$

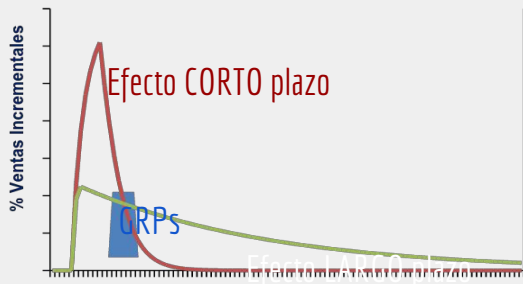
## Contribución

El efecto de la publicidad se diluye con el tiempo (**memoria**), además tiene **rendimientos decrecientes** y un punto de **saturación**.



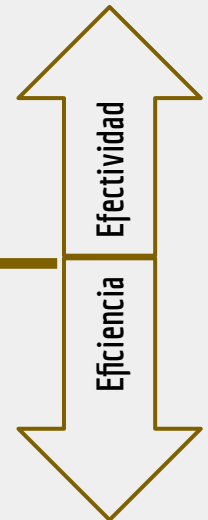
## Corto & Largo Plazo

**Inmediato:** Incremento de las ventas a corto plazo. **Largo plazo:** Efecto que permite afianzar una marca en el mercado.

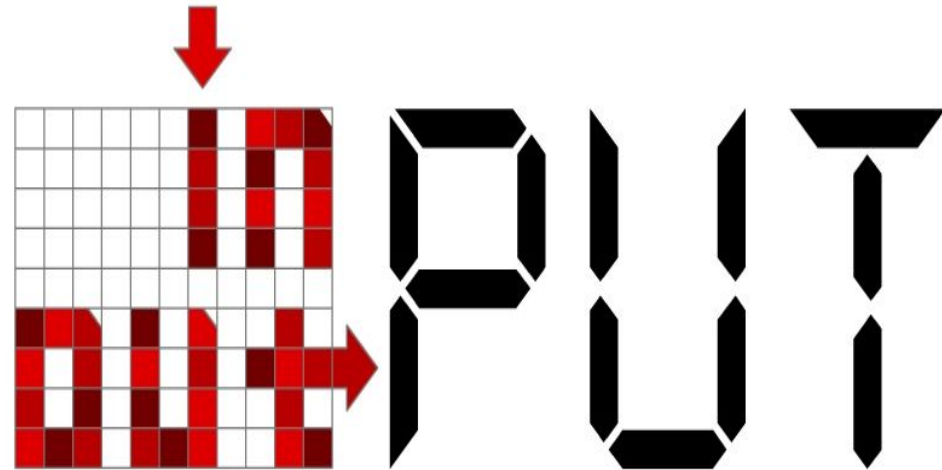


## ROI

$$\text{ROI} = \frac{\text{Aumento en el Beneficio Bruto (Contribución)}}{\text{Gasto (Inversión)}}$$



# ¿Cómo es la relación ?

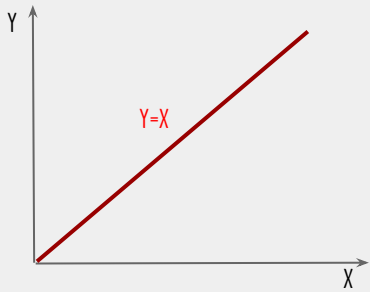


- ✓ ¿Relación positiva o negativa?
- ✓ ¿Relación lineal o no lineal?
- ✓ ¿Existe memoria? ¿Cuánto dura?
- ✓ ¿Existen rendimientos decrecientes?
- ✓ ¿Existe saturación?
- ✓ ¿Efecto multiplicativo o aditivo?
- ✓ ¿Interacción con otros inputs? ¿Cómo?

