

---

---

# ***ESTADÍSTICA APLICADA A LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA***

Unidad 1:  
Investigación científica y estadística

# ¿Qué es la investigación científica?

La investigación científica se refiere a un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un problema o fenómeno.

## **Características:**

- Es sistemática y planificada.
- Usa métodos y técnicas validadas.
- Busca explicar, predecir o comprender fenómenos.
- Sus resultados deben poder ser replicados o contrastados por otros investigadores.
- Genera conocimiento nuevo o profundiza el existente.



La **Investigación Científica** se rige por el **método científico**. Busca generar nuevo conocimiento o validar conocimientos existentes, de manera **objetiva, sistemática, crítica y replicable**. Está orientada a aportar a la ciencia y requiere fundamentación teórica, procedimientos claros, recolección de datos, análisis y **conclusiones verificables**.

# Enfoques de investigación

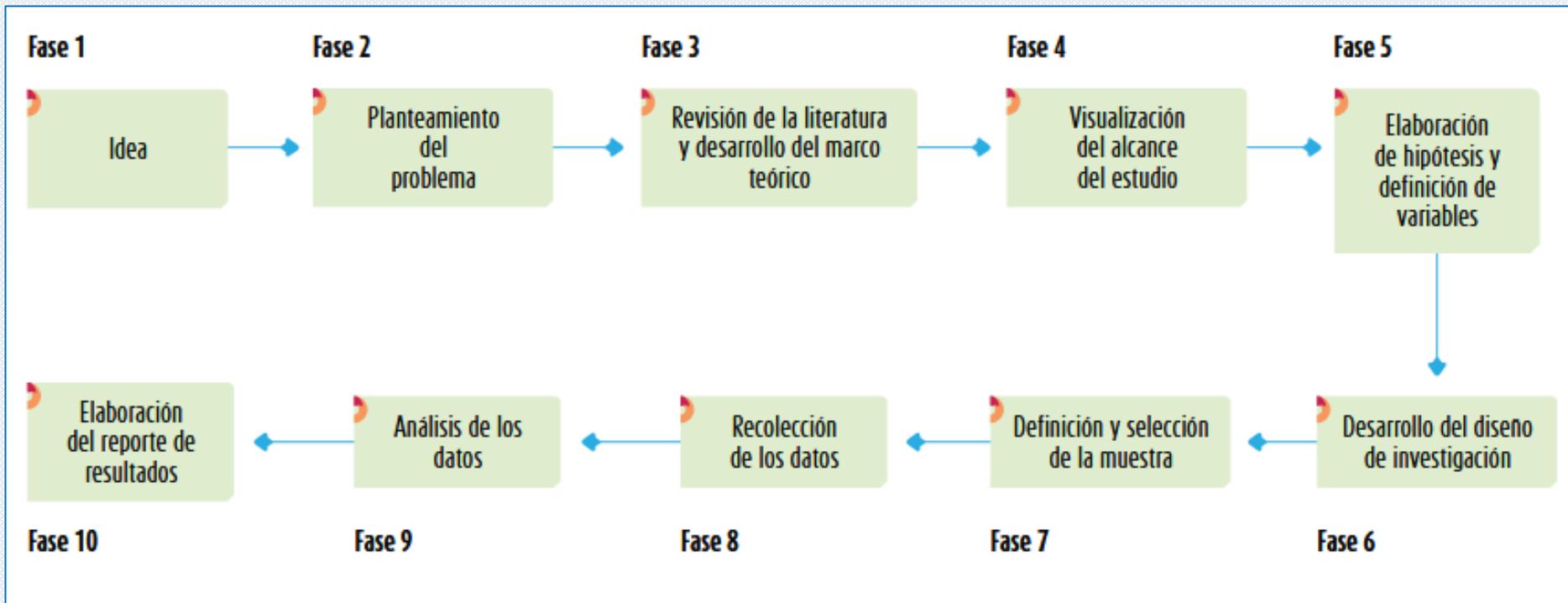
- **Enfoque cuantitativo:** medición, prueba de hipótesis, análisis estadístico.
- **Enfoque cualitativo:** exploración de significados, experiencias, contexto.
- **Enfoque mixto:** integración de datos cuantitativos y cualitativos.

