

# Abordaje de Problemas

## PARTE 2

# Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente
3. Analizar evidencia, teoría y experiencia
4. A partir de #1 - 3, establecer el objetivo que deberá satisfacer la «Solución»
- 5. Formular “alternativas de solución” y compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones
6. Seleccionar la mejor alternativa
7. Implementar la alternativa elegida
8. Evaluar los resultados
- 9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

Asegurarse de tener bien  
definido el «Problema»

# Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)

En la Parte 1 habíamos dicho:

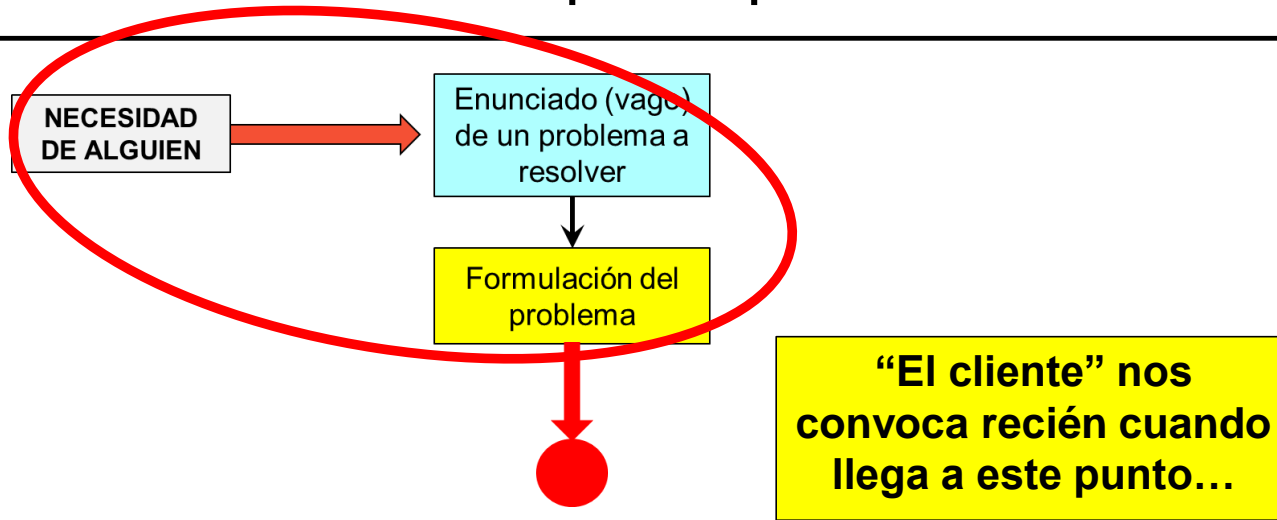
Este paso parece obvio... pero no lo es.

En nuestro curso los “problemas” resultarán de enunciados escritos y los docentes nos preocuparemos porque las “letras” estén claras para que se entiendan.

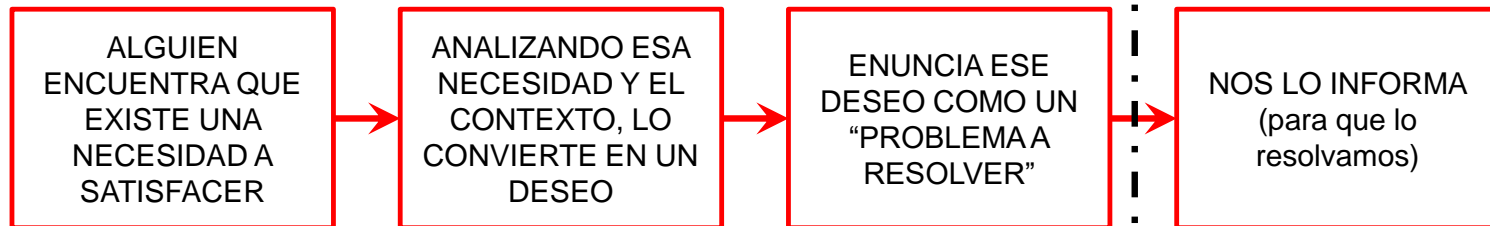
Pero en la vida “real” los problemas no siempre nos llegan con “enunciados correctos y claramente entendibles”.

Ahondaremos un poco más de casos así en la Parte 2.

# Todo empieza por....



# Secuencia de pasos...

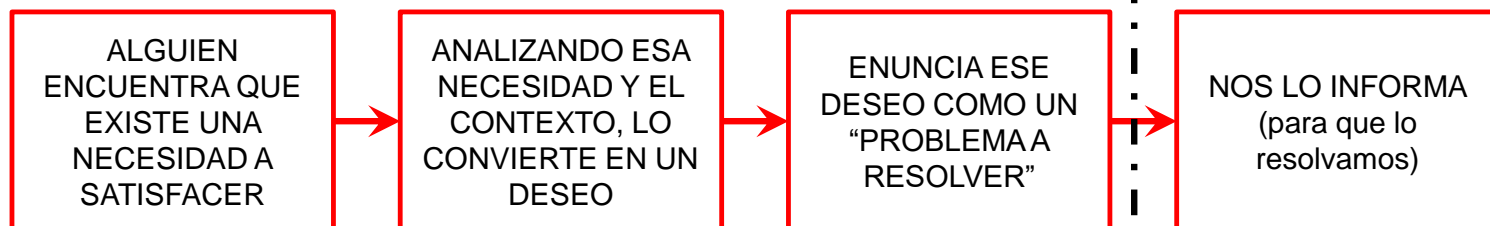


## Aclaración

En estas diapositivas llamamos “cliente” a quien tiene un problema y nos convoca para que nosotros lo resolvamos.

La figura de “cliente” debe ser entendida con sentido amplio: puede ser alguien que efectivamente contrata o pretende contratar nuestros servicios, algún superior jerárquico en nuestro empleo, un profesor que nos está evaluando, un amigo o familiar o cualquier persona que sienta que tiene una necesidad y piense que nosotros podremos ayudarlo (incluso nosotros mismos).

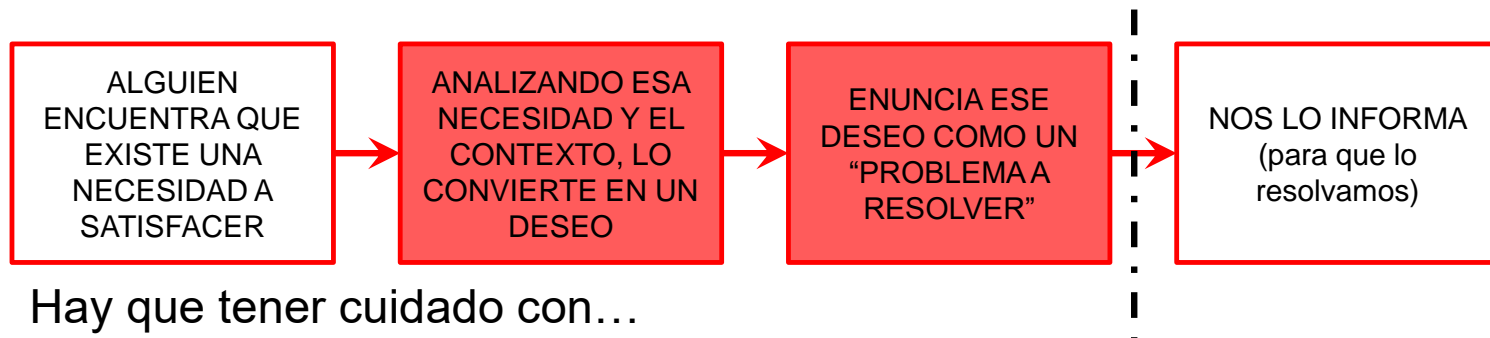
## Repasando la secuencia de pasos...



Hay que tener cuidado con...

1. El cliente (quien nos plantea la necesidad) puede no haber hecho un correcto análisis y lo que desea no va a satisfacer su necesidad
2. El cliente puede haber formulado un enunciado de su problema que no se corresponde perfectamente con lo que desea
3. La comunicación del “problema a resolver” puede ser defectuosa (por causas asignables al mensajero, al receptor, o a ambos)

## Repasando la secuencia de pasos...

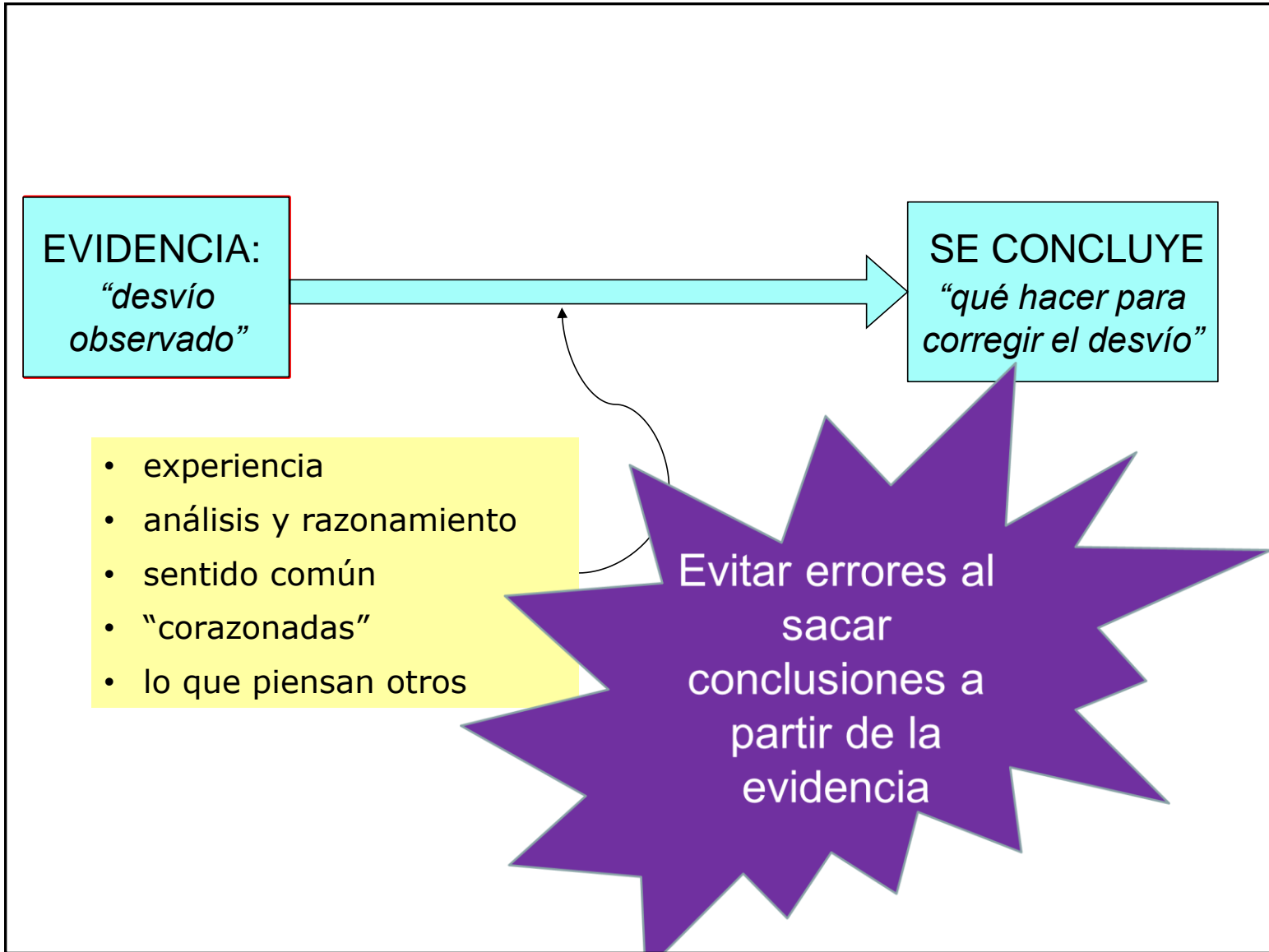


Hay que tener cuidado con...

1. El cliente (quien nos plantea la necesidad) puede no haber hecho un correcto análisis y lo que desea no va a satisfacer su necesidad
2. El cliente puede haber formulado un enunciado de su problema que no se corresponde perfectamente con lo que desea

Estos pasos se vuelven particularmente importantes cuando el tipo de problema que se nos plantea es la *"corrección de un desvío observado"*.





Muchas veces se atribuyen ciertos efectos a supuestas causas que no tienen nada que ver con los mismos.

RIGOR CIENTÍFICO

SENTIDO COMÚN... SENTIDO COMÚN... SENTIDO COMÚN...

«La verdad no se vota»

## Repasando la secuencia de pasos...

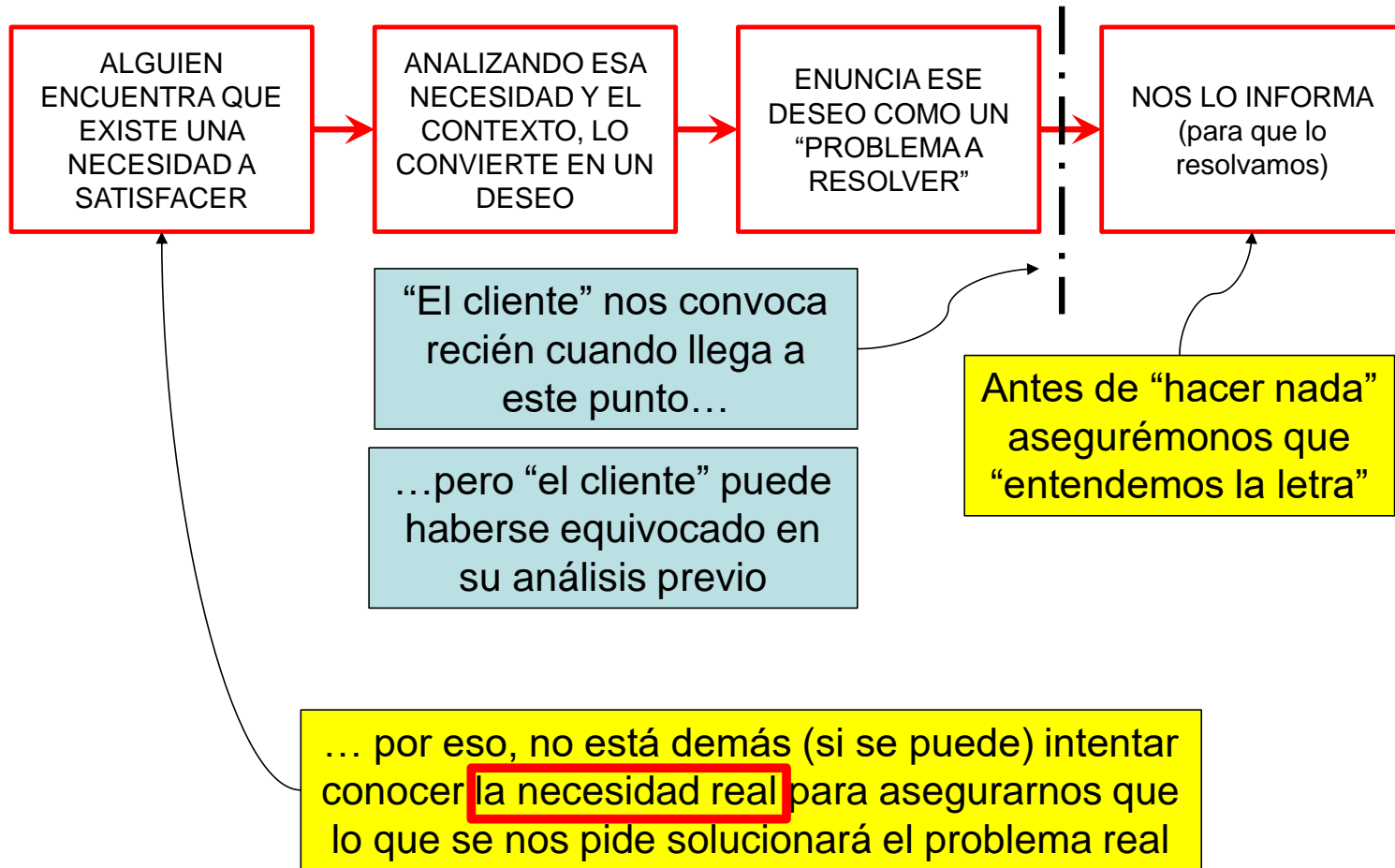


Hay que tener cuidado con...

