

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.

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:

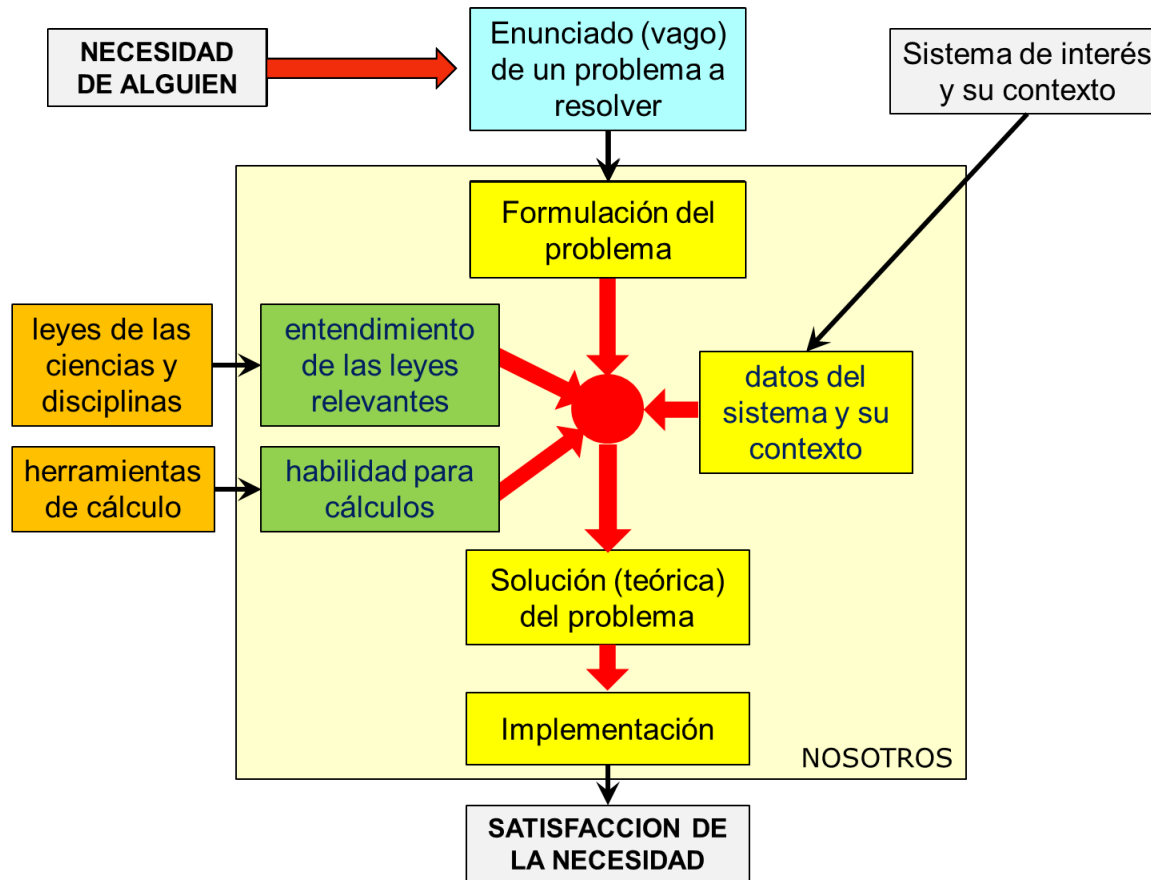
Este paso parece obvio... pero no lo es.

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

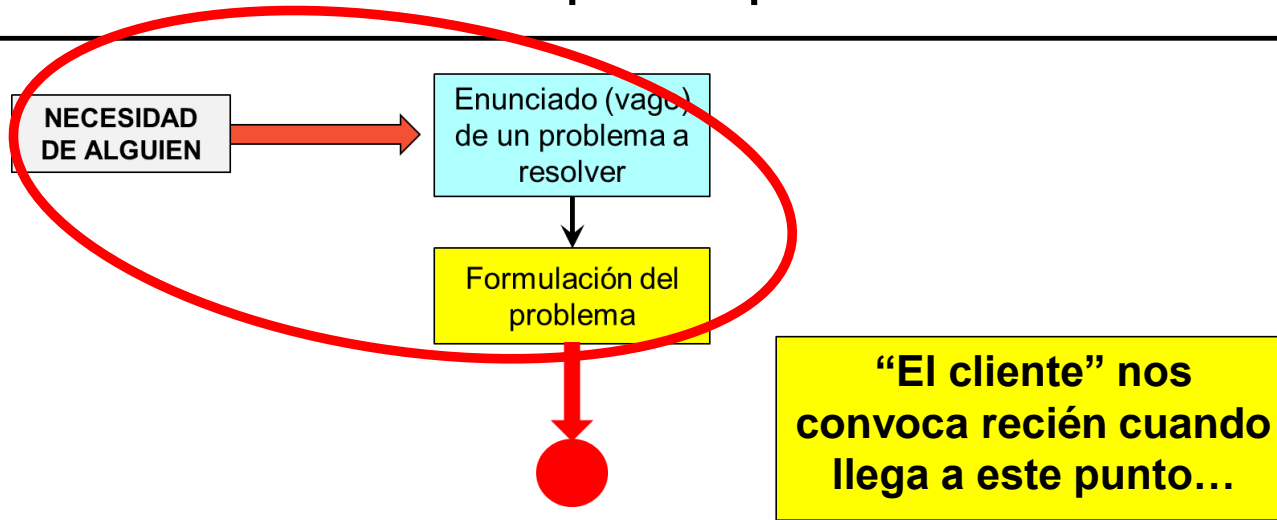
Pero en la vida “real” los problemas no siempre nos llegan con “enunciados correctos y claramente entendibles”.

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

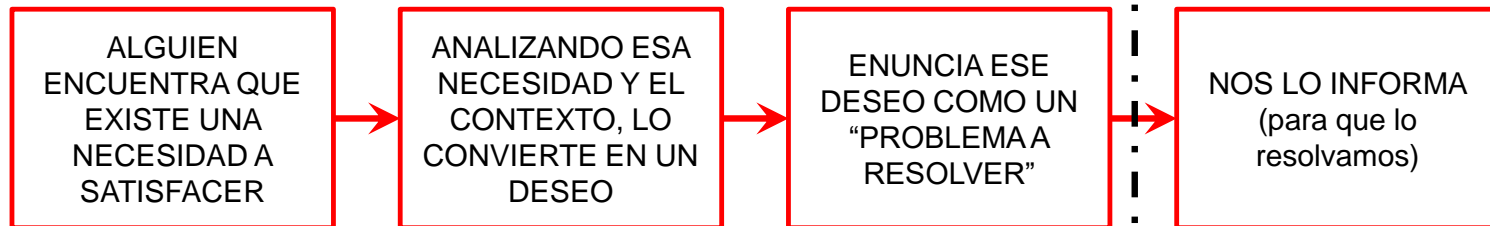
Así habíamos representado los pasos desde la detección de una necesidad y nuestra intervención para satisfacerla...



Todo empieza por....



Secuencia de pasos...

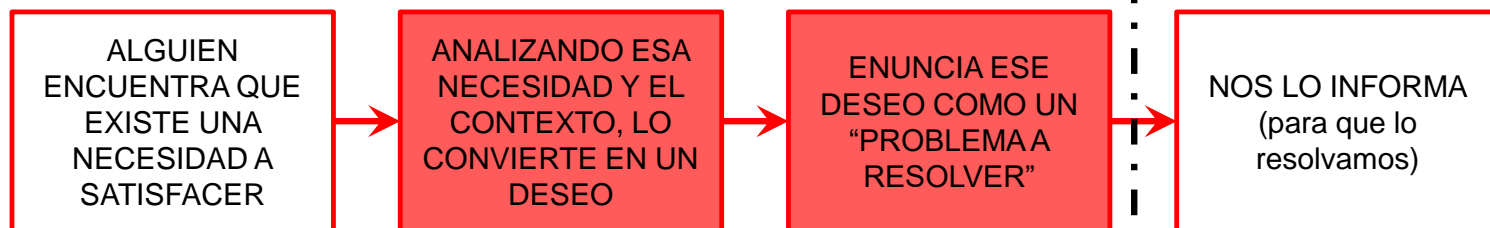


Aclaración

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 (o incluso nosotros mismos).

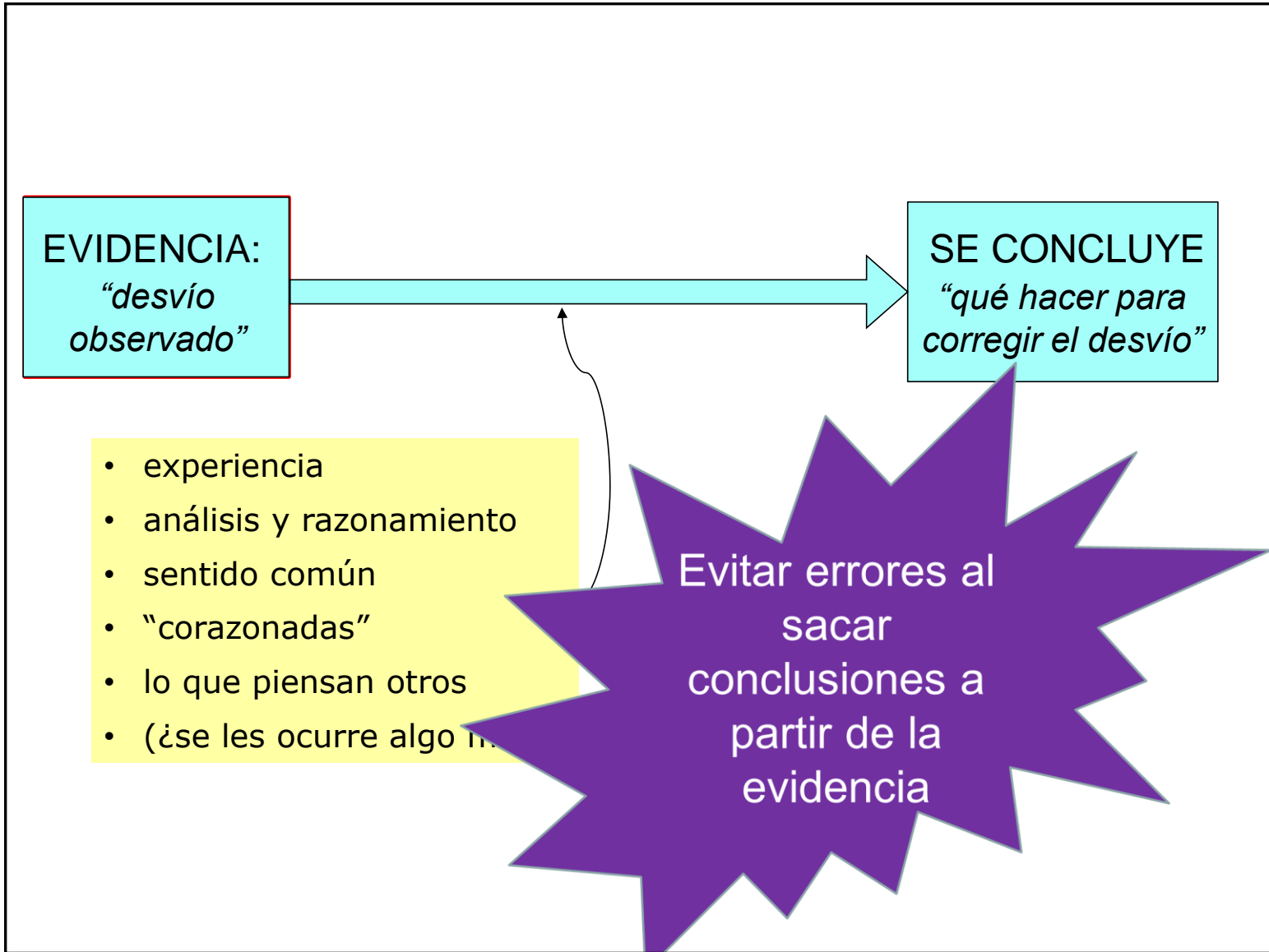
Repasando la secuencia de pasos...



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

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»

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



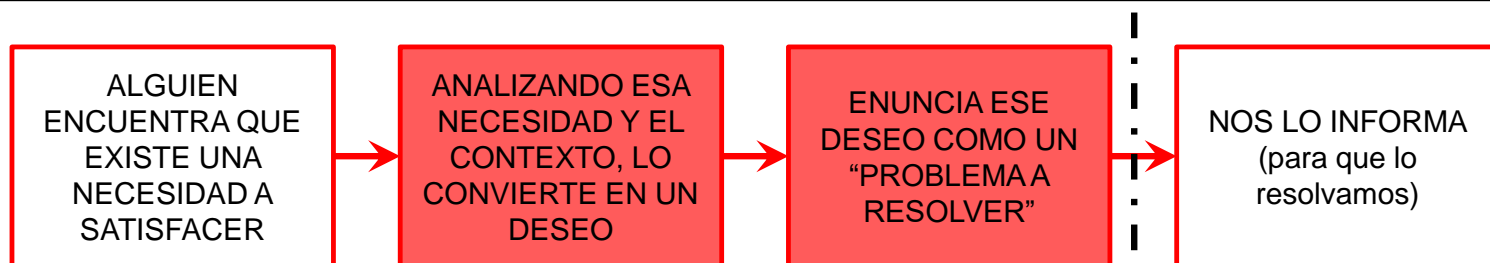
EL JEFE DE
MANTENIMIENTO

Una reflexión...

«La **mera formulación de un problema** es a menudo **mucho más importante que su solución**, la cual puede ser simplemente una cuestión de habilidades matemáticas o experimentales.»

(Albert Einstein)

Repasando la secuencia de pasos...



