

***Relaciones interteóricas e
interdisciplinarias:
los múltiples mundos de la ciencia***

Olimpia Lombardi

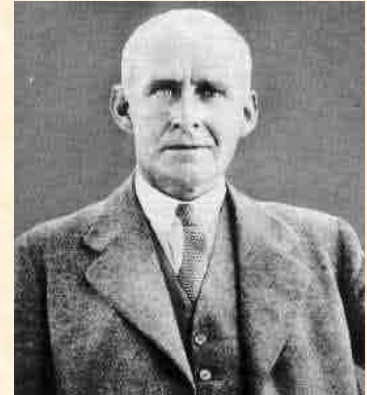
CONICET – Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

Plan de la charla

- Introducción: el problema ontológico
- Tesis central: relaciones interteóricas simétricas
- Argumentos en favor de la simetría
 - Argumento formal
 - Argumento histórico
 - Argumento pragmático
- Pluralismo ontológico

Introducción: el problema ontológico

El problema de las mesas de Eddington



mesa de madera

núcleos y electrones



¿Qué es?

Introducción: el problema ontológico



Wilfrid Sellars



~~mesa de madera~~

~~**Imagen manifiesta**~~

núcleos y electrones

Imagen científica

Introducción: el problema ontológico

¿Qué sucede cuando hay ***distintas imágenes científicas?***



Dentro del globo

Hidrodinámica: fluido

Termodinámica: gas con T, Vol, P, etc.

Mecánica estadística: partículas en interacción

Mecánica cuántica: núcleos y electrones



¿Qué es ***realmente*** lo que hay dentro del globo?

Introducción: el problema ontológico

LA IDEA DE REDUCCIÓN EN LA ANTIGÜEDAD

Reducción



Respuesta al problema
unidad-diversidad

Tales → agua

Anaxímenes → aire

Anaximandro → ápeiron

Empédocles → cuatro elementos

Aristóteles → cuatro elementos + éter

Demócrito → átomos y vacío



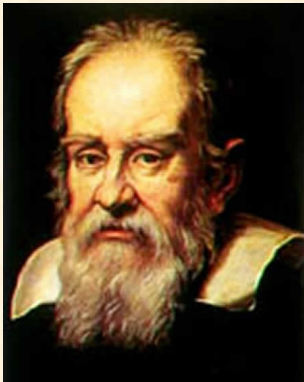
Introducción: el problema ontológico

LA IDEA DE REDUCCIÓN EN LA MODERNIDAD

Redescubrimiento de textos del atomismo griego (Gassendi)



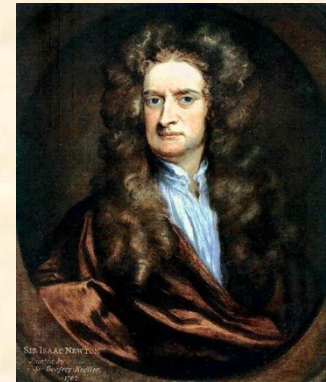
Corpuscularismo (atomismo moderno)



Galileo



Robert Boyle



Newton

Influencia en la química a través de Dalton

Introducción: el problema ontológico

POSITIVISMO



Auguste Comte



Jerarquía de las ciencias



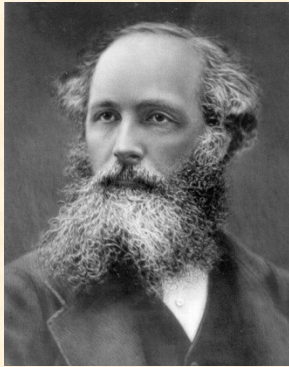
- Disciplinas “primarias” o “fundamentales”
- Disciplinas “secundarias”

Introducción: el problema ontológico



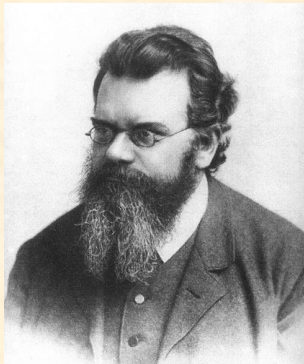
REDUCCIONISMO COMO MECANICISMO

éxito de la Mecánica Newtoniana



Maxwell

Intento de explicar los fenómenos electromagnéticos como vibraciones mecánicas de un éter luminífero



Boltzmann

Intento de reducir la termodinámica (el Segundo Principio) a la mecánica de las partículas de un gas

Introducción: el problema ontológico

POSICIONES CONTEMPORÁNEAS



Scerri y McIntyre



La dependencia ontológica de la química respecto de la física es inapelable

Un sistema químico no es más que un sistema físico extremadamente complejo

Estrictamente, el término 'orbital' carece de referente

Woolley



La estructura molecular es sólo una poderosa e iluminadora metáfora

Introducción: el problema ontológico

“La química nos dice que un pedazo de madera es «realmente» un complicado arreglo de muchos tipos de moléculas ligadas entre sí; la física atómica nos dice que las moléculas son «realmente» varios átomos que las fuerzas interatómicas mantienen juntos; la teoría de partículas nos dice que los átomos son «realmente» partículas en interacción, y así siguiendo”

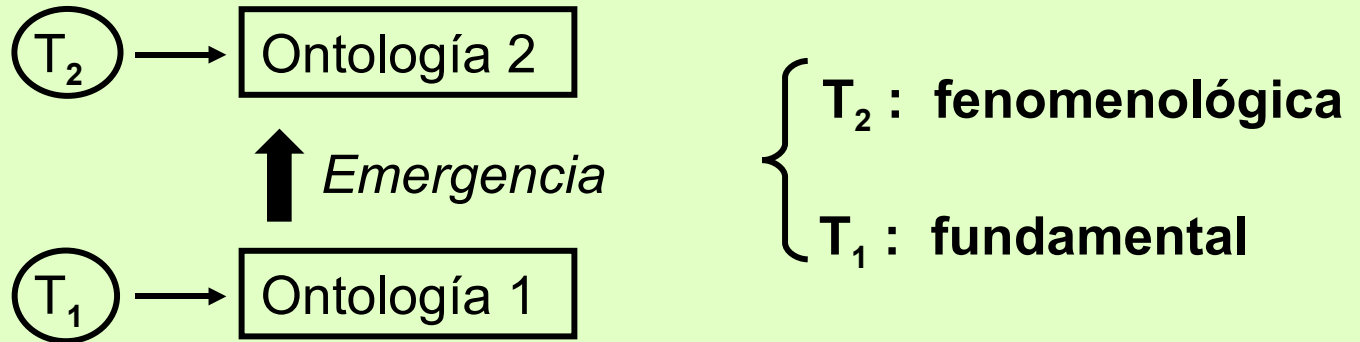
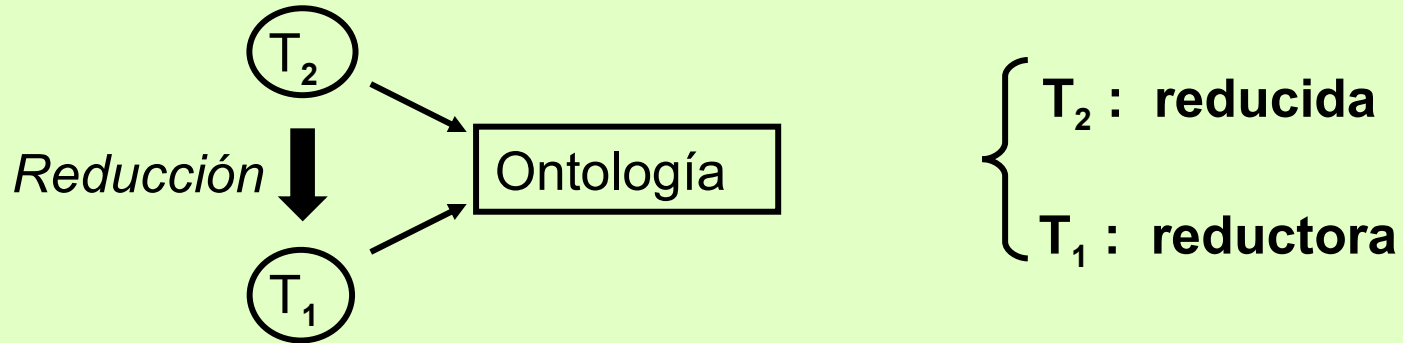
Fritz Rohrlich (1988)

- Los seres vivos son «realmente» arreglos de moléculas
- Las operaciones mentales son «realmente» procesos biológicos
- Los fenómenos sociológicos son «realmente» procesos psicológicos en un conjunto de individuos

Problema *Ontológico*

Tesis central

DOS MODELOS DE RELACIÓN INTERTEÓRICA



Tesis central

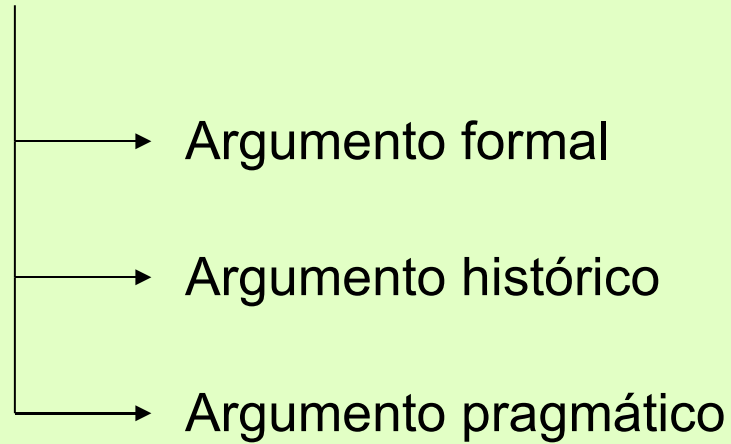
Pregunta: ¿Qué razones tenemos para creer en la prioridad ontológica del dominio de una teoría respecto del dominio de la otra?