1. El cliente (quien nos plantea la necesidad) puede no haber hecho un correcto análisis y lo que desea no va a satisfacer su necesidad
2. El cliente puede haber formulado un enunciado de su problema que no se corresponde perfectamente con lo que desea
3. La comunicación del "problema a resolver" puede ser defectuosa (por causas asignables al mensajero, al receptor, o a ambos)

... por eso, no está demás (si se puede) intentar conocer la necesidad real para asegurarnos que lo que se nos pide solucionará el problema real

# Repasando la secuencia de pasos...



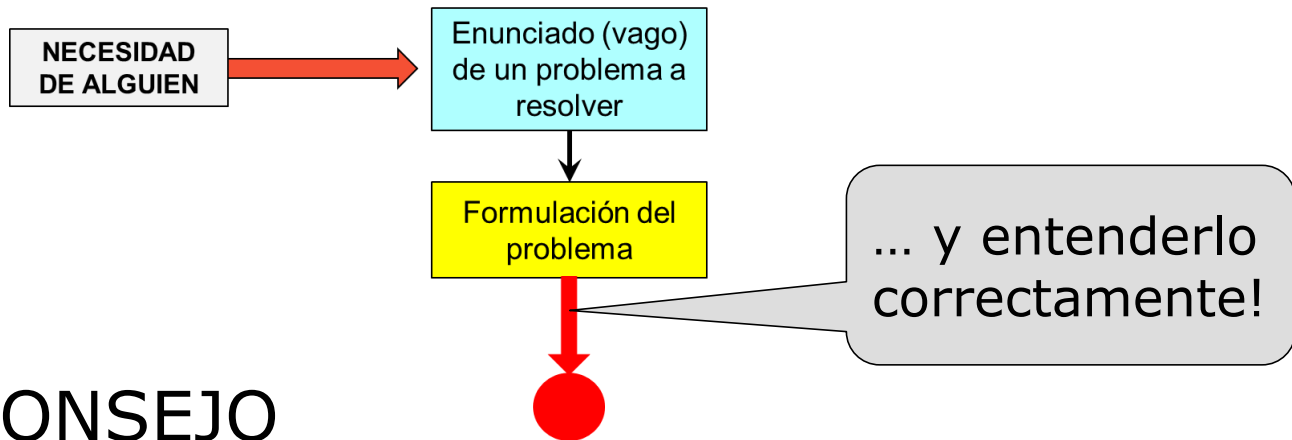
# Sobre las dificultades de comunicación...

## OBJETIVOS DE COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Contribuir a...

- Otra competencia importante es la capacidad de entender al otro.
- En una diapositiva previa destacamos la “comprensión lectora”; que no figura en este listado porque se considera “ya desarrollada” en niveles preuniversitarios
- Sin embargo, en ediciones previas del curso notamos que todavía no todos tenían desarrollada su comprensión lectora en los niveles requeridos

de  
otras



## CONSEJO

- no subestimen la importancia de este paso
- no se “apuren” en este paso (pensando en pasar más rápido a la etapa de “resolución”).

El tiempo invertido en asegurarse que el problema que van a intentar resolver es el correcto, es tiempo muy bien invertido.

## Ejemplo

*“La válvula de control de entrada de vapor al tanque de agua caliente no funciona bien. Hace días que no estamos pudiendo controlar la temperatura ¿Podrían repararla?”*



EL JEFE DE  
PRODUCCIÓN



EL JEFE DE  
MANTENIMIENTO

# Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente
3. Analizar evidencia, teoría y experiencia
4. A partir de #1 - 3, establecer el objetivo que deberá satisfacer la «Solución»
- 5. Formular “alternativas de solución” y compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones
6. Seleccionar la mejor alternativa
7. Implementar la alternativa elegida
8. Evaluar los resultados
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.



# Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente

En la Parte 1 habíamos hablado de la Gestión de Datos / Información

## Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita
2. Saber cuáles son las posibles fuentes para conseguir esos datos / información
3. Conseguir los datos / información
4. Preocuparnos por la calidad de los datos / información que terminaremos usando para resolver el problema (exactitud y precisión)

# Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita
2. Saber cuáles son las posibles fuentes para conseguir esos datos / información
3. Conseguir los datos / información
4. Preocuparnos por la calidad de los datos / información que terminaremos usando para resolver el problema (exactitud y precisión)

# Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita

2. Saber cuáles son las posibles fuentes para conseguir esos datos / información

Esto requiere

3

- entender el problema

4

- conocer el contexto y

- saber sobre la materia de que se trata el problema

(precisión)

# Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita
2. Saber cuáles son las posibles fuentes para conseguir esos datos / información
3. Conseguir los datos / información
4. Preocuparnos por la calidad de los datos / información (precisión)  
¿El dato / información necesaria se puede llegar a conocer?

Si el dato / información necesaria  
se puede llegar a conocer...

**Nos debemos ocupar de  
conseguir su valor real.**



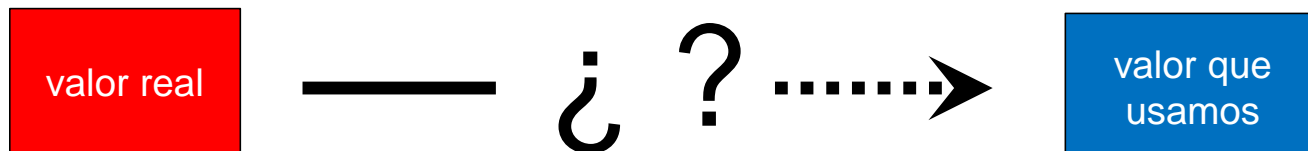
... y eso puede implicar el tener que  
resolver un nuevo “problema”

Pero...

¿y si el dato / información  
necesaria no se puede llegar a  
conocer a tiempo?

¿o cuesta mucho conocerlo?

¿o no existe?



## Falta de acceso a los datos

Puede ocurrir que algún o algunos datos necesarios no se puedan conocer o que ni siquiera existan.

Ejemplos:

- Propiedades de cosas inaccesibles
- Valores de propiedades a futuro
- Probabilidades de ocurrencia de diferentes eventos

Puede ocurrir que dudemos de los datos / información que nos dan las fuentes disponibles

## Falta de acceso a los datos

Ante situaciones como éstas (si no queremos abandonar el intento de resolver el problema) deberemos usar estimaciones para los datos no disponibles.

Podremos usar un valor estimado o un rango de valores probables, pero en cualquier caso existirá un riesgo de error asociado (que también deberá ser considerado a la hora de informar esos datos, y a la hora de validar los resultados obtenidos a partir de ellos)



# Circuito de la información

valor real

valor que  
necesitamos

## Circuito de la información

valor real

valor que  
necesitamos

estimación  
del valor  
real

Vimos que en ocasiones, el valor real no existe o es inaccesible, y debemos recurrir a una estimación

## Circuito de la información



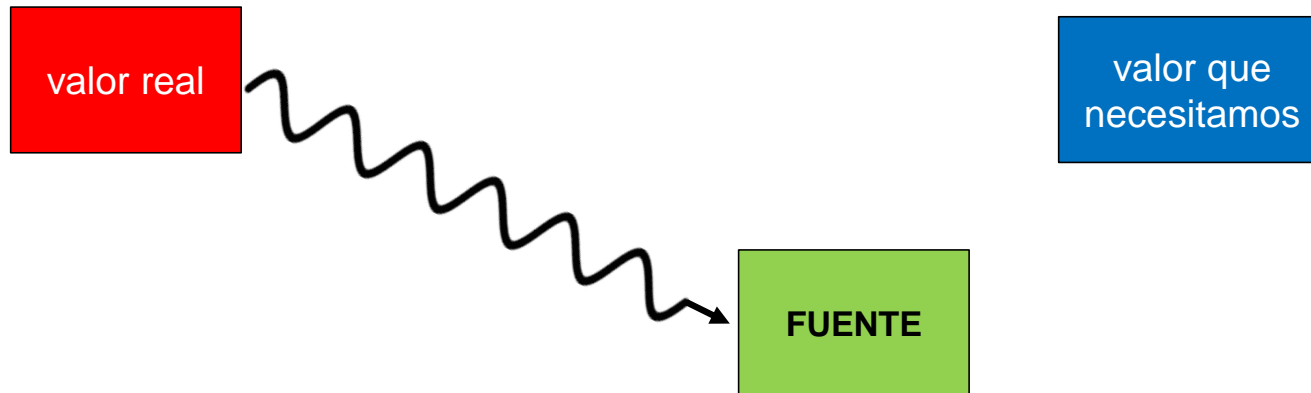
¿Cómo nos hacemos del dato / información para usarlo en la resolución del problema?

Muchas veces no podemos acceder directamente al valor real ni a su estimación

pero otras personas sí...

... en ese caso recurrimos a una "fuente"

## Circuito de la información



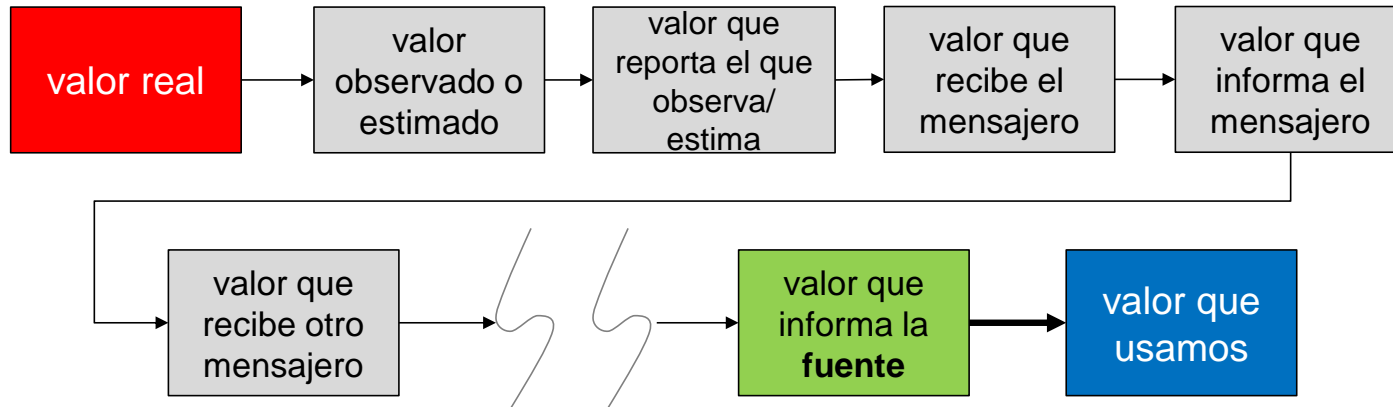
... en ese caso recurrimos a una "fuente"

## Circuito de la información



... en ese caso recurrimos a una "fuente"

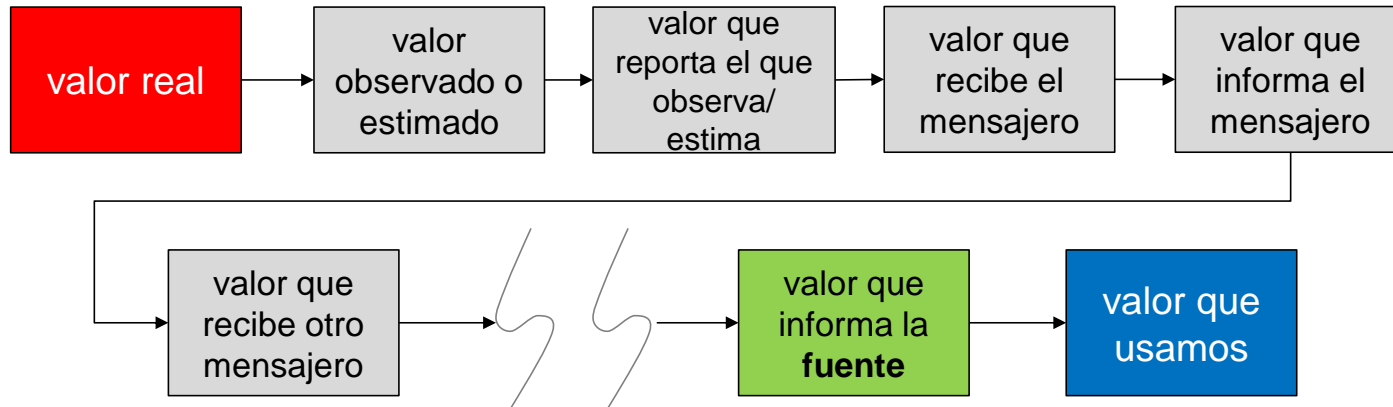
## Circuito de la información



*Pero... la fuente también puede necesitar otros intermediarios para acceder al dato / información.*

NOTA: Este diagrama es aplicable a cualquier dato o información –no sólo a valores numéricos que se miden con instrumentos de medición-.

