

Predicción en entornos con cambios graduales

Carlos Velázquez, Arturo Bouzas

Proyecto apoyado PAPIIME-PE310016







Poca incertidumbre externa







Observación

Estimación

$$X(t) + V(t) + \frac{1}{2}at$$

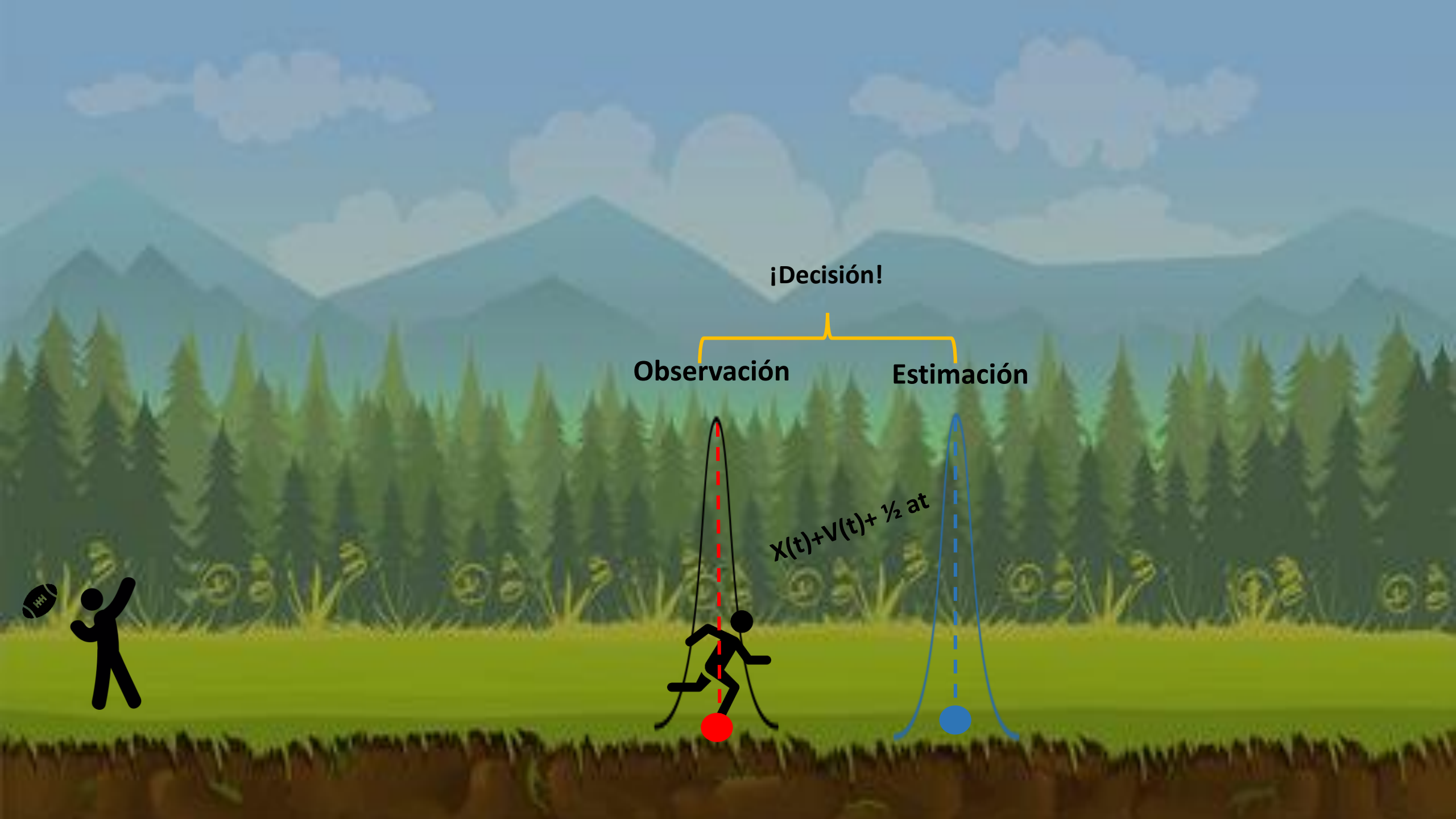


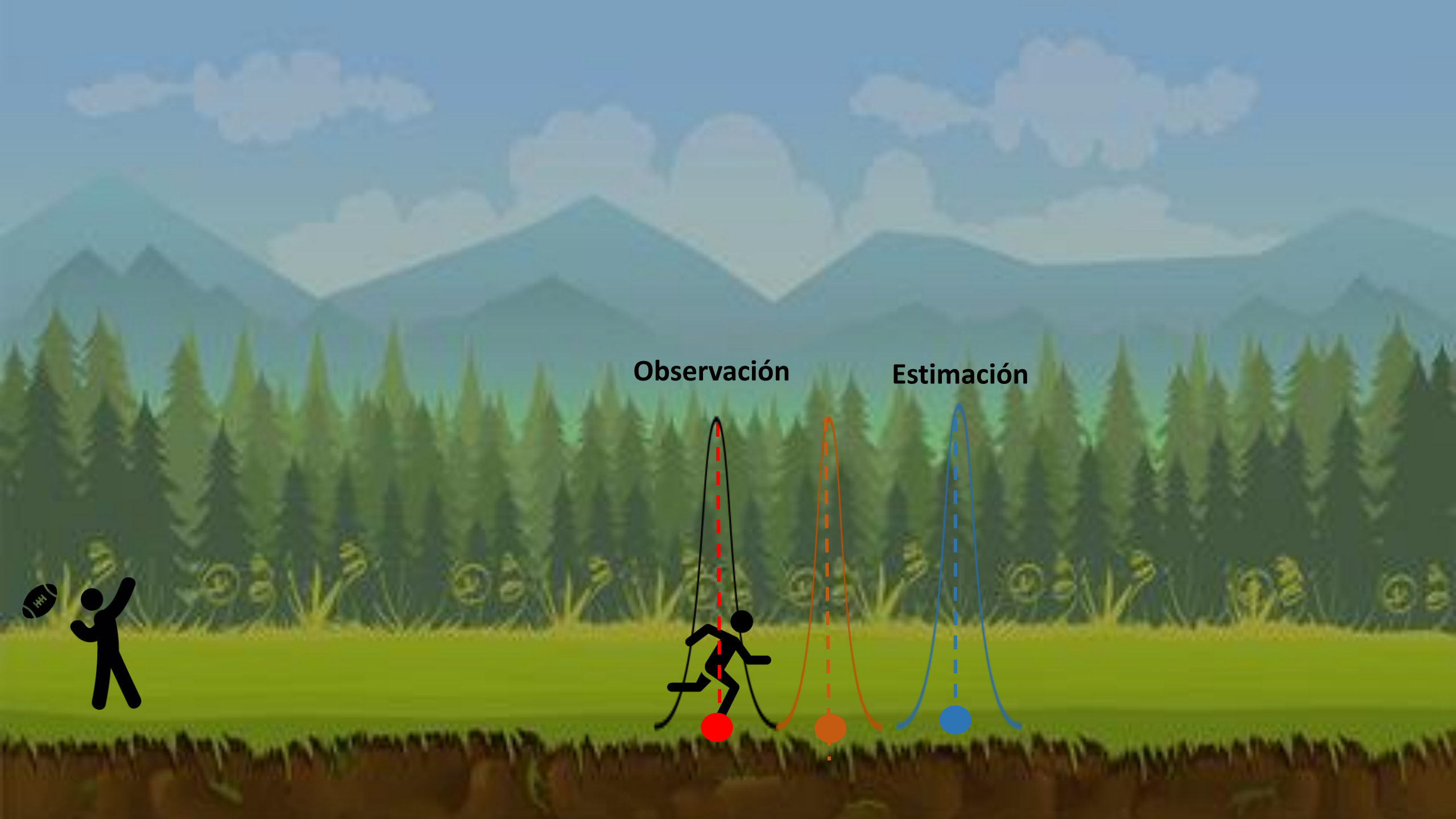
¡Decisión!