Respuesta: No hay otra razón que un presupuesto metafísico

TESIS: Nada hay en la relación interteórica que fuerce el supuesto de la prioridad ontológica del dominio de una teoría respecto del dominio de la otra.

Tesis central

Argumentos en favor de la tesis



Argumento formal

Formas típicas de relación interteórica en física

- Relación funcional
- Paso al límite
- Grano grueso

Argumento formal: relación funcional

Concepción tradicional: α, β términos

$$\left. \begin{array}{l} \alpha \in T_2 \\ \beta_1, \dots, \beta_n \in T_1 \end{array} \right\} \alpha = \text{FL}(\beta_1, \dots, \beta_n)$$

└───> **Función lógica**
└───> **Identidad lógica**

Concepción funcional: X, Y variables

$$\left. \begin{array}{l} Y \in T_2 \\ X_1, \dots, X_n \in T_1 \end{array} \right\} Y = f(\beta_1, \dots, \beta_n)$$

└───> **Función matemática**
└───> **Identidad lógica**

Argumento formal: relación funcional

Ejemplo paradigmático:

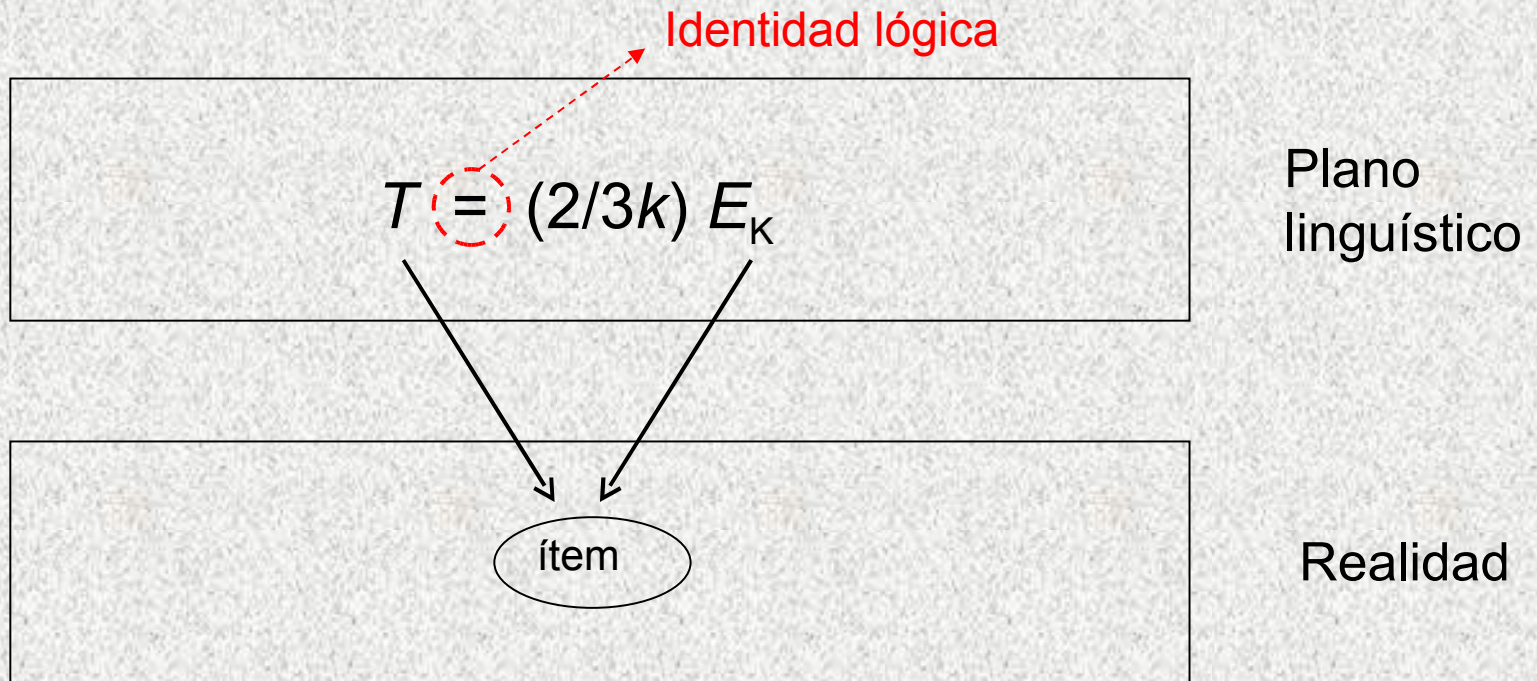
$$\left. \begin{array}{l} T \in \text{Termodinámica} \\ \bar{E}_K \in \text{Mecánica Estadística} \end{array} \right\} \begin{array}{l} T = (2/3k) \bar{E}_K = f(\bar{E}_K) \\ Y = f(X) \end{array}$$

Pregunta: La relación funcional $Y = f(\beta_1, \dots, \beta_n)$

¿justifica hablar de reducción?

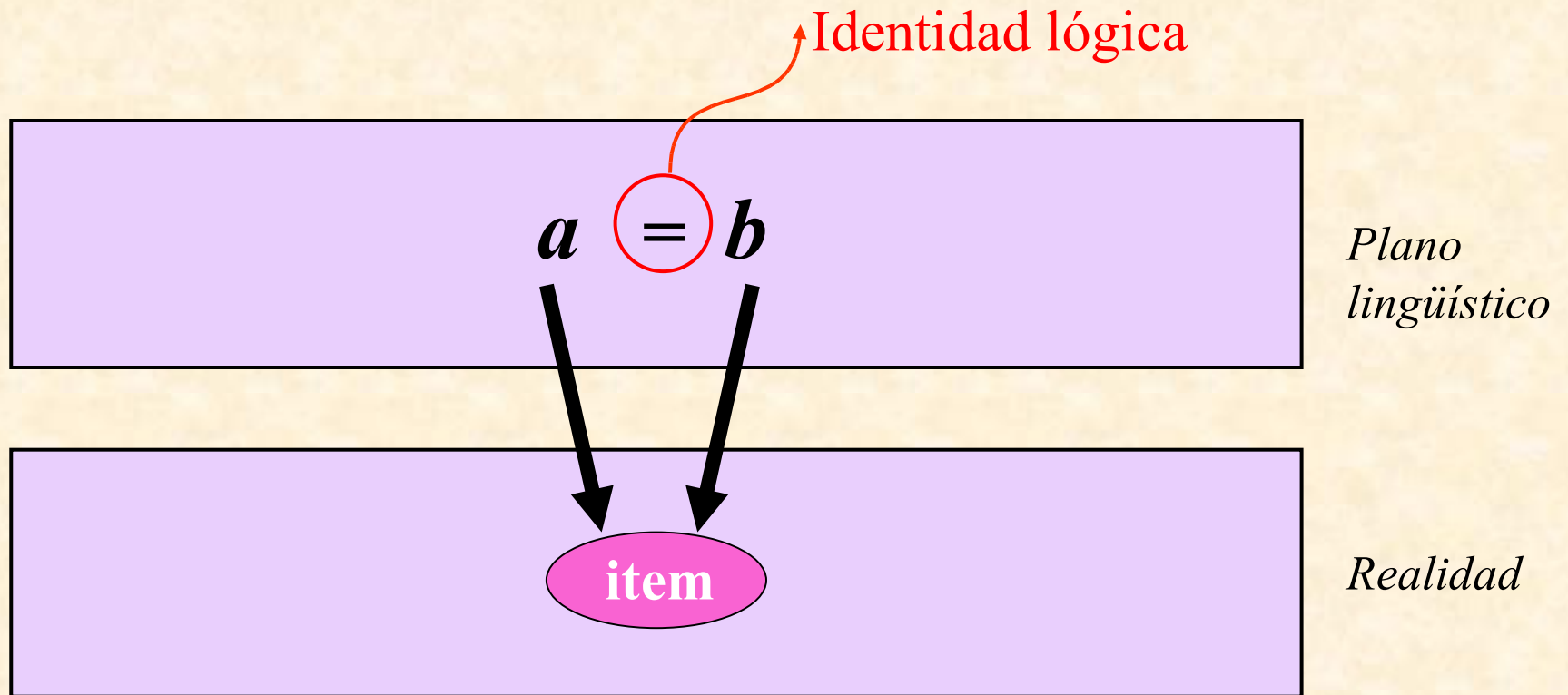
Argumento formal: relación funcional

“La temperatura es energía cinética molecular media”