# Investigación cuantitativa

Es una indagación sistemática de fenómenos mediante la recolección de datos cuantificables y técnicas estadísticas o matemáticas. Se centra en medir variables precisas para explicar y predecir relaciones numéricas.

- **Objetivo:** probar hipótesis basadas en teoría, medir efectos y generalizar resultados a poblaciones mayores. Utiliza muestreo estadístico y herramientas como encuestas, experimentos controlados, simulaciones y análisis de regresión.
- **Datos y análisis:** utiliza datos numéricos (mediciones, conteos). Emplea estadísticas descriptivas e inferenciales para encontrar tendencias y relaciones significativas. Por ejemplo, en ingeniería medir la resistencia de un material (carga vs. deformación) o en informática medir tiempos de respuesta promedio de un algoritmo.

# Proceso de investigación cuantitativa



Hernández Sampieri (2014)

## **El enfoque cuantitativo tiene las siguientes características:**

1. Refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación: ¿cada cuánto ocurren y con qué magnitud?
2. El investigador plantea un problema de estudio delimitado y concreto sobre el fenómeno, aunque en evolución. Sus preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas.
3. Una vez planteado el problema de estudio, el investigador considera lo que se ha investigado anteriormente y construye un marco teórico, del cual deriva una o varias hipótesis (cuestiones que va a examinar si son ciertas o no) y las somete a prueba mediante el empleo de los diseños de investigación apropiados.
4. Las hipótesis (por ahora denominémoslas “creencias”) se generan antes de recolectar y analizar los datos.
5. La recolección de los datos se fundamenta en la medición (se miden las variables o conceptos con tenidos en las hipótesis). Esta recolección se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica.
6. Debido a que los datos son producto de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar con métodos estadísticos.
7. Los análisis cuantitativos se interpretan a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría).

# Investigación cuantitativa

## Ventajas y limitaciones

**Ventajas:** permite generalizar resultados cuando la muestra es representativa; los resultados suelen ser objetivos y replicables; ofrece precisión numérica. Los análisis estadísticos permiten evaluar la confiabilidad de los hallazgos.

**Limitaciones:** requiere variables y diseños establecidos de antemano; es rígida ante fenómenos complejos no previstos; no aborda profundidad de contextos ni significados subjetivos. No captura fácilmente cambios dinámicos o fenómenos sociales no cuantificables.