Observación

Estimación

$$x(t) + v(t) + \frac{1}{2}at$$





Observación

Estimación











Mucha incertidumbre externa



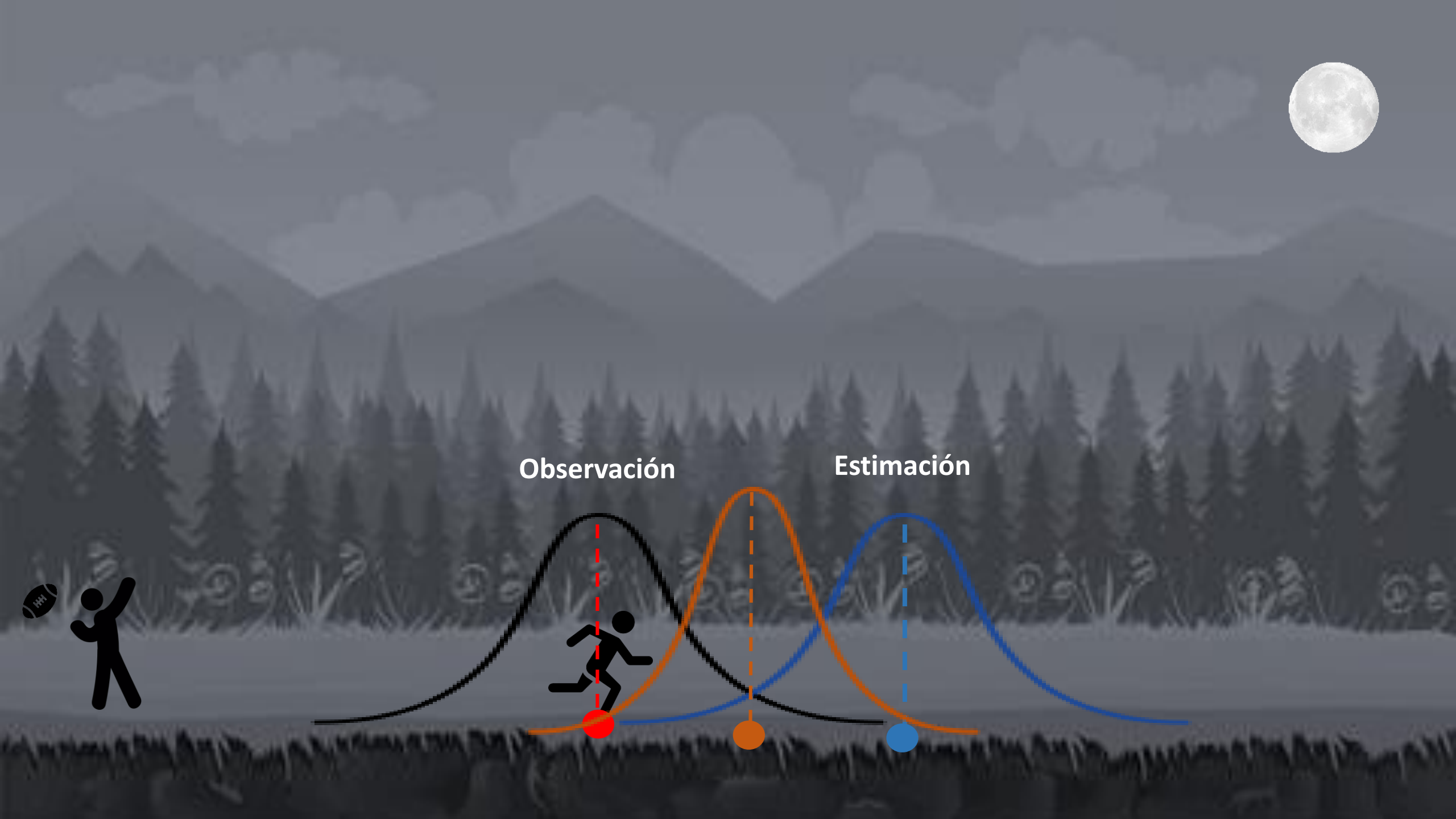


¡Decisión!