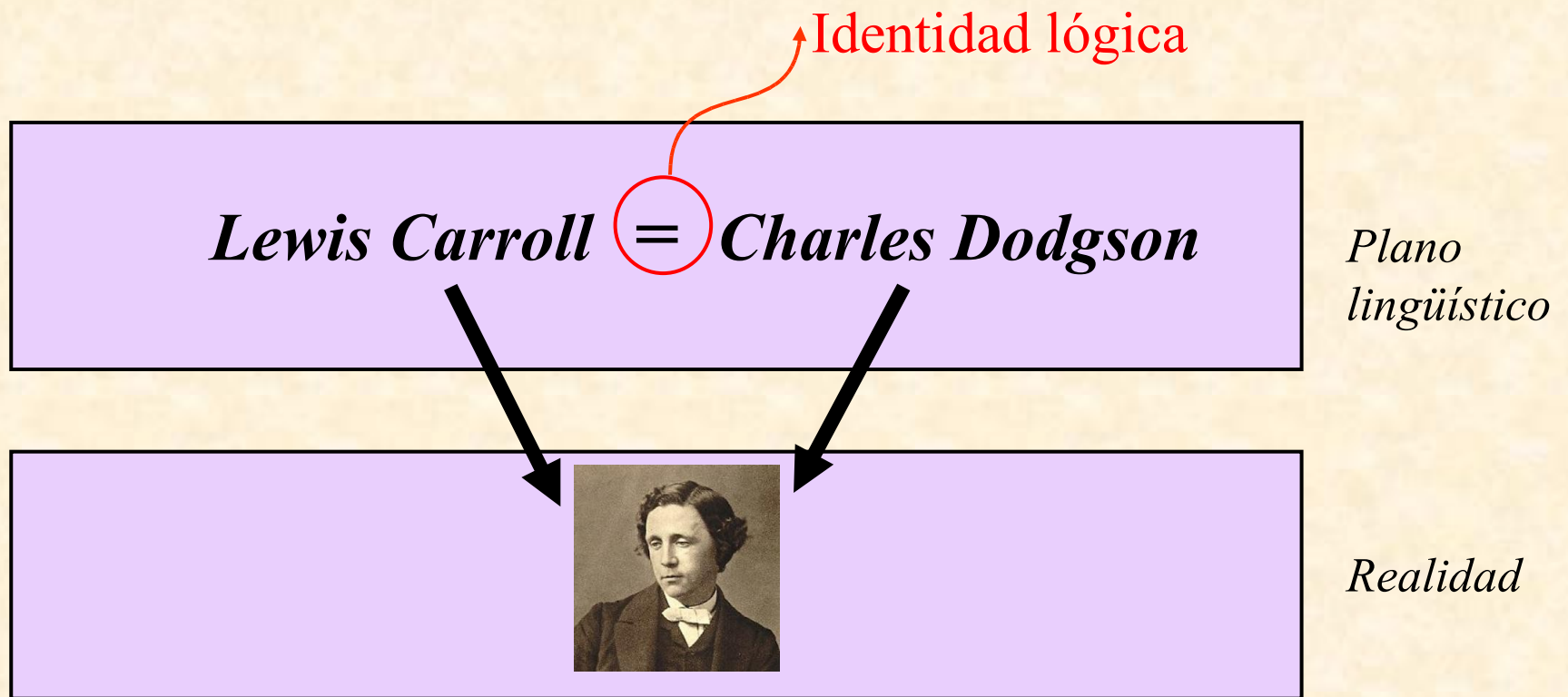
Argumento formal: relación funcional

Intermezzo lógico



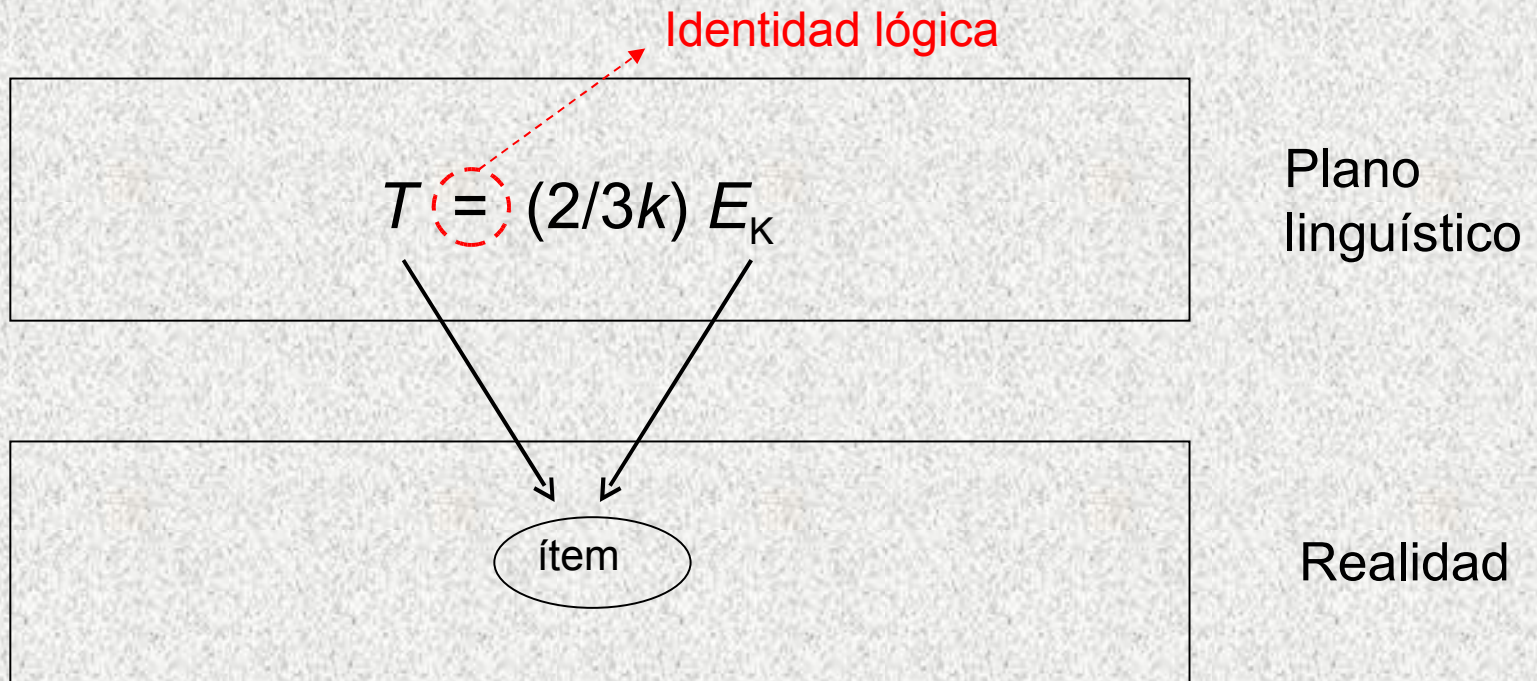
Argumento formal: relación funcional

Intermezzo lógico

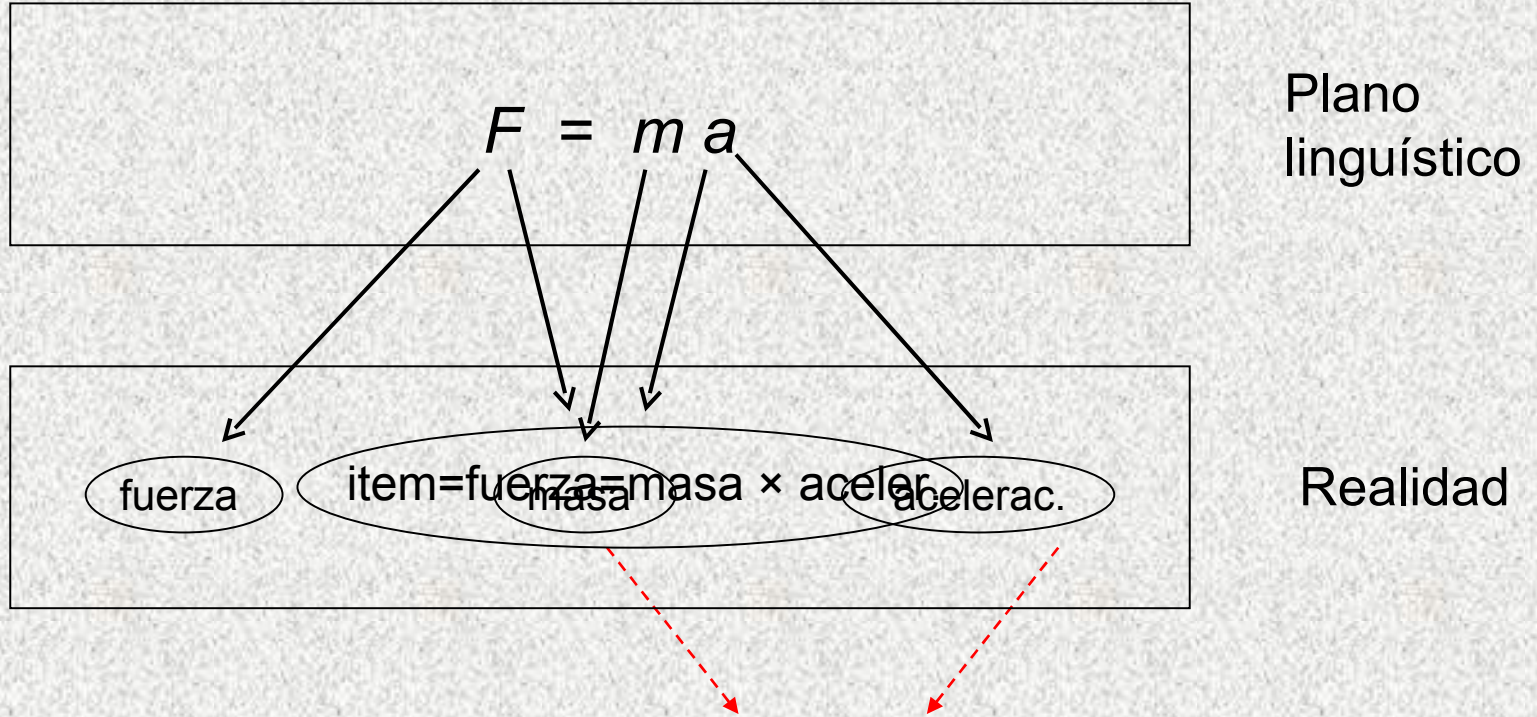


Argumento formal: relación funcional

“La temperatura es energía cinética molecular media”