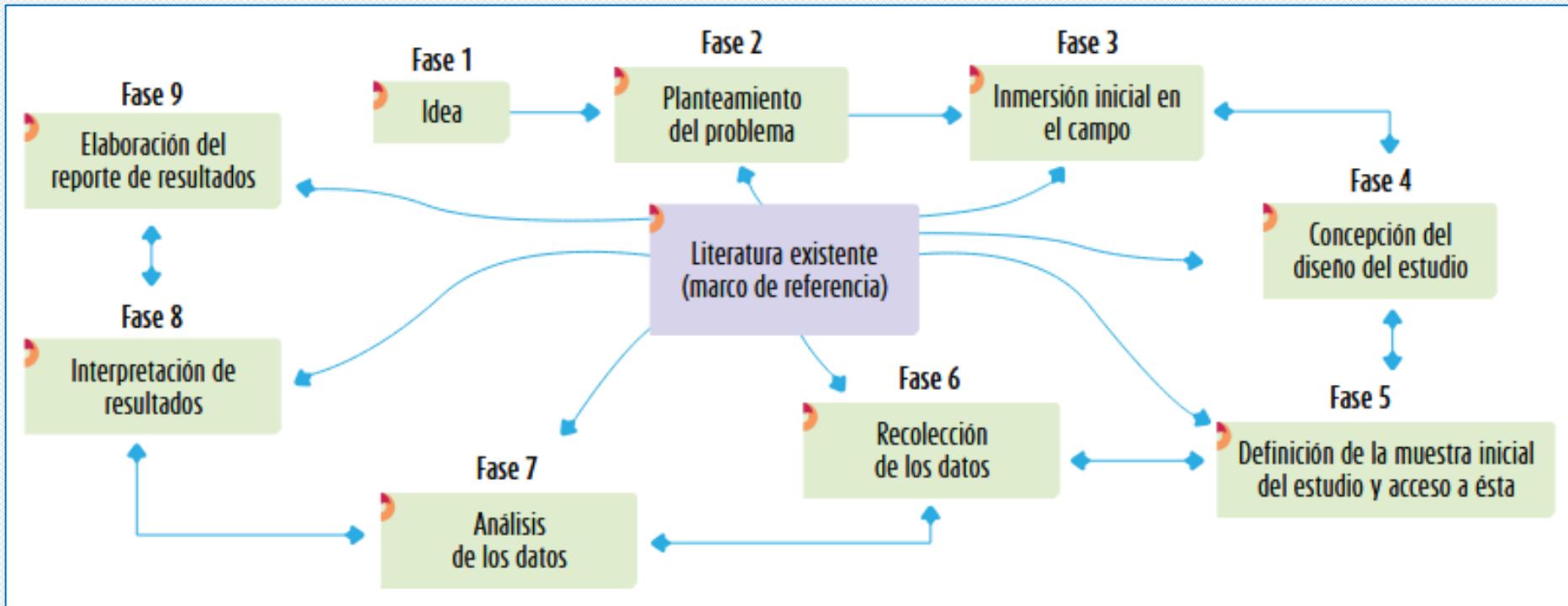
# ACTIVIDAD AULICA 1

# Investigación cualitativa

Utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación. Implica recolectar y analizar datos no numéricos para comprender conceptos, opiniones o experiencias centradas en perspectivas profundas sobre un fenómeno y su significado en contexto.

- **Objetivo:** comprender, describir e interpretar en profundidad fenómenos sociales, culturales o humanos, explorando el significado que las personas atribuyen a sus experiencias, comportamientos y contextos.
- **Datos y análisis:** utiliza datos no numéricos. Emplea métodos de análisis basados en entrevistas en profundidad, grupos focales, observación participante, estudio de caso y análisis de contenido.

# Proceso de investigación cualitativa



## **El enfoque cualitativo tiene las siguientes características:**

1. El investigador plantea un problema, pero no sigue un proceso definido claramente. Sus planteamientos iniciales no son tan específicos como en el enfoque cuantitativo y las preguntas de investigación no siempre se han conceptualizado ni definido por completo.
2. En la búsqueda cualitativa, en lugar de iniciar con una teoría y luego “voltear” al mundo empírico para confirmar si ésta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza examinando los hechos en sí y en el proceso desarrolla una teoría coherente para representar lo que observa (Esterberg, 2002). Dicho de otra forma, las investigaciones cualitativas se basan más en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas). Van de lo particular a lo general, es decir, procede caso por caso, dato por dato, hasta llegar a una perspectiva más amplia.
3. En la mayoría de los estudios cualitativos no se prueban hipótesis, sino que se generan durante el proceso y se perfeccionan conforme se recaban más datos; son un resultado del estudio.
4. El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados completamente. Tal recolección consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos más bien subjetivos). También resultan de interés las interacciones entre individuos, grupos y colectividades. El investigador hace preguntas más abiertas, recaba datos expresados a través del lenguaje escrito, verbal y no verbal.

# Investigación cualitativa

## Ventajas y limitaciones

**Ventajas:** proporciona comprensión profunda y detallada; explora el “por qué” y el “cómo” de fenómenos (p.ej., cultura de seguridad, aceptación tecnológica); capta complejidad y contexto que los datos numéricos ignoran.

**Limitaciones:** difícil de generalizar a gran escala; depende de la interpretación del investigador (riesgo de sesgos); menor objetividad desde el paradigma positivista; no busca replicabilidad exacta.

# ACTIVIDAD AULICA 2

# Investigación mixta

Integra en un mismo estudio procedimientos, técnicas y análisis propios de la investigación cuantitativa y de la investigación cualitativa, con el propósito de obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado. No se trata solo de usar ambos tipos de datos, sino de combinarlos de manera estratégica para que sus fortalezas se complementen y compensen sus limitaciones.

- **Objetivo:** lograr una *visión holística* del problema, combinando:
  - La medición y generalización propias de lo cuantitativo.
  - La profundización y comprensión de significados propias de lo cualitativo.
- **Integración de los resultados**
  - Triangulación:** comparar y contrastar hallazgos de ambos enfoques.
  - Convergencia:** verificar si los datos cuantitativos y cualitativos apuntan a conclusiones similares.
  - Explicación complementaria:** usar los datos cualitativos para explicar tendencias numéricas, o viceversa.

