

Como probar una hipótesis: el ritual de significancia

MSc. Ciro Ivan Machacuay Meza

¿Cómo podemos identificar si nuestro estudio realmente cuenta con una hipótesis?

Esto es muy sencillo: solo tenemos que analizar su enunciado. El enunciado del estudio se relaciona con la presencia o ausencia de la hipótesis: *si el enunciado es una proposición, nuestro trabajo llevará una hipótesis; pero, si no lo es, no la llevará.*

Pero ¿qué es una proposición?

Una proposición es una oración portadora de valor de verdad. Recuerda que en la Lógica Proposicional los valores de verdad son verdadero o falso. *Si tu enunciado puede ser calificado como verdadero o falso, se trata de una proposición y, por lo tanto, llevará hipótesis; pero si tu enunciado no puede ser calificado como verdadero o falso, en consecuencia, no se trata de una proposición y no llevará hipótesis.*

Metodología de investigación y la hipótesis

Por el enfoque de Investigación

Para plantear o no la hipótesis de investigación:

- *Enfoque Cuantitativo: Lleva Hipótesis de Investigación*
- *Enfoque Cualitativo: Puedo o también no puede llevar Hipótesis de Investigación*

Por el nivel Investigación

Presencia de hipótesis según nivel de investigación:

Nivel Exploratorio:

No existe hipótesis

Nivel Descriptivo:

Si existe y para demostrar la afirmación vamos a plantear un estudio descriptivo con hipótesis:

*El **crecimiento económico** en la ciudad de Arequipa es menor del 10%.*

Esta afirmación, que corresponde a un estudio de nivel descriptivo, podría ser verdadera o falsa, es decir, que puede ser calificada con los valores de verdadero o falso.

Esto significa que mi afirmación es una proposición y que el enunciado, aun correspondiendo a un nivel descriptivo, cuenta con una hipótesis.

Nivel Relacional:

Ahora plantearemos un estudio de nivel relacional que cuente con hipótesis:

Existe una relación indirecta entre los factores de riesgo y el crecimiento económico.

Los factores de riesgo para el crecimiento económico ya están reconocidos y son:

- **Factores Económicos:** *Inflación alta: Reduce el poder adquisitivo y desincentiva la inversión.*
- **Factores Políticos y Sociales:** *Inestabilidad política: Golpes de Estado, protestas masivas o cambios bruscos de gobierno.*
- **Factores Geográficos y Ambientales:** *Desastres naturales: Terremotos, huracanes o sequías que destruyen infraestructura.*
- **Factores Tecnológicos y Demográficos:** *Atraso tecnológico: Empresas poco competitivas a nivel global.*
- **Factores Externos Globales:** *Guerras o conflictos internacionales: Ejemplo: impacto de la guerra en Ucrania en el precio de alimentos y energía.*

En otras palabras, una inflación alta puede incrementar la probabilidad de que disminuya el crecimiento económico, claramente se ve que existe una relación indirecta pero también puede haber una relación directa. su análisis estadístico será bivariado, porque hay que buscar la relación del riesgo.

Esto significa que mi afirmación es una proposición y que el enunciado, aun correspondiendo a un nivel relacional, cuenta con una hipótesis.

Nivel Explicativo:

Ahora plantearemos un estudio de nivel explicativo que cuente con hipótesis:

*Existe una influencia indirecta y significativa entre los **factores de riesgo** y el **crecimiento económico**.*

Los factores de riesgo para el crecimiento económico ya están reconocidos y son:

- **Factores Económicos:** *Inflación alta: Reduce el poder adquisitivo y desincentiva la inversión.*
- **Factores Políticos y Sociales:** *Inestabilidad política: Golpes de Estado, protestas masivas o cambios bruscos de gobierno.*
- **Factores Geográficos y Ambientales:** *Desastres naturales: Terremotos, huracanes o sequías que destruyen infraestructura.*
- **Factores Tecnológicos y Demográficos:** *Atraso tecnológico: Empresas poco competitivas a nivel global.*
- **Factores Externos Globales:** *Guerras o conflictos internacionales: Ejemplo: impacto de la guerra en Ucrania en el precio de alimentos y energía.*