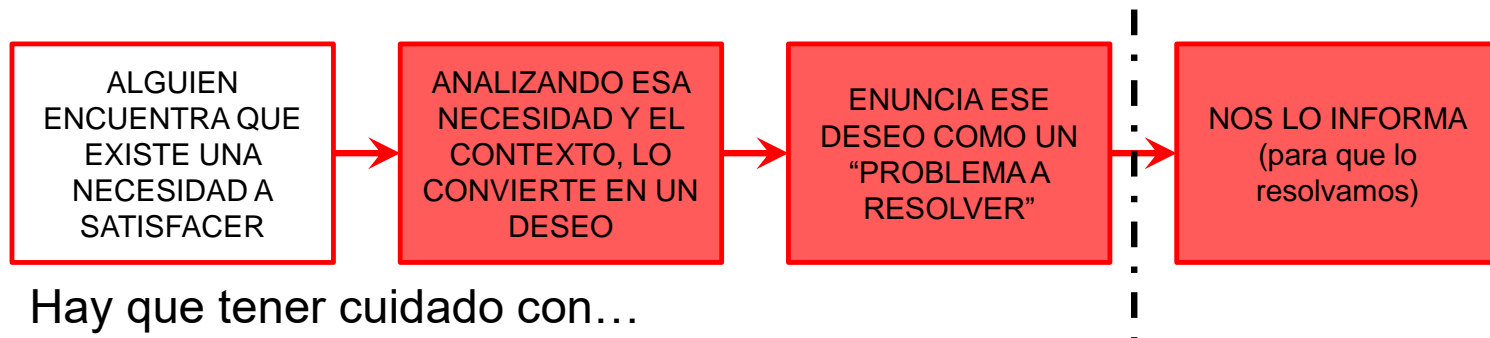
Hay que tener cuidado con...

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

Pero no alcanza con formular "correctamente el problema"...

.... hay que comunicarlo correctamente a quien pretendemos que lo resuelva.

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)

Sobre las dificultades de comunicación...

OBJETIVOS DE COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Contribuir para que en su pasaje por este curso el alumno:

- desarrolle la capacidad de comunicar sus ideas en forma correcta y concisa, tanto oralmente como por escrito, preocupándose por el grado de entendimiento que consigue en el interlocutor, espectador y/o lector
- desarrolle su espíritu crítico para con la evaluación de la información recibida de cualquier fuente
- desarrolle su capacidad de imaginación para la búsqueda de soluciones a problemas nuevos
- entienda que más allá de las buenas intenciones y del esfuerzo, el profesional será evaluado en función del grado de satisfacción que el resultado de su trabajo provoque en su cliente
- entienda que además de los conocimientos científico-técnicos que se le enseñan de manera específica será necesario que a lo largo de su formación desarrolle otras habilidades

Sobre las dificultades de comunicación...

OBJETIVOS DE COMPETENCIA COMUNICATIVA

Contrib

- 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

era
bajo

- entie...
manera esp... neces...
habilidades
- ...icos que se le enseñan de
la formación desarrolle otras

Repasando la secuencia de pasos...

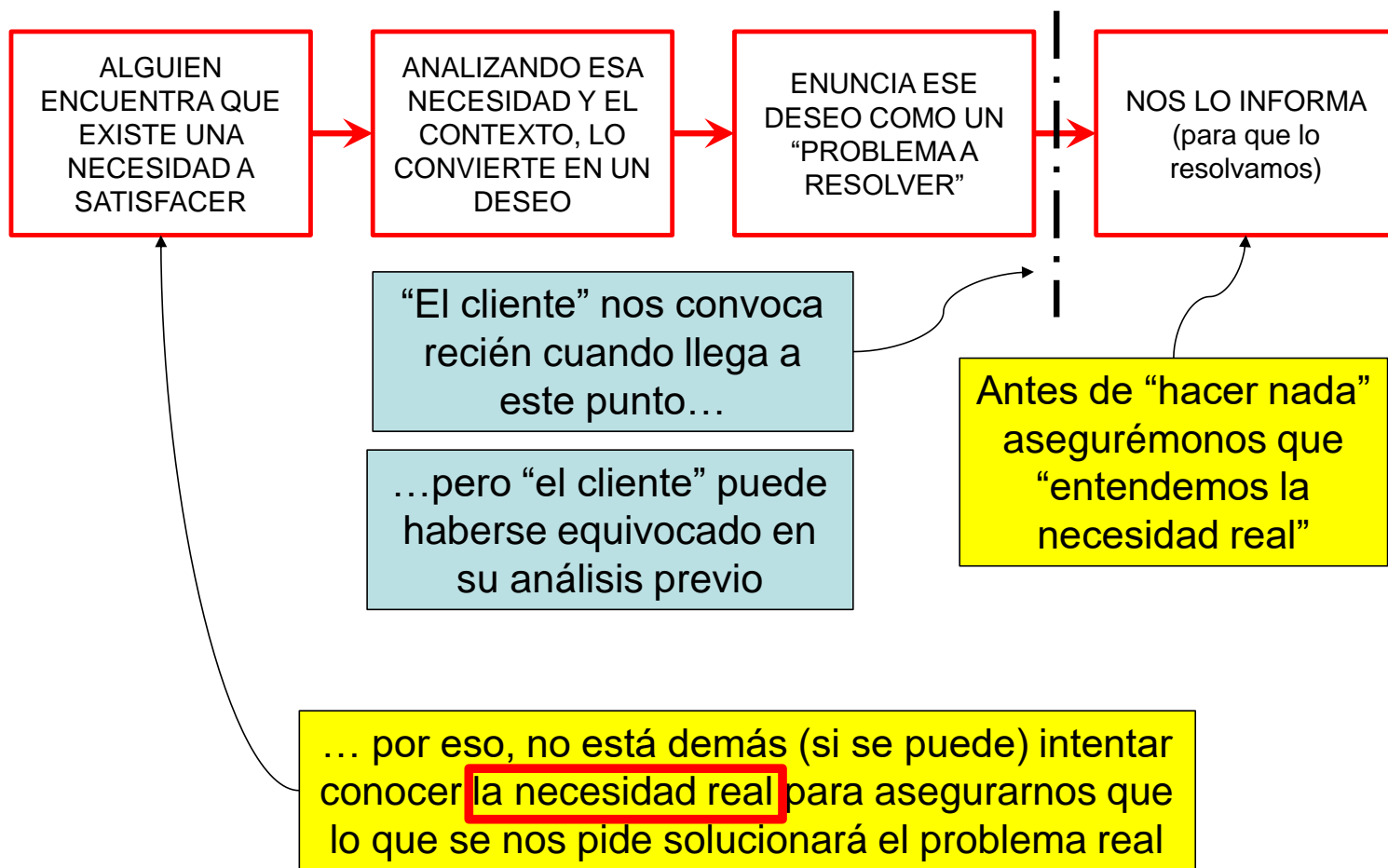


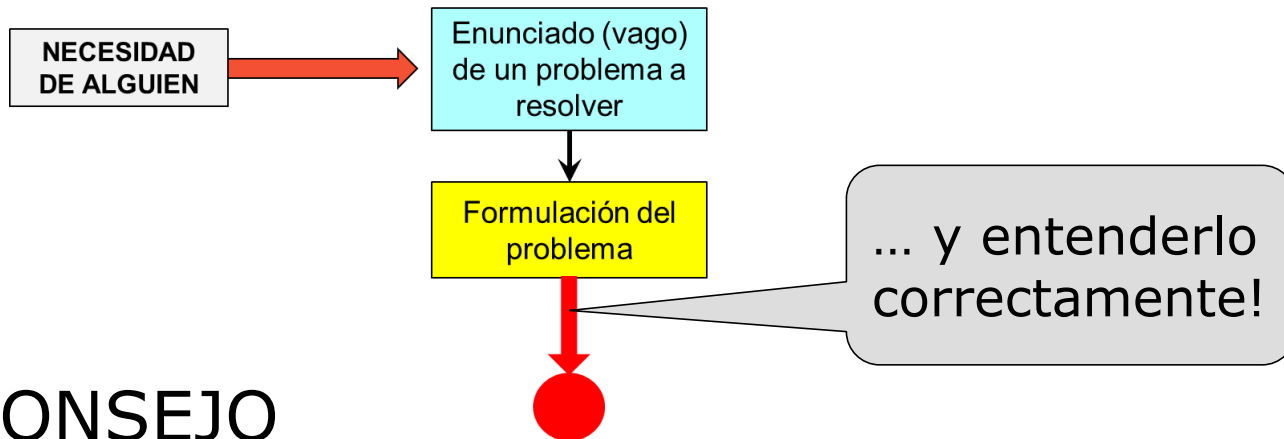
Hay que tener cuidado con...

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...





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.

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)

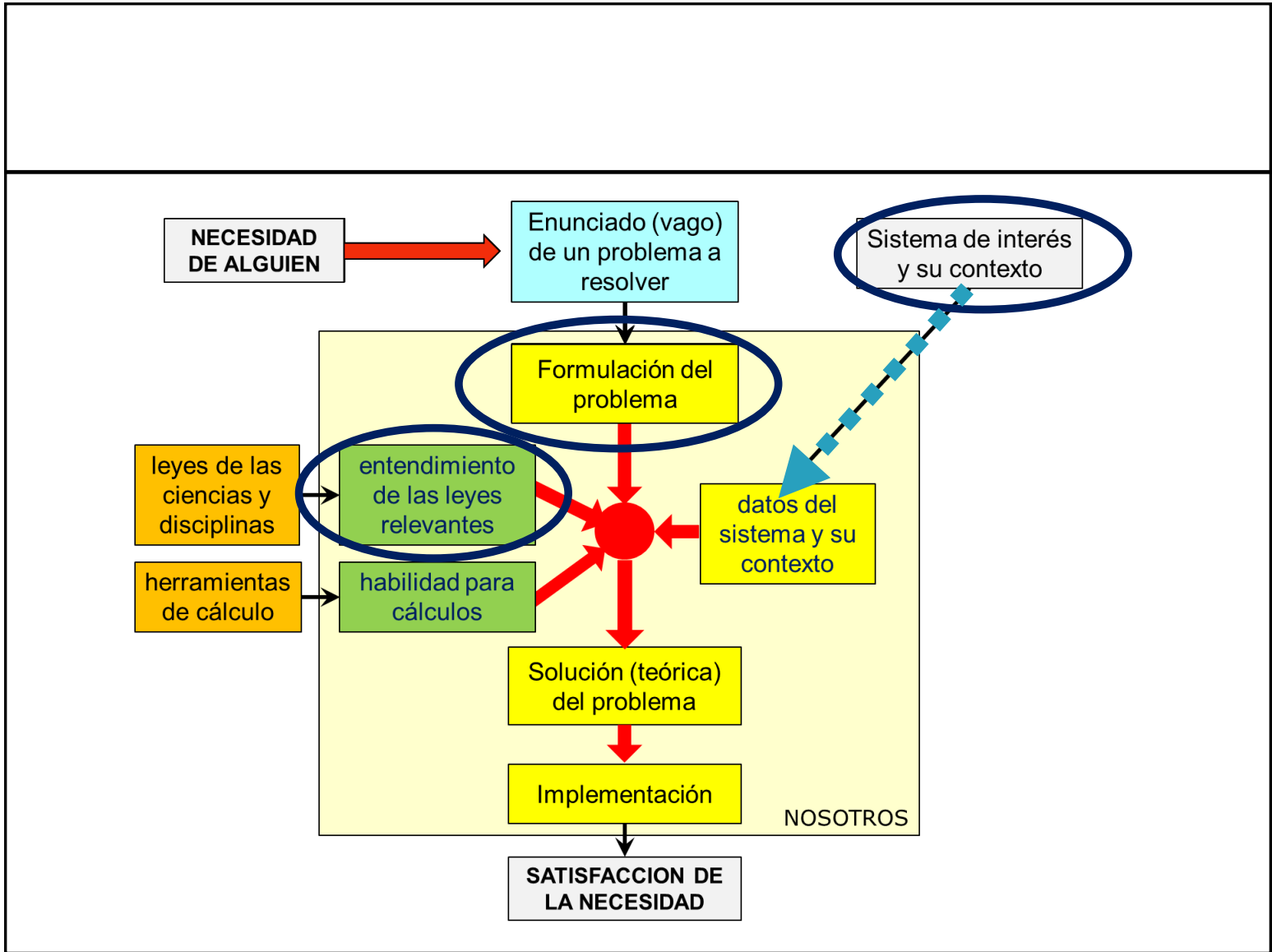
Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita

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

Esto requiere

- entender el problema
 - conocer el contexto y
 - saber sobre la materia de que 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 (para ello, ¿El dato / información necesaria para resolver el problema se puede llegar a conocer? precisión)

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

Nos debemos ocupar de
conseguir su valor real.



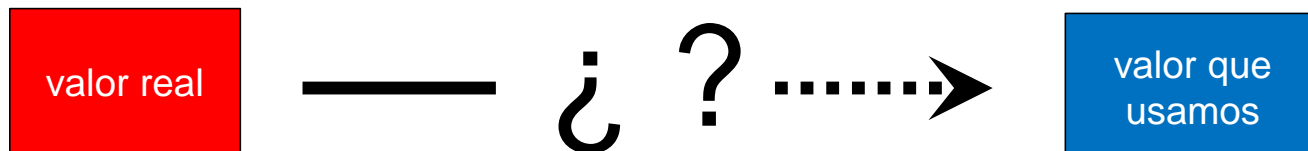
... y eso puede implicar el tener que
resolver un nuevo “problema”

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

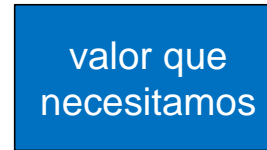
valor que
necesitamos

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



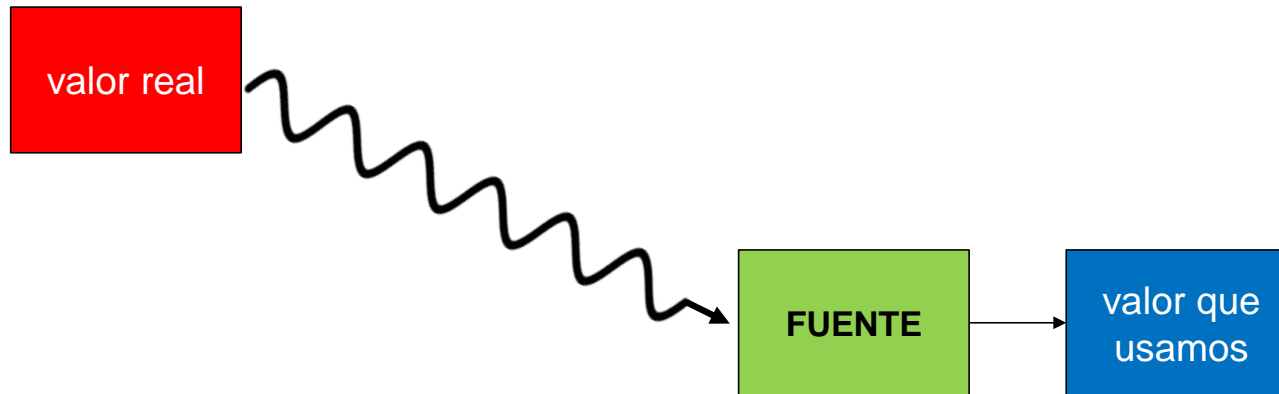
¿Cómo nos hacemos del dato / información para usarlo en la resolución del problema?

