

# Clase 2:

# Datos, medición y replicación

Dr. Héctor Nájera

Dr. Curtis Huffman

PUED-UNAM



# Esta sesión

BOOKS MARCH 29, 2021 ISSUE

## WHAT DATA CAN'T DO

*When it comes to people—and policy—numbers are both powerful and perilous.*

STATISTICS

## ***Measurement error and the replication crisis***

The assumption that measurement error always reduces effect sizes is false

By Eric Loken<sup>1</sup> and Andrew Gelman<sup>2</sup>

**M**easurement error adds noise to predictions, increases uncertainty in parameter estimates, and makes it more difficult to discover new

reliable measurement. In epidemiology, it is textbook knowledge that nondifferential misclassification tends to bias relative risk estimates toward the null (3). According to Hausman's "iron law" of econometrics, effect sizes in simple regression models are



# ¿Es el uso **extensivo** y **generalizado** de la medición una amenaza?

BOOKS MARCH 29, 2021 ISSUE

## WHAT DATA CAN'T DO

*When it comes to people—and policy—numbers are both powerful and perilous.*



# ¿Por qué medimos?



# ¿Por qué medimos?



¿Qué diría Hanna Fry?  
¿Qué dirían Loken y Gelman?



# ¿Por qué medimos?

Fundamentalmente: Porque queremos generalizar

1. Tener más **precisión** en los juicios que hacemos sobre el mundo
2. Ponernos de acuerdo sobre la magnitud de un fenómeno dado
3. Hacer **inferencias** sobre los cambios de magnitud
4. Hacer **inferencias** sobre las causas de dichos cambios
5. Hacer **inferencias** sobre las consecuencias de dichos cambios



¿Hay argumentos **válidos** en contra de la medición?

¿Hay argumentos válidos en contra del uso de cifras?

¿Usar cifras y medir es lo mismo?



# La medición y sus usos

*“Whenever you try to force the real world to do something that can be **counted**, unintended consequences abound”*



*“A measure of success, it ceases to be a useful number”*



*“Seduced by their seeming precision and objectivity, we can feel betrayed when the numbers fail to capture the unruliness of reality”*

#### Indicador Global de la Actividad Económica. Año base 2018

Serie Originals

Índices 2018 = 100

Concepto	1993									
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem...	Octubre
Índice de volumen físico base 2018=100										
Total	55.4	56.5	58.9	57.1	57.9	57.5	57.9	57.1	58.5	5
Actividades primarias	58.8	60.8	56.0	59.0	61.8	63.6	72.6	57.5	54.1	5
111 - Agricultura	54.9	56.9	50.4	52.3	55.6	57.3	68.3	42.9	38.3	4
112 - Cría y explotación de animales	67.2	69.0	67.3	73.4	75.2	77.7	81.9	88.9	88.0	8
Actividades secundarias	63.3	64.9	68.1	64.5	64.4	62.5	64.8	66.3	67.7	6
21 - Minería	105.6	97.3	109.4	105.5	108.4	104.9	108.5	107.4	105.4	11
22 - Generación, transmisión, distribución y comercializaci... 23 - Construcción	31.1	30.5	30.9	31.5	32.4	32.3	32.8	32.1	32.2	3
31-33 - Industrias manufactureras	65.1	72.3	72.2	65.2	65.3	64.3	65.9	73.7	76.5	7
Actividades terciarias	57.6	59.6	62.3	59.4	58.6	56.5	59.0	59.3	61.1	5
43 - Comercio al por mayor	50.8	51.4	53.9	52.8	54.0	54.3	53.2	51.9	53.5	5
46 - Comercio al por menor	40.3	40.4	44.4	42.2	42.6	45.7	43.9	39.8	44.7	4
48-49 - Transportes, correos y almacenamiento	53.6	49.6	54.8	49.5	50.9	52.7	51.8	48.9	51.4	4
51 - Información en medios masivos	45.2	45.1	47.6	47.5	47.1	46.1	48.9	48.3	46.9	4
52 - Servicios financieros y de seguros	17.6	16.7	20.5	18.4	20.7	19.6	22.7	23.4	21.1	1
53 - Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes mu...	17.3	15.5	18.0	20.8	19.8	20.0	17.3	16.2	17.0	1
54 - Servicios profesionales, científicos y técnicos	49.4	51.3	47.7	49.8	51.4	54.7	51.6	49.2	51.8	5
56 - Servicios de apoyo a los negocios y manejo de re...	51.3	55.8	61.3	55.2	71.6	63.7	58.5	51.8	51.5	6
	38.3	61.1	64.6	55.2	65.7	51.8	61.7	67.3	47.3	4



# Sobre el uso de cifras y el acto de cuantificar

*“Numbers can be at their most dangerous when they are used to control things rather than to understand them”*

Estrategia prioritaria 1.2.- Instrumentar las pensiones solidarias no contributivas, con pertinencia cultural, para personas con discapacidad y adultas mayores a fin de mejorar su bienestar.

El PPBPAM incrementó el monto de la pensión pasando de \$1,310.00 en 2020 a \$1,350.00 de enero a junio y a \$1,550.00 de julio a diciembre de 2021. Al 31 de diciembre de 2021 se emitieron apoyos a 9,632,383 derechohabientes únicos acumulados, lo que representa el 101% respecto de la **meta** anual modificada establecida para el año 2021. Lo anterior representa un logro derivado de la modificación en la definición de la población objetivo en las Reglas de Operación del Programa, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 7 de julio del 2021, que considera a todas las personas adultas mayores de 65 años o más de edad. Al cuarto trimestre de 2021 se registraron 5,354,413 mujeres (56%) y 4,277,970 hombres (44%) beneficiadas. Al mes de diciembre se emitieron 13,472 apoyos por pagos de marcha a las personas auxiliares de los derechohabientes fallecidos.



# La medición está siempre contaminada por error

*“[B]ut there’s a critical gap between even the best proxies and the real thing—between what we’re able to measure and what we actually care about.”*

## Bienestar



# Coneval no publicará medición de pobreza 2015; buscan solución con INEGI

26 julio, 2016 0 Comment Coneval, INEGI

Coneval e INEGI establecerán un grupo de trabajo que revise detalles de la metodología para medir la pobreza, en aras de poner a su disposición un instrumento que permita la comparación de cifras

Comparte



Consejo Nacional de Evaluación  
de la Política de Desarrollo Social



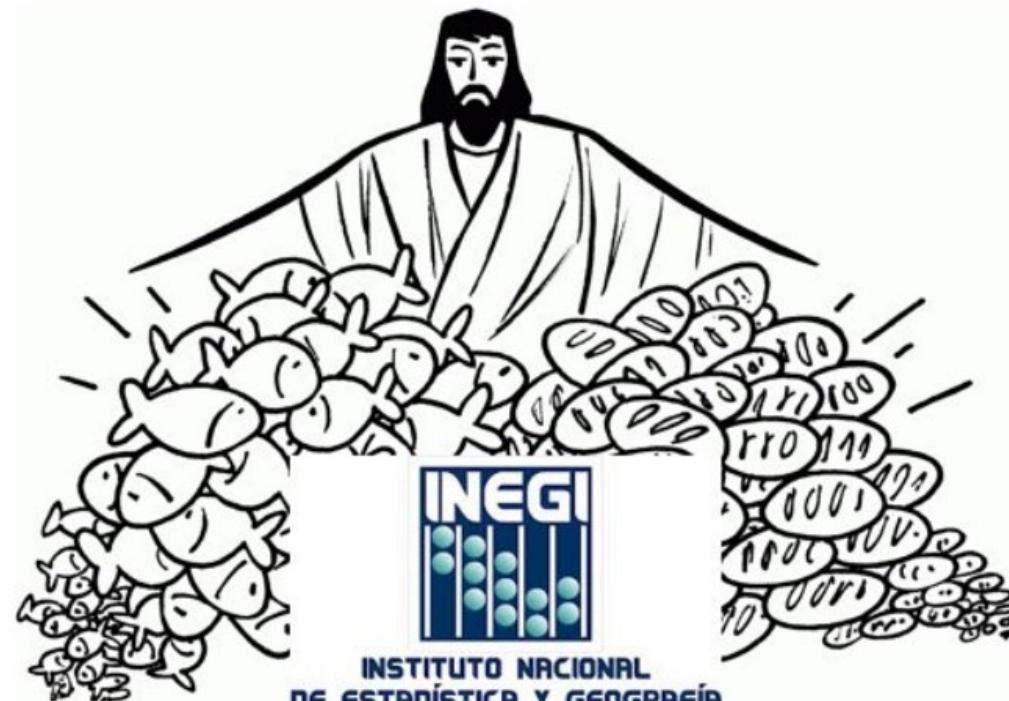
## Opacos, cambios en la medición de los ingresos hechos por INEGI: Coneval

Los cambios no fueron justificados con documentos técnicos abiertos al público

15-07-2016 15:25 Por : Arena Pública



A+ A-



Economistas hicieron duras críticas al cambio del INEGI a través de Twitter



# ¿Qué es medir?

# Medir no es contar

MEDICIÓN



CONTAR



Instrumento, calibración, modelo de medición, agregar, clasificar.  
Asignación de numerales a propiedades

Enlistar y en algunos casos agregar



# Medir no es contar



Consejo Nacional de Evaluación  
de la Política de Desarrollo Social

Porcentaje, número de personas y carencias promedio por indicador de pobreza, 2018 - 2020

Indicadores	Cuadro 1 Medición multidimensional de la pobreza*					
	Porcentaje 2018	2020	Millones de personas 2018	2020	Carencias promedio 2018	2020
<b>Pobreza</b>						
Población en situación de pobreza	41.9	43.9	51.9	55.7	2.3	2.4
Población en situación de pobreza moderada	34.0	35.4	43.2	44.0	2.0	2.1
Población en situación de pobreza extrema	7.0	8.5	8.7	10.8	3.6	3.6
Población vulnerable por carencias sociales	26.4	23.7	32.7	30.0	1.8	1.9
Población vulnerable por ingresos	8.0	8.9	9.9	11.2	0.0	0.0
Población no pobre y no vulnerable	23.7	23.5	29.3	29.8	0.0	0.0
<b>Privación social</b>						
Población con al menos una carencia social	68.3	67.6	84.6	85.7	2.1	2.2
Población con al menos tres carencias sociales	20.2	23.0	25.0	29.2	3.5	3.5
<b>Indicadores de carencia social</b>						
Rezago educativo	19.0	19.2	23.5	24.4	2.8	2.8
Carenicia por acceso a los servicios de salud	16.2	28.2	20.1	35.7	2.7	2.8
Carenicia por acceso a la seguridad social	53.5	52.0	66.2	66.0	2.3	2.5
Carenicia por calidad y espacios de la vivienda	11.0	9.3	13.6	11.8	3.2	3.4
Carenicia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	19.6	17.9	24.3	22.7	3.0	3.1
Carenicia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad	22.2	22.5	27.5	26.6	2.6	2.7
<b>Bienestar económico</b>						
Población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos	14.0	17.2	17.3	21.9	2.5	2.5
Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos	49.0	52.8	61.8	66.0	1.9	2.0

\*De acuerdo con los Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza (2018) que se pueden consultar en el Diario Oficial de la Federación ([https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=55421&fecha=30/10/2018](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=55421&fecha=30/10/2018)) y la Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México, tercera edición (<https://www.coneval.org.mx/informesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-medicion-multidimensional-3er-edicion.pdf>).

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en la ENIGH 2018 v 2020.

## Poverty: An Ordinal Approach to Measurement

Amartya Sen

*Econometrica*, Vol. 44, No. 2. (Mar., 1976), pp. 219-231.

Stable URL:

<http://links.jstor.org/sici?siici=0012-9682%28197603%2944%3A2%3C219%3APAOATM%3E2.0.CO%3B2-Z>

*Econometrica* is currently published by The Econometric Society.



Journal of Public Economics

Volume 95, Issues 7–8, August 2011, Pages 476-487



## Counting and multidimensional poverty measurement

Sabina Alkire <sup>a, 1</sup> James Foster <sup>a, b, g, 1</sup>

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2010.11.006>

Get rights and content



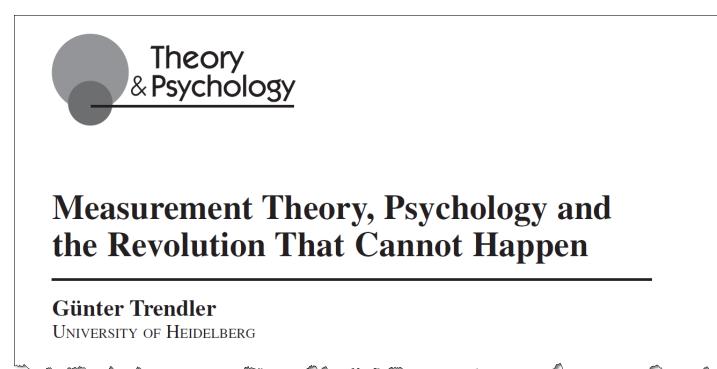
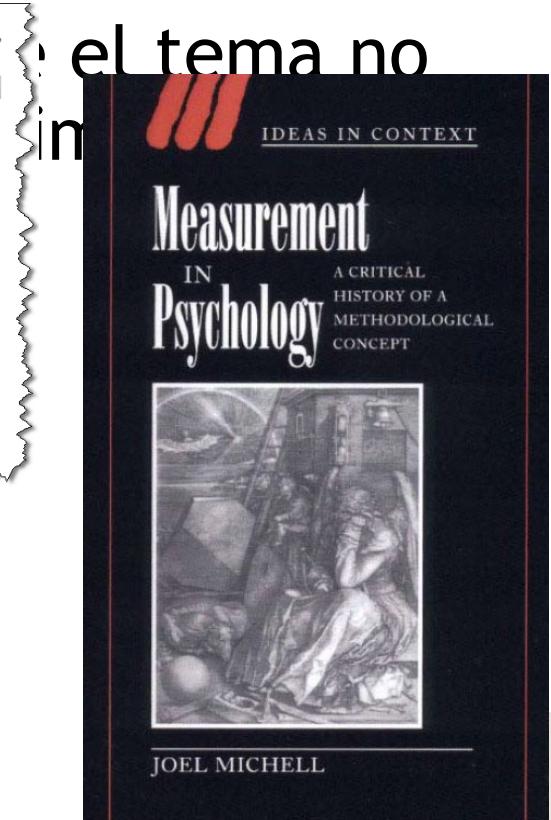
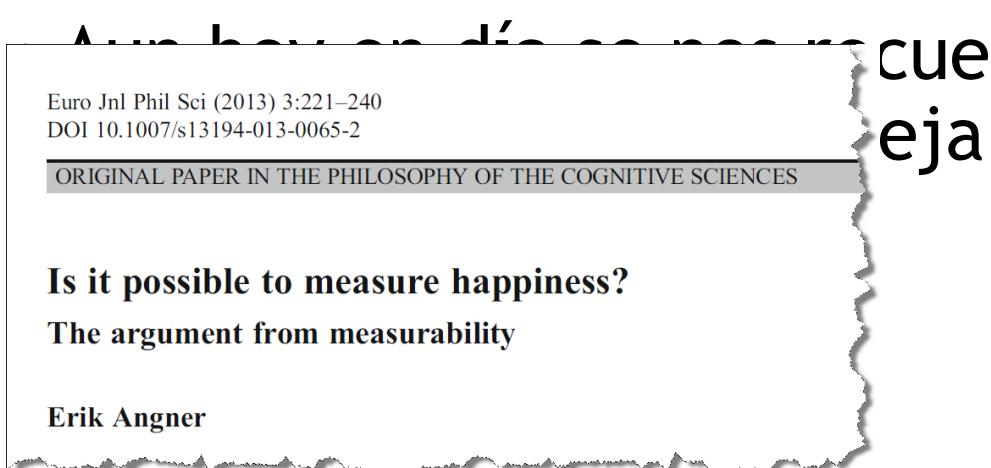
# ¿Medir es más difícil de lo que nos han hecho creer?

- Variación aleatoria:
  - “*Nature is built on unavoidable randomness, limiting what a data-driven view of reality can offer.*”
- Validez interna y externa
- Error muestral, error de recolección de datos
- Instrumentos pobremente diseñados
- Variabilidad interpersonal
- Variabilidad teórica

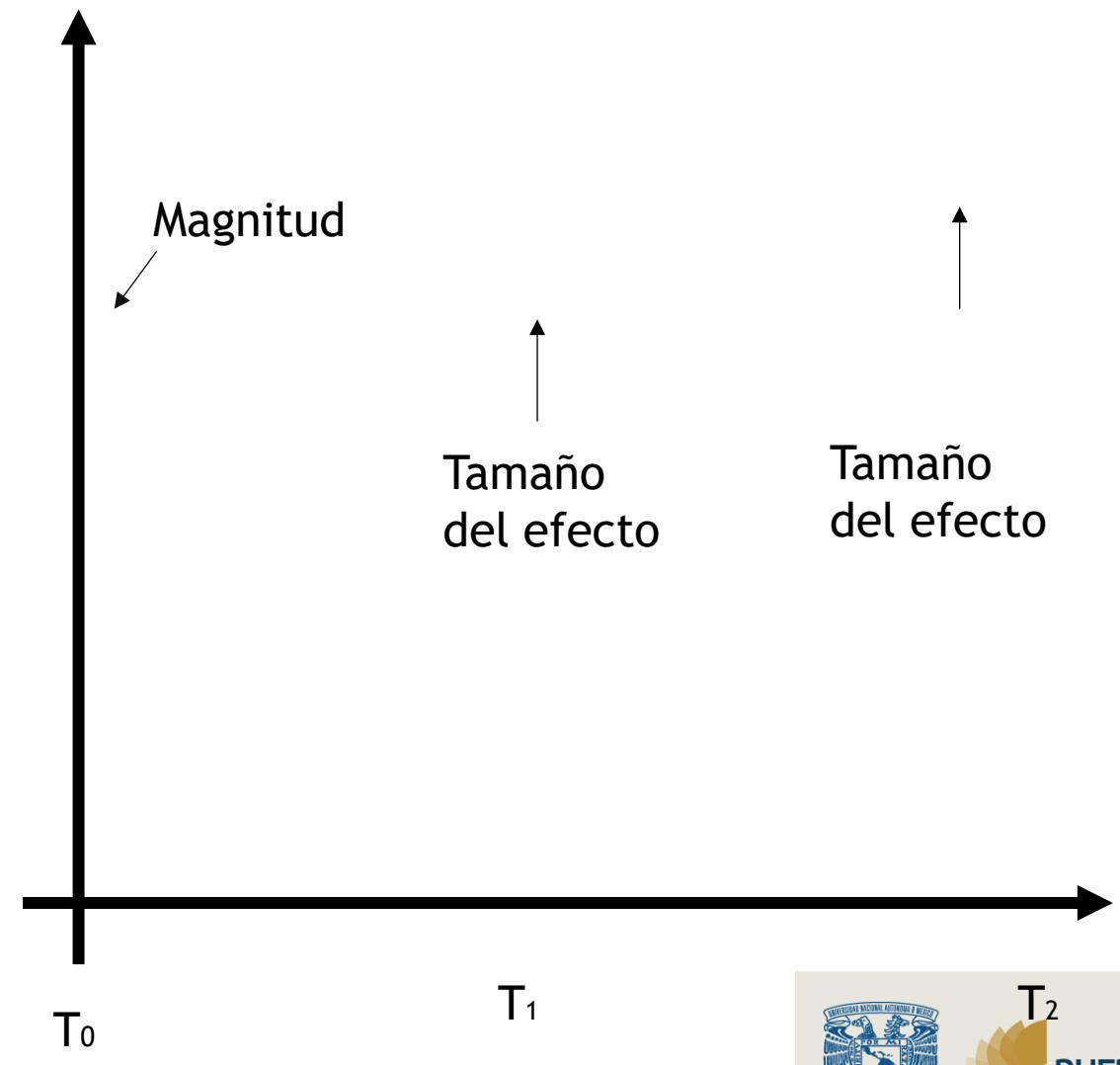
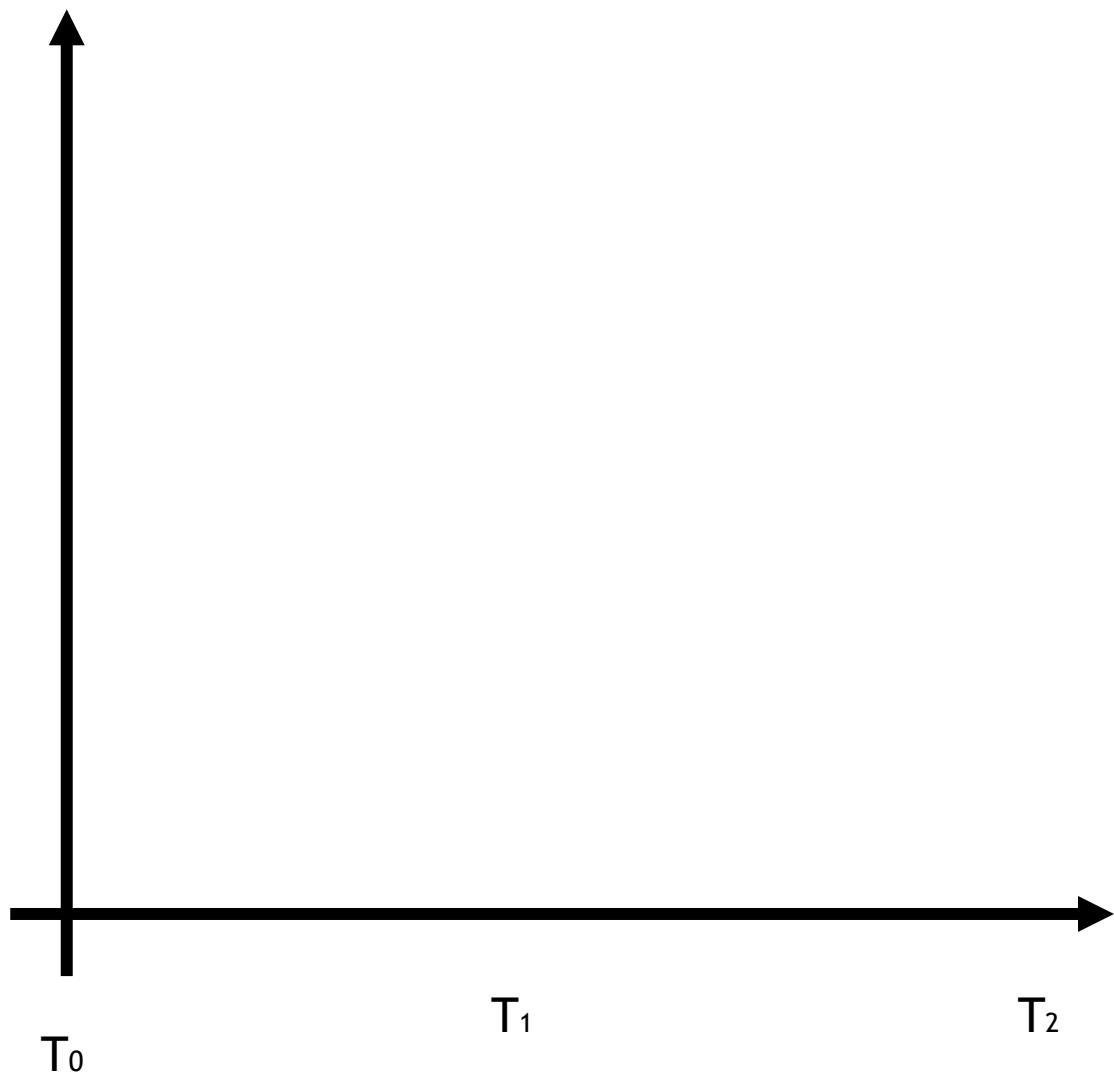