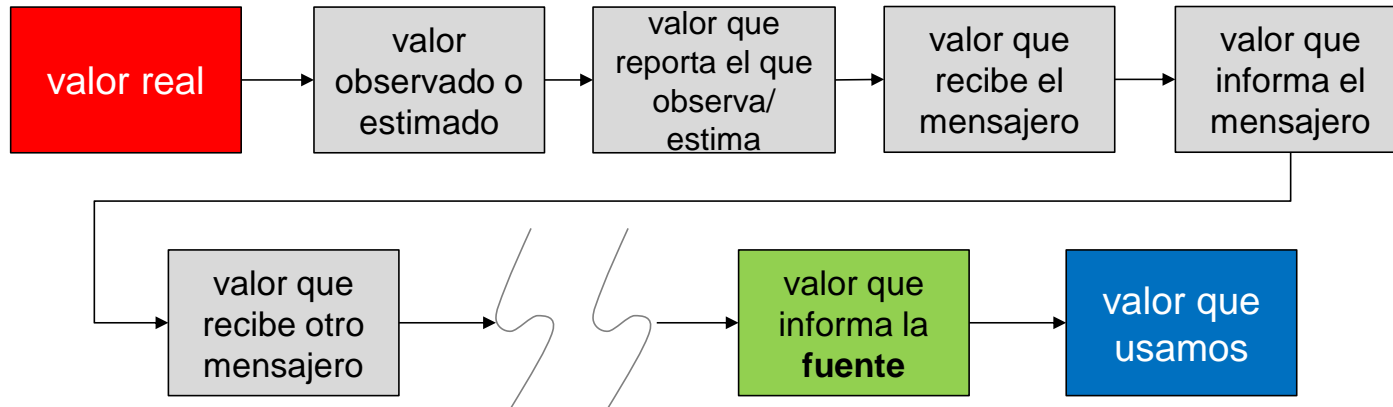
# Circuito de la información



Pero... ¿estamos seguros que el “valor que usamos” es igual al “valor real”?

¿Por qué podrían no ser iguales?

## Circuito de la información

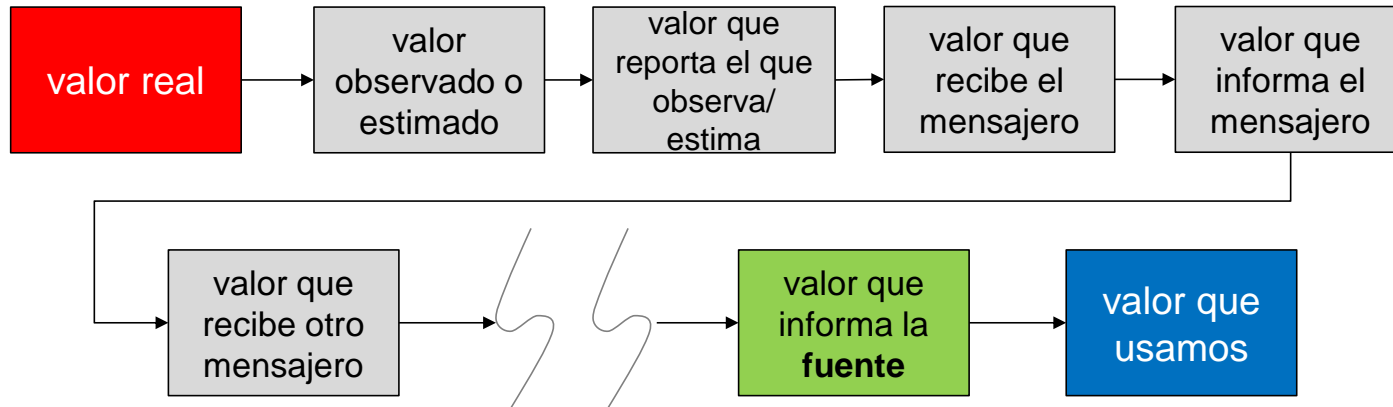


### Posibles tipos de error:

- Instrumento mide mal
- El que observa, no observa bien
- El que estima, estima mal
- Alguno de los eslabones informa mal
- Alguno de los eslabones interpreta mal



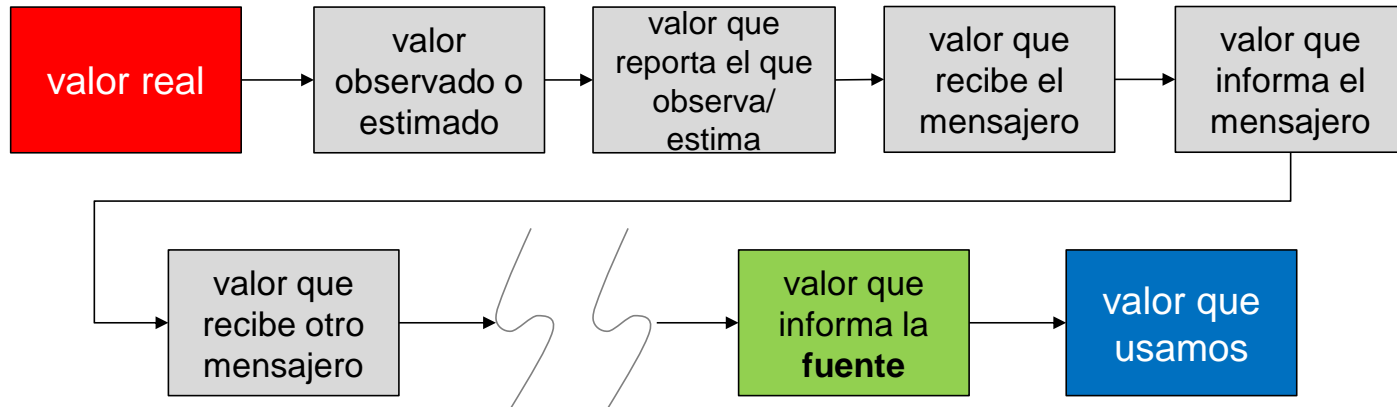
# Circuito de la información



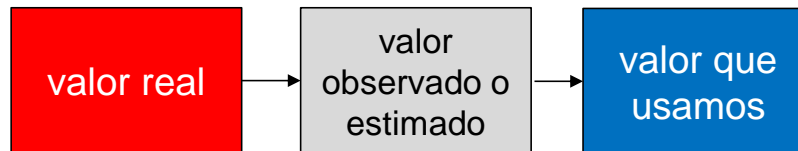
Posibles tipos de causas de la ocurrencia de esos errores:

- Errores involuntarios
- Incompetencia de los actores
- Falta de interés
- Mala fe

# Circuito de la información



Obviamente, cuanto menos "intermediarios" haya menores serán las chances de error... Idealmente:



Pero mientras no podamos acceder directamente al valor, es crítico la elección y evaluación de las "fuentes" de información.

## Problemática de las fuentes de información

- conocer las posibles fuentes
- conocer (evaluar) la confiabilidad de las fuentes
- conseguir acceso a esas fuentes
- considerar los costos de la obtención de los datos (que dependerá de las fuentes usadas)
- elegir la o las fuentes

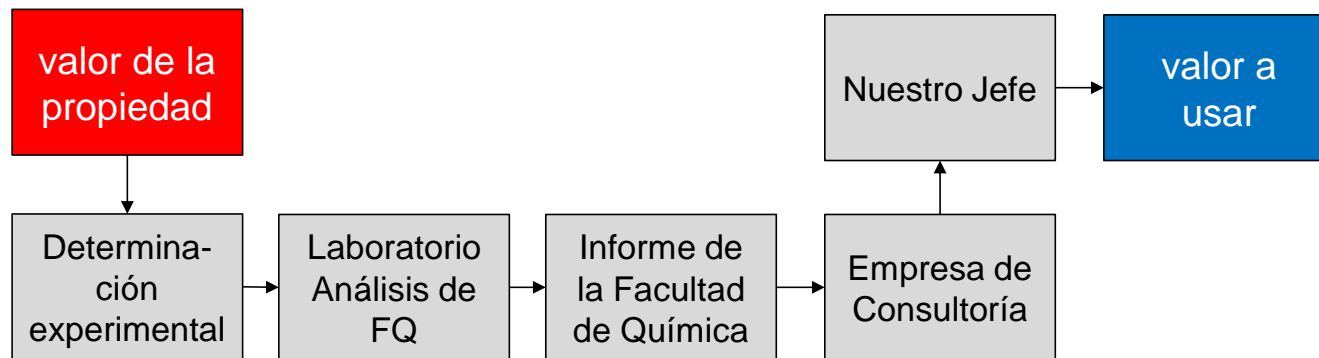
## Tipos de fuente de datos/información

- El propio cliente (que nos plantea el problema)
- Otra persona “de nuestro conocimiento”
- Otra persona que no conocemos
- Manuales
- Artículo científico/técnico
- Libros
- Prensa (TV, diarios, revistas,...)
- Internet

# Pregunta

Para resolver nuestro problema, tenemos que usar el valor de cierta propiedad química de una determinada sustancia. Como no lo encontramos en la bibliografía disponible le contamos a nuestro Jefe y él nos dice que él se encarga.

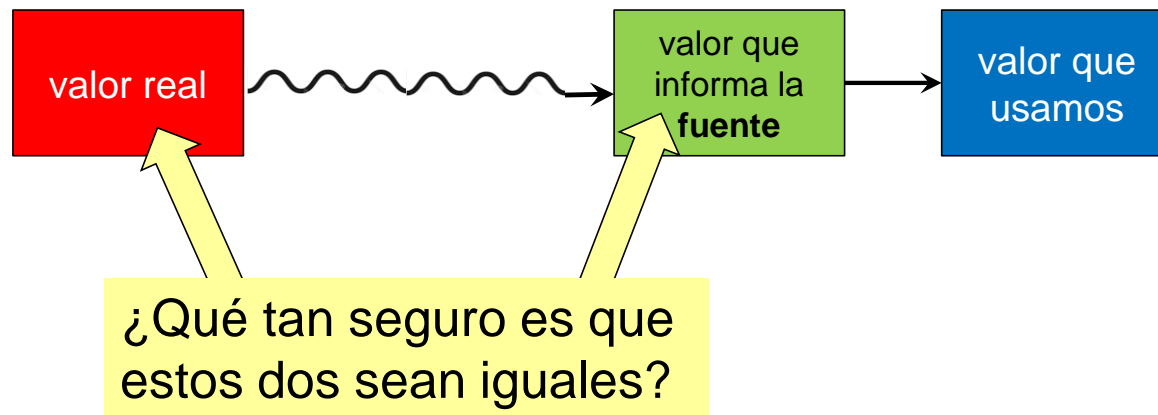
Días después nuestro Jefe nos pasa el dato que consiguió así:



¿Quién es la fuente del dato?

# Problemática de las fuentes de información

- conocer las posibles fuentes
- conocer (evaluar) la confiabilidad de las fuentes



## Evaluación de la “fuente”

La evaluación debe ser previa al uso de la información

- ¿Cuál es el sustento en el que basa su información?
- ¿Qué tan comprometida está con que se resuelva bien nuestro problema?
- ¿Cuál es su fin o propósito? su interés?
- ¿Cuál es el público objetivo al que se brinda ese dato/información?
- ¿Cuál es la autoridad, credibilidad en la materia?
- ¿Qué tan actualizada está la fuente?
- ¿Cómo maneja la incertidumbre?
- ...

## Problemática de las fuentes de información

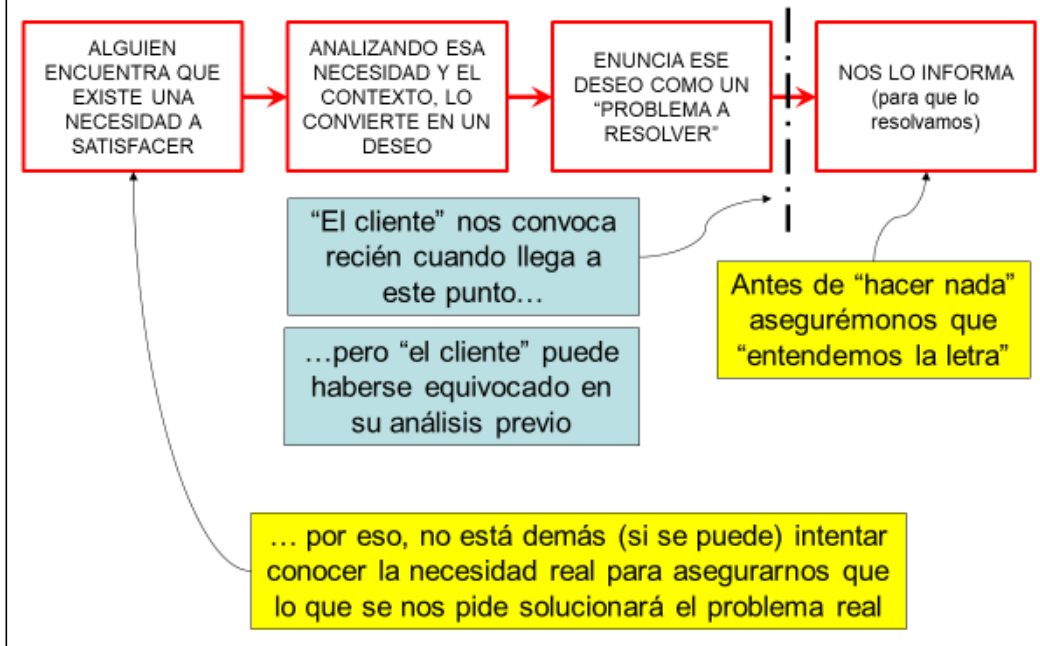
- conocer las posibles fuentes
- conocer (evaluar) la confiabilidad de las fuentes
- conseguir acceso a esas fuentes
- considerar los costos de la obtención de los datos (que dependerá de las fuentes usadas)
- elegir la o las fuentes



## Algunas reflexiones Confiabilidad de la fuente

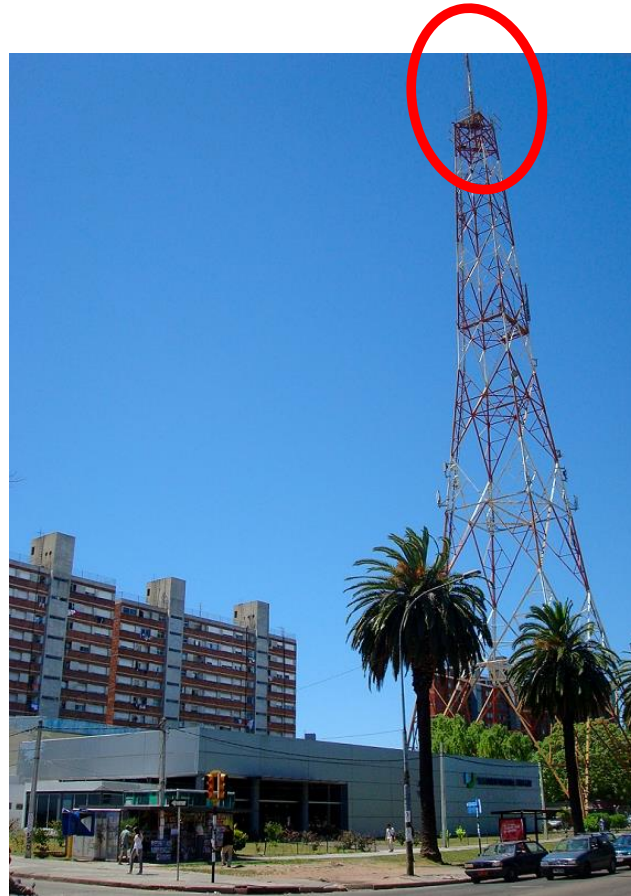
- Incluso aun si la fuente del dato fuera la misma que nos plantea el problema, el dato podría estar equivocado.

