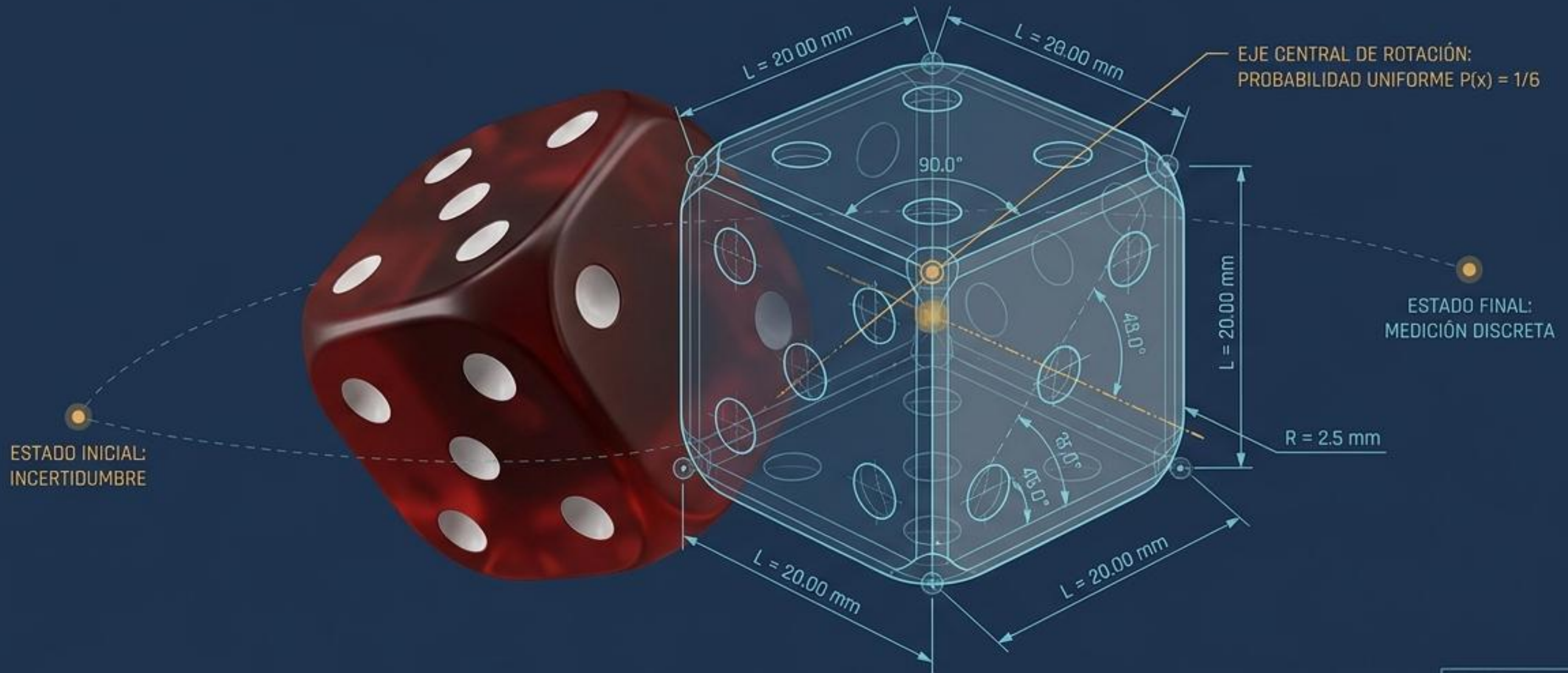


# LA CONSTITUCIÓN DEL UNIVERSO PROBABILÍSTICO

LOS 3 PILARES DE KOLMOGÓROV Y LA DOMESTICACIÓN DEL AZAR



ESCALA: 2:1

FECHA: OCT 26, 2023

# Jugar al ajedrez en un universo sin leyes



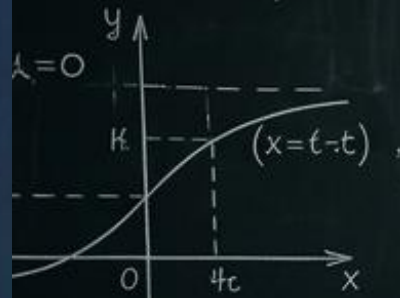
La Crisis de Fundamentos: A principios del siglo XX, la probabilidad carecía de rigor matemático. Construir ciencia sobre estas bases era como erigir un rascacielos sobre arena movediza. La matemática necesitaba un legislador.