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

pero otras personas sí...

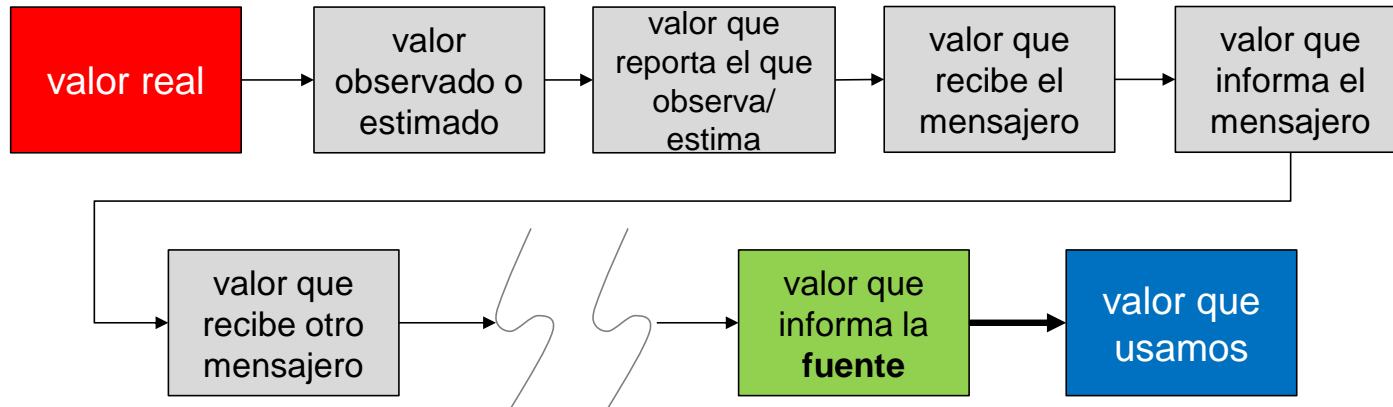
... en ese caso recurrimos a una "fuente"

Circuito de la información



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

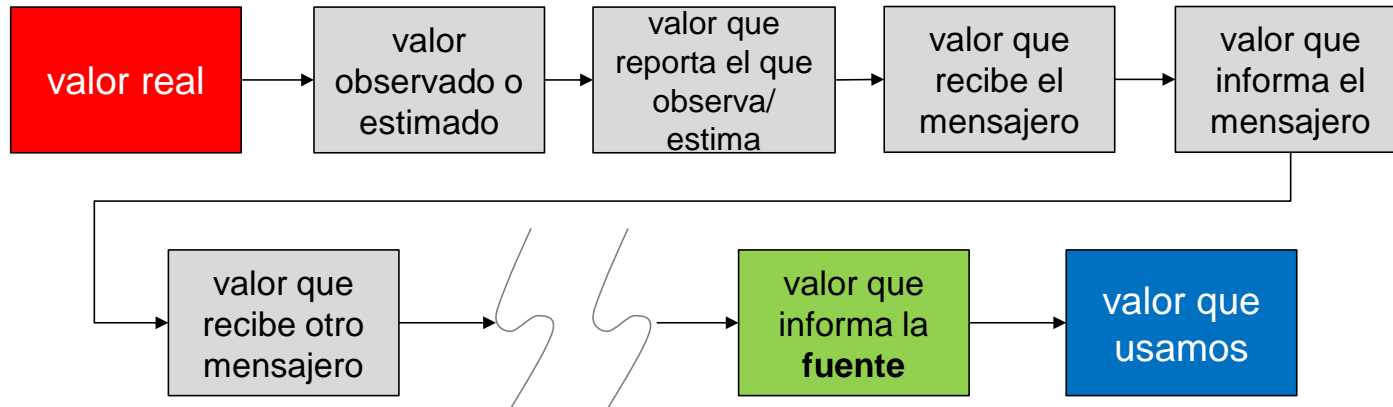
Circuito de la información



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-.

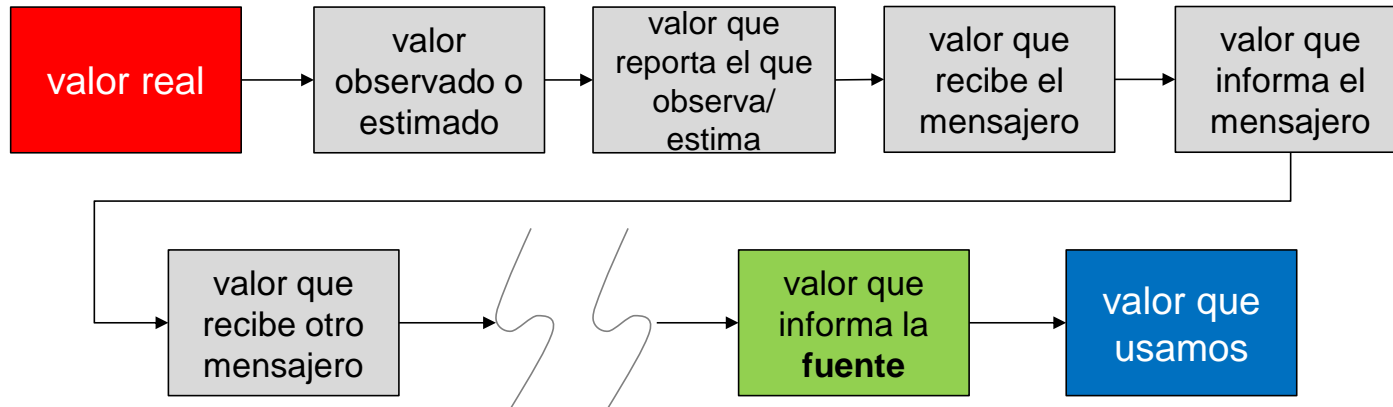
Circuito de la información



Es deseable que el “valor que usemos”
sea igual al “valor real”

Si el “valor que usamos” no es igual al “valor real”
nos exponemos a no resolver bien el problema.

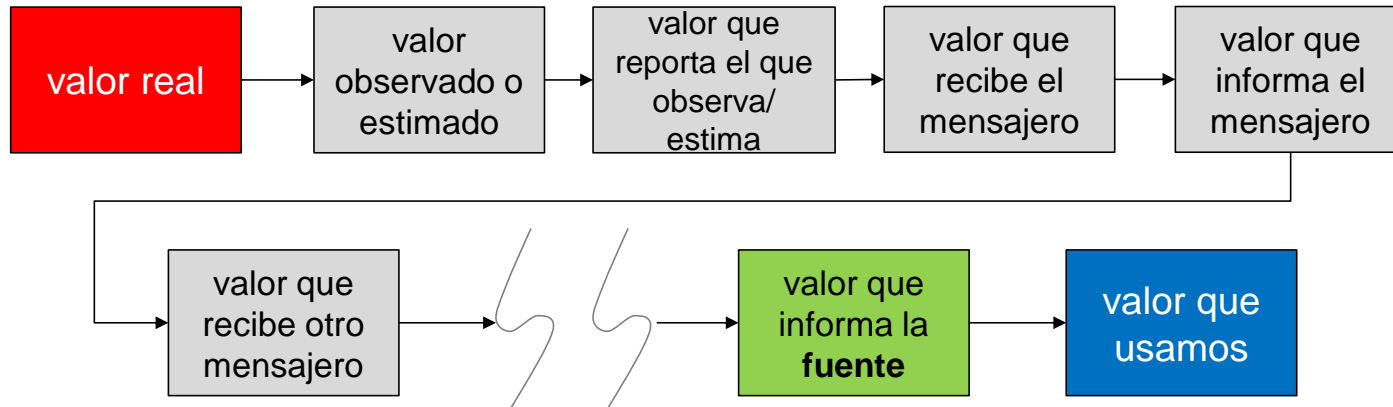
Circuito de la información



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

¿Por qué podrían no ser iguales?

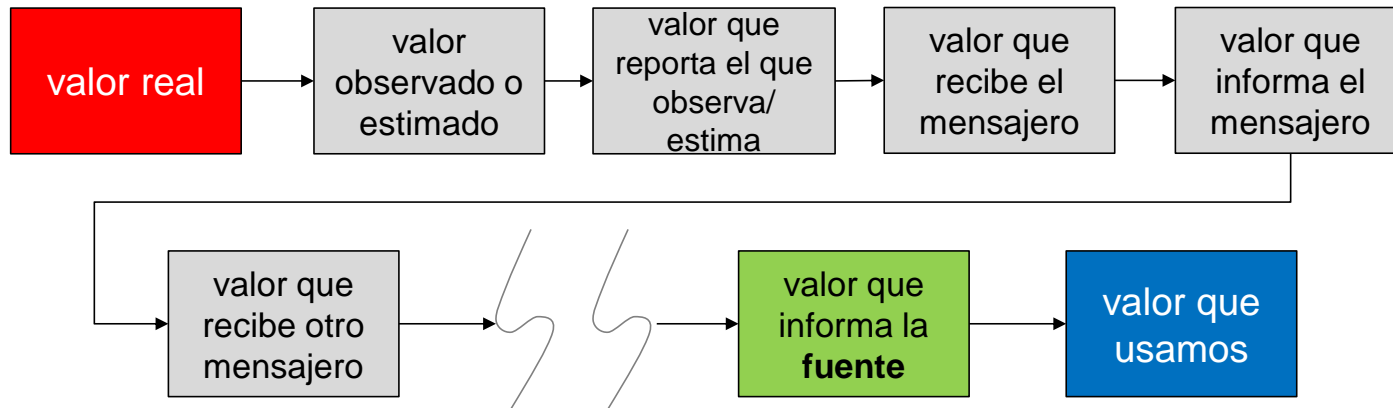
Circuito de la información



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

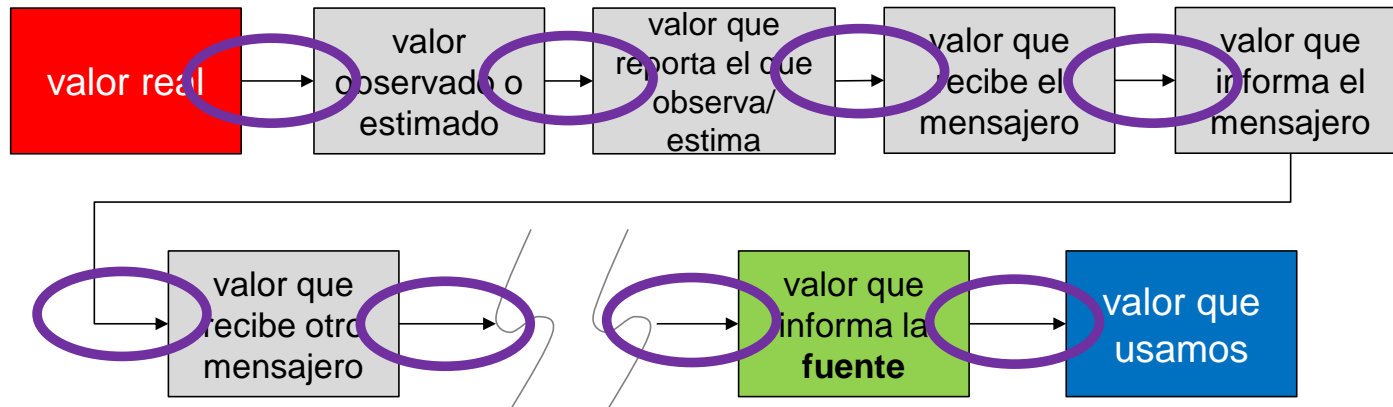
Circuito de la información



Posibles tipos de causas de la ocurrencia de esos errores:

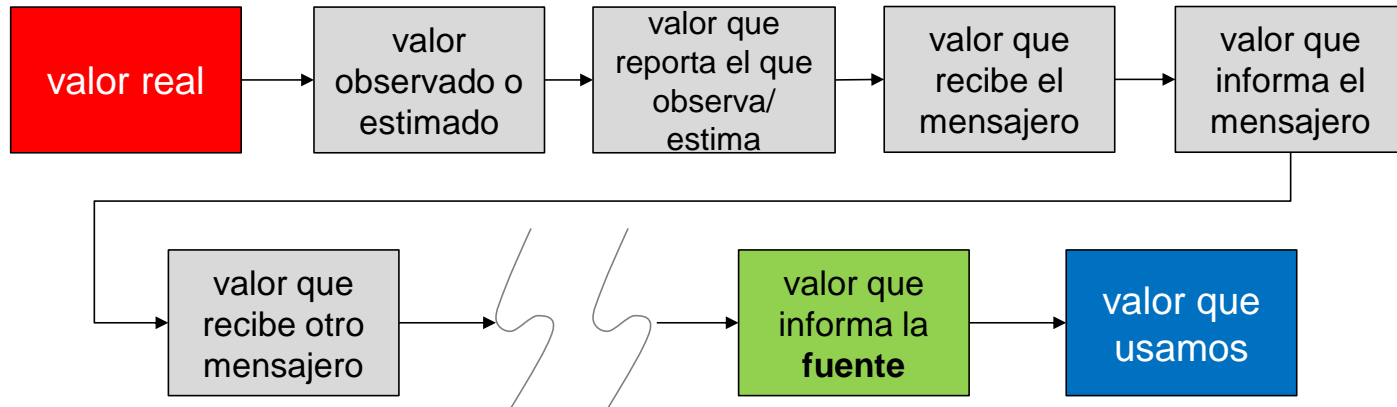
- Errores involuntarios
- Incompetencia de los actores
- Falta de interés
- Mala fe