# La Estadística en la Investigación Científica

Según Hernández Sampieri (2014), la estadística es fundamental en la investigación científica, especialmente en el enfoque cuantitativo. Permite organizar, describir, analizar e interpretar datos de manera objetiva, proporcionando evidencia para probar hipótesis y generalizar resultados.

La **estadística** es esencial en la investigación científica porque proporciona las herramientas para **convertir datos en conocimiento válido**, permitiendo que las conclusiones sean objetivas, verificables y reproducibles.

## IMPORTANCIA DE LA ESTADÍSTICA EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (1)

### **Diseño de la investigación**

Ayuda a planificar cómo se van a recopilar los datos (muestreo, tamaño de muestra, control de variables).

Permite optimizar recursos y asegurar que los resultados sean representativos.

### **Organización y descripción de datos**

Facilita resumir grandes volúmenes de información en tablas, gráficos y medidas descriptivas (medias, medianas, desviaciones).

Ayuda a identificar patrones, tendencias y anomalías.

### **Análisis e interpretación**

Proporciona métodos para probar hipótesis y determinar si los resultados son significativos o se deben al azar.

Permite comparar grupos, detectar relaciones y modelar fenómenos.

## IMPORTANCIA DE LA ESTADÍSTICA EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (2)

### **Control de la incertidumbre**

Utiliza probabilidades y márgenes de error para estimar qué tan confiables son los resultados.

Evita conclusiones basadas en percepciones subjetivas.

### **Generalización de resultados**

Permite extrapolar hallazgos de una muestra a una población mayor con un nivel conocido de confianza.

### **Comunicación científica**

Presenta resultados de forma clara y rigurosa, lo que facilita la revisión por pares y la replicación.

## ¿Por qué es clave la estadística en el enfoque cuantitativo?

- Se basa en la medición objetiva y análisis numérico.
- Permite diseñar experimentos e instrumentos válidos.
- Ayuda a validar hipótesis y generalizar resultados.
- Es base del análisis inferencial y descriptivo.
- Sustenta la toma de decisiones en ingeniería basada en datos.

## Ejemplo 1

### Efecto del tipo de lubricante en la duración de una máquina

**Pregunta:** ¿Cómo varía la duración de funcionamiento de una máquina industrial según el tipo de lubricante utilizado?

- **Variables:**

- Tipo de lubricante (categórica: A, B, C)
- Duración hasta mantenimiento (continua, en horas)

- **Diseño experimental:**

Se evaluaron tres grupos de máquinas, cada uno utilizando un tipo distinto de lubricante, durante un período de operación controlado.

- **Análisis: Estadística descriptiva**

- Cálculo de **medias, medianas y desviaciones estándar** de la duración para cada grupo.
- Construcción de **diagramas de caja (boxplots)** para visualizar la dispersión y detectar valores atípicos.
- Comparación visual de tendencias y consistencia del desempeño según lubricante.

- **Resultado esperado:**

- Lubricante C muestra mayor duración media y menor variabilidad.
- Lubricante A tiene mayor dispersión, con casos extremos de bajo rendimiento.
- La comparación gráfica permite identificar el lubricante más confiable para extender el tiempo entre mantenimientos.

## Ejemplo 2

### Evaluación de una mejora en el proceso de envasado

**Pregunta:** ¿La implementación de un sistema de alimentación automática redujo significativamente el tiempo promedio de envasado por lote?

- **Variables:**

- Tiempo de envasado por lote (continua, en minutos)
- Periodo (categórica binaria: antes vs. después de la mejora)

- **Diseño cuasiexperimental:**

Se midieron los tiempos de envasado de 30 lotes antes y 30 después de implementar el nuevo sistema. Las condiciones de producción fueron similares para ambos periodos.

- **Análisis: Estadística inferencial**

- **Prueba t de Student para muestras independientes** (con prueba de igualdad de varianzas).
- Hipótesis nula ( $H_0$ ): No hay diferencia significativa en el tiempo promedio de envasado antes y después de la mejora.
- Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): El nuevo sistema redujo significativamente el tiempo promedio.

- **Resultado esperado:**

- $p < 0.05$ , lo que permite rechazar la hipótesis nula.
- El tiempo promedio posterior a la mejora es significativamente menor.
- El análisis estadístico permite concluir con evidencia que la intervención fue efectiva.

