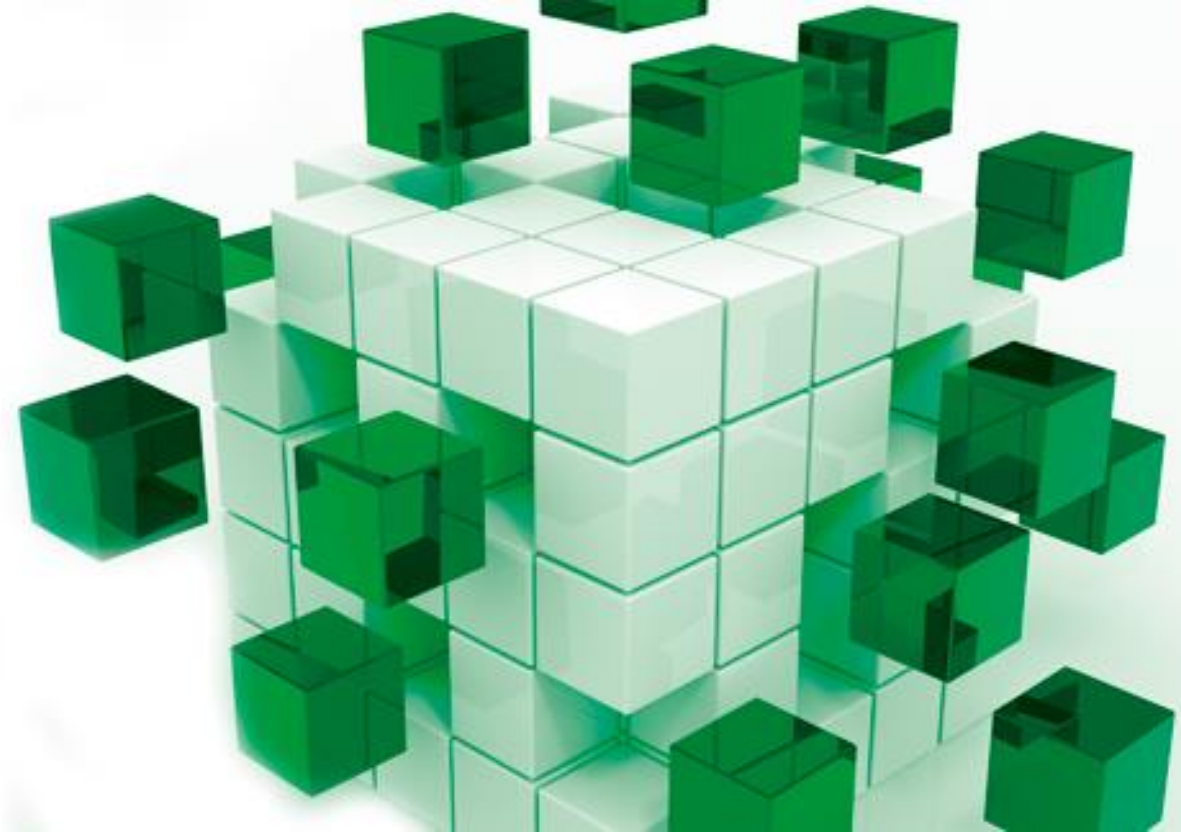


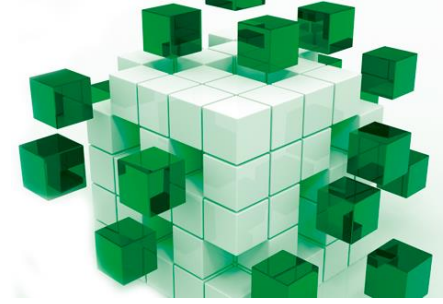
XVIII Congreso de Confiabilidad

Madrid. 23 y 24 de noviembre de 2016



Organiza:

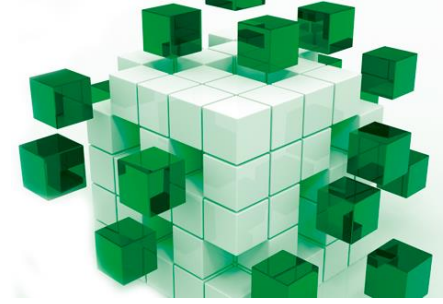




Alternativas expresivas a la probabilidad laplaciana en confiabilidad

Antonio Fernández Fernández.

