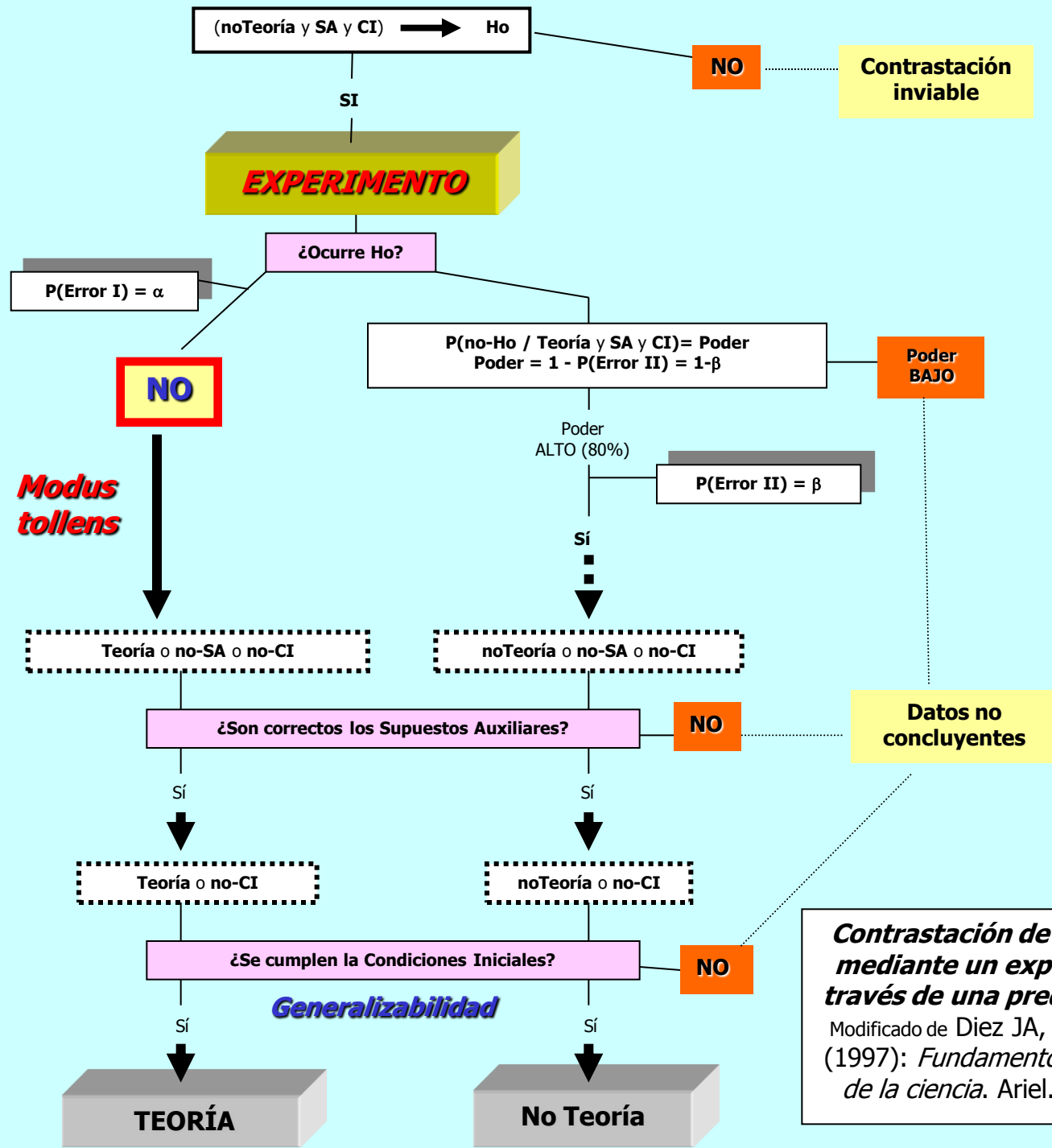




**Lógica del  
contraste de  
hipótesis por el  
experimento**



**Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).**  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.



# Contrastación de la Hipótesis mediante el experimento

---

1. Con los datos del experimento, *¿Se cumple la predicción?*
2. En la realización del experimento, *¿Se cumplen los supuestos auxiliares?* (Validez interna)
3. Además, *¿Se cumplen las condiciones iniciales?* (Validez externa o Generalizabilidad)

# Especificaciones previas al experimento

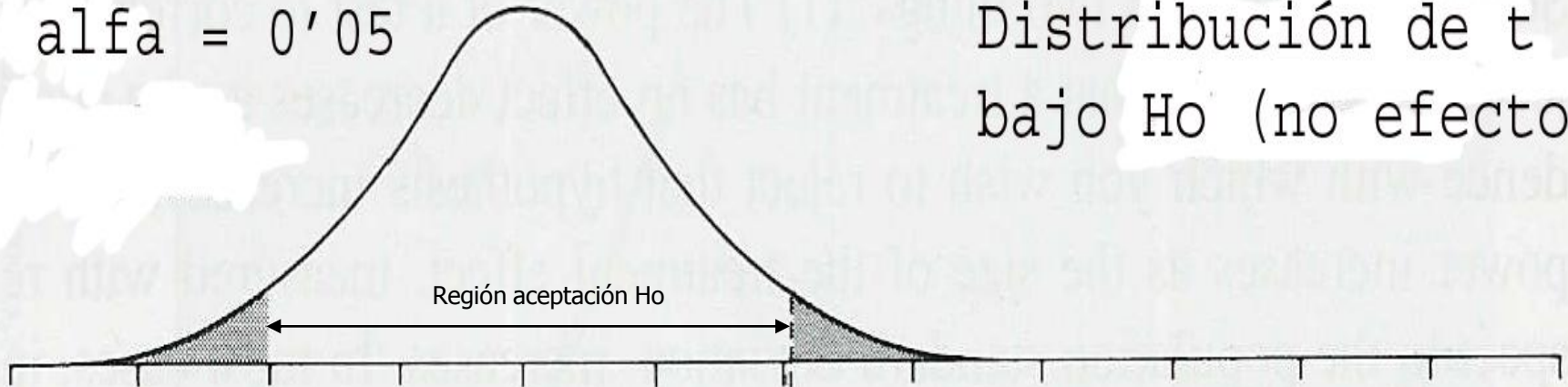
- Hipótesis Nula ( $H_0$ ): La *predicción de efecto nulo*, deducida de la teoría de no efecto
- Hipótesis alternativa ( $H_1$ ), situada de  $H_0$  a una *distancia mínima clínicamente importante*
- $\alpha$  o Nivel de S.E.: Probabilidad de cometer *ERROR TIPO I* (equivocarnos al concluir que los tratamientos son diferentes).  $p = 0'05$  ó  $p = 0'01$
- $\beta$ : Probabilidad de cometer *ERROR TIPO II* (equivocarnos al concluir que los tratamientos son iguales o no difieren clínicamente)
- *Poder* del estudio =  $(1 - \beta)$ : Probabilidad de detectar la diferencia clínicamente importante, si esta existe (de acertar al concluir que existe una diferencia clínicamente importante). *Poder* =  $0'8$  ó *Poder* =  $0'9$

Muestra  $n = 20$  (19 g.l.)

Diferencia de medias (t Student)

$\alpha = 0.05$

Distribución de t bajo  $H_0$  (no efecto)



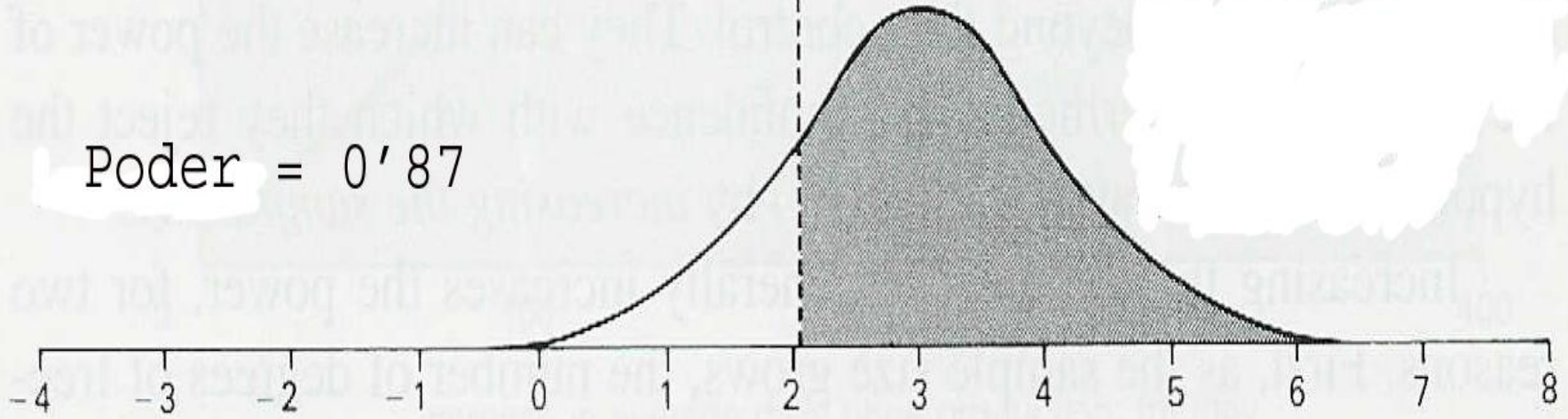
**SOMBREADO: Región crítica de rechazo  $H_0$  (5% extremo)**

$H_0$

2.025

Distribución de t bajo  $H_1$  (diferencia = 3)

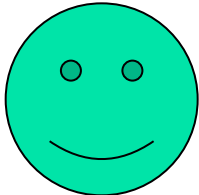

Poder = 0.87



$H_1$

Valores de t

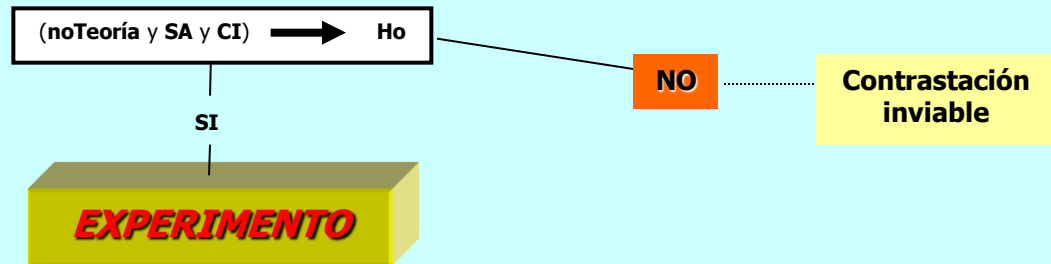
# Regla de decisión (Neyman-Pearson): "Comportamiento inductivo"

NUESTRA DECISIÓN	REALIDAD	
	Ho CIERTA	H1 CIERTA
Concluir "Ho CIERTA: los ttos. son iguales"	 <b>Prob=1-<math>\alpha</math></b>	<b>ERROR - II</b> <b>Prob=<math>\beta</math></b>
<b>Rechazar Ho</b> y Concluir "H1 CIERTA: los ttos. son diferentes"	<b>ERROR - I</b> <b>Prob=<math>\alpha</math></b>	 <b>PODER=1-<math>\beta</math></b>

# Queremos demostrar una TEORÍA

- Suponemos/Conjeturamos que
    - NO ES CIERTA ESA TEORÍA (**NoTEORÍA**)
    - Se cumplen unos Supuestos Auxiliares (SA)
    - Se cumplen unas Condiciones Iniciales (CI)
- (NoTEORÍA + SA + CI)**
- Deducimos de ello una PREDICCIÓN (la **Ho**) y construimos así una premisa:

**(noTeoría + SA + CI) → Ho**



***Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).***

Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.