# Entonces... ¿Y si mejor no medimos? ¿Qué alternativas tenemos?

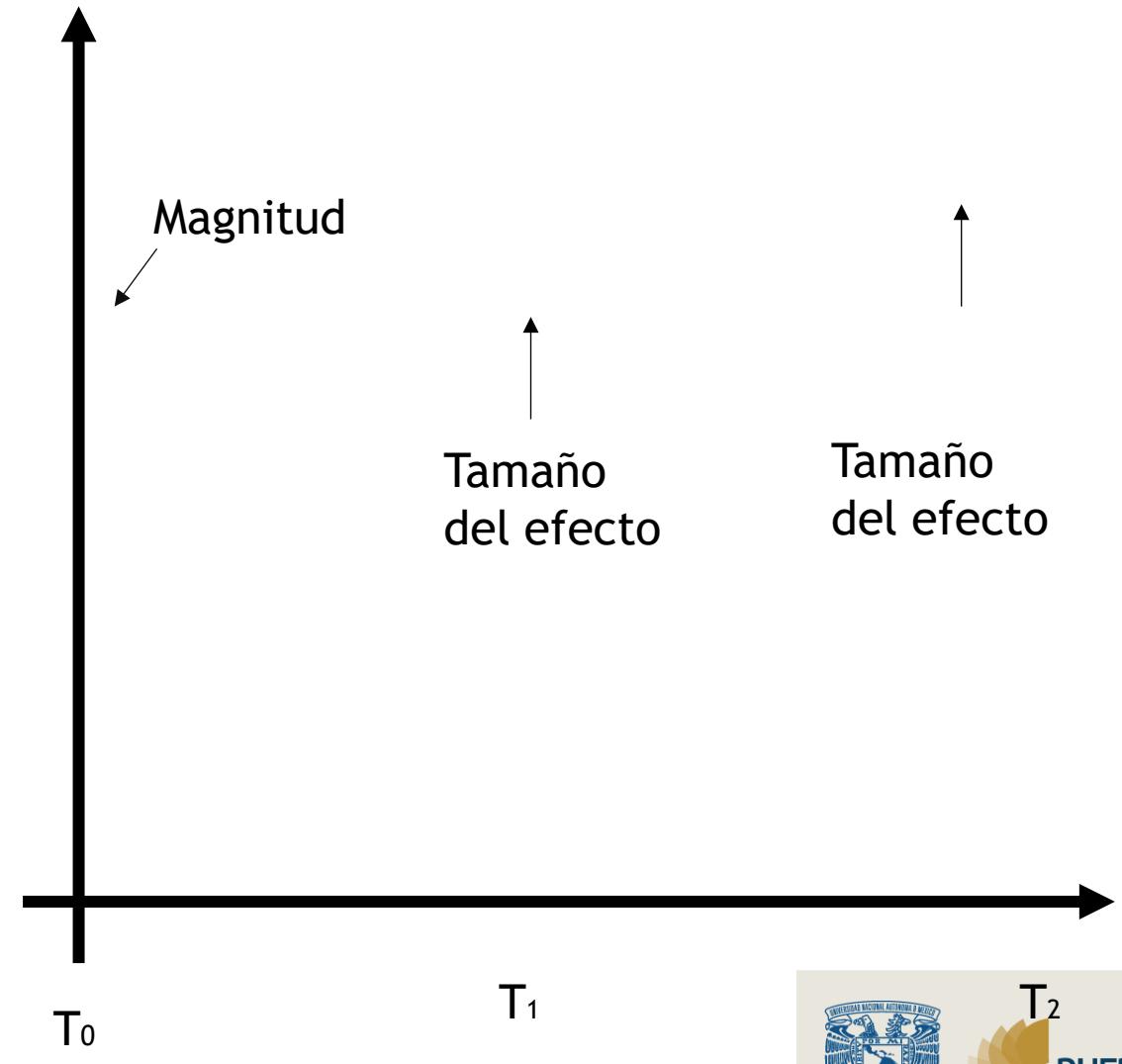
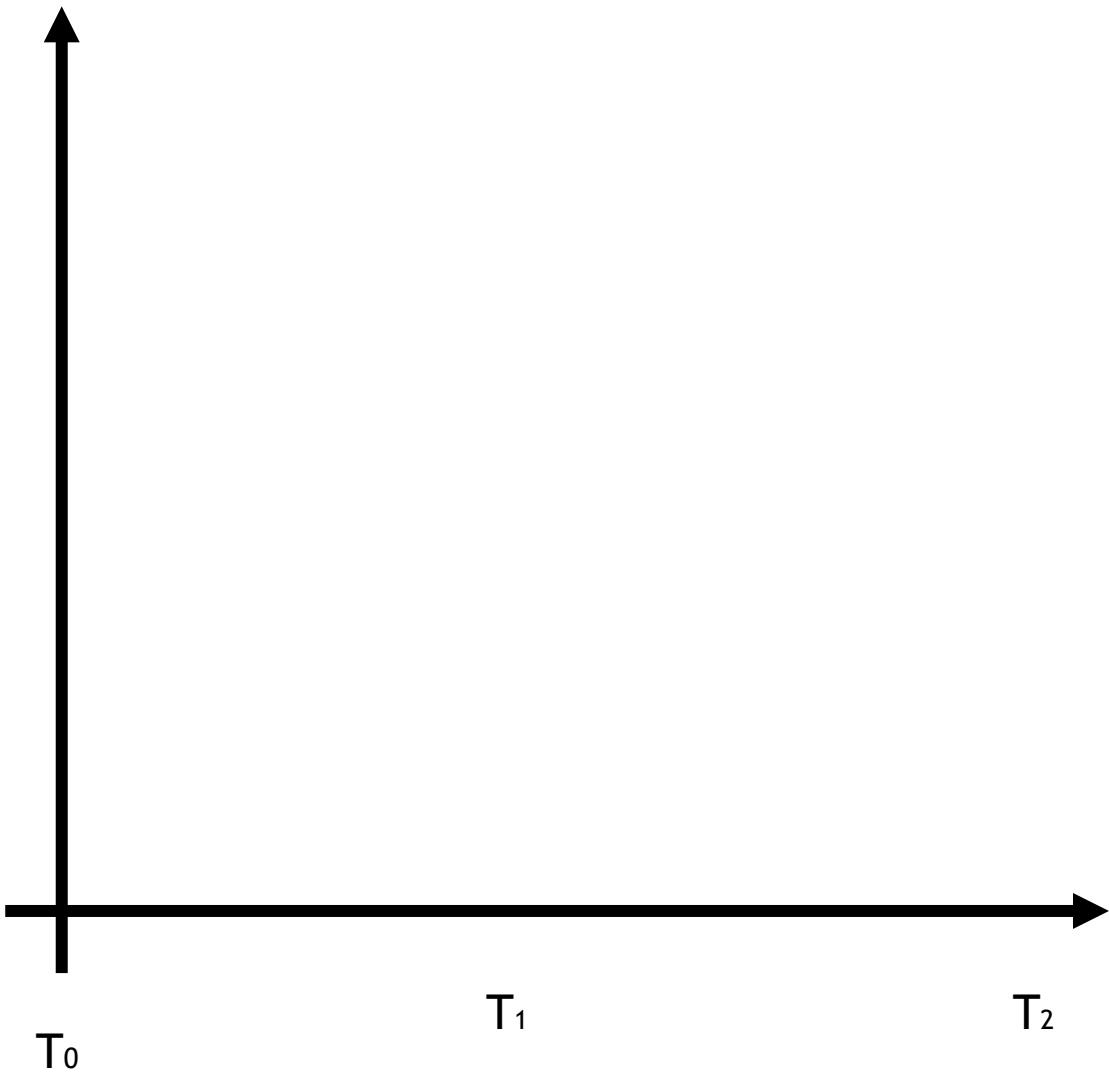
- En la primera mitad del siglo XX tuvo lugar un intenso debate respecto a la naturaleza (y límites) de la medición (estrechamente ligado al desarrollo de la estadística).



# Replicabilidad



# Replicabilidad



Bajo error de  
medición

Replicabilidad

Everything was fine except. . .

DIVORCE  
COURT

4GIFs.com  
FOX2



# *Measurement error and the replication crisis*

The assumption that measurement error always reduces effect sizes is false

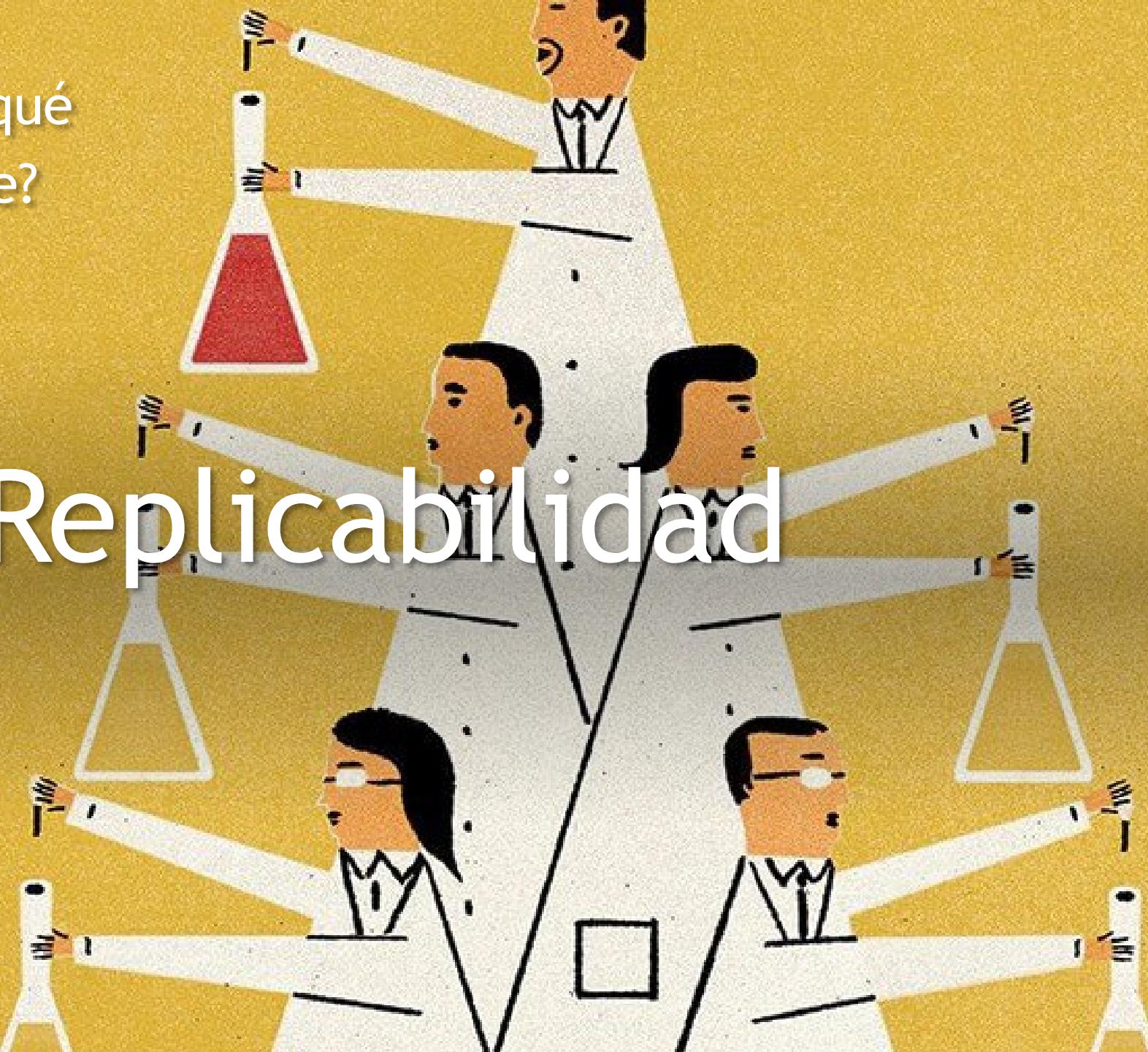
By **Eric Loken<sup>1</sup>** and **Andrew Gelman<sup>2</sup>**

**M**easurement error adds noise to predictions, increases uncertainty in parameter estimates, and makes it more difficult to discover new

reliable measurement. In epidemiology, it is textbook knowledge that nondifferential misclassification tends to bias relative risk estimates toward the null (3). According to Hausman's "iron law" of econometrics, effect sizes in simple regression models are

¿Qué es y por qué  
es importante?

# Replicabilidad



# Replicabilidad en medición

Si les damos la ENIGH 2020 y les decimos:

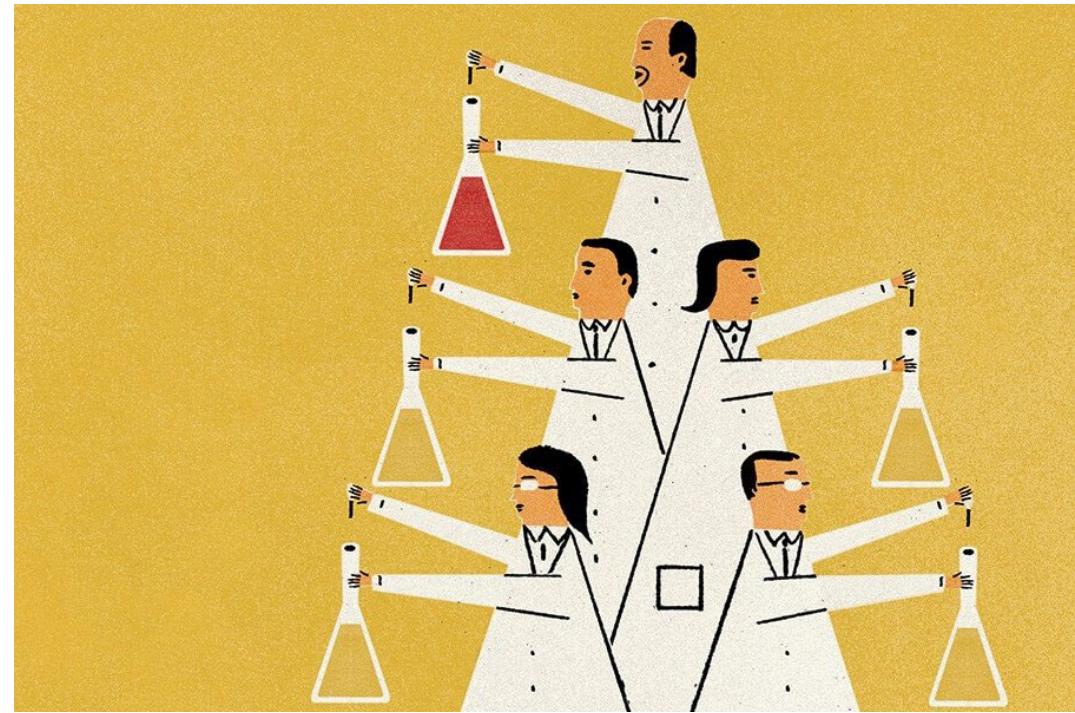
Pobreza es falta de recursos en el tiempo y la privación social y material son sus consecuencias

¿Qué tan probable es que todo el grupo obtenga el mismo resultado?

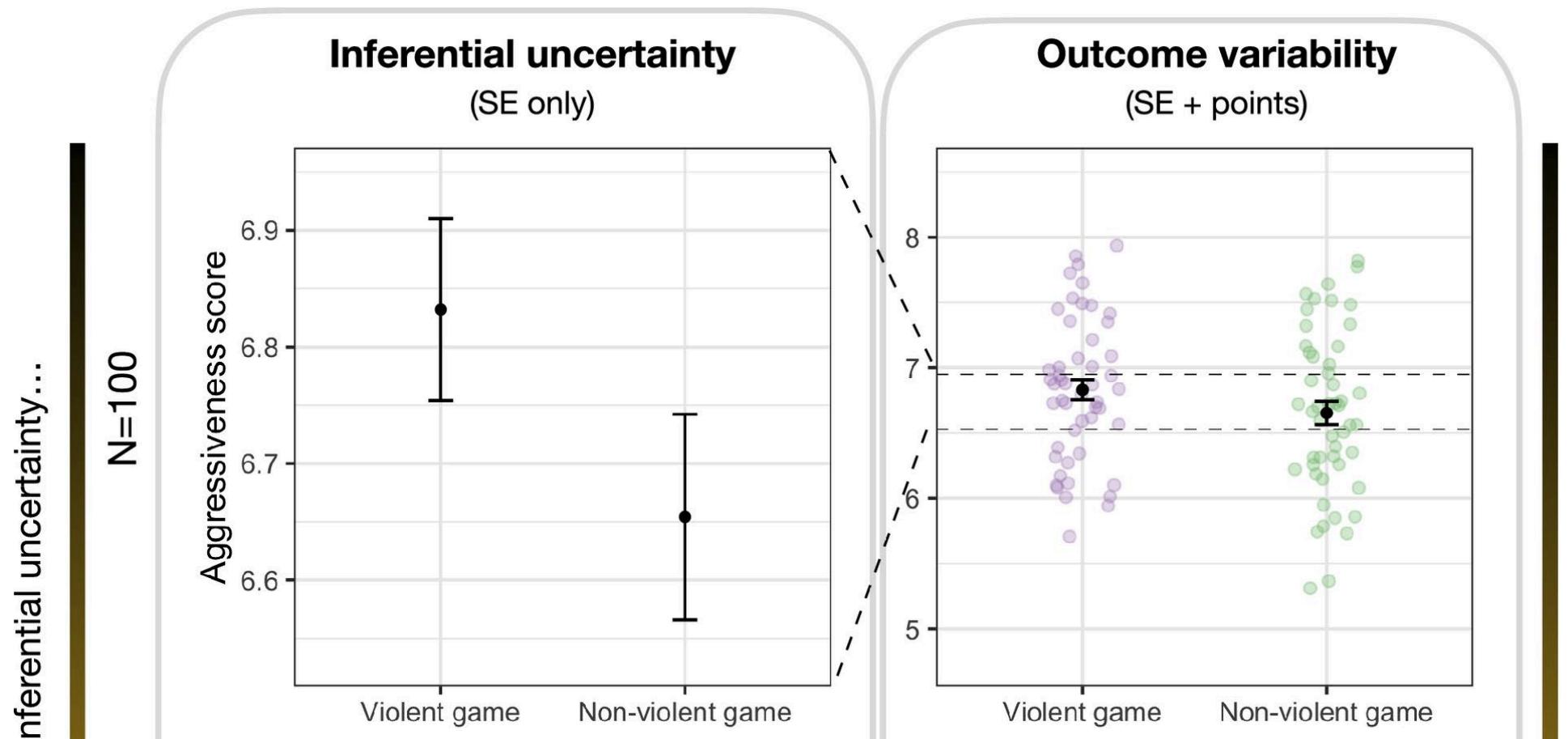
¿Por qué la probabilidad no es 1?

¿Cuáles son las consecuencias?