## Repasando la secuencia de pasos...



Así como consideramos la posibilidad de que “el cliente” pudiera equivocarse en su diagnóstico previo, también podría equivocarse al darnos “sus” datos.

# Ejemplo



La vieja torre de la antena del Canal 5 (1963 - 2017)

## Algunas reflexiones Confiabilidad de la fuente

- Incluso aun si la fuente del dato fuera la misma que nos plantea el problema, el dato podría estar equivocado.
- (Consejo) No tomen como válidos datos por el simple hecho de que es "lo que piensan los demás". No se dejen llevar por el "status quo".

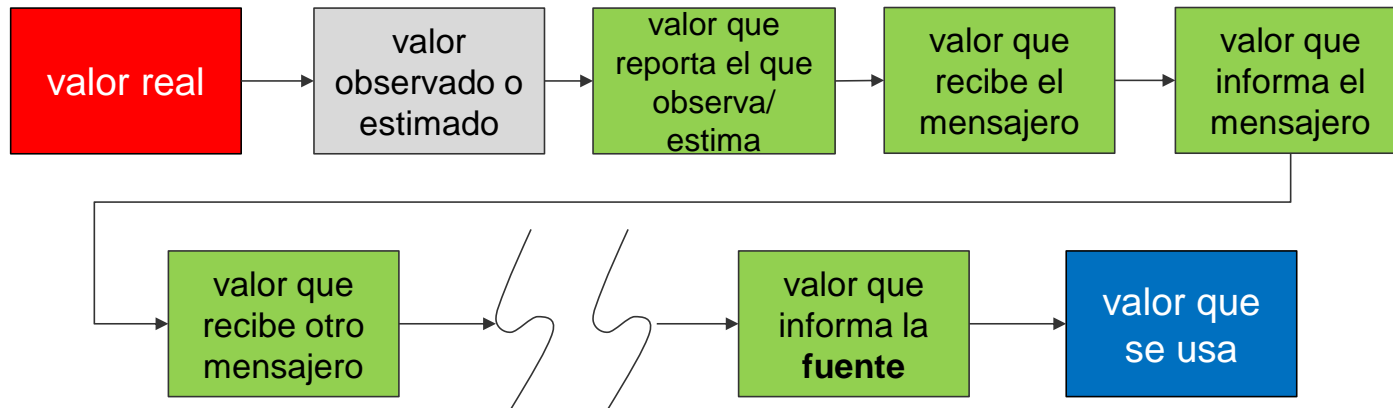
## Algunas reflexiones Confiabilidad de la fuente

- En el caso de que usemos un dato o información equivocada... ¿de quién es la responsabilidad?

La responsabilidad es del que usa esos datos incorrectos.

(La única excepción es que sea un dato aportado por el cliente y que expresamente se haga responsable de su validez)

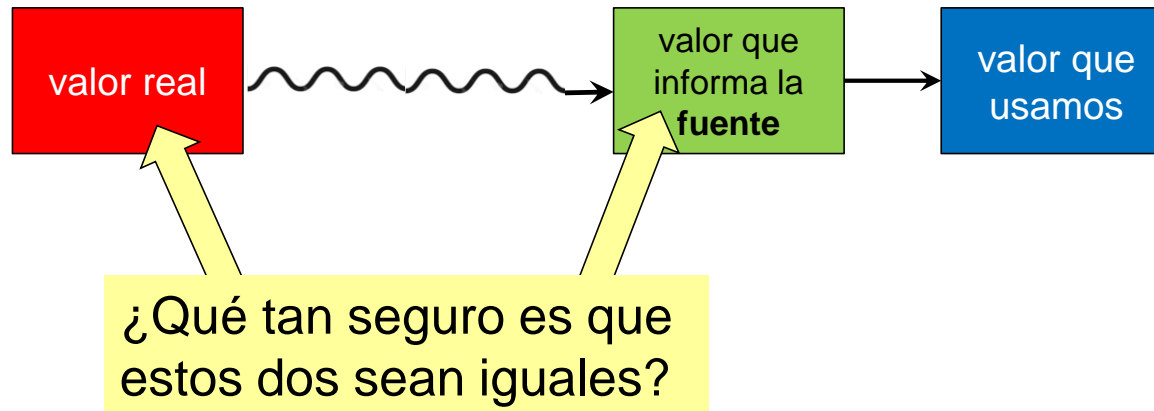
## Seamos fuentes confiables!



¡ Muchas veces nosotros seremos uno de los eslabones “verdes” !

(Consejo) Traten Uds mismos de ser fuentes confiables!

## Confiabilidad de la fuente



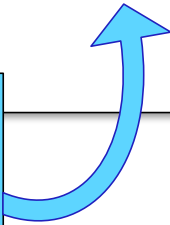
... y si ninguna de las fuentes disponibles nos da confianza plena respecto a la calidad de los datos / información que nos puede proporcionar?

## Falta de acceso a los datos

Ante situaciones como éstas (si no queremos abandonar el intento de resolver el problema) deberemos usar estimaciones para los datos no disponibles.

Podremos usar un valor estimado o un rango de valores probables, pero en cualquier caso existirá un riesgo de error asociado (que también deberá ser considerado a la hora de informar esos datos, y a la hora de validar los resultados obtenidos a partir de ellos)

... quedamos igual que en este escenario





# Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita
  2. Saber cuáles son las posibles fuentes para conseguir esos datos / información
  3. Conseguir los datos / información
  4. Preocuparnos de la calidad de los datos / información para resolver el problema con precisión
- ¿El dato / información necesaria se puede llegar a conocer?

# Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita
2. Saber cuáles son las posibles fuentes para conseguir esos datos / información
3. Conseguir los datos / información
4. Preocuparnos por la calidad de los datos / información que terminaremos usando para resolver el problema (exactitud y precisión)

# Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita
2. Saber cuáles son las posibles fuentes para conseguir esos datos / información
3. Conseguir los datos / información
4. Preocuparnos por la calidad de los datos / información que terminaremos usando para resolver el problema (exactitud y precisión)

## Evaluar la calidad de la información disponible

- El dato que pretendemos usar ¿es correcto? (¿de dónde salió?, ¿la fuente es confiable?)
- (en caso de una estimación) ¿cuál es el grado de certeza?
- ¿Cuál es la incertidumbre? (error, cifras significativas,...)

**Incertidumbre**

# Incertidumbre de la información disponible

## Gestión de la incertidumbre

- Generalmente los datos que manejamos tienen cierto grado de incertidumbre.

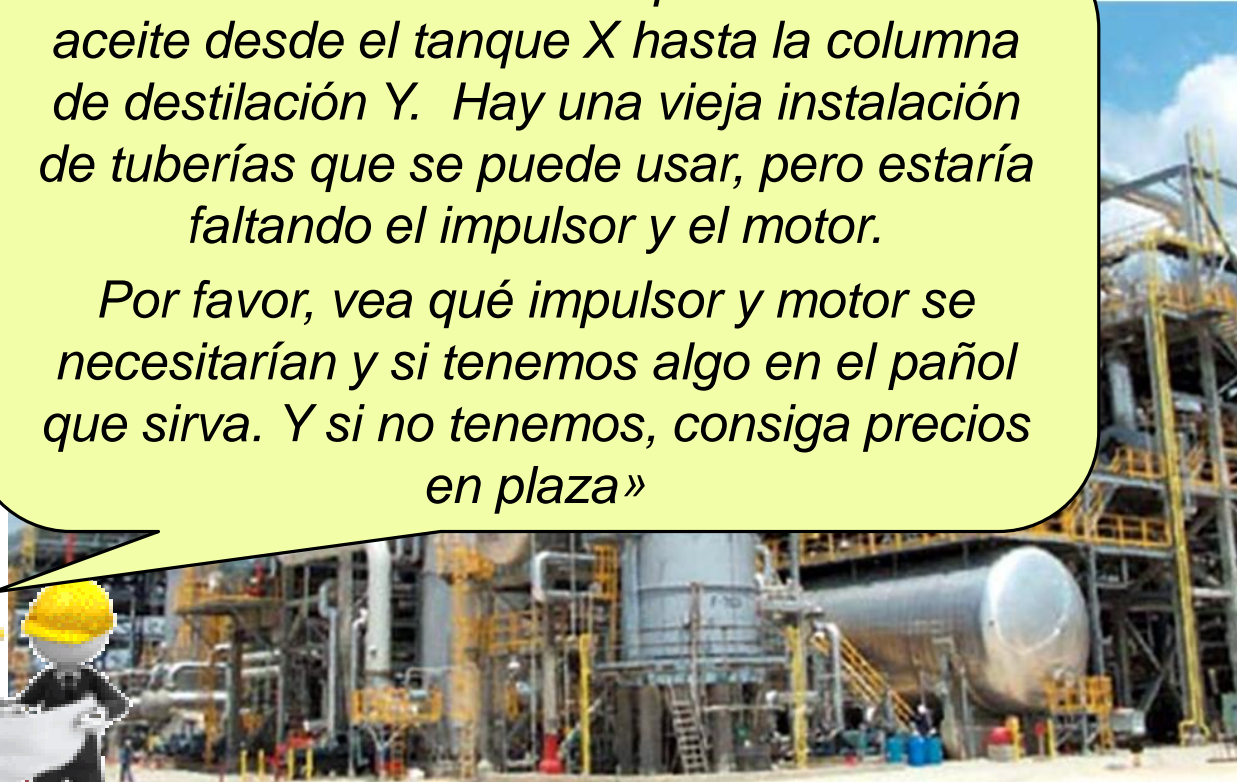
Esto puede deberse a:

- La determinación del valor (ya sea por medición directa o por cálculo) tiene un **margen de error** y/o de **apreciación**
- La fuentes tiene cierto grado de incertidumbre
- Falta de certeza sobre escenarios futuros

## Ejemplo

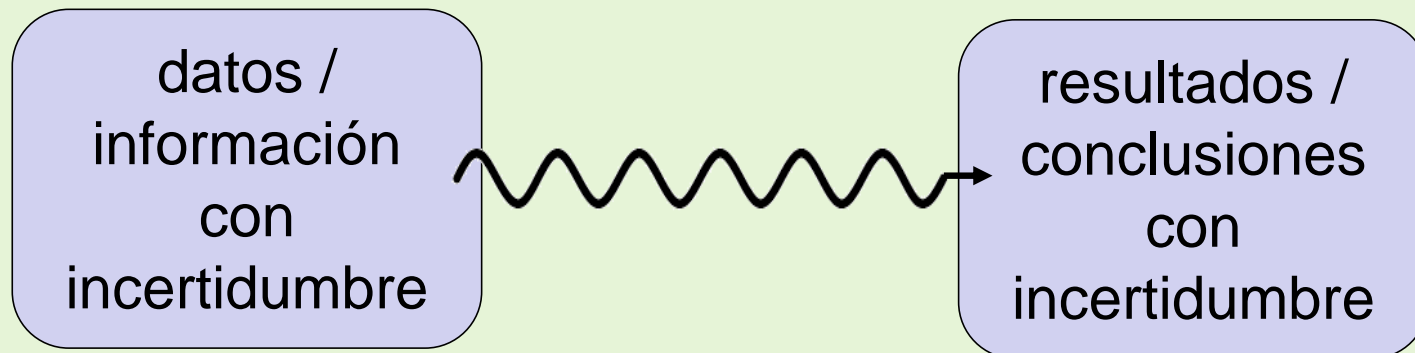
*«Necesitamos una bomba para bombear el aceite desde el tanque X hasta la columna de destilación Y. Hay una vieja instalación de tuberías que se puede usar, pero estaría faltando el impulsor y el motor.»*

*Por favor, vea qué impulsor y motor se necesitarían y si tenemos algo en el pañol que sirva. Y si no tenemos, consiga precios en plaza»*



## Gestión de la incertidumbre

- Generalmente los datos que manejamos tienen cierto grado de incertidumbre.



- Debemos contemplar la incertidumbre en los datos a la hora de evaluar la incertidumbre en nuestros resultados.



## Gestión de la incertidumbre

Cuestiones relevantes a la incertidumbre en los los datos/información disponible:.

- ¿Se puede estimar la incertidumbre?
- ¿Se puede acotar?
- Propagación de la incertidumbre
- Grado de certidumbre vs. Costo de obtener el dato / información
- ¿Cómo impacta todo lo anterior en la certeza de los resultados de los cálculos y en las conclusiones finales?

## Gestión de la incertidumbre

- Generalmente los datos que manejamos tienen cierto grado de incertidumbre.
- Debemos contemplar la incertidumbre en los datos a la hora de evaluar la incertidumbre en nuestros resultados.
- La incertidumbre en nuestros resultados se traduce en el número de cifras significativas con que debemos informarlos.

## Cifras significativas

Las cifras significativas de un número son las cifras o dígitos (consecutivos) que se conocen con seguridad más la primera cifra que es insegura.

Ejemplo: Longitud de tubería

¿esos 150 metros "son 150 metros"? o al informar la longitud se aproximó a la decena? ¿Podría ser 147?

Supongamos que la longitud real es 150,209487923456589

... pero que se midió con una cinta métrica marcada hasta el cm

La persona que midió lo hace perfectamente bien, pero lee 150,21

(nunca podrá percibir que "se pasa" por 0,000512076543411)

... y por lo mismo, dada la apreciación del instrumento tampoco podrá asegurar que no hay una diferencia mínima hacia el "otro lado"

Lo correcto es informar **150,21** (5 cifras significativas)

## Cifras significativas

Las cifras significativas de un número son las cifras o dígitos (consecutivos) que se conocen con seguridad más la primera cifra que es insegura.

Cantidad de cifras significativas = Número de dígitos desde el primer dígito no cero a la izquierda hasta el último dígito no cero a la derecha, o hasta el último dígito si hay un punto decimal.