# Andréi Nikoláyevich Kolmogórov



теория вероятностей  
усужения стинема

$$x_i) = \frac{1}{n} - \frac{1^2}{n^2}$$



## ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Теорияяяя закона похانونания теория вероятностей  
к пралассаций и держтурский:

$g x x, d \xi$  и  $\eta,$

$$M \mu = n p$$

$$M \sum_{k=1}^n \xi_k = t, p + o_{10}(x) = \sum_{k=1}^n M \eta_k <$$

$$M \xi_k = t, p + o M \left( \xi \frac{t}{7} \right);$$

$$= \bar{r} p - , \bar{n} \xi_i + M,$$

$$= \dots \left( \bar{x} - \left( -M \frac{2}{7} \right) \right)$$

$$+ M(\xi \eta) = M \xi k \frac{t}{7}$$

$$= \sum_{k=1}^n M \eta_k$$

## ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ

Заканання закона произважня послуженно-  
дерезиционной оителми

$$t = \sum_{k=1}^n (n - \lambda_k) = 0,$$

$$t = \left( \frac{\sigma^2 (n - C_{n-1})}{T n (n-1)} + \sum_{k=1}^n \frac{(x-1)^2}{r e} \right) + a k_p (n - \lambda_1) \dots$$

Принцип больших чисель-ннсом:

$$f'(x) = \sum_{k=0}^n \frac{(n - w_j)}{n}, \quad \bar{x} = \frac{\sum_{k=0}^n (n \sigma(x_{k,j}) - ((n - \lambda_j))}{2n}$$

$$\bar{X}(x) = \frac{1}{n^s} \sum_{k=0}^n M_{k,j}^2 - \lambda_j \left[ (n - M) \frac{1}{\alpha_j} \right]$$

# El desafío del siglo y el arquitecto ruso

## 1900: El llamado

Congreso de París. David Hilbert plantea 23 desafíos.

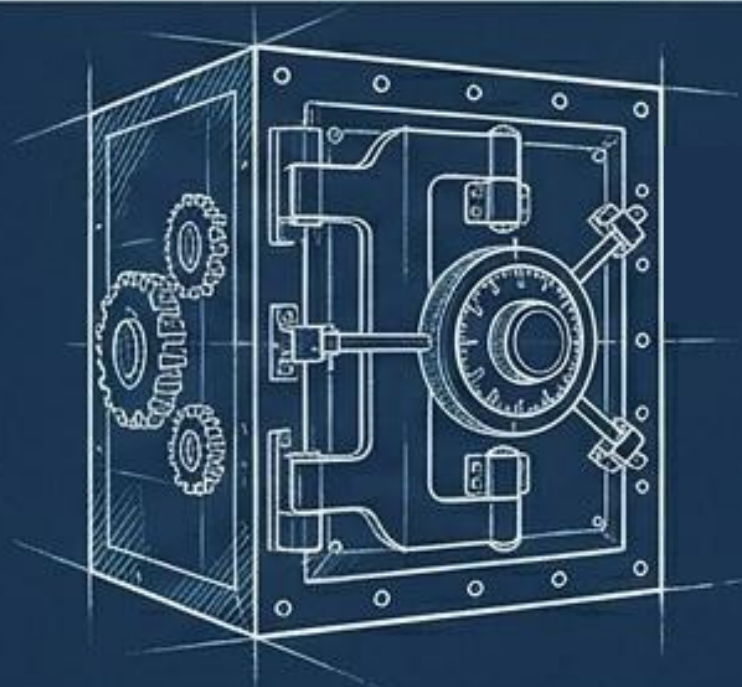
Problema Número 6:  
Axiomatizar la física y la probabilidad. Convertir el azar en geometría rigurosa.