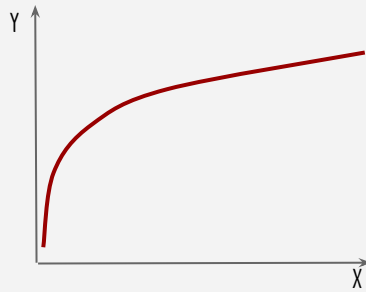
# Funciones de Transferencia

## Transformación Instantánea del input

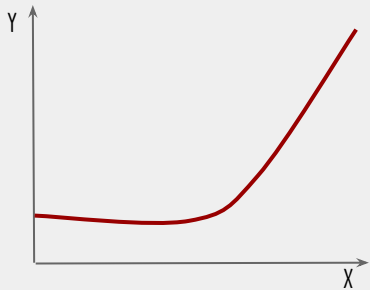
### Identidad



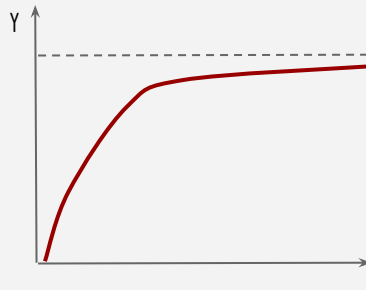
### Logaritmo



### Piecewise

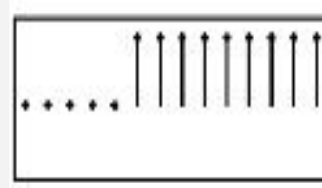


### RD-Saturación

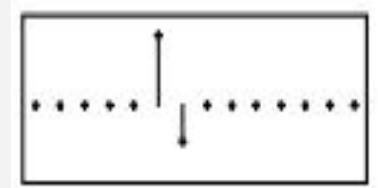


## Estructura temporal de la respuesta

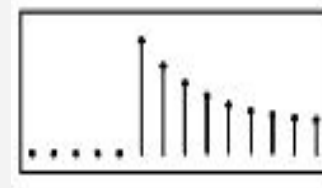
### Nuevo Nivel



### Compensación



### Decreciente



### Creciente



# Un ejemplo de modelo

Output

Filtro (F)

Noise (N)

Polinomio  
ARIMA

$$\log y_t = \sum_i \frac{\omega_i(B)}{\delta_i(B)} f_i(x_{it}) + \frac{\theta(B)}{\phi(B)\pi(B)} e_t$$

Efecto  
Contribución de X(i)

$$y_t = \sum_i \alpha_i x_{it} + \frac{MA}{ARI} a_t$$



the theory



that would



not die



how bayes' rule cracked



the enigma code,

hunted down russian

submarines & emerged

triumphant from two



centuries of controversy

sharon bertsch mcgrayne



# El papel del Enfoque Bayesiano



Permite la **acumulación** de conocimiento.



Permite el **diálogo** de los datos con el conocimiento de **negocio** y por ello, adecuada para modificar dicho conocimiento con el peso de la evidencia empírica.



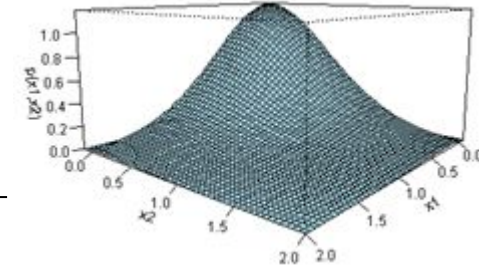
El factor crítico de todo este proceso es la **actividad diagnóstica** que compara los supuestos teóricos con la evidencia.

# Formas de Priori

El parámetro es  
POSITIVO o NEGATIVO

Restricción de  
Dominio

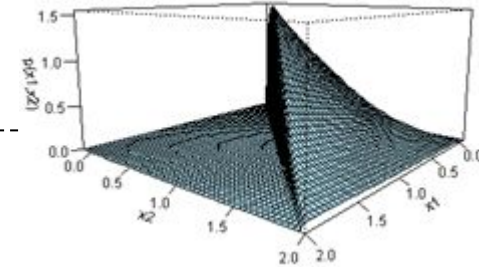
$$\beta_B > 0$$



Valor MEDIO del  
parámetro debe ser ...

Estudios previos y  
Teoría

$$\beta_i = m \pm v$$

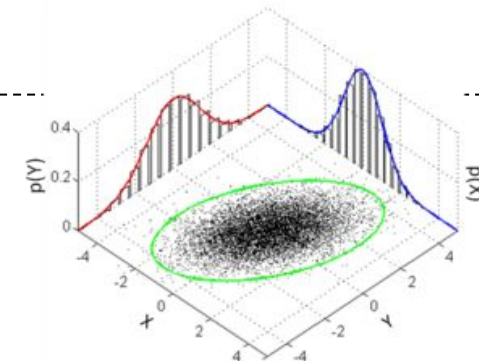


Estos parámetros son  
SIMILARES ...