En otras palabras, una inflación alta puede disminuir significativamente el crecimiento económico, pero la pregunta es ¿en cuánto?, será ¿dos veces más? Quizás, ¿tres veces más? O ¿diez veces más? La inestabilidad política también puede disminuir significativamente el crecimiento económico, la pregunta es ¿en cuánto? Será ¿dos veces más? ¿Tres veces más? Quizás, ¿diez veces más?

Esto significa que mi afirmación es una proposición y que el enunciado, aun nivel explicativo, cuenta con una hipótesis.

Procedimientos para la prueba de hipótesis

Los procedimientos para llevar a cabo la prueba de hipótesis, conocida también como *el ritual de la significancia estadística*, son cinco pasos y fueron planteados por Fisher; por supuesto, vamos a actualizar los conceptos que él nos emitió hace más de 50 años y son:

- Primero: plantear el sistema de hipótesis
- Segundo: establecer el nivel de significancia
- Tercero: elegir del estadístico de prueba
- Cuarto: dar lectura al p-valor calculado
- Quinto: tomar una decisión estadística



Fisher (Sir Ronald Aylmer Fisher, 1890-1962) fue un científico inglés, considerado uno de los padres de la estadística moderna y del diseño experimental, además de un importante biólogo evolutivo y genetista.

Principales aportaciones en la **Estadística**:

- Sentó las bases de la inferencia estadística.
- Desarrolló el diseño experimental, introduciendo la aleatorización y el análisis de varianza (ANOVA) para el análisis de datos.
- Propuso el uso del valor p para evaluar la significancia estadística.

Primero: plantear el sistema de hipótesis

En esta primera parte vamos a hablar de la formulación de hipótesis. La hipótesis, desde el punto de vista matemático, tiene dos versiones:

- La primera, la hipótesis nula, que se denota con la letra H mayúscula y el número cero, H_0 , se lee “H sub cero”;
- La segunda, la hipótesis alterna, que se denota por la letra H mayúscula y el número uno, H_1 , se lee “H sub uno”.

Para formular adecuadamente la hipótesis vamos a realizar un artificio: lo primero que vamos a escribir es la hipótesis alterna, porque esta corresponde a la hipótesis del investigador, es el planteamiento del investigador.

Veamos el siguiente ejemplo:

La inestabilidad política es un factor de riesgo para el crecimiento económico.

En el caso de que no pensáramos que la inestabilidad política es un factor de riesgo para el crecimiento económico, no ejecutaríamos el estudio; por esta razón, a la afirmación del planteamiento: *la inestabilidad política es un factor de riesgo para el crecimiento económico, la denominamos hipótesis alterna o hipótesis del investigador.*

La hipótesis nula siempre está en contraposición a la hipótesis alterna o hipótesis del investigador, y tanto la hipótesis nula como la hipótesis alterna, desde el punto de vista matemático, corresponden a los valores de verdad de la proposición que llamamos enunciado; si el enunciado dice que la inestabilidad política es un factor de riesgo para el crecimiento económico, la afirmación de este enunciado es la hipótesis alterna; y la negación, la hipótesis nula que dando de la siguiente manera:

La inestabilidad política **NO es un factor de riesgo para el crecimiento económico.**

Después de realizar todo el procedimiento del ritual de la significancia estadística tendremos que decidir con cuál de estas dos hipótesis nos vamos a quedar, para poder plantear sin ningún tipo de error, el sistema de hipótesis compuesto por H_0 y H_1 .