*(Chemical Engineering, Design and Analysis, Duncan y Reiner)*

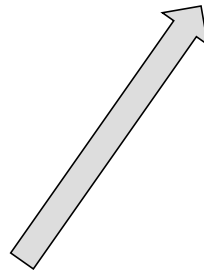
# Cifras significativas

Cantidad de cifras significativas = Número de dígitos desde el primer dígito no cero a la izquierda hasta el último dígito no cero a la derecha, o hasta el último dígito si hay un punto decimal.

*(Chemical Engineering, Design and Analysis, Duncan y Reiner)*

## Ejemplos

3,0	2
23	2
0,0035	2
245,29999	8
245,300	6
245.300	¿6 o 4?



El uso de la notación científica nos ayuda a entendernos mejor...

$2453 \times 10^2$	4
$2,453 \times 10^5$	4
$2,45300 \times 10^5$	6

245.300 tiene 4 cifras significativas

Para el caso que sean 6 cifras, pondríamos  $2,45300 \times 10^5$   
o algunos autores anotan 245.300,

Ahora bien, más allá de lo que digan los libros...o los profesores.... cuando estemos enfrentados a un problema tendremos que aplicar nuestro propio sentido común...

- Si el dato lo consiguieron Uds por medición
- Si el dato lo obtuvieron de otro (jefe, amigo, subordinado, libro, web, etc...)

# Propagación incertidumbre

*Es importante conocer la incertidumbre de nuestros datos, pero también saber cómo esa incertidumbre se propaga a través de lo que hacemos con esos datos (por ej. los cálculos)*

## Sumas y Restas

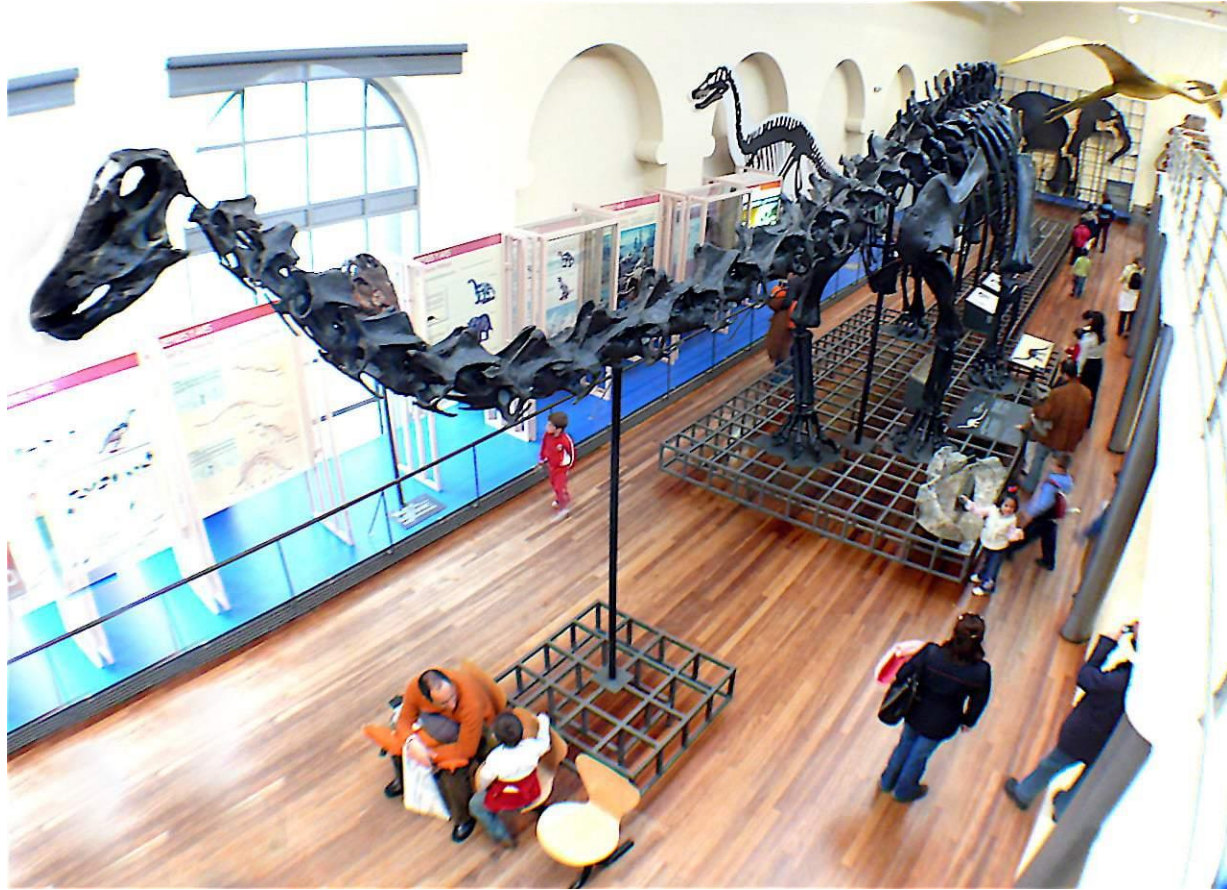
La última cifra significativa en el resultado es la cifra que ocupa la posición de la última cifra significativa en los sumandos que está más a la izquierda.

## Multiplicaciones y Divisiones

La cantidad de cifras significativas en el resultado es la menor de las cantidades de cifras significativas en los términos que se multiplican o dividen.

*Consejo: Trabajar con todas las cifras y recién al final truncar el resultado según las cifras significativas que correspondan.*

# Ejemplo





## Problema / Pregunta

(Planteada en el examen de Julio 2023)

Suponga que a los efectos de un cálculo se necesita conocer la masa de un objeto. Ud. pesa el objeto en una balanza hasta la décima de gramo. El peso obtenido es 233,4 g. ✓

Pero su cliente le pide el dato en onzas.



1 onza = 28,349523125 g

$$233,4 / 28,349523125 = 8,232942719032070$$

¿Qué valor es correcto informar?

Ud. informa: 8,233 oz ✓

## Problema / Pregunta

Suponga que a los efectos de un cálculo se necesita conocer la masa de un objeto. Ud. pesa el objeto en una balanza hasta la décima de gramo. El peso obtenido es 233,4 g. Pero su cliente le pide el dato en onzas.

Ud. informa: 8,233 oz



El cliente no queda conforme, le pide mayor precisión



Ud. consigue una balanza de precisión hasta la centésima de gramo y el peso que obtiene es: 233,44 g.

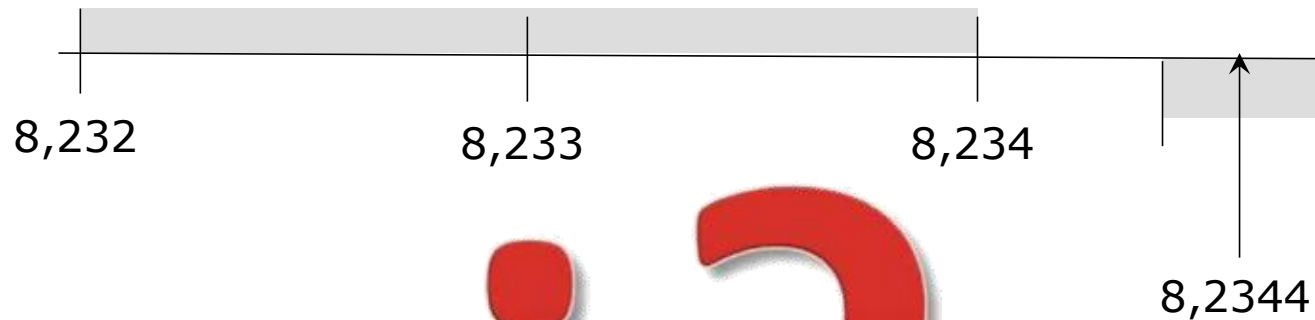
Ahora,  $233,44 / 28,349523125 = 8,23435367751005$

Ud. vuelve a informar: 8,2344 oz

Luego de enviar a su cliente el segundo resultado, éste le increpa pidiéndole explicaciones:

*"¿por qué el peso con 5 cifras significativas cae fuera del rango de incertidumbre que suponía el valor anterior con 4 cifras?"*

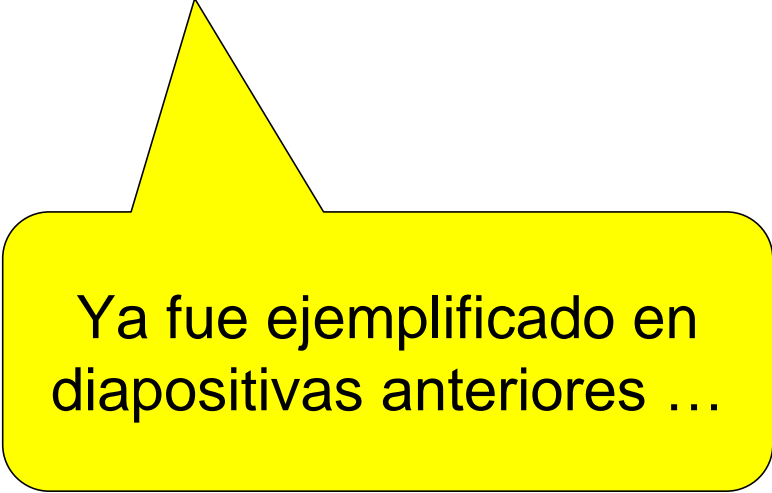
## Problema / Pregunta



*"¿por qué el peso con 5 cifras significativas cae fuera del rango de incertidumbre que suponía el valor anterior con 4 cifras?"*

## Algunas reflexiones Cifras significativas

*La cantidad de cifras significativas que tiene un dato numérico es de por sí una pieza de información **muy relevante**.*


A yellow callout box with a black outline and a pointed top, containing text.

Ya fue ejemplificado en  
diapositivas anteriores ...

## Algunas reflexiones Cifras significativas

*La cantidad de cifras significativas que tiene un dato numérico es de por sí una pieza de información **muy relevante**.*

En muchos cursos se enseña el “manejo” de las cifras significativas (cuáles son, cuántas son, cómo se propagan en las operaciones, etc...)



... hasta hicimos un  
repasso

## Algunas reflexiones Cifras significativas

*La cantidad de cifras significativas que tiene un dato numérico es de por sí una pieza de información **muy relevante**.*

En muchos cursos se enseña el “manejo” de las cifras significativas (cuáles son, cuántas son, cómo se propagan en las operaciones, etc...)

Pero **siempre** tengan presente la diferencia entre el “mundo matemático” y el “mundo real (físico)”. Como ingenieros, usaremos el primero sólo como un “modelo”, pero trabajaremos en el segundo.

No piensen en el tema  
como un problema  
matemático puro

## Algunas reflexiones

### CONSEJO

*En la vida real, si llegan a un resultado numérico (o les pasan un dato numérico) con más de 3 cifras significativas, ¡sospechen!*

Pero **siempre** presente la diferencia entre el "mundo matemático" y el "mundo real (físico)". Como ingenieros, usaremos el primer sólo como un "modelo", pero trabajaremos en el segundo.

Todas las magnitudes que resultan de medición están sujetas a la apreciación y calidad del instrumento. En general **no tienen más de 3 o 4 cifras significativas**. Vean que eso fija un límite a la cantidad de cifras significativas del resultado final.

## Gestión de la incertidumbre

- Generalmente los datos que manejamos tienen cierto grado de incertidumbre.
- Debemos contemplar la incertidumbre en los datos a la hora de evaluar la incertidumbre en nuestros resultados.
- La incertidumbre en nuestros resultados se traduce en el número de cifras significativas con que debemos informarlos.
- ¿Cómo convivir con la incertidumbre?



## Incertidumbres en los datos a la hora de diseñar

Al diseñar equipos o procesos, la incertidumbre en algunos datos lleva a "sobredimensionar" (para ponernos del lado "seguro").

- Sobredimensionamiento escaso o subdimensionamiento puede llevar a colapso del proceso cuando haya algún parámetro que se sale del margen previsto.
- Sobredimensionamiento excesivo seguramente lleva a sobre costos en el propio diseño y puede también hacer la operación ineficiente.

## Incertidumbres en los datos a la hora de diseñar

Al diseñar un sistema con incertidumbre en  
algunos datos

➤ Si se reduce el nivel de incertidumbre del  
subsistema que se

➤ Si se reduce el nivel de incertidumbre del  
subsistema que se diseña y puede  
ser un diseño ineficiente.

**EN GENERAL, CUANTO  
MAYOR SEA LA  
INCERTIDUMBRE MAYOR  
SERÁ EL FACTOR DE  
SOBRE-  
DIMENSIONAMIENTO  
(FACTOR DE SEGURIDAD)**

## Incertidumbres en los datos a la hora de diseñar

Desde luego, cuanto menos incertidumbre tengan los datos de partida más preciso será nuestro resultado.

Pero...

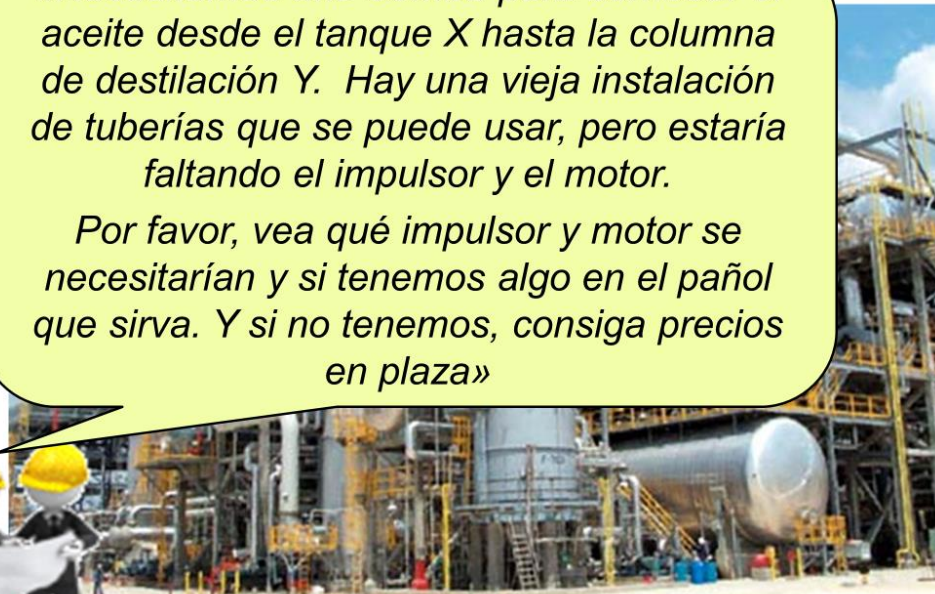
- ¿será necesario conocer estas magnitudes con menor incertidumbre?