Diversos grupos  
con diferentes  
respuestas

$$\beta_B \approx \beta_A + \xi$$

$$\beta_A \approx \beta_T + \psi$$



El ORDEN entre estos  
parámetros es ...

Un grupo tiene la  
mayor respuesta

$$\beta_1 > \beta_2$$

$$\beta_1 = \beta_2 + \beta_3$$

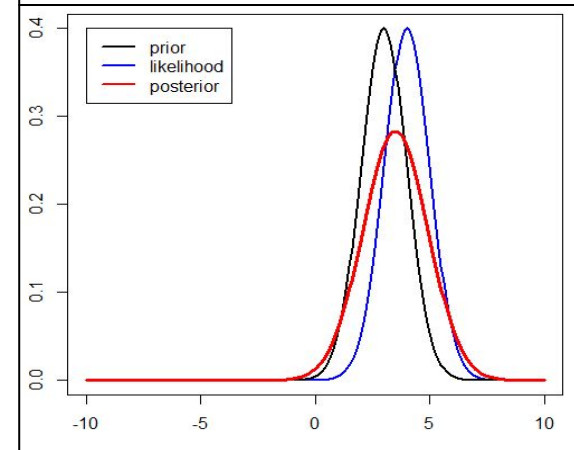
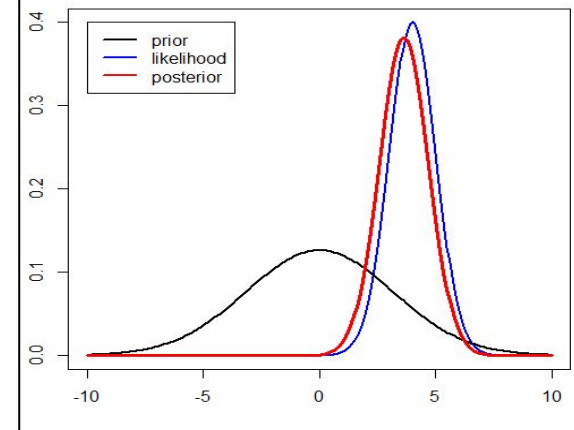
# ¿Dónde hay información a priori?

## Teoría económica

## Experiencia & Conocimiento de negocio

## Investigaciones o estudios paralelos

## Prioris revelados



# Precios

ventas

precio propio

precio del i-ésimo competidor

Asumiendo que las elasticidades directas y cruzadas son constantes:

$$\log(V_t) = \alpha(B) \log\left(\frac{P_t}{CPI_t}\right) + \sum_i \beta_i(B) \log\left(\frac{CP_t}{P_t}\right) + R_t$$

IPC

otros componentes

- Los parámetros deben satisfacer:

un aumento en el precio de la competencia debe estimular las ventas

$$\begin{aligned} \alpha &< 0 \\ \beta_i &> 0 \\ \alpha - \sum_i \beta_i &< -1 \end{aligned}$$