Circuito de la información

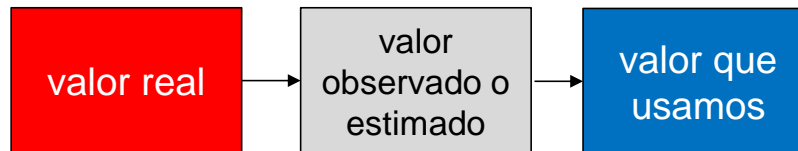


- Muchas posibles causas que provoquen error
- Nuestra interacción es sólo con "la fuente"

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

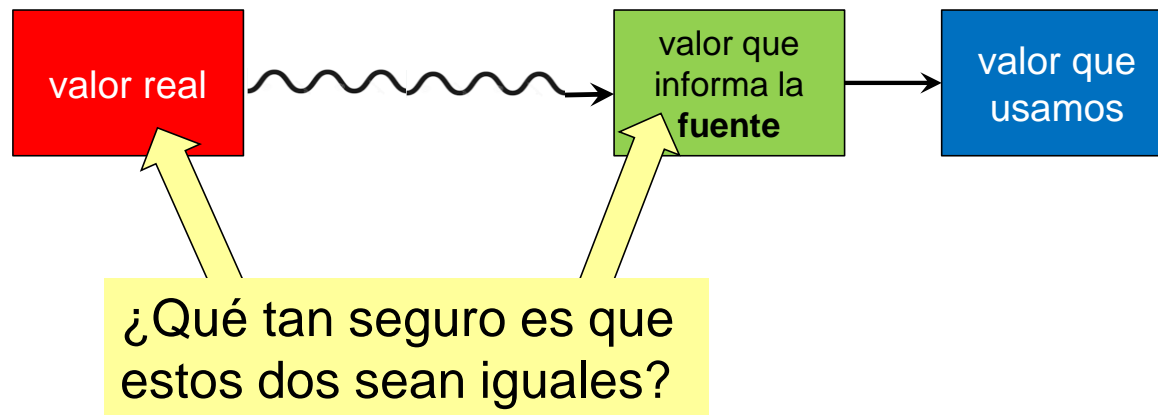
- conocer las posibles fuentes

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, redes sociales,...

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?
- ...

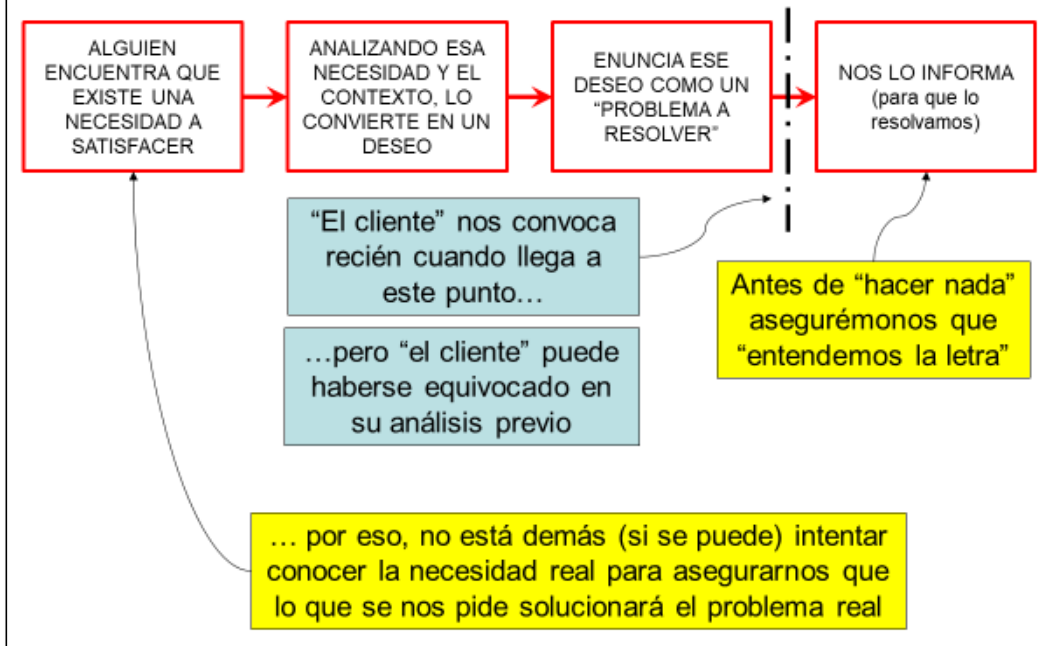
Problemática de las fuentes de información

- 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.

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".

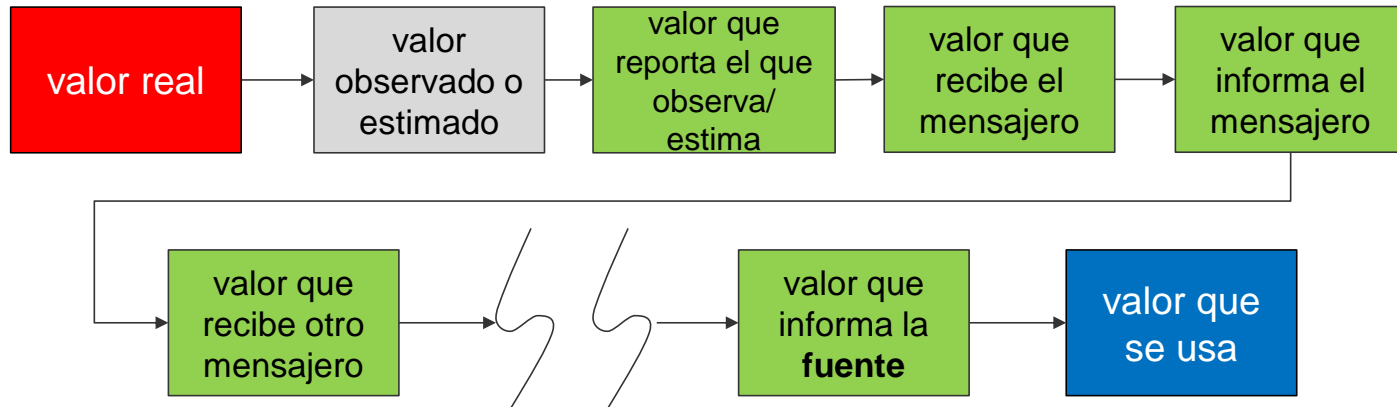
Algunas reflexiones Confiabilidad de la fuente

- 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)

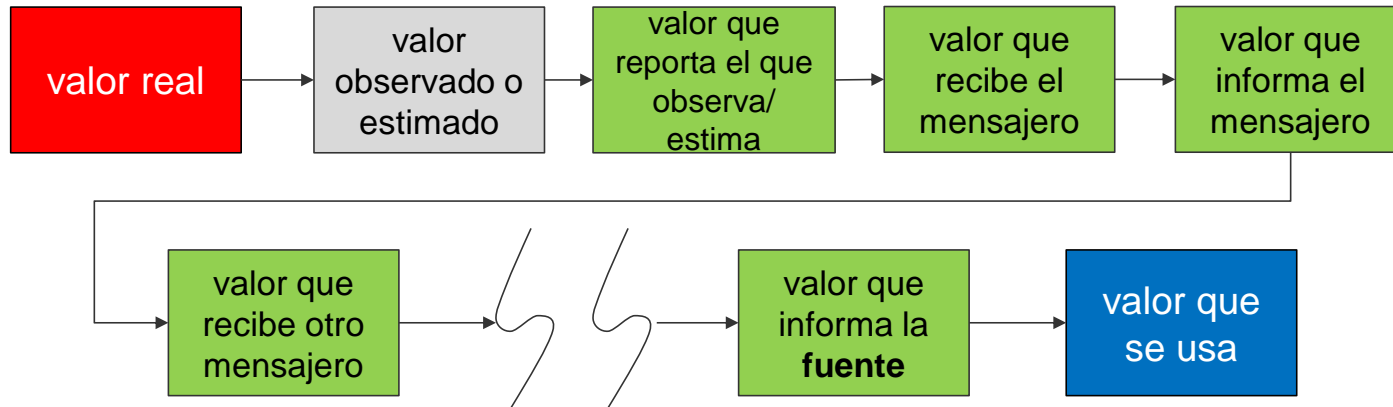
ANTES DE IRNOS DEL TEMA...



¡ Muchas veces Uds serán uno de esos eslabones “verdes” !

(Consejo) ¡Cuiden vuestra reputación!

Seamos fuentes confiables!



¡ Muchas veces Uds serán uno de esos eslabones “verdes” !

(Consejo) Esfuércense por ser Uds mismos fuentes confiables!

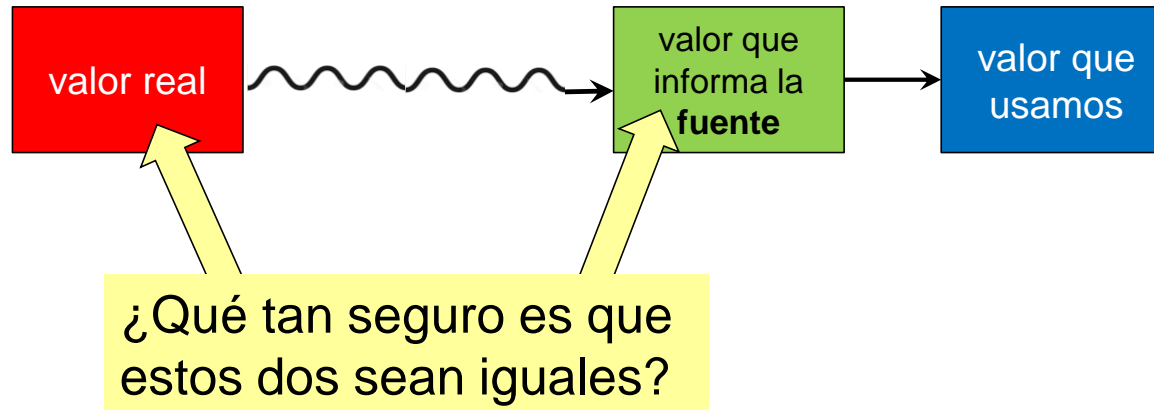
Algunas reflexiones Confiabilidad de la fuente

- 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)

Confiabilidad de la fuente



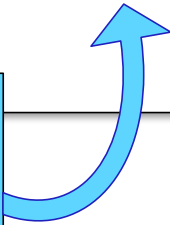
... y si ninguna de las fuentes disponibles nos da confianza plena respecto a la calidad de los datos / información que nos puede proporcionar?

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 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

Gestión de la incertidumbre

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

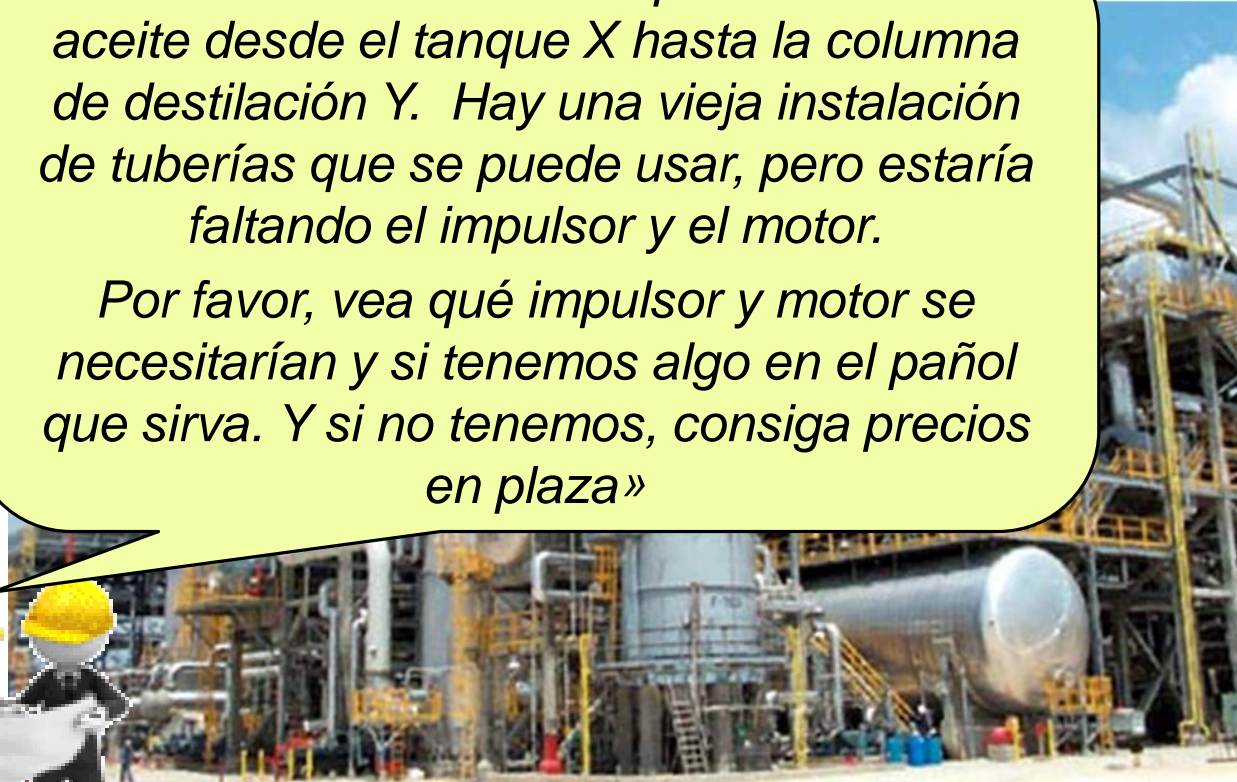
Esto puede deberse a:

- 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»



Ejemplo

“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»

Imagino el tipo de impulsor para ese servicio,...