ETSIST, UPM



La Probabilidad laplaciana

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\# \text{ veces que ocurre 'A' en } n \text{ repeticiones del experimento}}{n}$$

Dominio: $P(A) \in [0,1]$

Inconvenientes:

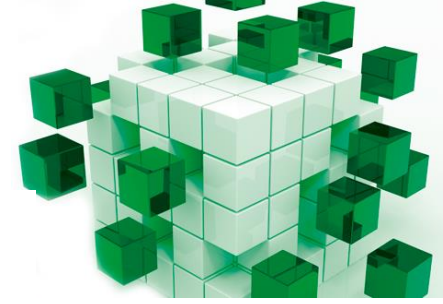
- ✓ Valores próximos a 0 o 1 difíciles de discernir en gráficas
- ✓ Mala precisión aritmética en coma flotante para valores próximos a 1

```
>> a= 0.999999999999999
```

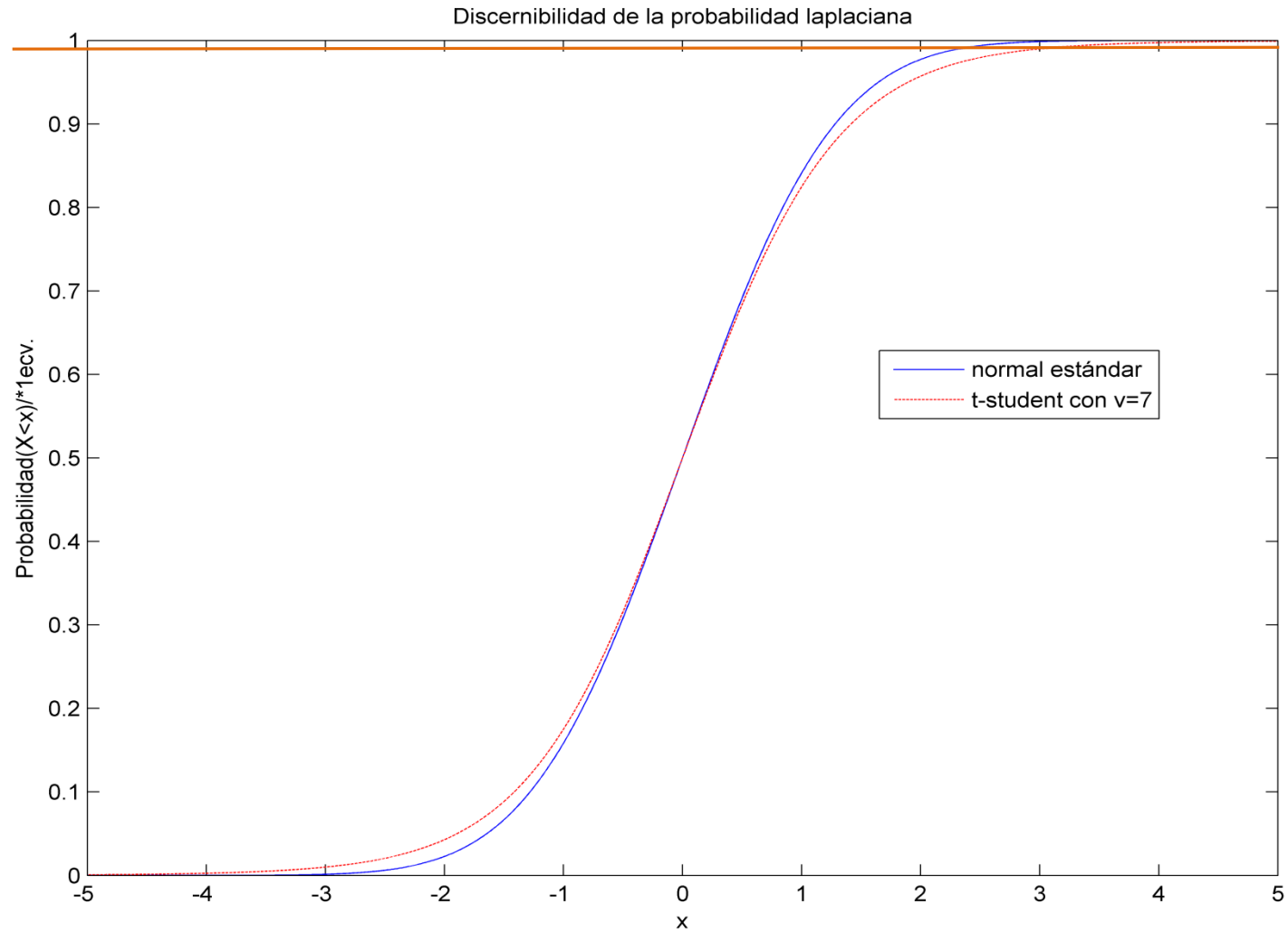
```
>> 1-a
```

```
ans=0
```

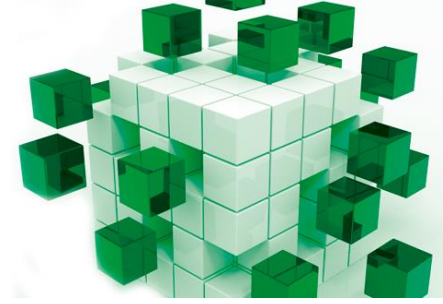
- ✓ Los modelos aditivos o multiplicativos de difusión se salen del dominio

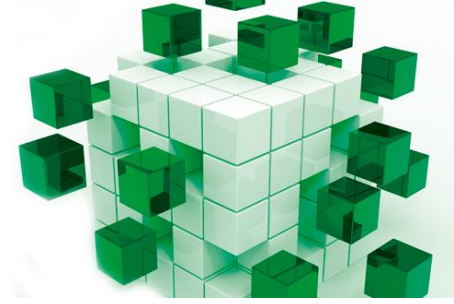


99%



XVIII Congreso de Confiabilidad

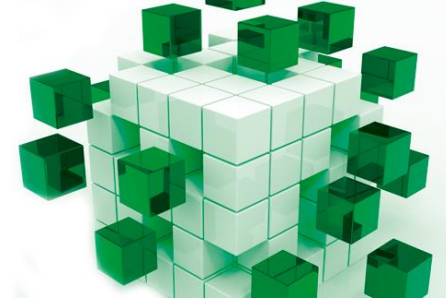