Segundo: establecer el nivel de significancia

Después de haber realizado el planteamiento de hipótesis, el paso siguiente consiste en establecer un nivel de significancia. Recuerda que nos habíamos quedado con un sistema que cuenta con una hipótesis nula y una hipótesis alterna. **La hipótesis alterna es la hipótesis del investigador; y la hipótesis nula, la hipótesis de trabajo.**

El investigador desea quedarse con su proposición preliminar que corresponde a la hipótesis H_1 , llamada también hipótesis alterna. ***Supongamos que el investigador decide quedarse con su hipótesis alterna sin realizar ningún tipo de procedimiento, ningún tipo de prueba ni de acción; entonces, puede estar en lo correcto y que la hipótesis alterna era realmente lo que estaba ocurriendo, pero podría equivocarse y que la hipótesis alterna, en realidad, no era la correcta.***

En este caso, habría cometido un error. A este error se le denomina error tipo I, y puede ocurrir cada vez que afirmamos que nuestra hipótesis del investigador es la correcta.

Tipos de error:

Error tipo I: Aceptar la Hipótesis Alterna cuando era falsa/Rechazar la Hipótesis Alterna cuando era correcta.

Error tipo II: Aceptar la Hipótesis Nula cuando era falsa/Rechazar la Hipótesis Nula cuando era verdadera.

Pero, claro está, cuando hablamos de que la magnitud del error sea lo menor posible tenemos que definir de cuánto estamos hablando.

- ¿Cuánto de probabilidad de error estarías dispuesto a aceptar para rendir un examen? Por ejemplo, ¿un examen de admisión?

Esto quiere decir que debemos fijar un límite para este error: un límite para la probabilidad de desaprobación un examen, un límite para la probabilidad de que una herida postoperatoria se infecte, un límite para la probabilidad de que un vuelo aéreo termine en accidente.

Las ciencias económicas son consideradas una ciencia inexacta, por ende, hay termino de error, al revisar la bibliografía estadística se llega a la siguiente conclusión:

Nivel de confianza

El **nivel de confianza** (ejemplo: 90%, 95%, 99%) representa la **probabilidad de que un intervalo de confianza contenga el verdadero valor poblacional** (como la media o proporción real).

- **Ejemplo:** Si construyes un intervalo de confianza del **95%** para el ingreso promedio en una ciudad, significa que, si repites el estudio **100 veces**, en **95 de ellas** el intervalo capturará el ingreso real.

¿Por qué el 95% es el estándar en ciencias sociales y en especial la Economía?

Se elige el **95%** por un equilibrio entre:

Precisión vs. Costo:

- **Mayor confianza (99%)** → Intervalos más amplios (menos precisión).
- **Menor confianza (90%)** → Intervalos más estrechos, pero mayor riesgo de error.
- **95%** ofrece un **balance óptimo** entre seguridad y utilidad práctica.

Tradición estadística:

- Surgió del trabajo de **Ronald Fisher** (padre de la estadística moderna), quien popularizó el valor de $\alpha=0.05$ (5% de error aceptable) en pruebas de hipótesis.

Aceptación académica:

- Revistas científicas y libros de texto lo adoptaron como estándar para facilitar la comparación de estudios.

Aplicabilidad en muestras pequeñas:

- En ciencias sociales, muchas veces se trabaja con muestras limitadas (ejemplo: encuestas a 200 personas). El 95% permite resultados **suficientemente robustos** sin requerir tamaños muestrales gigantescos.

P-valor

El p-valor (o valor de probabilidad) es un concepto clave en estadística que mide la fuerza de la evidencia en contra de una hipótesis nula (H_0).

Regla de Decisión Clásica

- **$P \leq 0.05$: Se considera "estadísticamente significativo". Rechazas H_0 .**
- **$P > 0.05$: No hay evidencia suficiente. No rechazas H_0 .**

Ejemplo:

- *p-valor = 0.03 → Significativo al 5%. Concluyes que hay efecto.
- *p-valor = 0.07 → No significativo. No puedes afirmar nada.