Observación

Estimación





Observación

Estimación





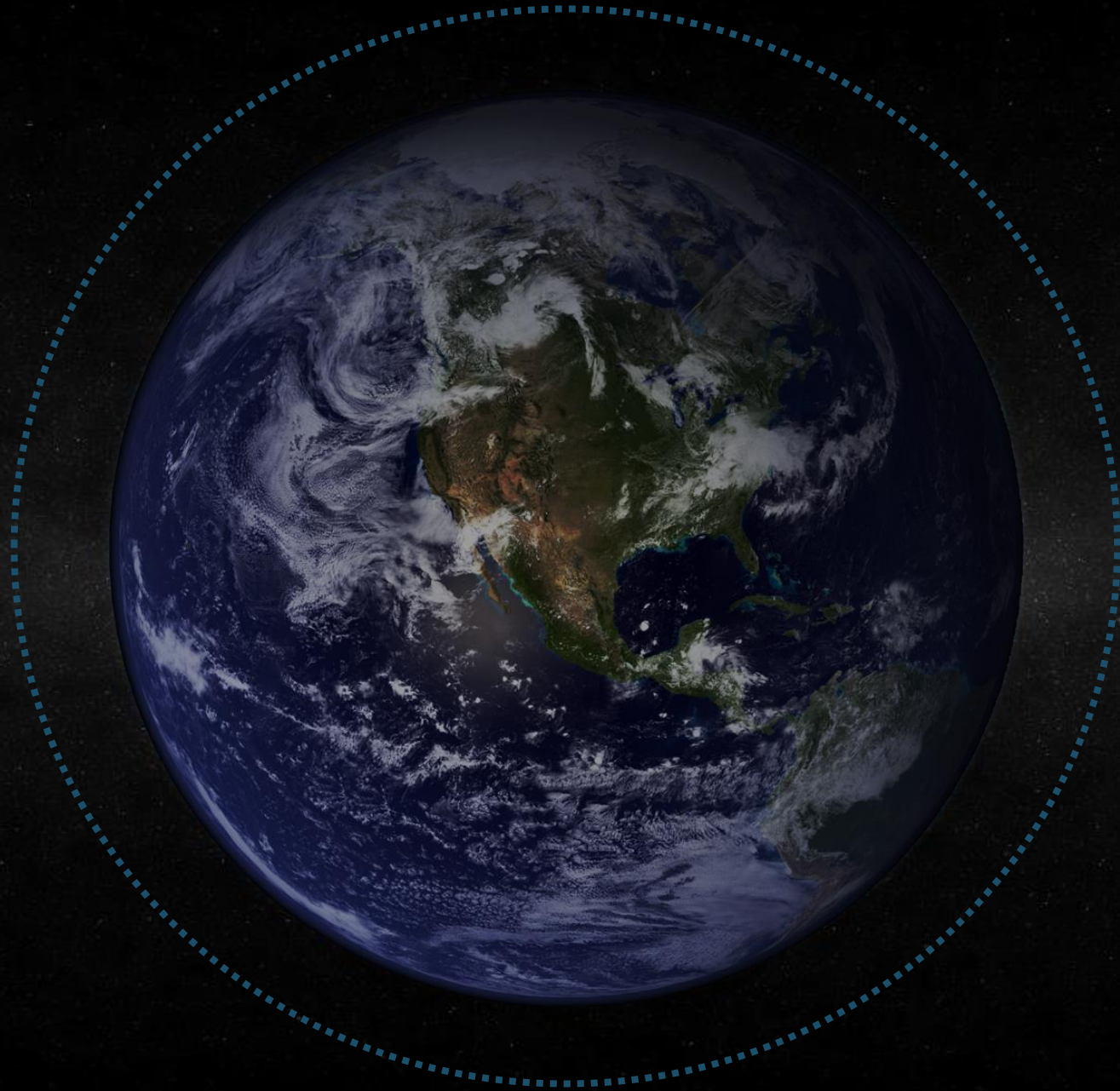
El problema:

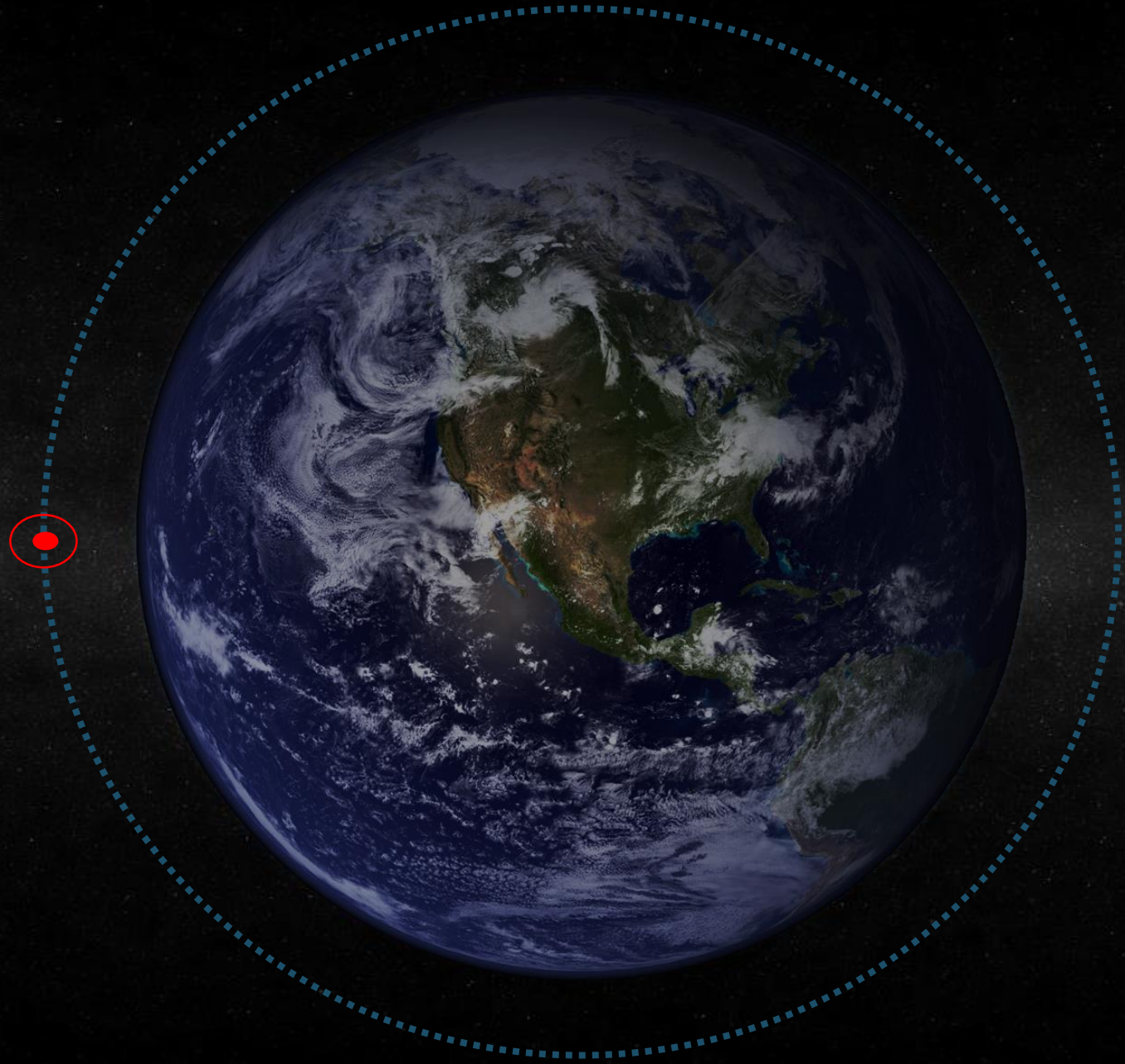
Realizar predicciones de una variable del entorno que se modifica momento a momento, bajo distintos niveles de incertidumbre (e.g. luz- oscuridad).