Formas alternativas de expresión de probabilidades

- ✓ El número de nueves
- ✓ La oportunidad
- ✓ El logaritmo de la oportunidad

El número de nueves



Ejemplo:

si $R=0,999374$ decimos que R es de 3 nueves (decimales)

.... de forma similar para probabilidades pequeñas:

si $R=0,0043$ decimos que R es de 2 ceros (decimales)

Formalmente

$$\#9_{10}(A) = -\log_{10}(1 - P(A))$$

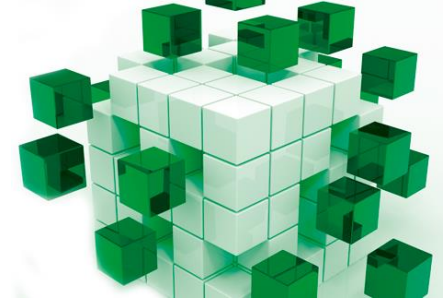
$$\#0_{10}(A) = -\log_{10}(P(A))$$

Generalizando a otras bases: B

$$\#(B-1)_B(A) = -\log_B(1 - P(A))$$

$$\#0_B(A) = -\log_B(P(A))$$

La oportunidad



... razón que forman las apuestas a favor de A, divididas entre las apuestas en contra de A cuando la ganancia esperada es cero.

En inglés “Odds”.

Problemas terminológicos.

