

Introducción a Teoría de Detección de Señales

Signal Detection Theory
(SDT)

Autoría de: Adriana Felisa Chávez De la Peña

<https://github.com/Adrifelcha>

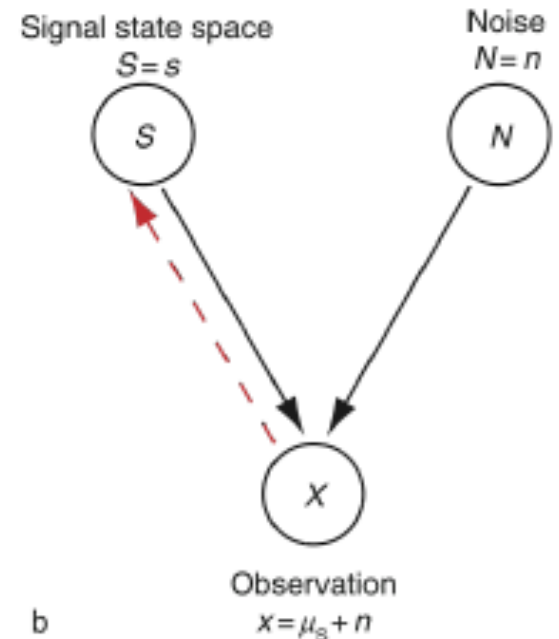
(Edificio D, Primer Piso, laboratorio 25)

Teoría de Detección de Señales

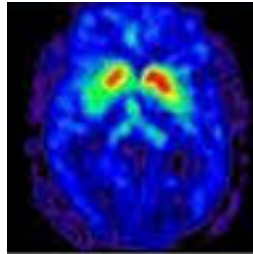
- Teoría de Detección de Señales (SDT) permite describir y estudiar decisiones hechas en situaciones ambiguas. (**Incetidumbre**)
- Implica la detección de una **SEÑAL** [Sí – No] ó [Presencia – Ausencia]
- Aplicaciones:
 - Psicofísica
 - Estudios de memoria.

Ambigüedad

- Los estímulos de interés (SEÑAL) suelen presentarse acompañados de RUIDO.
- La estimulación (EVIDENCIA) extraída de ambos tipos de estimulación (señal-ruido) suele distribuirse como una variable continua.



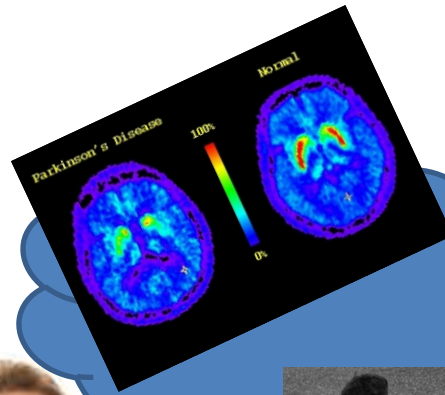
En visión



Estímulo

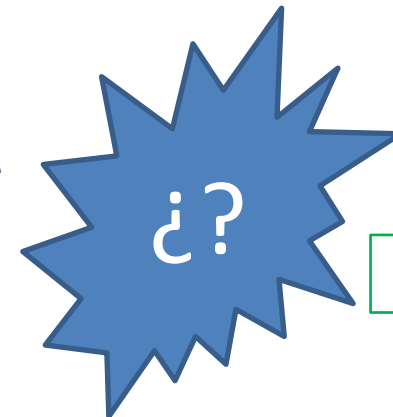


Observador



Juicio
Regla de elección

El **observador también es un agente** decisivo que tiene que ponderar la información visual que recibe con la información de la que dispone antes de dar una **respuesta (reporte)**



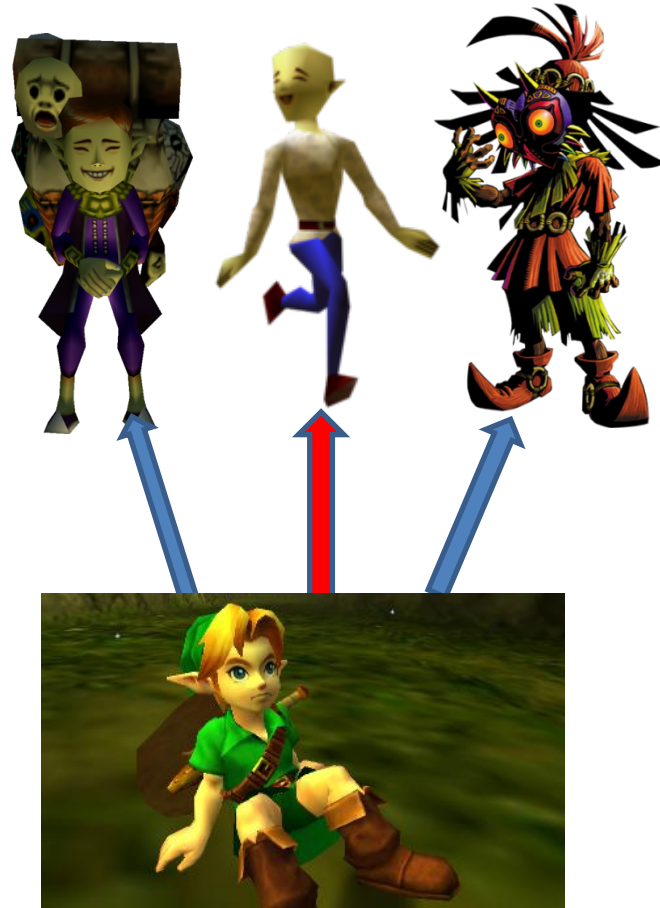
Respuesta

Respuesta / Condición	RUIDO	Ruido + SEÑAL
“Sí hay señal”	Falsa alarma (Error tipo 1) (Falso Positivo)	Hit / Acierto
“No hay señal ”	Rechazo acertado	Miss / Omisión (Error tipo 2) (Falso Negativo)

SDT también puede aplicarse en estudios de memoria



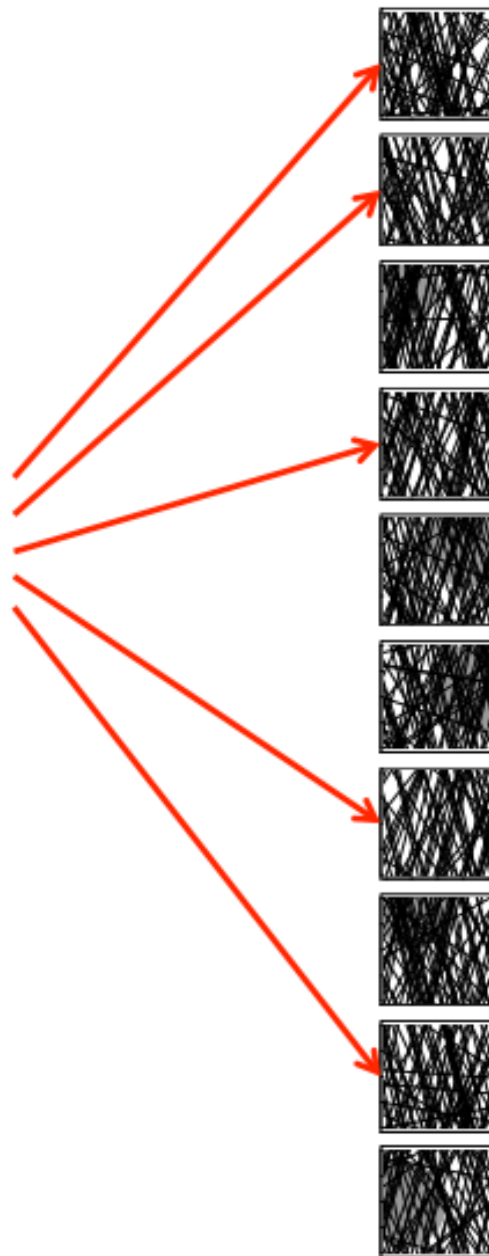
Presencias un
asalto.



