A blue text on a black background

AI-generated content may be incorrect.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Fundamentals of Quantitative Modeling |
|  |  |
|  | Lucas Gonzalez  Language: Spanish  11/25/25 |

**📘 Fundamentos de Modelado Cuantitativo —**

**Módulo 1**

**¿Qué es un modelo?**

* **Una descripción formal de un proceso de negocio.**
* **Generalmente involucra ecuaciones matemáticas y variables aleatorias.**
* **Casi siempre es una simplificación de una estructura más compleja.**
* **Normalmente se apoya en un conjunto de supuestos.**
* **Suele implementarse en un programa de computadora o en una hoja de cálculo.**

**Ejemplos de modelos**

* **El precio de un diamante como función de su peso.**
* **La propagación de una epidemia a lo largo del tiempo.**
* **La relación entre la demanda y el precio de un producto.**
* **La adopción de un nuevo producto en un mercado.**

**Diamantes y peso**[A diamond ring with a graph

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230770325-99d91daa-a7bf-4379-973e-083e45a9f46f.png)

**Propagación de una epidemia**[A person wearing a protective suit and mask

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230770391-33370d55-acce-40c6-a60e-d8fc2ba69c62.png)

**Modelos de demanda**[A graph and a chart of vegetables

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230770433-138a7431-3099-4200-b20f-283a4b8c885f.png)

**Adopción de un nuevo producto**[A graph and diagram of a market saturation model

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230770481-ea47ee27-c42d-40ce-96d5-8a15015527dc.png)

**Formas de usar modelos en la práctica**

* **Predicción: Calcular un único resultado. Ej.: ¿Cuál es el precio esperado de un anillo de 0.2 quilates?**
* **Pronóstico (series temporales): Ej.: ¿Cuántas personas se espera que estén infectadas en 6 semanas?**
* **Optimización: ¿Qué precio maximiza la ganancia?**
* **Ranking y focalización: Con recursos limitados, ¿qué diamantes conviene comprar primero?**
* **Escenarios “what-if”: ¿Qué pasa si la tasa de crecimiento de la epidemia sube al 20% semanal?**
* **Interpretación de coeficientes: ¿Qué nos dice un coeficiente −2.5 en un modelo precio/demanda?**
* **Evaluar sensibilidad del modelo a supuestos clave.**

**Beneficios del modelado**

* **Identificar brechas en el entendimiento actual.**
* **Hacer explícitos los supuestos.**
* **Definir un proceso de negocio de forma clara.**
* **Crear memoria institucional.**
* **Usarse como herramienta de soporte para decisiones.**
* **Generar ideas inesperadas.**

**Flujo de trabajo del proceso de modelado**

[A diagram of a model

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230773640-82f4dcd2-f996-419d-8c74-61891071cf5e.png)

**¿Qué pasa si el modelo no siempre funciona?**

**Cuando el resultado observado difiere mucho de la predicción del modelo, existe la oportunidad de aprender si podemos entender por qué ocurrió la diferencia.**

**El modelado es un proceso continuo y evolutivo:  
Identificamos debilidades y limitaciones, e iteramos para superarlas.**

**Data-driven vs. Theory-driven**

* **Teoría: Dado un conjunto de supuestos, ¿cuáles son sus consecuencias?  
  Ej.: Si los mercados son eficientes, ¿cuál debería ser el precio de una opción?**
* **Datos: Dados los datos observados, ¿cómo aproximamos el proceso que los generó?  
  Ej.: ¿Qué características diferencian clientes rentables de los no rentables?**

**Determinístico vs. probabilístico/estocástico**

* **Determinístico: mismos inputs → mismo output.  
  Ej.: Invertir $1000 al 4% compuesto por 2 años siempre da $1081.60.**
* **Probabilístico: con los mismos inputs el resultado puede variar.  
  Ej.: Una persona gasta $1000 en lotería; el valor final depende del resultado aleatorio.**

**Variables discretas vs. continuas**

* **Discretas: valores separados (saltos).**
* **Continuas: infinitos valores posibles en un intervalo.**

**Estático vs. dinámico**

* **Estático: foto de un momento.  
  Ej.: ¿Probabilidad de que un sitio web esté comprometido hoy?**
* **Dinámico: evolución del proceso.  
  Ej.: ¿Cuánto tardará alguien en encontrar trabajo y cuánto lo mantendrá?**

**Función lineal**

[A graph of a function

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230774475-7ea3b045-9502-4053-ac08-643c29a9e670.png)

Característica esencial: la pendiente es constante.