# ACTIVIDAD AULICA 3

# Rol de la estadística en la investigación cualitativa

Aunque la investigación cualitativa se centra en datos no numéricos, la estadística puede colaborar en:

- Diseñar muestras teóricas (muestreo intencional, por saturación).
- Organizar frecuencias de códigos y categorías.
- Visualizar patrones emergentes mediante tablas o gráficos.
- Enfoque complementario: triangulación con datos cuantitativos.

## Ejemplo 1

### Cultura de seguridad en el área de mantenimiento

**Pregunta:** ¿Cómo perciben los operarios de mantenimiento los protocolos de seguridad en su rutina diaria?

- **Variables (emergentes):**

- Prácticas de seguridad percibidas
- Obstáculos para el cumplimiento
- Cultura de comunicación y liderazgo

- **Diseño de investigación:**

Estudio de caso único con enfoque cualitativo.

Se realizaron 15 entrevistas semiestructuradas a técnicos y supervisores del área de mantenimiento industrial. También se analizaron documentos y registros internos de incidentes.

- **Análisis:**

- Codificación abierta y axial de los discursos.
- Identificación de categorías emergentes: cumplimiento simbólico, barreras operativas, percepción de riesgo, estilo de liderazgo.
- Uso de matrices temáticas y citas textuales para sostener interpretaciones.

- **Resultado esperado:**

- Se identifican tensiones entre la normativa formal y la práctica diaria.
- La percepción de seguridad depende fuertemente del liderazgo inmediato.

## Ejemplo 2

### Percepción del trabajo en equipo en células de producción

**Pregunta:** ¿Qué factores influyen en la percepción de efectividad del trabajo en equipo en un sistema de producción celular?

- **Variables (emergentes):**
  - Confianza entre compañeros
  - Distribución del liderazgo
  - Comunicación horizontal
- **Diseño de investigación:**

Investigación cualitativa con enfoque fenomenológico.  
Se realizaron 10 entrevistas en profundidad a operarios y líderes de célula de una planta de manufactura que adoptó recientemente la producción en células.
- **Análisis:**
  - Análisis temático basado en categorías inductivas.
  - Agrupación de narrativas por patrones de experiencia compartida.
  - Validación cruzada con observaciones participativas en el piso de producción.
- **Resultado esperado:**
  - La percepción positiva del trabajo en equipo está asociada con la autonomía operativa y la rotación de roles.
  - Los conflictos de liderazgo afectan la comunicación interna y la productividad.
  - La experiencia de equipo va más allá de la estructura formal: depende del reconocimiento mutuo y la cultura de colaboración.

# ACTIVIDAD AULICA 4

## Rol de la estadística en enfoques mixtos

- Combina datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio.
- Integra lo numérico (mediciones, análisis estadístico) con lo interpretativo (percepciones, narrativas).
- La estadística permite analizar, contrastar y complementar resultados cuantitativos con hallazgos cualitativos.
- Requiere una estrategia de integración clara (secuencial o concurrente).

## Ejemplo 1

### Clima organizacional y productividad en áreas de manufactura

**Pregunta:** ¿Cómo se relaciona el clima organizacional percibido por los trabajadores con los indicadores de productividad en una planta de manufactura?

- **Variables:**

- *Cuantitativas:* rendimiento promedio por turno (unidades/hora), rotación de personal
- *Cualitativas:* percepción del ambiente laboral, liderazgo, apoyo entre pares

- **Diseño de investigación:**

Diseño **secuencial explicativo:**

- **Primero** se recogieron datos cuantitativos de productividad y encuestas de clima laboral en 5 líneas de producción.
- **Luego**, se realizaron entrevistas a operarios y supervisores para profundizar en las causas de los resultados.

- **Análisis:**

- Estadística descriptiva y correlación entre clima y productividad.
- Análisis temático de las entrevistas para explicar diferencias observadas.
- Triangulación de datos para integrar ambas fuentes de evidencia.

- **Resultado esperado:**

- Se observa que las líneas con mayor percepción de apoyo y confianza tienen mejor rendimiento y menor rotación.
- Las entrevistas revelan que la comunicación informal y el liderazgo accesible son claves para ese clima positivo.