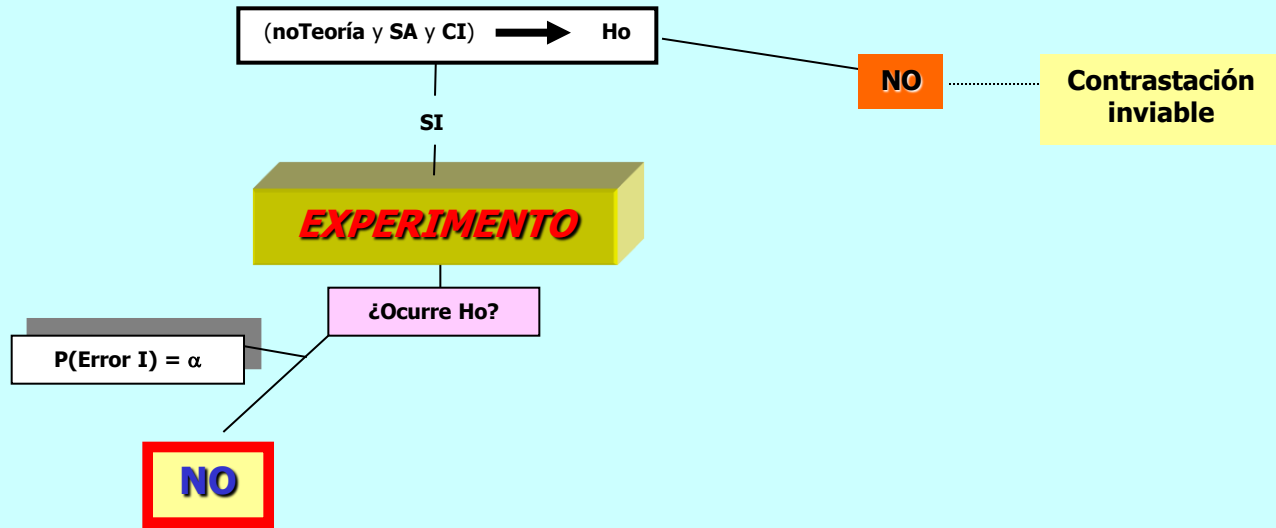




# Contrastación de la Hipótesis mediante el experimento

---

1. Con los datos del experimento,  
*¿Se cumple la predicción?*



***Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).***

Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.

Muestra  $n = 20$  (19 g.l.)

Diferencia de medias (t Student)

$\alpha = 0.05$

Distribución de t bajo  $H_0$  (no efecto)

Región aceptación  $H_0$

**Resultado del experimento:  $t = 2.5$**

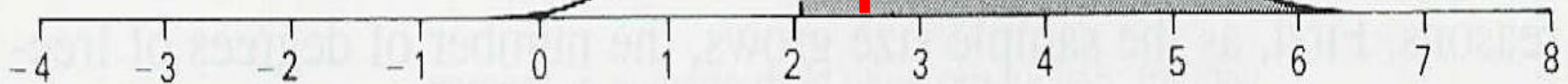
**SOMBREADO: Región crítica de rechazo  $H_0$  (5% extremo)**

$H_0$

2.025

Distribución de t bajo  $H_1$  (diferencia = 3)

Poder = 0.87

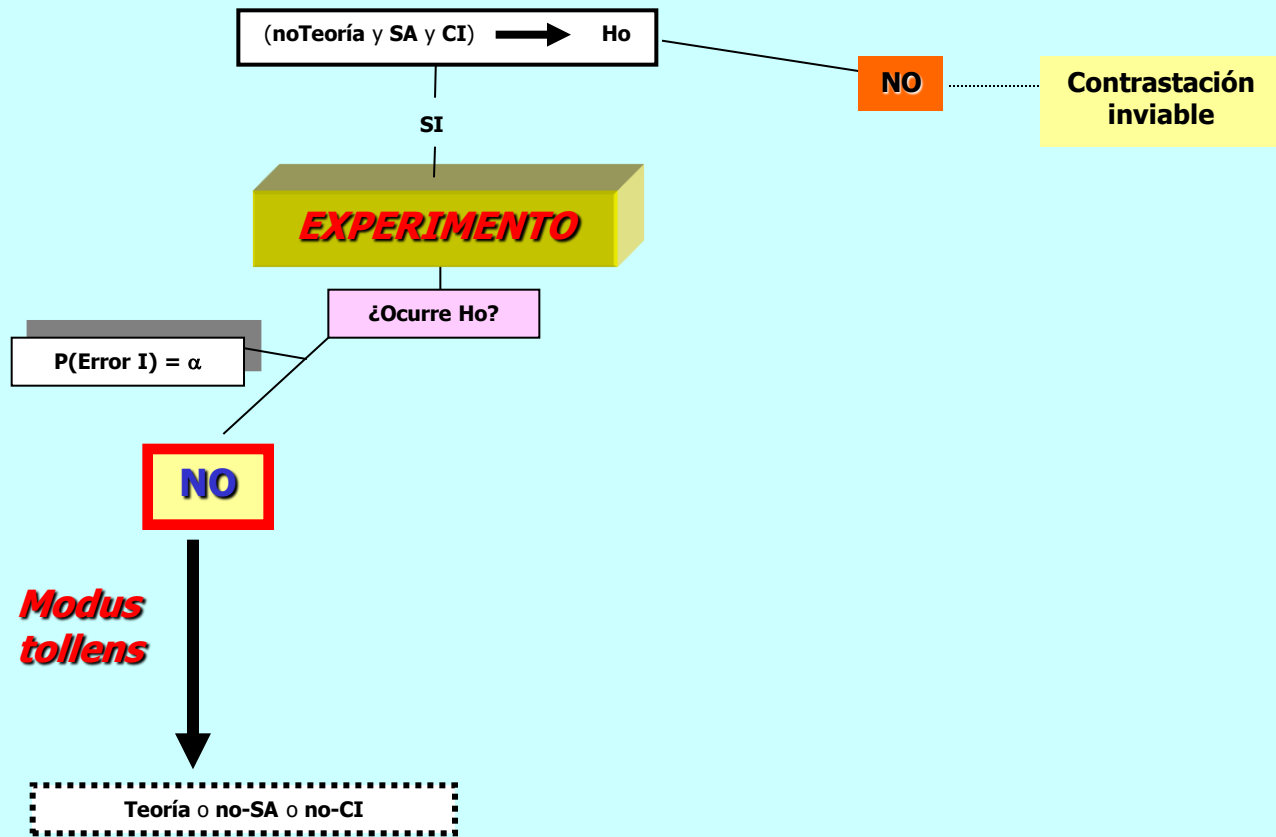


$H_1$

Valores de t

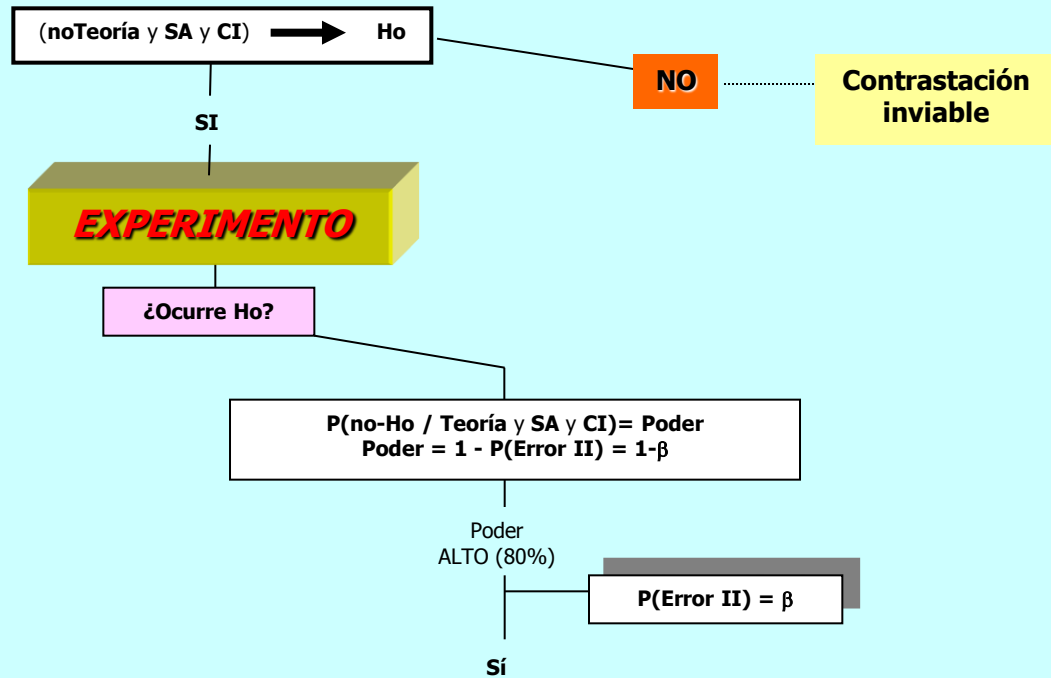
# Regla de decisión (Neyman-Pearson): "Comportamiento inductivo"

NUESTRA DECISIÓN	REALIDAD	
	Ho CIERTA	H1 CIERTA
<b><i>Rechazar Ho</i></b> y Concluir "H1 CIERTA: los ttos. son diferentes"	<b>ERROR – I</b> <b>Prob = <math>\alpha</math></b>	 <b>PODER = <math>1 - \beta</math></b>



**Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción ( $H_0$ ).**

Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.



**Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción ( $H_0$ ).**

Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.

Muestra  $n = 20$  (19 g.l.)