Se te solicita identificar dentro de tres
sospechosos al culpable.

Teoría de Detección de Señales aplicado a **Detección* Visual**

RUIDO



SEÑAL

“¿Viste el círculo?”

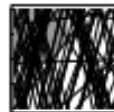
“No”



“No”



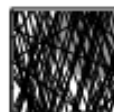
“Sí”



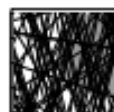
“Sí”



“No”



“Sí”



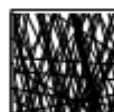
“Sí”



“Sí”



“No”



“No”



“¿Viste el círculo?”

“No”



Rechazo Correcto

“No”



Rechazo Correcto

“Sí”



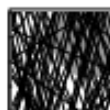
Hit

“Sí”



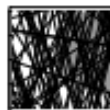
Falsa Alarma

“No”



Miss

“Sí”



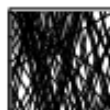
Hit

“Sí”



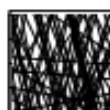
Falsa Alarma

“Sí”



Hit

“No”



Rechazo Correcto

“No”



Miss

- La detección de señales muestra variabilidad (La detección no es 'infalible')
 - Hay tanto respuestas correctas como incorrectas
- Desempeño del observador:
 - Proporción de respuestas correctas e incorrectas:
 - Hit rate
 - False alarm rate
 - Miss rate
 - Correct rejection rate

False alarm rate

$$f = \frac{\text{Number of false alarms}}{\text{Number of noise trials}}$$

Hit rate

$$h = \frac{\text{Number of YES responses to signals}}{\text{Number of signal trials}}$$

First Session		Second session			
	NO	YES		NO	YES
Noise	54	46	Noise	81	19
Signal	18	82	Signal	45	55
A) Se premian los aciertos (Hits)			B) Se castigan los errores (Falsas alarmas)		

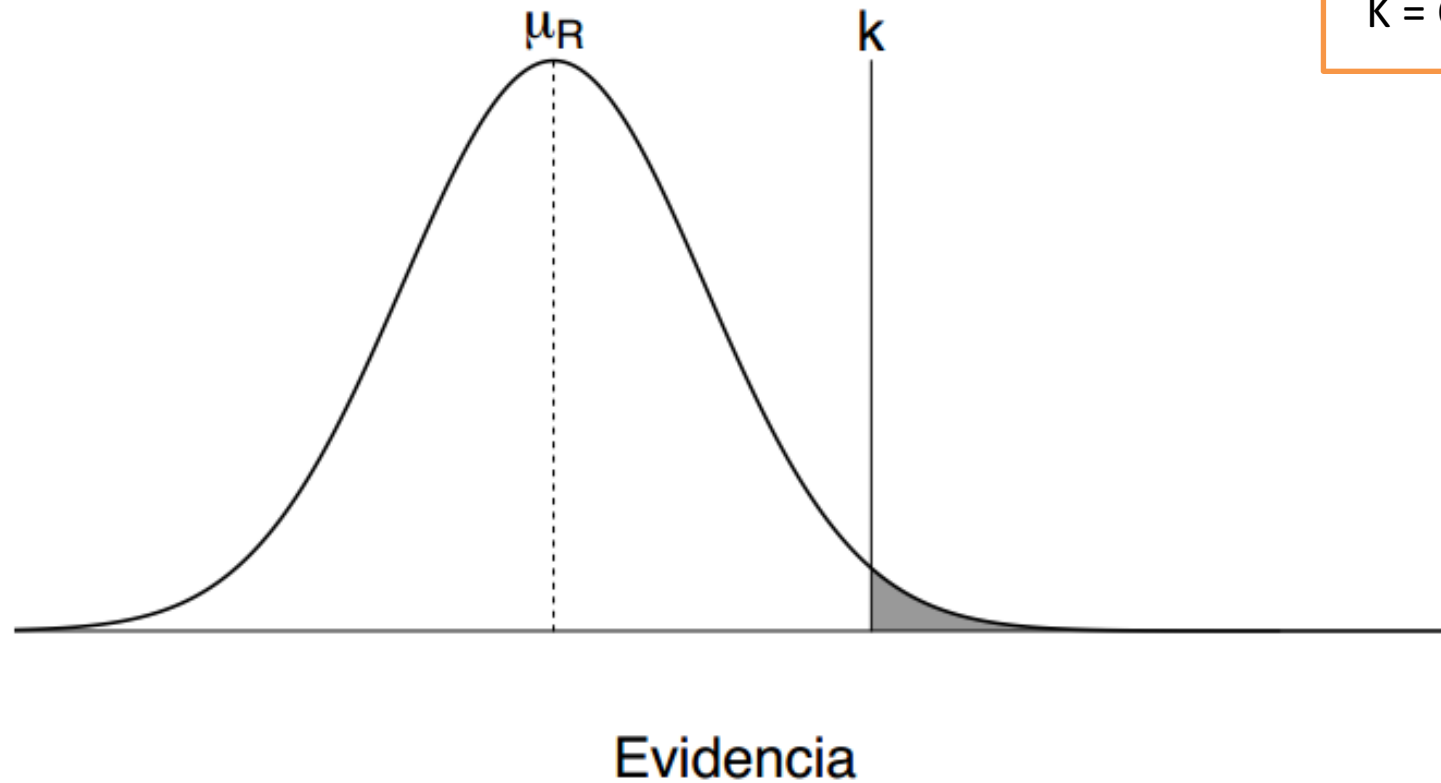
miss rate = $1 - h$,
correct rejection rate = $1 - f$.

¡! Noten que la mayoría de las personas evitan usar estrategias extremas ¡!

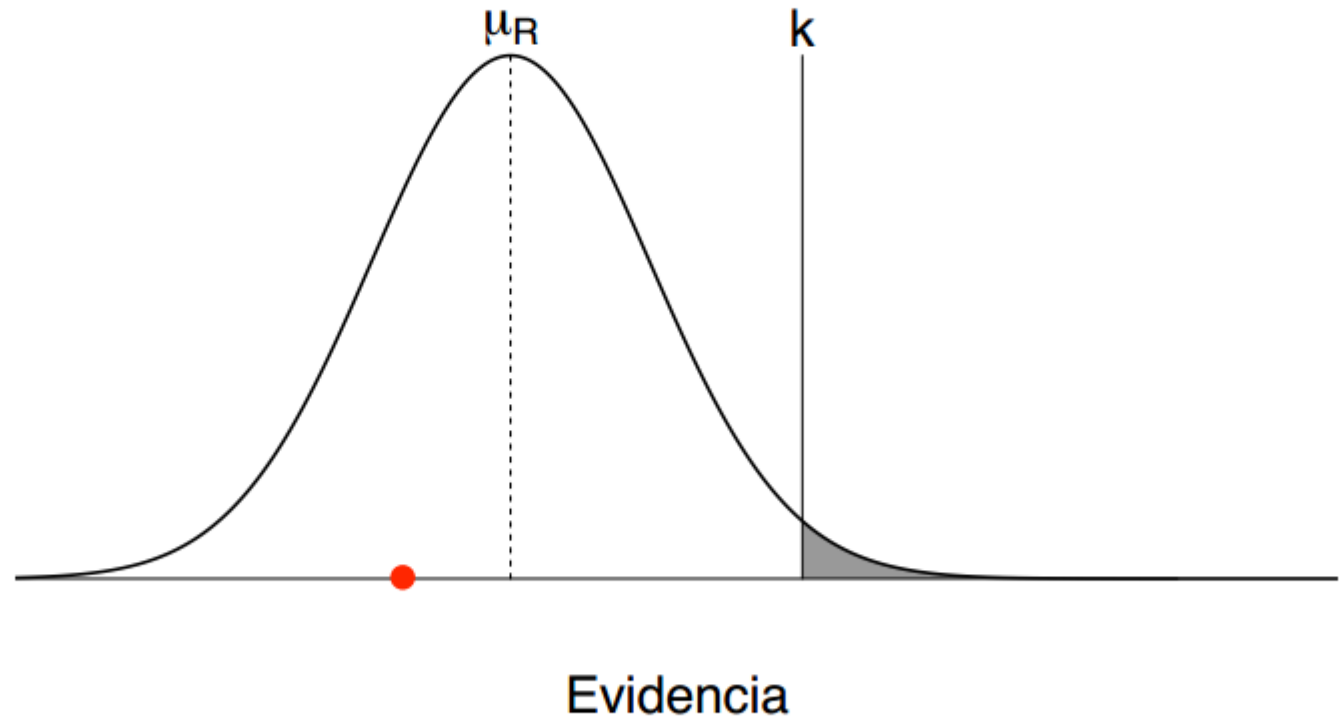
- La **distribución del ruido** nos permite representar y explicar la proporción de rechazos correctos y falsas alarmas