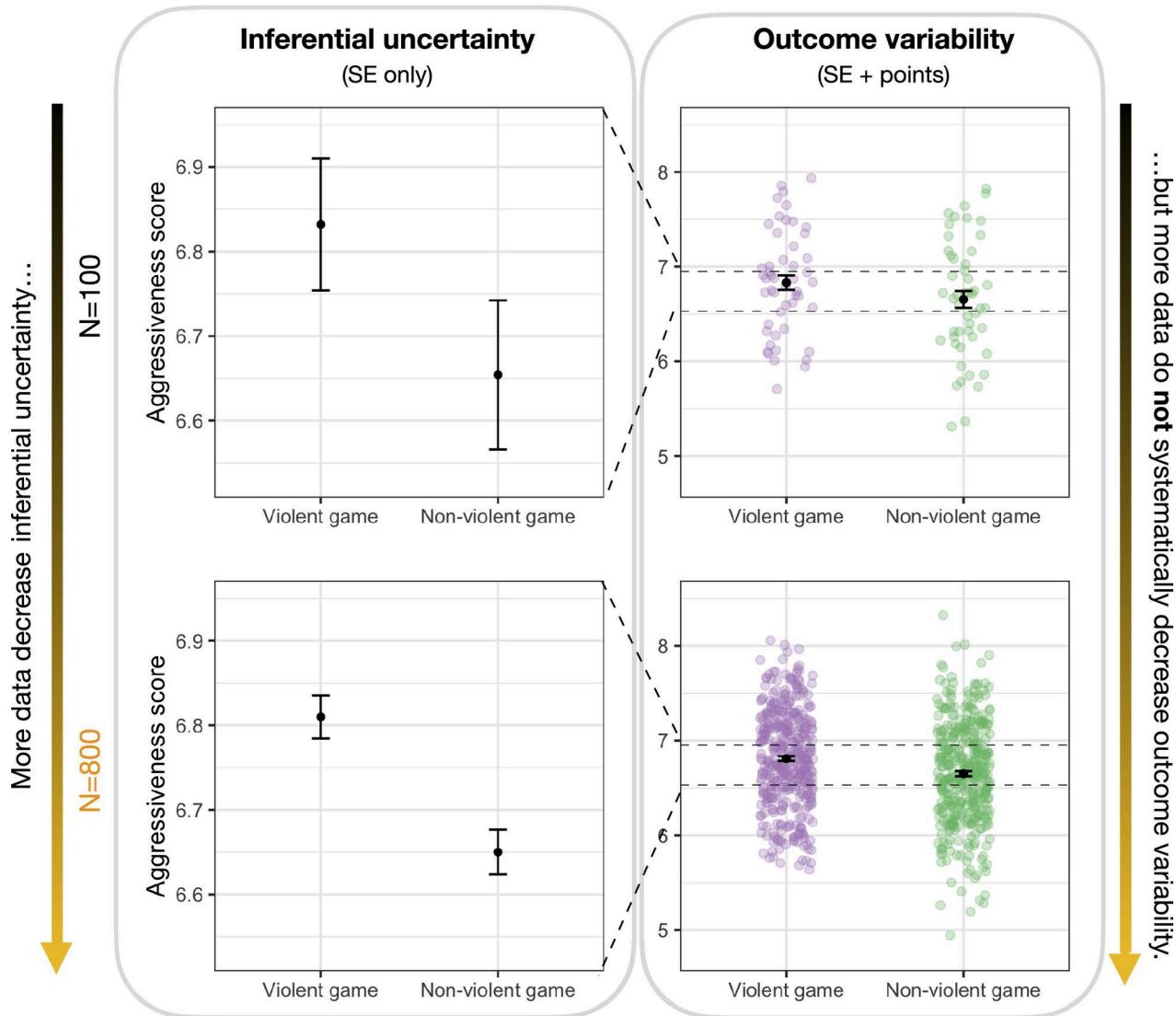
¿Es inevitable?



# Mitos en inferencia y replicabilidad



# Mitos en inferencia y replicabilidad



# *Measurement error and the replication crisis*

The assumption that measurement error always reduces effect sizes is false

By Eric Loken<sup>1</sup> and Andrew Gelman<sup>2</sup>

**M**easurement error adds noise to predictions, increases uncertainty in parameter estimates, and makes it more difficult to discover new

reliable measurement. In epidemiology, it is textbook knowledge that nondifferential misclassification tends to bias relative risk estimates toward the null (3). According to Hausman's "iron law" of econometrics, effect sizes in simple regression models are

# Se nos olvidó el error de medición

**Let's Take the Con Out of Econometrics**

Edward E. Leamer

*The American Economic Review*, Vol. 73, No. 1. (Mar., 1983), pp. 31-43.

Stable URL:

<http://links.jstor.org/sici?&sici=0002-8282%28198303%2973%3A1%3C31%3ALTTCOO%3E2.0.CO%3B2-R>

*The American Economic Review* is currently published by American Economic Association.



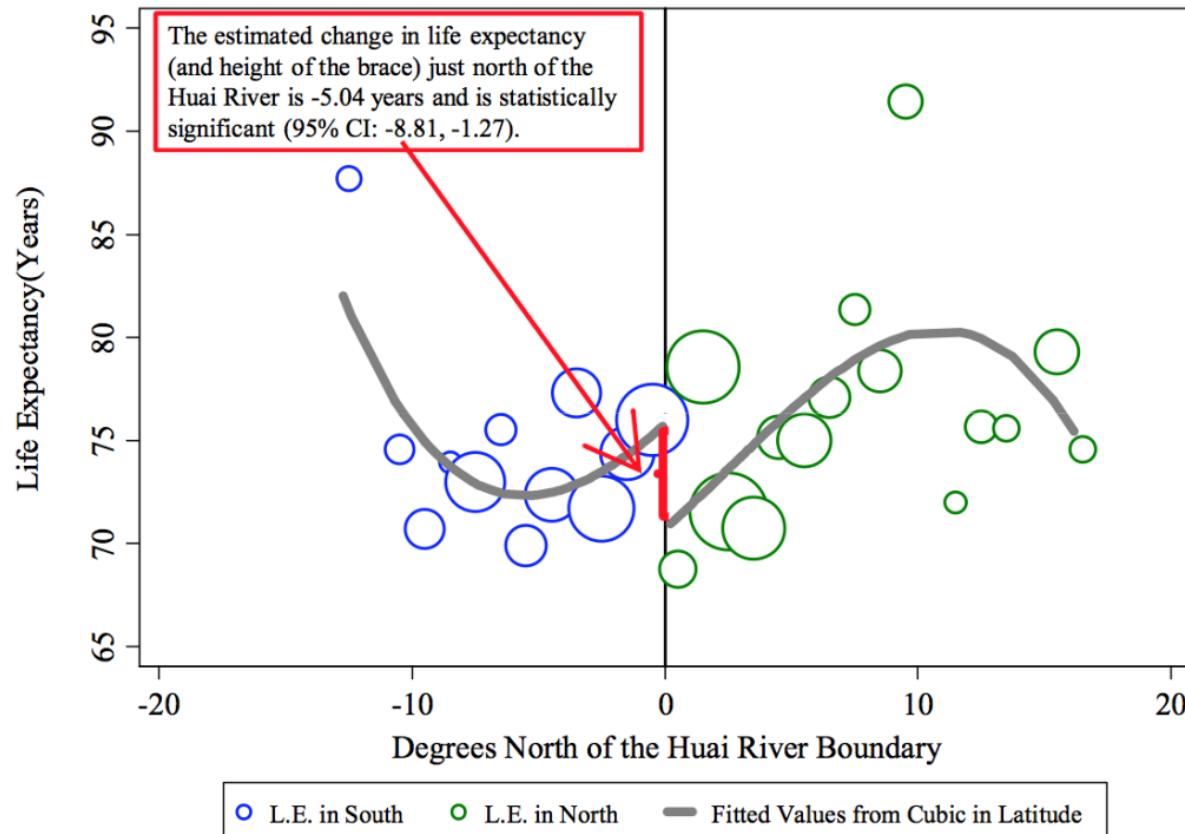
“When the sampling uncertainty  $S$  gets small compared to the misspecification uncertainty  $M$  ,it is time to look for other forms of evidence, experiments or non-experiments.” (p. 13)



# Medición e incertidumbre

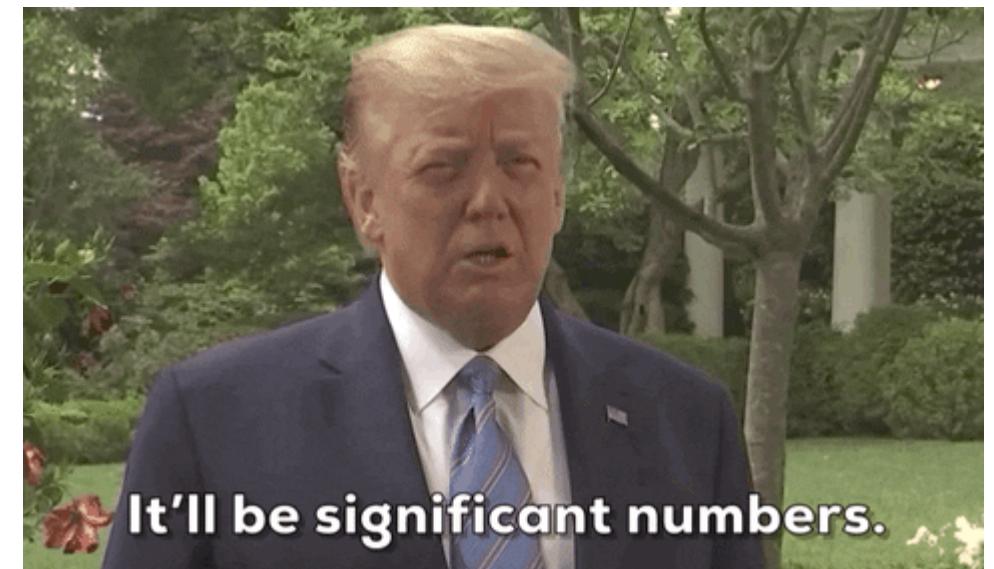


# Ejemplo



**Fig. 3.** The plotted line reports the fitted values from a regression of life expectancy on a cubic in latitude using the sample of DSP locations, weighted by the population at each location.

Pero los resultados son significativos...



# Cinco mitos de la inferencia

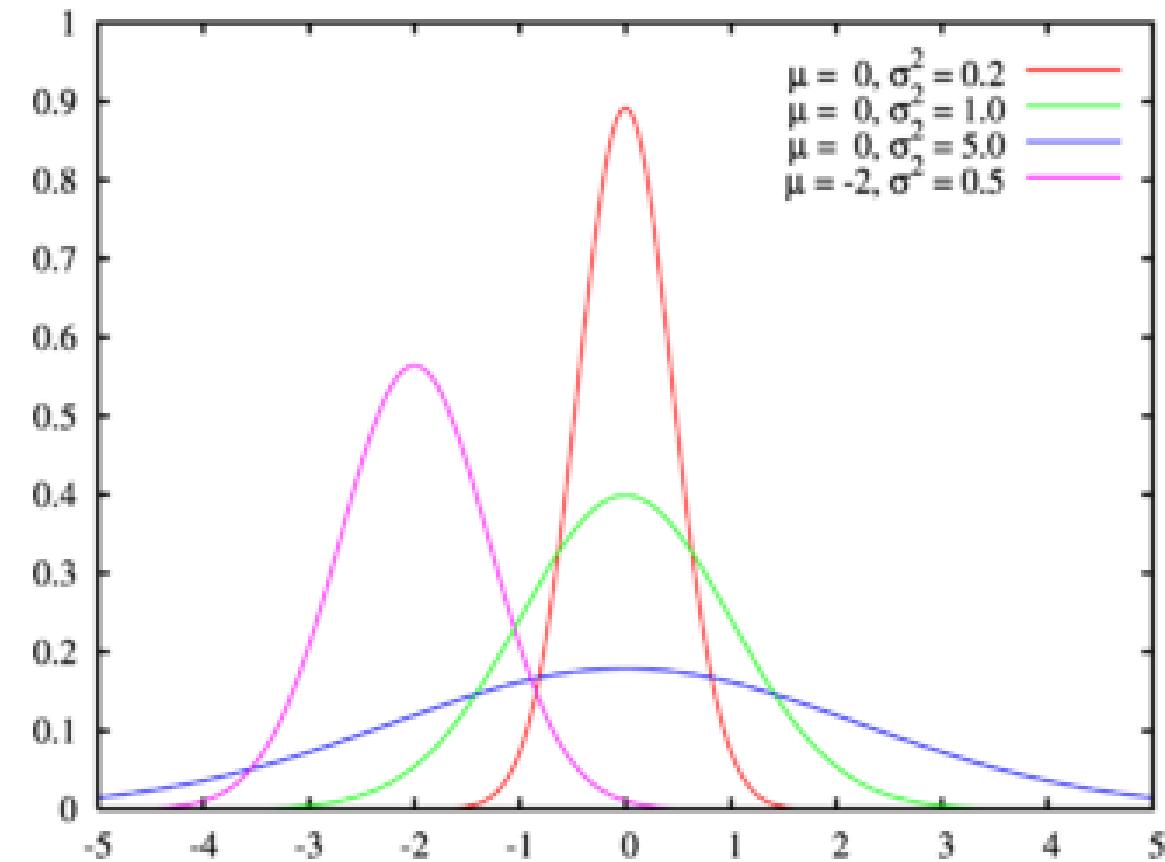
1. La medición es un tema exclusivo de **varianza y sesgo**
2. En estudios controlados el sesgo no importa
3. La varianza importa porque si tu varianza es más alta, tus errores estándar serán más altos y tendrás menos chances de alcanzar significancia estadística
4. Si tengo alta variabilidad, los errores estándar se reducen y por tanto un  $p < .05$  es indicativo de éxito
5. Si medí Z en lugar de X, pero lo que me interesaba era la relación entre X y Y, siempre puedo cambiar a la relación de Z y X.



# Replicación y el error en medición

- “Measurement error adds noise to predictions, increases uncertainty in parameter estimates, and makes it more difficult to discover new phenomena or to distinguish among competing theories.”

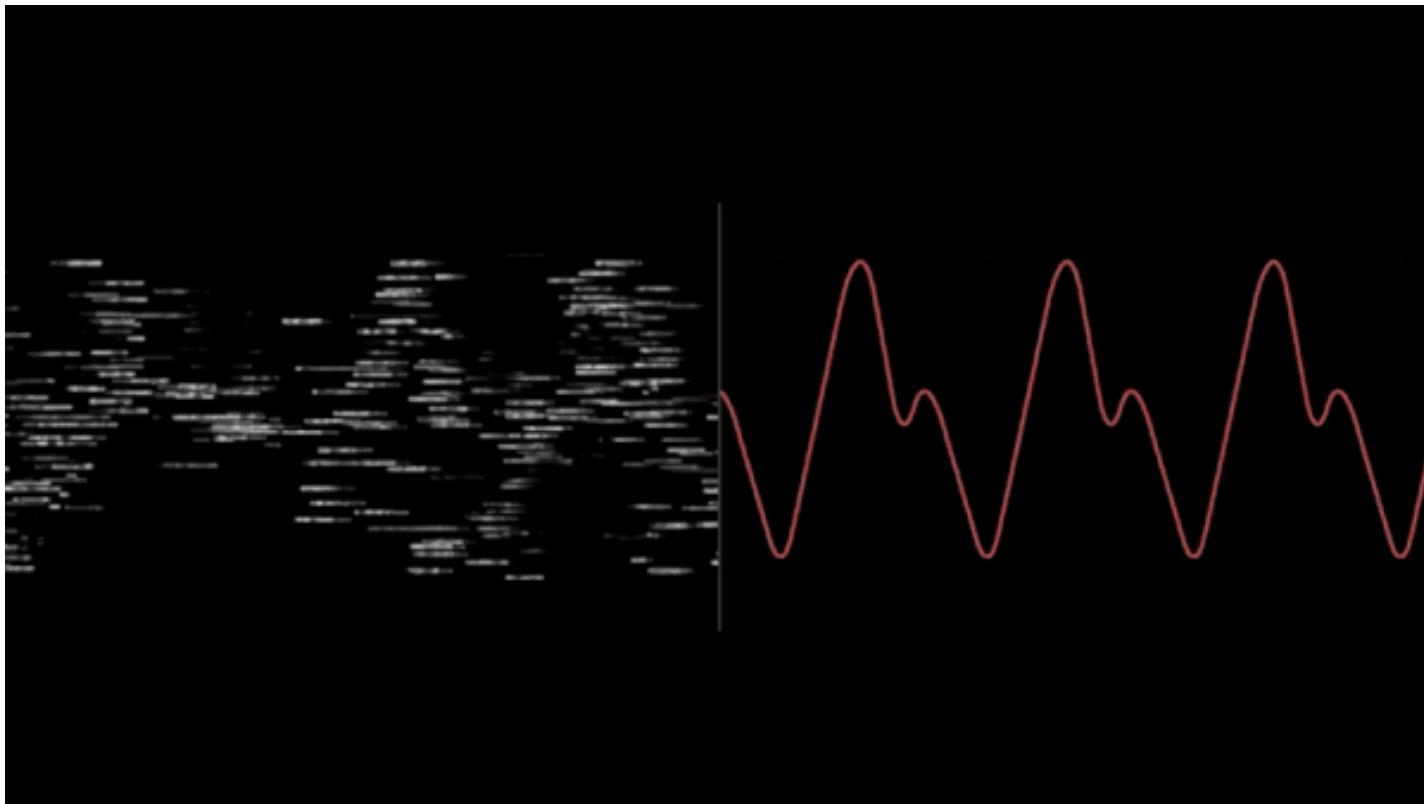
Loken y Gelman (2017)



# Señal

Entonces la señal es **toda aquella variabilidad que nos interesa**

En el ideal en medición es cuando logramos capturar con “certidumbre” lo que nos interesa



# Señal intuitivamente es...

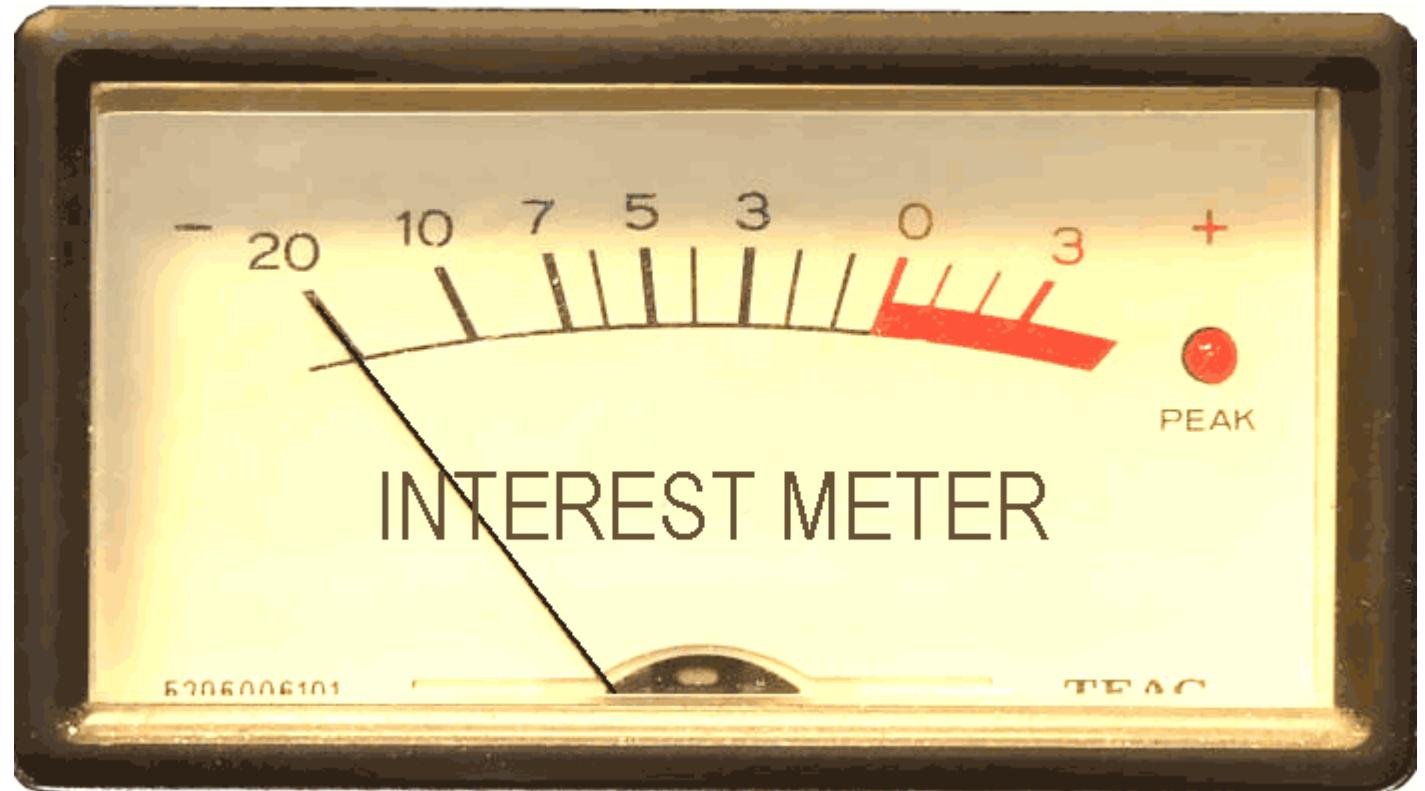
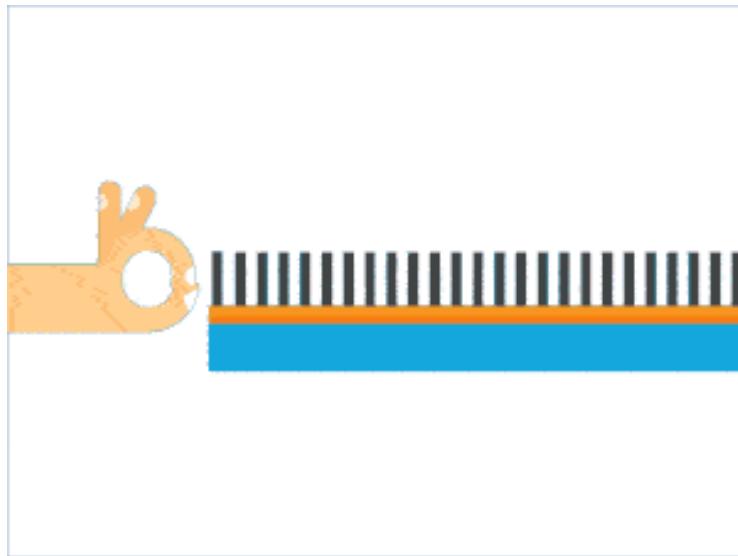
## TEMPERATURE