Diferencia de medias (t Student)

$\alpha = 0.05$

Distribución de t bajo  $H_0$  (no efecto)

Región aceptación  $H_0$

SOMBREADO: Región crítica de rechazo  $H_0$  (5% extremo)

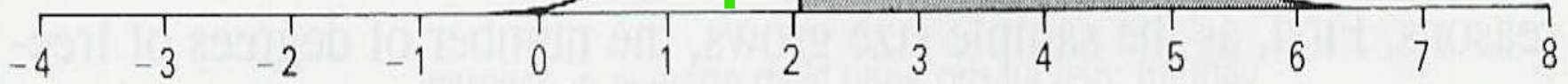
$H_0$

2.025

Distribución de t bajo  $H_1$  (diferencia = 3)

Resultado del experimento:  $t = 1.5$

Poder = 0.87



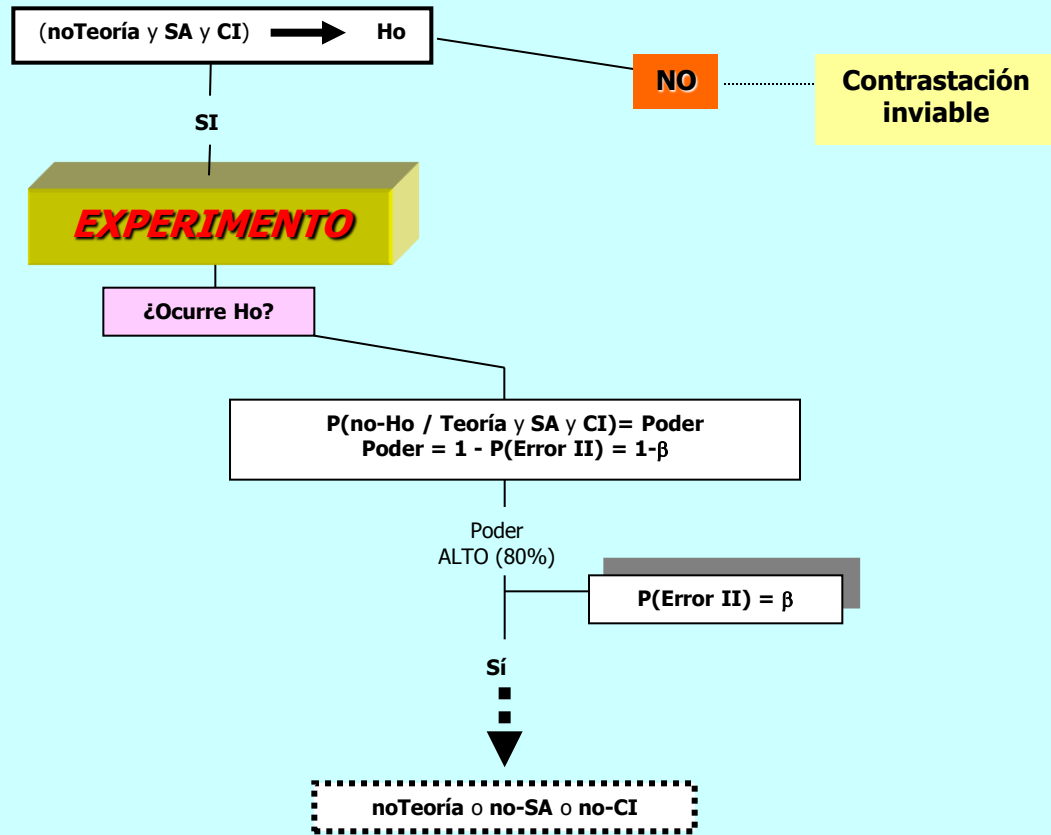
$H_1$

Valores de t

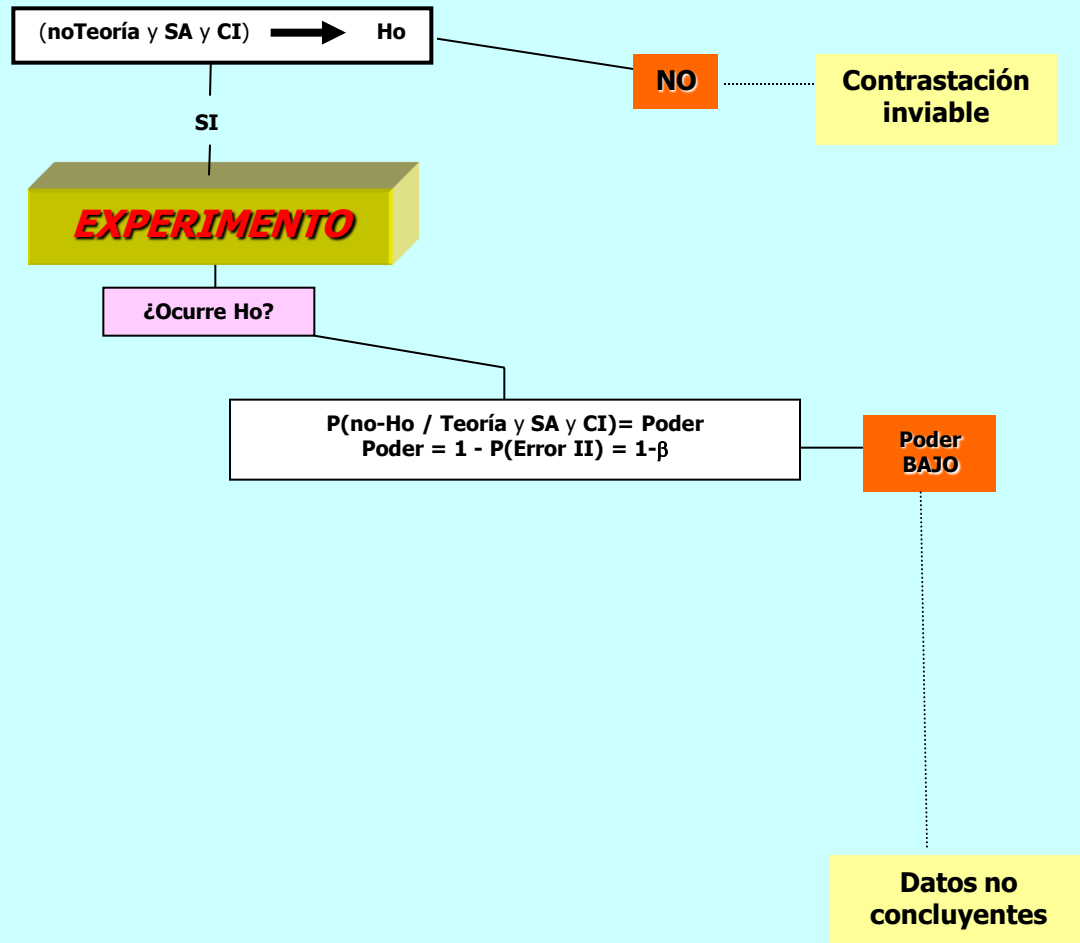
# Regla de decisión (Neyman-Pearson): "Comportamiento inductivo"

NUESTRA DECISIÓN	REALIDAD	
	Ho CIERTA	H1 CIERTA
Concluir "Ho CIERTA: los ttos. son iguales"	 <b>Prob=1-<math>\alpha</math></b>	<b>ERROR - II</b> <b>Prob=<math>\beta</math></b>





***Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).***  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.



***Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).***  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.

Muestra:  $n = 10$  (T student con 9 g.l.)

$\alpha = 0.05$

$H_0$

$$L(H_0) \ll L(H_1)$$

$$P(\text{datos}/H_0) < P(\text{datos}/H_1)$$

SOMBREADO: Región crítica de rechazo  $H_0$  (5% extremo)

0

2.101

Poder = 0'55

$H_1$

Resultado del experimento:  $t = 1'5$

Poder = 0'17

$H_1$

**¡Cuidado!**

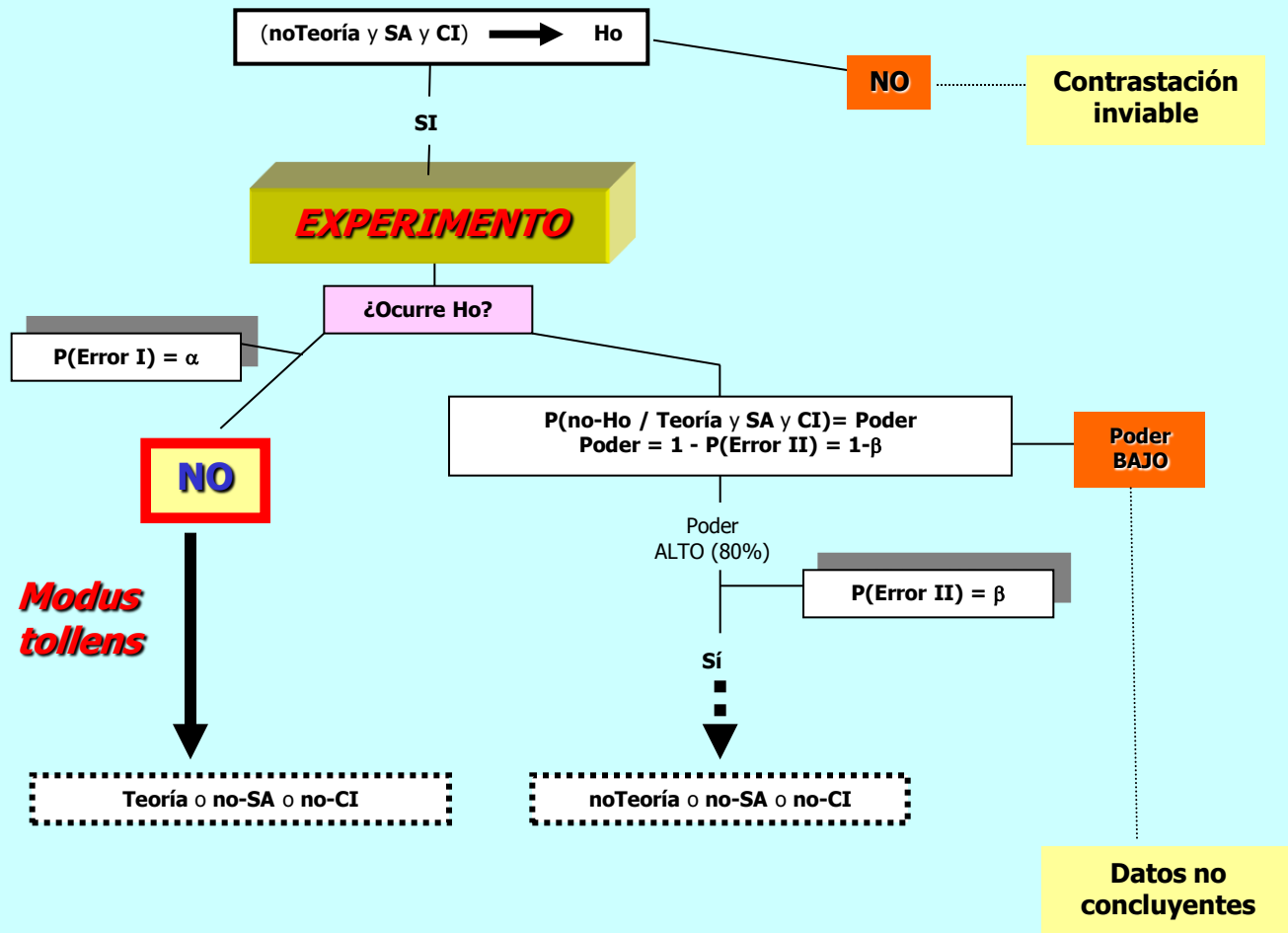


Regla de decisión (Neyman-Pearson):  
"Comportamiento inductivo"

---

No podemos descartar  $H_0$   
(= afirmar  $H_1$ ), pero...