Dominio: $O(A) \in [0, \infty]$

Suceso indiferente: $P(A) = \frac{1}{2} \Leftrightarrow O(A) = 1$

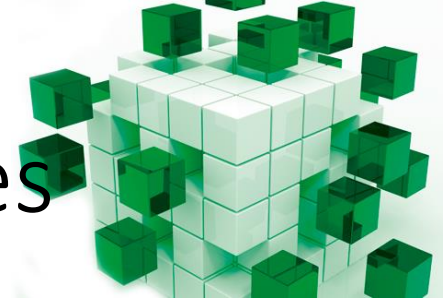
Relación directa con la P. Laplaciana

$$O(A) = \frac{P(A)}{1 - P(A)} = \frac{P(A)}{P(\bar{A})}$$

Relación inversa con la P. Laplaciana

$$P(A) = \frac{O(A)}{1 + O(A)} = \frac{1}{1 + O(\bar{A})}$$

Teorema de Bayes

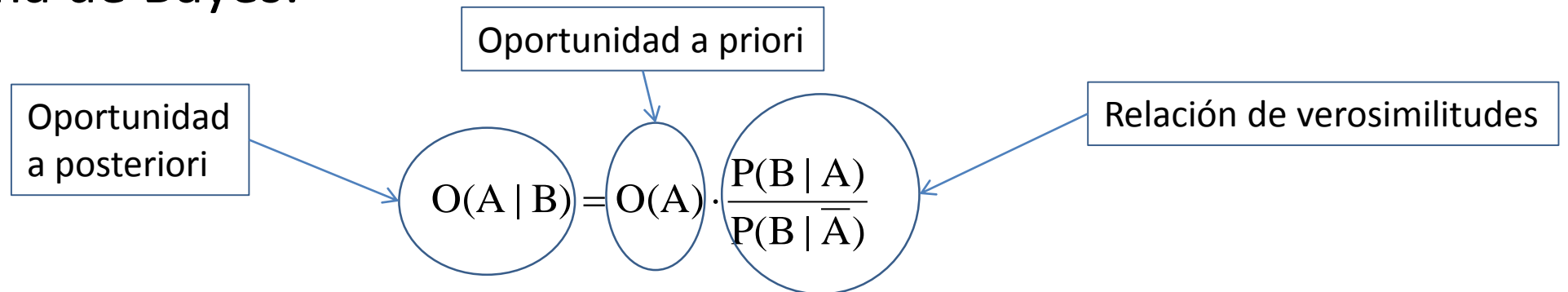


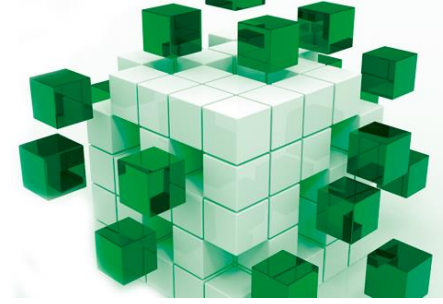
Las razones de oportunidades OR se calculan directamente a partir de las tablas de contingencia

	Artefactos operativos	Artefactos no operativos
Sometidos a radiación	8	23
No sometidos a radiación	31	11

$$\Leftrightarrow OR = \frac{8/23}{31/11} = \frac{11 \cdot 8}{23 \cdot 31} = 0,12 < 1 \Rightarrow \text{El factor disminuye la fiabilidad}$$

Teorema de Bayes:





La logOportunidad de un suceso: A , $LO_B(A)$, es el logaritmo en cierta base B de la oportunidad de A

$$LO_B(A) = \log_B(O(A)) = \log_B\left(\frac{P(A)}{1-P(A)}\right)$$

Dominio:

$$LO(A) \in [-\infty, +\infty]$$

Sucesos complementarios: $LO(A) = -LO(\bar{A})$

Suceso indiferente:

$$P(A) = \frac{1}{2} \Leftrightarrow LO(A) = 0$$

Relación con el número (decimal) de nueves o ceros

Para sucesos casi seguros: $LO_B(A) \gg 0$

$$\#9_{10}(A) \approx LO_{10}(A)$$

Dem. $\#9_{10}(A) = -\log_{10}(1-P(A)) = \log_{10}\left(\frac{1}{1-P(A)}\right) \approx \log_{10}\left(\frac{P(A)}{1-P(A)}\right) = LO_{10}(A)$