Pero ¿de qué tamaño? ¿Cuál es la potencia requerida para bombear el aceite?...



Ejemplo

Sabemos que la potencia requerida guarda relación con las condiciones del circuito fluidodinámico (diámetro de tubería, longitud, alturas), las propiedades físicas del fluido (densidad, viscosidad), el caudal a bombear, etc...

...y hay fórmulas que permiten calcular la potencia requerida.

Potencia = f (diámetro, alturas, viscosidad, caudal...)



Ejemplo

¿Cuál es el circuito por el que deberá circular el aceite?

“Hay una vieja instalación de tuberías que se puede usar”

¿Relevamiento geométrico?

¿Existen datos sobre las características geométricas del circuito de tuberías por donde deberá circular el aceite?

¿Tendremos que efectuar las mediciones nosotros?

Ejemplo

Relevamiento geométrico

El Jefe de Planta nos pasó la siguiente información:

- El nivel de aceite en el tanque X se encuentra a 12,50 metros de altura
- Nivel a donde hay que mandar el aceite está a 17,50 metros de altura
- La tubería que une ambos puntos tiene 150 metros de longitud
- La tubería está fabricada con tubos de 6 pulgadas de diámetro interno

¿Cómo sabe estos datos el Jefe de Planta?

¿De dónde sacó esa información?

¿Puedo asumir que son ciertos? (...si estuvieran mal y me equivoco ¿él se hará responsable por el error?)

Ejemplo

Relevamiento geométrico

Supongamos que tomaremos como válidos estos datos que nos pasó el Jefe de Planta:

- El nivel de aceite en el tanque X se encuentra a 12,50 metros de altura
- Nivel a donde hay que mandar el aceite está a 17,00 metros de altura
- La tubería que une ambos puntos tiene 150 metros de longitud
- La tubería está fabricada con tubos de 6 pulgadas de diámetro interno

¿Las alturas están medidas
con certeza hasta el centímetro?

Ejemplo

Relevamiento geométrico

Supongamos que tomaremos como válidos estos datos que nos pasó el Jefe de Planta:

- El nivel de aceite en el tanque X se encuentra a 12,50 metros de altura
- Nivel a donde hay que mandar el aceite está a 17,50 metros de altura
- La tubería que une ambos puntos tiene 150 metros de longitud
- La tubería está fabricada con tubos de 7 pulgadas de diámetro interno

... y la longitud ¿son 150 metros exactos?
¿Cuál es el error? ¿10 metros? ¿un metro?.
¿Podríamos medir hasta el centímetro?

Ejemplo

Relevamiento geométrico

Supongamos que tomaremos como válidos estos datos que nos pasó el Jefe de Planta:

- El nivel de aceite en el tanque X se encuentra a 12,50 metros de altura
- Nivel a donde hay que mandar el aceite está a 17,50 metros de altura
- La tubería que une ambos puntos tiene 150 metros de longitud
- La tubería está fabricada con tubos de 6 pulgadas de diámetro interno

¿Cuáles son las propiedades físicas del aceite?

¿A qué temperatura está?

¿Es siempre la misma?

¿Cuál es el caudal a bombear?

¿El caudal será el mismo en el futuro?

Ejemplo

Relevamiento geométrico

Supongamos que tomaremos como válidos estos datos que nos

pa

¡Faltan muchos datos!

...y los que tenemos tienen
incertidumbre.

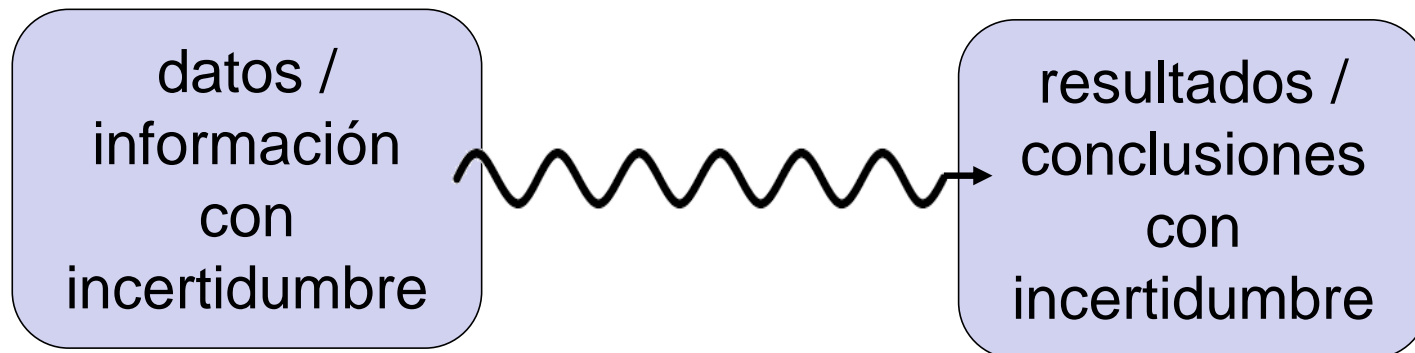
¿ entonces ?

¿C

¿El caudal será el mismo en el futuro?

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.

Incertidumbre en la información disponible

- ¿Se puede estimar?
- ¿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.

Ejemplo: Longitud de t...
¿esos 150 metros "se... tud se
aproximó a la decena

Supongamos que la longitud...
... pero que se midió con... m

La persona que midió lo hace p... mente bien, pero lee 150,21
(nunca podrá percibir que "se pa... or 0,000512076543411)

... y por lo mismo, dada la apreci... on del instrumento tampoco podrá
asegurar que no hay una diferen... a mínima hacia el "otro lado"

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

Dada la "apreciación"
del instrumento, la 5^a
cifra es "insegura"

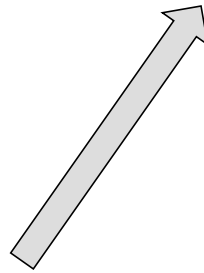
Cifras significativas

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...

2453×10^2	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.

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.

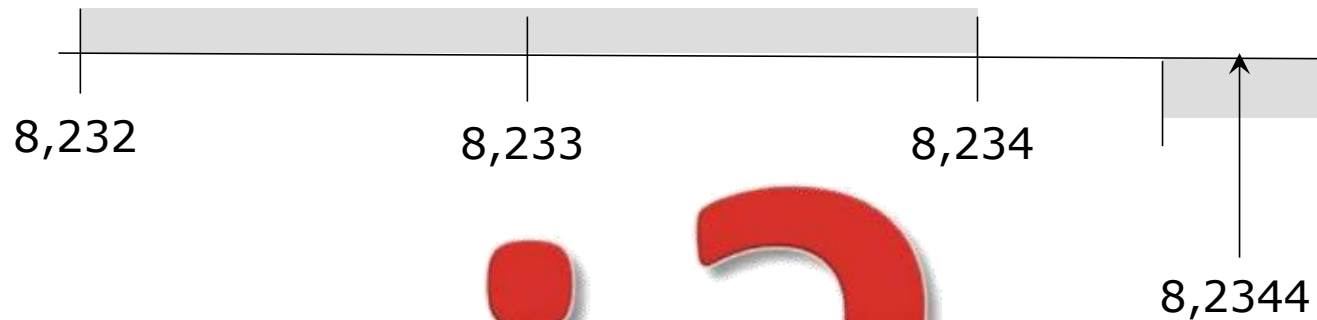
Ahora, $233,44 / 28,349523125 = 8,23435367751005$

Ud. vuelve a informar: 8,2344 oz

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

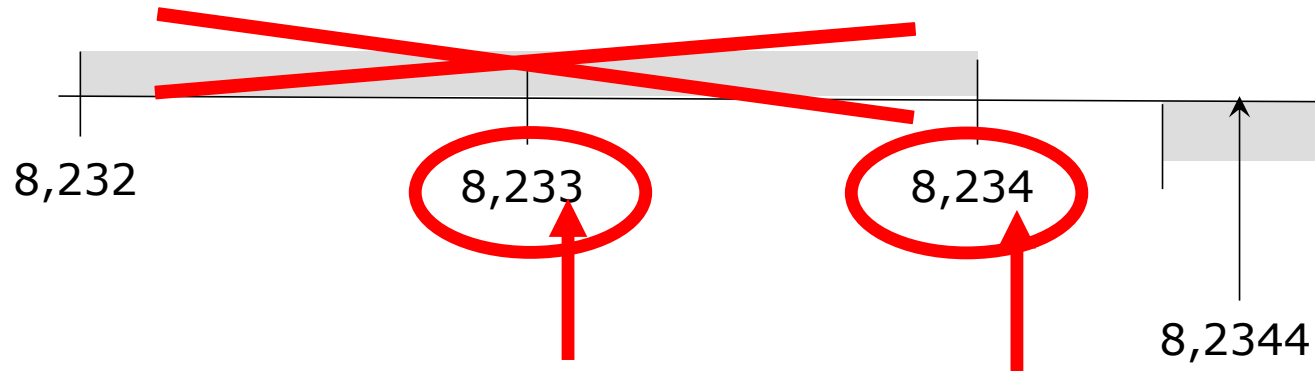
"¿por qué el peso con 5 cifras significativas cae fuera del rango de incertidumbre que suponía el valor anterior con 4 cifras?"

Problema / Pregunta



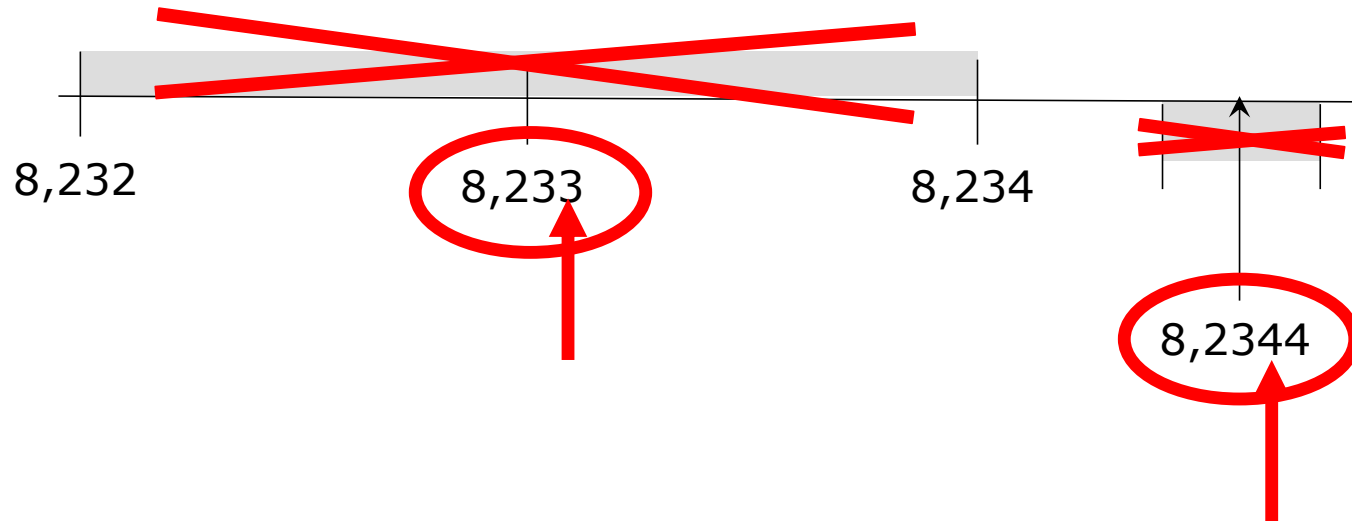
"¿por qué el peso con 5 cifras significativas cae fuera del rango de incertidumbre que suponía el valor anterior con 4 cifras?"

Problema / Pregunta



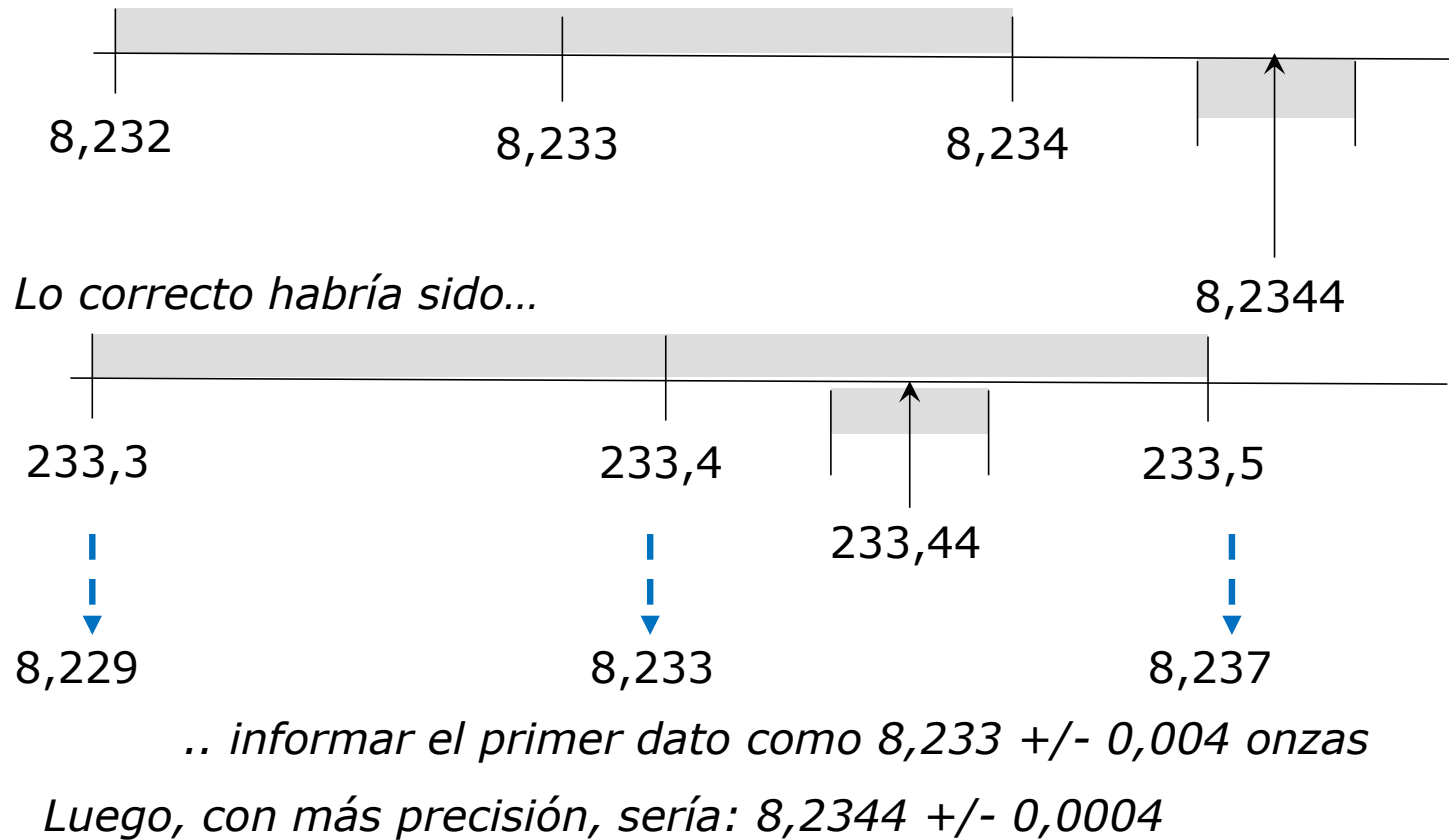
"¿por qué el peso con 5 cifras significativas cae fuera del rango de incertidumbre que suponía el valor anterior con 4 cifras?"