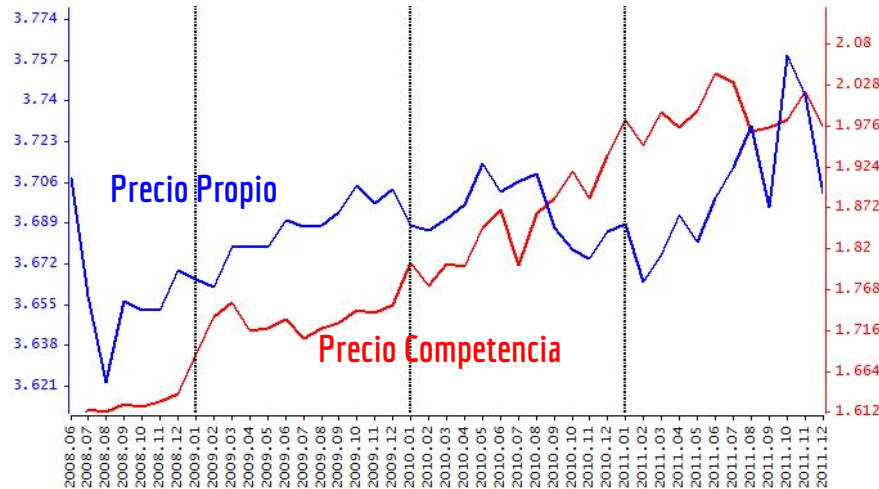
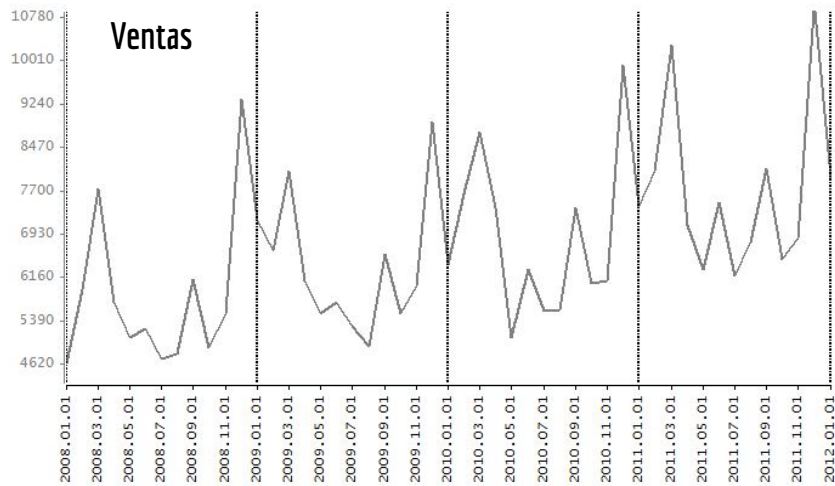
un aumento en el precio propio mientras el IPC se mantiene estable debe producir un efecto negativo

elasticidad de la marca al precio propio

- Además...

- los efectos absolutos derivados de los cambios en precios relativos entre productos que compiten también deberían estar restringidos
- las respuestas al precio podrían ser no instantáneas, especialmente para canales de consumo inmediato y packs.

# Ejemplo: Elasticidad-Precio

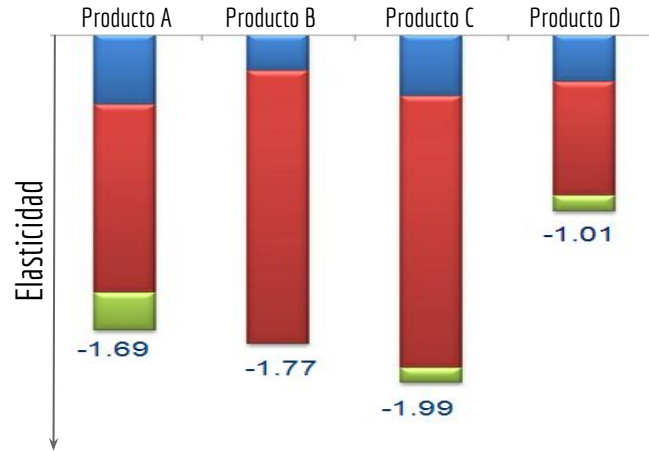


	PRIOR 01	PRIOR 02	PRIOR 03
Precio Propio	$N(-1,0.3) \text{ I}[-2,0]$	$N(-2,1.5) \text{ I}[-8,0]$	--
Precio Competencia	$N(0.2,0.1) \text{ I}[0,1]$	$N(0.3,0.6) \text{ I}[0,4]$	--

