

Ejemplo sencillo: Decisión de producción diaria en una pequeña panadería

A continuación, presentamos un **ejemplo realista y sencillo** que ilustra el **proceso de decisión estática bajo incertidumbre** con **pocos datos** y **heurísticas** para la estimación probabilística. Este ejemplo retoma los conceptos del documento teórico anterior y los aplica paso a paso en un contexto práctico.

1. Contexto del problema

Imaginemos una **panadería artesanal** que elabora **pan dulce** (por ejemplo, croissants) cada mañana. Al comenzar el día, el dueño debe decidir **cuántos croissants** producir. Sin embargo:

1. **La demanda diaria es incierta** (el número de clientes que comprarán croissants varía)
2. La producción en exceso implica **pérdidas** (lo que no se vende en el día se pierde o se vende con descuento muy bajo al día siguiente)
3. La producción insuficiente implica perder **ventas potenciales y satisfacción del cliente**

Supongamos que el **decisor** (el dueño de la panadería) no dispone de un gran historial de ventas; apenas cuenta con **pocos datos** (digamos, de la última semana) y, además, tiene algunas **fuentes de información "proxy"** que podrían correlacionarse con la demanda:

- **Pronóstico del clima** (p.ej., "soleado", "nublado" o "lluvioso")
- **Día de la semana** (entre semana vs. fin de semana)

Con este panorama, el dueño quiere tomar la **decisión estática** de cuántos croissants hornear cada día **antes** de que ocurra la venta real, basándose en la información disponible (pronóstico del día, si es fin de semana, etc.) y en su **pequeña base de datos** del pasado.

2. Formulación inicial

1. Espacio de decisiones (D):

$$D = \{0, 1, 2, \dots, Q_{\max}\}$$

donde Q es el número de croissants a producir y Q_{\max} es la capacidad máxima de producción diaria (por ejemplo, 50).

2. Estados de la naturaleza (Ω):

Se refiere a la **demanda real** del día, denotémosla por ω , donde $\omega \in \{0, 1, \dots, D_{\max}\}$ o puede ser un rango continuo aproximado por una distribución discreta. Para ilustrar, consideraremos ω como demanda entera ≤ 50 .

3. Información proxy (Z):

- $Z = (\text{Clima}, \text{TipoDía})$, por ejemplo:
 - $\text{Clima} \in \{\text{soleado}, \text{nublado}, \text{lluvioso}\}$
 - $\text{TipoDía} \in \{\text{entre semana}, \text{fin de semana}\}$
- El decisor observa $Z=z$ (el pronóstico y si es fin de semana) antes de producir, pero **no** conoce la demanda real ω .

4. Función de utilidad (o ganancia) (U):

La utilidad depende de:

- **Precio de venta** p por croissant vendido
- **Costo de producción** c por croissant (materia prima + mano de obra)
- **Pérdida de excedentes**: lo no vendido se descarta o se revende a costo muy bajo

Si se producen Q croissants y la demanda real es ω :

- **Ventas reales**: $\min(Q, \omega)$
- **Ganancia por ventas**: $p \cdot \min(Q, \omega)$
- **Costo total de producción**: $c \cdot Q$
- **Ganancia neta** (utilidad):

$$U(\omega, Q) = p \cdot \min(Q, \omega) - c \cdot Q$$

3. Incertidumbre y pocos datos

3.1 Datos históricos limitados

Supongamos que el dueño solo tiene **7 días de historial** (1 semana) con registros de:

- Demanda real $\omega^{(d)}$
- Información proxy ($\text{Clima}^{(d)}, \text{TipoDía}^{(d)}$)

PROF

Por ejemplo, la tabla (hipotética) podría ser:

Día	Clima	TipoDía	Demanda real (ω)
1	soleado	entre semana	20
2	nublado	entre semana	15
3	soleado	entre semana	18
4	lluvioso	entre semana	10
5	nublado	fin de semana	25
6	soleado	fin de semana	30
7	lluvioso	fin de semana	12

3.2 Estimación heurística de la demanda

1. Correlación directa con clima:

- Observemos la **demanda promedio** en días soleados vs. nublados vs. lluviosos, independientemente de fin de semana o no
- Por ejemplo, de la tabla:
 - Soleado: demanda en días 1, 3, 6 $\rightarrow (20 + 18 + 30)/3 = 22.7$
 - Nublado: días 2, 5 $\rightarrow (15 + 25)/2 = 20$
 - Lluvioso: días 4, 7 $\rightarrow (10 + 12)/2 = 11$