Respuesta / Condición	RUIDO	Ruido + SEÑAL
“Sí hay señal”	Falsa alarma (Error tipo 1) (Falso Positivo)	Hit / Acierto
“No hay señal ”	Rechazo acertado	Miss / Omisión (Error tipo 2) (Falso Negativo)

Distribución de Evidencia del **Ruido**



Distribución de Evidencia del **Ruido**

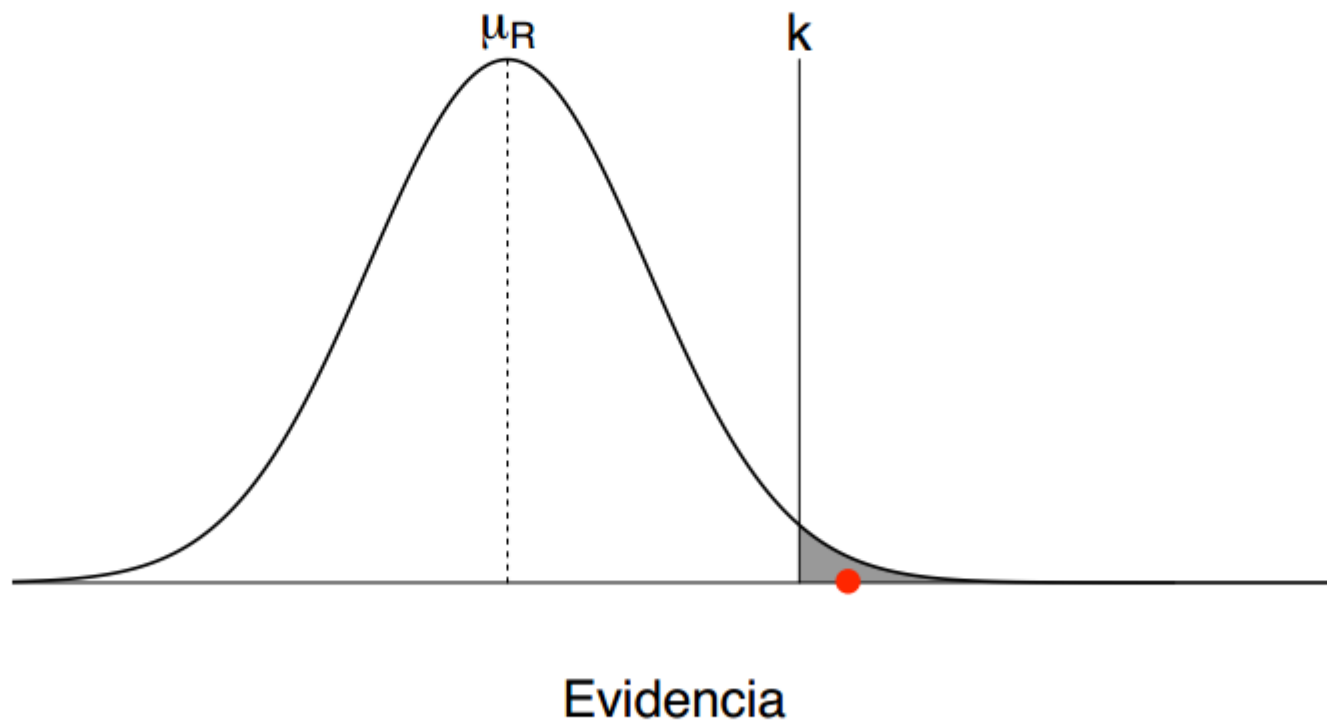
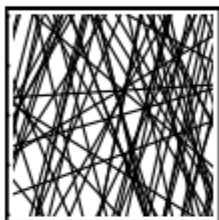


“¿Viste la señal?”

“NO”

Rechazo Correcto

Distribución de Evidencia del **Ruido**



“¿Viste la señal?”

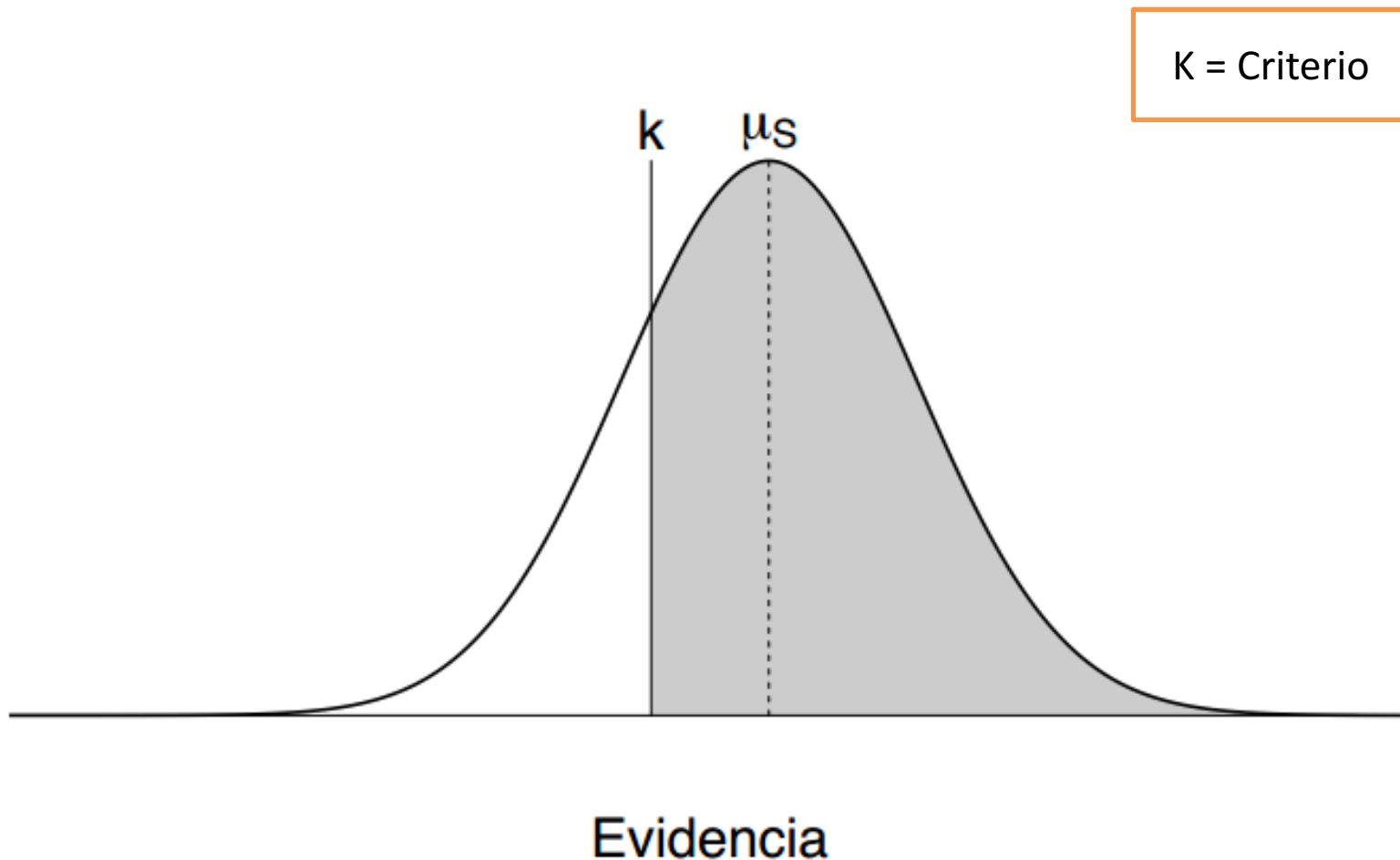
“SÍ”