# Volviendo al Ejemplo...

## Ejemplo

*«Necesitamos una bomba para bombear el aceite desde el tanque X hasta la columna de destilación Y. Hay una vieja instalación de tuberías que se puede usar, pero estaría faltando el impulsor y el motor.»*

*Por favor, vea qué impulsor y motor se necesitarían y si tenemos algo en el pañol que sirva. Y si no tenemos, consiga precios en plaza»*



## Mayor calidad de la información disponible

Nos prepara mejor para resolver el problema. Permite tomar mejores decisiones y con menos riesgos.

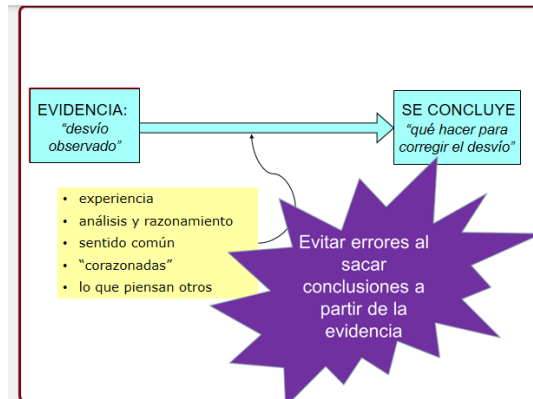
En general es más costoso. Puede requerir más esfuerzo y más tiempo.

# Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente
3. Analizar evidencia, teoría y experiencia
4. A partir de #1 - 3, establecer el objetivo que deberá satisfacer la «Solución»
- 5. Formular “alternativas de solución” y compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones
6. Seleccionar la mejor alternativa
7. Implementar la alternativa elegida
8. Evaluar los resultados
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

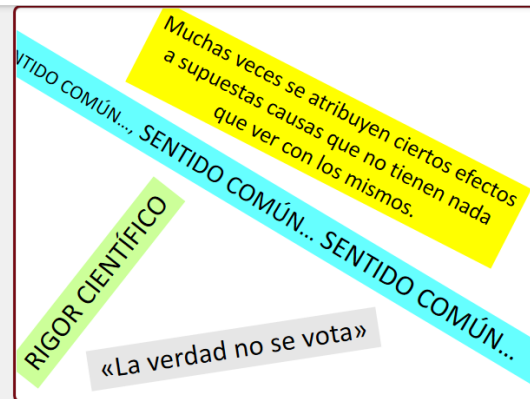
Analizar evidencia,  
teoría, experiencia.

Aplica lo que vimos cuando tratamos los posibles errores de diagnóstico, pero en este caso, a nuestra secuencia de análisis de información, razonamiento y decisiones...



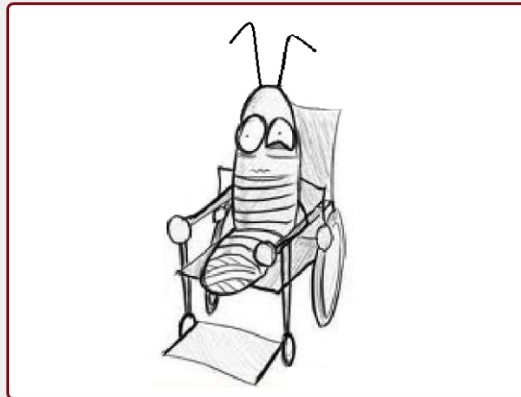
13

\*

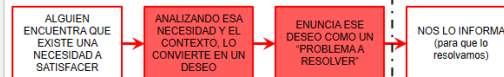


14

\*



Repasando la secuencia de pasos...

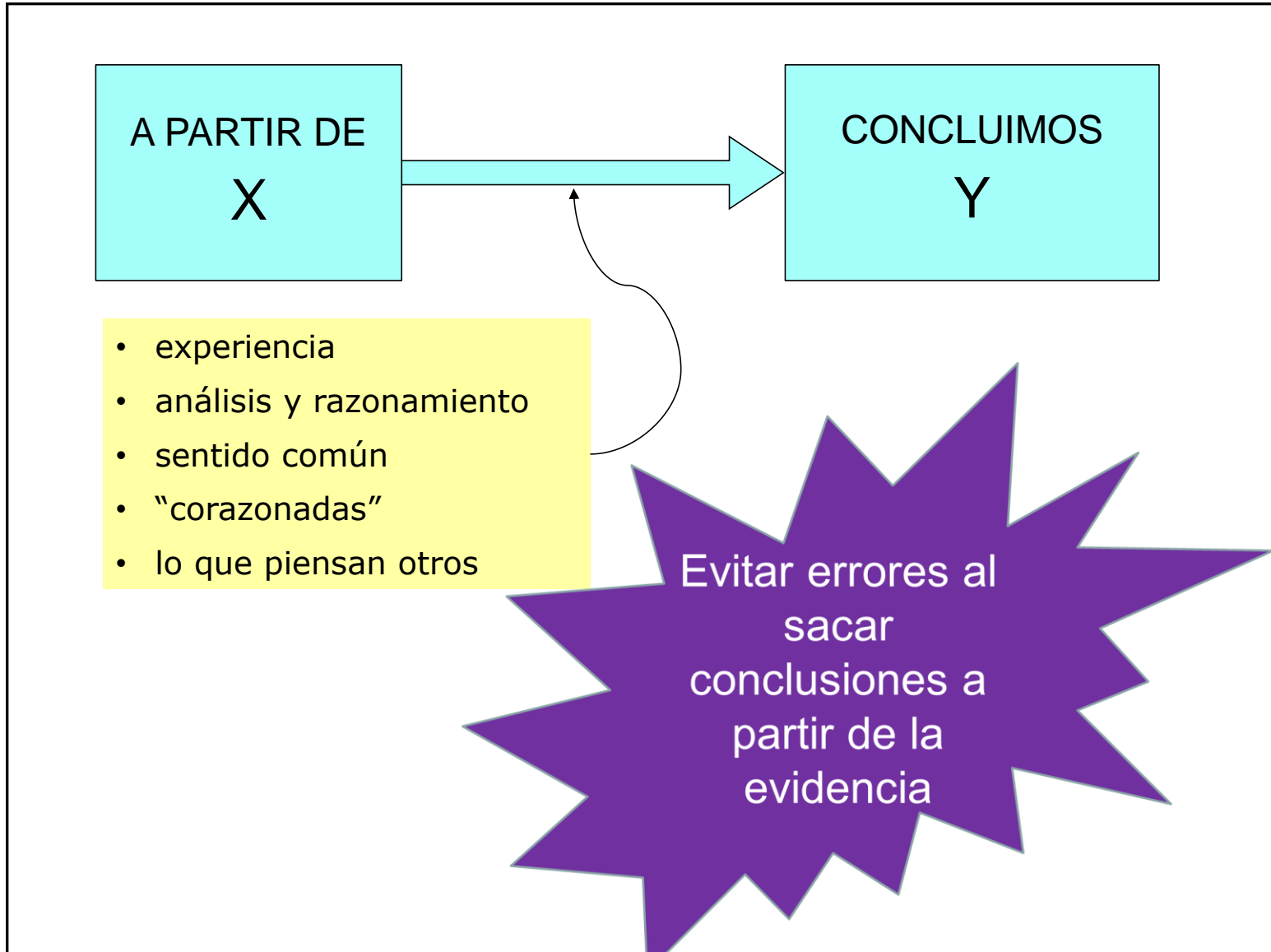


Hay que tener cuidado con...

1. El cliente (quien nos plantea la necesidad) puede no haber hecho un correcto análisis y lo que desea no va a satisfacer su necesidad
2. El cliente puede haber formulado un enunciado de su problema que no se corresponde perfectamente con lo que desea

Estos pasos se vuelven particularmente importantes cuando el tipo de problema que se nos plantea es la "corrección de un desvío observado".





Muchas veces se atribuyen ciertos efectos a supuestas causas que no tienen nada que ver con los mismos.

RIGOR CIENTÍFICO

«La verdad no se vota»

SENTIDO COMÚN... SENTIDO COMÚN... SENTIDO COMÚN...

## «La verdad no se vota»

En ocasiones no se nos ocurre “nada” que nos convenza y consultamos las conclusiones que sacaron otros.

En ocasiones trabajamos en “equipo” y tenemos que consensuar con otros.

El que nosotros no podamos haber obtenido conclusiones convincentes no quiere decir que no podamos juzgar la validez de las conclusiones de los otros.

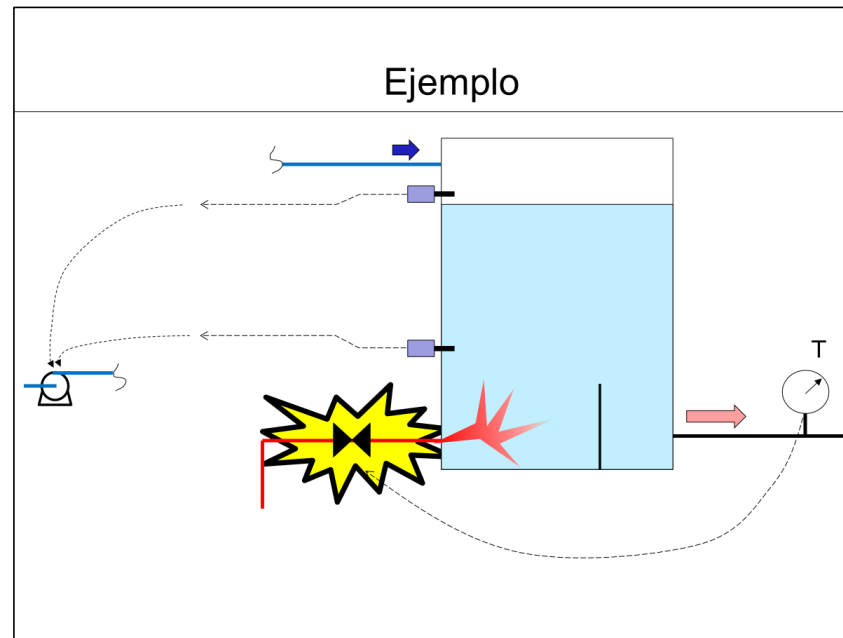
No dar por buenas las conclusiones de otros (aunque sean mayoría) sin haberlas validado por métodos apropiados.

*(Más adelante veremos “El espejismo de la mayoría”)*

# Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente
3. Analizar evidencia, teoría y experiencia
4. A partir de #1 - 3, establecer el objetivo que deberá satisfacer la «Solución»
5. Formular “alternativas de solución” y compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones
6. Seleccionar la mejor alternativa
7. Implementar la alternativa elegida
8. Evaluar los resultados
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

## Volviendo al ejemplo...



¿Qué implica “dejar reparado” el sistema de control de T?

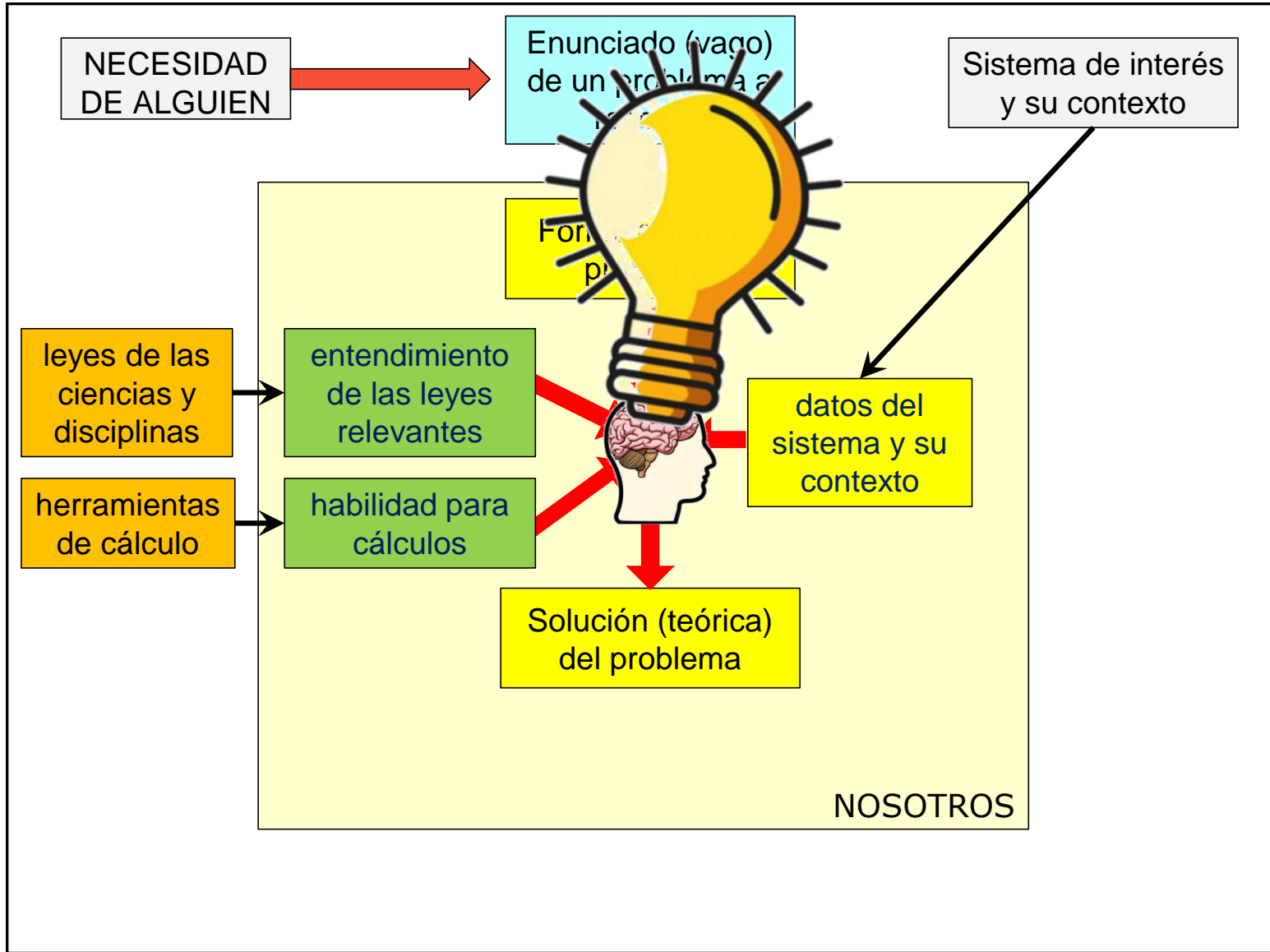
¿Cuál es la variación permitida de la temperatura del agua caliente que sale, para decir que funciona OK?

¿Cuál es la velocidad de respuesta tolerable?

# Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente
3. Analizar evidencia, teoría y experiencia
4. A partir de #1 - 3, establecer el objetivo que deberá satisfacer la «Solución»
5. Formular “alternativas de solución” y compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones
6. Seleccionar la mejor alternativa
7. Implementar la alternativa elegida
8. Evaluar los resultados
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

# Formular alternativas de solución





Si bien en nuestro curso (y en muchos otros...) los problemas que se le plantearán tienen una única solución...