¿Cómo se comportan las personas en un entorno de esta naturaleza?

- Experimento:
 - Predicción de la posición de una nave espacial que orbita alrededor de la tierra.
 - Su velocidad varia a lo largo del experimento.
 - Se desarrolló la tarea bajo distintos niveles de incertidumbre externa.
 - Se recolectaron datos de 72 sujetos de la Facultad de Psicología













Diseño experimental

Condición	$\frac{\text{señal}}{\text{ruido}}$	Representación
1	0.05	
2	0.5	
3	1	
4	2	



**Incertidumbre
externa**

- Intuitivamente, la razón señal-ruido nos indica el grado en que es posible discriminar el proceso generador. Si es menor que 1, existe un mayor nivel de ruido que de señal, y por lo tanto es más difícil de discriminar; si es mayor que 1, la cantidad de señal es mayor que la de ruido, y por lo tanto, es más sencillo de discriminar.

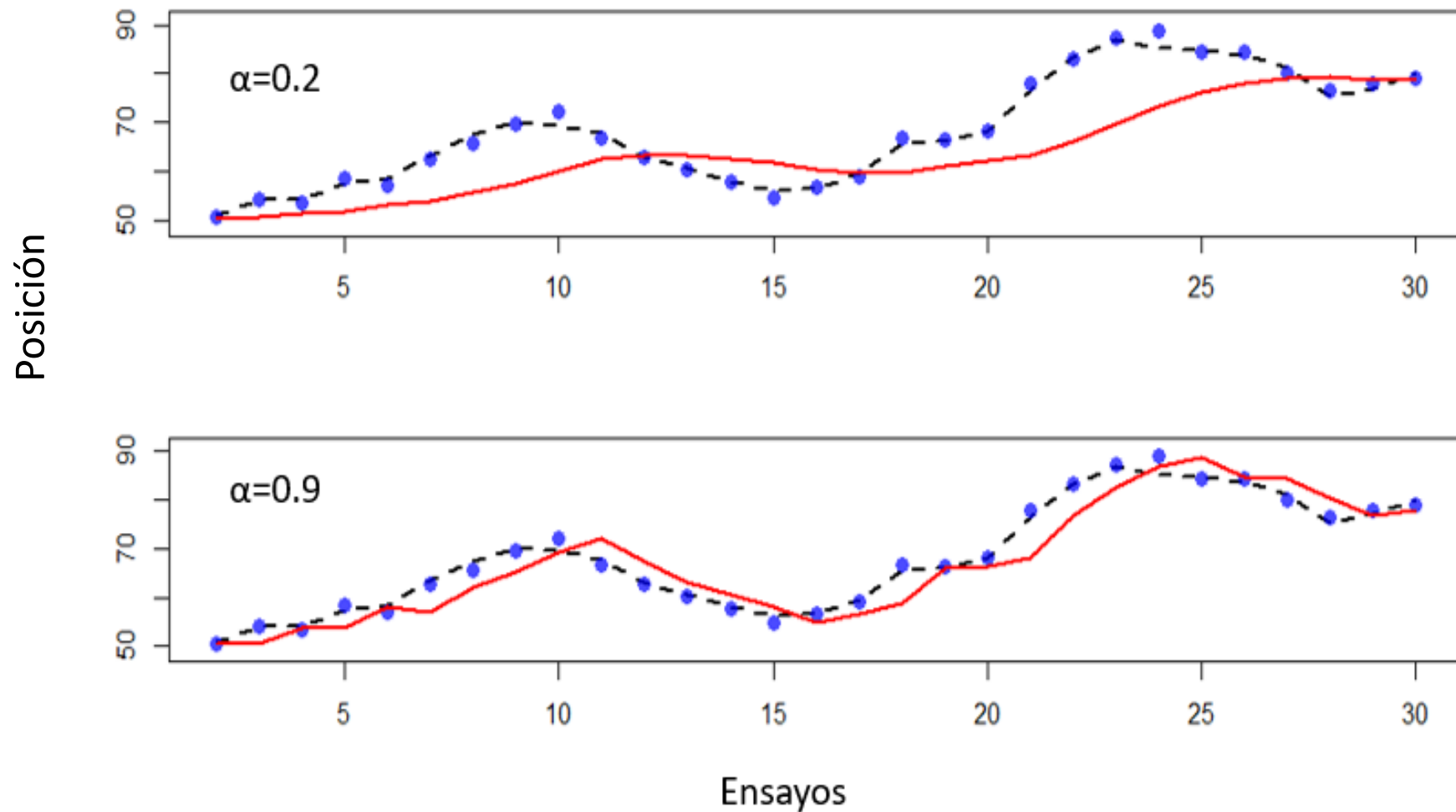
¿Qué regla de aprendizaje me permite solucionar este problema?

- Regla delta

$$\mu_{t+1} = \mu_t + \alpha\delta$$

The diagram illustrates the delta rule equation $\mu_{t+1} = \mu_t + \alpha\delta$. It features four labels with blue arrows pointing to the corresponding parts of the equation: 'Valor en el ensayo t' points to μ_t , 'Tasa de aprendizaje' points to α , 'Error de predicción' points to δ , and 'Valor en el ensayo t+1' points to μ_{t+1} .

Predicciones del modelo



¿Cómo superar esta limitación?