Falsa Alarma

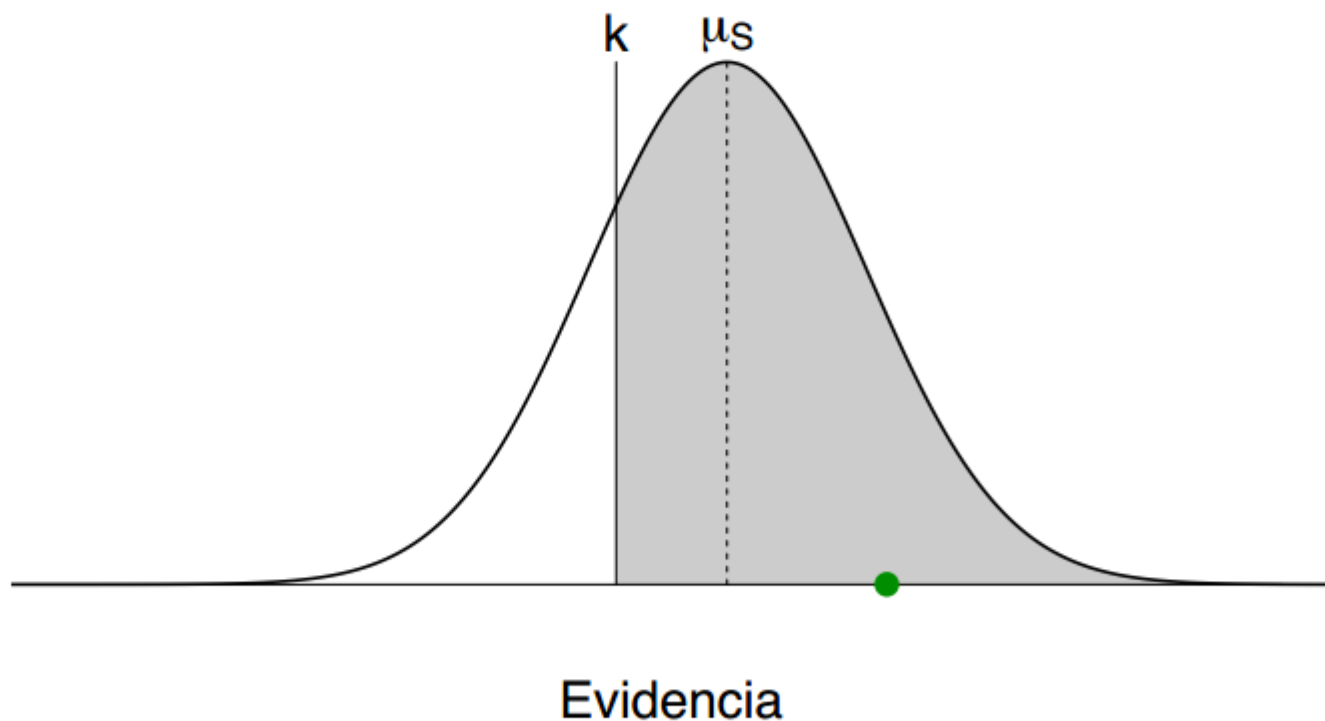
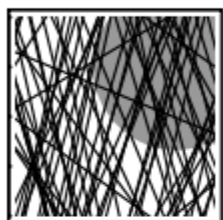
- La **distribución de la señal** explica la proporción de **Aciertos y Omisiones**.

Respuesta / Condición	RUIDO	Ruido + SEÑAL
“Sí hay señal”	Falsa alarma (Error tipo 1) (Falso Positivo)	Hit / Acierto
“No hay señal ”	Rechazo acertado	Miss / Omisión (Error tipo 2) (Falso Negativo)

Distribución de Evidencia de la Señal



Distribución de Evidencia de la Señal

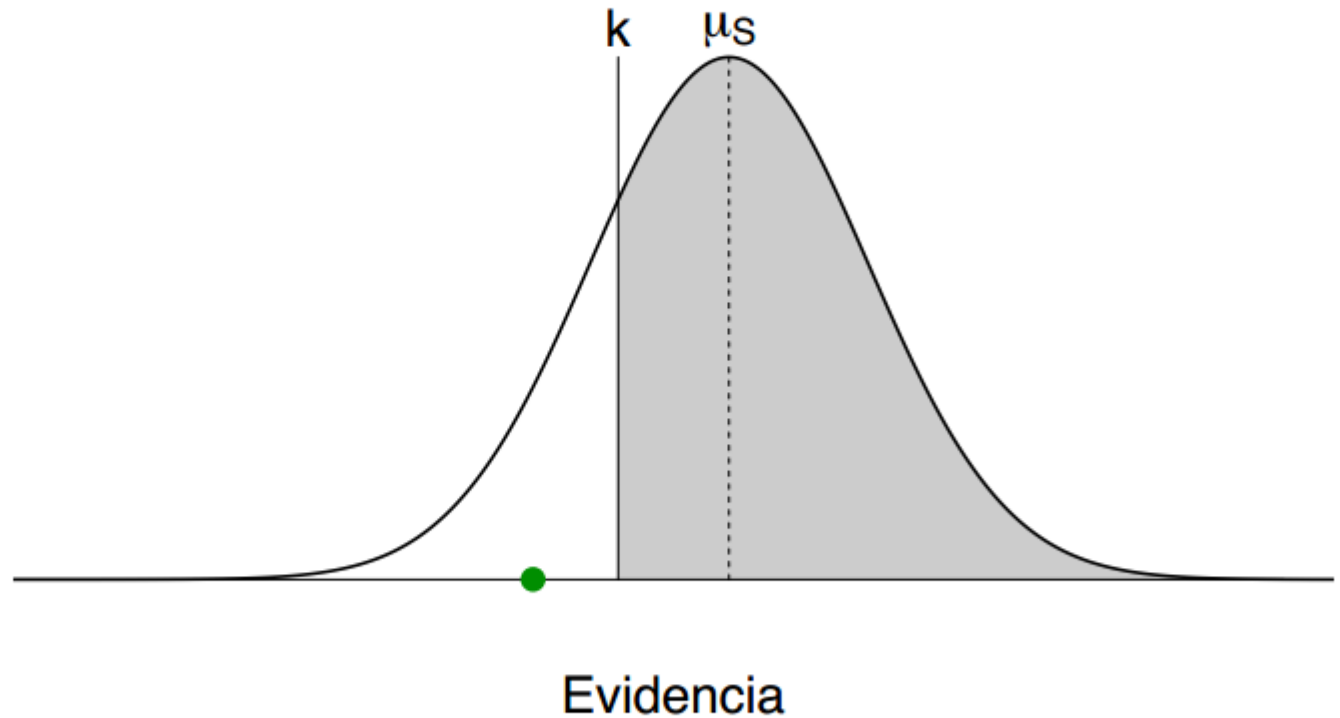
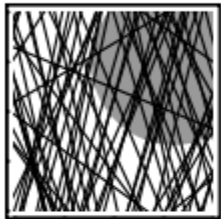


“¿Viste la señal?”