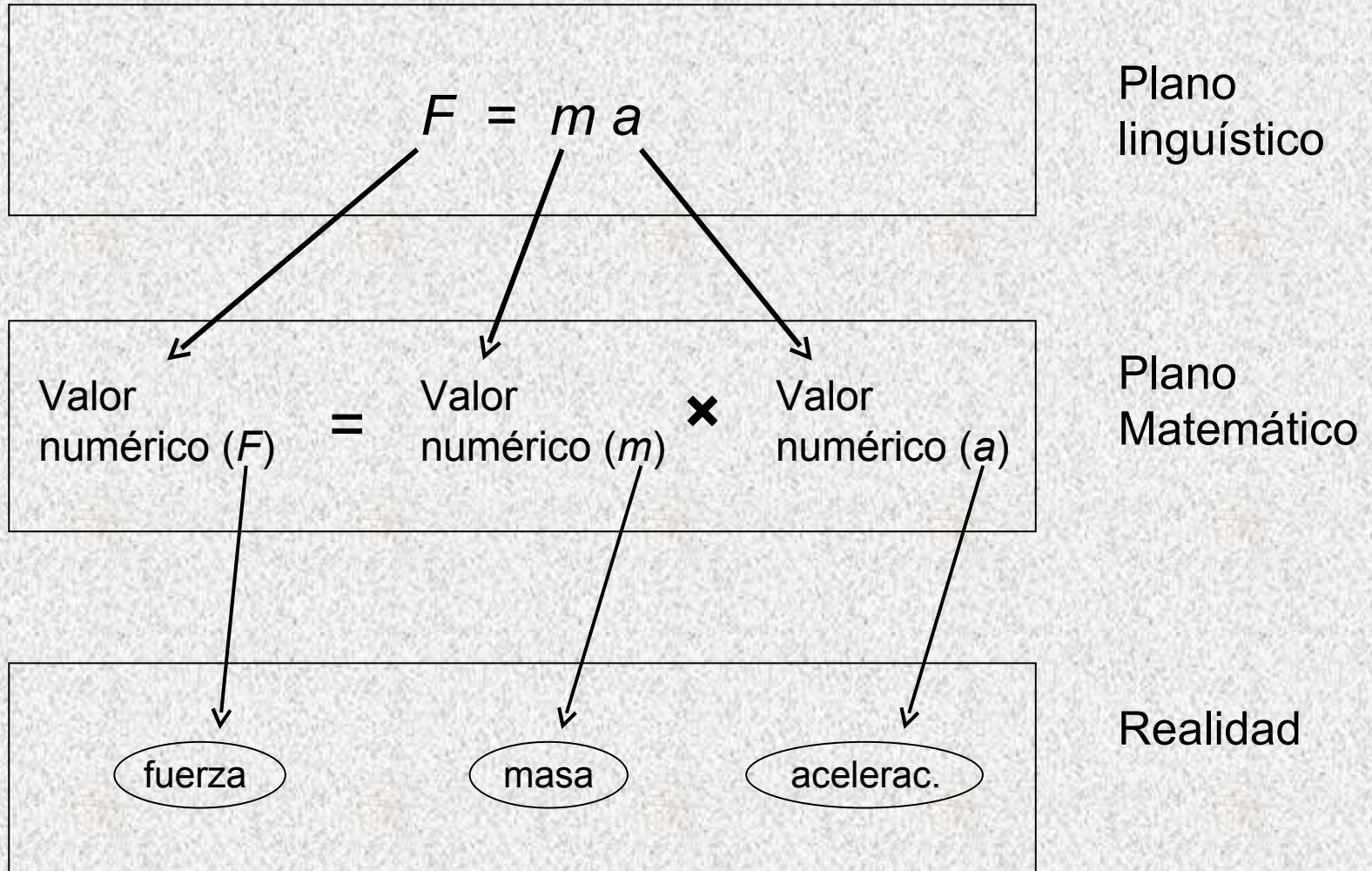


Argumento formal: relación funcional

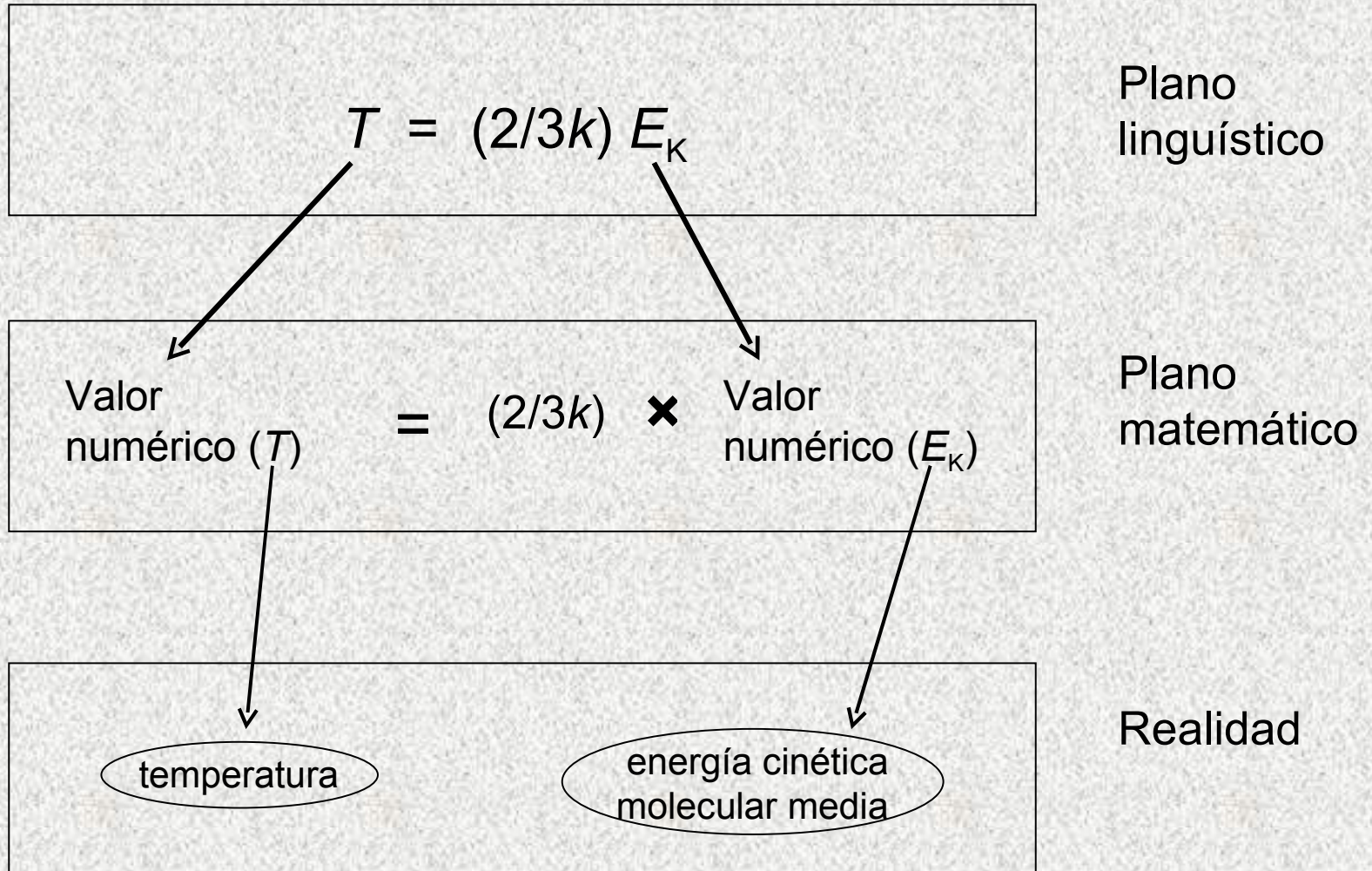


¡¡ No es el producto de propiedades !!