- Regla delta

$$\mu_{t+1} = \mu_t + \alpha \delta$$

The diagram illustrates the delta rule equation $\mu_{t+1} = \mu_t + \alpha \delta$. It features four labels with blue arrows pointing to the corresponding parts of the equation: 'Valor en el ensayo t+1' points to μ_{t+1} , 'Valor en el ensayo t' points to μ_t , 'Tasa de aprendizaje' points to α , and 'Error de predicción' points to δ .

Una mejor solución

$$\mu_{t+1} = \mu_t + v_{t+1} + \alpha \delta$$

Diagram illustrating the update rule for the mean value μ_{t+1} in a reinforcement learning context. The equation is annotated with labels and arrows:

- μ_{t+1} : Valor en el ensayo t+1
- μ_t : Valor en el ensayo t
- v_{t+1} : Velocidad en el ensayo t+1
- α : Tasa de aprendizaje para posición
- δ : Error de predicción

Regla delta con término de velocidad

$$\mu_{t+1} = \mu_t + v_{t+1} + \alpha\delta$$

Valor en el ensayo t+1 Valor en el ensayo t Tasa de aprendizaje para posición Error de predicción

$$v_{t+1} = v_t + \beta\delta$$

Velocidad en el ensayo t+1 Tasa de aprendizaje para velocidad

Regla delta con término de velocidad

$$\mu_{t+1} = \mu_t + v_{t+1} + \alpha \delta$$

Diagram illustrating the Delta Rule with a velocity term. The equation is annotated with arrows and text labels:

- μ_{t+1} : Valor en el ensayo t+1
- μ_t : Valor en el ensayo t
- v_{t+1} : Velocidad en el ensayo t+1 (highlighted with a red box)
- α : Tasa de aprendizaje para posición
- δ : Error de predicción

Regla delta con término de velocidad

$$\mu_{t+1} = \mu_t + v_{t+1} + \alpha \delta$$

Diagram illustrating the Delta Rule with a velocity term. The equation is annotated with arrows and text labels:

- μ_{t+1} : Valor en el ensayo t+1
- μ_t : Valor en el ensayo t
- v_{t+1} : Velocidad en el ensayo t+1 (highlighted with a red box)
- α : Tasa de aprendizaje para posición
- δ : Error de predicción

$$B_{t+1} = \mu_{t+1} + \sigma^2$$

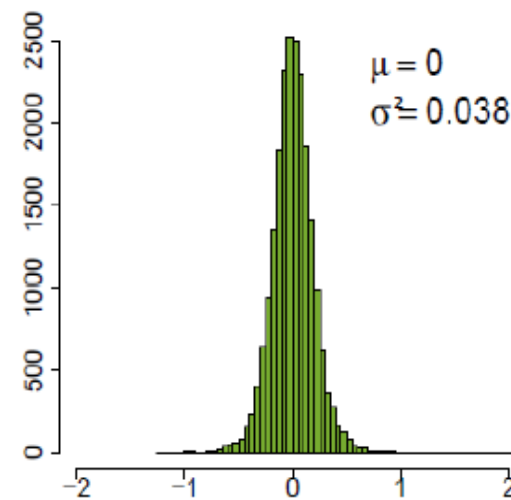
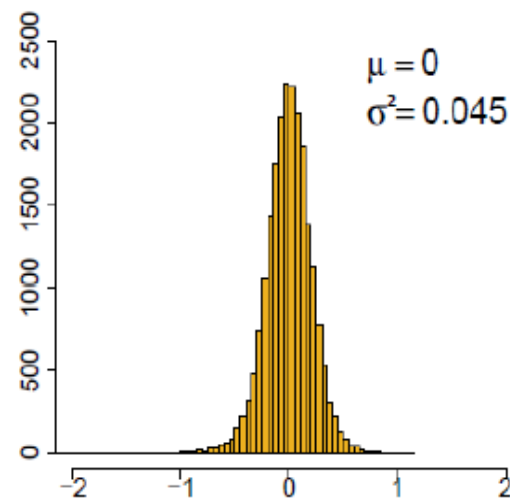
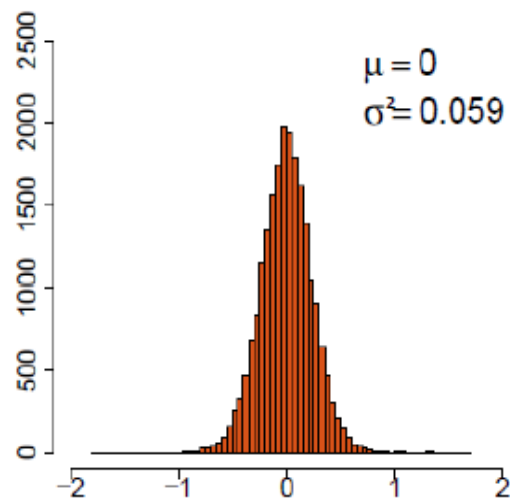
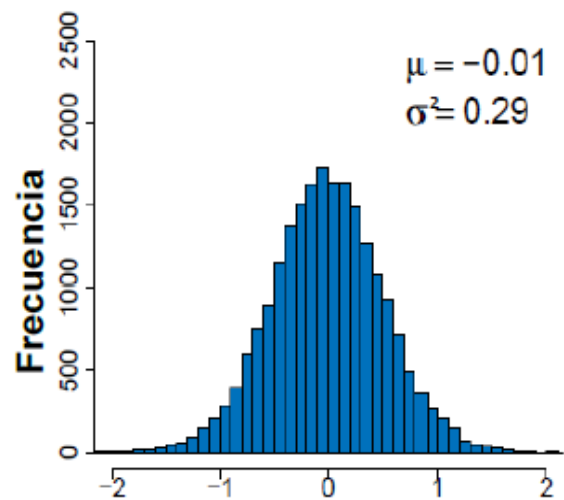
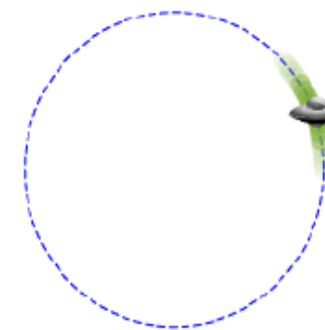
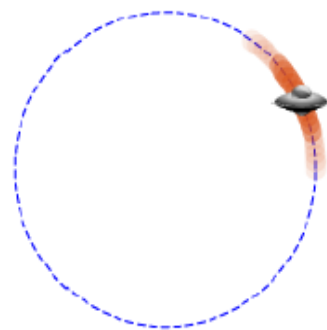
Diagram illustrating the relationship between the estimated value and the error of estimation:

- σ^2 : Error de estimación

- Intuitivamente, el modelo tiene un estimado de hacia dónde está variando el entorno y lo actualiza conforme se obtienen más observaciones.
- Cuenta con tres parámetros: tasa de aprendizaje para posición (α), y tasa de aprendizaje para velocidad (β) y el error de estimación (σ^2)
- Se utilizaron herramientas de estadística bayesiana para estimar los posibles valores de los parámetros que describen los datos.