**Función potencia**[A graph with colored lines

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230774533-708c55d7-d1d4-4d49-8f11-d7726f694a73.png)

* .

Característica esencial: un cambio porcentual en la entrada produce un cambio porcentual aproximadamente proporcional en la salida.

**Función exponencial**[A graph of exponential function

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230774713-d46dae68-b138-4488-89d0-9556fdb9ac38.png)

* .

Característica: la tasa de cambio de la variable es proporcional a sí misma.

**Función logarítmica**[A graph with a line

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230774914-56ce0522-ab48-46b2-bf60-4073c0f41c05.png)

* .
* .
* La función logarítmica es muy útil para modelar procesos que exhiben rendimientos decrecientes a escala.
* Existen procesos que aumentan, pero a una tasa cada vez menor.
* **Característica esencial:** un cambio proporcional constante en **x** está asociado con el mismo cambio absoluto en **y**.

**Módulo 2**

**Modelos determinísticos**

* No hay componentes aleatorios o inciertos en estos modelos.
* Si las entradas del modelo son las mismas, entonces las salidas siempre serán las mismas.
* Desventaja de los modelos determinísticos: es difícil evaluar la incertidumbre en los resultados.

**Una función de costo lineal**

* Sea q la cantidad de unidades producidas, y C el costo total de producir q unidades.
* Definimos: C = 100 + 30q.

[A graph showing the value of a graph

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230897263-cf6354bb-804c-4dee-98e2-52b98f4547a8.jpg)

**Interpretación**

* Los dos coeficientes de la recta son el intercepto y la pendiente:  
  en general, b y m; en este caso particular, 100 y 30.
* b: el costo total de producir 0 unidades. Es la parte del costo total que no depende de la cantidad producida: el costo fijo.
* m: la pendiente de la recta; representa el cambio en el costo total por cada unidad adicional producida: el costo variable.

**Ejemplo con una función “tiempo de producción”**

* Configurar una corrida de producción toma 2 horas, y cada unidad adicional producida siempre requiere 15 minutos (0,25 horas); “siempre” aquí significa una pendiente constante.
* Sea T el tiempo total para producir q unidades, entonces:  
  T = 2 + 0.25q
* Interpretación:
  + b es el tiempo de preparación (setup).
  + m es la tasa de trabajo (15 minutos por ítem adicional).

[A graph showing the value of a product

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230898112-9301e0b9-6cdf-44e3-9469-9673aadd56ae.jpg)

**Programación lineal**

* Uno de los usos clave de los modelos lineales es la Programación Lineal (LP), una técnica para resolver ciertos problemas de optimización.
* Estos modelos incorporan restricciones para hacerlos más realistas.
* Los problemas de programación lineal pueden resolverse con complementos (add-ins) de programas comunes de hojas de cálculo.

**Crecimiento en tiempo discreto**

* El crecimiento es un concepto fundamental en los negocios: la cantidad de clientes en el tiempo *t*; los ingresos en el trimestre *q*; el valor de una inversión en algún momento futuro *t*.
* A veces un modelo lineal puede ser apropiado para un proceso de crecimiento, pero una alternativa es un modelo de crecimiento proporcional.
* Crecimiento proporcional: un aumento (o disminución) porcentual constante de un período al siguiente**.**

**Interés simple**

* Se parte de $100 (capital inicial) y al final de cada año se gana un 10% de interés simple sobre esos $100.
* El interés simple significa que el interés solo se calcula sobre el capital inicial.
* Cada año la inversión crece por el mismo monto absoluto.

**Interés compuesto**

* Se parte de $100 (capital inicial) y al final de cada año se gana un 10% de interés compuesto.
* El interés compuesto significa que el interés generado también produce interés en los años siguientes.
* Observa que el crecimiento ya no es el mismo monto absoluto cada año, sino el mismo porcentaje (10%).