“SÍ”

Hit

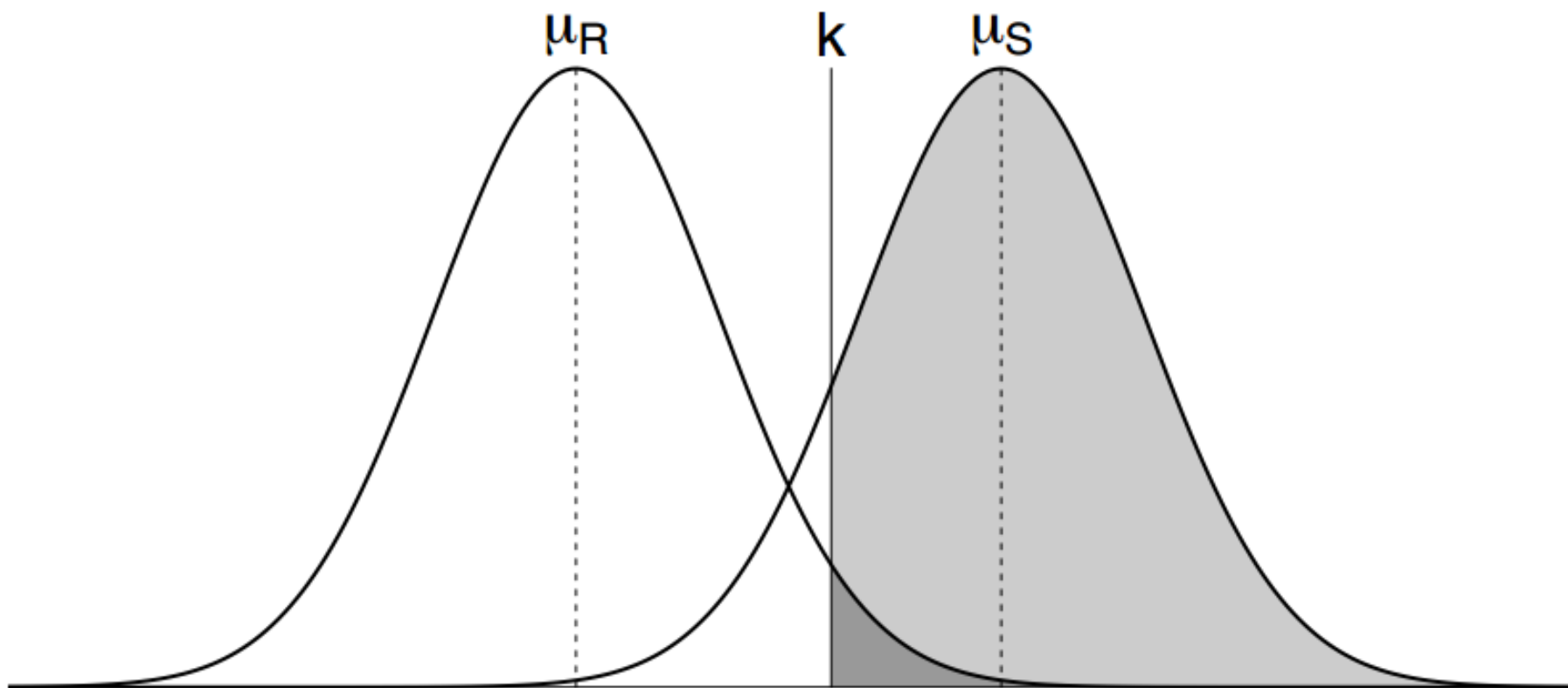
Distribución de Evidencia de la Señal



“¿Viste la señal?”

“NO”

Miss



Inferencia y percepción

- “Perception is a process of probabilistic inference, in which the organism attempts to infer the most probable state of the world, using all relevant knowledge at its disposal.”

(Wei, J.M. , 2012)

“La percepción es un proceso de inferencia probabilística, donde un organismo intenta inferir el estado del mundo más probable usando toda la información de la que dispone”

