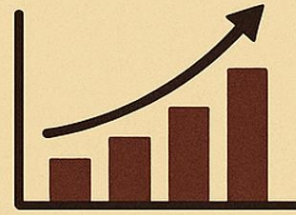


ANALOGIA ENTRE UN JUICIO Y UNA DECISIÓN ESTADÍSTICA



JUICIO
PRESUNCIÓN
DE INOCENCIA



DECISIÓN
ESTADÍSTICA
PRESUNCIÓN DE
LA HIPÓTESIS NULA

Dolores Frías Navarro

Universidad de Valencia

2025

Ir al cine y realizar la analogía de un proceso judicial y el proceso de decisión estadística en un contraste de hipótesis

Frías-Navarro (2025)

1. Introducción: la película como metáfora científica

El uso de la película “*Testigo de cargo*” (*Witness for the Prosecution*, Willy Wilder, 1957; “Testigo de cargo”) como metáfora del **proceso de contrastación de hipótesis** tiene como objetivo conectar con una narrativa conocida que permite que el alumnado comprenda de forma intuitiva conceptos abstractos como los **errores estadísticos (Error Tipo I y Error Tipo II)** o la **presunción de la hipótesis nula (H_0)** como verdadera desde el inicio del proceso de toma de decisión estadística —una **presunción de inocencia** que constituye la base de todo juicio.

2. La correspondencia estructural entre juicio y contraste de hipótesis

En un juicio penal se empieza con una ‘presunción’, (*‘in dubio pro reo’*): el tribunal parte de la consideración de inocencia y solo si se presentan pruebas suficientes (por encima del estándar “más allá de una duda razonable”) pasa a ser declarado culpable.

En un contraste estadístico se parte asumiendo que la **hipótesis nula es cierta**, H_0 , y los datos pueden conducir a rechazar H_0 si la evidencia hallada es suficientemente incompatible con dicha hipótesis y para tomar esa decisión se utiliza el **nivel de significación (alfa)**.

Es decir, los datos serán suficientemente incompatibles con la hipótesis nula, manifestando un **valor p de probabilidad** $\leq$ valor de alfa (error de tipo I).

Esa es la correspondencia estructural principal de la analogía.

3. Decisión, no demostración: la esencia de la analogía

La clave de la analogía es que no se demuestra la culpabilidad/inocencia del acusado ni tampoco la verdad/falsedad de las hipótesis, sino que se toma una decisión

basada en la evidencia disponible y un umbral de riesgo aceptado (α). Declarar al acusado no culpable no es una prueba de inocencia. De la misma manera, mantener la hipótesis nula no es probar la hipótesis nula o decir que es cierta.

4. Control del error y asimetría de los riesgos

Tanto en el derecho penal como en el contraste clásico de significación de la hipótesis nula (NHST) hay una asimetría en la posibilidad de error o equivocación: el procedimiento está diseñado para controlar el riesgo de condenar a un inocente.

En estadística se trata de controlar el riesgo de error de tipo I (alfa): rechazar la H_0 siendo verdadera (no superará el valor de alfa = .05).

Esa prioridad se dirige a evitar el falso positivo y justifica el establecimiento de un umbral exigente para declarar al acusado culpable o para rechazar la hipótesis nula.

5. Parentesco entre lenguaje jurídico y razonamiento estadístico

Las tareas que ejecutará el alumnado con esta analogía suponen reflexionar sobre el **método científico**, estableciendo un **paralelismo entre el lenguaje jurídico y el razonamiento estadístico**, entre el **veredicto del jurado** y la **decisión inferencial** que toma el investigador.

Ningún **proceso judicial** comienza tratando de demostrar la inocencia de una persona, sino que esta “**no culpabilidad**” se **presume** bajo el **principio de presunción de inocencia**. Solo a través del **juicio**, y con un **conjunto de pruebas presentadas ante el jurado**, es posible **rechazar o mantener esa presunción inicial**.

Este proceso es equivalente al **contraste de hipótesis estadísticas**: el investigador parte de la idea de que la **Hipótesis Nula (H_0)** es cierta y solo podrá rechazarla si las **pruebas empíricas** son lo bastante **contundentes (estadístico de prueba significativo)**. En ambos casos —el tribunal y prueba estadística— el objetivo no es “demostrar la verdad”, sino **tomar una decisión razonada bajo incertidumbre**.

6. Objetivos de ambos procesos

-El objetivo de un juicio es demostrar la culpabilidad más allá de una duda razonable.