**Comparación entre ambos intereses**

[A graph showing a graph of growth

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230899107-b332ea49-a986-404b-8bec-218ed6176348.jpg)

**Crecimiento proporcional constante**

* Denotemos la cantidad inicial como P₀.
* Denotemos el factor de crecimiento proporcional constante como θ.
* La progresión de crecimiento es:  
  P₀, P₀·θ, P₀·θ², …
* θ > 1 significa que el proceso está creciendo.
* θ < 1 significa que el proceso está decreciendo.
* Este tipo de progresión se llama progresión geométrica.
* El multiplicador constante
* Si la captura (catch) cae un 5% cada año, entonces el multiplicador es θ = 0.95.
* En general, si el proceso cambia un R% en cada período de tiempo, entonces el multiplicador es:

[A graph showing a number of blue lines

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230900037-d3f62edd-2554-4810-8a24-dabcfb4ea20c.jpg)

**La suma de la serie geométrica**

* Si denotamos la suma hasta el tiempo **t** como **Sₜ**, entonces

1. Si un importe principal se compone continuamente a un tipo de interés anual nominal de R%, entonces en el año , donde .

**Modelar una epidemia**

1. El modelo no solo describe el crecimiento del dinero, se llama ***crecimiento o decaimiento exponencial*** dependiendo de si es positivo o negativo respectivamente.
2. Un modelo de tiempo continuo para las etapas iniciales de una epidemia indica que el número de casos a la semana es , a mitad de la semana 7, ¿cuántos casos esperas?

[A graph showing the number of cases

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230902097-804a13c1-a895-438c-89dc-c0dcd1554a88.jpg)

**Cálculo del número esperado de casos**

1. Interpretación del coeficiente de 0,15: Existe una tasa de crecimiento semanal aproximada de 15 en los casos.
2. Los modelos continuos permiten cálculos en cualquier valor de , no solo en un conjunto de valores discretos.

**Uso de un modelo para optimización**

1. Un objetivo común de modelado es realizar una optimización posterior.
2. El objetivo de la optimización es encontrar el valor de una entrada que maximice o minimice una salida.

**Modelo de demanda**

1. Consideremos el modelo de demanda:
2. Si el precio de producción es constante en para cada unidad, ¿a qué precio se maximiza el beneficio?
3. Beneficio = Ingresos - Coste
4. Ingresos = .
5. Beneficio =
6. Objetivo: Elige maximizar esta ecuación.

**Aproximación por fuerza bruta**

[A graph with numbers and lines

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230902960-0a16a87d-c4b0-4217-869e-563e34157d4c.jpg)

**Enfoque de cálculo**

1. El beneficio se maximiza cuando la ***derivada*** o beneficio respecto al precio es igual a 0.
2. Mediante cálculo se obtiene el valor óptimo del precio como , donde es el coste de producción y es el exponente en la función de potencia.
3. El valor (-b) se conoce como ***elasticidad de precios de la demanda***.

**Visualización de la solución de cálculo**

[A graph of a graph of a graph

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/230903553-a380f0ec-0d77-463b-b4c4-df444e55d10d.jpg)

**Módulo 3**

**Modelos probabilísticos**

1. Estos son modelos que incorporan ***variables aleatorias*** y ***distribuciones de probabilidad***.
2. Las variables aleatorias representan los posibles resultados de un evento incierto.
3. La distribución de probabilidad asigna probabilidades a los distintos posibles resultados.
4. En la práctica usamos modelos probabilísticos porque la toma de decisiones realista a menudo requiere reconocer la incertidumbre en las integraciones y resultados de un proceso.

**Características clave de un modelo probabilístico**

1. Incorporando la ***incertidumbre*** explícitamente en el modelo podemos medir la incertidumbre asociada a los resultados, por ejemplo dando un rango a una predicción, lo cual es un objetivo más realista.
2. En un entorno empresarial, incorporar ***la incertidumbre*** es sinónimo de comprender y cuantificar el ***riesgo*** en un proceso empresarial, y idealmente conduce a mejores decisiones de gestión.

**Valorar a una empresa de desarrollo de medicamentos**

1. Una empresa tiene 10 medicamentos en una cartera de desarrollo.
2. Dado que un medicamento ha sido aprobado, has predicho sus ingresos.
3. Pero si un medicamento está aprobado o no es un evento futuro incierto (una variable aleatoria). Has estimado la probabilidad de aprobación.
4. Solo quieres invertir en la empresa si los ingresos totales esperados de la cartera superan los 10.000 millones de dólares en 5 años.
5. Necesitas calcular la ***distribución de probabilidad*** del ingreso total para entender el riesgo de inversión.