33 Años de Estancamiento

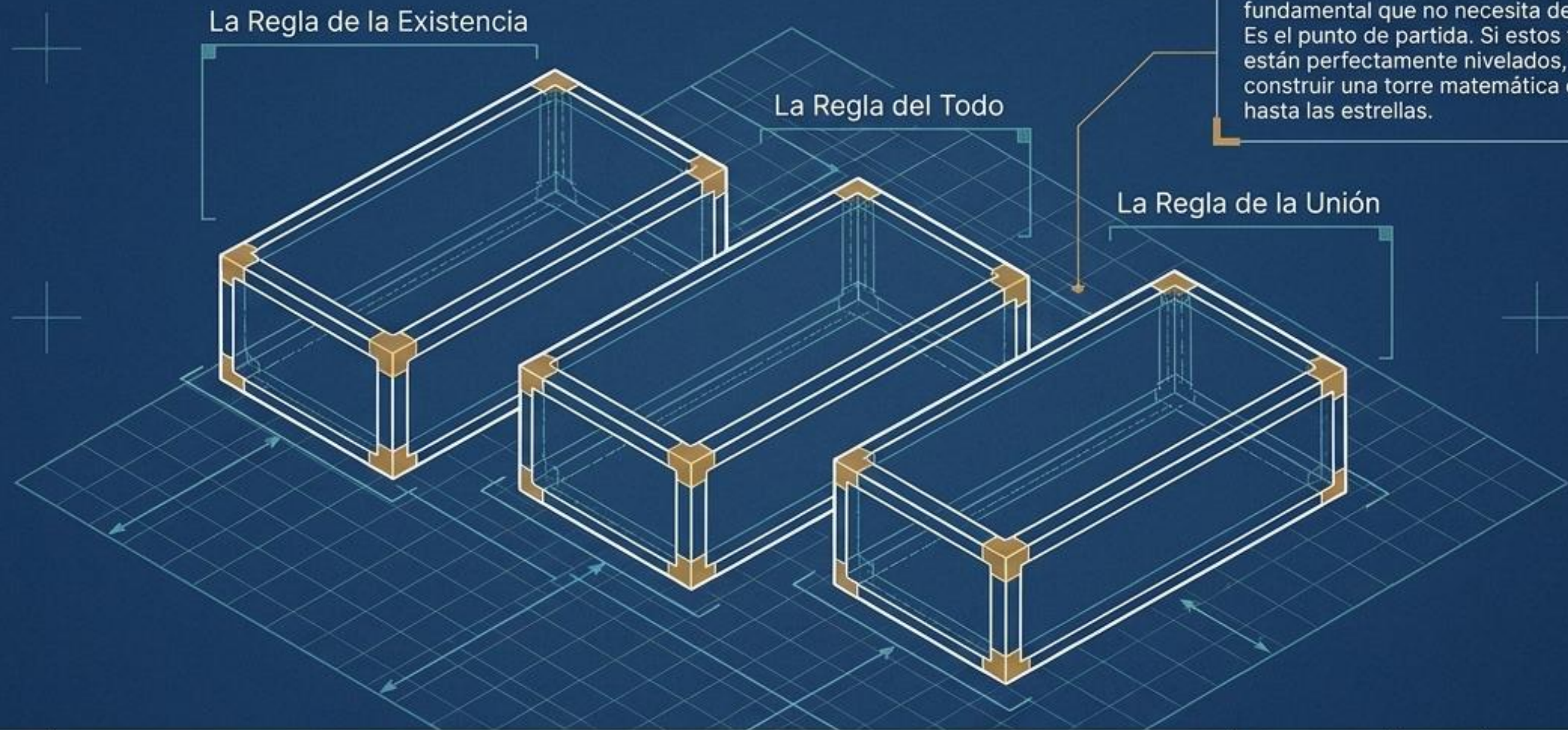
## 1933: La Solución

A sus 30 años, Andréi Kolmogórov resuelve el enigma que paralizó a las mentes más brillantes.

3 leyes definitivas para separar la ciencia exacta de la simple opinión.