-El objetivo de un contraste de hipótesis es rechazar H_0 para poder aceptar H_1 (un **diseño de superioridad**, donde se busca evidenciar una diferencia o efecto) con un margen de error (error de Tipo I).

En el proceso judicial, el **fiscal** reúne pruebas para demostrar la culpabilidad, mientras que la **defensa** busca generar **duda razonable**.

En la investigación científica, el investigador diseña un estudio, elige las **pruebas estadísticas más potentes** y establece un **nivel de significación (α)**: el margen de error que está dispuesto a aceptar al **rechazar H_0 siendo verdadera**.

7. Naturaleza del error en ambos contextos

Mientras que en el tribunal el error puede deberse a **sesgos humanos, pruebas falsas o testimonios poco fiables**, en la inferencia estadística el error está **cuantificado a priori**: el investigador fija el riesgo de equivocarse (por ejemplo, $\alpha = 0.05$, 5 veces de cada 100 rechazará la hipótesis nula siendo cierta).

8. El significado de “no culpable” y de “no rechazar H_0 ”

Cuando un acusado es declarado no culpable no significa que se haya demostrado su inocencia. En derecho, un veredicto de “no culpable” significa que la fiscalía no ha probado la culpabilidad “más allá de una duda razonable”; no es la demostración absoluta de la inocencia.

De la misma manera, en estadística “no rechazar la hipótesis nula” no es lo mismo que probar H_0 : el resultado solamente indica que los datos no aportan suficiente evidencia para considerar que son incompatibles con la hipótesis nula bajo el criterio fijado (α).

Un valor p de probabilidad alto ($\geq \alpha$) o no rechazar la hipótesis nula puede verse, por ejemplo, a bajo tamaño muestral, a baja potencia estadística o quizás a que no hubo efecto, pero no lo podemos saber y, por ello, se interpreta como un resultado no concluyente.

Solo cuando el acusado es declarado culpable, se puede decir que hubo suficientes pruebas para llegar a ese veredicto, aunque no se pueda demostrar de forma totalmente certera su culpabilidad. En estadística, solamente cuando se rechaza la hipótesis nula ($p \leq \alpha$) se puede concluir que hubo un efecto sistemático que diferencia a los datos, pero no existe la total certeza de que ese efecto exista realmente. La incertidumbre siempre rodea al veredicto y a la decisión estadística.

9. El valor p y la interpretación correcta

Un valor p pequeño indica que los datos serían poco probables si H_0 fuera cierta (se puede decir que representan evidencia contra la hipótesis nula) y por eso se rechaza la hipótesis nula. Sin embargo, ni un valor p pequeño “prueba” H_1 , ni un valor p grande “prueba” H_0 .

Con el contraste de hipótesis no se prueba ni la verdad ni la falsedad de las hipótesis estadísticas. Esta situación es análoga a decir que el jurado puede tener pruebas suficientes para condenar al acusado (equivalente a $p < \alpha$), pero no demuestra su culpabilidad sin riesgo de equivocarse y, además, si no tiene esas pruebas tampoco puede demostrar de forma concluyente que es inocente, solo podrá declararlo no culpable (también con riesgo de equivocarse).

10. Diferencias en los umbrales y la naturaleza de las pruebas

En los juicios, la expresión “más allá de una duda razonable” no es un número fijo ya que se trata de una decisión cualitativa sometida al consenso del jurado.

En estadística, α sí es una decisión cuantitativa ya que es un número fijo, pero también es arbitrario (su elección se realiza a priori o antes de recoger los datos y es arbitraria: .05, .01..., siendo el máximo estándar .05).

Respecto a la evaluación de las pruebas, en un juicio la evaluación es narrativa y, valorativa. En estadística el juicio se articula alrededor de un modelo probabilístico (distribución muestral del estadístico) y al cumplimiento de sus supuestos (aleatoriedad, independencia ...).