2. Ajuste según fin de semana:

- Observamos que, en fin de semana (días 5, 6, 7), la demanda tiende a ser mayor cuando el clima no es lluvioso (día 6 tuvo 30)
- Podríamos definir un **factor de ajuste** de +5 croissants para fin de semana, basado en la media

De manera muy **rudimentaria** (regla de dedo), podríamos inferir:

- **Soleado, entre semana** \rightarrow demanda esperada ≈ 22
- **Soleado, fin de semana** \rightarrow demanda esperada ≈ 27
- **Nublado, entre semana** \rightarrow demanda esperada ≈ 20
- **Nublado, fin de semana** \rightarrow demanda esperada ≈ 25
- **Lluvioso, entre semana** \rightarrow demanda esperada ≈ 11
- **Lluvioso, fin de semana** \rightarrow demanda esperada ≈ 16

4. Decisión diaria y criterio de valor esperado

Cuando llega un nuevo día con pronóstico $z = (\text{Clima}, \text{TipoDía})$, el **dueño** escoge Q .

- **Ganancia esperada** si produce Q croissants y la demanda esperada es $\mu \approx E[\omega]$:

$$E[U(Q)] = \sum p(\omega)(p \cdot \min(Q, \omega) - c \cdot Q)$$

Donde $p(\omega)$ se aproxima con alguna distribución centrada en μ .

4.1 Heurística de "producción igual a la demanda promedio"

Como un atajo, una **regla de dedo** muy común en problemas sencillos de inventario es **producir la cantidad promedio** estimada de demanda (si es soleado y es fin de semana, "producimos 27").

- Ventaja: Minimiza en cierto sentido el **riesgo** de gran excedente o falta
- Desventaja: Puede no ser óptimo si la utilidad y el costo tienen una gran diferencia

4.2 Heurística de "newsboy problem" (simple idea)

En el clásico "newsboy problem" (o "modelo periódico de inventario"), existe una **fórmula** que equilibra el costo de sobrestock vs. el costo de substock. Si la probabilidad de vender un producto adicional es mayor que el **cociente** c/p , se produce una unidad extra.

$$P(\omega \leq Q^*) = c/p$$

Ejemplo simplificado:

- $p = \$3$ por croissant vendido
- $c = \$1$ costo de producirlo

$$c/p = 1/3 \approx 0.33$$

5. Ejecución diaria

Dinámica de la decisión en la práctica:

1. **Observar** la información $Z=z$ (por ejemplo, "soleado" y "fin de semana")
2. **Inferir** (con heurísticas) la distribución de la demanda ω
3. **Elegir** Q en base a la **regla** seleccionada
4. Al final del día, se **observa** la demanda real ω
5. Se **actualizan** (idealmente) las frecuencias o las correlaciones para refinar la heurística

6. Resumen y aprendizajes

Este ejemplo sencillo (decidir la cantidad de croissants a producir) **ilustra**:

1. Mapeo de un problema real:

- **Decisión:** Q
- **Incertidumbre:** la **demanda** (ω)
- **Información proxy:** (clima, día de la semana)
- **Utilidad:** ingresos de ventas menos costos de producción

2. Pocos datos:

- Se dispone de registros de apenas 7 días
- Hay que usar **heurísticas** o estimaciones empíricas simples para aproximar la demanda

3. Heurísticas:

- **Regla de dedo** de producir según demanda promedio estimada
- **Modelo newsboy** con percentiles (cuando se tienen costos y precios específicos)

4. Proceso de inferencia:

- Se observa la variable Z
 - Se actualiza (o se asume) la demanda esperada μ
 - Se toma la **decisión estática** del día
-

Nota final

Este caso de la panadería es extrapolable a múltiples entornos empresariales o de operación con incertidumbre (stock de productos, reservaciones, etc.). Lo esencial es reconocer:

- **Qué** se decide
- **Cuándo** y **cómo** se observa la información parcial (proxy)
- **Cómo** se modela la incertidumbre y la ganancia/pérdida
- **Qué** heurísticas o métodos sencillos se pueden aplicar con escasez de datos