**Algunos ejemplos de modelos probabilísticos**

1. Modelos de regresión
2. Árboles de probabilidad
3. Simulación de Montecarlo
4. Modelos de Markov

**Modelos de regresión**

1. .
2. La banda gris ofrece un intervalo de predicción para el precio de un diamante extraído de esta población.

[A graph of a diamond price

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231178439-c4315006-1c48-4f10-8312-979bee01a70c.png)

1. Los modelos de regresión utilizan datos para estimar la relación entre el valor medio del resultado (Y) y una variable predictora (X).
2. La variación intrínseca en los datos en bruto se incorpora en las previsiones del modelo de regresión.
3. Cuanto menos ruido haya los datos subyacentes, más precisas serán las previsiones del modelo de regresión.

**Probabilidad de los árboles**

1. Las probabilidades te permiten propagar probabilidades a través de una secuencia de eventos.

[A diagram of a tree

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231179458-2832faa8-551a-4680-9239-35d69b26b9ff.png)

**Simulación de Montecarlo**

1. Del modelo de demanda
2. El precio óptimo era donde , es el coste, y .
3. ¿Y si no se sabe con exactitud?
4. La simulación de Monte Carlo reemplaza el número -2,5 por una variable aleatoria y recalcula usando diferentes realizaciones de esta variable aleatoria a partir de alguna distribución de probabilidad declarada.

**Entrada y salida de una simulación MC**

1. Entrada: de una distribución uniforme entre y .
2. Salida:
3. 100.000 réplicas
4. Intervalo.

[A diagram of a distribution of a product

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231181300-1ba328c8-00ed-420d-9be8-65a455172251.png)

**Modelos de cadenas de Markov**

1. Modelos dinámicos para transiciones discretas de espacio-estado temporal.
2. Ejemplo: situación laboral (el estado de la cadena).
3. Tiempo de tratamiento en bloques de 6 meses.
4. Modelos establecidos: 1. Empleados; 2. Desempleado y buscando; 3. Desempleado y sin buscar.

**Matriz de transición de probabilidad**

[A diagram of a diagram of a job

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231182428-86f8ebea-c389-4749-9216-072a9794dab6.png)

1. Propiedad de Markov: las probabilidades de transición solo dependen del estado actual, no de los estados previos. Dado el presente, el futuro no depende del pasado.

[A blue arrow pointing to a blue line

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231182569-7207109d-9a19-4749-bd17-e1235dfd8b1e.png)

**Una variable aleatoria continua**

1. Para una variable aleatoria continua, las probabilidades se calculan a partir de áreas bajo la ***función densidad de probabilidad***.

[A graph of a normal distribution

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231183685-2d238999-17bb-4651-a741-efa2eab69b90.png)

**Resúmenes clave de las distribuciones de probabilidad**

1. La media mide la centralidad.
2. Dos medidas de propagación: - Varianza y desviación estándar .

**La distribución de Bernoulli**

1. La variable aleatoria adopta uno de los dos valores: -$P(X=1) = p$ y -$P(X=0) = 1-p$.
2. A menudo se ve como un experimento que tiene dos resultados: éxito o fracaso. Éxito = 1 y fracaso = 0.
3. .
4. .
5. .
6. Para , y .

**La distribución binomial**

1. Una variable aleatoria binomial es el número de éxitos en  ***ensayos independientes de Bernoulli.***
2. Independiente significa que .
3. Independencia significa que saber que ha ocurrido no proporciona información sobre la ocurrencia de .
4. La independencia es una suposición simplificadora común en muchos modelos de probabilidad.
5. Ejemplo: Lanza una moneda justa 10 veces y cuenta el número de caras (llama a esto ).
6. En general, donde es el ***coeficiente binomial***: .

[A graph of a bar graph

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231186802-ac4be32a-510b-442a-b2e9-c39ecee7ab59.png)

**La distribución normal**

1. La dispersión normal, también conocida como la ***curva de campana***, es la distribución de modelado más importante.
2. Muchos procesos dispares pueden aproximarse bien mediante distribuciones normales.
3. Existen el ***Teorema Central del Límite*** que nos dice que la distribución normal debe esperarse en muchas situaciones.
4. Una distribución normal se caracteriza por su media y desviación estándar . Es simétrica respecto a su media.