**tampoco podemos**  
**afirmar  $H_0$  (¿Error II?)**



**Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción ( $H_0$ ).**

Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.

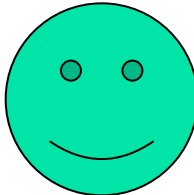
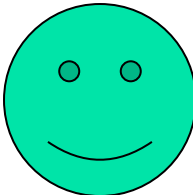


Con la ciencia....

---

Sí sabemos cuál es la  
***probabilidad*** de que  
nos equivoquemos

# Regla de decisión (Neyman-Pearson): "Comportamiento inductivo"

NUESTRA DECISIÓN	REALIDAD	
	Ho CIERTA	H1 CIERTA
Concluir "Ho CIERTA: los ttos. son iguales"	 <b>Prob=1-<math>\alpha</math></b>	<b>ERROR - II</b> <b>Prob=<math>\beta</math></b>
<b>Rechazar Ho</b> y Concluir "H1 CIERTA: los ttos. son diferentes"	<b>ERROR - I</b> <b>Prob=<math>\alpha</math></b>	 <b>PODER=1-<math>\beta</math></b>

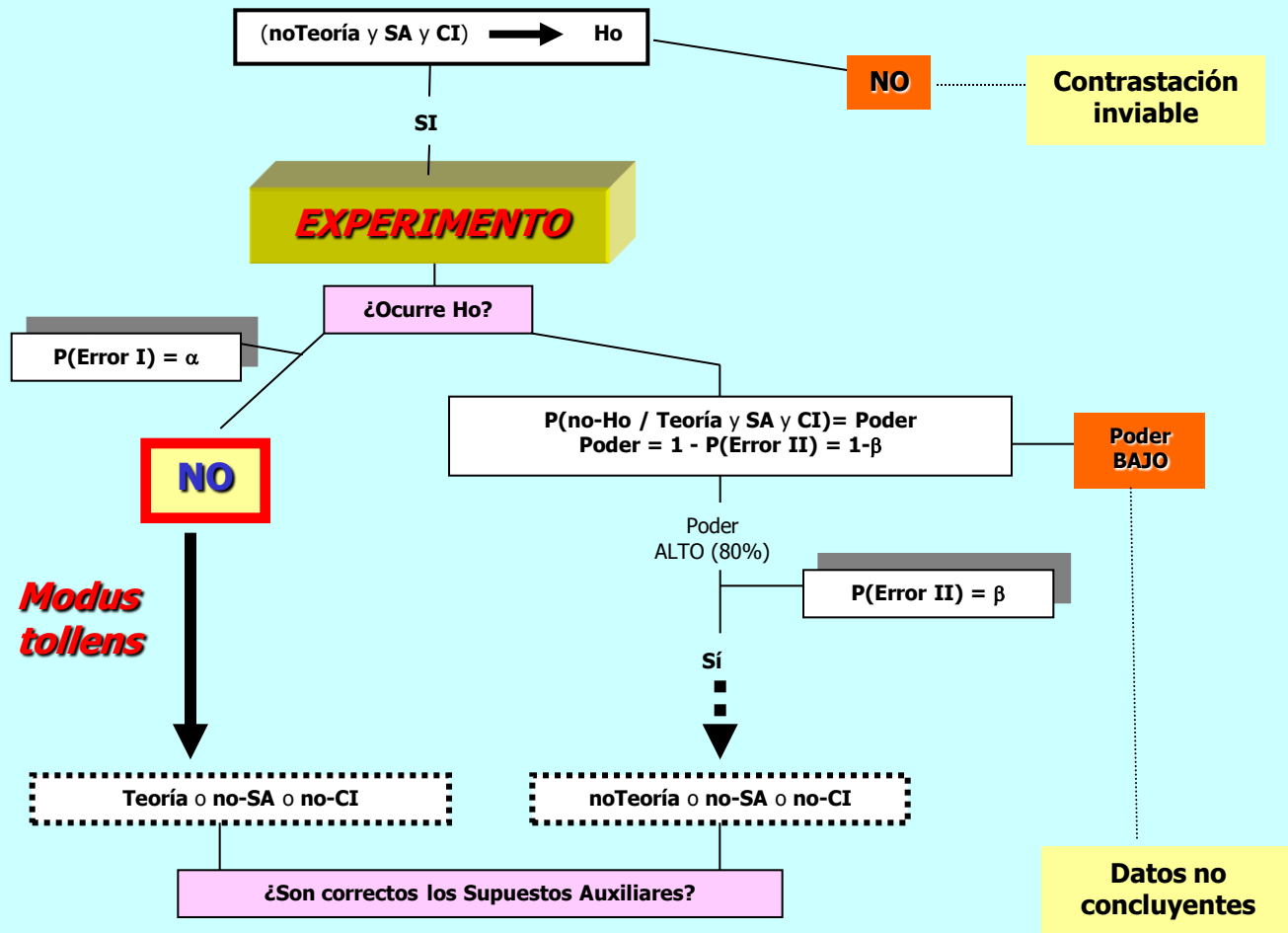


# Contrastación de la Hipótesis mediante el experimento

---

1. Con los datos del experimento,  
*¿Se cumple la predicción?*
2. En la realización del experimento,  
*¿Se cumplen los supuestos  
auxiliares?* (Validez interna)





***Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).***  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.

## SUPUESTOS AUXILIARES

### 1. - VARIABLES ADECUADAS Y CÁLCULOS BIEN HECHOS:

Computadora  
Condiciones de aplicación de los test estadísticos

### 2. - REQUISITOS DE EXPERIMENTO ALEATORIO para que pueda modelizarse por la estadística y la teoría de probabilidades (razonamiento deductivo)

Distribución al azar pura (muestreo aleatorio)  
No pérdidas en el seguimiento  
Ocultación de la Secuencia de Aleatorización (OSA)  
Análisis según criterio de "Intención de Tratar"

### 3. - REQUISITOS DE CAUSALIDAD

Sir A.B. Hill (1965) - U.S. Surgeon General (1964-89)

### 4. - AUSENCIA DE ERROR SISTEMÁTICO (SESGOS)

Aleatorización y Muestra Grande (n>30-50)  
Control de la confusión e interacción (A. multivar.)  
Enmascaramiento  
Evitar sesgo de selección (muestra no representativa)  
Evitar sesgo de información o de Clasif. Errónea  
Evitar el sesgo de publicación

### 5. - COMPARABILIDAD DE LOS GRUPOS

Aleatorización y Muestra Grande (n>30-50)  
Control de la confusión e interacción (Anal. multivar.)

## CRITERIOS DE CAUSALIDAD (Sir Austin B. Hill, 1965):

### 1. - Estudio: Diseño adecuado + Validez Interna

### 2. - Criterios mayores

#### • Precedencia temporal correcta (E. Prospectivo):

Una intervención puede ser considerada causa de la reducción en el riesgo de una enfermedad/anormalidad perinatal si, y sólo si, aquella se aplicó antes del momento en el que se desarrolló ésta

#### • Plausibilidad biológica: Un mecanismo biológicamente plausible debe ser capaz de explicar por qué tal relación podría darse el caso de ocurrir

#### • Consistencia: Rara vez estudios únicos son definitivos. Resultados concordantes aportados por varios estudios diferentes realizados en poblaciones distintas y por investigadores diversos aportan más peso a la hipótesis de causalidad. Si los resultados de varios trabajos son inconsistentes, debería estudiarse primero la calidad metodológica de los estudios, pero no se excluye la causalidad

#### • Exclusión de explicaciones alternativas (Confusores): La profundidad con la que se han estudiado posibles explicaciones alternativas es un criterio importante a la hora de juzgar la causalidad

### 3. - Otros criterios

#### • Gradiente dosis-respuesta: Si un factor es efectivamente la causa de una enfermedad, normalmente (aunque no invariablemente) a mayor exposición al factor mayor riesgo de enfermedad. Tal relación dosis-respuesta no siempre aparece, porque algunas importantes relaciones biológicas son dicotómicas y se debe alcanzar cierto nivel umbral para observarse la respuesta. La ausencia de este gradiente no excluye causalidad: su presencia la refuerza

#### • Magnitud de la fuerza de asociación (RR/OR, DR) y Precisión de la estimación (IC estrecho)

#### • Efecto del cese de exposición: A no ser que exista un efecto mantenido, cuando una intervención tiene un efecto beneficioso el beneficio debe desaparecer cuando aquella se elimina de la población

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health  
U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating  
evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*



# Supuestos Auxiliares

---

## *1) Variables adecuadas y Cálculos bien hechos.*

- Las variables elegidas miden el efecto que queremos medir
- Cálculos hechos con computadora
- Se cumplen todas las *condiciones de aplicación* de los test estadísticos que se usan



# Supuestos Auxiliares

---

2. Se cumplen los *Requisitos de experimento aleatorio*, para que el fenómeno a estudiar pueda modelizarse por la estadística y la teoría de probabilidades (*razonamiento deductivo*)
  - Distribución al azar puro (muestreo aleatorio)
  - Ocultación de la Secuencia aleatorización (OSA)
  - No pérdidas en el seguimiento
  - Análisis según "Intención de Tratar"