Problema / Pregunta



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

Problema / Pregunta



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.

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.

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 primero 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.

TOMADO DE: <https://people.bath.ac.uk/ensdasr/ME10304.bho/SigFigs.pdf>

The number of significant figures

From the practical point of view of computing numbers, the big question is, How many significant figures do we need? As a consequence we need to understand what happens when we do arithmetic in limited precision. In engineering, we frequently need only 3 or 4 significant figures for comparison with experimental work, for that is often the greatest precision with which we can measure. There are, of course, counter-examples to this, such as the mass of the electron, the speed of light, gravitational acceleration and the density of water, as these have all been measured to very much greater degrees of accuracy. Note that while, g , the acceleration due to gravity, is generally defined as 9.80665m/s^2 , which is apparently correct to 6SFs, it actually varies between 9.779m/s^2 for Mexico City to 9.819m/s^2 for Oslo; these represent fairly closely the two extreme cases for the earth's surface. Therefore it is pointless using all six significant figures that we are capable of measuring unless one also defines the required location on Earth. Perhaps we should only use 9.8m/s^2 ? And even if we know exactly where we are on the globe, g will also vary with the time of day if we are on open water due to the height of the tide. However, despite needing only 3 or 4 figures for experimental work, it is not always good to retain only 3 or 4 figures of accuracy during intermediate theoretical calculations, because round-off errors can build up catastrophically. In general, I would recommend using at least 6 for all calculations, and if the final result is required to 3 significant figures (SFs), one may then round the final answer to the required accuracy. But even then, one must be aware of how accuracy can get eroded.



10 contenedores de 25 ton
+
una bolsa de 120 gramos

Peso total en gramos
=
250.000.120

$$\begin{array}{r}
 120 \\
 + 1,33 \\
 + \underline{0,012} \\
 \hline
 121,342
 \end{array}$$

*En Ingeniería, estas sumas **están mal***

(cifras significativas!!!)



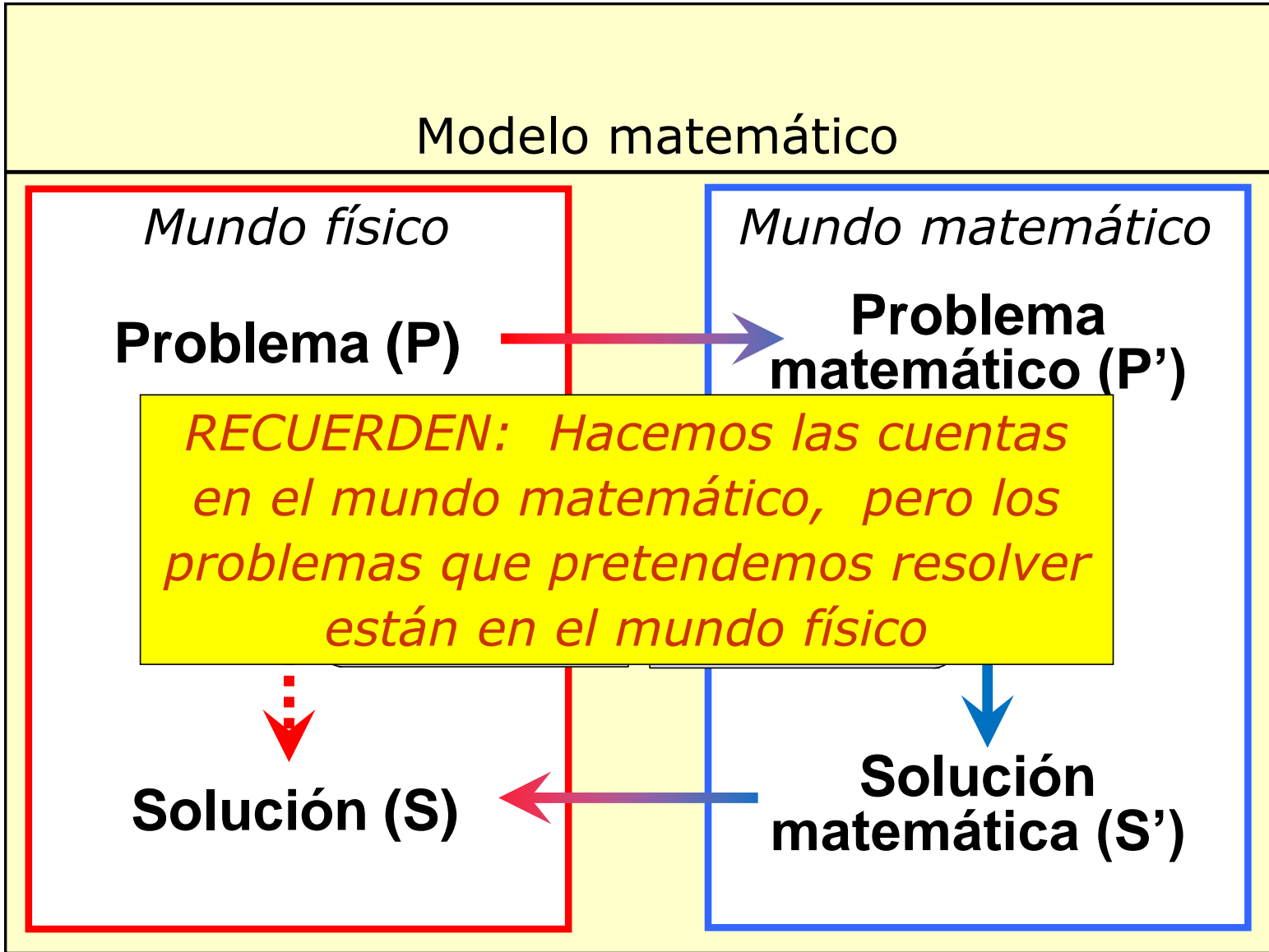
65 millones de años y 15 días

10 contenedores de 25 ton
+
una bolsa de 120 gramos

Peso total en gramos
=
250.000.120

$$\begin{array}{r} 120 \\ + 1,33 \\ + \underline{0,012} \\ \hline 121,342 \end{array}$$

¿Por qué digo que estas sumas están mal si matemáticamente están bien?





65 millones de años y 15 días

10 contenedores de 25 ton
+
una bolsa de 120 gramos

Peso total en gramos
=
25.000.120

$$\begin{array}{r}
 120 \\
 + 1,33 \\
 + \underline{0,012} \\
 \hline
 121,342
 \end{array}$$

La corriente de salida de productos es de 14567890,234 mol/día

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

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 componente con incertidumbre en
algunos datos



sub



si

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

so del
que se

guramente
propio diseño y puede
era ineficiente.

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...

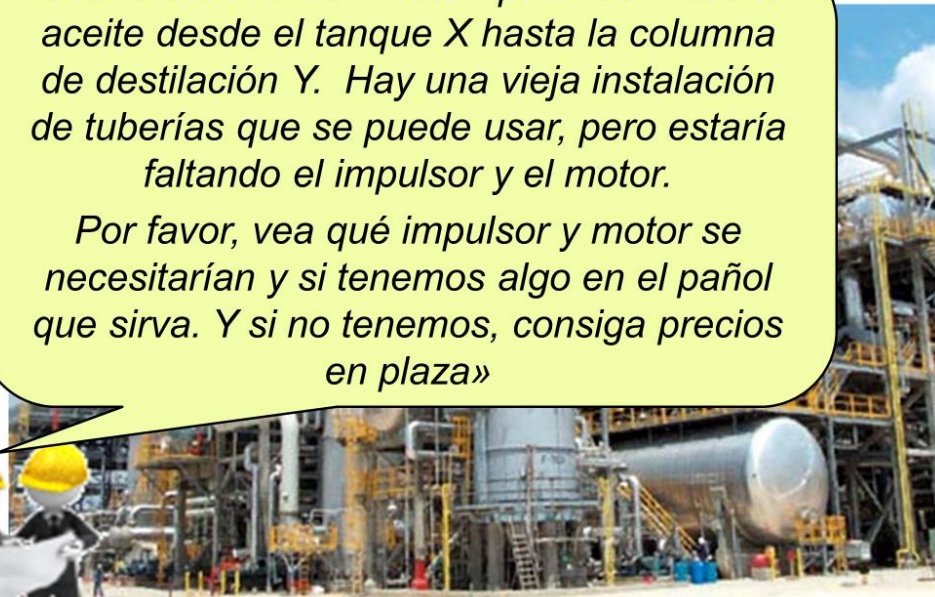
- ¿será necesario conocer estas magnitudes con menor incertidumbre?
- ¿será necesario conocer estas magnitudes con menor incertidumbre?

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»

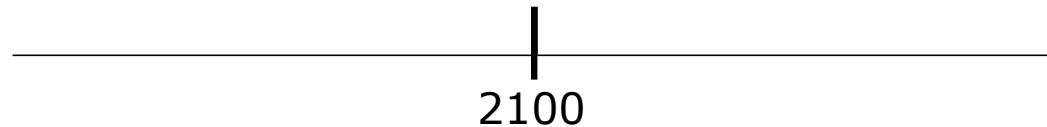


Volviendo al Ejemplo...

(A los efectos de este ejemplo, supongamos que...)

Empleando la información disponible y haciendo los cálculos correspondientes, llegamos al resultado de que la potencia requerida es 2100 W.

Pero tomando en cuenta la incertidumbre de la información, las estimaciones de datos no conocidos (+ cálculo de errores, etc...) sólo podemos asegurar que el resultado está entre 1800 W y 2400 W

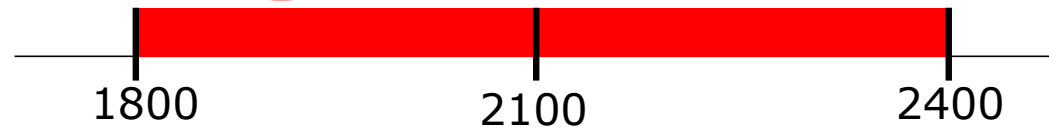


Volviendo al Ejemplo...

(A los efectos de este ejemplo, supongamos que...)

Empleando la información disponible y haciendo los cálculos correspondientes, llegamos al resultado de que la potencia requerida es 2100 W.

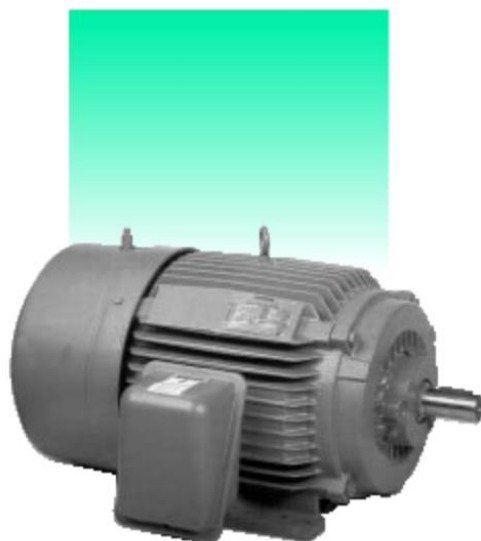
Pero tomando en cuenta la incertidumbre de la información, las estimaciones de datos no conocidos (+ cálculo de errores, etc...) sólo podemos asegurar que el resultado está entre 1800 W y 2400 W



¿Cómo especificamos la potencia del motor?

¿Nos cubrimos? ¿Para qué lado?