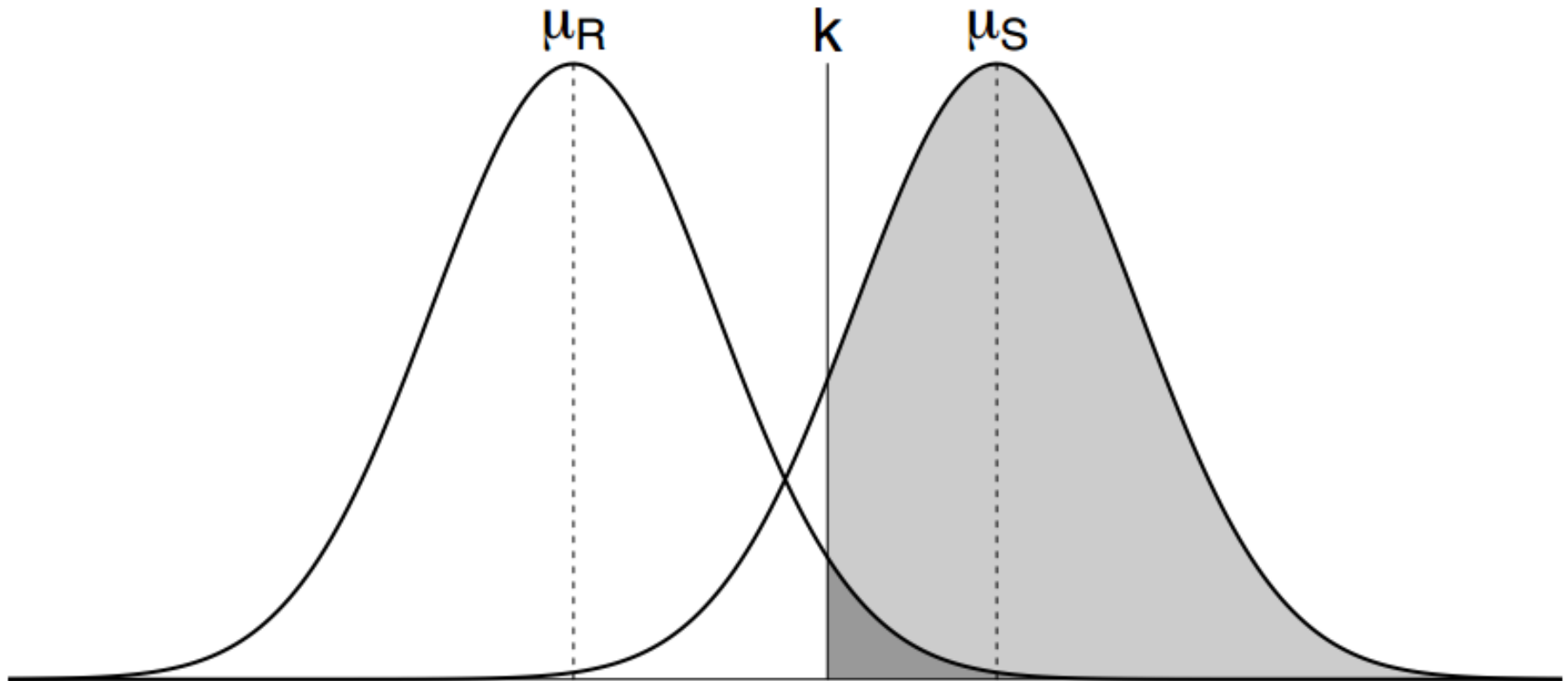
Modelo Gaussiano

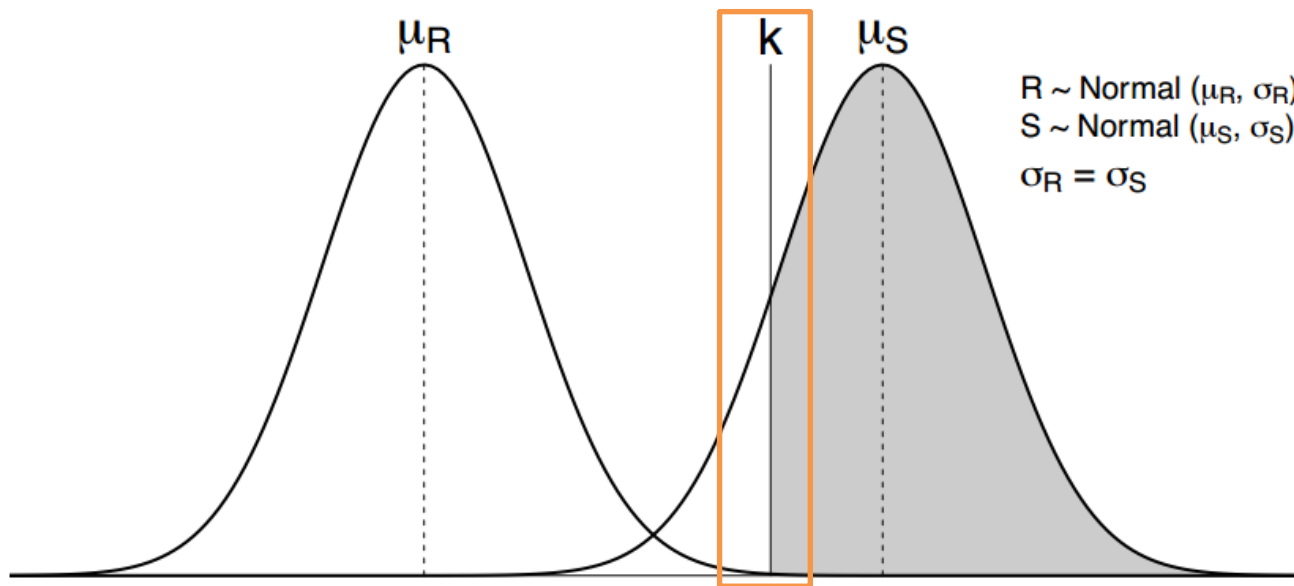
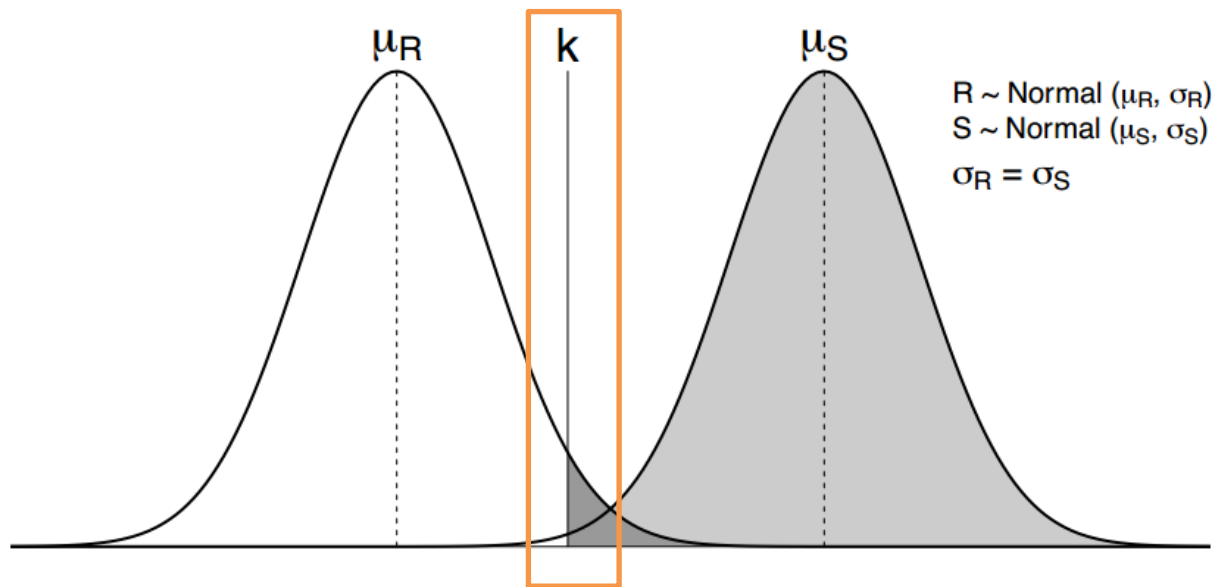
$R \sim \text{Normal}(\mu_R, \sigma_R)$