PARTICULARIDADES DE LOS PROBLEMAS A RESOLVER EN ESTE CURSO:

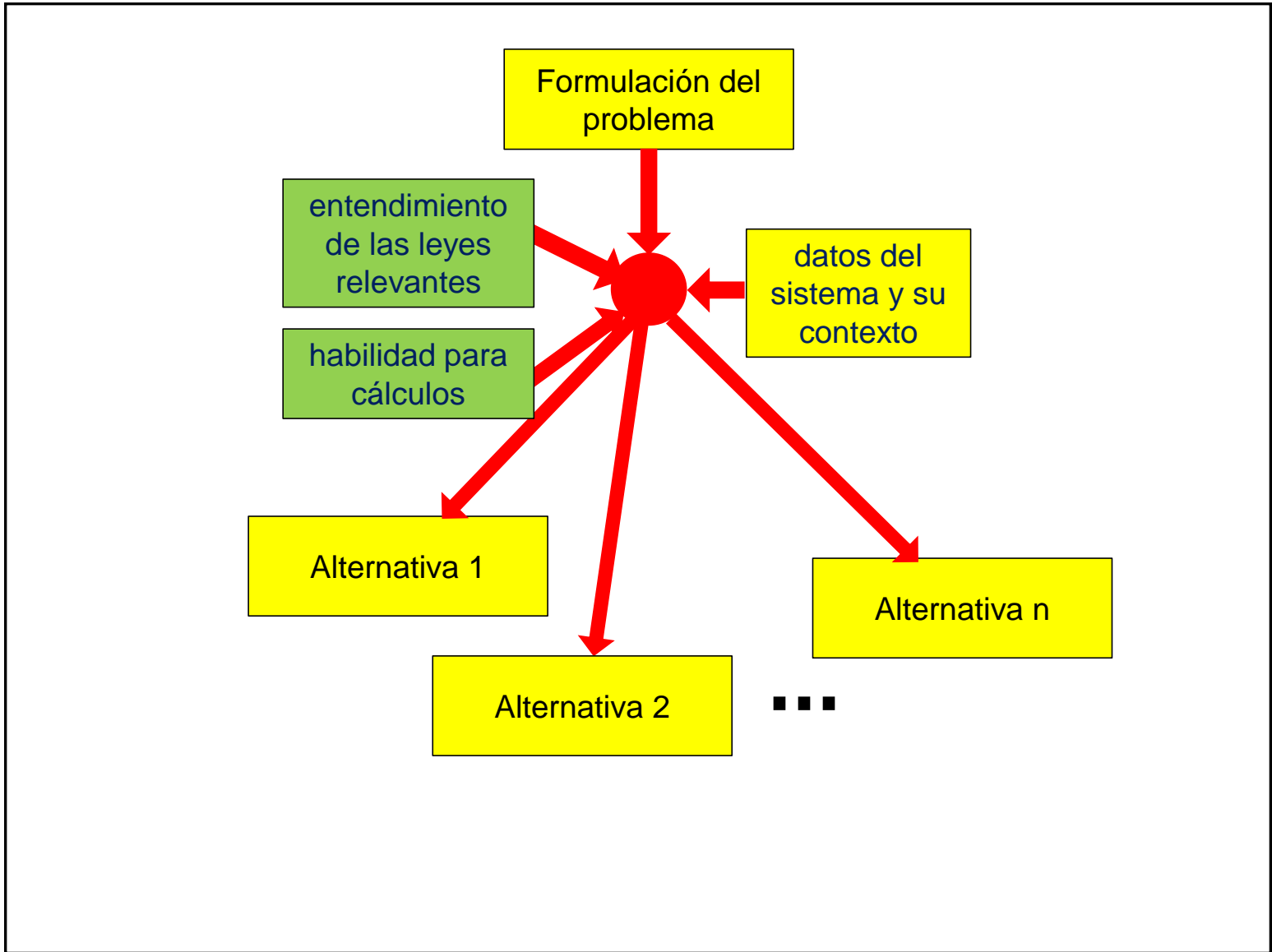
- Los enunciados son claros y sin ambigüedades
- Todos los datos necesarios se pueden obtener a partir del enunciado.
- En general los problemas que se plantearán en este curso tienen una única solución.
- Para obtener esa solución usaremos el **modelaje matemático**.
- En este curso (sin laboratorio) no deberán implementar ninguna alternativa.
- Sí, se espera que evalúen sus resultados para testear congruencia.

## Volviendo al ejemplo ...

**“Necesitamos calentar un líquido desde temperatura ambiente hasta 90°C...**

- podemos usar un proceso en lotes o uno continuo...
- podemos poner calentar haciendo circular un fluido caliente por un tubo sumergido en el líquido o usar un intercambiador de calor de placas o de tubos.....etc....
- como fluido caliente podemos usar vapor de agua o agua caliente...
- podemos usar un equipo nuevo o reusar un equipo de segunda mano que todavía funciona bien...

**¿qué más se nos  
podrá ocurrir?**



## Formular alternativas de solución

Muchos de los problemas a que nos veremos enfrentados como Ingenieros admiten más de una posible solución.

... y no todas las “alternativas” son equivalentes.

El que puedan existir varias maneras de resolver el problema:

- Nos da más “libertad” para encontrar soluciones
- Nos “desafía” a no quedarnos con la primera que encontramos (tal vez, la primera no es la mejor)
- En muchos casos, a priori no sabemos cuántas ni cuáles son (nos obliga a agudizar la imaginación)
-

Formular alternativas  
de solución  
requiere de  
**CONOCIMIENTOS** y  
de **IMAGINACION**

## Formular alternativas de solución

Muchos de los problemas a que nos veremos enfrentados como Ingenieros admiten más de una posible solución.

... y no todas las “alternativas” son equivalentes.

El que puedan existir varias maneras de resolver el problema:

- Nos da más “libertad” para encontrar soluciones
- Nos “desafía” a no quedarnos con la primera que encontramos (tal vez, la primera no es la mejor)
- A priori no sabemos cuántas ni cuáles son (nos obliga a agudizar la imaginación)
- Deberemos, luego, elegir una.

# Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente
3. Analizar evidencia, teoría y experiencia
4. A partir de #1 - 3, establecer el objetivo que deberá satisfacer la «Solución»
- 5. Formular “alternativas de solución” y compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones
6. Seleccionar la mejor alternativa
7. Implementar la alternativa elegida
8. Evaluar los resultados
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

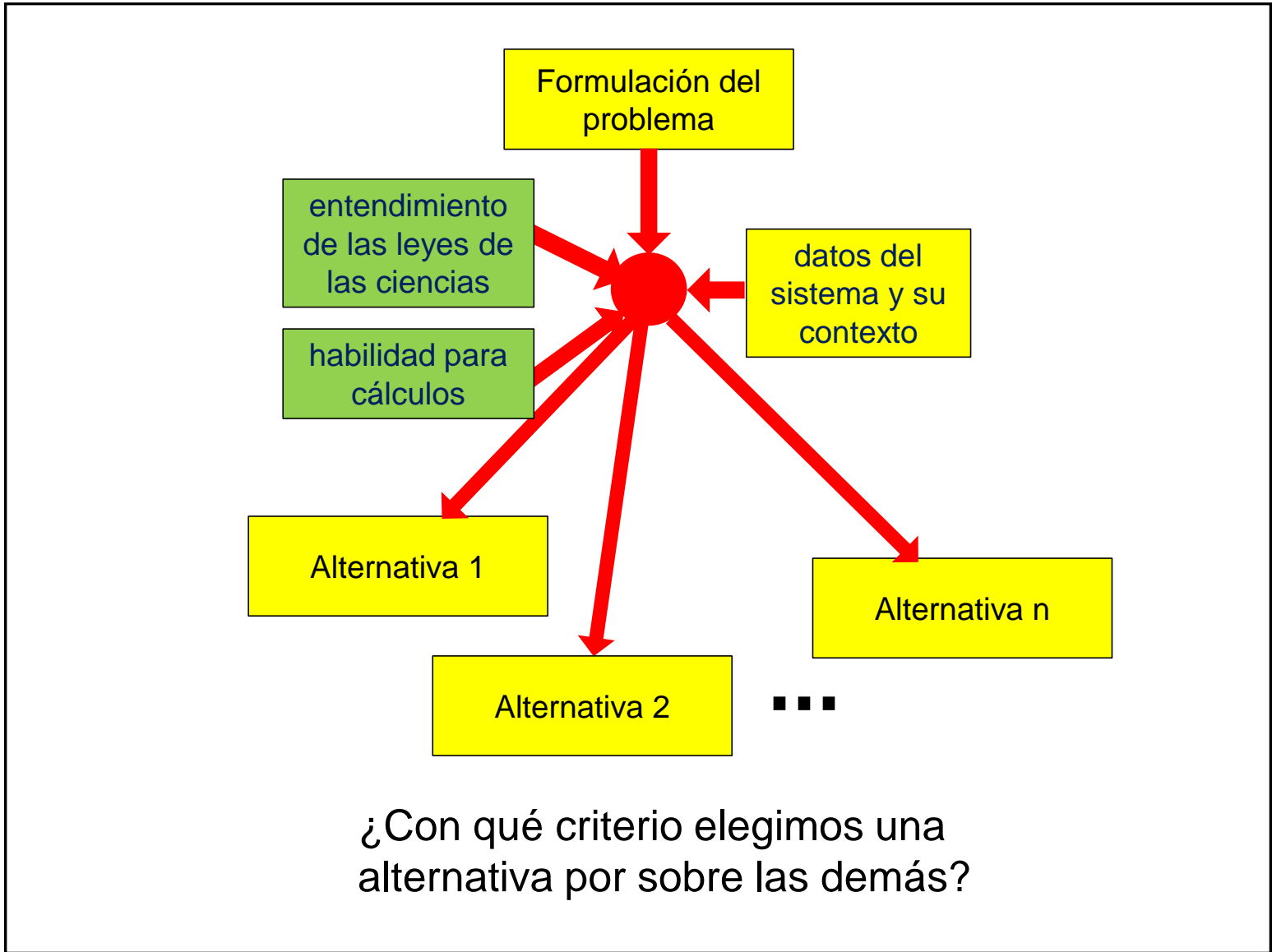
**“Necesitamos calentar un líquido desde temperatura ambiente hasta 90°C...**

- podemos usar un proceso en lotes o uno continuo...
- podemos poner calentar haciendo circular un fluido caliente por un tubo sumergido en el líquido o usar un intercambiador de calor de placas o de tubos....etc....
- como fluido caliente podemos usar vapor de agua o agua caliente...
- podemos usar un equipo nuevo o reusar un equipo de segunda mano que todavía funciona bien...
- podemos ...etc...etc...etc...

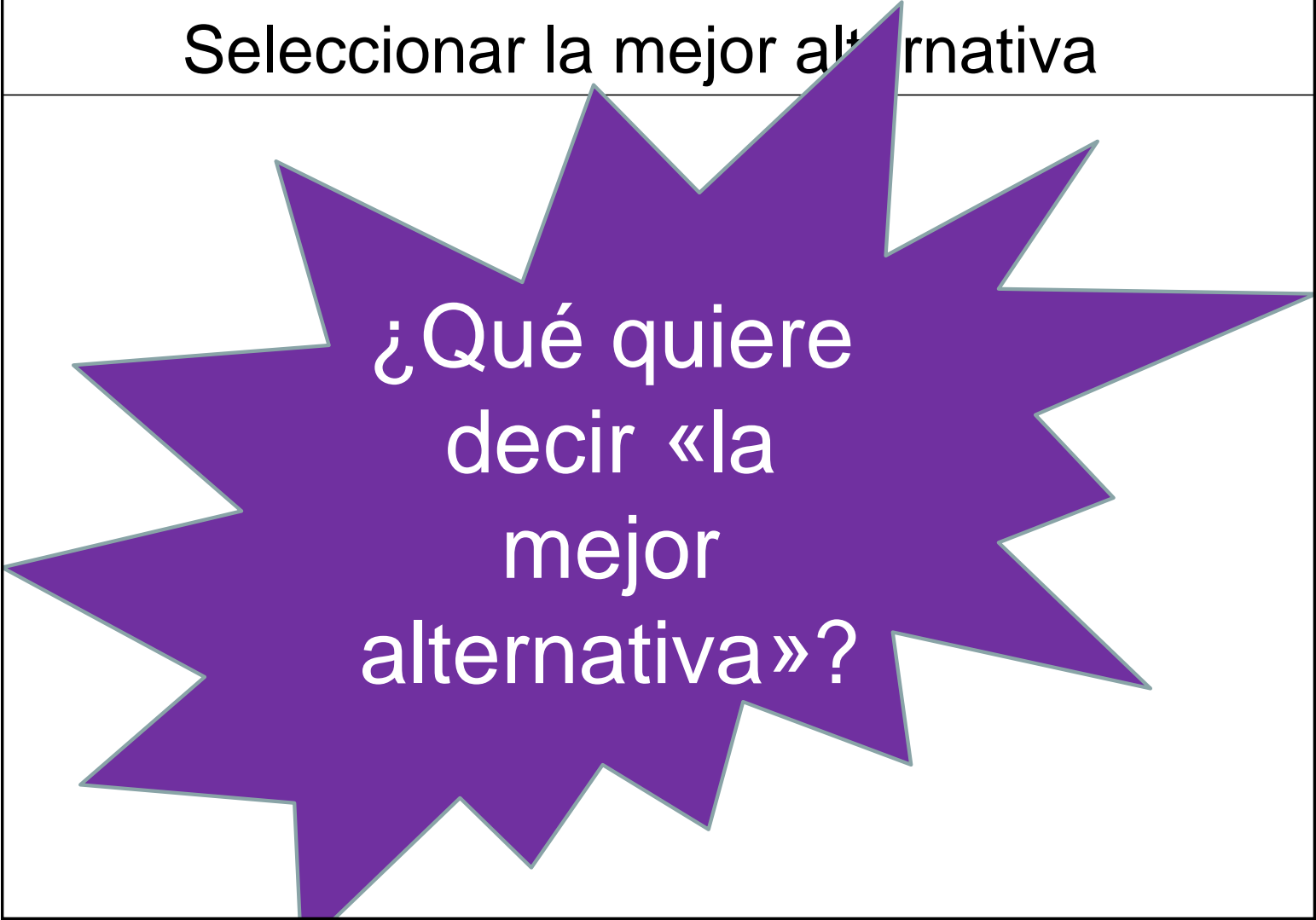
- Para cada alternativa tendremos ecuaciones y datos que nos permitirán concluir sobre velocidades de calentamiento, costos, facilidad de instalación, etc....
- pero para decidir cuál es la mejor, tal vez tengamos que llegar hasta el final del diseño en cada una y luego comparar los resultados.