2400 W



HP	RPM	Armazón	Cat. No.	Cat. No.
0.5	900	143T	30000834	-
0.75	1800	143T	30000815	-
	1200	143T	30000826	HSF0091
	900	145T	30000900	-
1	3600	143T	30000804	-
	1800	143T	30000857	HSF0105
	1200	145T	30000890	HSF0518
	900	182T	30000948	HSG1106
1.5	3600	143T	30000845	HSF0119
	1800	145T	30000879	HSF0539
	1200	182T	30000940	HSG1113
	900	184T	30000981	HSG1624
2	3600	145T	30000868	HSF0574
	1800	145T	30000912	HSF0560
	1200	184T	30000973	HSG1631
	900	213T	30001024	HSH2191
3	3600	182T	30000923	HSG1155
	1800	182T	30000932	HSG1134
	1200	213T	30001013	HSH2198
	900	215T	30001071	HSH2758
5	3600	184T	30000957	HSG1666
	1800	184T	30000965	HSG1652
	1200	215T	30001060	HSH2772
	900	254T	30001118	HSI3290
7.5	3600	213T	30000991	HSH2233
	1800	213T	30001002	HSH2219
	1200	254T	30001106	HSI3304
	900	256T	30001165	HSI3808
10	3600	215T	30001035	HSH2807
	1800	215T	30001047	HSH2793

2400 W

1492 W

2235 W

3727 W

Para estar cubiertos

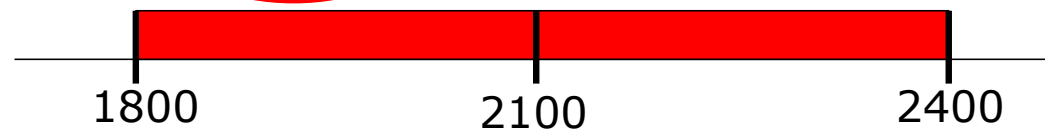
HP	RPM	Armazón	Cat. No.	Cat. No.
0.5	900	143T	30000834	-
0.75	1800	143T	30000815	-
	1200	143T	30000826	HSF0091
	900	145T	30000900	-
1	3600	143T	30000804	-
	1800	143T	30000857	HSF0105
	1200	145T	30000890	HSF0518
	900	182T	30000948	HSG1106
1.5	3600	143T	30000845	HSF0119
	1800	145T	30000879	HSF0539
	1200	182T	30000940	HSG1113
	900	184T	30000981	HSG1624
2	3600	145T	30000868	HSF0574
	1800	145T	30000912	HSF0560
	1200	184T	30000973	HSG1631
	900	213T	30001024	HSH2191
3	3600	182T	30000923	HSG1155
	1800	182T	30000932	HSG1134
	1200	213T	30001013	HSH2198
	900	215T	30001071	HSH2758
5	3600	184T	30000957	HSG1666
	1800	184T	30000965	HSG1652
	1200	215T	30001060	HSH2772
	900	254T	30001118	HSI3290
7.5	3600	213T	30000991	HSH2233
	1800	213T	30001002	HSH2219
	1200	254T	30001106	HSI3304
	900	256T	30001165	HSI3808
10	3600	215T	30001035	HSH2807
	1800	215T	30001047	HSH2793

Volviendo al Ejemplo...

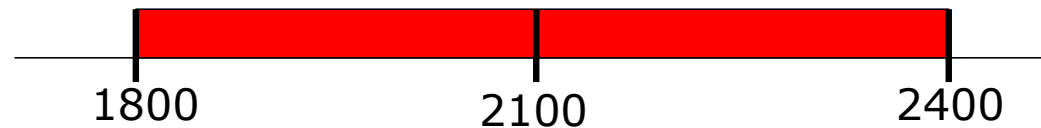
(A los efectos de este ejemplo, supongamos que...)

Empleando la información disponible y haciendo los cálculos correspondientes, llegamos al resultado de que la potencia requerida es 2100 W.

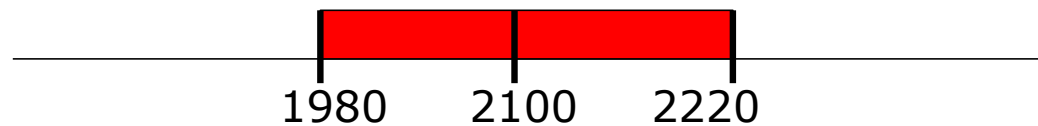
Pero tomando en cuenta la incertidumbre de la información, las estimaciones de datos no conocidos (+ cálculo de errores, etc...) sólo podemos asegurar que el resultado está entre 1800 W y 2400 W



¿No valdrá la pena reducir el rango de incertidumbre?

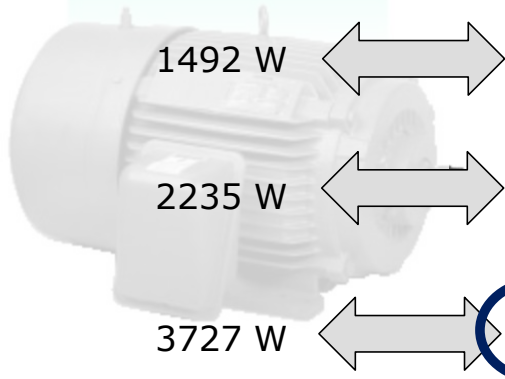


Supongamos que con un poco más de esfuerzo, conseguimos datos más seguros, y podemos reducir el intervalo de incertidumbre...



2400 W ✘

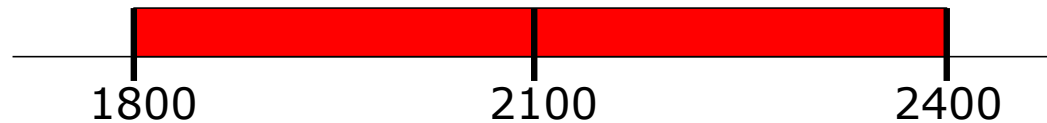
2220 W ✔



HP	RPM	Armazón	Cat. No.	Cat. No.
0.5	900	143T	30000834	-
0.75	1800	143T	30000815	-
	1200	143T	30000826	HSF0091
	900	145T	30000900	-
1	3600	143T	30000804	-
	1800	143T	30000857	HSF0105
	1200	145T	30000890	HSF0518
	900	182T	30000948	HSG1106
1.5	3600	143T	30000845	HSF0119
	1800	145T	30000879	HSF0539
	1200	182T	30000940	HSG1113
	900	184T	30000981	HSG1624
2	3600	145T	30000868	HSF0574
	1800	145T	30000912	HSF0560
	1200	184T	30000973	HSG1631
	900	213T	30001024	HSH2191
3	3600	182T	30000923	HSG1155
	1800	182T	30000932	HSG1134
	1200	213T	30001013	HSH2198
	900	215T	30001071	HSH2758
5	3600	184T	30000957	HSG1666
	1800	184T	30000965	HSG1652
	1200	215T	30001060	HSH2772
	900	254T	30001118	HSI3290
7.5	3600	213T	30000991	HSH2233
	1800	213T	30001002	HSH2219
	1200	254T	30001106	HSI3304
	900	256T	30001165	HSI3808
10	3600	215T	30001035	HSH2807
	1800	215T	30001047	HSH2793

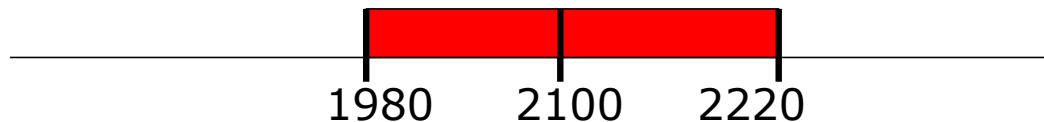
HP	RPM	Armazón	Cat. No.	Cat. No.
0.5	900	143T	30000834	-
0.75	1800	143T	30000815	-
	1200	143T	30000826	HSF0091
	900	145T	30000900	-
1	3600	143T	30000804	-
	1800	143T	30000857	HSF0105
	1200	145T	30000890	HSF0518
	900	182T	30000890	HSG1106
1.5	900	143T	30000890	HSF0119
			30000890	HSF0539
			30000890	HSG1113
			30000890	HSG1624
			30000890	HSF0574
			30000890	HSF0560
			30000890	HSF1631
			30000890	HSF1191
			30000890	HSF1155
			30000890	HSF1134
2	900	143T	30000890	HSF12198
			30000890	HSF12758
			30000890	HSG1666
			30000890	HSG1652
			30000890	HSF2772
			30000890	HSI3290
			30000890	30000991
			30000890	30001002
			30000890	30001106
			30000890	30001165
10	3600	215T	30001035	HSF2807
		215T	30001047	HSF2793

AL REDUCIR EL INTERVALO DE INCERTIDUMBRE PUDIMOS TERMINAR ESCOGIENDO UN MOTOR MÁS CHICO... MÁS BARATO!!!



Nos llevaba a elegir equipos de 5 HP (costo \$ 65.000)

Luego de trabajar en la búsqueda de información dudosa, pudimos "afinar" los datos y llegamos a



lo que nos permitió asegurar la operación con equipos de 3 HP (costo \$40.000)

¿Valió la pena el esfuerzo?

(Supongamos que en este caso, reducir la incertidumbre nos llevó 2 semanas, trabajar un domingo y nos costó \$ 30.000).

OJO: No está contemplado acá, el costo de operación... un motor de 5 HP va a gastar más energía que un motor de 3 HP... no está el dato... pero seguro que en el total de la vida útil del motor, el costo de energía puede superar los montos que se manejan aquí.

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?
- ¿será necesario conocer estas magnitudes con menor incertidumbre?

Mayor calidad de la información disponible

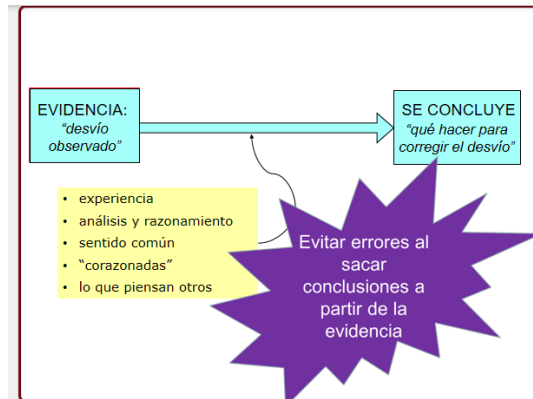
Nos prepara mejor para resolver el problema. Permite tomar mejores decisiones y con menos riesgos.

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

Pasos para intentar la Solución de Problemas

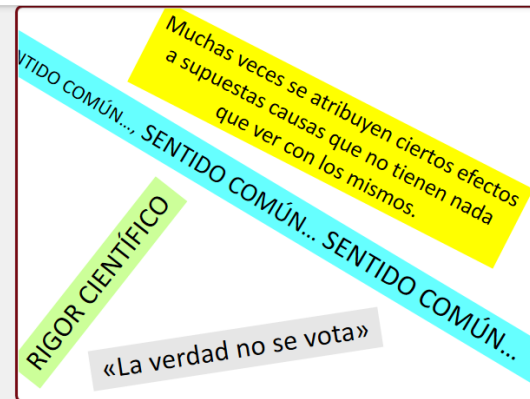
1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente
3. Analizar evidencia, teoría y experiencia
4. A partir de #1 - 3, establecer el objetivo que deberá satisfacer la «Solución»
- 5. Formular “alternativas de solución” 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.

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...



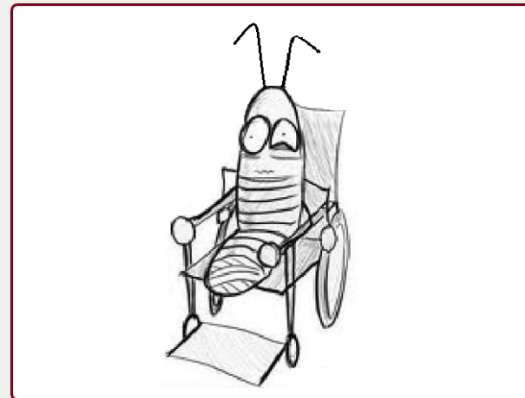
13

*

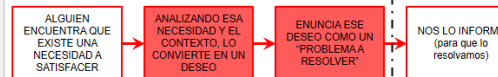


14

*



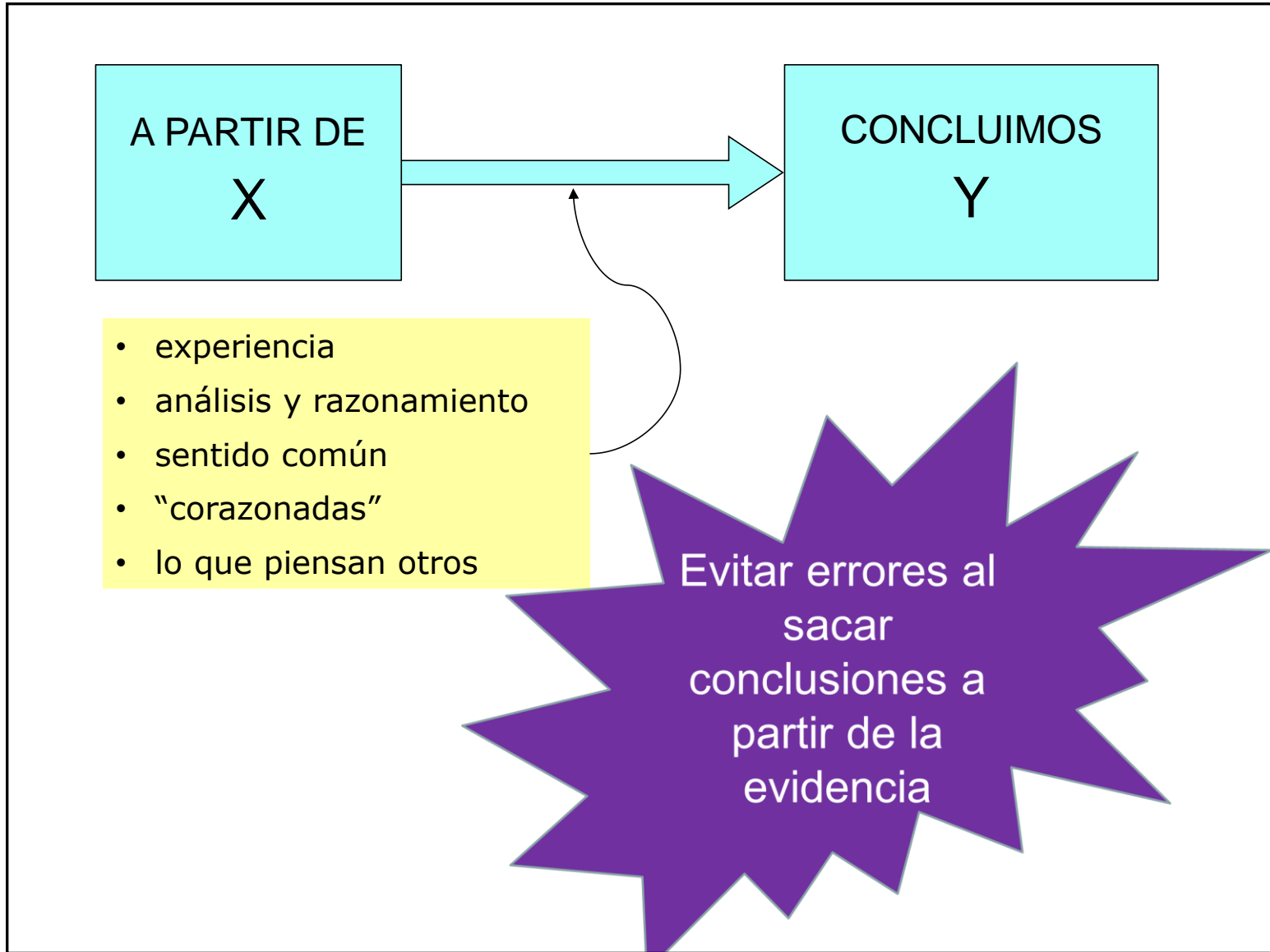
Repasando la secuencia de pasos...