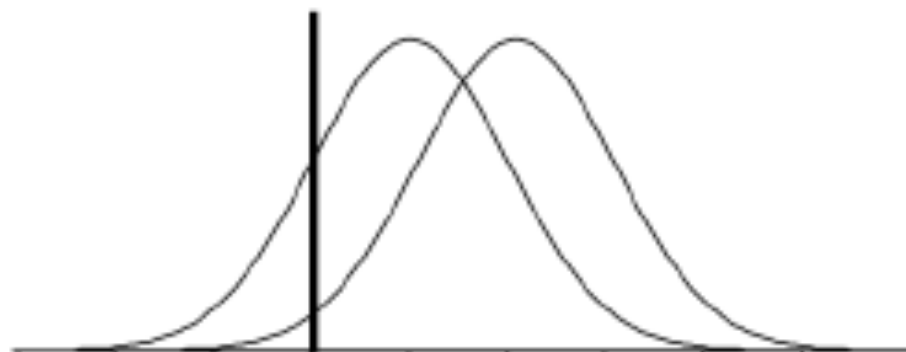
$S \sim \text{Normal}(\mu_S, \sigma_S)$

Varianzas iguales

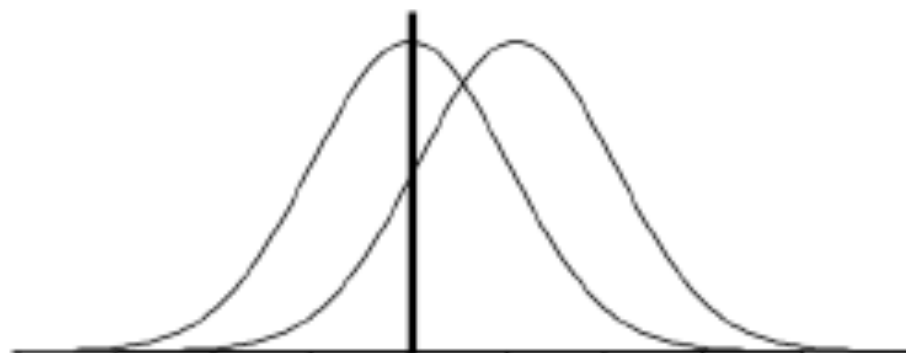
$$\sigma_R = \sigma_S$$



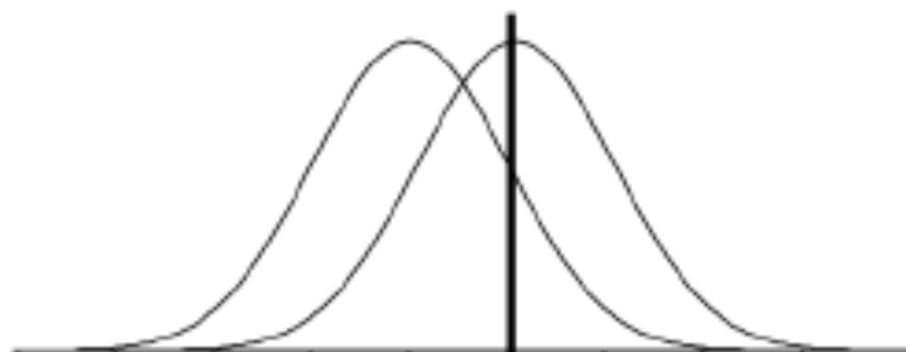




Hits = 97.5%
False alarms = 84%

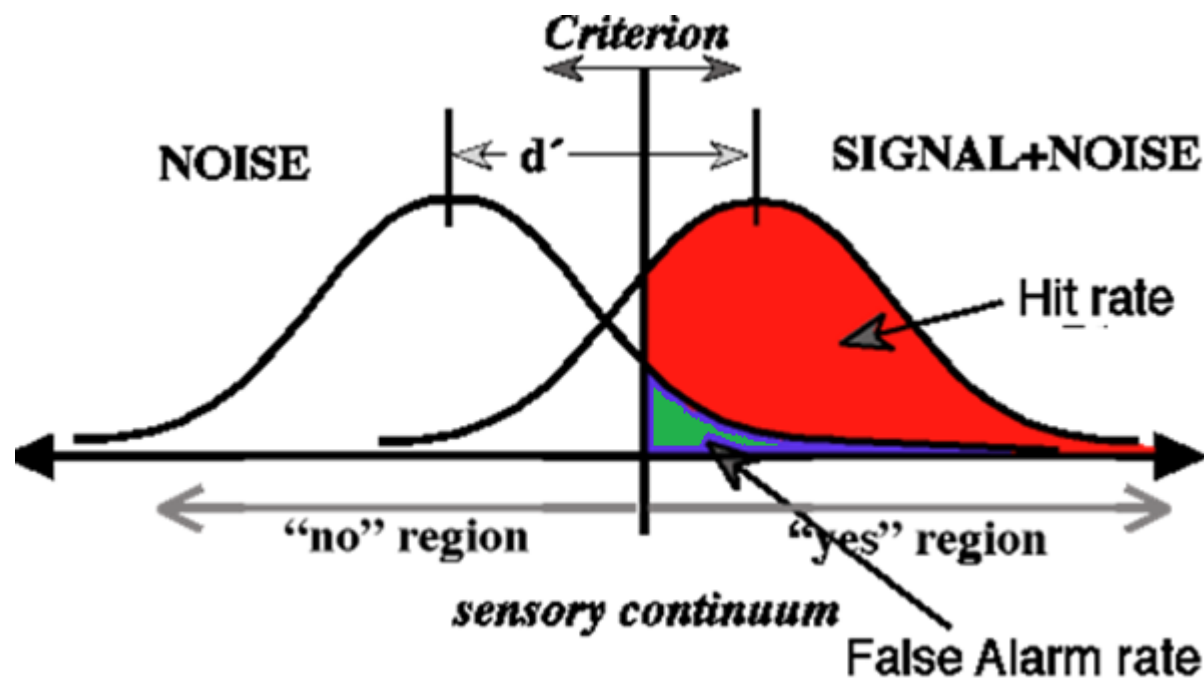


Hits = 84%
False alarms = 50%




Hits = 50%
False alarms = 16%


First Session			Second session					
	NO	YES		NO	YES			
Noise	54	46	Noise	81	19	First Session	h	f
Signal	18	82	Signal	45	55			
A) Se premian los aciertos (Hits)						Second Session		
B) Se castigan los errores (Falsas alarmas)							0.55	0.19



If evidence $>$ criterion, then respond YES,
If evidence $<$ criterion, then respond NO.



If evidence $>$ criterion, then respond YES,
If evidence $<$ criterion, then respond NO.



iRegla de
elección!

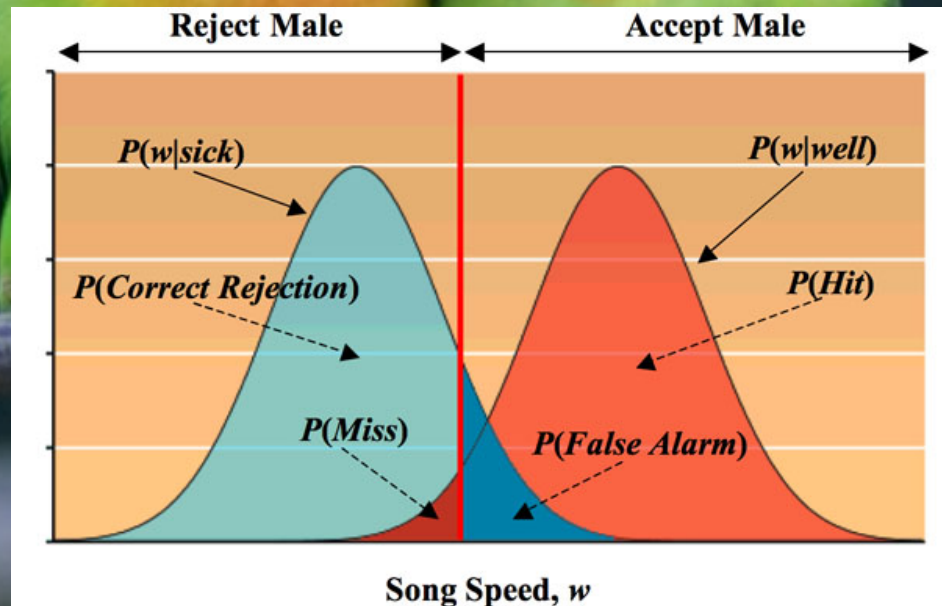
EJEMPLO

Ave hembra trata de determinar la salud de su macho-potencial escuchando su canto de cortejo

+Los machos NO-saludables tienden a cantar más despacio

+Los machos saludables tienden a cantar con más feeling (bueno, sólo más rápido)

Dado que las señales no son discretas, existe una sobreposición en las velocidades de canto de pájaros con distintos estados de salud.



- h y f permiten evaluar el desempeño (**reporte ó respuesta**)

PERO:

- SDT asume que antes de dar una respuesta, el observador tiene que computar la información de la que dispone.
 - Inferencias que compensen la incertidumbre.
 - Distribuciones de probabilidad
 - Carácter operante
 - Matriz de pagos

NOTA: En manipulaciones experimentales

- El experimentador influye en
 - Prior PDF
 - La frecuencia con que se presenta cada uno de estos dos tipos de ensayo (Ruido vs Ruido+Señal)
- El sujeto determina:
 - Proporción de respuestas Sí – No
 - Detectabilidad de la señal
 - Propensión a responder Sí ó No (Criterio)

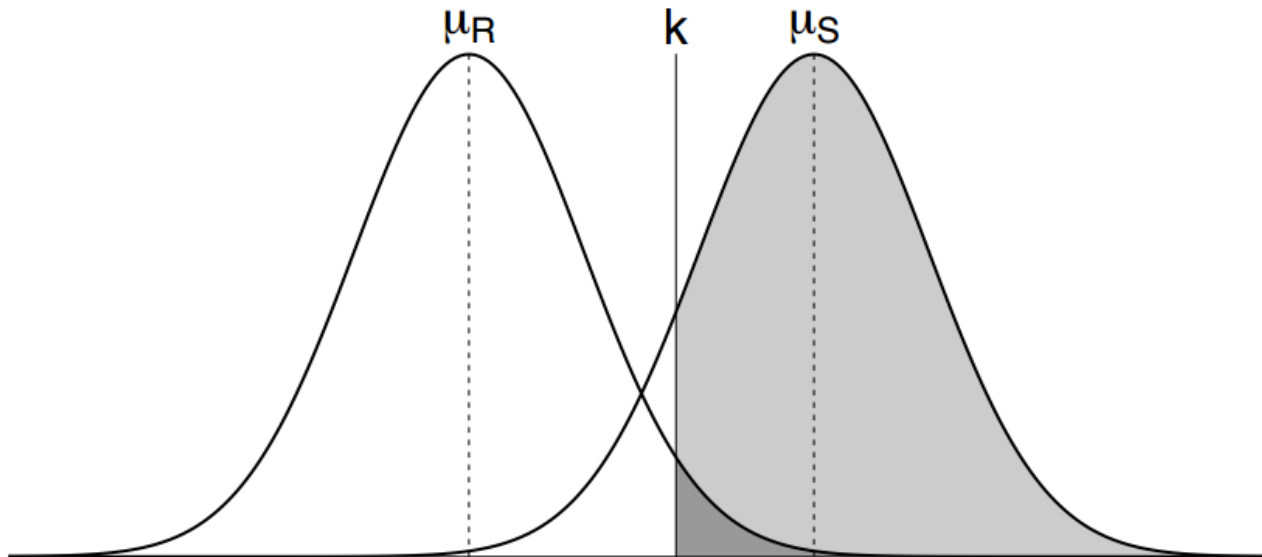
Parametros en SDT

- K ó λ = Criterio de decisión
- Detectabilidad
 - D' = Discriminabilidad / Sensibilidad
- Mediciones de Sesgo
 - Beta = Tendencia a decir Sí ó No

D'