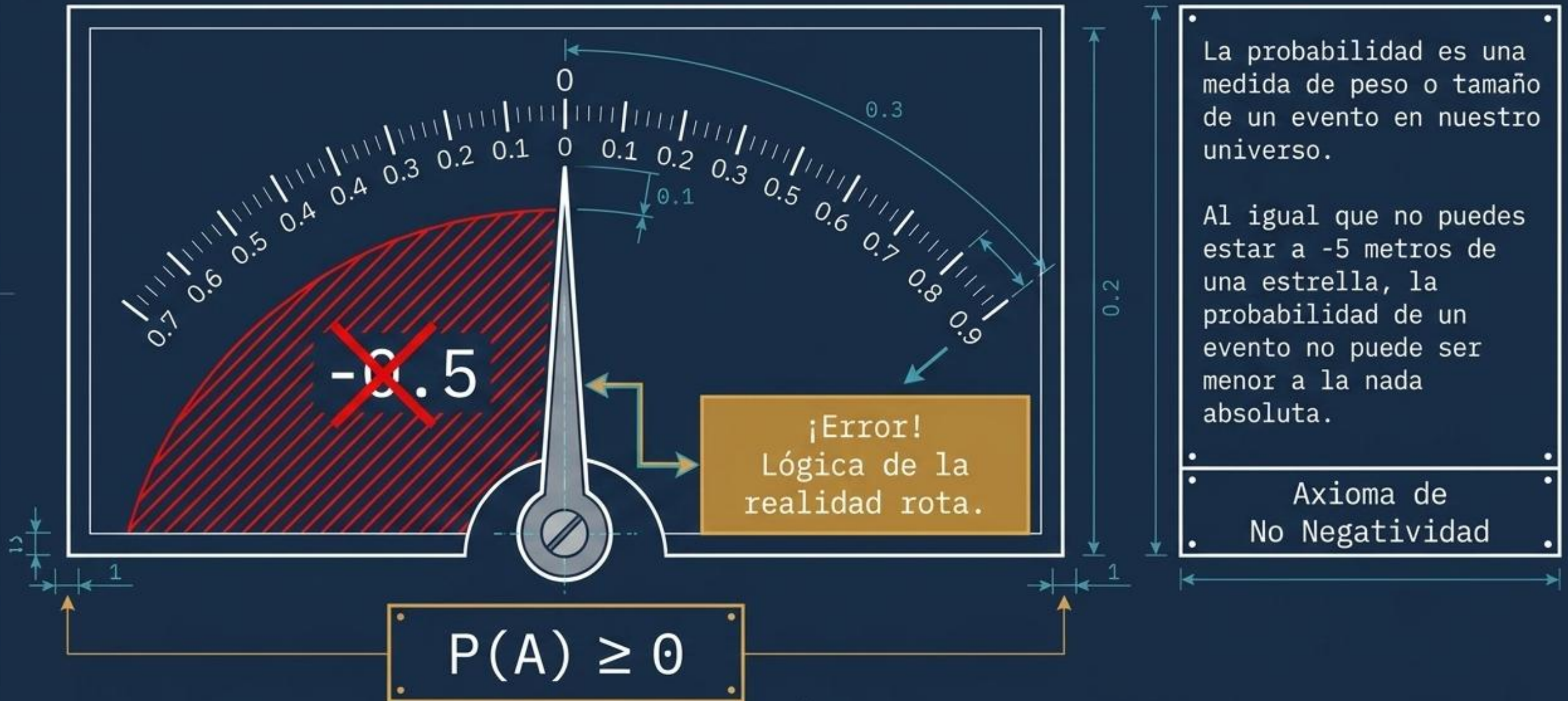


# Vertiendo los cimientos absolutos del azar



Notación base:  $P(A)$  = la probabilidad de que ocurra el evento A.

# Axioma 1: La Regla de la Existencia (No negatividad)



# Axioma 2: La Regla del Todo (Normalización)



El universo de posibilidades es cerrado.

Si tiras un dado, la certeza absoluta de que el resultado estará entre el 1 y el 6 es total.

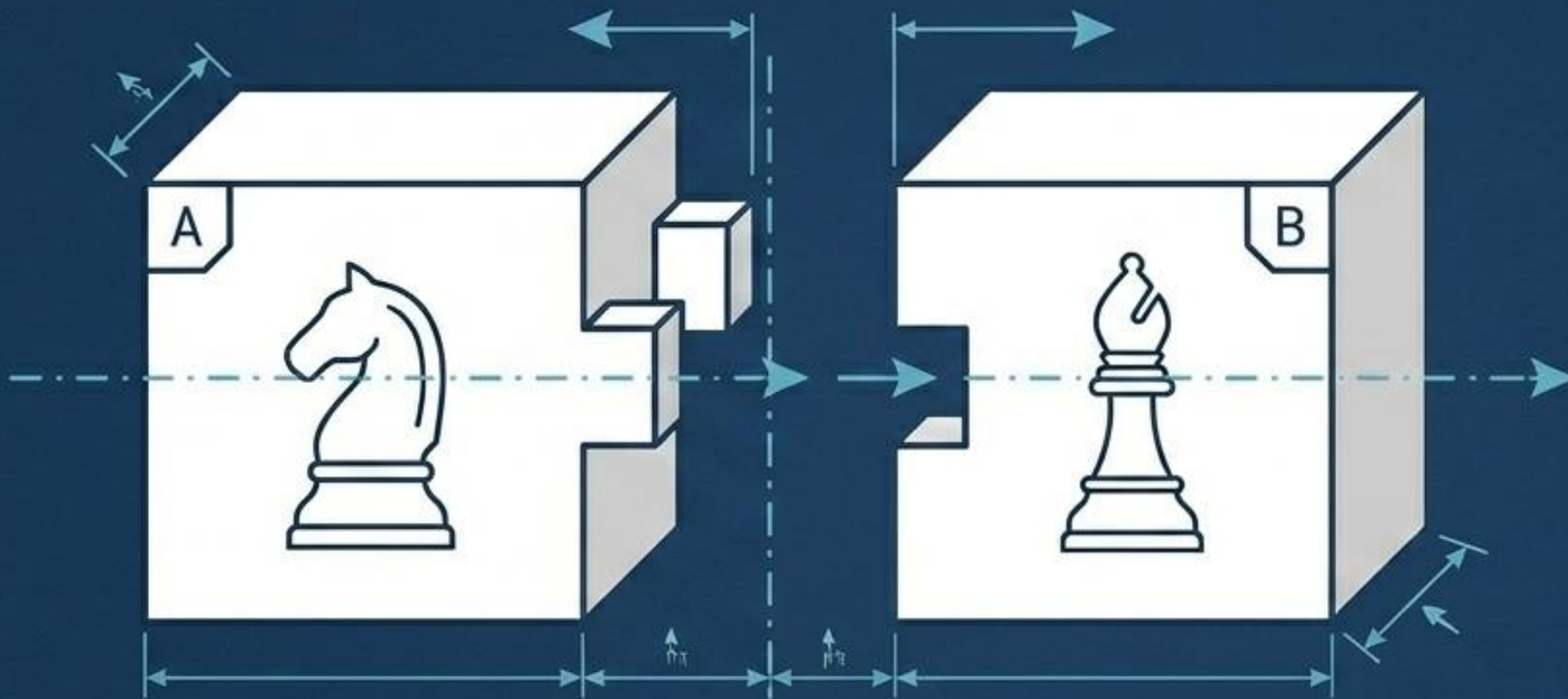
Nada puede ser más que seguro.