**Ejemplos**

1. Existe una ***universalidad*** en la distribución Normal
2. Biológica: alturas y pesos
3. Financiero: retornos de acciones
4. Educativo: resultados de los exámenes
5. Fabricación: la longitud de un componente automotriz

[A graph of a function

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231188578-3f6fbd7a-e981-4b0e-8cf7-e69f99c81deb.png)

1. Es un ejemplo famoso de distribución continua, en comparación con que Bernoulli y Binomial sean discretas.

**La regla empírica**

1. La Regla Empírica es una regla para calcular probabilidades de eventos cuando la distribución subyacente o los datos observados están aproximadamente distribuidos normalmente.
2. Establece: 1. Hay una probabilidad aproximada del 68% de que una observación esté dentro de ***una*** desviación estándar de la media; 2. Existe una probabilidad aproximada del 95% de que una observación esté dentro de **dos**\* desviaciones estándar de la media; 3. Existe una probabilidad aproximada del 99,7% de que una observación esté dentro de ***tres*** desviaciones estándar de la media.

[A diagram of a normal distribution

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231189547-18b166d7-5ab1-4c45-a3f4-f039b2c80783.png)

**Ejemplo de la Regla Empírica**

1. Supongamos que el ***rendimiento*** diario de las acciones de Apple se distribuye aproximadamente con y .
2. ¿Cuál es la probabilidad de que mañana el precio de las acciones de Apple suba más de un 2,47%?
3. Técnica: Cuenta cuántas desviaciones estándar están 2,47% de distancia de la media, 0,13%. Llama a este ***contador*** la ***puntuación z***:
4. Así que, según la Regla Empírica, la probabilidad es aproximadamente del 16%.

[A diagram of a normal distribution

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231190355-1f9cba04-5e26-4913-9c33-2d1d931665ee.png)

**Módulo 4**

**Modelos de regresión**

1. Un modelo ***de regresión simple*** utiliza una única variable predictora para estimar la ***media*** de una variable de resultado , en función de .

**Ejemplo**

1. Usando los datos de los diamantes: la variable predictora es el peso del diamante en quilates y la variable de resultado es el precio del diamante.
2. Si la relación se modela con una línea recta, la llamamos ***regresión lineal***:

[A graph showing a diamond price

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231561048-fbcad55f-4b49-4ce9-8f76-f5654a905bf0.png)

**Correlación**

1. ***La correlación*** es una medida de la intensidad de la ***asociación lineal*** entre dos variables.
2. Se denota por , donde .
3. Los valores negativos de la correlación indican asociación negativa y los valores positivos indican asociación positiva.
4. Una correlación de 0 significa que no hay asociación lineal entre las variables.

**Preguntas que se pueden responder con una regresión**

1. En un entorno empresarial, la regresión se utiliza más a menudo como  ***herramienta de predicción***. Es una metodología básica  ***de análisis predictivo***: Dame un ***Intervalo de Predicción*** en el que el precio probablemente baje.
2. Interpretando los coeficientes a partir del modelo: ¿Cuánto espera pagar de media por diamantes que pesan 0,3 quilates frente a diamantes que pesan 0,2 quilates?
3. ¿Cuánto de la variabilidad del precio se explica por el peso del diamante?

**Ajustando un modelo a datos usando mínimos cuadrados**

1. Ajustar un modelo requiere un criterio de óptimalidad.
2. La mayoría de los modelos de regresión se ajustan usando ***mínimos cuadrados***: encontrar la recta que minimiza la suma de los cuadrados de la distancia vertical desde los puntos hasta la recta.

[A graph with a line

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231562618-2d322fe3-4971-4aac-853a-eb83ac47beaf.png)

**Residuos y valores ajustados**

1. Información clave: La línea de regresión descompone los datos observados en dos componentes; 1. Los valores ajustados (las predicciones); 2. Los residuos (la distancia vertical desde un punto hasta la línea)
2. Los valores ajustados son las previsiones.
3. Los residuos nos permiten evaluar la calidad del ajuste. Si un punto tiene un gran residuo, no está bien ajustado por la regresión. Si podemos explicar por qué, hemos aprendido algo nuevo.