(a.k.a. D-prime, índice de discriminabilidad ó sensibilidad)

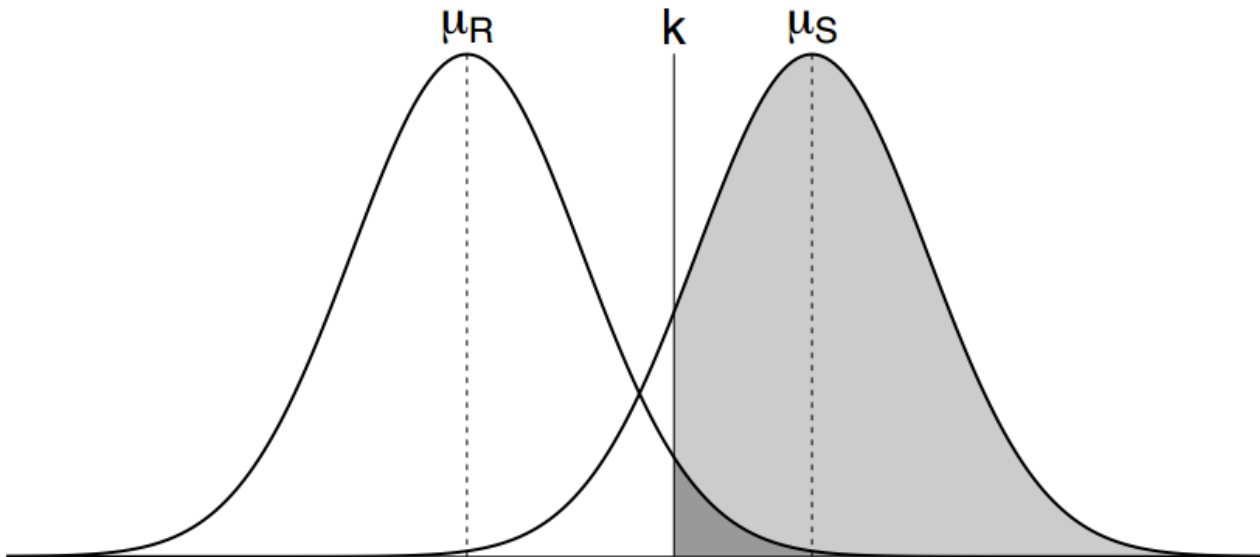
- Diferencia entre las medias.
 - Medias muy alejadas = Mayor discriminabilidad
 - Medias muy cercanas = Menor discriminabilidad



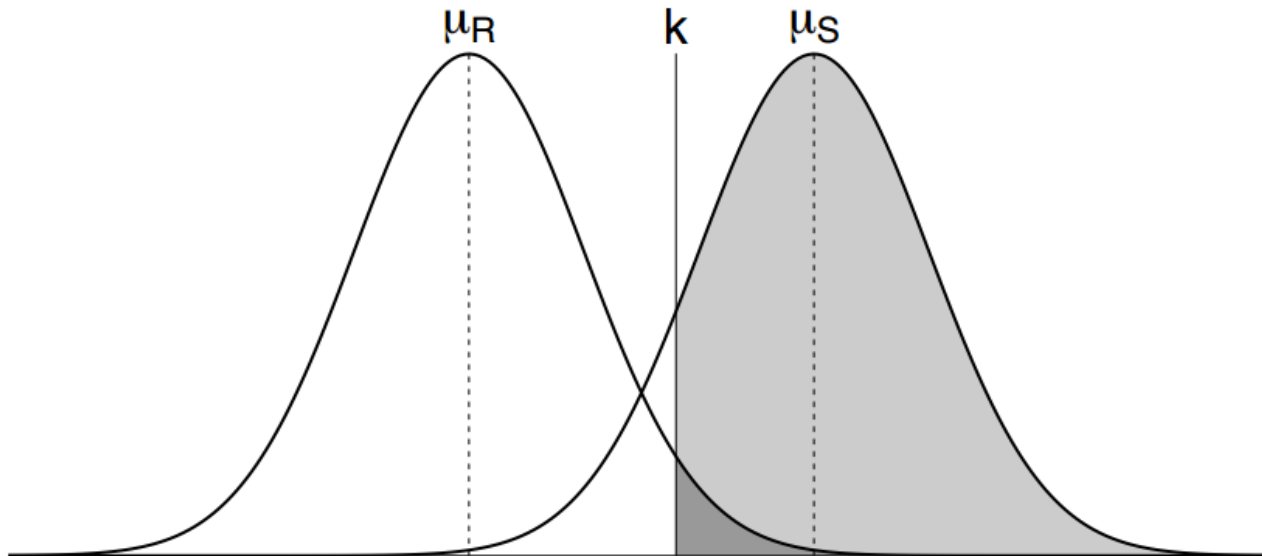
Medidas de Sesgo

- Beta = Propensión a responder 'Sí hay señal' y 'No hay señal'.

$$\beta = \frac{S(k)}{R(k)}$$

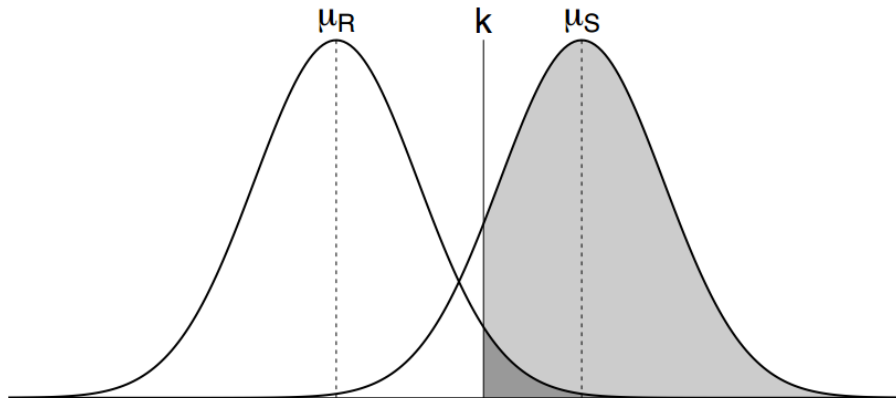


- Sensibilidad = Detecta la señal siempre que aparece.
- Especificidad = Discrimina bien la señal del ruido y no responde ante la ausencia de la primera.



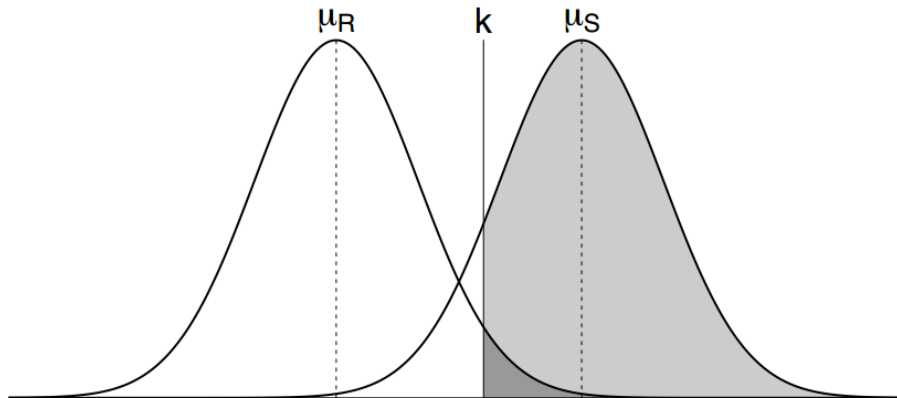
Resumen

- SDT asume que la **percepción** implica una toma de decisiones en **condiciones ambiguas**.
 - La señal que nos interesa detectar ‘entra’ acompañada de un conjunto de estimulación no relevante (ruido).



Resumen

- El sujeto **no** detecta simplemente en función a la magnitud de la estimulación (umbral) sino que tiene que hacer una **inferencia probabilística** para determinar cuál es la interpretación más probable para la evidencia.



<https://apps4teaching.shinyapps.io/SignalDetection/>