## Ejemplo 2

### Evaluación de una intervención lean en el área de logística

**Pregunta:** ¿Cuál es el impacto técnico y humano de la implementación de herramientas lean en el área de logística interna?

- **Variables:**

- *Cuantitativas:* tiempo de reposición de materiales, errores de entrega, utilización de recursos
- *Cualitativas:* percepción del cambio, resistencia, aprendizaje colectivo

- **Diseño de investigación:** *Diseño convergente paralelo*

Se recopilaban **simultáneamente** datos cuantitativos antes y después de la intervención, y entrevistas con trabajadores logísticos.

- **Análisis:**

- Análisis de series temporales para evaluar mejoras operativas.
- Codificación temática de entrevistas sobre experiencias del cambio.
- Comparación de resultados para identificar coherencias o discrepancias entre lo técnico y lo humano.

- **Resultados esperados:**

- Reducción del 20% en tiempos de reposición y mejora en la trazabilidad.
- Sin embargo, algunos trabajadores perciben sobrecarga o falta de formación adecuada.
- La estadística muestra el impacto, pero las entrevistas explican los factores de éxito o tensión.

# Comparación de enfoques de investigación (1)

<b>Criterio</b>	<b>Cuantitativo</b>	<b>Cualitativo</b>	<b>Mixto</b>
<b>Propósito</b>	Medir y analizar variables de forma objetiva.	Comprender fenómenos en profundidad.	Combinar medición y comprensión.
<b>Naturaleza de datos</b>	Numéricos, estadísticos.	Textuales, narrativos, visuales.	Mixtos: numéricos y cualitativos.
<b>Métodos de recolección</b>	Encuestas, experimentos, pruebas.	Entrevistas, observaciones, grupos focales.	Uso combinado de técnicas.
<b>Análisis de datos</b>	Estadístico (SPSS, Minitab, Excel).	Interpretativo, categorial, de contenido.	Estadístico e interpretativo.
<b>Epistemología</b>	Positivista / post-positivista.	Interpretativa / constructivista.	Pragmatista (según objetivo).

## Comparación de enfoques de investigación (2)

Criterio	Cuantitativo	Cualitativo	Mixto
<b>Rol del investigador</b>	Objetivo, distante del objeto de estudio.	Participante, inmerso en el contexto.	Varía según fase (objetivo o inmerso).
<b>Hipótesis</b>	Se plantea y se pone a prueba.	No se plantea inicialmente, emerge del estudio.	Se puede plantear y también descubrir.
<b>Diseño del estudio</b>	Estructurado, rígido, previo.	Flexible, abierto, evolutivo.	Secuencial o concurrente (estructurado y flexible).
<b>Generalización</b>	Alta: busca representar poblaciones.	Baja: busca transferibilidad contextual.	Posible, según fase y datos.
<b>Ejemplo</b>	Rendimiento académico con pruebas estandarizadas.	Experiencia en universidad (nivel socioeconómico).	Encuestas + entrevistas en análisis de clima organizacional.

# ARTICULACIÓN ENTRE ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EL ROL DE LA ESTADÍSTICA

- Comprender los distintos enfoques de investigación —cuantitativo, cualitativo y mixto— es esencial para seleccionar métodos que respondan adecuadamente a las preguntas científicas planteadas. Cada enfoque ofrece una perspectiva distinta sobre la realidad: el cuantitativo busca generalizar a partir de mediciones objetivas, el cualitativo busca comprender significados en contextos específicos, y el mixto integra ambos para enriquecer la interpretación de los fenómenos.
- La estadística desempeña un papel central, no solo como herramienta de análisis numérico, sino como lenguaje que permite estructurar la evidencia, evaluar hipótesis y comunicar resultados con rigor. Su aplicación es especialmente crucial en el enfoque cuantitativo, aunque también puede asistir procesos en el cualitativo, por ejemplo, en la sistematización de datos categóricos o validación intersubjetiva.
- Lejos de ser excluyentes, los enfoques pueden complementarse estratégicamente. Integrar métodos permite captar tanto la profundidad como la extensión de los fenómenos, fortaleciendo la validez y la aplicabilidad de los resultados.
- Esta articulación demanda un pensamiento crítico y flexible por parte del investigador, quien debe interpretar los datos con criterio, más allá de las técnicas empleadas.

# ACTIVIDAD AULICA 5