Argumento formal: relación funcional



Argumento formal: relación funcional



Argumento formal: relación funcional

'*Temperatura*': término perteneciente a la Termodinámica



denota

Temperatura : entidad perteneciente a la ontología termodinámica
(su valor se determina por los métodos de la Termodinámica)

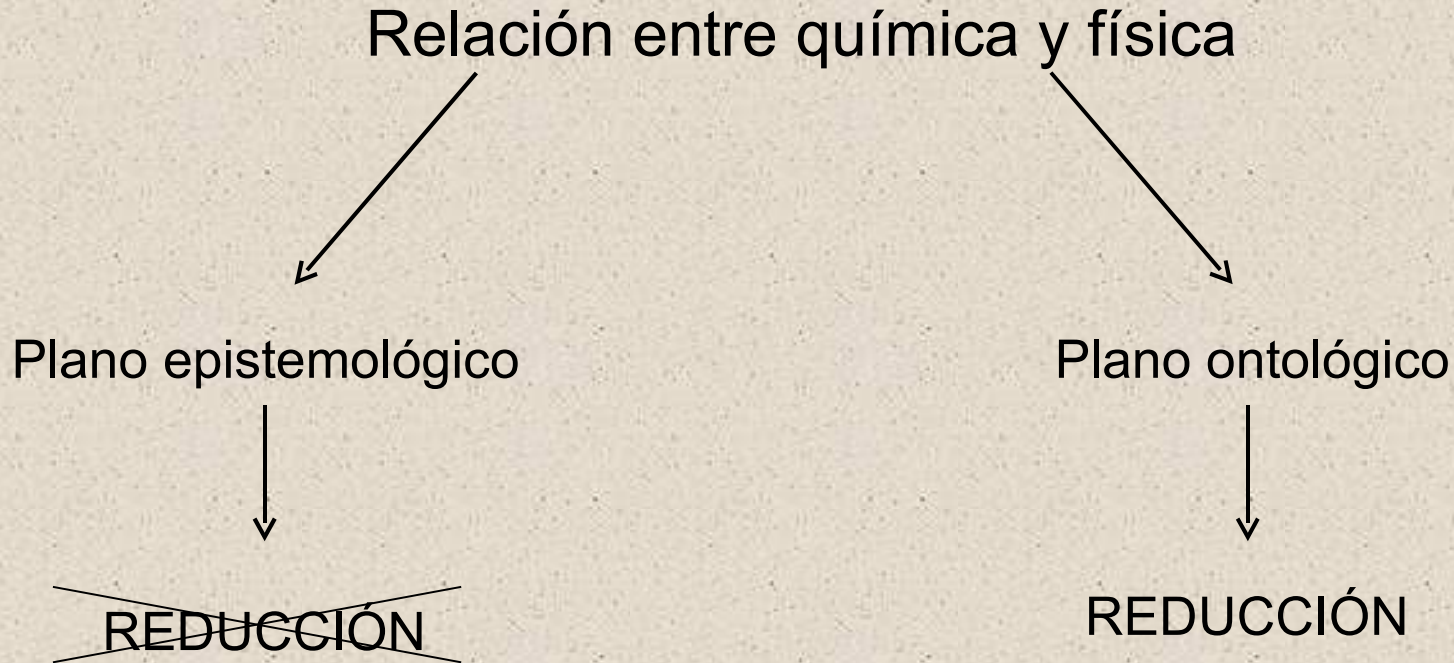
'*Energía cinética media*': término perteneciente a la Mecánica Estadística



denota

Energía cinética media : entidad perteneciente a la ontología mecánica

Argumento formal: el caso de los orbitales




Argumento formal: el caso de los orbitales



El debate ingresa al terreno ontológico

Argumento formal: el caso de los orbitales

Eric Scerri (2000, 2001) 

“Orbitals are inobservable in principle, because they do not exist”