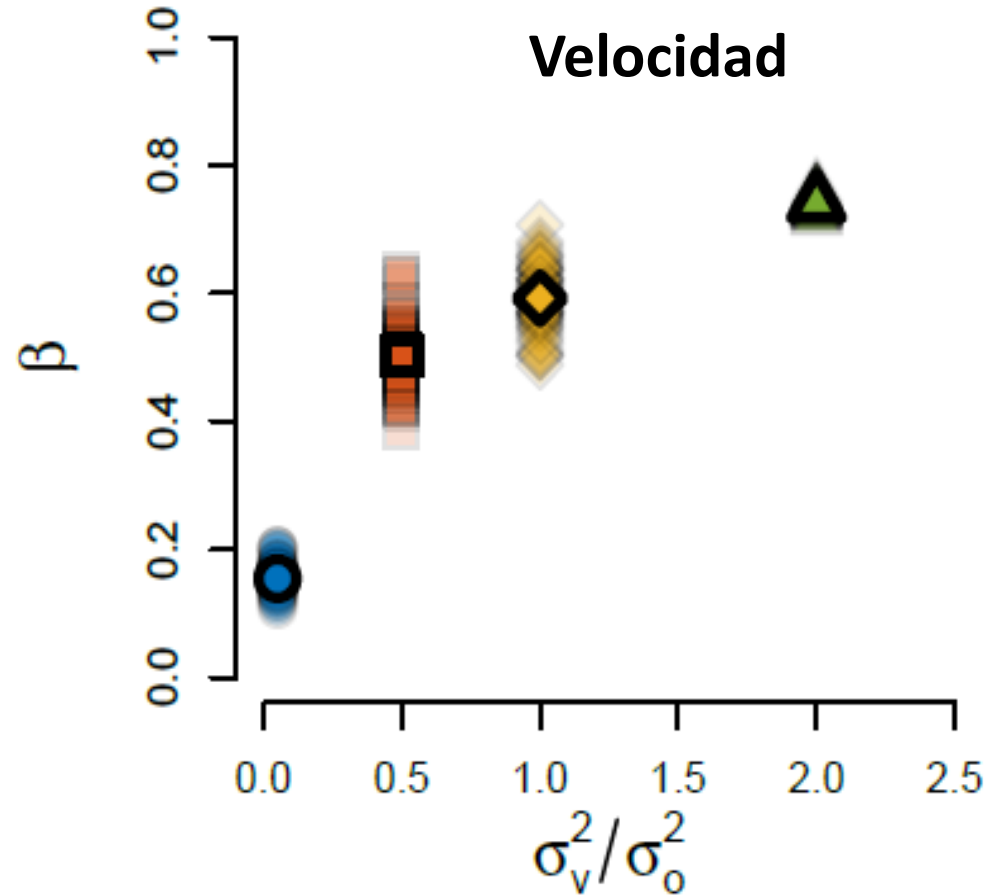
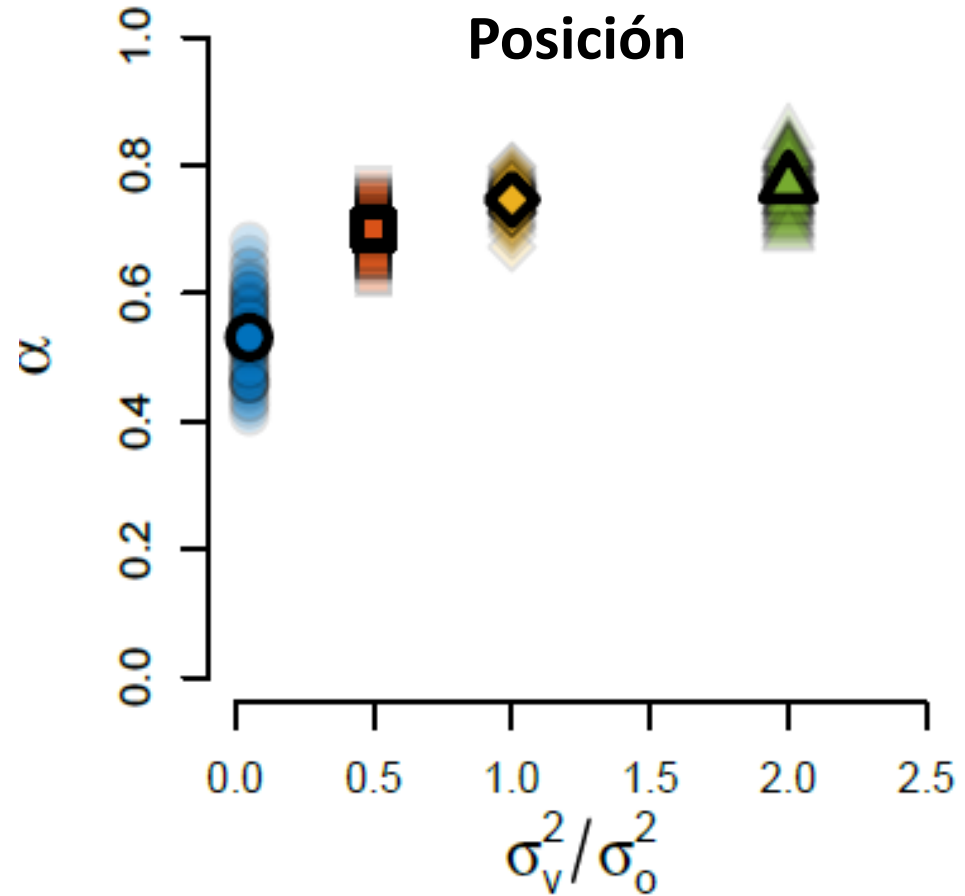
Resultados