60°C	EARTH'S HOTTEST
45°C	DUBAI HEAT WAVE
40°C	SOUTHERN US HEAT WAVE
35°C	NORTHERN US HEAT WAVE
30°C	BEACH WEATHER
25°C	WARM ROOM
20°C	ROOM TEMPERATURE
10°C	JACKET WEATHER
0°C	SNOW!
-5°C	COLD DAY (BOSTON)
-10°C	COLD DAY (MOSCOW)
-20°C	FUCK FUCK FUCK COLD
-30°C	FUUUUUUUUWUCK!
-40°C	SPIT GOES "CLUNK"

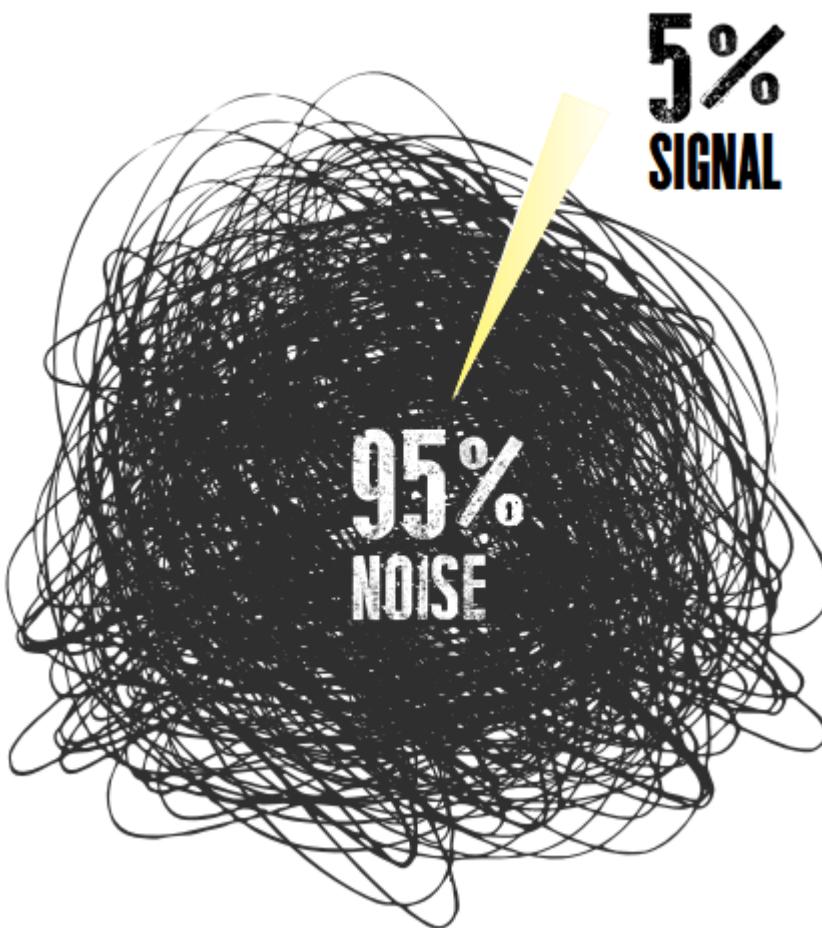
THE KEY TO CONVERTING TO METRIC IS ESTABLISHING NEW REFERENCE POINTS. WHEN YOU HEAR "26°C," INSTEAD OF THINKING "THAT'S 79°F" YOU SHOULD THINK, "THAT'S WARMER THAN A HOUSE BUT COOL FOR SWIMMING." HERE ARE SOME HELPFUL TABLES OF REFERENCE POINTS:

El termómetro captura la suficientemente la variabilidad y los cambios de valor/scores/indicaciones nos hacen sentido

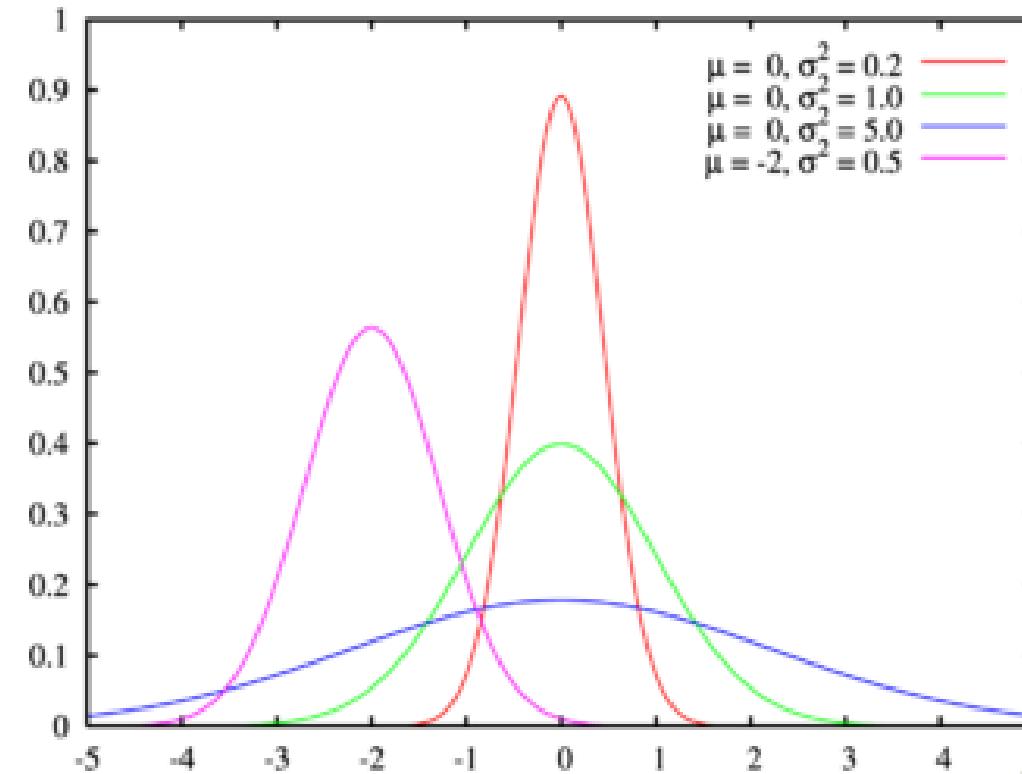
# Señal: Causas y consecuencias



# El error en medición



$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e$$

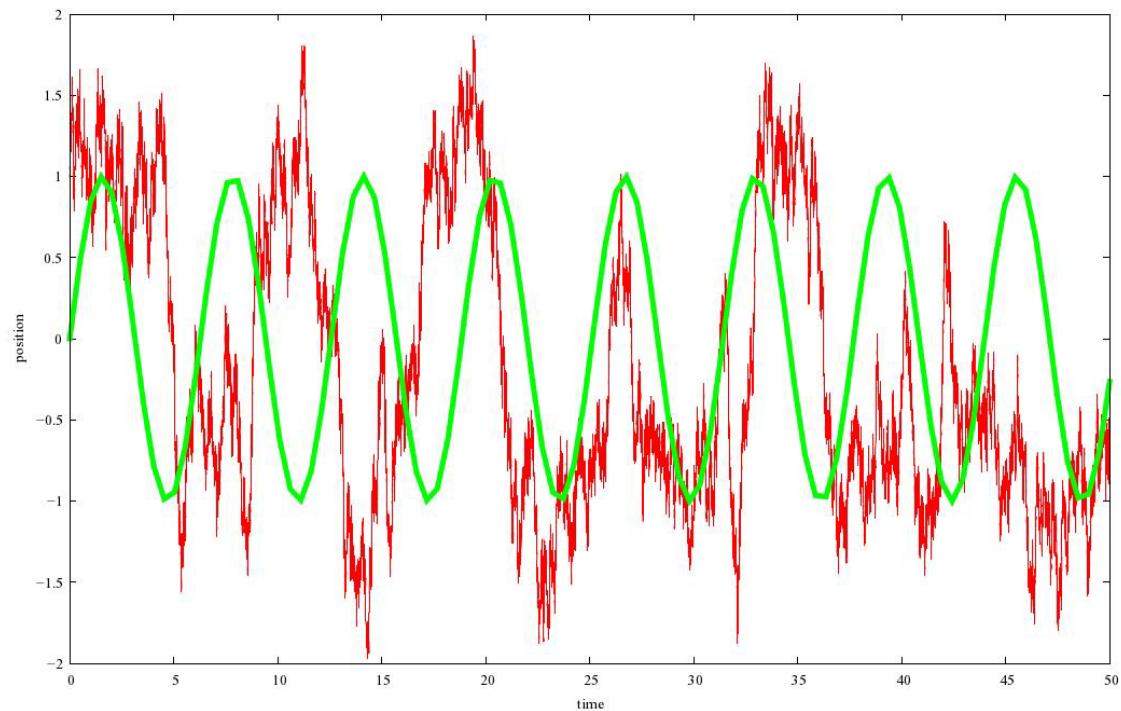


# Ruido

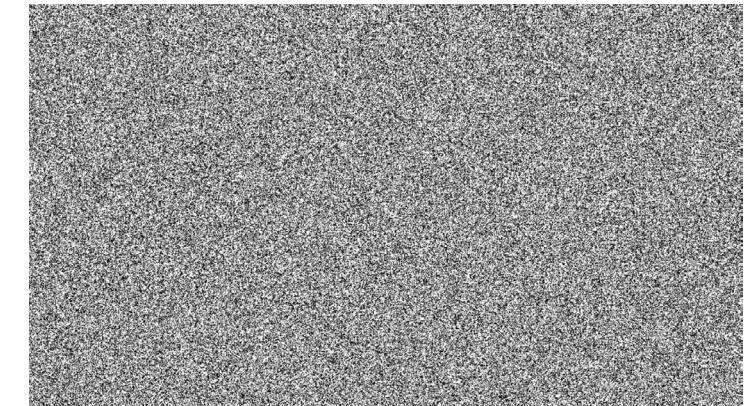
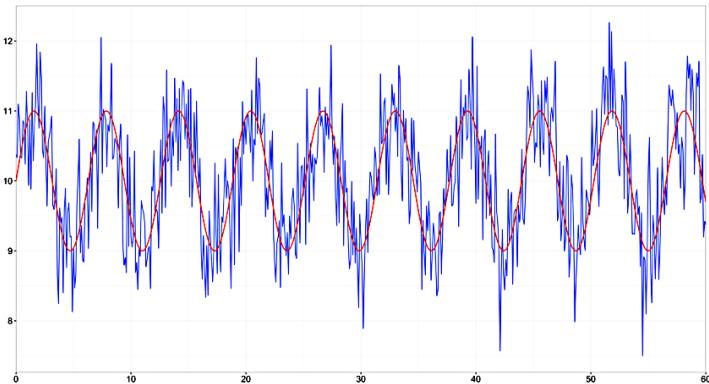
El ruido es toda la variabilidad que NO nos interesa.

Partamos de que en ciencias sociales medimos fenómenos que varían de persona a persona, son producto de múltiples factores y no son “transparentes” -i.e. variable latente

**¿De dónde creen proviene el ruido en medición?**



# El ruido es inevitable



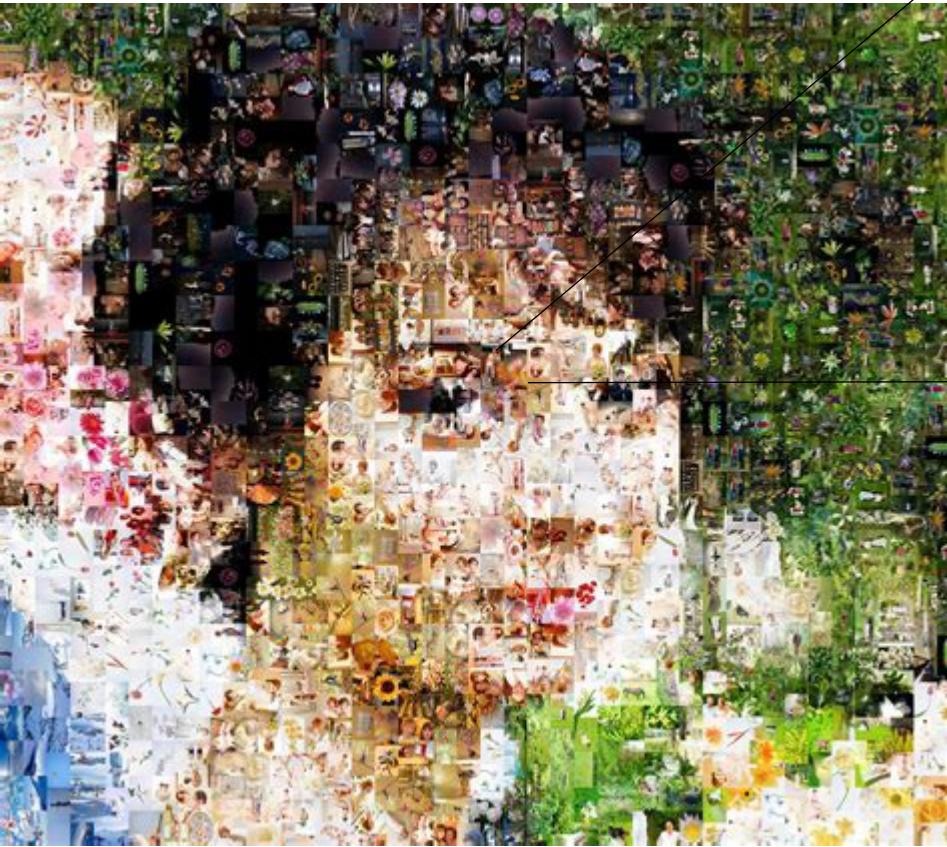
Poco ruido a mucho ruido (error inaceptable)

# Error de medición y tamaños de efecto

- Las hipótesis que usualmente ameritan un modelo estadístico son aquellas que buscan elucidar tamaños pequeños de efecto
  - El efecto de un programa social sobre el ingreso de las personas
  - El efecto de un cambio de política sobre alguna variable macro
- El tamaño del efecto es relativo a las condiciones del experimento:
  - ¿Cuántos datos necesitaría para observer el efecto (poder)?
- Alta variabilidad reduce las posibilidades de ver algún efecto, sin embargo, esto no demerita la posibilidad de encontrar efectos usando p-values



# Poder estadístico



¿Qué es y por qué es importante?

# Ruido en medición

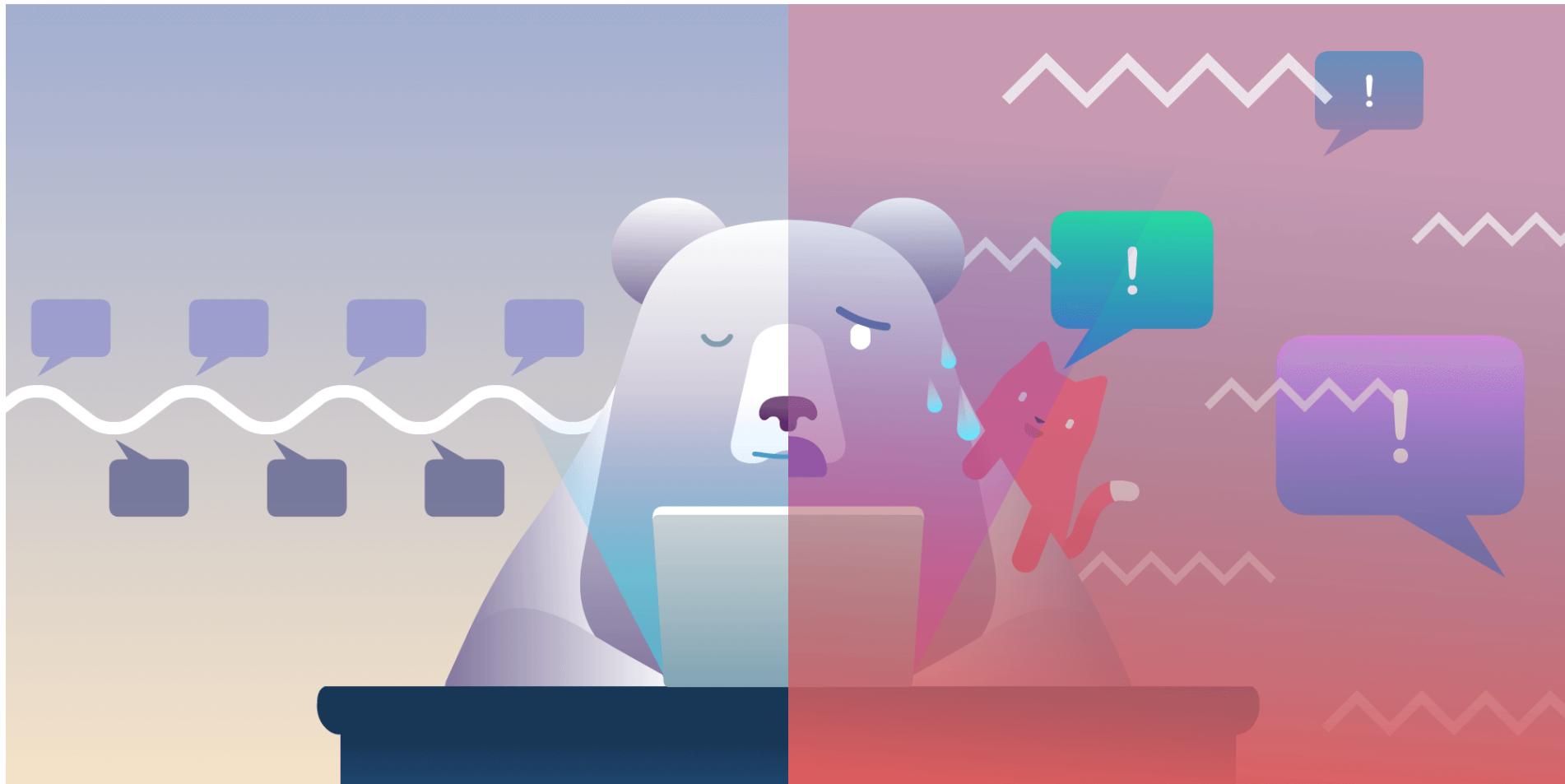
- Variabilidad muestral (pequeñas y sesgadas)
- Error inexplicable pero atribuible a factores no incluidos en la medición
- Instrumentos defectuosos o mal diseñados para los propósitos de la medición
- Variabilidad interpersonal



¿Coeficiente de variación?



# Consecuencias del Ruido



# Loken y Gelman (2017)

- La teoría del error en medición es añaña (Spearman, 1904).
- No se está tomando al error en medición lo suficientemente en serio
- ¿Cómo podemos discutir dos teorías si el escrutinio se basa en mala medición?
- **¿Lo que no mata mi significancia estadística la hace más fuerte?**

Hay la creencia de que si obtenemos  $p < .05$  con una muestra pequeña, esto demuestra que nuestros resultados son súper-robustos!

**“It seems intuitive that producing a result under challenging circumstances makes it all the more impressive.”**



# Loken y Gelman (2017)

- La teoría del error en medición es añaña (Spearman, 1904).
- No se está tomando al error en medición lo suficientemente en serio
- ¿Cómo podemos discutir dos teorías si el escrutinio se basa en mala medición?
- ¿Lo que no mata mi significancia estadística la hace más fuerte?