# Supuestos Auxiliares

---

3. Se cumplen los *Requisitos de causalidad*, para que la asociación encontrada pueda asumirse como causal

## Relación CAUSA - EFECTO = Juicio de valor

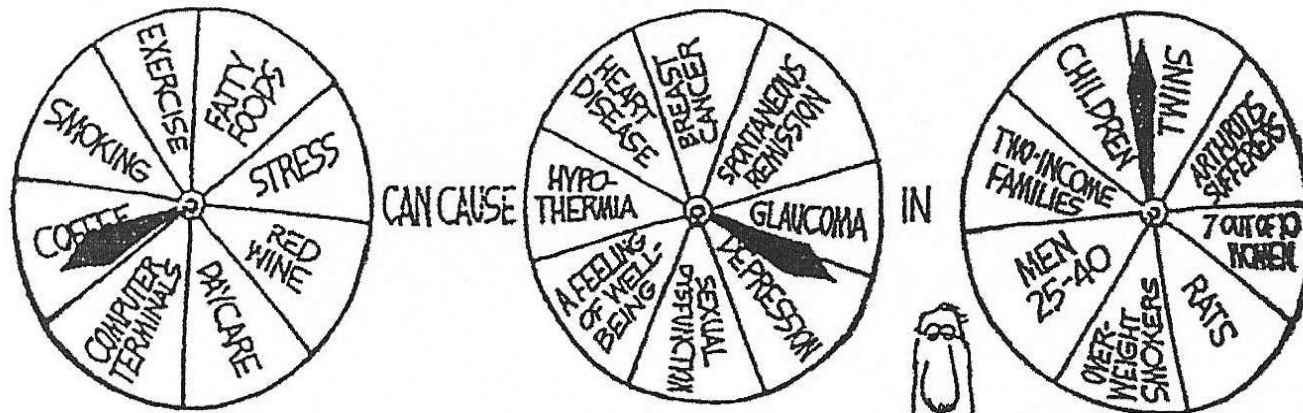
*"La mayoría de los estudios de investigación clínica y epidemiológica tienen por objeto identificar la existencia de una potencial relación causal entre el factor de estudio (exposición/tratamiento) y la variable de respuesta (enfermedad/curación). No se trata, por tanto, de determinar si existe una asociación matemática de ambas variables a nivel poblacional, sino de establecer si ésta es del tipo causa-efecto, excluyendo todas las otras posibles explicaciones alternativas de la relación observada."*

- "Criterios de causalidad" (Austin B. Hill, 1965)

Los estudios observacionales producen gran cantidad de asociaciones aparentemente plausibles. La mayoría de estos hallazgos son espúreos debido a sesgos y/o confusión, pero los medios de comunicación suelen presentarlos con entusiasmo.

***Asociación no es causalidad.***

**Today's Random Medical News** from the New England Journal of Panic-Inducing Gobbledygook



ACCORDING TO A REPORT RELEASED TODAY...

Cartoon by: Jim Borgman  
(Copyright: Hearst Corporation)

# Hoy NOTICIAS MÉDICAS AL AZAR

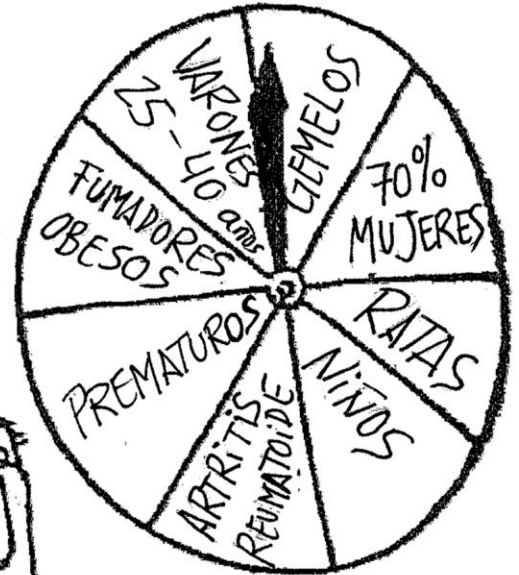
FUENTE =  
MEDICINA CLÍNICA  
Y SENSACIONALISTA



**PUEDA CAUSAR**



**EN**



SEGÚN UN ESTUDIO APARECIDO HOY EN UNA IMPORTANTE REVISTA ...



Chiste: Jim Borgman

(Copyright: Hearst Corporation)



# Criterios de Causalidad (Sir Austin Bradford Hill, 1965)

---

I. Estudio: *Diseño adecuado + Validez interna*

II. Criterios Mayores:

A. *Precedencia temporal correcta* (E. Prospectivo): Una intervención puede ser considerada causa de la reducción en el riesgo de una enfermedad / anomalía perinatal si, y sólo si, aquella se aplicó antes del momento en el que se desarrolló ésta

Versión

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health*

*U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*





# Criterios de Causalidad (Sir Austin Bradford Hill, 1965)

---

I. Estudio: *Diseño adecuado + Validez interna*

II. Criterios Mayores:

A. *Precedencia temporal correcta* (E. Prospectivo)

B. *Plausibilidad biológica*: Un mecanismo biológicamente plausible debe ser capaz de explicar por qué tal relación podría darse el caso de ocurrir

Versión

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health*

*U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*



# Criterios de Causalidad (Sir Austin Bradford Hill, 1965)

---

- I. Estudio: *Diseño adecuado + Validez interna*
- II. Criterios Mayores:
  - A. *Precedencia temporal correcta* (E. Prospectivo)
  - B. *Plausibilidad biológica*
  - C. *Consistencia*: Rara vez estudios únicos son definitivos. Resultados concordantes aportados por varios estudios diferentes realizados en poblaciones distintas y por investigadores diversos aportan más peso a la hipótesis de causalidad. Si los resultados de varios trabajos son inconsistentes, debería estudiarse primero la calidad metodológica de los estudios, pero no se excluye la causalidad.

Versión

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health*

*U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*



# Criterios de Causalidad (Sir Austin Bradford Hill, 1965)

---

**I.** Estudio: *Diseño adecuado + Validez interna*

**II.** Criterios Mayores:

**A.** *Precedencia temporal correcta* (E. Prospectivo)

**B.** *Plausibilidad biológica*

**C.** *Consistencia*

**D.** *Exclusión de explicaciones alternativas (Confusores)*: La profundidad con la que se han estudiado posibles explicaciones alternativas es un criterio importante a la hora de juzgar la causalidad

Versión

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health*

*U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*



# Criterios de Causalidad (Sir Austin Bradford Hill, 1965)

---

## I. Estudio:

***Diseño adecuado +  
Validez interna***

## II. Criterios Mayores:

- A. *Precedencia temporal correcta*** (E. Prospectivo)
- B. *Plausibilidad biológica***
- C. *Consistencia***
- D. *Exclusión de explicaciones alternativas (Confusores)***

## III. Criterios Menores:

- a. *Gradiente dosis-respuesta:*** Si un factor es efectivamente la causa de una enfermedad, normalmente (aunque no invariablemente) a mayor exposición al factor mayor riesgo de enfermedad. Tal relación dosis-respuesta no siempre aparece, porque algunas importantes relaciones biológicas son dicotómicas y se debe alcanzar cierto nivel umbral para observarse la respuesta. La ausencia de este gradiente no excluye causalidad: su presencia la refuerza

Versión

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health*

*U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*

# Criterios de Causalidad

## (Sir Austin Bradford Hill, 1965)

### I. Estudio:

*Diseño adecuado +  
Validez interna*

### II. Criterios Mayores:

- A.** *Precedencia temporal correcta* (E. Prospectivo)
- B.** *Plausibilidad biológica*
- C.** *Consistencia*
- D.** *Exclusión de explicaciones alternativas (Confusores)*

### III. Criterios Menores:

- a.** *Gradiente dosis-respuesta*
- b.** *Magnitud de la fuerza de asociación (RR, OR, DR, NNT) y Precisión de la estimación (IC estrecho)*

Versión

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health*

*U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*

# Criterios de Causalidad

## (Sir Austin Bradford Hill, 1965)

### I. Estudio:

***Diseño adecuado +  
Validez interna***

### II. Criterios Mayores:

- A. *Precedencia temporal correcta*** (E. Prospectivo)
- B. *Plausibilidad biológica***
- C. *Consistencia***
- D. *Exclusión de explicaciones alternativas (Confusores)***

### III. Criterios Menores:

- a. *Gradiente dosis-respuesta***
- b. *Magnitud de la fuerza de asociación (RR, OR, DR, NNT) y Precisión de la estimación (IC estrecho)***
- c. *Efecto del cese de exposición:*** A no ser que exista un efecto mantenido, cuando una intervención tiene un efecto beneficioso el beneficio debe desaparecer cuando aquella se elimina de la población

Versión

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health*

*U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*



# Criterios de Causalidad (Sir Austin Bradford Hill, 1965)

---

- I.** Estudio: *Diseño adecuado + Validez interna*
- II.** Criterios Mayores:
  - A.** *Precedencia temporal correcta* (E. Prospectivo)
  - B.** *Plausibilidad biológica*
  - C.** *Consistencia*
  - D.** *Exclusión de explicaciones alternativas (Confusores)*
- III.** Criterios Menores:
  - a.** *Gradiente dosis-respuesta*
  - b.** *Magnitud de la fuerza de asociación (RR, OR, DR, NNT) y  
Precisión de la estimación (IC estrecho)*
  - c.** *Efecto del cese de exposición*

Versión

*U.S. Surgeon General 1965: Smoking and Health*

*U.S Surgeon General 1990: Criteria for evaluating evidence regarding the effectiveness of perinatal interventions*

Meeting January 14 1965

## The Environment and Disease: Association or Causation?

by Sir Austin Bradford Hill CBE DSC FRCP(hon) FRS  
(Professor Emeritus of Medical Statistics,  
University of London)

Amongst the objects of this newly-founded Section of Occupational Medicine are firstly 'to provide a means, not readily afforded elsewhere, whereby physicians and surgeons with a special knowledge of the relationship between sickness and injury and conditions of work may discuss their problems, not only with each other, but also with colleagues in other fields, by holding joint meetings with other Sections of the Society'; and, secondly, 'to make available information about the physical, chemical and psychological hazards of occupation, and in particular about those that are rare or not easily recognized'.

At this first meeting of the Section and before, with however laudable intentions, we set about instructing our colleagues in other fields, it will be proper to consider a problem fundamental to our own. How in the first place do we detect these relationships between sickness, injury and conditions of work? How do we determine what are physical, chemical and psychological hazards of occupation, and in particular those that are rare and not easily recognized?

There are, of course, instances in which we can reasonably answer these questions from the general body of medical knowledge. A particular, and perhaps extreme, physical environment cannot fail to be harmful; a particular chemical is known to be toxic to man and therefore suspect on the factory floor. Sometimes, alternatively, we may be able to consider what *might* a particular environment do to man, and then see whether such consequences are indeed to be found. But more often than not we have no such guidance, no such means of proceeding; more often than not we are dependent upon our observation and enumeration of defined events for which we then seek antecedents. In other words we see that the event B is associated with the environmental feature A, that, to take a specific example, some form of respiratory illness is associated with a dust in the environment. In what circumstances can we pass from this

## President's Address


observed *association* to a verdict of *causation*?  
Upon what basis should we proceed to do so?

I have no wish, nor the skill, to embark upon a philosophical discussion of the meaning of 'causation'. The 'cause' of illness may be immediate and direct, it may be remote and indirect underlying the observed association. But with the aims of occupational, and almost synonymously preventive, medicine in mind the decisive question is whether the frequency of the undesirable event B will be influenced by a change in the environmental feature A. *How* such a change exerts that influence may call for a great deal of research. However, before deducing 'causation' and taking action we shall not invariably have to sit around awaiting the results of that research. The whole chain may have to be unravelled or a few links may suffice. It will depend upon circumstances.