Primary Formula:  $P(\Omega) = 1$

Deducción directa de los Axiomas 1 y 2:  $0 \leq P(A) \leq 1$ . Si alguien calcula que la probabilidad de que una enana blanca colapse es 1.5, está mintiendo.

# Axioma 3: La Regla de la Unión (Aditividad)



Las probabilidades complejas se arman sumando piezas más pequeñas, siempre y cuando estas piezas sean mutuamente excluyentes (no puedan ocurrir al mismo tiempo).

Axioma de  
No Negatividad

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

(donde  $A \cap B = \emptyset$ )

# El Kit de Herramientas del Arquitecto

Cuatro herramientas prácticas deducidas de los 3 cimientos de Kolmogórov para resolver problemas espaciales o estratégicos.



## Complemento (El atajo)

$$P(A^c) = 1 - P(A)$$

Calcular lo que falta en lugar de todo lo que hay.

## Adición General (El solapamiento)

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

Compensar el doble conteo restando la intersección.

## Evento Imposible (El vacío)

$$P(\emptyset) = 0$$

Lo que no existe en el universo no tiene peso.

## Monotonía (El límite lógico)

$$\text{Si } A \subseteq B, \text{ entonces } P(A) \leq P(B)$$

La parte nunca es mayor que el todo.

# La Ley del Complemento: Calculando a través de "lo que falta"

Fallo del sensor por radiación cósmica.

$$P(F) = 0.005$$

El sensor funciona perfectamente.

$$P(F^c) = 1 - 0.005 = 0.995$$

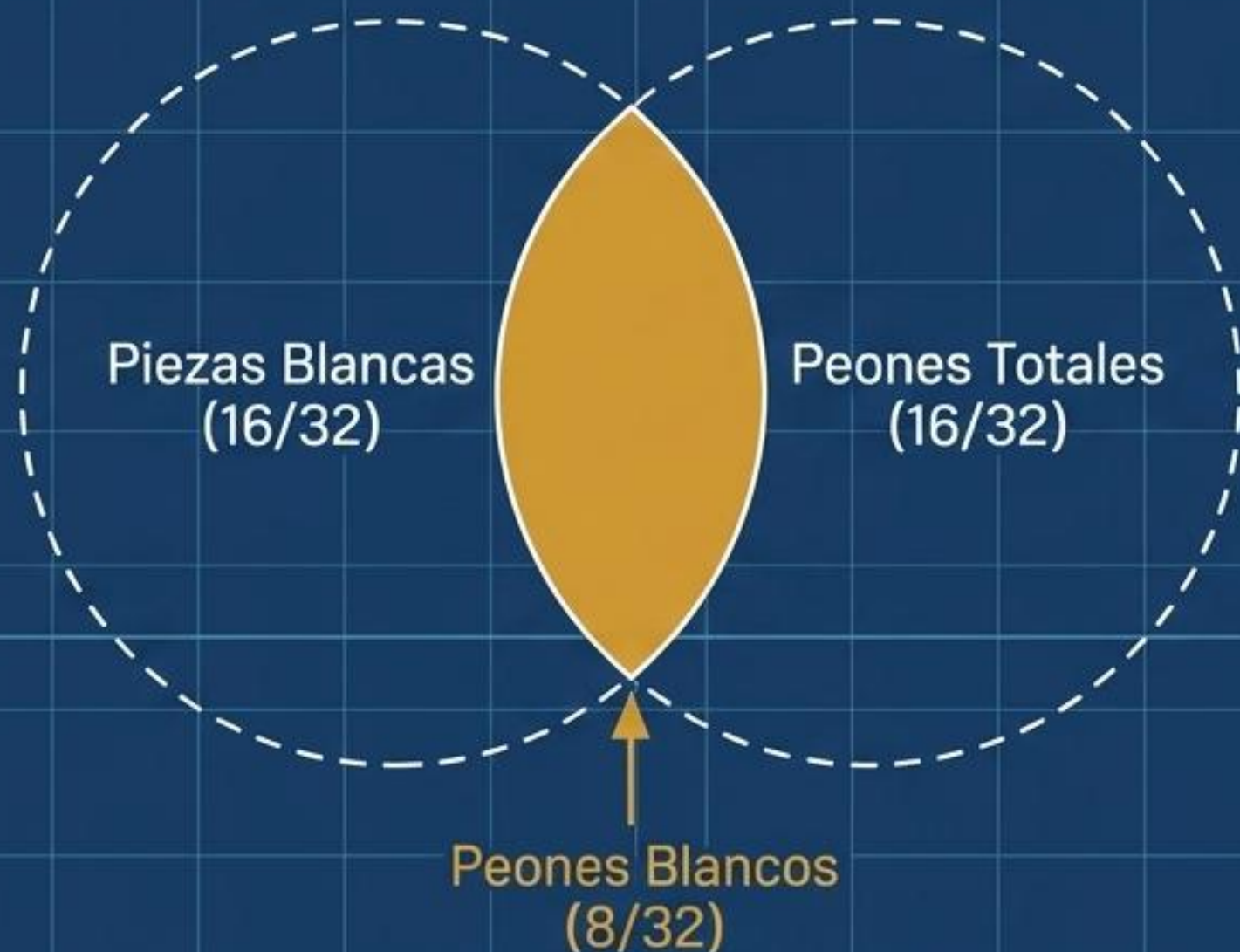
(99.5% de éxito)