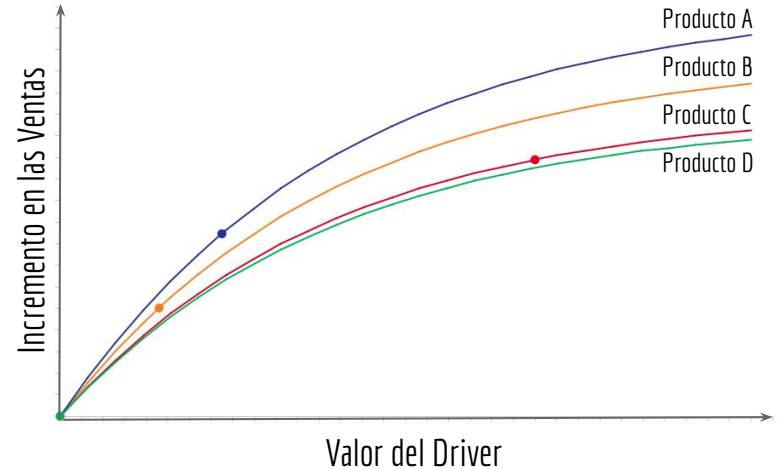
	PRIOR 01		PRIOR 02		PRIOR 03	
	mean	sigma	mean	sigma	mean	sigma
Precio Propio	-1.029	0.303	-2.280	1.285	-301.984	32.475
Precio Competencia	0.199	0.091	0.546	0.379	1.952	2.044
Temperatura P0	0.021	0.018	0.021	0.017	0.010	0.009
Temperatura P1	0.061	0.036	0.061	0.036	0.053	0.031
AR(1)	0.900	0.071	0.886	0.082	0.238	0.185
MA(12)	0.607	0.209	0.550	0.207	0.464	0.216

# Los modelos sirven para conocer TODOS los efectos

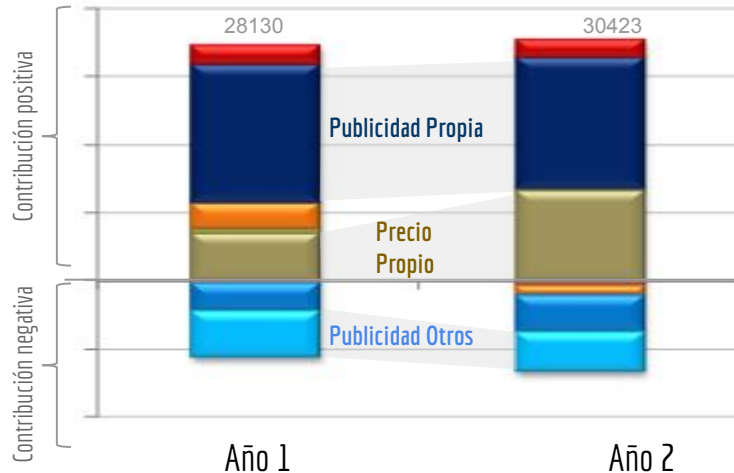
INTERPRETACIÓN DE PARÁMETROS



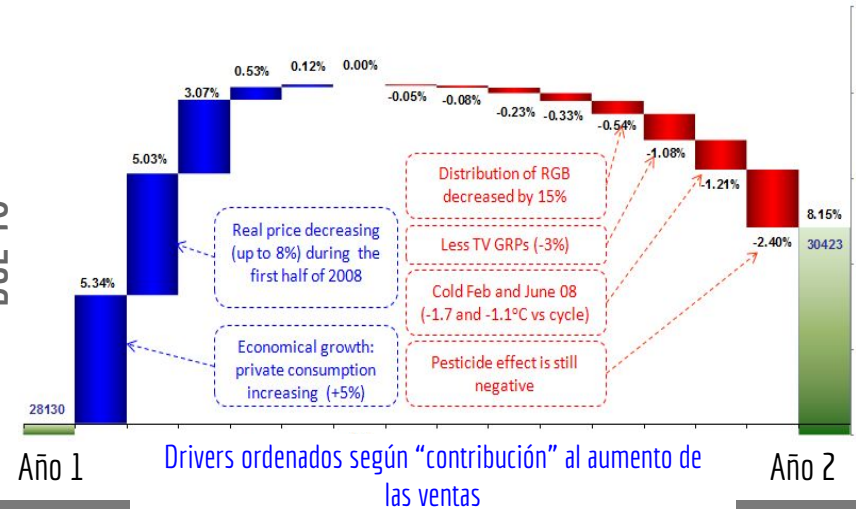
CURVAS DE RESPUESTA



DESCOMPOSICION



DUE-TO





**En Resumen ...**



# Los modelos son herramientas estratégicas para:

## Decisión

Decisiones rápidas y eficientes

## Aprendizaje

Evaluar

Evaluación de políticas y acciones

Alertar

Identificación precoz de cambios

Innovar

Fuerte control diagnóstico

Comunicar

Entre decisores y modelos

# Los Modelos tienen que ...

Representar el **mercado**, su evolución temporal y las innovaciones que este sufre.