Disregarding then any such problem in semantics we have this situation. Our observations reveal an association between two variables, perfectly clear-cut and beyond what we would care to attribute to the play of chance. What aspects of that association should we especially consider before deciding that the most likely interpretation of it is causation?

(1) *Strength*. First upon my list I would put the strength of the association. To take a very old example, by comparing the occupations of patients with scrotal cancer with the occupations of patients presenting with other diseases, Percival Pott could reach a correct conclusion because of the *enormous* increase of scrotal cancer in the chimney sweeps. 'Even as late as the second decade of the twentieth century', writes Richard Doll (1964), 'the mortality of chimney sweeps from scrotal cancer was some 200 times that of workers who were not specially exposed to tar or mineral oils and in the eighteenth century the relative difference is likely to have been much greater.'

To take a more modern and more general example upon which I have now reflected for over fifteen years, prospective inquiries into smoking have shown that the death rate from cancer of the lung in cigarette smokers is nine to ten times the rate in non-smokers and the rate in heavy cigarette smokers is twenty to thirty times



Austin Bradford Hill; The environment and disease:  
Association or Causation?. *Proceedings of the Royal  
Society of Medicine 1965; 58: 295-300*





# Supuestos Auxiliares

---

## 4. *Ausencia de errores sistemáticos (Sesgos)*

- *Aleatorización* correcta de Muestra Grande ( $n > 30-50$ )
- Control de la confusión e interacción (Análisis multivariable)
- Enmascaramiento
- Evitar sesgo de selección (muestras no representativa)
- Evitar sesgo de información o de "Clasificación errónea"
- Evitar el sesgo de publicación

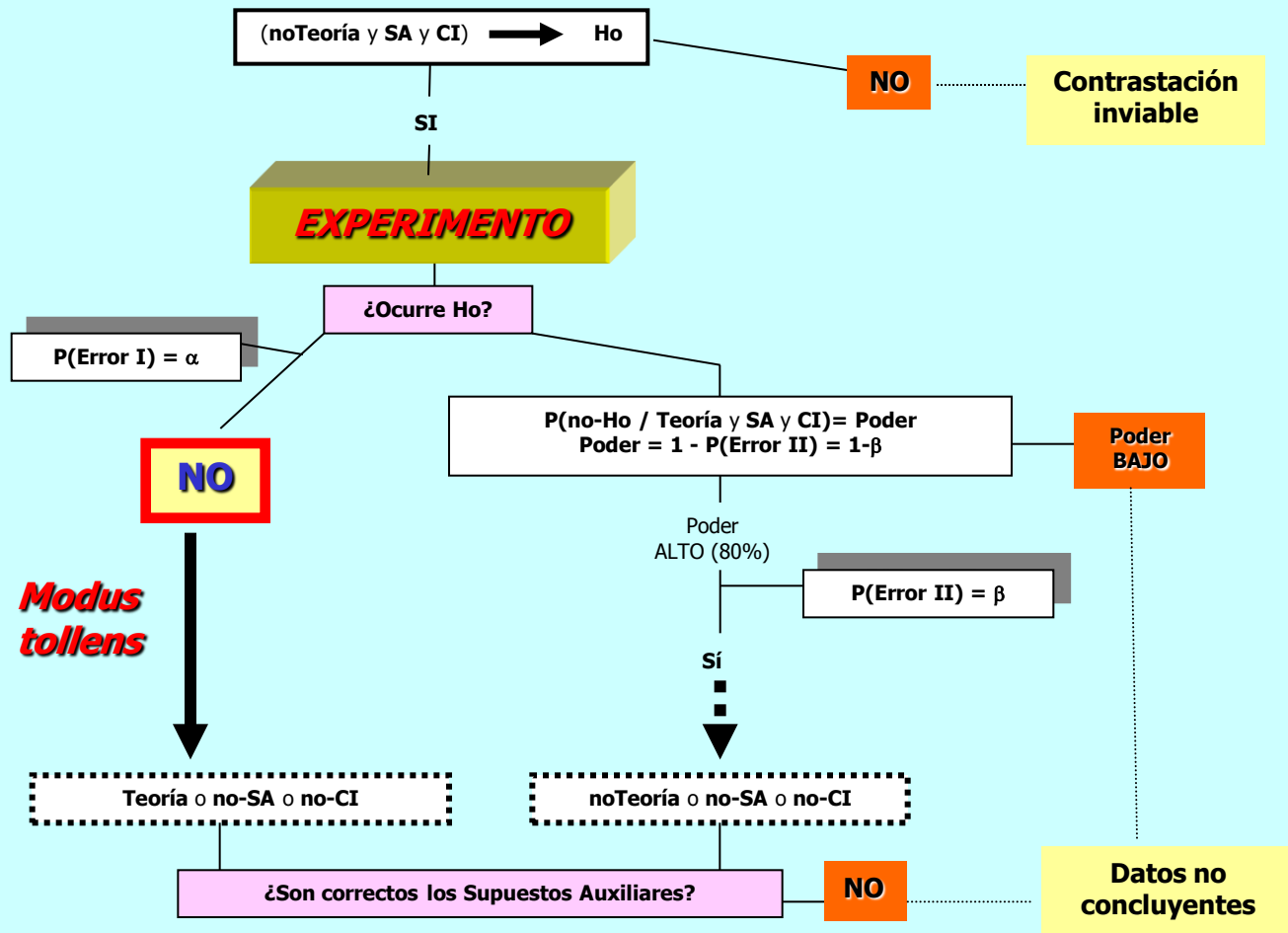


# Supuestos Auxiliares

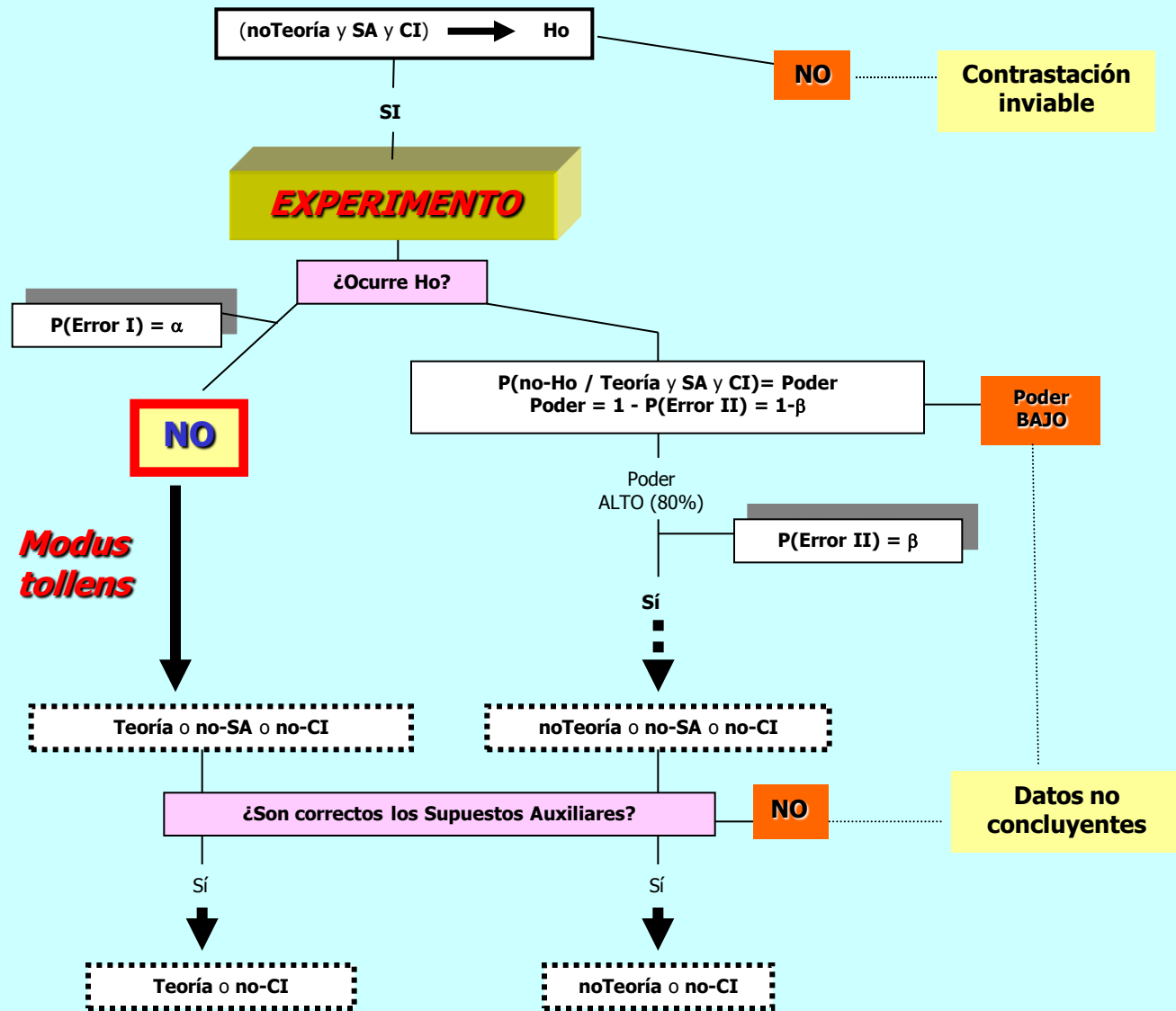
---

## ***5. Comparabilidad total de los grupos previamente a la intervención:***

**"La asunción básica de los diseños experimentales es el control de todos los elementos extraños a la relación estímulo-respuesta: que los grupos que se comparen sean idénticos, excepto en la intervención que se evalúa. La mejor manera de conseguir la Comparabilidad es la *aleatorización*: si los grupos así obtenidos son comparables, cualquier diferencia observada entre ellos al finalizar el experimento puede ser atribuida causalmente a la intervención."**



***Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción ( $H_0$ ).***  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.