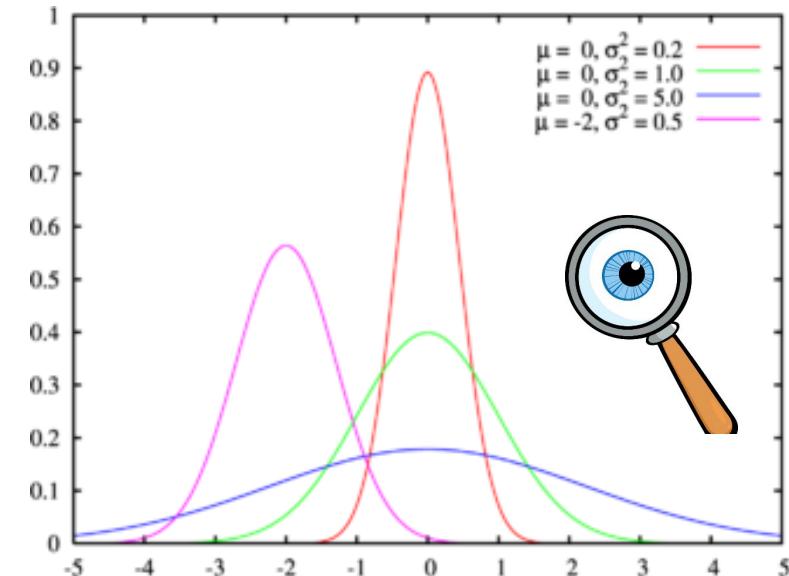
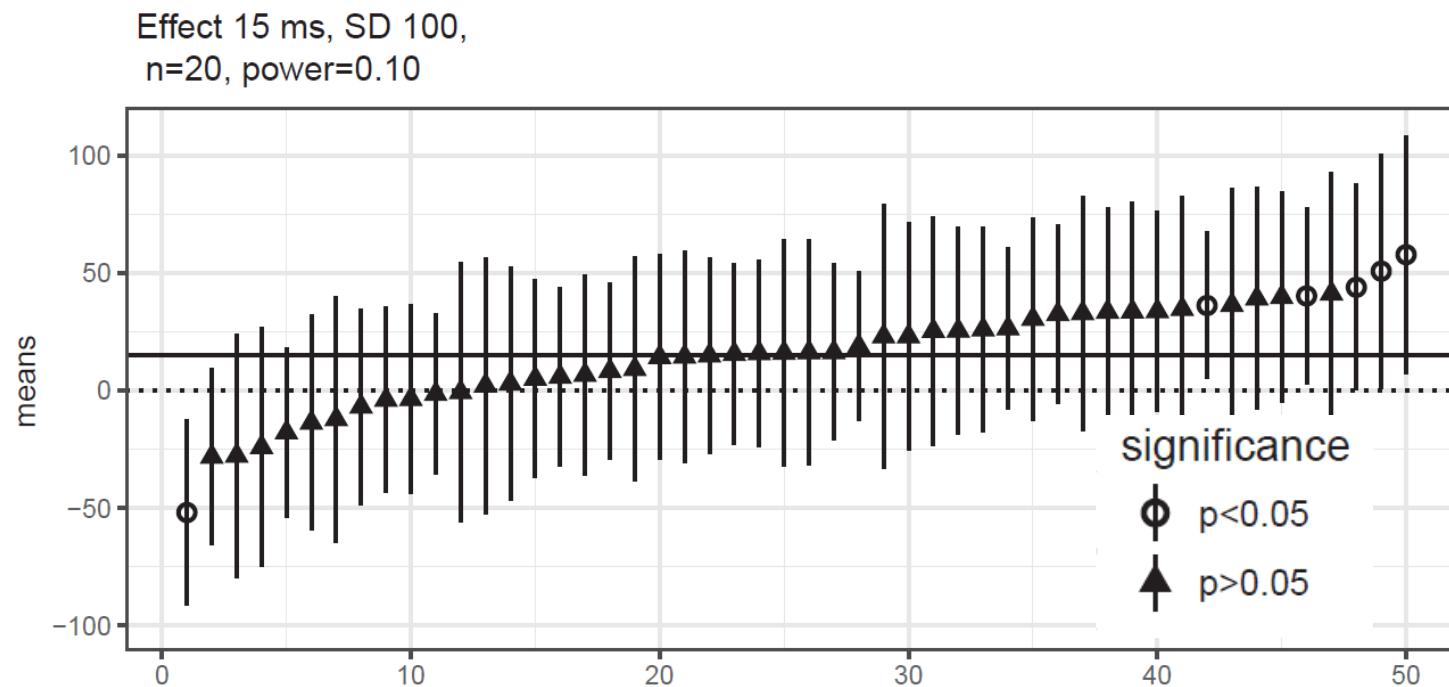
Hay la creencia de que si obtenemos  $p < .05$  con una muestra pequeña, esto demuestra que nuestros resultados son súper-robustos!

**“Intuitions that are appropriate when measurements are precise are sometimes misapplied in noisy and more probabilistic settings”**



# Crisis de replicabilidad

Estadísticamente hablando uno puede tener  $p < .05$  bajo condiciones de “alto ruido”. El parámetro puede estar sobre estimado (Type M error) y puede tener el signo incorrecto (Type S error).



The statistical significance filter  
leads to overconfident expectations  
of replicability

Vasishth, S., Mertzen, D., Jäger, L. A., & Gelman, A. (2018).



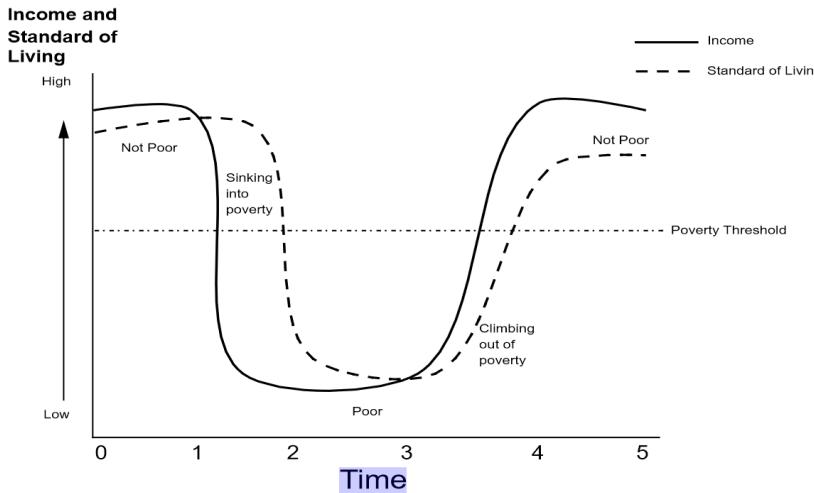
“But to recognize the limitations of a data-driven view of reality **is not to downplay its might**. It’s possible for two things to be true: for numbers to come up short before the nuances of reality, while also being the most powerful instrument we have when it comes to understanding that reality”



# ¿Mido lo que quiero medir? ¿Mejoro lo que quiero mejorar?



¿Si no existiera la medición del CONEVAL qué hubieran esperado que pasara con el nivel de vida de las personas?



Consejo Nacional de Evaluación  
de la Política de Desarrollo Social

**Porcentaje, número de personas y carencias promedio por indicador de pobreza, 2018 - 2020**

Indicadores	Porcentaje		Millones de personas		Carencias promedio	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020
<b>Pobreza</b>						
Población en situación de pobreza	41.9	43.9	51.9	55.7	2.3	2.4
Población en situación de pobreza moderada	34.9	35.4	43.2	44.9	2.0	2.1
Población en situación de pobreza extrema	7.0	8.5	8.7	10.8	3.6	3.6
Población vulnerable por carencias sociales	26.4	23.7	32.7	30.0	1.8	1.9
Población vulnerable por ingresos	8.0	8.9	9.9	11.2	0.0	0.0
Población no pobre y no vulnerable	23.7	23.5	29.3	29.8	0.0	0.0
<b>Privación social</b>						
Población con al menos una carencia social	68.3	67.6	84.6	85.7	2.1	2.2
Población con al menos tres carencias sociales	20.2	23.0	25.0	29.2	3.5	3.5
<b>Indicadores de carencia social</b>						
Rezago educativo	19.0	19.2	23.5	24.4	2.8	2.8
Carencia por acceso a los servicios de salud	16.2	28.2	20.1	35.7	2.7	2.8
Carencia por acceso a la seguridad social	53.5	52.0	66.2	66.0	2.3	2.5
Carencia por calidad y espacios de la vivienda	11.0	9.3	13.6	11.8	3.2	3.4
Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	19.6	17.9	24.3	22.7	3.0	3.1
Carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad	22.2	22.5	27.5	28.6	2.6	2.7
<b>Bienestar económico</b>						
Población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos	14.0	17.2	17.3	21.9	2.5	2.5
Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos	49.9	52.8	61.8	66.9	1.9	2.0

\*De acuerdo con los *Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza* (2018) que se pueden consultar en el Diario Oficial de la Federación ([https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5542421&fecha=30/10/2018](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5542421&fecha=30/10/2018)) y la *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*, tercera edición (<https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-medicion-multidimensional-3er-edicion.pdf>).

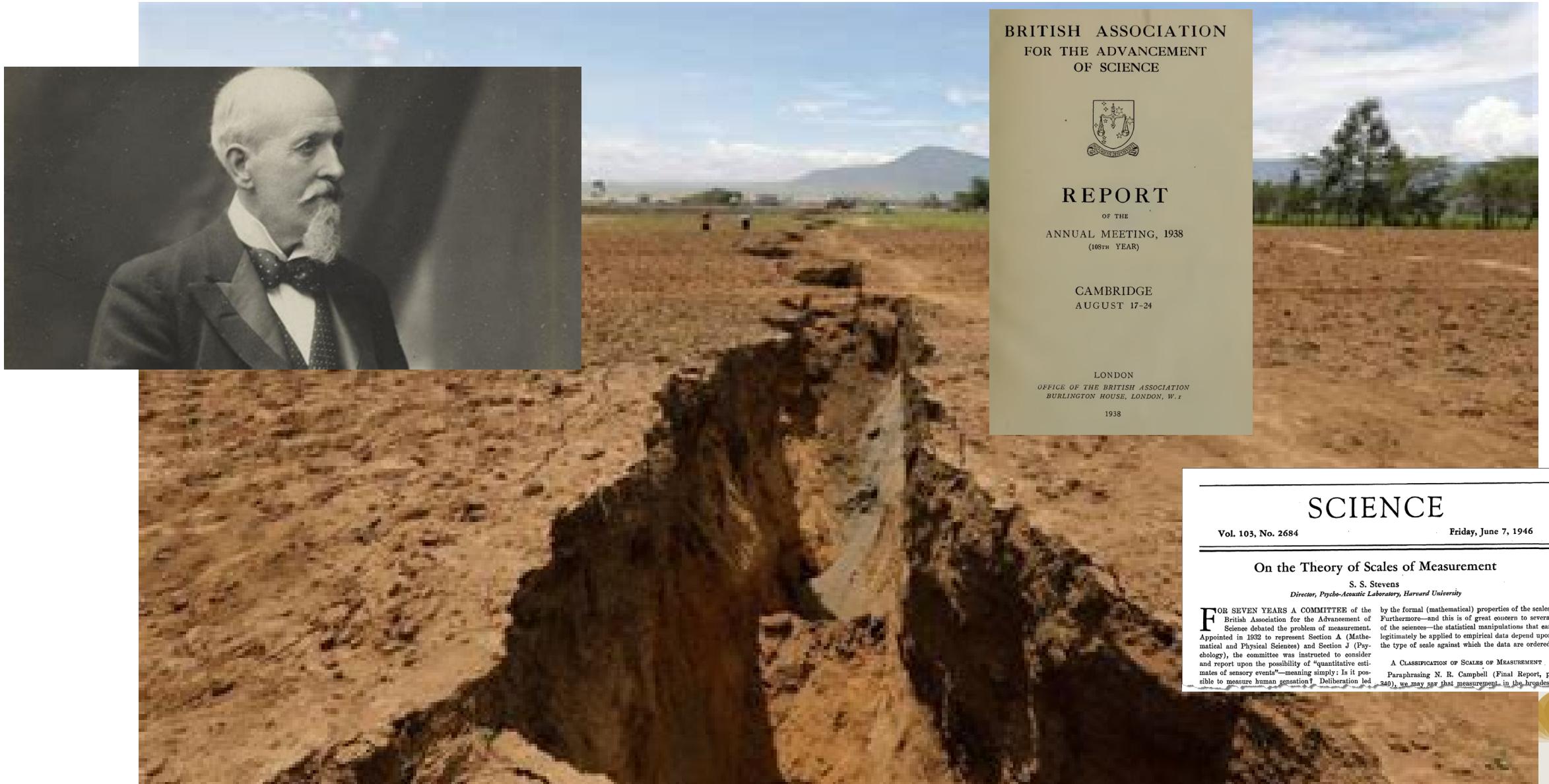
Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en la ENIGH 2018 v 2020.



# ¿Cómo nos pusimos en esta situación?



# Historia de la medición

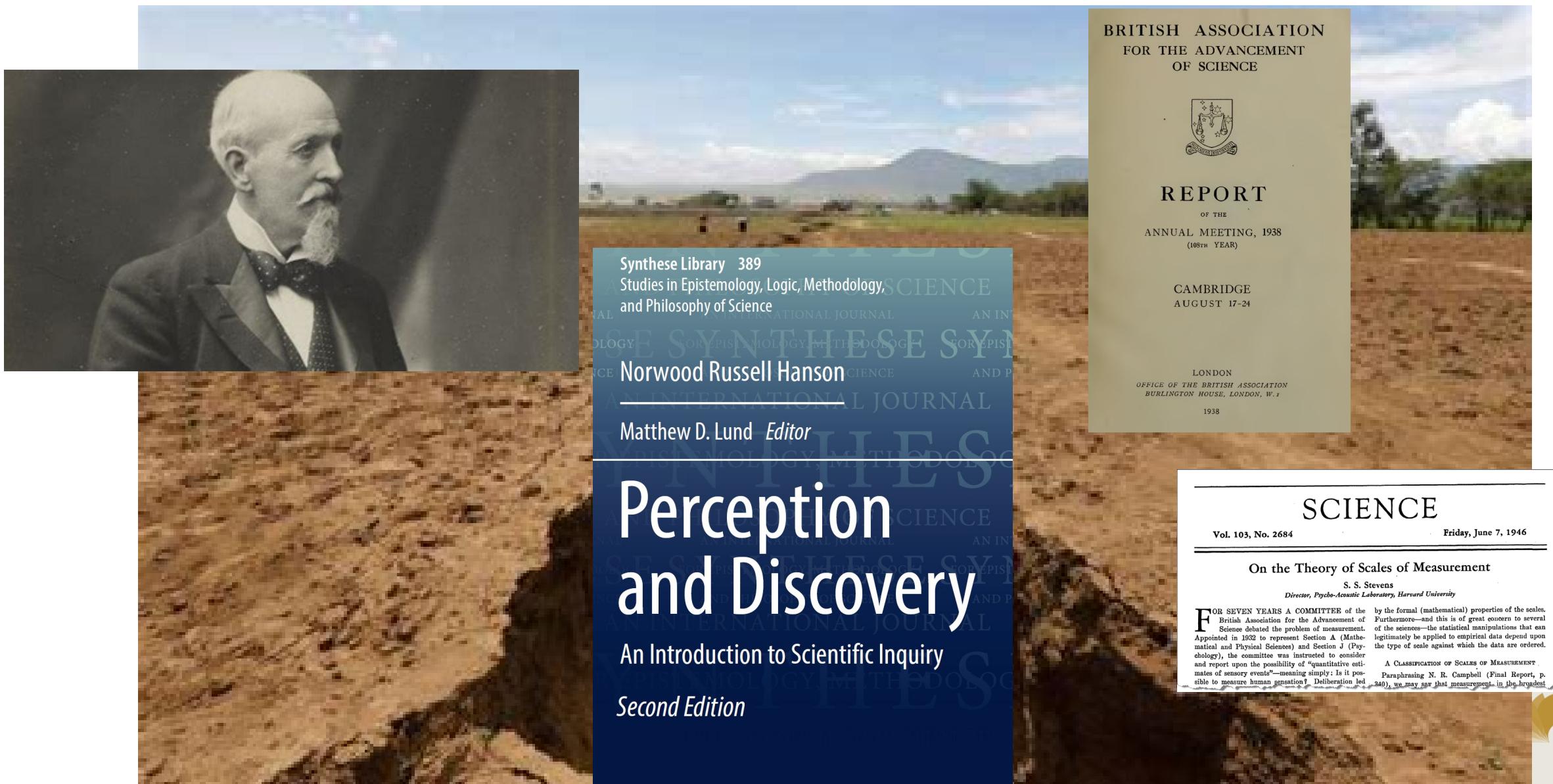


FOR SEVEN YEARS A COMMITTEE OF THE British Association for the Advancement of Science debated the problem of measurement. Appointed in 1932 to represent Section A (Mathematical and Physical Sciences) and Section J (Psychology), the committee had been unable to agree and relied upon the possibility of "quantitative estimation of sensory events"—meaning simply: Is it possible to measure human sensation? Deliberation led

by the formal (mathematical) properties of the scales. Furthermore—and this is of great concern to several of the sciences—the statistical manipulations that can legitimately be applied to empirical data depend upon the type of scale against which the data are ordered.

A CLASSIFICATION OF SCALES OF MEASUREMENT  
Paraphrasing N. R. Campbell (Final Report, p. 246), we may say that measurement in the broadest

# Historia de la aproximación científica a la medición



# Historia de la teoría y epistemología de la medición

- ¿Qué tipo de cosas/fenómenos son medibles?
- ¿Cómo definir a la medición?
- ¿Qué condiciones hacen a la medición posible?

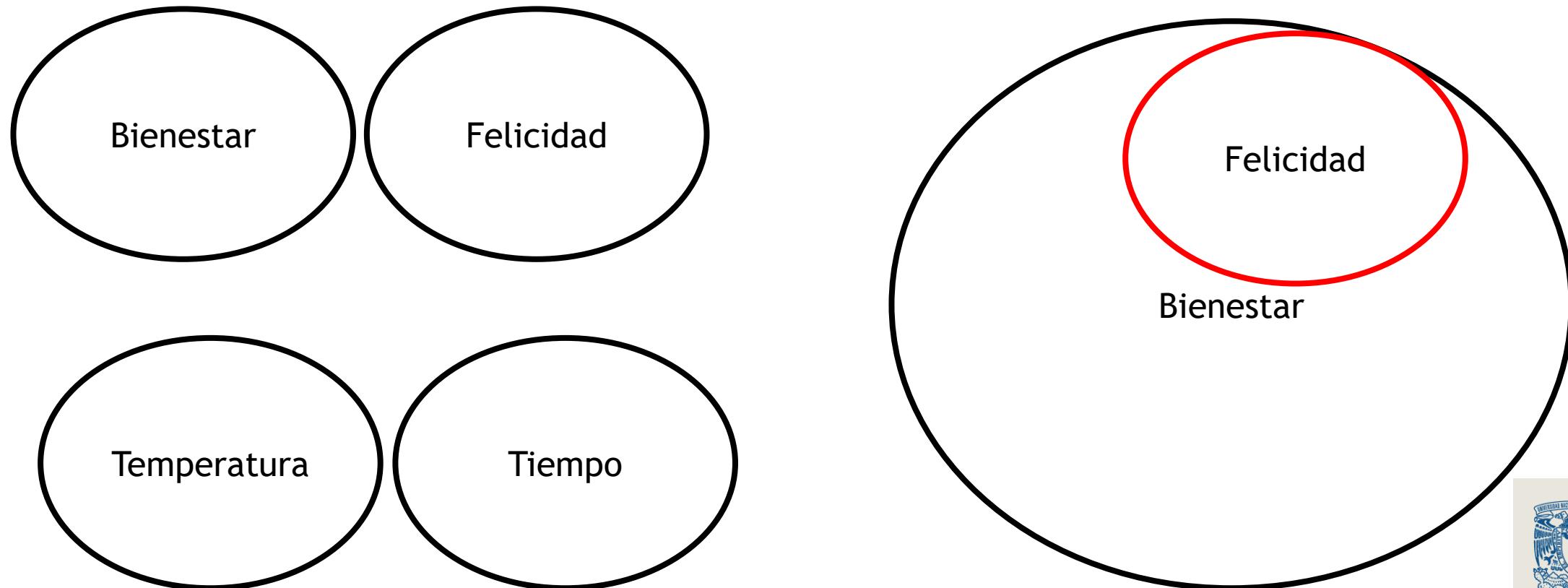


¿Qué tipo de  
cosas/fenómenos son  
medibles?

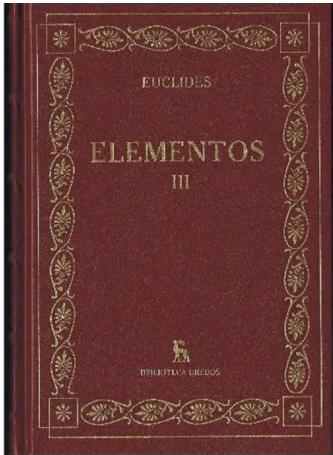


# Objetos científicos y medición

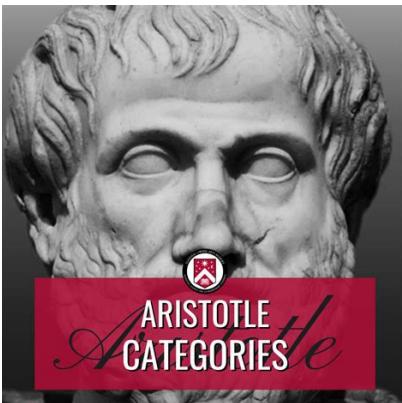
“El ideal en el trabajo científico es trabajar con conceptos que tengan un límite claro - **una frontera.**” (Hanson, 1965, p. 29)



# Orígenes



“Dos magnitudes tienen una medición en común cuando las dos son múltiplos de una magnitud y de otra manera incommensurables (Book X, def. 1).”



Cantidades: líneas, superficies, tiempo, cuerpos

Cualidades: Justicia, desigualdad, palidez, salud

Las cantidades admiten igualdades y desigualdades pero no grados.

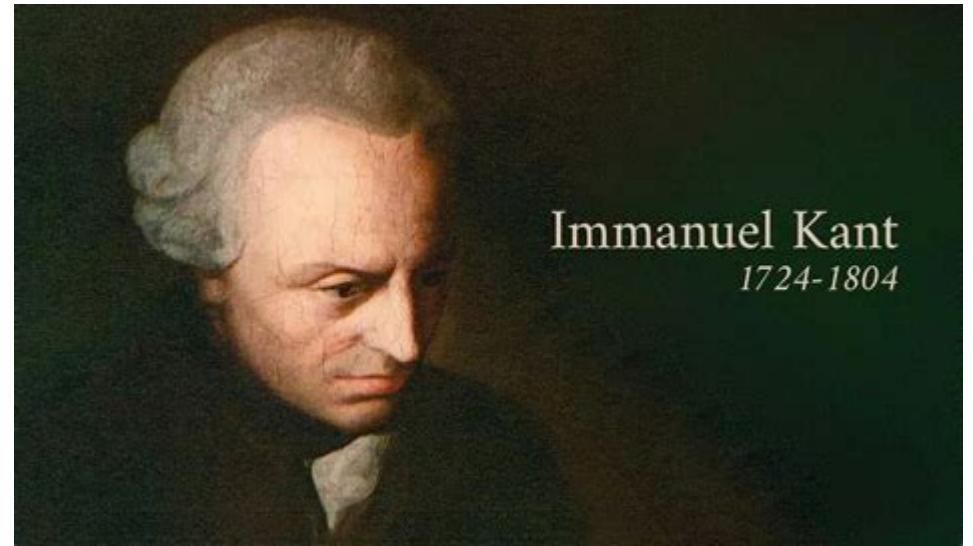


# Orígenes

## Magnitudes intensivas y extensivas

Extensive magnitudes are those “in which the representation of the parts makes possible the representation of the whole” (1787: A162/B203).