En base B : $\#(B-1)_B(A) \approx LO_B(A)$

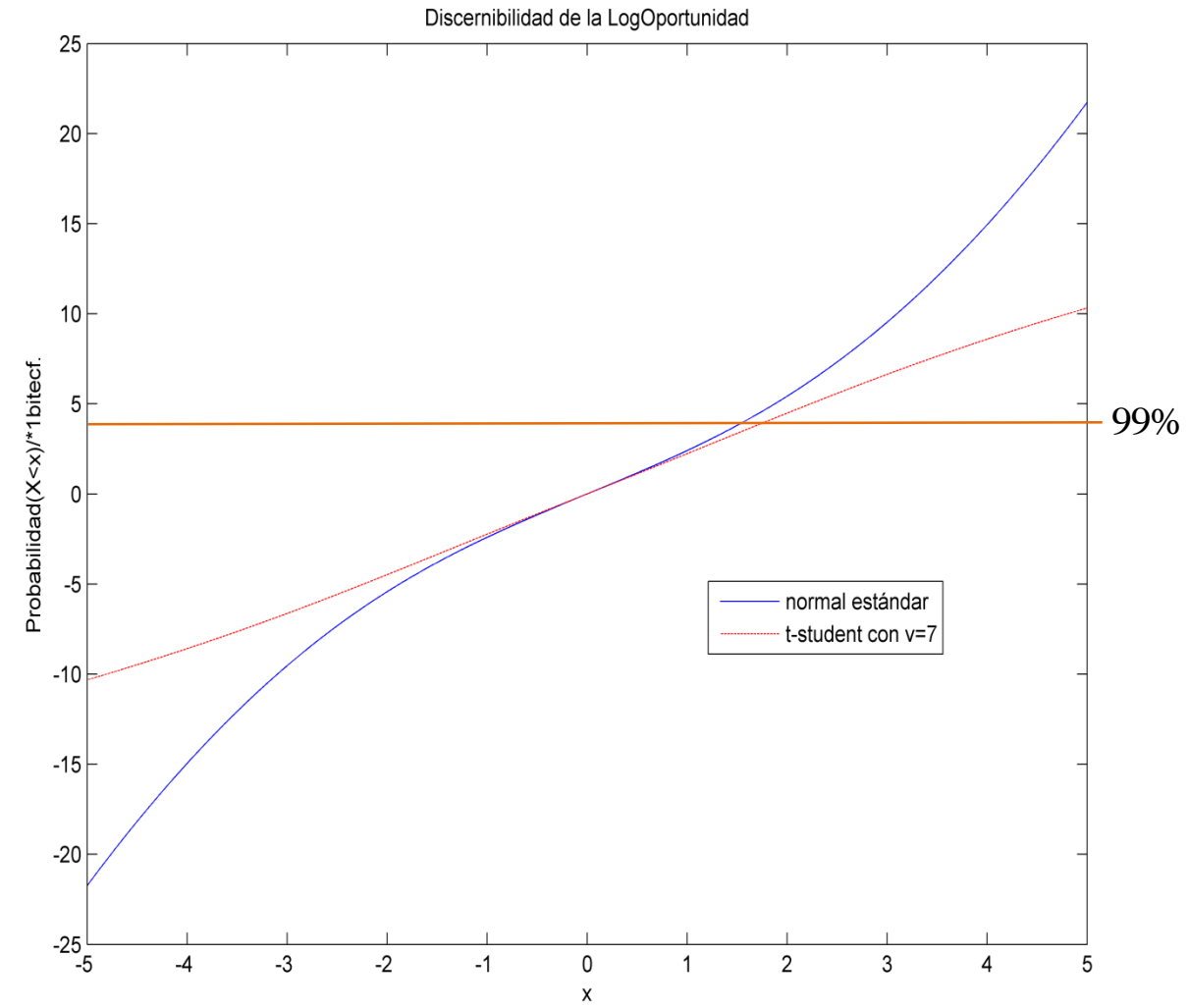
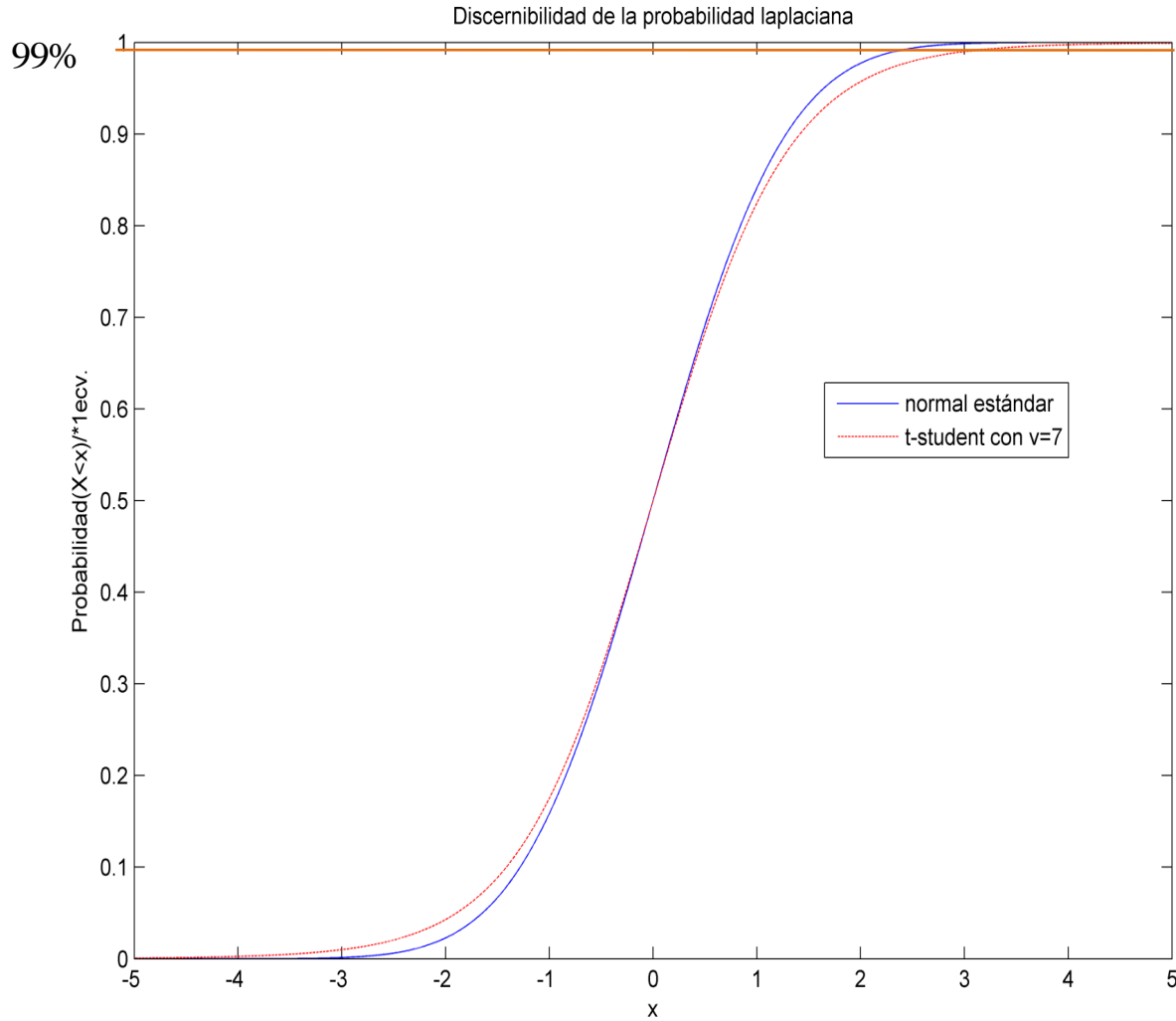
Para sucesos raros: $LO_B(A) \ll 0$

$$\#0_{10}(A) \approx -LO_{10}(A)$$

Dem. $\#0_{10}(A) = -\log_{10}(P(A)) \approx -\log_{10}\left(\frac{P(A)}{1-P(A)}\right) = -LO_{10}(A)$