$$P(A^c) = 1 - P(A)$$

A veces, calcular todas las formas en que un sistema puede tener éxito es infinitamente complejo. La estrategia más inteligente es calcular la única forma en que puede fallar y restarla a la totalidad del universo (1).

# Regla General de la Adición: Evitando el doble conteo

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$



Suma Ciega:

$$16/32 + 16/32 = 32/32$$

(¡Falso! Daría 100%, ignorando a las piezas negras mayores).

Corrección de Kolmogórov:

$$16/32 + 16/32 - 8/32 = 24/32$$

Resultado Final:

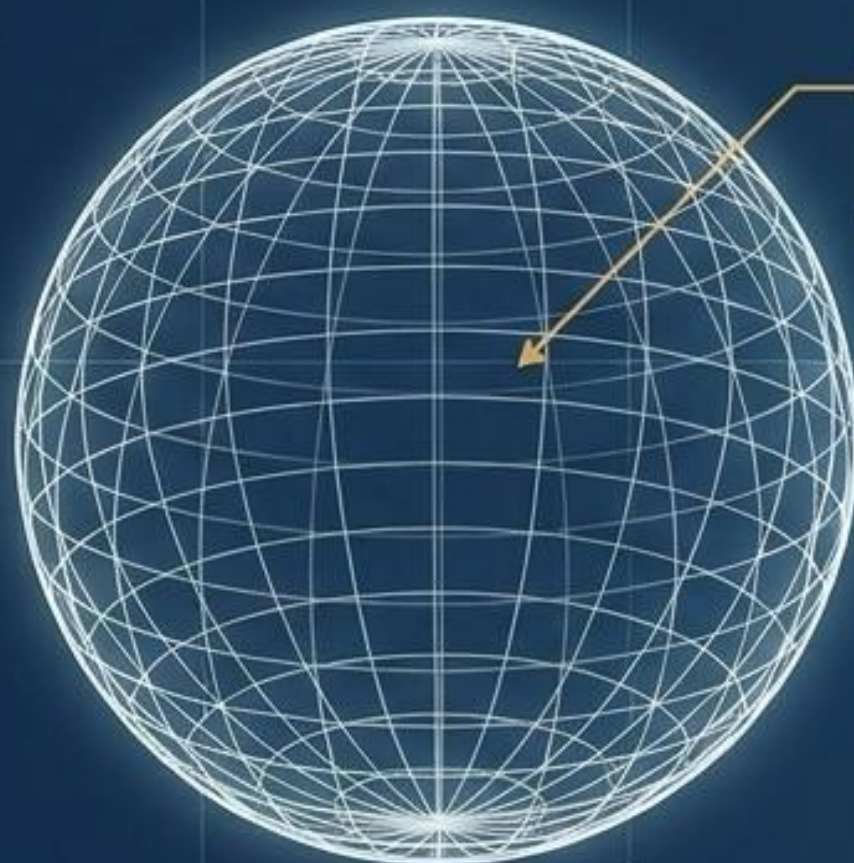
**0.75**

Cuando buscamos piezas que sean 'Blancas' o 'Peones', no podemos sumar ciegamente, porque contaríamos los peones blancos dos veces.

# Los Límites de la Lógica: El Vacío y la Monotonía

Protegiendo nuestro cerebro de las trampas matemáticas y la falacia de la conjunción.

## El Vacío



La probabilidad del evento imposible (ej. sacar un 7 en un dado de 6 caras).