The degrees of intensive magnitudes “can only be represented through approximation to negation”



Immanuel Kant  
1724-1804

# Orígenes de aquello que es medible

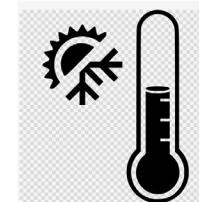
Nominal  
(Cualitativo)



Ordinal  
(Cualitativo)



Intervalo



Razón



La propiedad es “**representada**” por un número.

En el origen no consistía en una teoría de la medición sino una teoría de las escalas que se usan en medición

# Orígenes de aquello que es medible

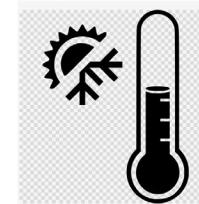
Nominal  
(Cualitativo)



Ordinal  
(Cualitativo)



Intervalo



Razón



Grados

Estructura: Mediciones extensivas

Estructura: Mediciones intensivas

Operaciones: Medición fundamental

Operaciones: Medición derivada

# Presente

Brian Ellis (1966: Ch. 5-8) distingue entre tres tipos de medición: fundamental, asociativa and derivada.

- Fundamental: Orden y concatenaciones de operaciones
- Asociativa: Correlación de relaciones: mercurio y temperatura
- Derivada: Identificación de una constante (ley física)

Ninguno de estos tipos de medición nos dicen ¿Qué es medir?

# ¿Cómo definir a la medición?

1. Teorías matemáticas de la medición
2. Operacionalismo y convencionalismo
3. Realismo
4. Teoría de la información
5. Medición basada en modelos

# ¿Cómo entra la medición en el trabajo científico?

Teorías matemáticas de la medición

Operacionalismo y convencionalismo

Realismo

Teoría de la información

Medición basada en modelos

Respectful operationalism

[Elina Vessonen](#)  [View all authors and affiliations](#)

[Volume 31, Issue 1](#) | <https://doi.org/10.1177/0959354320945036>

 Contents

 PDF / ePub

 Cite article

 Share

“we mean by any concept nothing more than a set of operations; the concept is synonymous with the corresponding set of operations.”  
(1927: 5)



# Operacionalismo y convencionalismo

Respectful operationalism

[Elina Vessonen](#)   [View all authors and affiliations](#)

[Volume 31, Issue 1](#) | <https://doi.org/10.1177/0959354320945036>

 Contents

 PDF / ePub

 Cite article

 Share



# Operacionalismo y convencionalismo

Respectful operationalism

[Elina Vessonen](#)   [View all authors and affiliations](#)

[Volume 31, Issue 1](#) | <https://doi.org/10.1177/0959354320945036>

 Contents

 PDF / ePub

 Cite article

 Share



La medición es la operación de concatenar la longitud de ciertos instrumentos (reglas).

La medición es la sumatoria de dichas reglas.

La distancia total se operacionaliza gracias a dicha sumatoria

El objeto en cuestión cobra forma objetiva gracias a las operaciones hechas



# Operacionalismo y convencionalismo

Respectful operationalism

Elina Vessonen   [View all authors and affiliations](#)

[Volume 31, Issue 1](#) | <https://doi.org/10.1177/0959354320945036>

 Contents

 PDF / ePub

 Cite article

 Share



La informalidad = la métrica de la informalidad misma

No hay separación entre la abstracción (fenómeno de la informalidad) y los resultados del instrumento (números en una encuesta)

Múltiples instrumentos, múltiples informalidades

La noción de error de medición es difusa.

# ¿Cómo entra la medición en el trabajo científico?

Teorías matemáticas de la medición

Operacionalismo y convencionalismo

Realismo

Teoría de la información

Medición basada en modelos

Los objetos científicos existen y son independientes a la medición.

No hay, en principio, algo del proceso de la medición que altere el hecho de su existencia.

La medición es un ejercicio de **estimación** de dicha propiedad objetiva



# ¿Cómo definir a la medición?

Teorías matemáticas de la medición

Operacionalismo y convencionalismo

Realismo

Teoría de la información

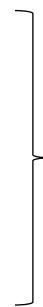
Medición basada en modelos



# Teorías matemáticas de la medición

Tal vez sólo se pueden medir aquellos “**objetos discernibles**”.

- Un kilo: Metal, plátanos, arena...
- Un metro: Dos reglas, una rama, palo de escoba



Propiedades extensivas

Propiedades aditivas simples

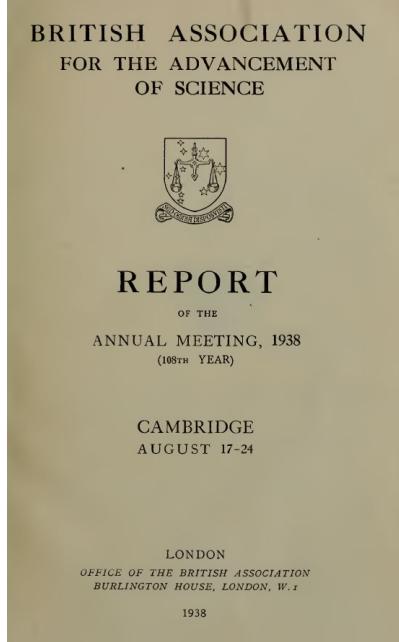
- 10 puntos de IQ: mmm...
- Luminosidad: Lumens... Intensidad de la luz? Entonces intensidad?
- Dureza: mmm...
- Bienestar, pobreza, desigualdad, clase social, etc.



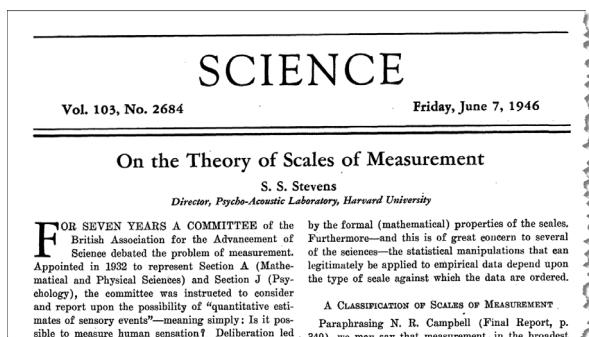
Propiedades intensivas



# Teorías matemáticas de la medición



[M]easurement [is] the assignment of numerals to objects or events according to rule — any rule. Of course, the fact that numerals can be assigned under different rules leads to different kinds of scales and different kinds of measurements, not all of equal power and usefulness. Nevertheless, provided a consistent rule is followed, some form of measurement is achieved. [Stevens, 1959, 19]



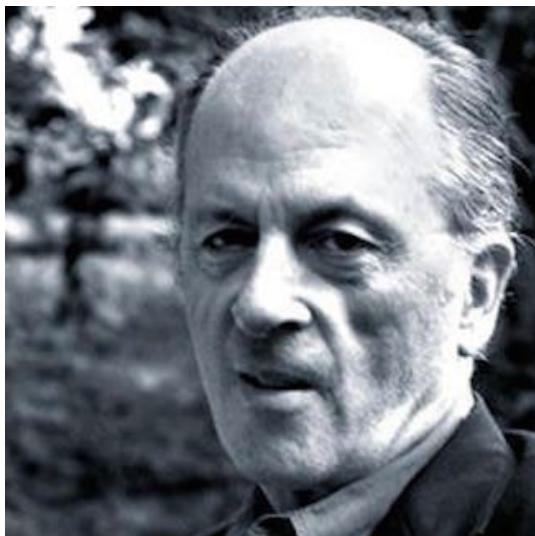
FOR SEVEN YEARS A COMMITTEE of the British Association for the Advancement of Science debated the problem of measurement. Appointed in 1932 to represent Section A (Mathematical and Physical Sciences) and Section J (Psychology), the committee was instructed to consider and report upon the possibility of "quantitative estimates of sensory events"—meaning simply: Is it possible to measure human sensation? Deliberation led by the formal (mathematical) properties of the scales. Furthermore—and this is of great concern to several of the sciences—the statistical manipulations that can legitimately be applied to empirical data depend upon the type of scale against which the data are ordered.

A CLASSIFICATION OF SCALES OF MEASUREMENT.  
Paraphrasing N. R. Campbell (Final Report, p. 240), we may say that measurement in the broadest



# ¿Solo hay medición extensiva?

- Debe poder definirse una operación (experimental) de **concatenación** sobre los elementos del sistema empírico que **refleje** la adición cuantitativa.
- Sin la operación de concatenación (adición), no se pueden construir escalas numéricas, y sin esta operación el concepto de magnitud carece de sentido.
- No se pueden justificar las correspondencias postuladas



Norman Robert Campbell (1880–1949)



# Teorías matemáticas de la medición

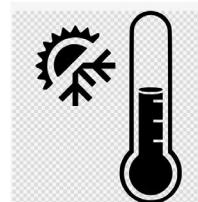
Nominal  
(Cualitativo)



Ordinal  
(Cualitativo)



Intervalo

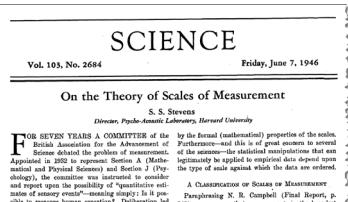


Razón



La propiedad es “**representada**” por un número.

Incluso sin números puedo determinar algunos aspectos de las propiedades vía experimentación



# Interpretabilidad representacional



Stanley Smith Stevens  
(1906-1973)

- Propiedades intensivas: Hay un número importante de supuestos hechos en la psicología y la mayoría pueden, con algo de esfuerzo, especificarse en términos de definiciones operacionales
- Basta especificar una estructura matemática en relación al subconjunto de los hechos de interés.
- Demostrar que tal medición toma sentido depende del propio poder de la medición



# Interpretabilidad representacional



Stanley Smith Stevens  
(1906-1973)



Nominal

Ordinal

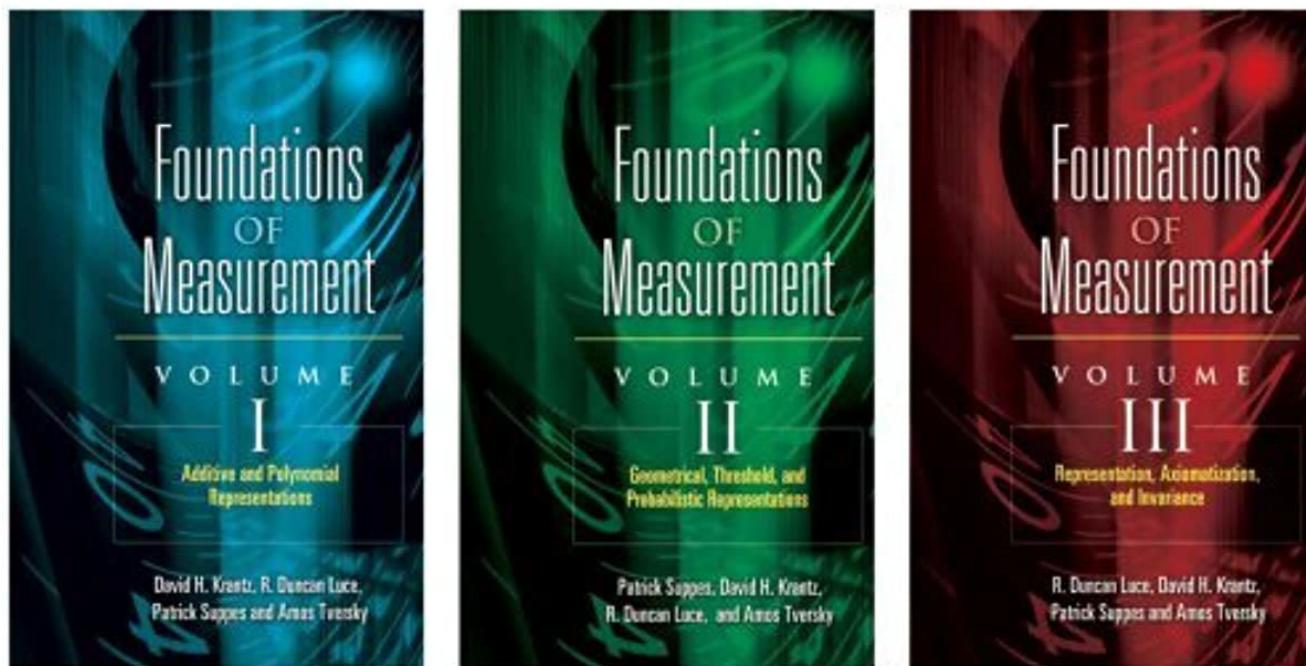


“A” representa el score máximo del test y al mismo tiempo la habilidad máxima observada

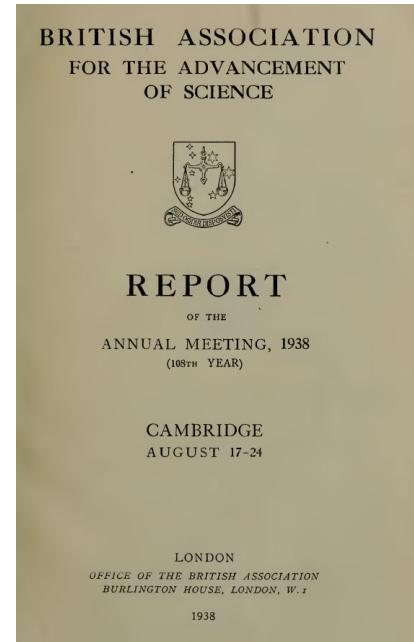


# Teoría representacional de la medición

- Teoría representacional de la medición
- Este abordaje a la medición dominó las reflexiones teóricas en el siglo XX.



“... monumental work” Kyburg, 1984



# Teoría representacional de la medición (RTM)

- Stevens (1959):

[M]easurement [is] the assignment of numerals to objects or events according to rule — any rule. Of course, the fact that numerals can be assigned under different rules leads to different kinds of scales and different kinds of measurements, not all of equal power and usefulness. Nevertheless, provided a consistent rule is followed, some form of measurement is achieved. [Stevens, 1959, 19]

## Measurement in Economics

Marcel Boumans, in [Philosophy of Economics](#), 2012

### 1 The Representational Theory of Measurement

The dominant measurement theory of today is the [Representational Theory of Measurement \(RTM\)](#).<sup>1</sup> The core of this theory is that measurement is a process of assigning numbers to attributes or characteristics of the empirical world in such a way that the relevant qualitative empirical relations among these attributes or characteristics are reflected in the numbers themselves as well as in important properties of the number system.

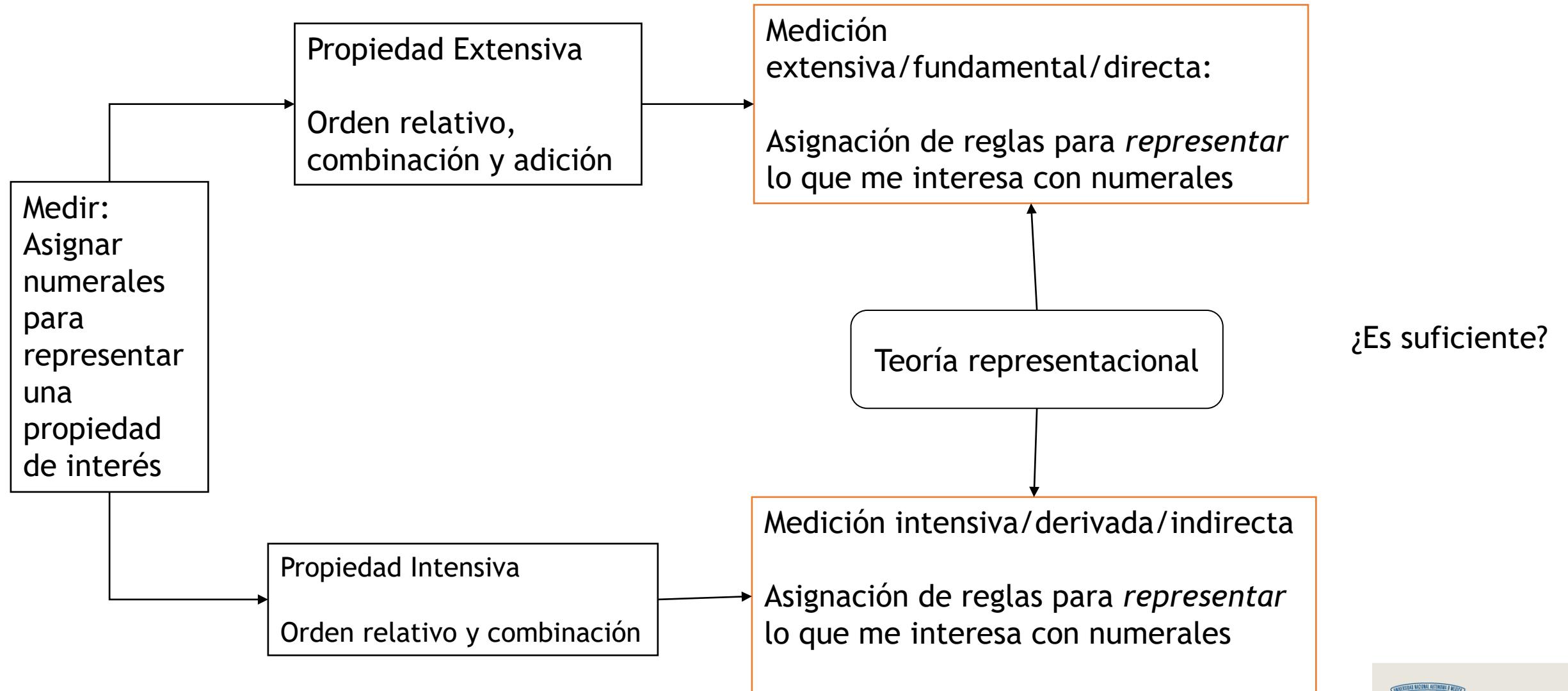


# Medición bajo la teoría representacional

“A conceptual analysis of measurement can properly begin by formulating the two fundamental problems of any measurement procedure. The first problem is that of representation, justifying the assignment of numbers to objects or phenomena. [S]how[ing] ...that the structure of a set of phenomena under certain empirical operations and relations is the same as the structure of some set of numbers under corresponding arithmetical operations and relations. [T]he second fundamental problem, determining the scale type of a given procedure.” (Suppes, P., 1998. *Routledge Encyclopedia of Philosophy*.)

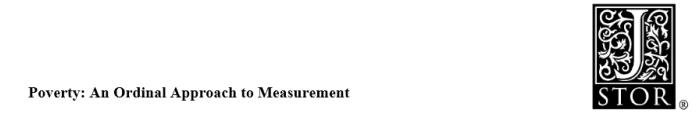


# Teoría representacional



# Ejemplos teoría representacional en propiedades intensivas

- Simetría: Si  $x=Py$  entonces  $P(x:z) = P(y:z)$



Poverty: An Ordinal Approach to Measurement

Amartya Sen

*Econometrica*, Vol. 44, No. 2. (Mar., 1976), pp. 219-231.