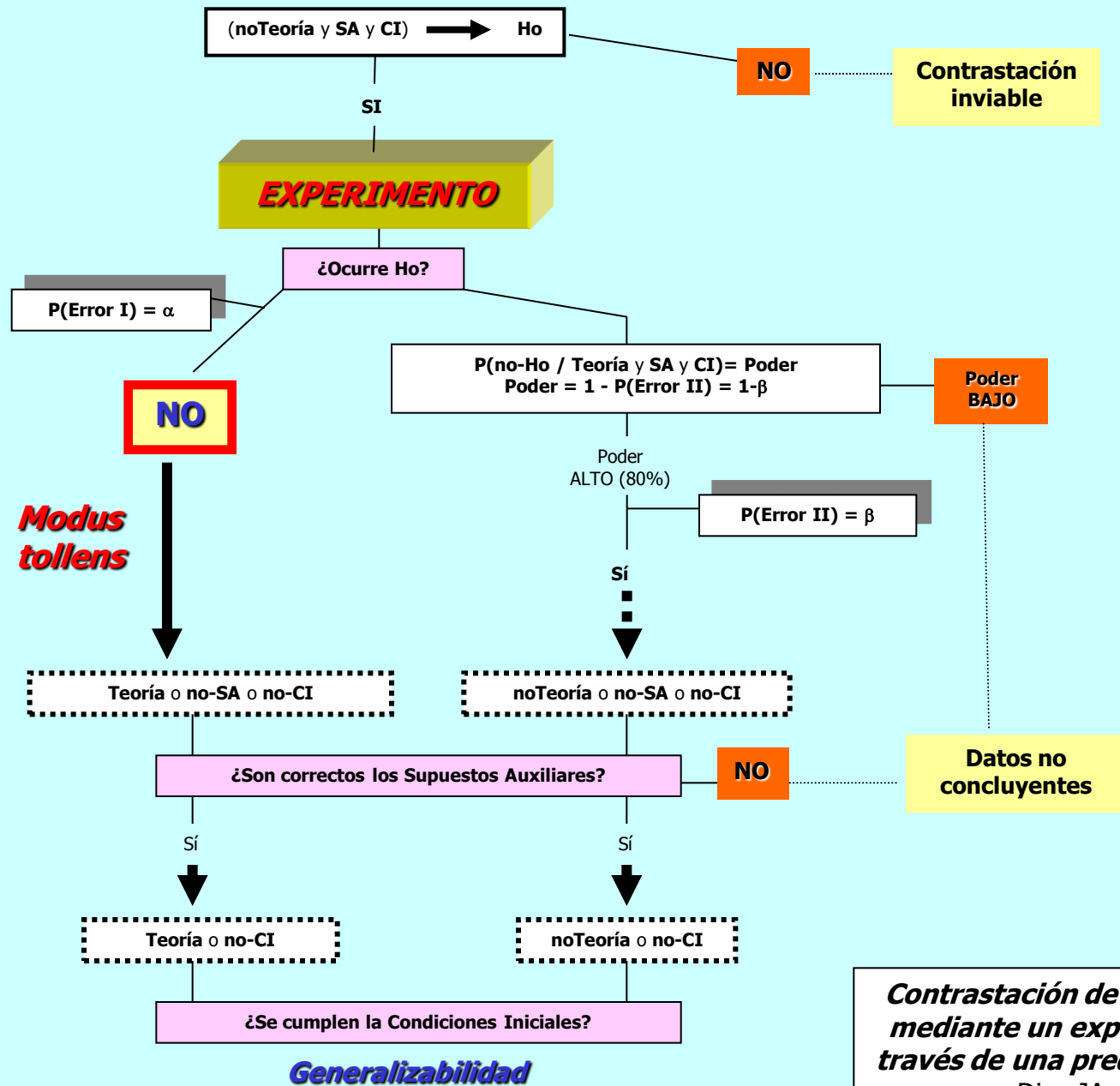
***Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).***  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.



# Contrastación de la Hipótesis mediante el experimento

---

1. Con los datos del experimento, *¿Se cumple la predicción?*
2. En la realización del experimento, *¿Se cumplen los supuestos auxiliares?* (Validez interna)
3. Además, *¿Se cumplen las condiciones iniciales?* (Validez externa o Generalizabilidad)



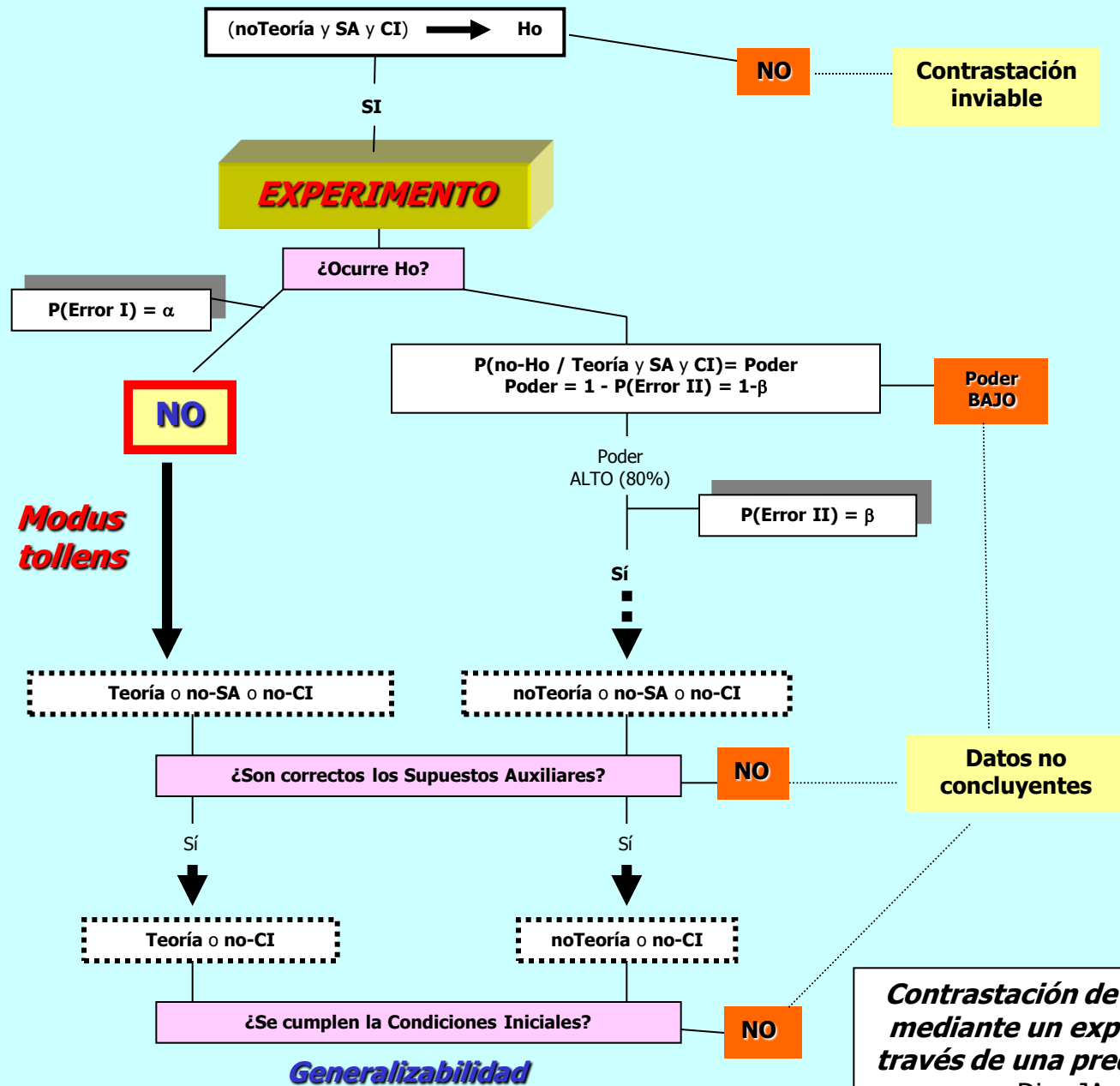
**Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).**  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.



# Generalizabilidad (Validez Externa)

---

- Los resultados del experimento sólo pueden inferirse o extrapolarse a la población de la cual se ha extraído la "muestra representativa"
- Esa población debe quedar muy bien definida por los *Criterios de Inclusión y de Exclusión* de los individuos que van a ser muestreados antes de la intervención

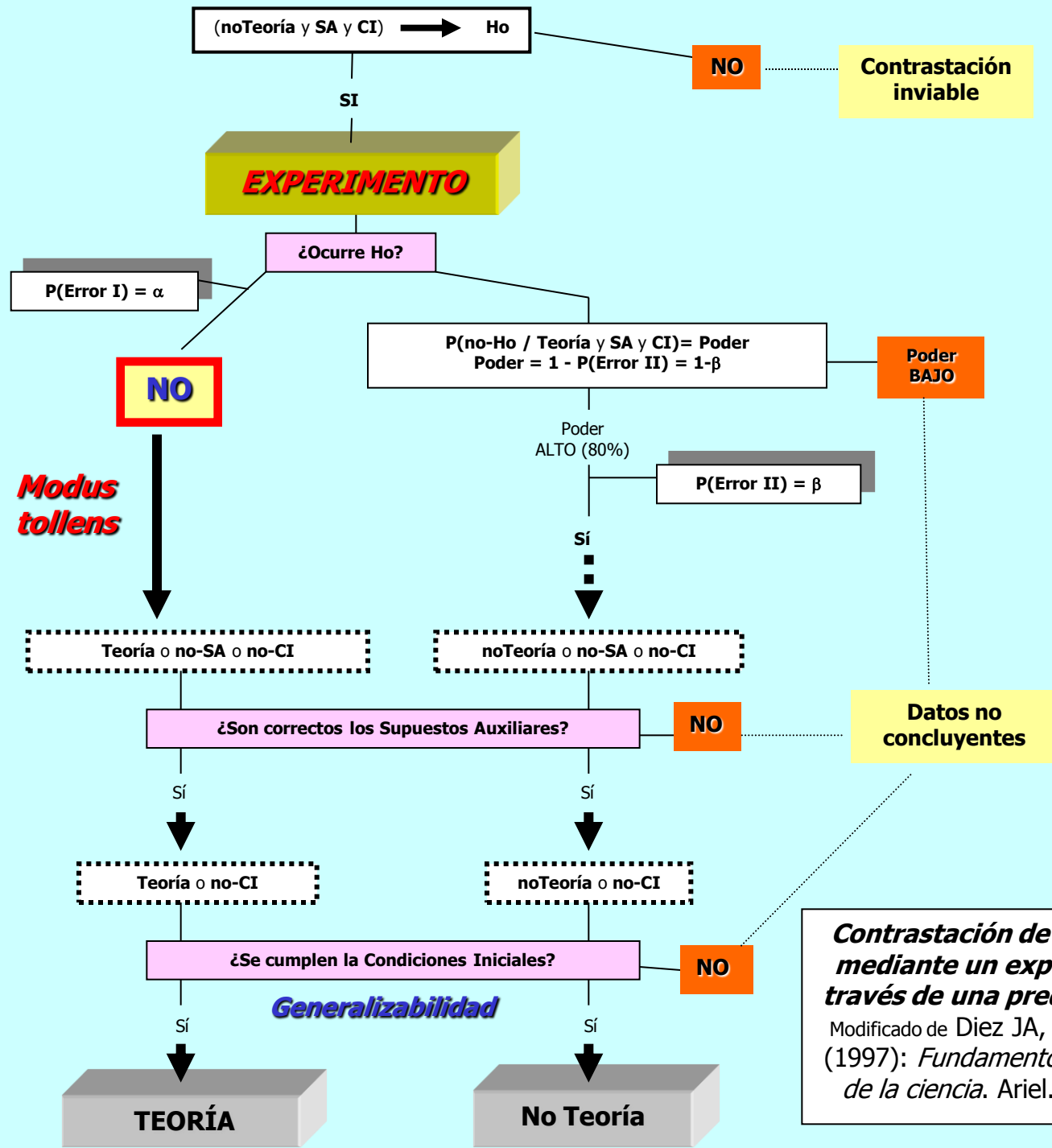


**Modus tollens**

**Generalizabilidad**

**Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).**  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.





**Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).**  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.





# Método científico en medicina clínica

---

**“Aprendemos de nuestros errores”  
(Error tipo I y Error tipo II):  
Una afirmación se convierte en  
verdad científica si somos capaces  
de cuantificar la *probabilidad* de  
que sea mentira.**