Ser **dinámicos**, es decir representar relaciones que no son instantáneas, con distintos tipos de memoria, que son cambiantes en el tiempo y la propia evolución de fondo de los mercados.

Representar las **acciones** competitivas propias y de la competencia, así como la evolución de las condiciones externas

Ser concebidos como una herramienta de **diálogo** entre los ejecutivos y la realidad del mercado.

Por ello, no pueden ser contruidos de espaldas a los **decisores**, ni de las ideas que estos tienen acerca de cómo funcionan los distintos drivers


$$Y = f(X) + N$$


# ¿Qué se necesita para Modelar?

## Modelar es todo un desafío ...

- ✓ Conocimiento del negocio / problema
- ✓ Datos: internos, públicos, micro, macro, etc.
- ✓ Conocimientos de matemáticas y probabilidad
- ✓ Conjeturar y expresar conjeturas formalmente
- ✓ Herramientas computacionales
- ✓ Paciencia y muchas ganas de descubrir



# ANEXO

Slides Extras

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

$$n(t) = \frac{s(t)}{1 - \int s(t) dt}$$

$$\zeta(n) = 1 + \frac{1}{2^n} + \int_0^1 \frac{1}{3^n(t)} dt = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^n}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s}$$

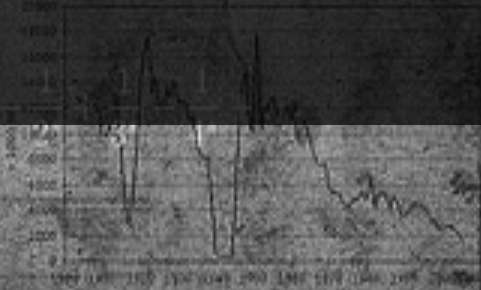
$$n(t) = \frac{s(t)}{1 - \int s(t) dt}$$

$$\eta(s) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k^s} = 1 - \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} - \frac{1}{4^s} + \dots$$

$$n(t) = \frac{s(t)}{1 - \int s(t) dt}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = \prod_p \frac{1}{1 - p^{-s}} \text{ for } s > 1.$$

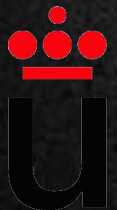
$$\frac{1}{\zeta(s)} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu(n)}{n^s}$$

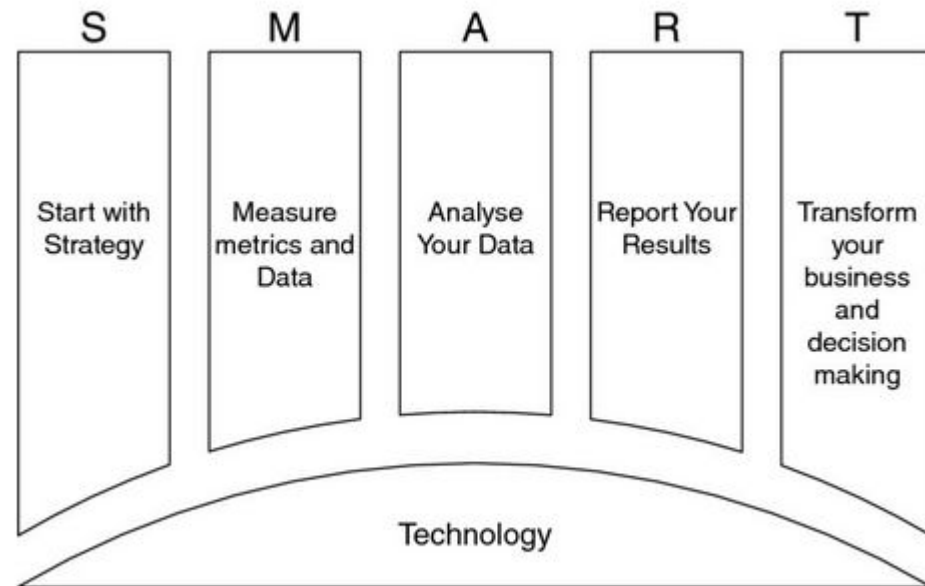
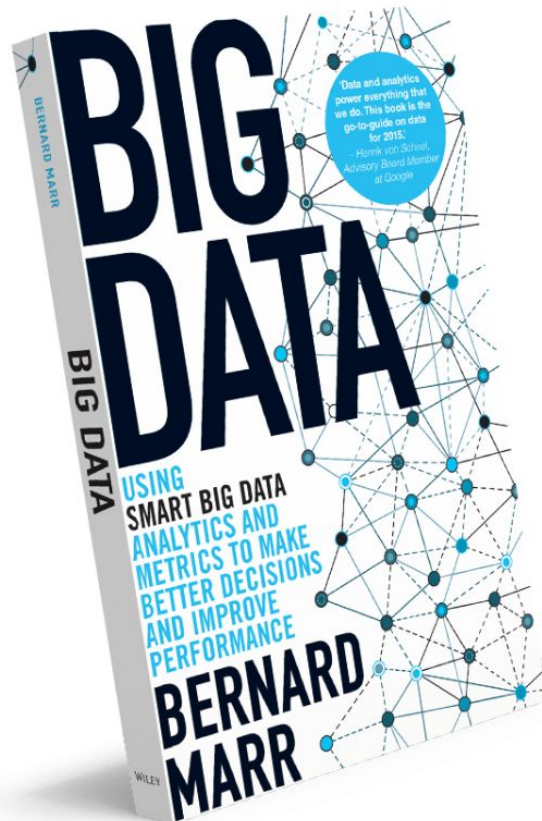