11. Tabla 1. Elementos básicos de la analogía

Observa la tabla 1 y las características principales de la analogía. Después presenta tu trabajo con la analogía propuesta por la profesora y puedes añadir líneas si lo consideras relevante

Tabla 1. *Elementos básicos de la analogía.*

Juicio penal	Contraste estadístico
Se presume la inocencia.	Se asume H_0 como punto de partida.
Veredicto de no culpable	Mantener la Hipótesis nula
La acusación debe probar la culpabilidad más allá de una duda razonable. Si no lo consigue entonces el veredicto es no culpable: no hay evidencia suficiente para condenar.	Los datos deben mostrar evidencia suficiente: $p \leq \alpha$ para rechazar la hipótesis nula. Si no existe esa evidencia entonces no se rechaza H_0 , es decir, no hay evidencia suficiente para aceptar H_1 .
Veredicto de culpable	Rechazar la Hipótesis nula
No se demuestra la inocencia ni tampoco la culpabilidad.	No se demuestra la verdad o falsedad de la hipótesis nula o de la hipótesis alternativa.
Evitar condenar a un inocente (principio de protección).	Controlar alfa: probabilidad de rechazar H_0 siendo verdadera.
Si posteriormente aparece nueva evidencia, el veredicto podría revisarse.	Si aparecen nuevos datos, se puede realizar un nuevo análisis y quizás rechazar H_0 con más evidencia.

12. Aplicación didáctica: reflexión y aprendizaje

A lo largo del juicio y de la película se pueden identificar numerosas situaciones que reflejan la lógica de un contraste de hipótesis.

Por ello, *Testigo de cargo* constituye un excelente recurso para **ilustrar cómo la toma de decisiones bajo incertidumbre, la evaluación de evidencias y los errores humanos** son comunes tanto en la **justicia** como en la **Ciencia**.

Te propongo un ejercicio: visiona la película y reflexiona sobre escenas concretas para ejemplificar **cómo se trabaja cuando se toma una decisión estadística**, qué

elementos están implicados y cómo la Ciencia aplica el método científico. Como ayuda para preparar esa reflexión te he elaborado un ejemplo.

13. Escenas concretas de la película que ayudan a realizar la analogía entre el proceso de un juicio (“Testigo de cargo”) y el proceso de decisión estadística o contraste de hipótesis

Junto con el paralelismo general entre un juicio y la decisión estadística, pueden establecerse otros pequeños paralelismos con ciertos diálogos y escenas de la película Testigo de cargo. A continuación, se describen algunos ejemplos como guía para que realices tu propio paralelismo y analogías.

1. «Aquí no arrestan por algo que no se ha hecho» (Leonard)

Cuando Leonard y Sir Wilfrid, el abogado defensor, discuten sobre la acusación, Leonard afirma:

- «Aquí no arrestan por algo que no se ha hecho»

y Sir Wilfrid responde:

- «Intentamos no hacer un hábito de ello».

Uno de los más momentos interesantes para realizar la analogía ocurre cuando Leonard y Sir Wilfrid se conocen en el despacho de este último y discuten sobre si Leonard cometió o no el asesinato. Leonard afirma: *«Aquí no arrestan por algo que no se ha hecho»*, a lo que Sir Wilfrid responde: *«Intentamos no hacer un hábito de ello»*. Este intercambio refleja de forma muy precisa la lógica del método científico.

Este diálogo refleja con precisión la **lógica del método científico**. La frase de Leonard representa la visión idealizada de que **la justicia (o la Ciencia) nunca se equivoca**, mientras que la respuesta de Sir Wilfrid introduce **el reconocimiento de la incertidumbre**: se intenta no cometer errores, pero **la posibilidad de equivocarse siempre existe** (Error Tipo I o Error Tipo II).

En este caso, la frase de Leonard expresaría el deseo de evitar el Error Tipo I (condenar a un inocente, o rechazar H_0 siendo verdadera), mientras que la réplica de Sir Wilfrid reconoce que, aunque se intenta no cometerlo, puede ocurrir.

14. Ideas básicas que debería asimilar el alumnado

1. **Toda decisión estadística parte de una presunción de inocencia:** H_0 se asume verdadera hasta que la evidencia indique lo contrario.
 2. **Mantener o rechazar la H_0 es una decisión bajo incertidumbre,** no es una verdad absoluta: el investigador in vestigadora, como el jurado, puede cometer errores (Tipo I o II).
 3. **El nivel de significación (α) equivale al margen de error aceptado por el jurado** para condenar a alguien siendo inocente (riesgo de Error Tipo I).
 4. **La potencia estadística ($1 - \beta$) refleja la capacidad de detectar la culpabilidad cuando realmente existe,** es decir, la sensibilidad del sistema judicial o del contraste.
 5. **La integridad del proceso (validez de pruebas, ausencia de sesgos)** es la base tanto del juicio justo como de la investigación científica rigurosa. Manipular pruebas o datos destruye la credibilidad en ambos contextos.
-