- Replicación invariante:

Si  $x=Px^*2$  entonces  $P(x:z) = P(y:z)$



Journal of Public Economics  
Volume 95, Issues 7–8, August 2011, Pages 476-487



- Foco: Si  $xi>yi$  y  $yi>z$   $P(x:z) = P(y:z)$

Counting and multidimensional poverty measurement

Sabina Alkire<sup>a,1</sup> James Foster<sup>a,b,1</sup>

Multidimensional poverty indices

Kai-yuen Tsui

*Social Choice and Welfare* 19, 69–93 (2002) | [Cite this article](#)

- Transfer: Si  $\Delta x_i$  entonces  $P(x:z) < P(y:z)$



# Tres consecuencias de la teoría representacional

Consideren las dos condiciones necesarias (¿y suficientes?) de la teoría representacional (asignación de reglas y definición de la escala de la medición)

- No es necesario hacer algún tipo de valoración empírica (Experimento)
- No se puede ni siquiera establecer el experimento si los axiomas son tratados como enunciados lógicos de realización instantánea
- No hay manera de incorporar el tema de **error de medición**

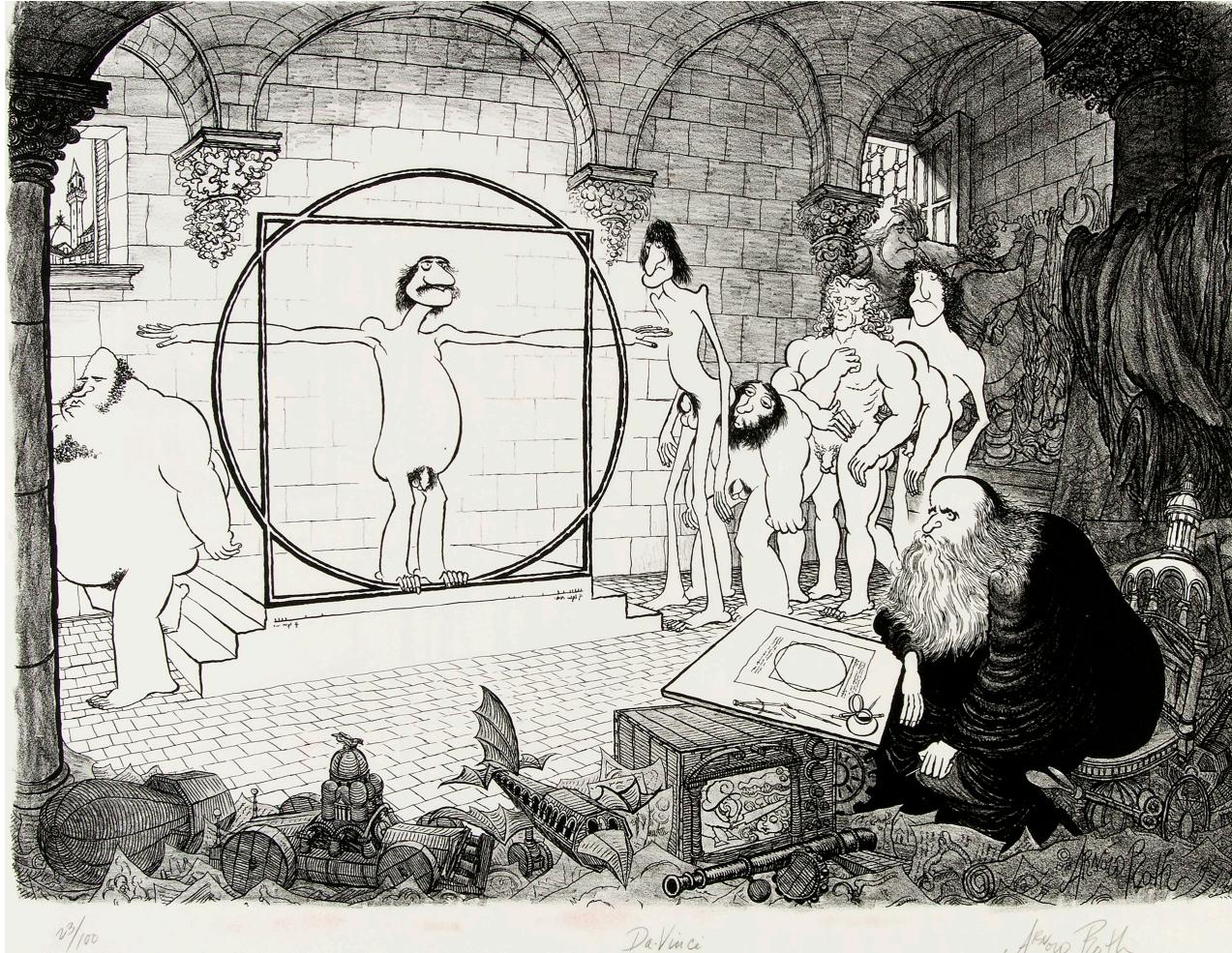


# Teoría representacional y Experimentación

- “It is all very well to say that if a certain set of the attributes of objects and a certain operation on them obey certain axioms, *then* those attributes can be represented by a function of a certain sort from those objects to the real numbers. **But we also want to know that the axioms *are satisfied.***” Kyburg, 1984

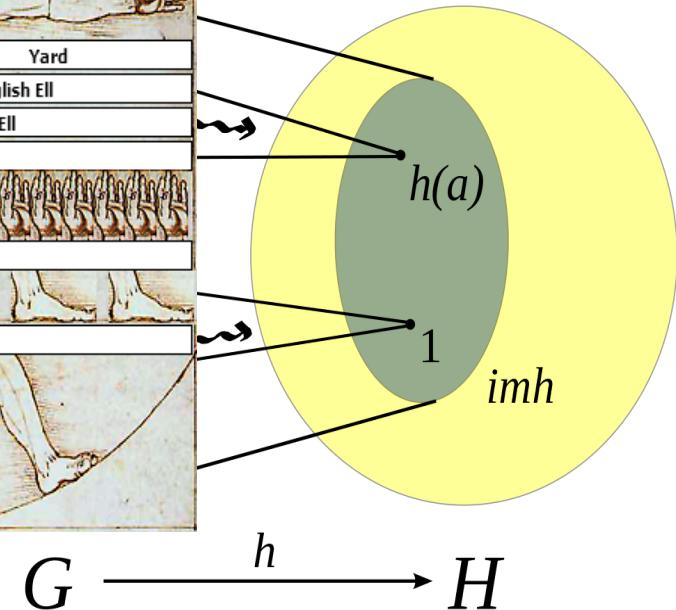
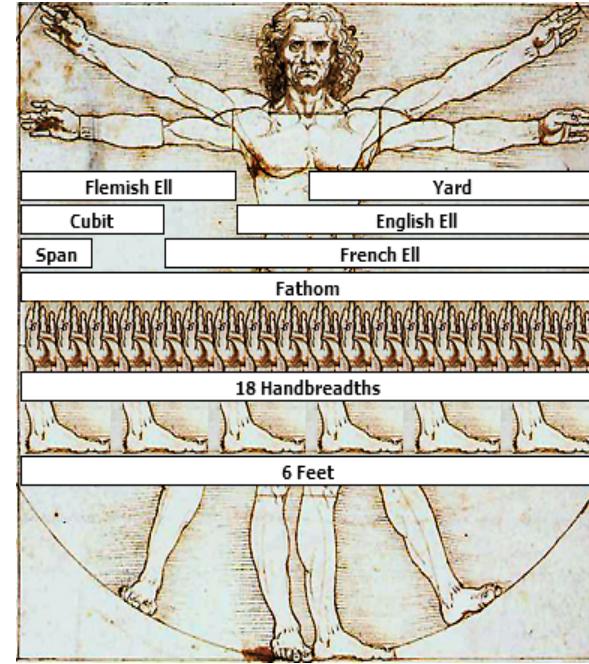


# Reglas y experimento



Da Vinci

Jesús Pach



# Experimento y observación

“Déjenme enfatizarlo de nuevo, el tratamiento de ciertas propiedades mediante números solamente tiene sentido si se sigue de experimento y observación del objeto científico en cuestión” (Hanson, 2018, p. 18)

El descubrimiento de que una propiedad es medible descansa en la investigación de corte experimental: supuestos y evidencia empírica al respecto.

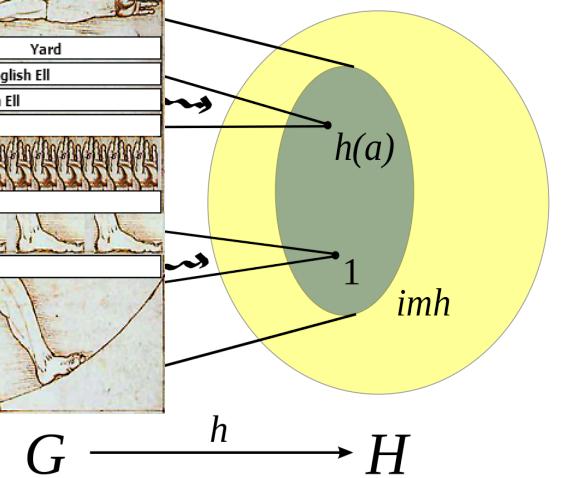
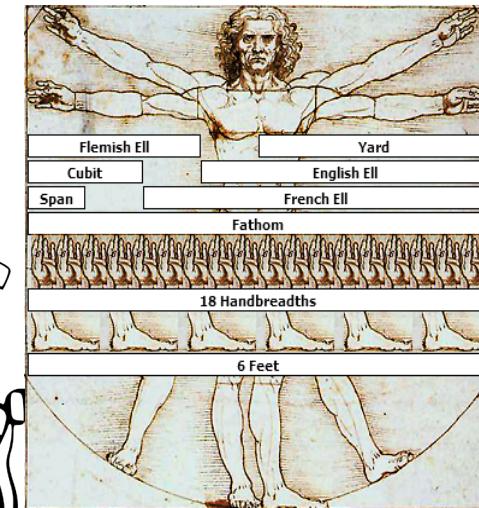
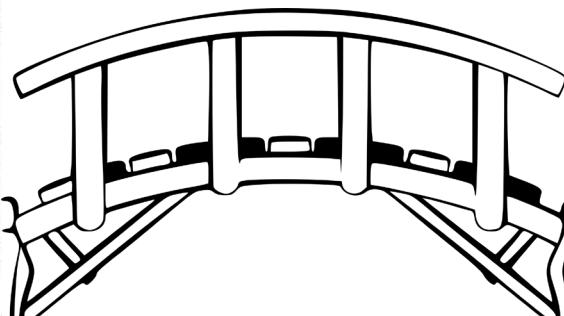


# Puntos de tensión

- Los axiomas representan relaciones teóricas ideales, no relaciones operacionales observables (siempre falibles, cargadas de teoría).



Teoría  
cuantitativa  
del error



[https://en.wikipedia.org/wiki/Foot\\_\(unit\)#/media/File:Determination\\_of\\_the\\_rute\\_and\\_the\\_feet\\_in\\_Frankfurt.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Foot_(unit)#/media/File:Determination_of_the_rute_and_the_feet_in_Frankfurt.png)

# Kyburg: Satisfacción de axiomas

En tanto los axiomas son “ideales”, está muy bien encontrar una maquinaria (fórmula) que los respete

Pero también queremos saber si se satisfacen; **problema clásico de inferencia científica**

Por lo que sabemos, la medición es imperfecta. Aunque no podemos esperar resultados perfectos, necesitamos saber qué tan lejos estamos

Esto se dice fácil, pero es muy difícil de lograr...

Veamos un ejemplo



# Pensemos en lo siguiente

Axiomas transitivos. Escala de informalidad:

- A>B>C>D
- A>C>D
- B>C>D ...

T1

A>B>C>D

Todo constante

T2

A>D>C>B



¿Qué decidirían hacer?  
¿Qué opciones tienen?

# Caminos en medición. Violación de axiomas

Kyburg: ¿Qué contestaríamos?

1. Lo que queremos medir no se puede medir. (No me equivoqué en los axiomas)
2. Buscamos axiomas alternativos con propiedades deseables.
3. Pensar que los axiomas son deseables desde el punto de vista teórico. Tendríamos que establecer las bases teóricas para aceptarlos o rechazarlos.
4. Necesitamos una teoría cuantiativa -probabilística- del error. Reglas para aceptar o rechazar los axiomas.

# Experimento

Encontrar un proceso (instrumento) para medir cierta propiedad

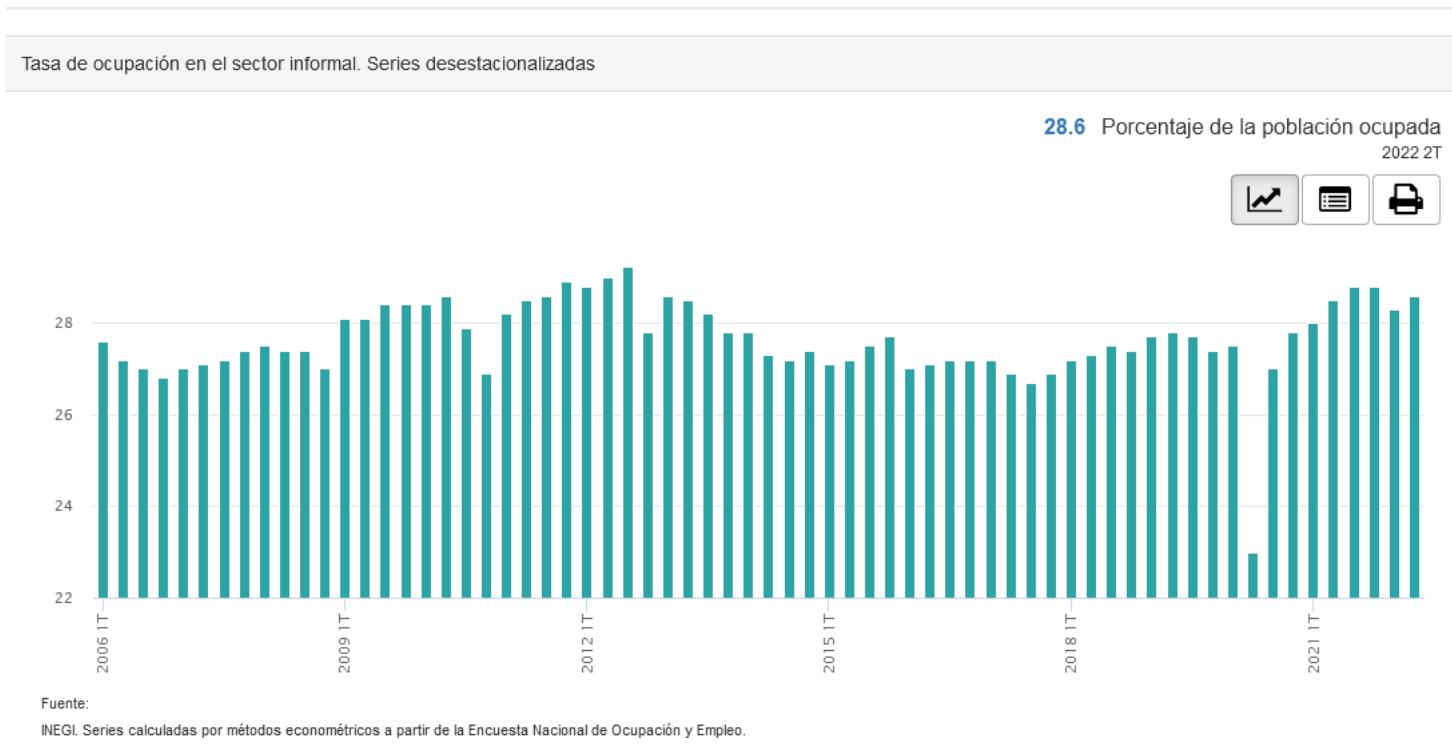
Establecer reglas claras y dejarlo en manos del mundo experimental

Una buena medición es aquella que me dice algo significativo de la propiedad de interés

**La medición será científica o no será!**



# Reglas y experimento



$X_t > X_{t-1}$  entonces **la tasa informalidad creció**

Pandemia (Experimento)

Desploma la inscripción al IMSS

Hay evidencia de que los cambios en  $X$  rastrean los cambios en informalidad

El experimento solamente es posible en el marco de una teoría con enunciados claros (hipótesis) respecto a qué observar / buscar



# Reglas y experimento

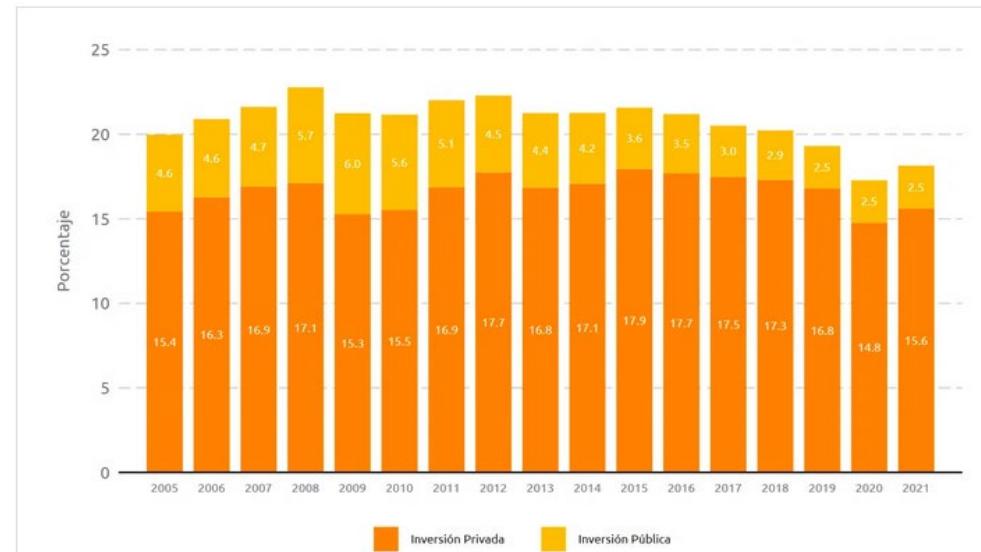
## 3 Inversión pública en México

En México, de 2005 al primer trimestre de 2022, la formación bruta de capital fijo (inversión) como proporción del PIB fue de 20.6 % en promedio. Durante el mismo período, la **inversión pública promedió 4.0 % del PIB y la inversión privada 16.1 %**. Dentro del período de análisis, la inversión total pasó de 22.8 % del PIB en 2008 a 17.3 % en 2020, año de la crisis económica y sanitaria generada por la pandemia de Covid-19. En tanto que para el primer trimestre de 2022 se ubicó en 18.6 % del PIB. En lo que se refiere particularmente a la **inversión pública**, esta **pasó de 6.0 % del PIB en 2009 a 2.5 % en 2019**; mientras que para 2021 se ubicó en 2.54 % del PIB (ver figura 1).

Figura 1: Formación Bruta de Capital Fijo en México, 2000-2021 (1)

$$\Delta FBC_t = \Delta IP_t$$

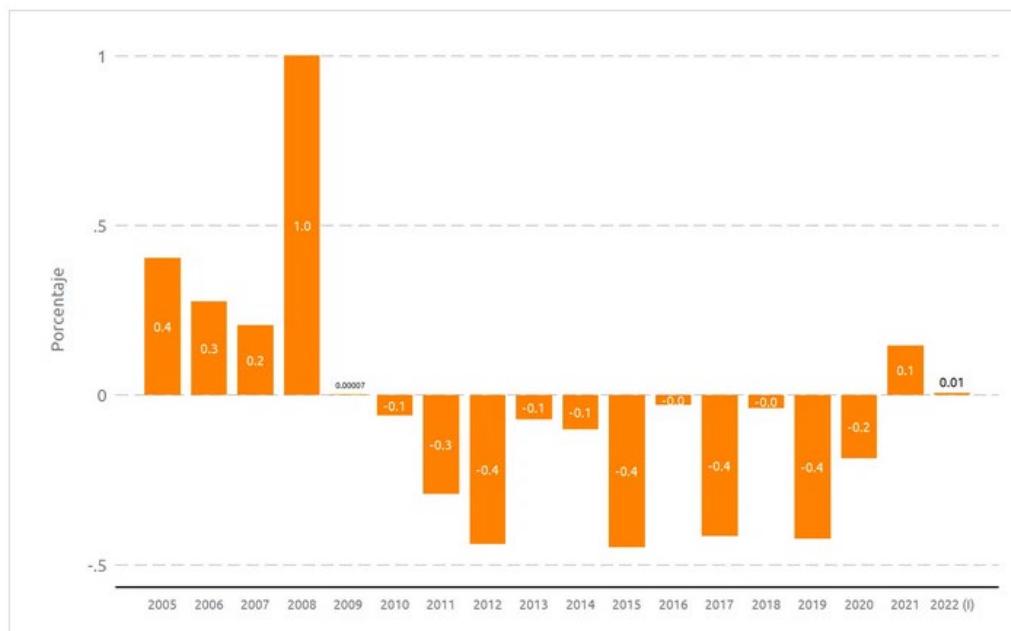
$$\Delta FBC_t * 2 = \Delta IP_t * 2$$



# Reglas y experimento

Sin embargo, para 2021, de los 4.8 puntos porcentuales que creció la economía, la inversión pública aportó 0.14 puntos porcentuales. Lo anterior, si bien es un aporte marginal, rompe con una racha de más de una década de contribuciones negativas a la tasa de crecimiento. En tanto, para el primer trimestre de 2022, el aporte de la inversión pública a la tasa de crecimiento económico del mismo período fue de 0.01 %.

Figura 3: Aporte de la dinámica de la inversión pública a la tasa de crecimiento económico



Sería útil un modelo (teórico) que nos dijera qué esperar de la relación entre inversión pública y el crecimiento económico

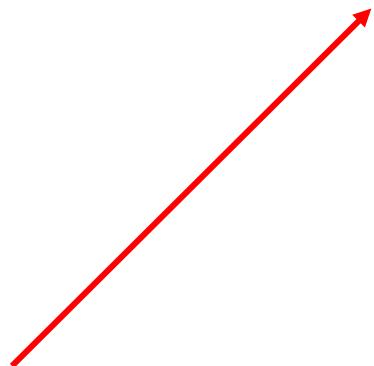
Con base en el modelo podemos ir hacia atrás:

Inversión, Inversión pública, formación bruta de capital, bruto, capital, etc.

# Necesitamos puentes ¿Pero por qué?

## **The Complementarity of Psychometrics and the Representational Theory of Measurement**

**Elina Vessonen**



En la terminología moderna:  
Variables latentes o ecuaciones  
estructurales

# Teoría representacional

Mundo empírico: Realidad



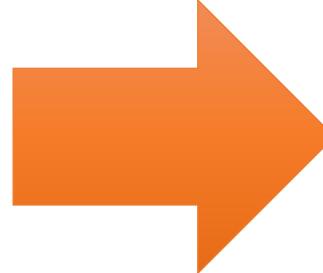
Estructura numérica



- Axiomas: Satisfacer axiomas no contradictorios que sustenten la contrucción de homorfismos ( $\varphi$ ).
- Theorema: Las posibles transformaciones de  $\varphi$  que lleven a la misma estructura
- Experimento: Distancia entre lo deseado y lo obtenido

# Teoría representacional y el error

Teoría representacional: ¿Lo que observo es la realidad?