$$P(\emptyset) = 0$$

## Monotonía



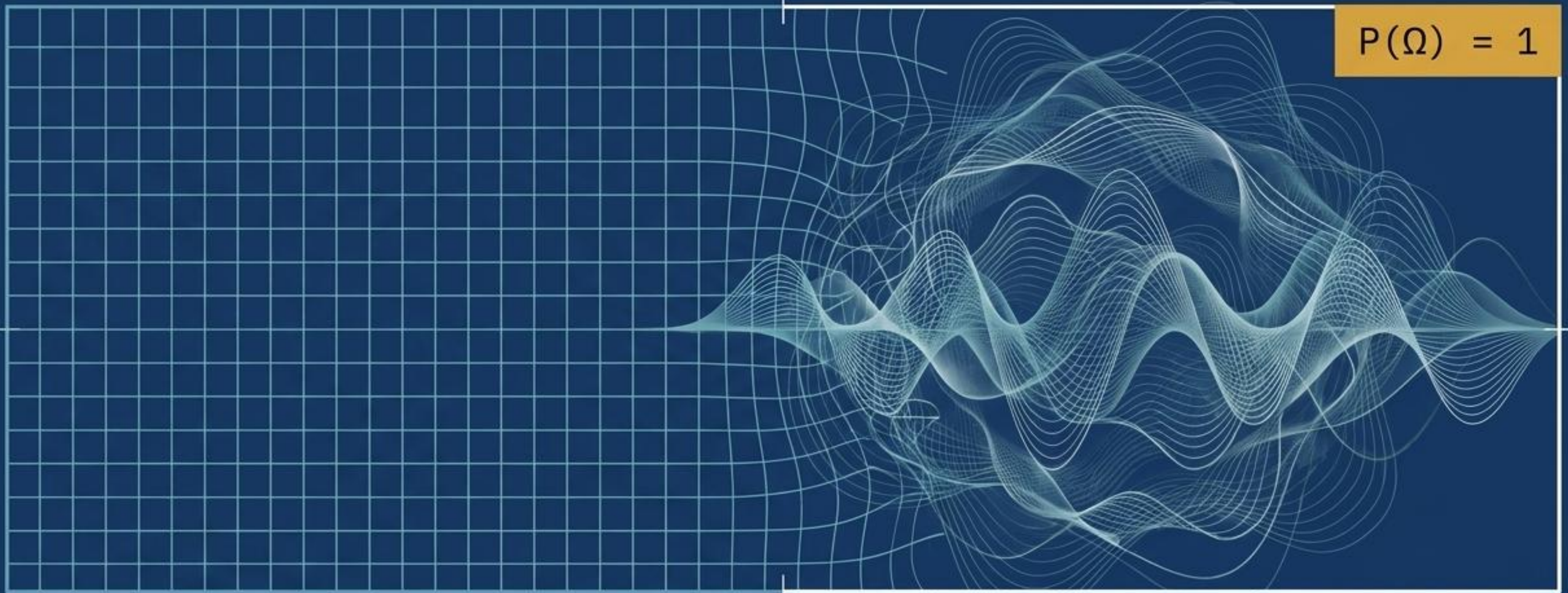
Piezas Caballo

Caballo Blanco

La probabilidad de que un objeto sea un 'Caballo Blanco' nunca puede ser mayor a que sea simplemente un 'Caballo'.

$$\text{Si } A \subseteq B, \text{ entonces } P(A) \leq P(B)$$

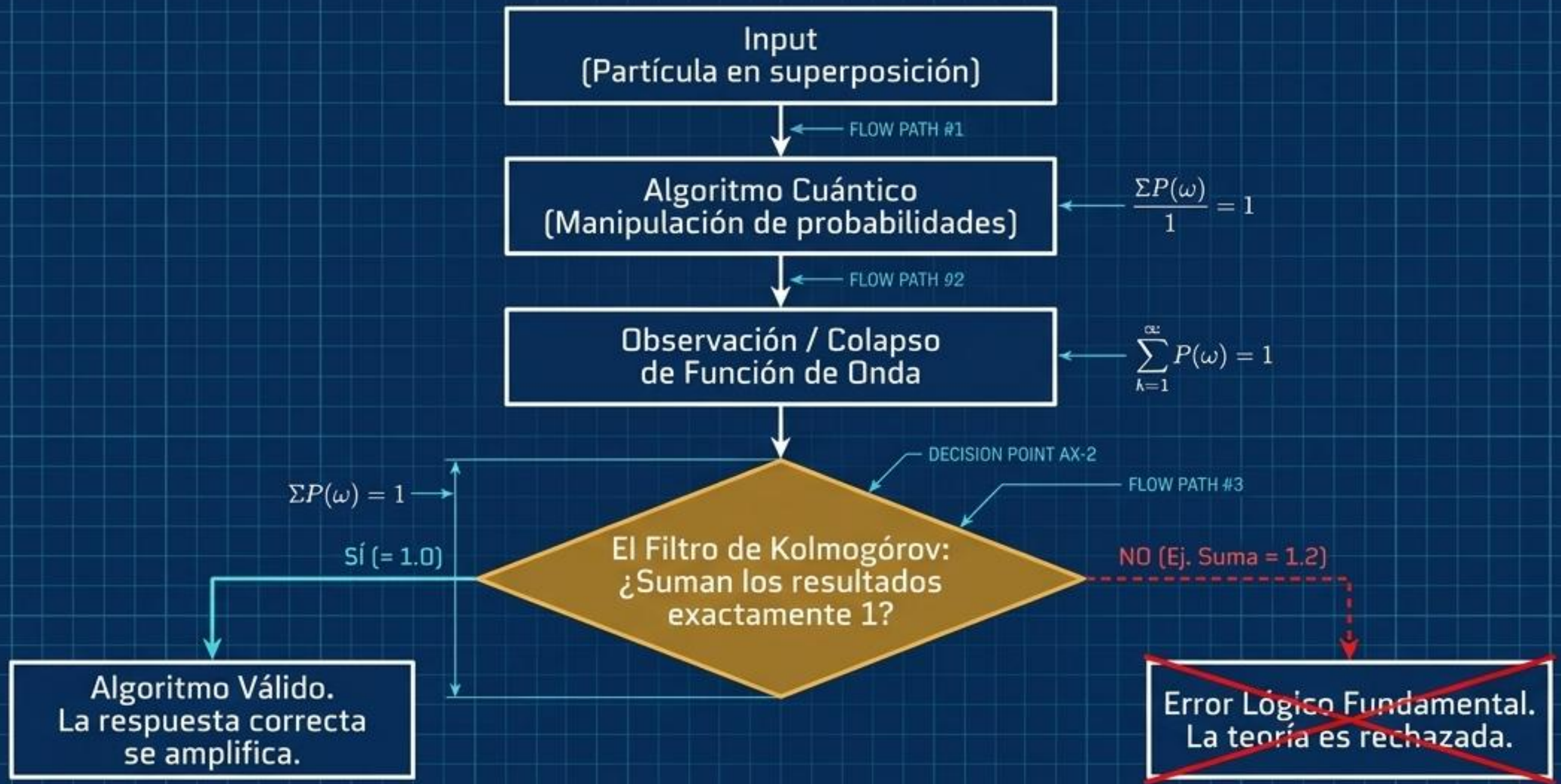
# La Frontera Cuántica: El andamio de lo infinitamente pequeño