Errores de predicción

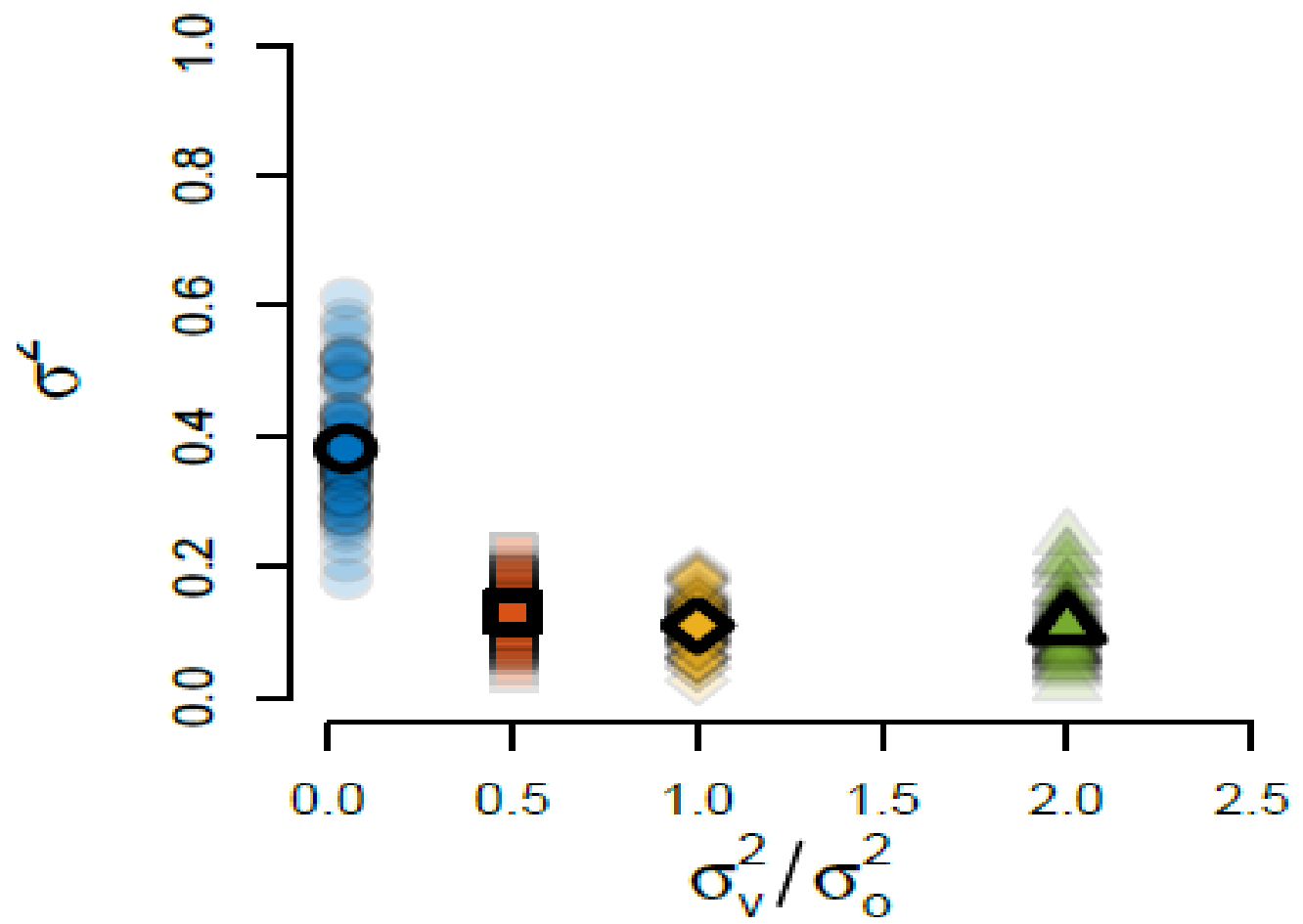


Error

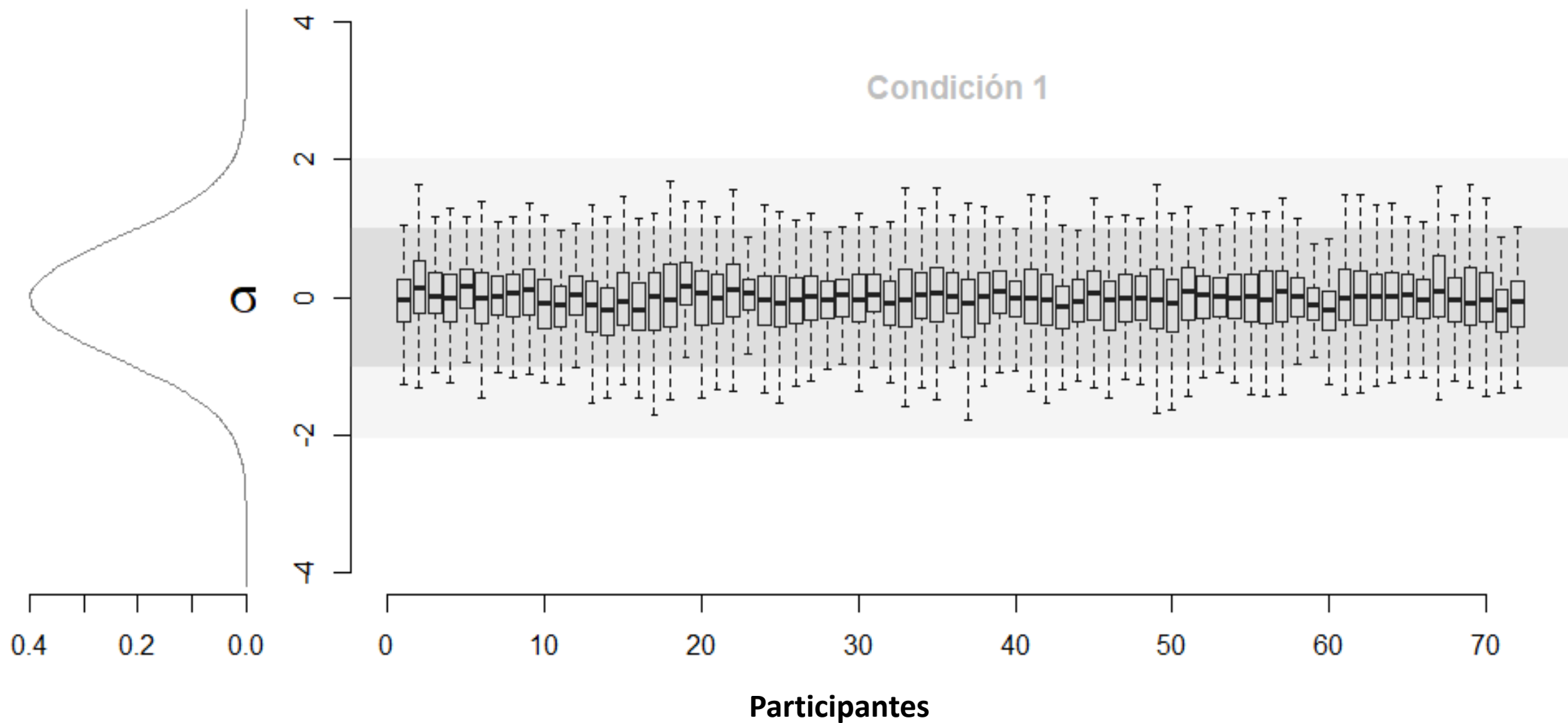
Tasas de aprendizaje



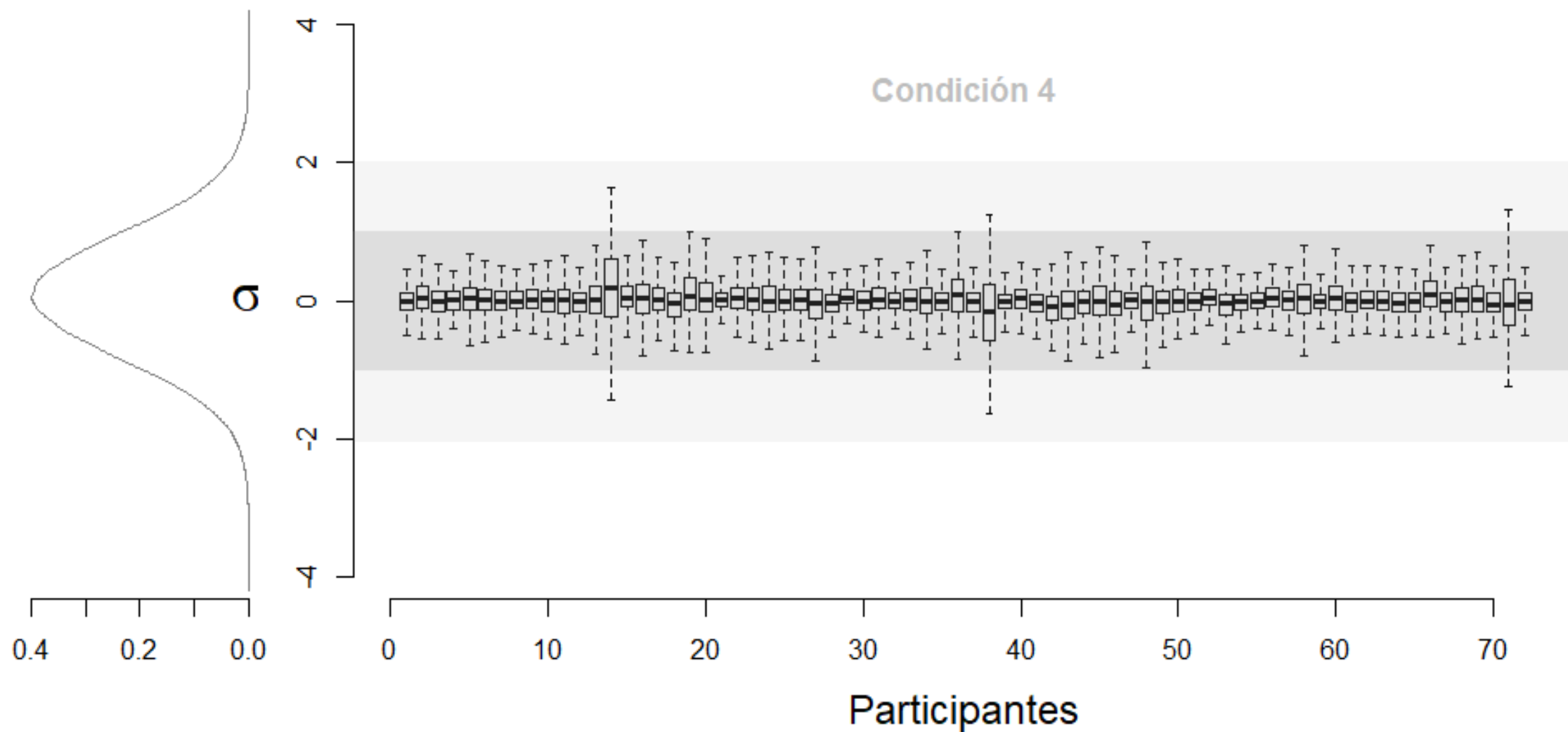
Error de estimación



Predicciones del modelo



Predicciones del modelo

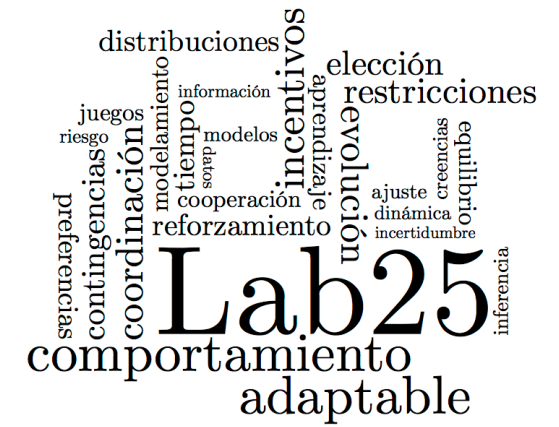


Conclusiones

- La mayor cantidad de los ensayos los participantes predicen la posición correcta de la nave. Sin embargo, presentan errores de mayor magnitud para la condición con mayor incertidumbre externa.
- Una variación al modelo estándar de refuerzo que asume la estimación de la velocidad de cambio del entorno es capaz de describir el comportamiento de los sujetos.

Conclusiones

- Dicho modelo sugiere que las tasas de aprendizaje (tanto para velocidad como posición) incrementan conforme disminuye la incertidumbre de la tarea, indicando que confían más en las observaciones para actualizar sus estimaciones.
- Los resultados sugieren que los modelos de reforzamiento son herramientas útiles que permiten describir el comportamiento en entornos volátiles



¡Gracias!

<http://bouzaslab25.com/>