Data Editor (Edit) - [Untitled]			
File Edit View Data Tools			
s[1] 18			
#	expr	lnw	
1	11	.384	6.215
2	11	1	4.968
3	16	.798	6.315
4	16	0	6.109
5	12	1.191	5.964
6	12	.692	5.491
7	12	0	5.023
8	16	1.872	5.841
9	16	0	6.068
10	12	.916	5.416
11	11	2.962	5.704
12	12	0	5.493
13	16	.556	5.979
14	12	7.128	6.356
15	12	10.077	6.412
16	16	.478	6.176
17	12	0	6.082
18	15	1.374	5.049
19	12	4.333	5.491
20	16	4.363	6.136
21	14	1.378	5.652
22	12	0	5.142

ID	Name	Day	Age	Response	Gender
1	John	First	23	0.1089764612	0
2	Billie	First	22	0.0381281520	0
3	Robert	First	20	0.0947061066	0
4	Don	First	27	0.0576329496	0
5	Joseph	First	21	-0.1753926989	0

¿Son los axiomas o es la realidad la que está mal?

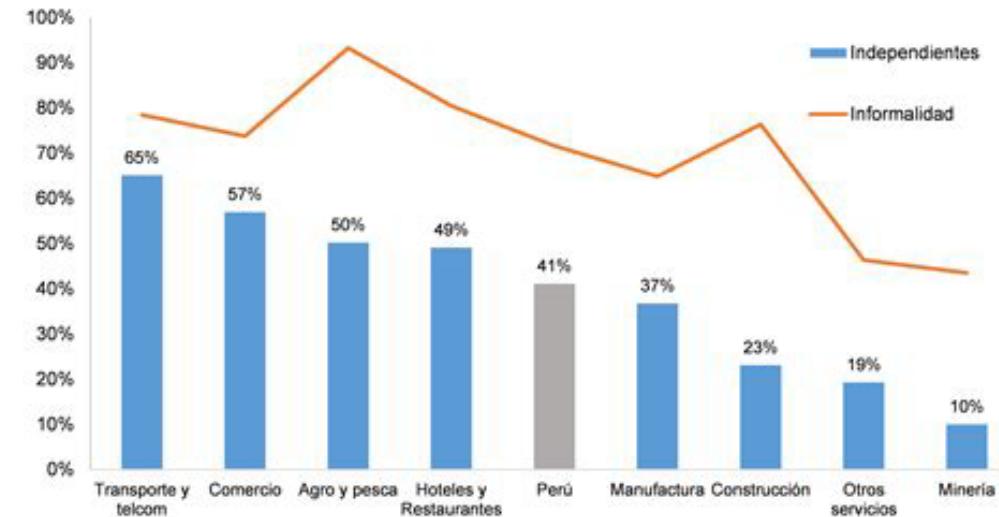
# Nos interesa evaluar nuestros juicios más que nuestras observaciones

Si logramos producir una teoría que cuantifique el error -con probabilidad-, entonces tendremos las bases para pasar de ida y Vuelta nuestros juicios y los “hechos” cuantitativos.

- we can use our judgments to infer (probabilistically) statements concerning the true magnitude of a quantity; and
- we can use our knowledge of magnitudes to infer (probabilistically) predictive statements concerning our judgments



Informalidad y porcentaje de independientes, 2015  
(% del total de la PEA por sectores)



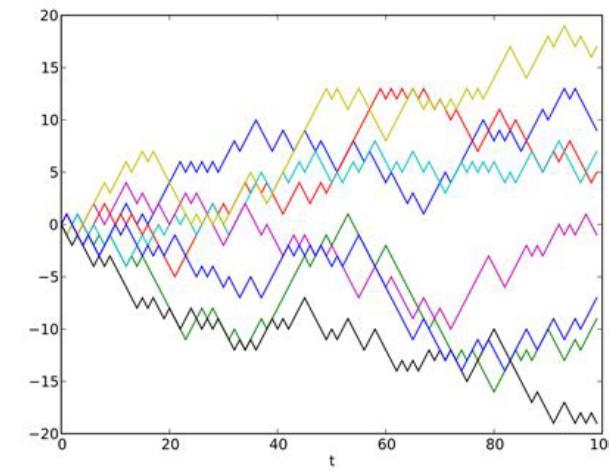
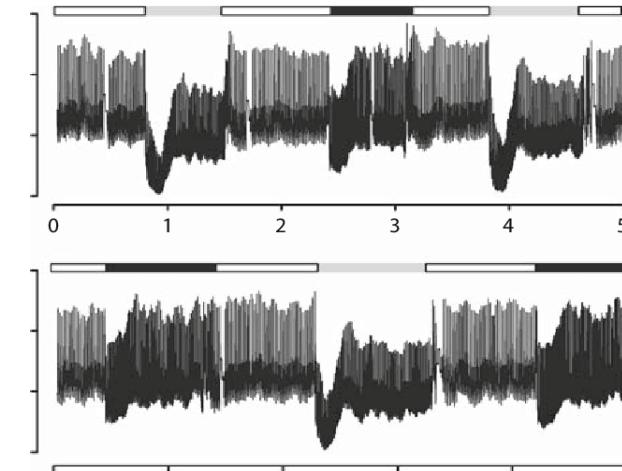
Fuente: Enaho (2015)

Nota: No se incluye Administración Pública ni Minería por sus bajos niveles de informalidad. Otros servicios incluye enseñanza, servicios inmobiliarios y servicios financieros.

# ¿Hay objetividad en medición?

Cuando hablamos de juicios se abre la pregunta de objetividad.

- La medición se supone que debe ser objetiva
- ¿Qué es la objetividad? Kyburg: Other people should get the same result – and in another sense it is known to be nonobjective: the probability that someone else will get exactly the same result is 0.
- Kyburg: *Statistically speaking*, we might say that judgments of length exhibit smaller variance than judgments of beauty, even though it isn't clear what sense can be made of this since length and beauty belong to different dimensions.
- Subjetividad no es aleatoriedad. Es un tema de varianza deseada y varianza no deseada, y cómo se traduce en precisión



# Replicabilidad: Variabilidad y error

- What measurement of length objective is not that people always agree, but that, although they (almost) never agree, **they come very close to agreeing almost all the time**. But what enables us to say this is just what it is we **know about the distribution of errors of measurement of length**
- Most teachers in a school **agree** most of the time in their judgments of the relative intelligence of two students.
- **Agreement** falls off sharply when the situations get more complicated: when we are attempting to judge the relative length of a wolf seen last week, and a person seen the week before, or when we are attempting to judge the relative intelligence of a Greek third grader and an Argentinian high school student, when we speak neither Greek nor Spanish.



# Juicios y experimentación

- We would then subject these **judgments to a purifying process** and would emerge with a set of statements embodying a certain relational structure.
- Depends on what predictive observation statements we can believe; and **what we can believe about measurements depends on the distribution of errors of those measurements**
- The problem is that we cannot infer the distribution of errors corresponding to a technique of measurement from a sample of the differences between the true value and measured value of a quantity, since, because of the very errors we are trying to learn about, **the true value is not accessible to us**.



¿Cómo, entonces, conciliar el mundo de la representatividad teórica con la condición necesaria de la experimentación?



# ¿Cómo entra la medición en el trabajo científico?

Teorías matemáticas de la medición

Operacionalismo y convencionalismo

Realismo

Teoría de la información

**Medición basada en modelos**



# Medición basada en modelos



AdobeStock | #24976792

*Brit. J. Phil. Sci.* **67** (2016), 297–335

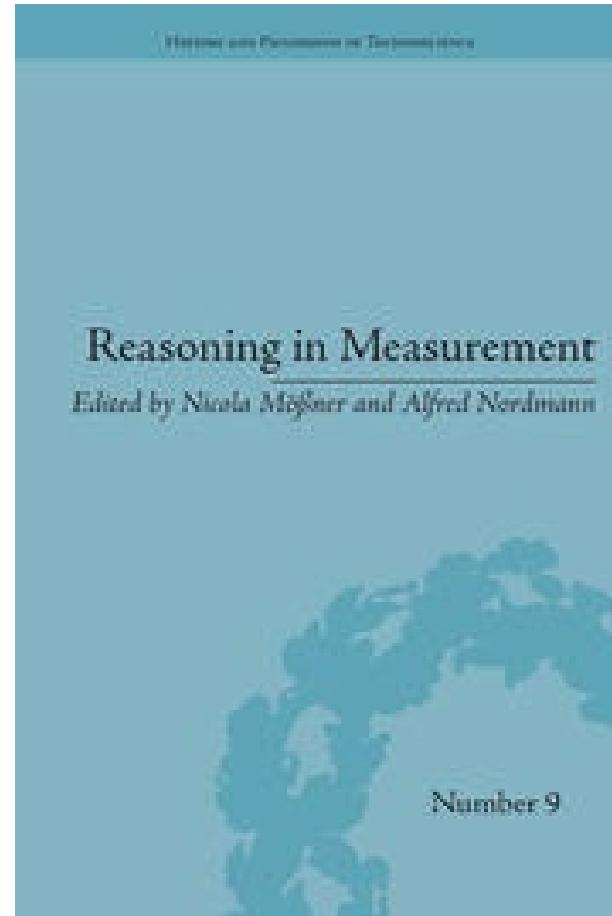
## Making Time: A Study in the Epistemology of Measurement

Eran Tal

---

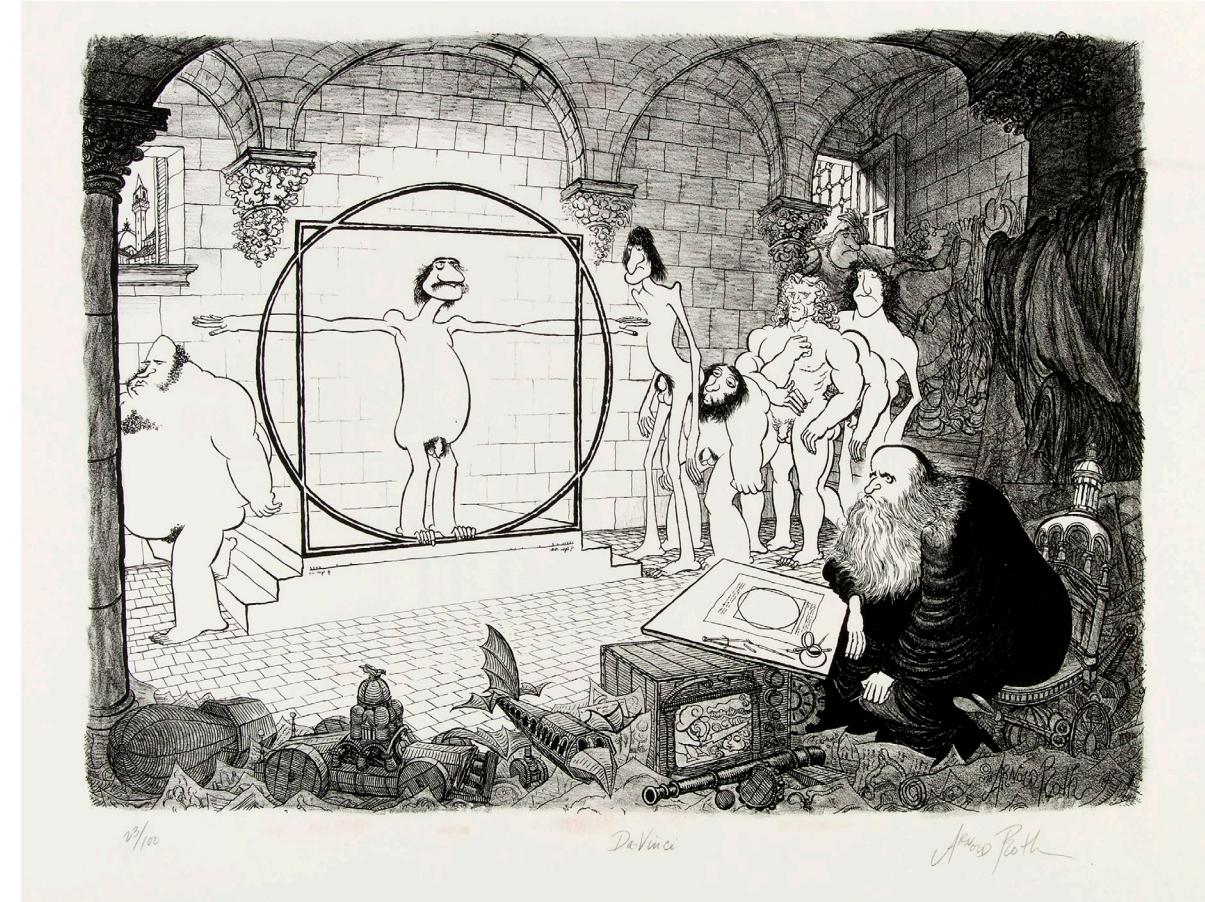
### ABSTRACT

This article develops a model-based account of the standardization of physical measurement, taking the contemporary standardization of time as its central case study. To standardize the measurement of a quantity, I argue, is to legislate the mode of application of a quantity concept to a collection of exemplary artefacts. Legislation involves an iterative exchange between top-down adjustments to theoretical and statistical models regulating the application of a concept, and bottom-up adjustments to material artefacts in light of remaining gaps. The model-based account clarifies the cognitive role of *ad hoc* corrections, arbitrary rules, and seemingly circular inferences involved in contemporary timekeeping, and explains the stability of networks of standards better than its conventionalist and constructivist counterparts.



# ¿Hacia dónde vamos?

- ¿De qué hablamos cuando hablamos de medir?
- ¿Cuáles son los estándares científicos de una buena medición?
- ¿Qué es error de medición?
- ¿Cómo se calcula?
- ¿Qué **tradiciones** hay en medición?
- ¿Cómo podemos diagnosticar una medida?
- ¿Cómo replicar nuestras mediciones y qué significa replicar en medición?



# Conclusiones

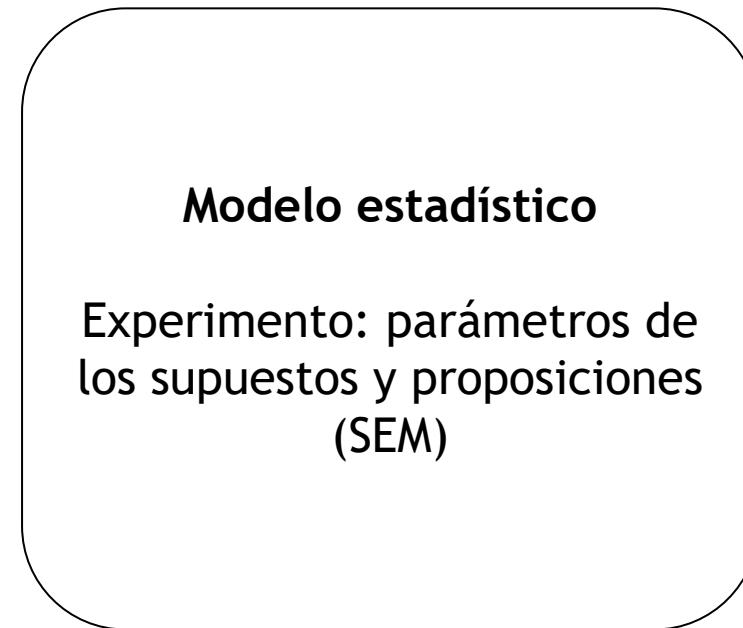
- No hay tal cosa como medición o medida perfecta de  $\Theta$
- Los atributos de interés no son directamente observables.
- Operamos con algún tipo de aproximación  $\hat{\theta} \sim \Theta$
- La proximidad depende de qué tan exitosos somos con el manejo de las distintas fuentes de variabilidad de interés y no de interés
- El error de medición afecta las conclusiones de mi modelo estadístico en formas que bajo el lente de la estadística clásica son imposibles de estimar



# Bibliografía sugerida

- Vasisht, S., Mertzen, D., Jäger, L. A., & Gelman, A. (2018). The statistical significance filter leads to overoptimistic expectations of replicability. *Journal of Memory and Language*, 103, 151-175.
- Gelman, A., & Weakliem, D. (2009). Of beauty, sex and power: Too little attention has been paid to the statistical challenges in estimating small effects. *American Scientist*, 97(4), 310-316.
- Vasisht, S., & Gelman, A. (2017). The statistical significance filter leads to overconfident expectations of replicability. *arXiv preprint arXiv:1702.00556*.
- Woodward, J. (2010). Data, phenomena, signal, and noise. *Philosophy of Science*, 77(5), 792-803.
- Woodward, J. F. (2011). Data and phenomena: A restatement and defense. *Synthese*, 182(1), 165-179.

# Medición basada en modelos



Sin modelo, no hay medición



# Modelos de medición

## Instrumentos



## Modelo teórico y parámetros de la medición

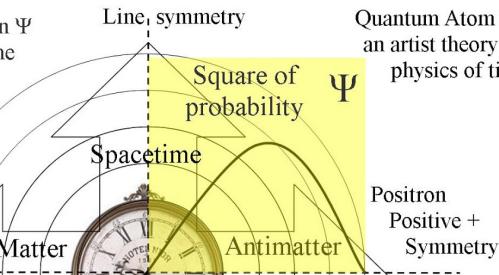
The quantum wave particle function  $\Psi$  forms the flow of time creating the uncertainty of life

$$\Delta x \times \Delta p \geq h/4\pi$$

Line symmetry  
Electron Negative — Symmetry  
Matter

A pendulum swinging quite free  
Then it's always a marvel to me  
That each tick plus each tock  
Of the grandfather clock  
Is  $2\pi$  root L over G

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{G}}$$



Quantum Atom Theory  
an artist theory of the  
physics of time

$\hbar = h/2\pi$   
The Planck Constant of quantum mechanics representing a constant of action in the flow of time

$$\Delta E \Delta t \geq h/2\pi$$



# Ejemplos: Uso de modelos

- Jevons: Cambios en el precio del oro
  - Modelo teórico de oferta y demanda y el nivel general de precios
- Algunos modelos económicos actúan como instrumentos de medición (Boumans, 1999)
  - Macroeconomía: Se aíslan las variables de interés según los parámetros de algún modelo macroeconómico
  - Relaciones invariantes entre los indicadores y los resultados



# Próxima clase

- Eran Tal. 7. Model-based accounts of measurement:

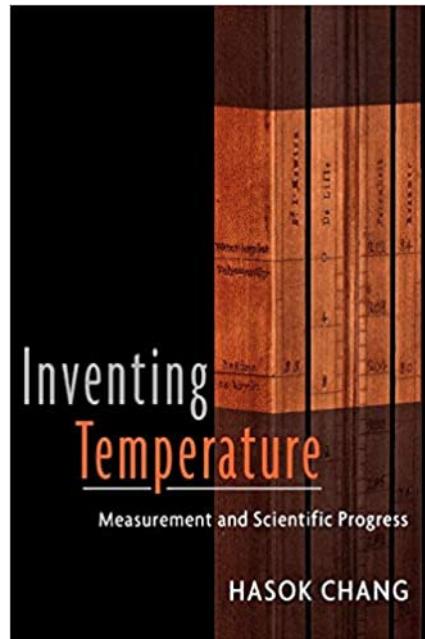
<https://plato.stanford.edu/entries/measurement-science/#ModBasAccMea>



# Próxima sesión

- Recomendadas

- Tal, E. [Philosophy at the University of Edinburgh]. (2015, January 15th). *Making Time: a study in the epistemology of measurement* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/q3OXd7mnYJI>
- Chang, H. (2004). *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress*, Oxford: Oxford University Press.



# Referencias

- Angner, E. (2013). Is it possible to measure happiness? *European Journal for Philosophy of Science*, 3(2), 221-240.
- Gordon, D., & Nájera Catalán, H.E. (2020) Reply to Santos and Colleagues ‘The Importance of Reliability in the Multidimensional Poverty Index for Latin America (MPI-LA)’, *The Journal of Development Studies*, 56:9, 1790-1794, DOI:10.1080/00220388.2019.1663178
- Hausman, J. (2001). Mismeasured variables in econometric analysis: problems from the right and problems from the left. *Journal of Economic perspectives*, 15(4), 57-67.
- Loken, E., & Gelman, A. (2017). Measurement error and the replication crisis. *Science*, 355(6325), 584-585.
- Michell, J. (1999). *Measurement in psychology: A critical history of a methodological concept* (Vol. 53). Cambridge University Press.
- Nájera Catalán, H. E., & Gordon, D. (2020). The Importance of Reliability and Construct Validity in Multidimensional Poverty Measurement: An Illustration Using the Multidimensional Poverty Index for Latin America (MPI-LA). *The Journal of Development Studies*, 56(9), 1763-1783, DOI: 10.1080/00220388.2019.1663176.
- Santos, M. E., & Villatoro, P. (2020). The Importance of Reliability in the Multidimensional Poverty Index for Latin America (MPI-LA). *The Journal of Development Studies*, 56(9), 1784-1789, DOI: 10.1080/00220388.2019.1663177.
- Tal, E. (2015). Measurement in Science. In E.N. Zalta (Ed.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2020 ed.) <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/measurescience> (Accessed 11 November 2021)
- Tal, E. (2017) "A Model-Based Epistemology of Measurement", in Mößner, N. and Nordmann, A. (eds.), *Reasoning in Measurement*, London and New York: Routledge, pp. 233-253.
- Trendler, G. (2009). Measurement theory, psychology and the revolution that cannot happen. *Theory & Psychology*, 19(5), 579-599

# CONTACTO

Dres. Héctor Nájera y Curtis Huffman  
Investigadores (SNI-II)

Programa Universitario de Estudios del Desarrollo (PUED)

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Antigua Unidad de Posgrado (costado sur de la Torre II de Humanidades),  
planta baja.

Campus Central, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.

Tel. (+52) 55 5623 0222, Ext. 82613 y 82616

Tel. (+52) 55 5622 0889

Email: [hecatalan@hotmail.com](mailto:hecatalan@hotmail.com)

[chuffman@unam.mx](mailto:chuffman@unam.mx)

*¡Bienvenidos  
estudiantes!*