$Y = X$

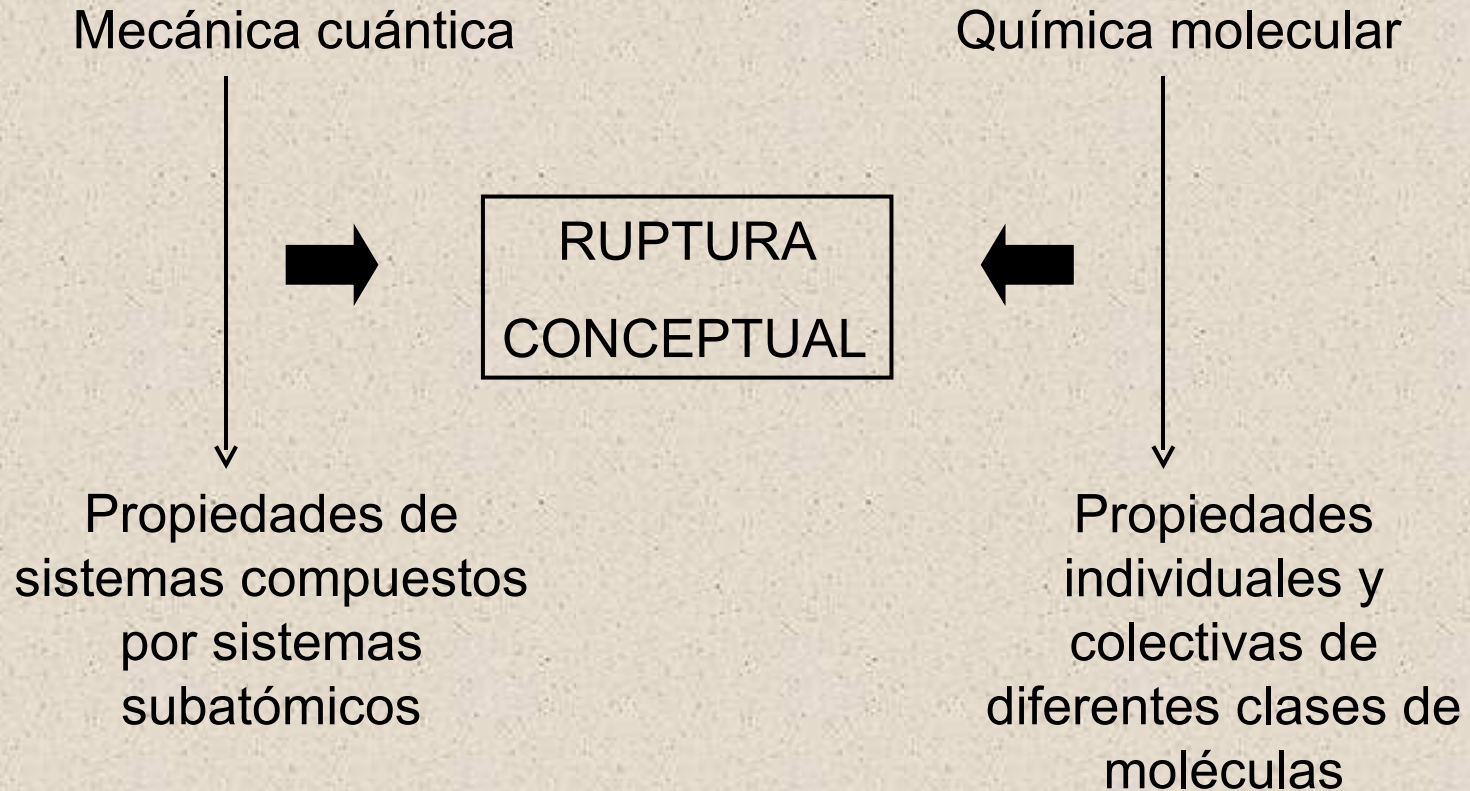
orbital = función de onda

no denota

no denota

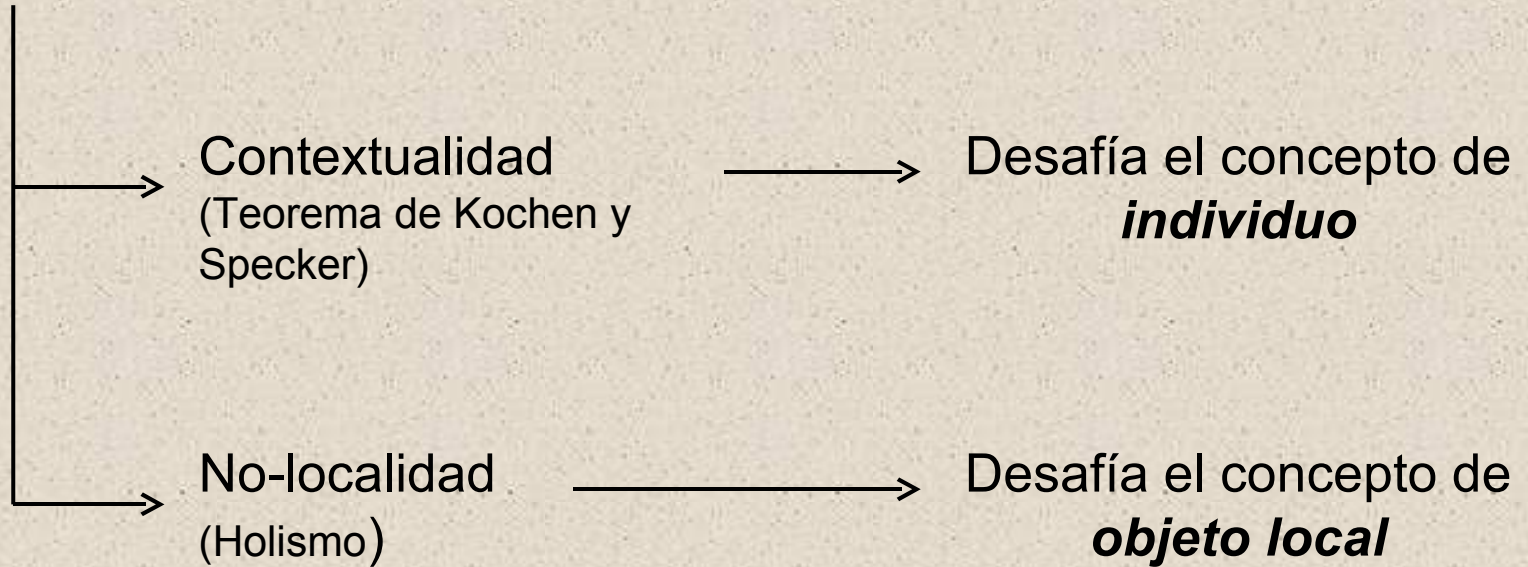
no existe

Argumento formal: el caso de los orbitales



Argumento formal: el caso de los orbitales

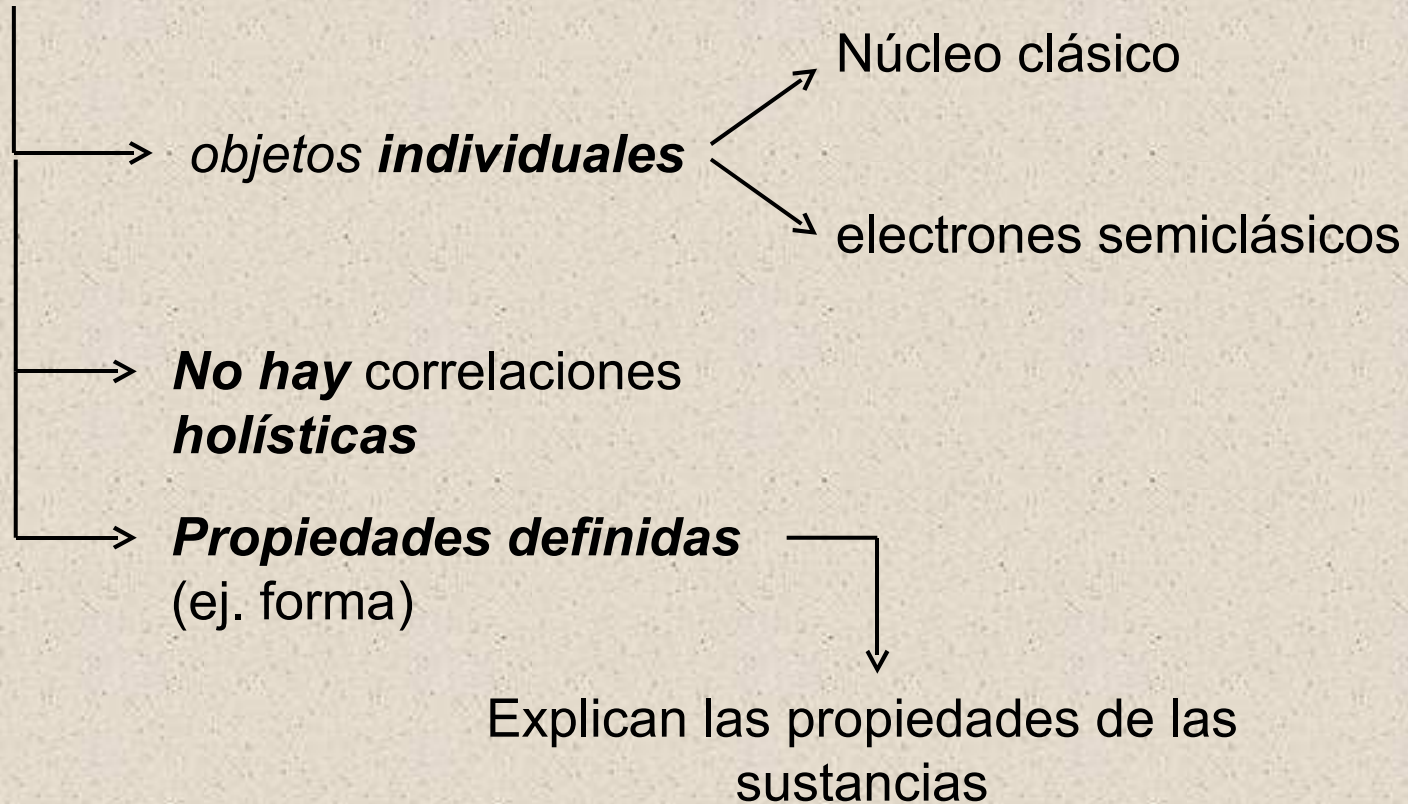
MECÁNICA CUÁNTICA



Argumento formal: el caso de los orbitales

QUÍMICA MOLECULAR

Moléculas



Argumento formal: el caso de los orbitales

*“... it is essential for scientists to be more discerning in attributing physical reality to entities which are theoretically defined and which **the theory** itself informs us do not exist physically.”* (Scerri, 2001, p. S81)



¿Cuál teoría?



Mecánica cuántica



¿Por qué no preguntarle a la química molecular?

¿Qué privilegio metafísico detenta la mecánica cuántica para constituirse en el testigo clave acerca de lo que existe o no existe en el mundo?

Argumento formal: el caso de los orbitales

La observación de orbitales implica “*an outright refutation of quantum mechanics*” (Scerri, 2001, p. S76),



La observación de α implica una refutación de la mecánica cuántica

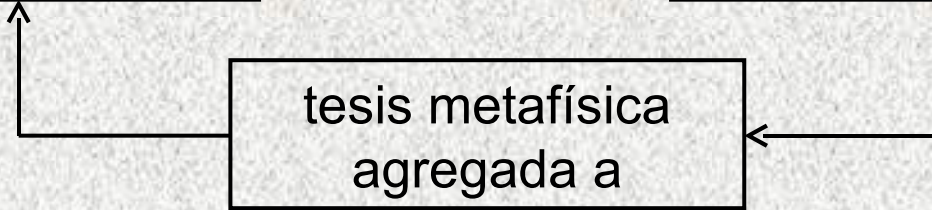


donde α representa cualquier término no perteneciente a la mecánica cuántica

- ‘molécula’
- ‘célula’
- ‘planeta’
- ‘virus’
- ‘galaxia’
- ...

Argumento formal

Expresiones formales no favorecen la dependencia ontológica



Argumento histórico

En favor del realismo metafísico → **argumento a la mejor explicación**



Contra el realismo metafísico → **metainducción pesimista**
(Laudan 1988)



Casos históricos: teorías que, a pesar de haber sido exitosas en el pasado, son consideradas falsas en la actualidad



Exito ~~⇒~~ Verdad

Argumento histórico

En favor del realismo metafísico → **argumento a la mejor explicación**

Si 'T' y 'E_k' no refirieran a la misma entidad, la identidad de los valores numéricos sería un milagro



Contra el realismo metafísico → **metainducción pesimista**



Casos históricos: relaciones interteóricas que, a pesar de haber sido exitosas en el pasado, son consideradas falsas en la actualidad



Exito ~~⇒~~ **reducción ontológica**

Argumento histórico

Desarrollo histórico de la “ciencia del calor”

- Construcción de máquinas térmicas sin base teórica (Watt, Newcombe...)
- Alrededor de mediados del s.XIX: bases teóricas de la termodinámica (Carnot, Clausius, Maxwell)
- Programa de Boltzmann: reducción de la termodinámica a la mecánica clásica a través de la mecánica estadística clásica.
- Se admite la relación funcional entre termodinámica y mecánica estadística clásica:
 - Mecánica clásica: “*fundamental*”
 - Termodinámica: “*fenomenológica*”
- Durante la primera mitad del s.XX, la mecánica clásica es desplazada por la mecánica cuántica como teoría “fundamental”: se desarrolla la mecánica estadística cuántica:
 - Mecánica cuántica: “*fundamental*”
 - Termodinámica: “*fenomenológica*”

Argumento histórico

Emergencia → dependencia ontológica

Si B emerge de A ⇒ B depende ontológicamente de A

↓
*secundario, derivado
o dependiente*

↓
fundamental

¿Cómo entender la dependencia ontológica?

B (T) depende ontológicamente de A (\bar{E}_K)

↓
Si A (\bar{E}_K) no existiera, B (T) tampoco existiría *contrafáctico*

↓
Si T₁ (ME) fuera falsa (inadecuada, etc.), T₂ (Term.) también lo sería

Argumento histórico

Si A (\bar{E}_K) no existiera, B (T) tampoco existiría *contrafáctico*



Si T_1 (ME) fuera falsa (inadecuada, etc.), T_2 (Term.) también lo sería

No existe un método incuestionable para determinar el valor de verdad de un contrafáctico.

Sin embargo, la historia de la ciencia puede darnos buenas razones para aceptarlo o rechazarlo.



Historia de la “ciencia del calor”

Argumento histórico

Teoría “fenomenológica”

Termodinámica



Teoría “fundamental”

Teoría del calórico



Mecánica clásica



Mecánica cuántica



“Si la mecánica cuántica resultara equivocada, esto no afectaría todo (o incluso ningún) conocimiento químico acerca de las moléculas (unión, estructura, valencia, etc.). Si la química molecular resultara equivocada, esto no descalificaría todo (o incluso ningún) conocimiento acerca, digamos, del agua”

(Jaap van Brakel 2000, p.177)

Argumento pragmático

Ian Hacking, *Representing and Intervening* (1983)



La filosofía ha prestado demasiada atención a la representación, olvidando la práctica efectiva de la ciencia.

El criterio de existencia de las entidades científicas debe buscarse en el contexto pragmático.



química molecular, termodinámica, biología, etc....