**Elegir entre alternativas  
posibles**



Seleccionar la mejor alternativa



¿Qué quiere decir «la mejor alternativa»?

## ¿Qué quiere decir “la mejor alternativa”?

Si fuimos exitosos en el paso #5, habremos formulado más de una alternativa de solución (seguramente tengamos que llegar hasta el final del diseño en cada una para conocer todas las implicancias asociadas a ellas y poder compararlas correctamente)

Para poder decidir cuál es **la mejor** es necesario haber establecido sin ambigüedades cuál es el objetivo en el paso #4.

Esto supone:

- Haber definido correctamente el problema (paso #1)
- Haber evaluado todo el contexto, la información disponible, la experiencia, la teoría... y haber llegado a definir correctamente la expectativas de solución (paso #3)

Habiendo hecho eso bien, tendremos elementos que nos ayudarán para poder determinar “qué debe cumplir una alternativa para ser la mejor”.

Decidir entre  
alternativas

Toma de  
decisiones


## Decidir entre alternativas

Lo que veremos a continuación se aplica a la elección de una opción entre varias posibles:

- elección de la mejor alternativa entre todas las alternativas de solución encontradas (que es el paso #5 que estamos desarrollando)

pero también se aplica a:

- elección del dato a usar entre diferentes datos conseguidos de diferentes fuentes (situación mencionada cuando vimos el paso #2)
- otras decisiones que tengamos que tomar

A purple starburst shape with multiple points, centered on a white background. Inside the starburst, the text "Decidir entre alternativas puede no ser fácil" is written in white, bold, sans-serif font.

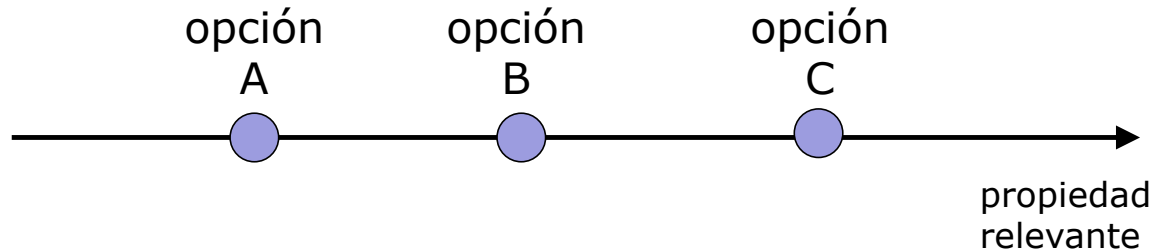
Decidir entre  
alternativas  
puede no ser  
fácil

## Seleccionar “la mejor” alternativa no siempre es fácil

El entrecomillado es porque muchas veces la elección es subjetiva, y aún con la misma información no todos tomaríamos la misma decisión.

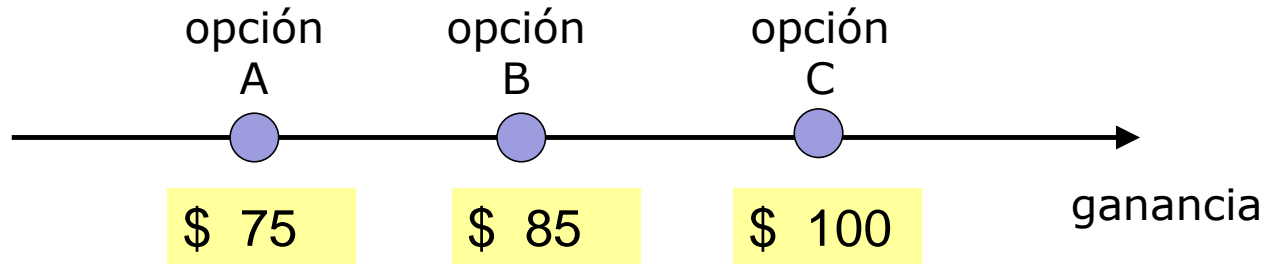


# Seleccionar “la mejor” alternativa no siempre es fácil



Es fácil elegir entre diferentes “alternativas” cuando se compara una sola “característica” y es cuantificable (objetivamente)...

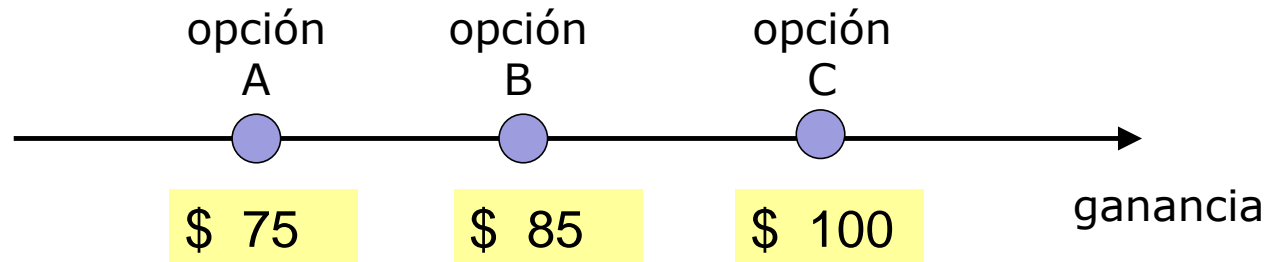
## Seleccionar “la mejor” alternativa no siempre es fácil



Es fácil elegir entre diferentes “alternativas” cuando se compara una sola “característica” y es cuantificable (objetivamente)...

**En este caso es muy fácil !!!!**

## Seleccionar “la mejor” alternativa no siempre es fácil



Es fácil elegir entre diferentes “alternativas” cuando se compara una sola “característica” y es cuantificable (objetivamente)...

Pero no es tan fácil, si para cada opción tenemos varios “valores” posibles...

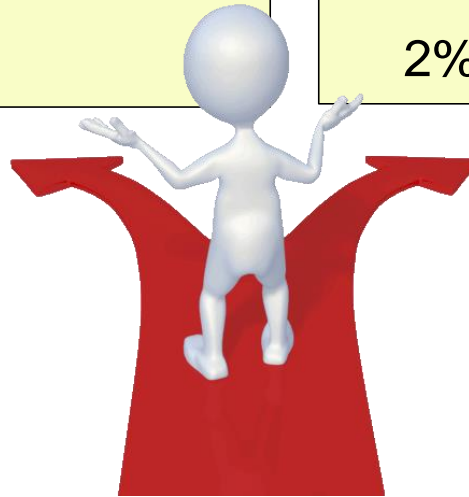
# Ejemplo 1

## ALTERNATIVA A

Es seguro Ganar \$ 100

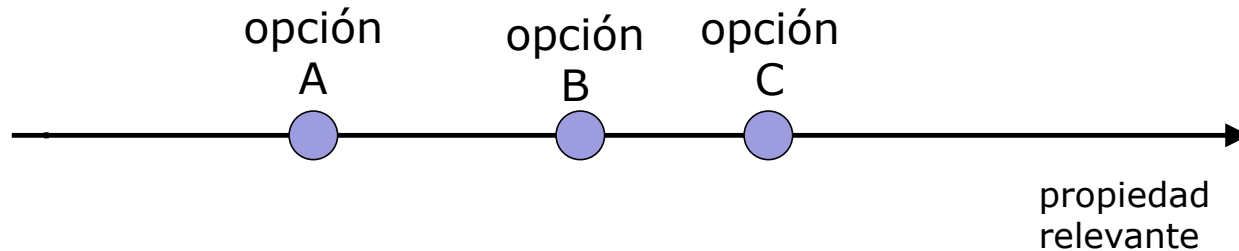
## ALTERNATIVA B

90% de Ganar \$ 100  
8% de Ganar \$ 1.000  
2% de Perder \$ 5.000



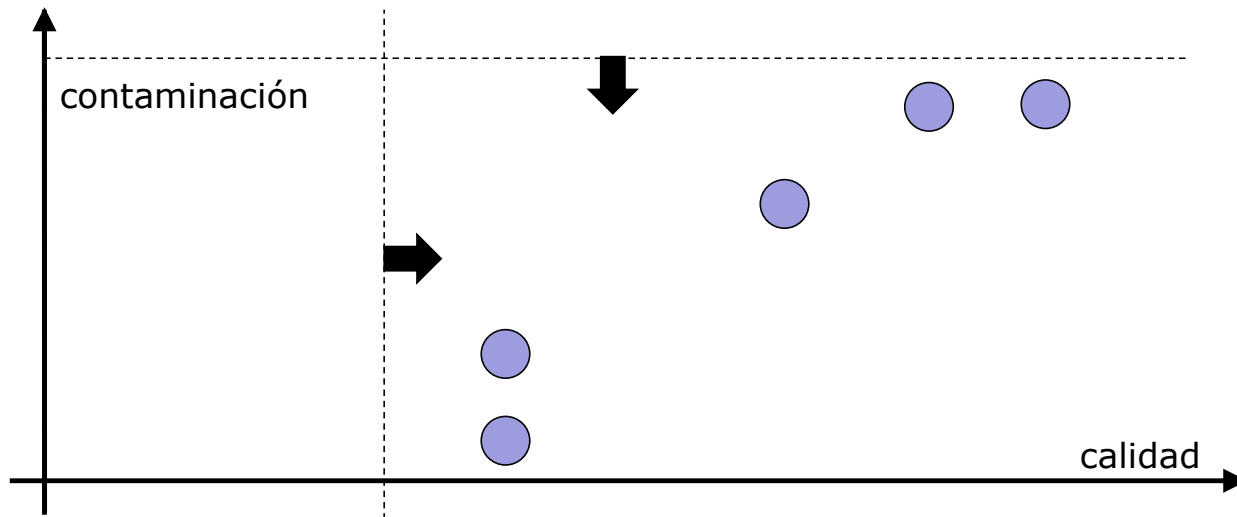
Tenemos dos posibles alternativas de acción en la planta,  
¿por cuál nos decidimos?

# Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil



En los ejemplos 1 y 2, sólo comparamos UNA característica...  
(que además se podía cuantificar objetivamente - \$-)

# Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil



Es más difícil cuando entran en juego más de una “característica”...

¿cómo cuantificar “calidad” y “contaminación” para comparar?

¿y si en vez de 2 características debo tomar muchas?

¿y si además algunas tienen incertidumbre?


A pesar de la dificultad que plantean los ejemplos anteriores, las dos alternativas que se presentaban difieren sólo en las probabilidades de ganar o perder dinero (tanto las ganancias como las probabilidades están bien determinadas)

Las decisiones se vuelven **mucho más difíciles**

- cuando comparamos intangibles o
- cosas no “comparables” objetivamente, y/o
- cuando las probabilidades también son estimadas, y/o
- cuando se comparan más de una propiedad relevante

... y son aun **mucho más difíciles** de tomar cuando tenemos que acordar la decisión dentro de un colectivo (... o cuando representamos intereses de muchas personas)

*(En las clases analizaremos varios ejemplos)*



¿Qué influye  
en la toma de  
decisiones?



## Factores que influyen en la toma de decisiones

- Información disponible
  - conocimientos disponibles (teorías, hechos, historia,...)
  - datos verificados
  - cálculos y razonamientos
  - etc... etc...
- Grado de certidumbre
  - intervalos de incertidumbre en las magnitudes calculadas
  - validez dada a las fuentes de información recibida
  - supuestos realizados sobre datos faltantes
  - supuestos realizados sobre escenarios futuros
- Cuestiones psicológicas
  - Percepción e importancia dada a los riesgos
  - Evitar caer en «errores comunes» a la hora de tomar decisiones

# Factores que influyen en la toma de decisiones

- Información disponible
  - conocimientos disponibles
  - datos verificados
  - cálculos y razonamientos
  - etc... etc...

Si la info existe, esto es lo más fácil (nos puede costar conseguir algunos datos, pero lo demás está en los libros y/o nos lo enseñaron en facultad).

Lo peor que puede pasar es que tengamos que estudiar **para aprender**

- Grado de certidumbre
  - intervalos de incertidumbre en las magnitudes calculadas
  - validez dada a las fuentes de información recibida
  - supuestos realizados sobre datos faltantes
  - supuestos realizados sobre escenarios futuros
- Cuestiones psicológicas
  - Percepción e importancia dada a los riesgos
  - Evitar caer en «errores comunes» a la hora de tomar decisiones

## Factores que influyen en la toma de decisión

Esto es más complejo !  
Sobre todo, imaginar **escenarios futuros, estimar probabilidades de ocurrencia,...**

- Información disponible
  - conocimientos disponibles
  - datos verificados
  - cálculos y razonamientos
  - etc... etc...
- Grado de certidumbre
  - intervalos de incertidumbre en las magnitudes calculadas
  - validez dada a las fuentes de información recibida
  - supuestos realizados sobre datos faltantes
  - supuestos realizados sobre escenarios futuros
- Cuestiones psicológicas
  - Percepción e importancia dada a los riesgos
  - Evitar caer en «errores comunes» a la hora de tomar decisiones

# Factores que influyen en la toma de decisiones

- Información disponible
  - conocimientos disponibles
  - datos verificados
  - cálculos y razonamientos
  - etc... etc...
- Grado de certidumbre
  - intervalos de incertidumbre en la información recibida
  - validez dada a las fuentes de información recibida
  - supuestos realizados sobre datos instantáneos
  - supuestos realizados sobre escenarios futuros
- Cuestiones psicológicas
  - Percepción e importancia dada a los riesgos
  - Evitar caer en «errores comunes» a la hora de tomar decisiones

Esto también es complejo !  
Y tiene que ver **poco (o nada)** con cuestiones de ciencia y tecnología.

## Factores que influyen en la toma de decisiones

- Información disponible
  - conocimientos disponibles
  - datos verificados
  - cálculos y razonamientos
  - etc... etc...
- Grado de certidumbre
  - intervalos de incertidumbre en las magnitudes calculadas
  - validez dada a las fuentes de información recibida
  - supuestos realizados sobre datos faltantes
  - supuestos realizados sobre escenarios futuros
- Cuestiones psicológicas
  - Percepción e importancia dada a los riesgos
  - Evitar caer en «errores comunes» a la hora de tomar decisiones

## Algunas “trampas ocultas” a la hora de sacar conclusiones o tomar decisiones

- Dejarse llevar por la opinión de otros
- Dar un peso desproporcionado a la primera información recibida
- Favorecer alternativas que perpetúan el *status quo*
- Tomar decisiones que de alguna manera justifican decisiones pasadas que fueron erradas
- Buscar información que apoya una decisión que nos gustaría tomar
- Plantear el problema de una manera tal que favorece un análisis sesgado que influye en la decisión