$$\eta(s) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{k^s} = 1 - \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} - \frac{1}{4^s} + \dots$$

$$\zeta(n) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^n} = 1 + \frac{1}{2^n} + \frac{1}{3^n} + \dots = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^n}$$

$$\frac{1}{\zeta(s)} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu(n)}{n^s}$$





**Figure 1.1** The SMART Model

**Big Data: Using SMART Big Data, Analytics and Metrics To Make Better Decisions and Improve Performance**

[Bernard Marr](#)

ISBN: 978-1-118-96583-2

256 pages

January 2015

## Why big data matters to marketing



Having big data doesn't automatically lead to better marketing – but the potential is there. Think of big data as your secret ingredient, your raw material, your essential element. It's not the data itself that's so important. Rather, it's the insights derived from big data, the decisions you make and the actions you take that make all the difference.

[http://www.sas.com/en\\_us/insights/big-data/big-data-marketing.html](http://www.sas.com/en_us/insights/big-data/big-data-marketing.html)

## MARKETING MIX MODELLING AND BIG DATA

Dr. Peter Cain | June 12th, 2014

[http://www.itqanalytics.com/community/blog/marketing-mix-modelling-big-data#.U7lc2fl\\_tws](http://www.itqanalytics.com/community/blog/marketing-mix-modelling-big-data#.U7lc2fl_tws)

In order to handle increased data size and complexity, econometric analysis often aggregates the data ... Each approach essentially constitutes an alternative method of data pooling, enabling a significant reduction in the number of specified parameters. Coupled with sparse matrix forms for efficient storage and estimation, such model structures are well placed to handle the Big Data challenge.

BIG DATA

The Economist Group

## The best of both data worlds

Integrating online data into marketing mix models is the future

APRIL 11 2014 <http://www.economistgroup.com/leanback/big-data-2/nielsen-study-data-media-mix-modeling/>

MÁSTER EN

**DATA**  
SCIENCE



Universidad  
Rey Juan Carlos

MA#6 - Marketing Mix Models

# Modelos de Previsión (Bayesianos) en la Empresa

**Romy Rodríguez-Ravines**

Modelación & Escuela

Bayes  Forecast



# Bayes

Forecast



## MODELACIÓN, PREVISIÓN, DECISIÓN

[www.bayesforecast.com](http://www.bayesforecast.com)

Bayes es una compañía comprometida con el desarrollo de la inteligencia de sus clientes y de la sociedad. **Comprensión de los hechos y previsión son elementos fundamentales de la inteligencia.** Por ello, trabajamos para que los modelos predictivos se conviertan activos estratégicos para la creación de la inteligencia corporativa: son elementos “vivos” que, día a día, generan conocimiento y dan soporte a la toma de decisiones empresariales.