**Conocimiento científico (provisional)**

**Datos OBSERVACIONALES**

- Estudios DESCRIPTIVOS
- Estudios ANALÍTICOS (Hipótesis de Asociación)

**TEORÍAS, MODELOS, HIPÓTESIS TEÓRICAS (CONJETURAS)**

**Creencias Intuiciones .....**

*Implicación lógica*

**PREDICCIÓN**

Contraste de Hipótesis

**EXPERIMENTO**

**HIPÓTESIS FALSADA: REVISAR LA TEORÍA**

*Modus tollens*

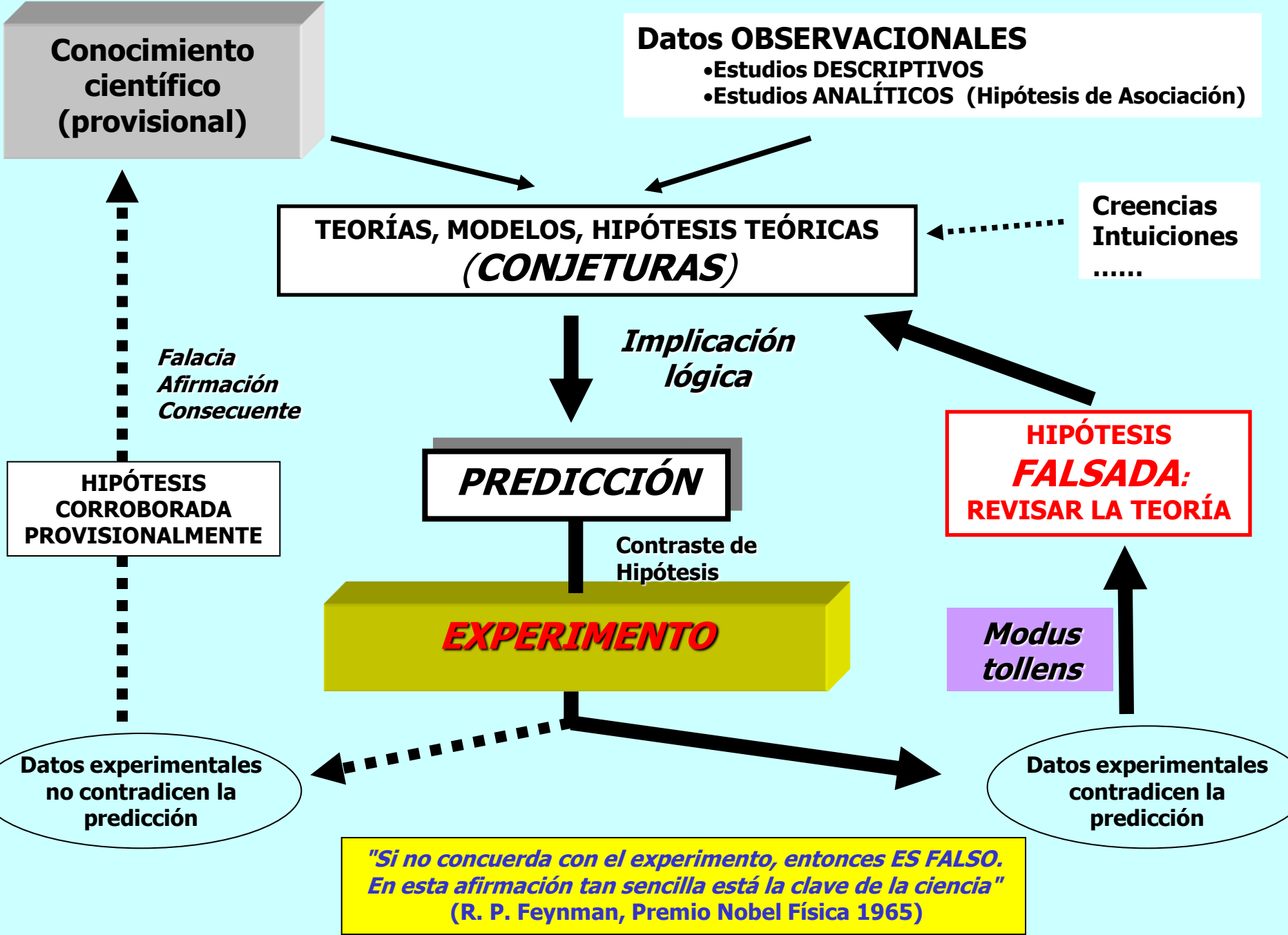
**HIPÓTESIS CORROBORADA PROVISIONALMENTE**

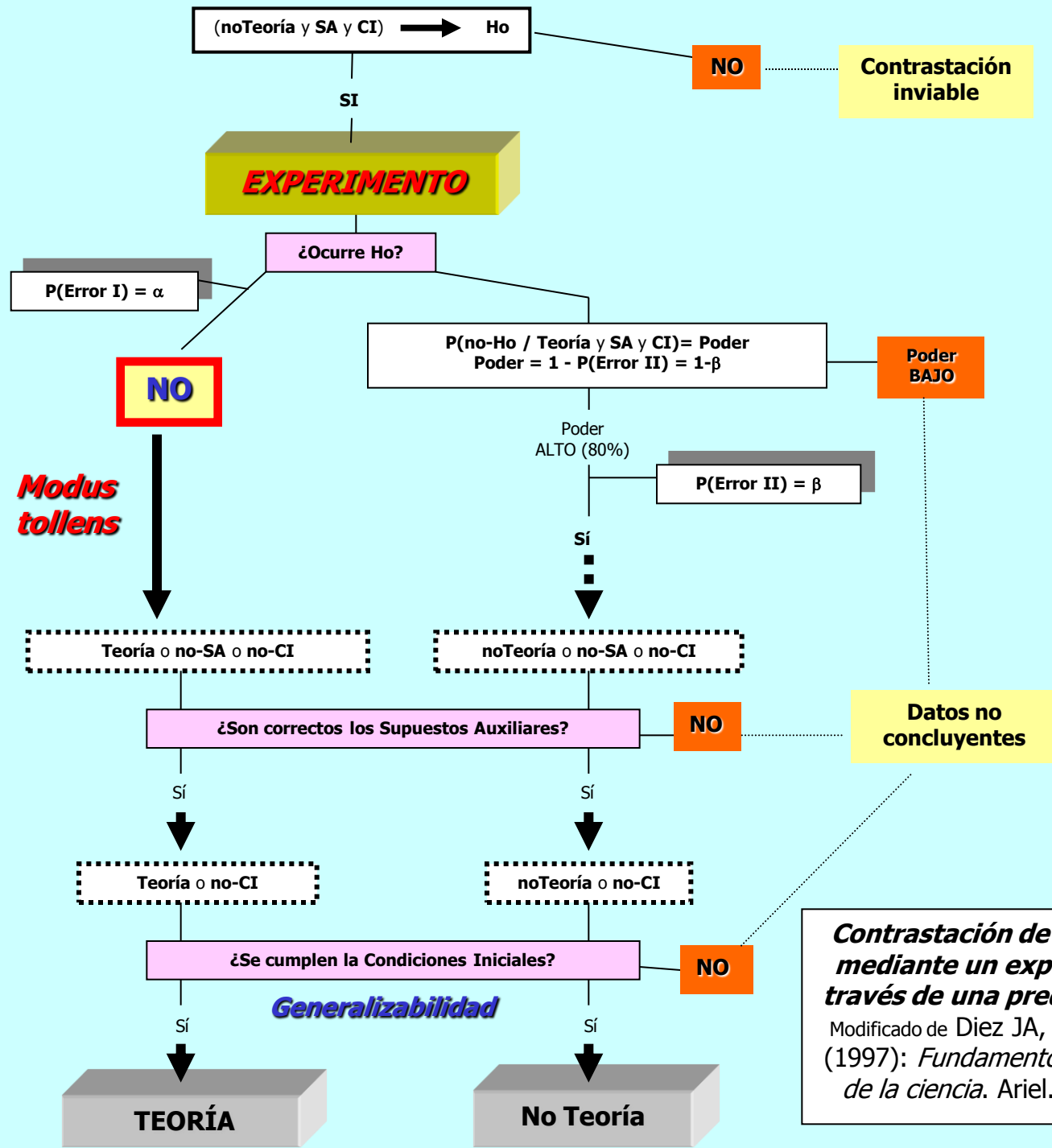
*Falacia Afirmación Consecuente*

Datos experimentales no contradicen la predicción

Datos experimentales contradicen la predicción

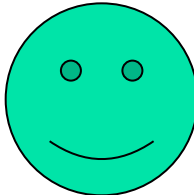
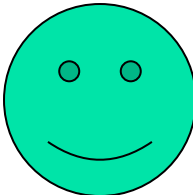
*"Si no concuerda con el experimento, entonces ES FALSO. En esta afirmación tan sencilla está la clave de la ciencia" (R. P. Feynman, Premio Nobel Física 1965)*





**Contrastación de una Teoría mediante un experimento a través de una predicción (Ho).**  
 Modificado de Diez JA, Moulines CU (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Ariel. Barcelona.

# Regla de decisión (Neyman-Pearson): "Comportamiento inductivo"

NUESTRA DECISIÓN	REALIDAD	
	Ho CIERTA	H1 CIERTA
Concluir "Ho CIERTA: los ttos. son iguales"	 <b>Prob=1-<math>\alpha</math></b>	<b>ERROR - II</b> <b>Prob=<math>\beta</math></b>
<b>Rechazar Ho</b> y Concluir "H1 CIERTA: los ttos. son diferentes"	<b>ERROR - I</b> <b>Prob=<math>\alpha</math></b>	 <b>PODER=1-<math>\beta</math></b>