¡¡ llevan las de ganar !!

Pluralismo ontológico

Dependencia ontológica → **posición *metafísica***

en sentido Kantiano: más allá
de cualquier evidencia



no sólo empírica

formal

histórica

pragmática



argumentos

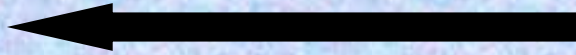
**En contra de la
dependencia ontológica**



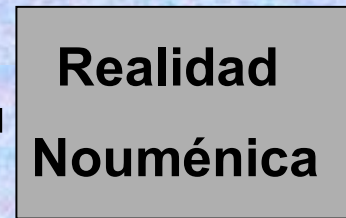
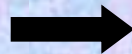
**En favor del
pluralismo ontológico**

Pluralismo ontológico

*Realismo
metafisico*

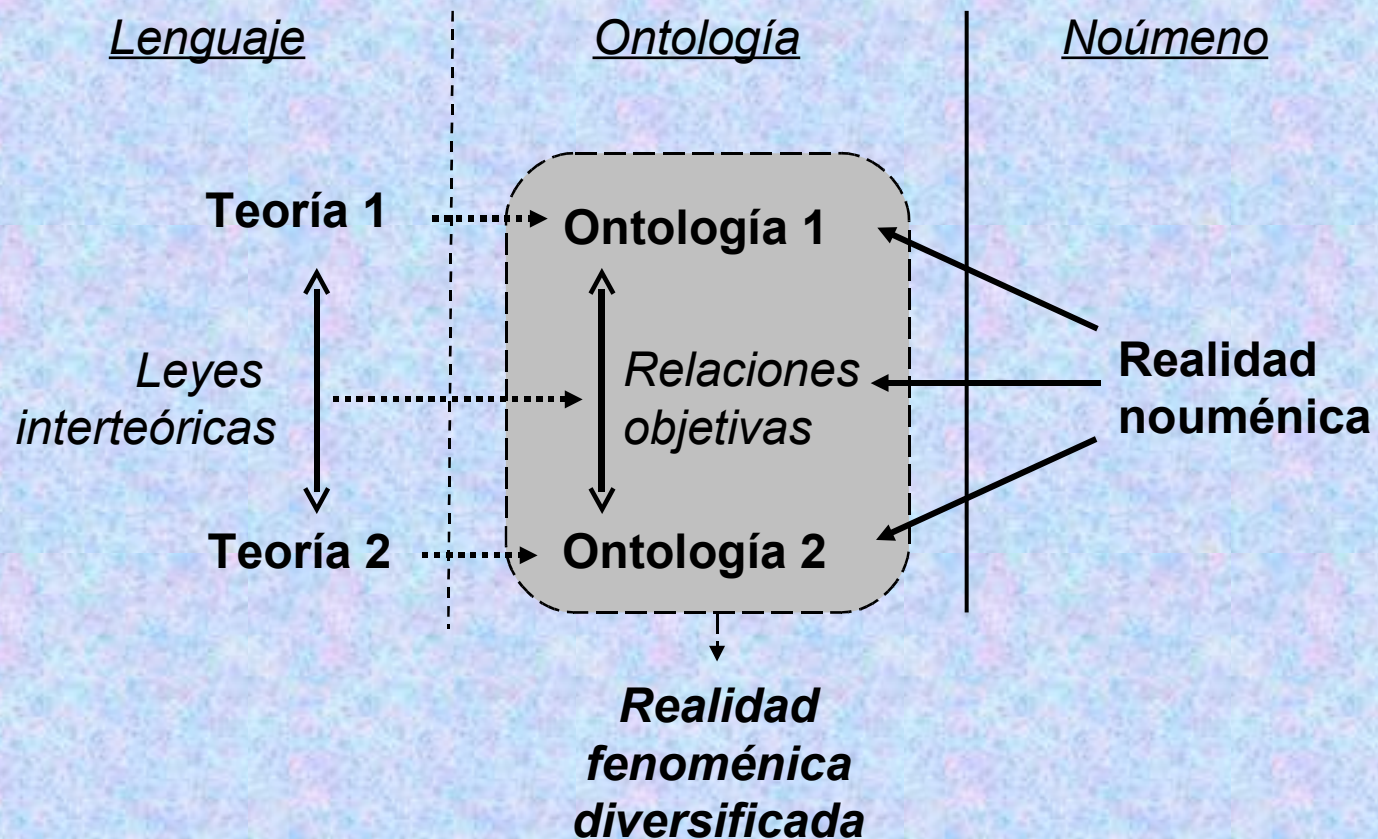


*Realismo
kantiano*



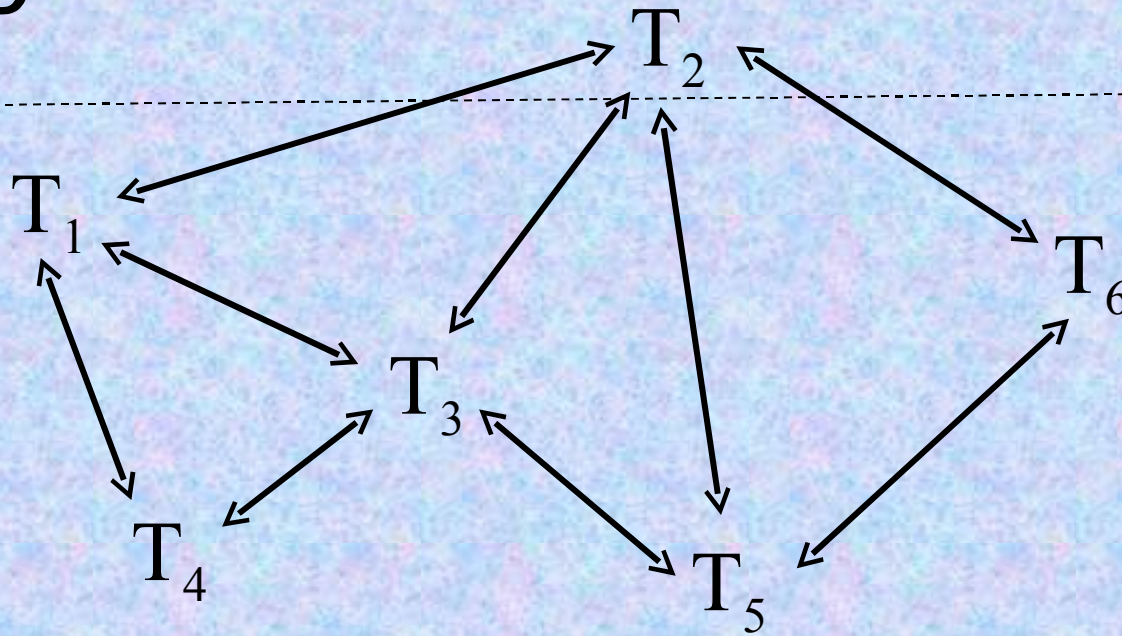
síntesis

Pluralismo ontológico



Pluralismo ontológico

RED

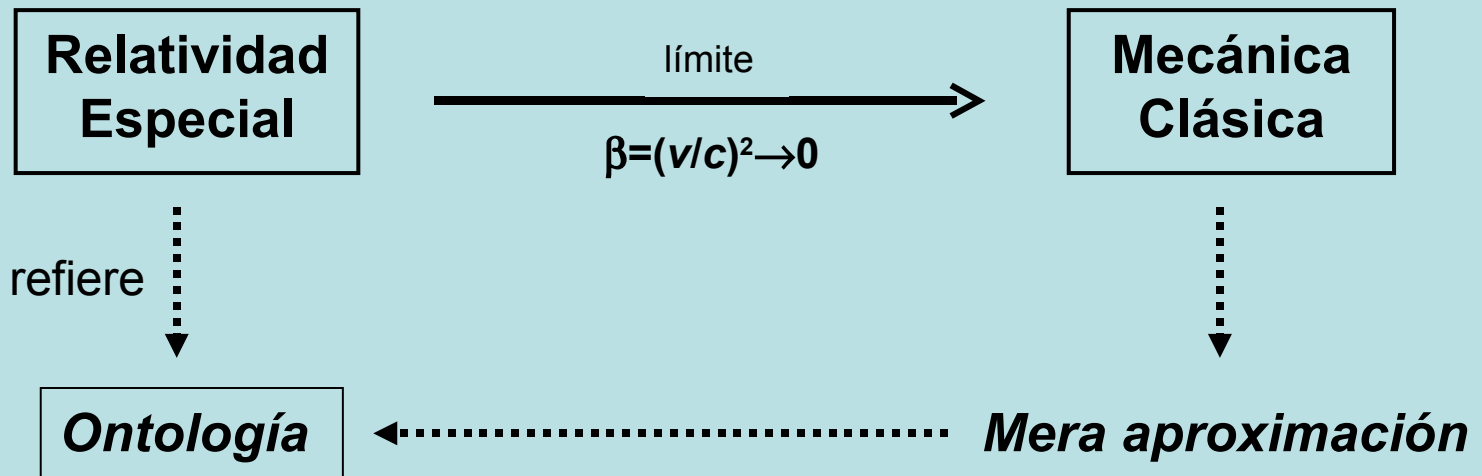


Relaciones no jerárquicas, sino simétricas,
sin dependencias ni prioridades

Muchas gracias!!!