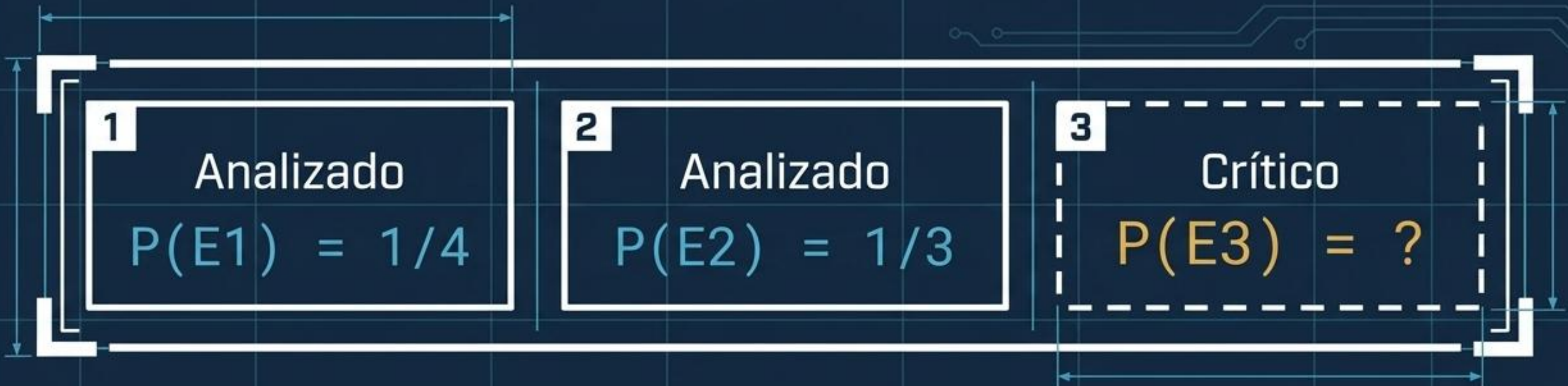
En el mundo subatómico, las partículas viven en múltiples lugares a la vez. Sin embargo, aunque la naturaleza cuántica sea extraña, la matemática la contiene. La probabilidad sigue siendo sagrada.

# El Test de Cordura: El Árbitro Final del Universo

Cómo el Axioma 2 valida los algoritmos de la computación cuántica.



# Desafío para el Gran Maestro: Misión de Estabilización



Para que este universo cuántico no colapse y respete la Constitución de Kolmogórov, la suma de los estados mutuamente excluyentes debe ser exactamente 1.

**¿Cuál debe ser la probabilidad del estado 3?**

# La Resolución: El lenguaje del azar

## MATH BREAKDOWN PLATE

HOJA DE CÁLCULO DE PROBABILIDAD

Paso 1 (Suma inicial):

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{3} = \frac{3}{12} + \frac{4}{12} = \frac{7}{12}$$

Paso 2 (Ley del Complemento):

$$1 - \frac{7}{12} = \frac{12}{12} - \frac{7}{12} = \frac{5}{12}$$

Resultado Final:

$$P(E3) = \frac{5}{12}$$



"Kolmogórov nos proporcionó el marco matemático para garantizar que el azar no es caos, sino un sistema con fronteras definidas. Nos dio el lenguaje para hablar con el azar sin volvernos locos."