Tercero: elegir del estadístico de prueba

Criterios para Elegir una Prueba Estadística

Nivel Investigativo

El primer criterio a considerar es el nivel investigativo. Existen diferentes niveles en la investigación:

- Exploratorio: No se realizan análisis estadísticos.
- Descriptivo: Se utiliza análisis univariado.
- Relacional: Se relacionan dos variables (bivariado).
- Explicativo: Se busca establecer relaciones causales (multivariado).
- Predictivo: Se realizan predicciones basadas en modelos estadísticos.
- Aplicativo: Se busca mejorar intervenciones.

Objetivo Estadístico

El objetivo estadístico es otro criterio clave. Dependiendo de la intención del investigador, se pueden utilizar diferentes pruebas:

- Comparar: Si se comparan dos grupos, se puede usar la t de Student.
- Asociar: Para variables categóricas, se utiliza el chi cuadrado.
- Correlacionar: Para variables numéricas, se aplica la correlación de Pearson.

Tipo de Variable

El tipo de variable también influye en la elección de la prueba estadística. Por ejemplo:

- Dos variables categóricas: chi cuadrado.
- Dos variables numéricas: correlación de Pearson.
- Una variable categórica y una numérica: t de Student.

Diseño del Estudio

El diseño del estudio es fundamental para determinar qué prueba utilizar. Existen dos tipos principales:

- Estudios transversales: Se miden variables en un solo momento.
- Estudios longitudinales: Se miden variables en múltiples momentos.

Distribución de los Datos

La distribución de los datos es un criterio crítico. Para aplicar pruebas paramétricas, los datos deben seguir una distribución normal. Si no se cumple este supuesto, se deben considerar pruebas no paramétricas.

Cuarto: dar lectura al p-valor calculado

Paso 1: Plantear Hipótesis

- **Hipótesis nula (H0):** El programa JUNTOS **no** aumentó el bienestar de la población.
- **Hipótesis alternativa (H1):** El programa JUNTOS **sí** aumentó el bienestar de la población.

Paso 2: Datos y Prueba Estadística

- **Muestra:** 200 personas (100 que son beneficiarios del programa JUNTOS, 100 que no lo son).
- **Prueba:** t-test para comparar ingresos promedio entre grupos.
- **Resultado:**

➤ p-valor calculado: 0.03.

Paso 3: Interpretación del *p-valor*

- **Decisión:**
 - Como $p=0.03 \leq 0.05$, se rechaza H0.
 - **Conclusión:** Hay evidencia estadística (al nivel del 5%) de que el programa **sí aumentó** los ingresos.

“ESTADISTICAMENTE ES SIGNIFICATIVA”

¿Qué Hubiera Pasado si $p\text{-valor} = 0.10$?

- **Decisión:** No se rechaza H0 (no hay evidencia suficiente al 5%).
 - **Conclusión:** "No podemos afirmar que el programa JUNTOS haya aumentado el bienestar de la población.

“ESTADISTICAMENTE NO ES SIGNIFICATIVA”

Quinto: tomar una decisión estadística

Esta vez tendremos que decidir con cuál de las dos hipótesis nos vamos a quedar: con la hipótesis nula o con la hipótesis alterna, que corresponden a los valores de verdad de la proposición que es nuestro enunciado.

Ejemplo 1:

- **Decisión:**
 - Como $p=0.03$ y esta es: ≤ 0.05 , se rechaza H_0 .
 - **Conclusión:** Hay evidencia estadística (al nivel del 5%) de que el programa JUNTOS **sí aumentó** el bienestar de la población.

“ESTADISTICAMENTE ES SIGNIFICATIVA”

Ejemplo 2:

- **Decisión:** No se rechaza H_0 (no hay evidencia suficiente al 5%).
 - Como $p=0.10$ y esta es: >0.05 , se acepta H_0 .
 - **Conclusión:** No hay evidencia estadística (al nivel del 5%)
No podemos afirmar que el programa JUNTOS haya aumentado el bienestar de la población.

“ESTADISTICAMENTE NO ES SIGNIFICATIVA”