Argumento formal: paso al límite

Caso paradigmático



Argumento formal: paso al límite

Caso general

$M(T)$: Formulación matemática de la teoría T

p : parámetro característico

$$\lim_{p \rightarrow 0} M(T_1) = M(T_2)$$

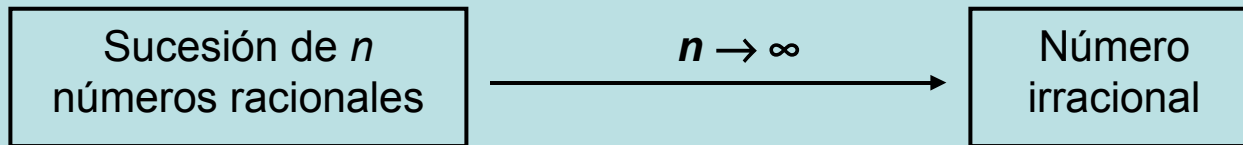
- $p \in M(T_1) \rightarrow$ desaparece en $M(T_2)$
- en T_2 también desaparecen entidades (espacio-tiempo, simultaneidad relativa, objeto cuatridimensional, etc.)

¿Por qué T_2 es una “mera aproximación”?

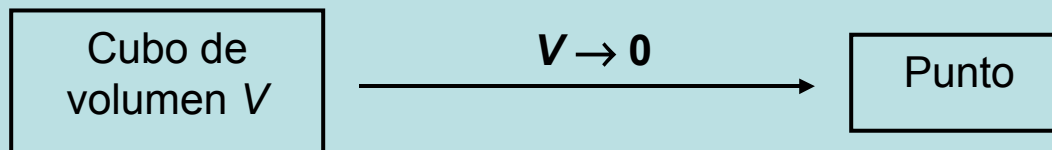
Argumento formal: paso al límite

**operación de límite matemático
no equivale ni puede expresarse como una función**

Reales = Racionales \cup Irracionales



Cubo: tres dimensiones
Punto : una dimensión



Argumento formal: paso al límite

**Límite \Rightarrow heterogeneidad matemática
que impide toda estrategia eliminativista**




**no se puede retener T_1 y prescindir de T_2
sin pérdida alguna**

Argumento formal: paso al límite

Dada T_1 , hay muchos parámetros adimensionales p_i tales que:

$$\lim_{p_i \rightarrow 0} M(T_1) = M(T_2)$$

¿Cuál elegir para efectuar el límite? La elección no es trivial



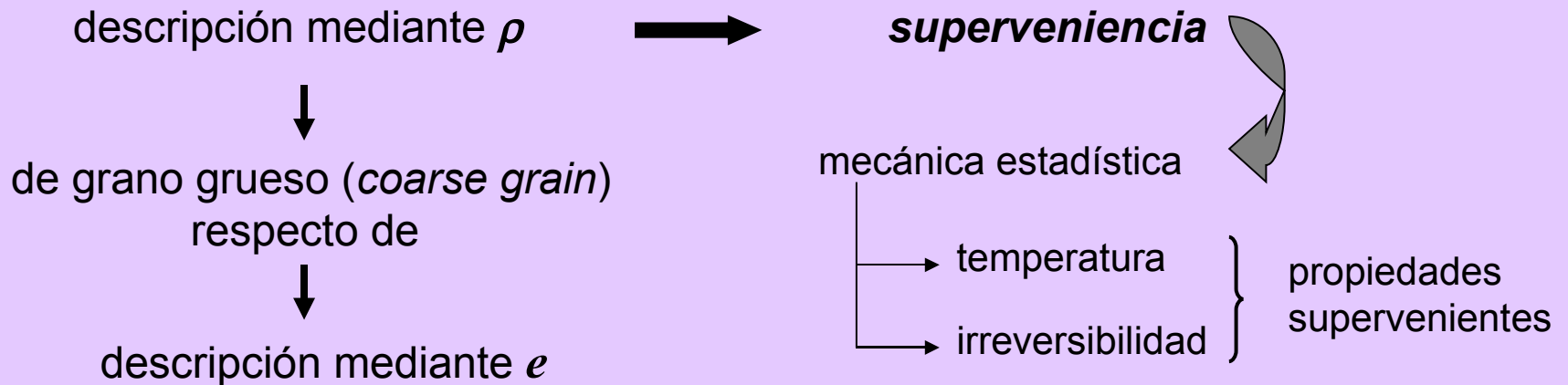
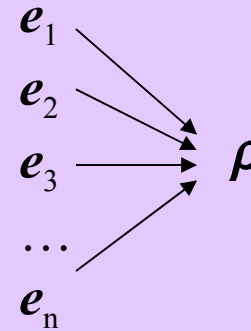
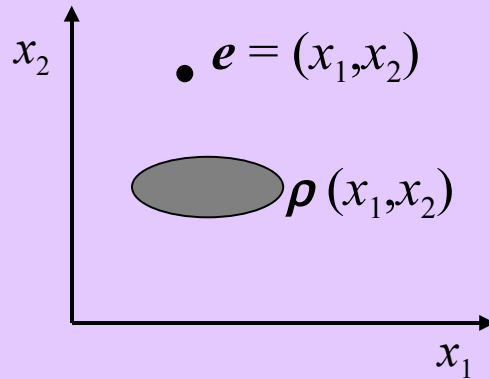
Se elige p porque el límite conduce a T_2
que ha sido aceptada por su propio éxito empírico



La teoría T_2 –supuestamente derivada de T_1 –
no puede derivarse de T_1 si previamente no se cuenta con ella

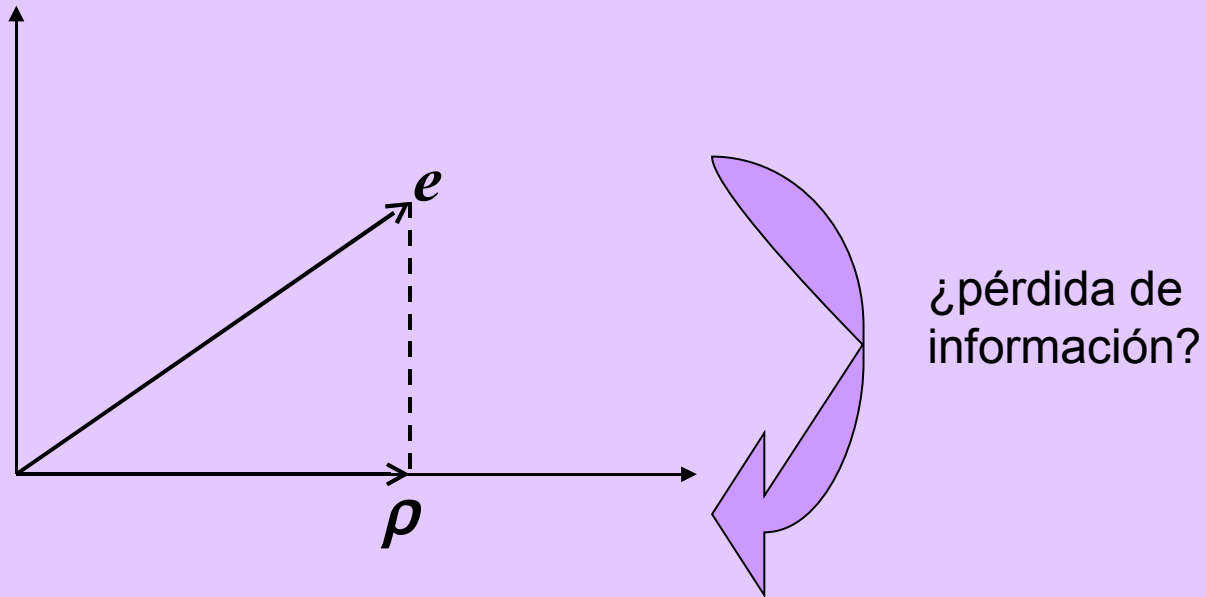
(si así no fuera, haríamos física sin laboratorios)

Argumento formal: grano grueso

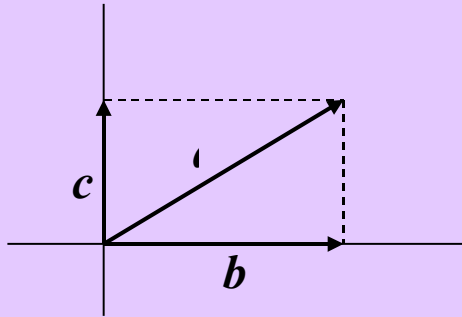


Argumento formal: grano grueso

$$\rho = \Pi e \longrightarrow \text{proyección}$$

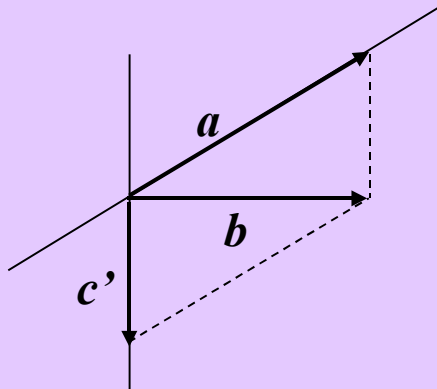


Argumento formal: grano grueso



$$b = \Pi a$$

fundamental
derivado



$$a = \Pi' b$$

fundamental
derivado

**Al decidir en qué espacios embeber los vectores,
elegimos la dirección de la proyección**