**Interpretación de coeficientes de regresión.**

1. Por ejemplo.
2. Iguala las unidades en cada lado.
3. La interceptación se mide en unidades de .
4. La pendiente se mide en unidades de .
5. Interceptar = Tiempo de preparación en minutos.

* Pendiente = Ritmo de trabajo en minutos por elemento adicional.

[A graph showing a line of size

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231565833-f98f5b8e-3fb2-4376-a1bc-2783982a1c47.png)

**y Error Cuadrático Medio Raíz (RMSE)**

1. Mide la proporción de variabilidad en explicación mediante el modelo de regresión. Es el cuadrado de la correlación, .
2. La RMSE mide la desviación estándar de los residuos (la dispersión de los puntos alrededor de la línea de regresión ajustada).

**Uso del error cuadrático medio de raíz**

1. Suposición: en un valor fijo de , la distribución de puntos alrededor de la recta de regresión verdadera sigue una distribución normal, centrada en la línea de regresión.
2. Estas distribuciones normales tienen todas la misma desviación estándar , que se estima mediante RMSE.

**Un intervalo de predicción aproximado del 95% para una nueva observación**

1. Usando la suposición de normalidad y la Regla Empírica, (dentro del rango de los datos observados) se da un intervalo de predicción aproximado del 95% para una nueva observación

**Diagonostics residuales - comprobando la suposición de normalidad**

1. El histograma de los residuos de la regresión del diamante está aproximadamente distribuido Nomralmente, por lo que no aporta evidencia sólida ***en*** contra de la suposición de Normalidad.

[A diagram of residuals from a diamond

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231568185-2c9b0de6-e3e2-48c2-b608-8919fb602f63.png)

**Ajuste de curvas a datos**

1. A menudo las relaciones son no lineales.
2. Demanda de comida para mascotas frente a precio medio. Una línea no encaja bien con los datos.

[A graph of a line and a line

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231568526-55859b39-98fc-45c5-a4e0-f733cce89fb1.png)

**Al observar la curvatura, transformar**

1. Aquí es donde las funciones matemáticas básicas discutidas en el módulo 1 resultan muy útiles.
2. Mira los datos de la comida para mascotas después de haber hecho la transformación logarítmica.

[A graph of a function

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231568691-f43c44f7-35a7-4fa6-b6f3-193b993bb508.png)

**La ecuación de regresión para el modelo log-log**

1. La ecuación de regresión es ahora
2. Este proceso muestra cómo podríamos estimar realmente el modelo de demanda que fue objeto de la optimización en el módulo 2.

**Regresión múltiple**

1. ***Los modelos de regresión múltiple*** permiten incluir muchas variables predictoras: en el conjunto de datos de economía de combustible podríamos añadir la potencia de un coche como predictor adicional
2. Con dos predictores, el modelo de regresión se convierte en

**Peso y potencia como predictores del consumo de combustible**

1. Ajustando un modelo de regresión múltiple del consumo de combustible en función del peso y la potencia.
2. El modelo ahora es un plano en lugar de una línea.
3. Para este modelo, y , una mejora respecto al modelo de regresión simple incluyendo solo peso.

[A graph of a graph showing a large triangle

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231571540-62bbc686-01a6-42a4-a9bc-9e79af56804a.png)

**Regresión logística**

1. La regresión lineal es más adecuada cuando la variable de resultado es continua.
2. En muchos problemas empresariales, la variable de resultado ***no*** es continua, sino ***discreta***; Compra un producto: Sí/No; Resultado médico: Vivir/Morir; Actividad en la web: Regístrate/No te apuntes.
3. Estos resultados pueden considerarse como variables aleatorias de Bernoulli.
4. La regresión logística se utiliza para estimar la probabilidad de que una variable aleatoria de Bernoulli tenga ***éxito***, en función de las variables predictoras.

**Ajuste de regresión logística**

1. El ajuste de regresión logística es más apropiado, prediciendo siempre probabilidades entre 0 y 1.

[A graph with a line

AI-generated content may be incorrect.](https://user-images.githubusercontent.com/128298224/231573031-dd224424-6eac-47ac-a8c7-a3dd6ec10416.png)