$\#0_B(A) \approx -LO_B(A)$

Discernibilidad de la LogOportunidad



Unidades formales de probabilidad



Motivación

- Seguridad. Impedir la confusión de patrones expresivos .
- Atenuar la escasez de recursos de nomenclatura. O(F(A)) , LO (R), etc
- Etiquetar resultados y gráficas de forma consistente

Recursos

- Propiedades formales del producto para referir un número a un patrón en una cantidad de magnitud
- Uso de \bullet para referenciación formal no lineal

Ejemplos

$$l = 6,3m = 6,3\text{metros} = 6,3 \cdot 1\text{metro} \Leftrightarrow \frac{l}{1\text{metro}} = 6,3$$

$$T = 8,4^{\circ}C = 8,4 \bullet 1^{\circ}C \Leftrightarrow \frac{T}{\bullet 1^{\circ}C} = 8,4$$

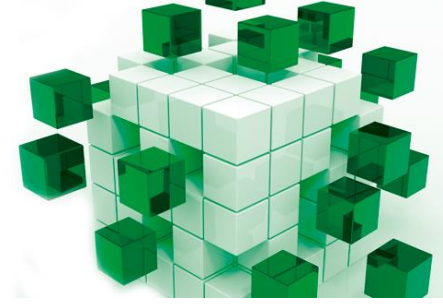
$$\frac{T}{1K} = \frac{T}{\bullet 1^{\circ}C} + 273.15 \quad \text{versus} \quad \del T(K) = T(^{\circ}C) + 273.15$$

Algebraicamente
incorrecta

Propuesta de unidades formales de probabilidad



Medida	Nombre de unidad	Abreviatura
Probabilidad laplaciana	1 Laplace 1 Éxito Cada Vez 1 Success Each Trial	1Lap 1ecv 1set
Oportunidad	1 Cardano 1 Éxito Cada Fallo 1 Success Each Fail	•1Card •1ecf •1sef
LogOportunidad	1 bit sobre ecf	•1bitecf
LogOportunidad	1 decibelio ecf	•1dBecf
LogOportunidad	1 nat sobre ecf	•1natecf
Número decimal de nueves	1 nueve decimal	•1#9 ₁₀
Número decimal de ceros	1 cero decimal	•1#0 ₁₀



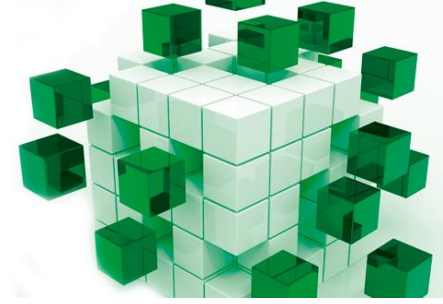
- Relaciones entre alternativas expresivas de probabilidad

$$\frac{P(A)}{\bullet 1ecf} = \frac{\frac{P(A)}{1ecv}}{1 - \frac{P(A)}{1ecv}} \quad \frac{P(A)}{\bullet 1dBecf} = 10 \log_{10} \left(\frac{P(A)}{\bullet 1ecf} \right)$$

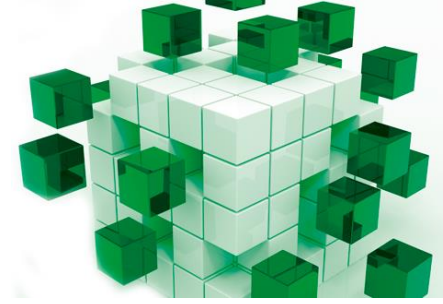
- Relaciones entre descriptores de fiabilidad

$$\frac{F}{\bullet 1bitecf} = - \frac{R}{\bullet 1bitecf}$$

- Etiquetado de las gráficas de discernibilidad de esta presentación



MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN



RUEGOS Y PREGUNTAS