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

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

«La verdad no se vota»

«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”)

Causas vs Síntomas

Si el problema es un desvío que queremos corregir, es fundamental:

- 1) Actuar sobre causas y no sobre síntomas
- 2) Encontrar las causas básicas

Para encontrar causas de un desvío, muchas veces conviene empezar preguntándose

*¿hubo algún cambio previo?
¿qué cambió?*



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
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.

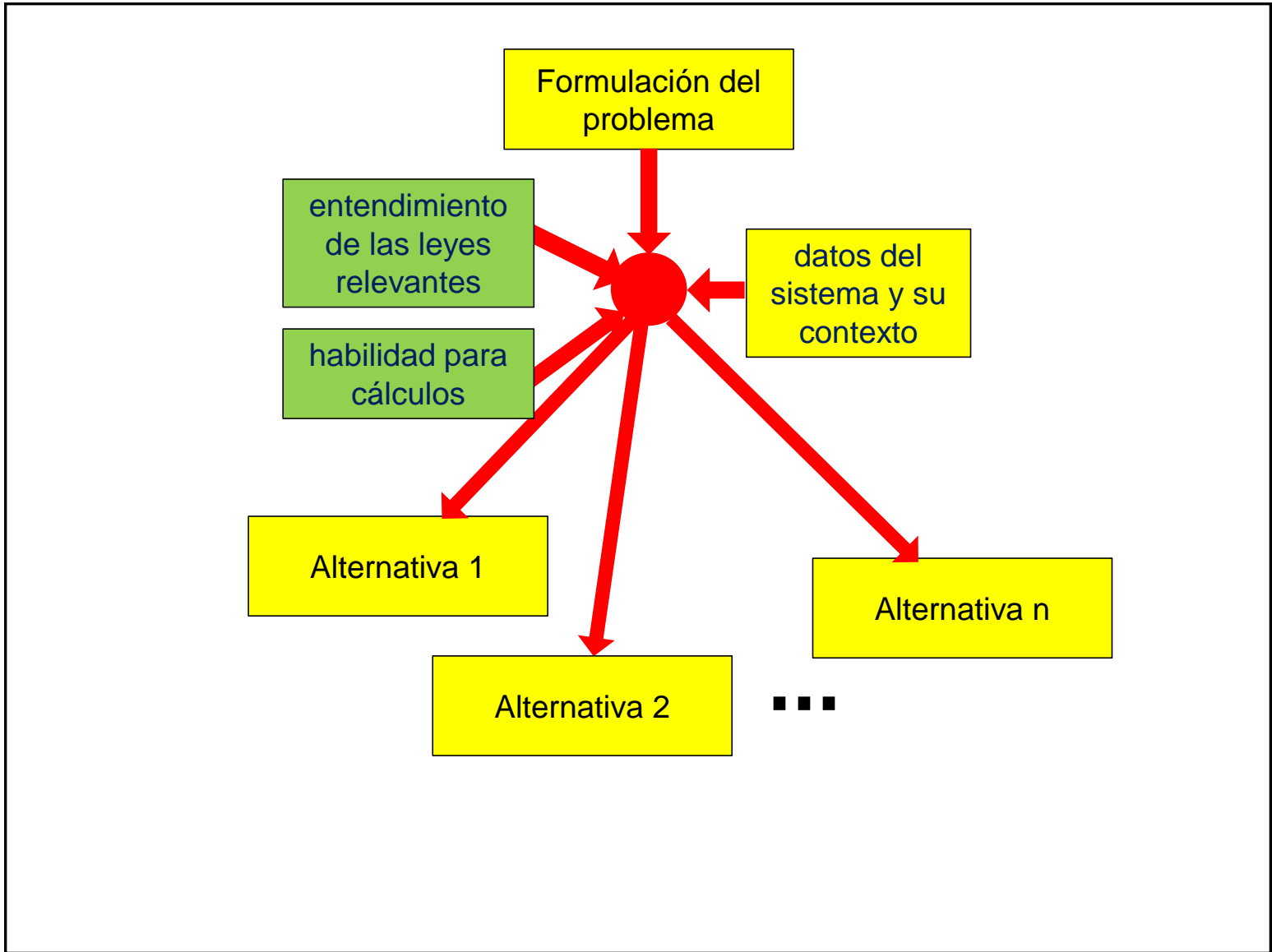
Si bien en nuestro curso (y en muchos otros...) los problemas que se le plantearán tienen una única solución...

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.

Formular alternativas de solución

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



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)

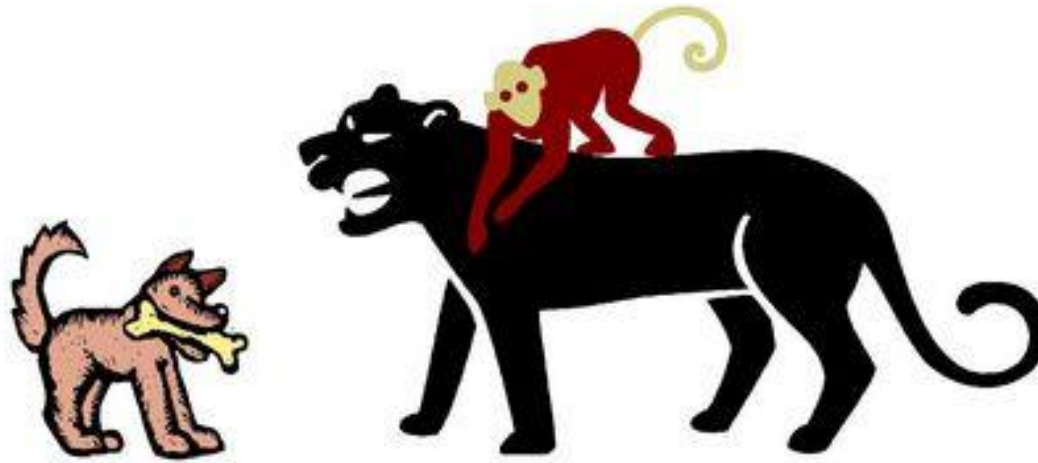
Formular alternativas
de solución
requiere de
CONOCIMIENTOS y
de **IMAGINACION**

Algunas reflexiones...

"La imaginación es más importante que el conocimiento"

"Plantearse nuevas preguntas, nuevas posibilidades, mirar viejos problemas desde nuevos ángulos, requiere imaginación creativa y es lo que genera avances reales en la ciencia"

(Albert Einstein)

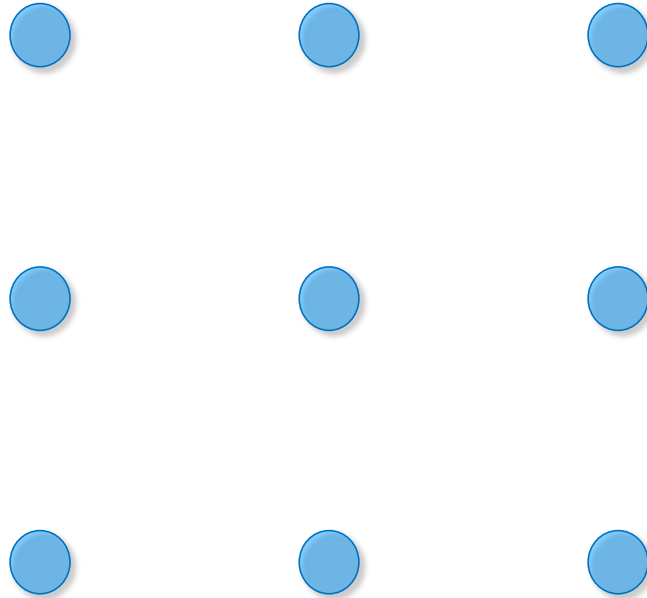


el perro, la pantera y el mono

Algunas reflexiones...

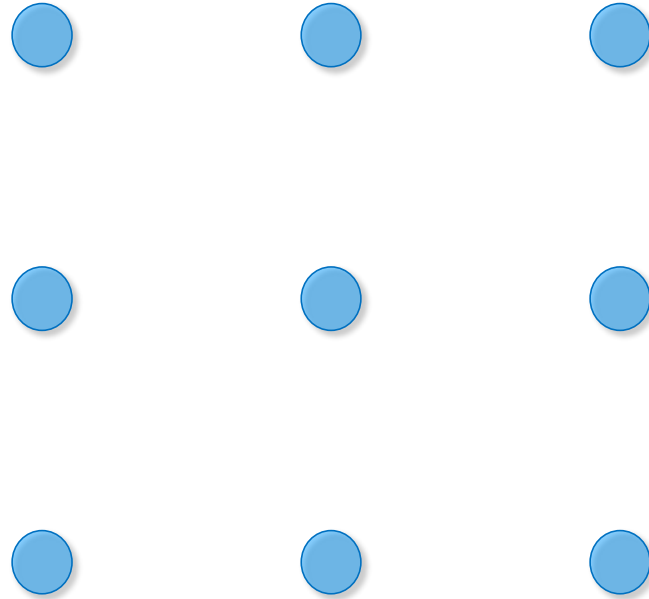
Las soluciones a los problemas difíciles a menudo se obtienen pensando por fuera del marco de referencia usual, desafiando el status quo.





*"Unir los 9 puntos con sólo 4 trazos rectos sin
levantar el lápiz del papel"*





"..y con un solo trazo?"



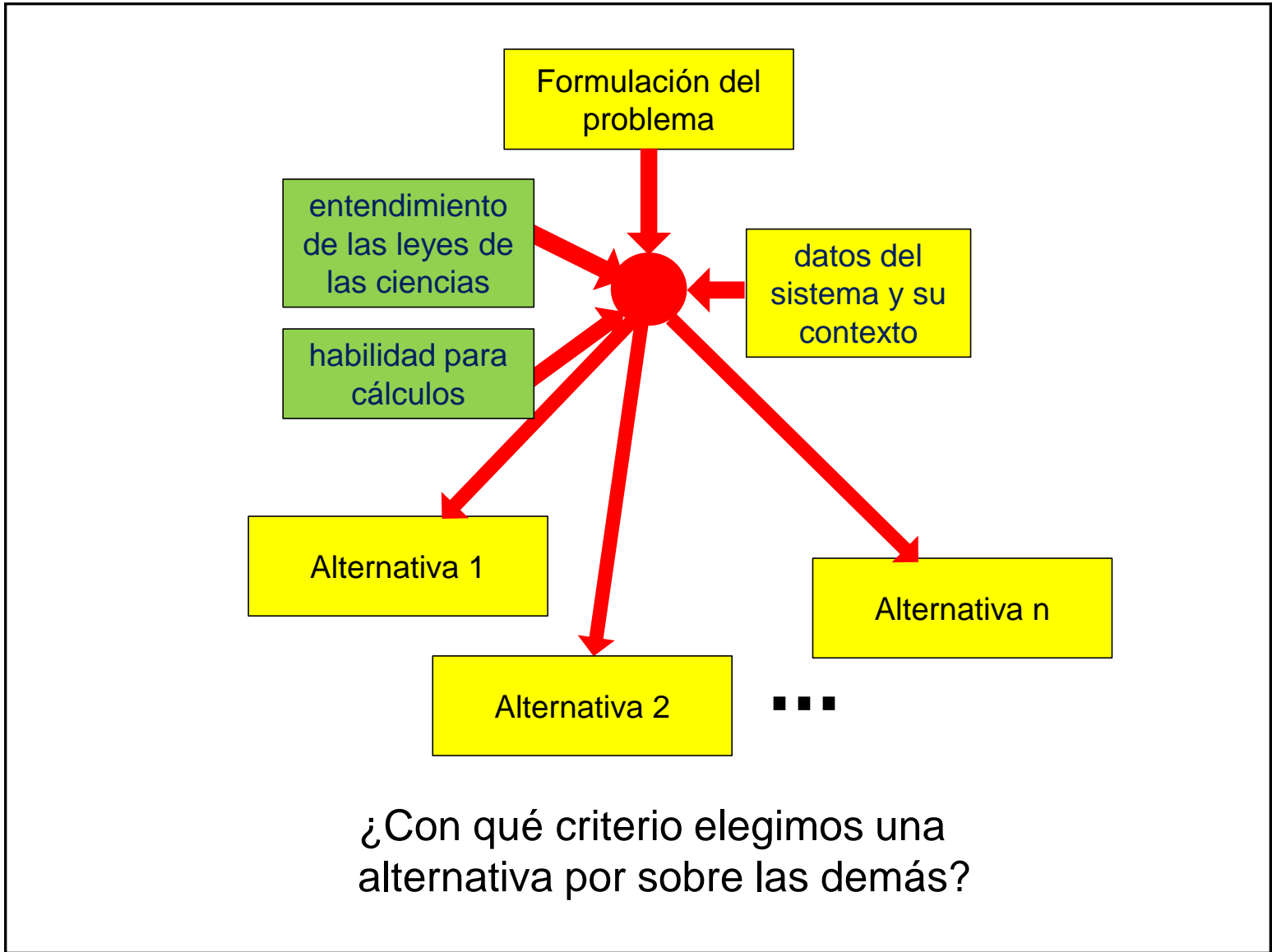
Pasos para intentar la Solución de Problemas

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.

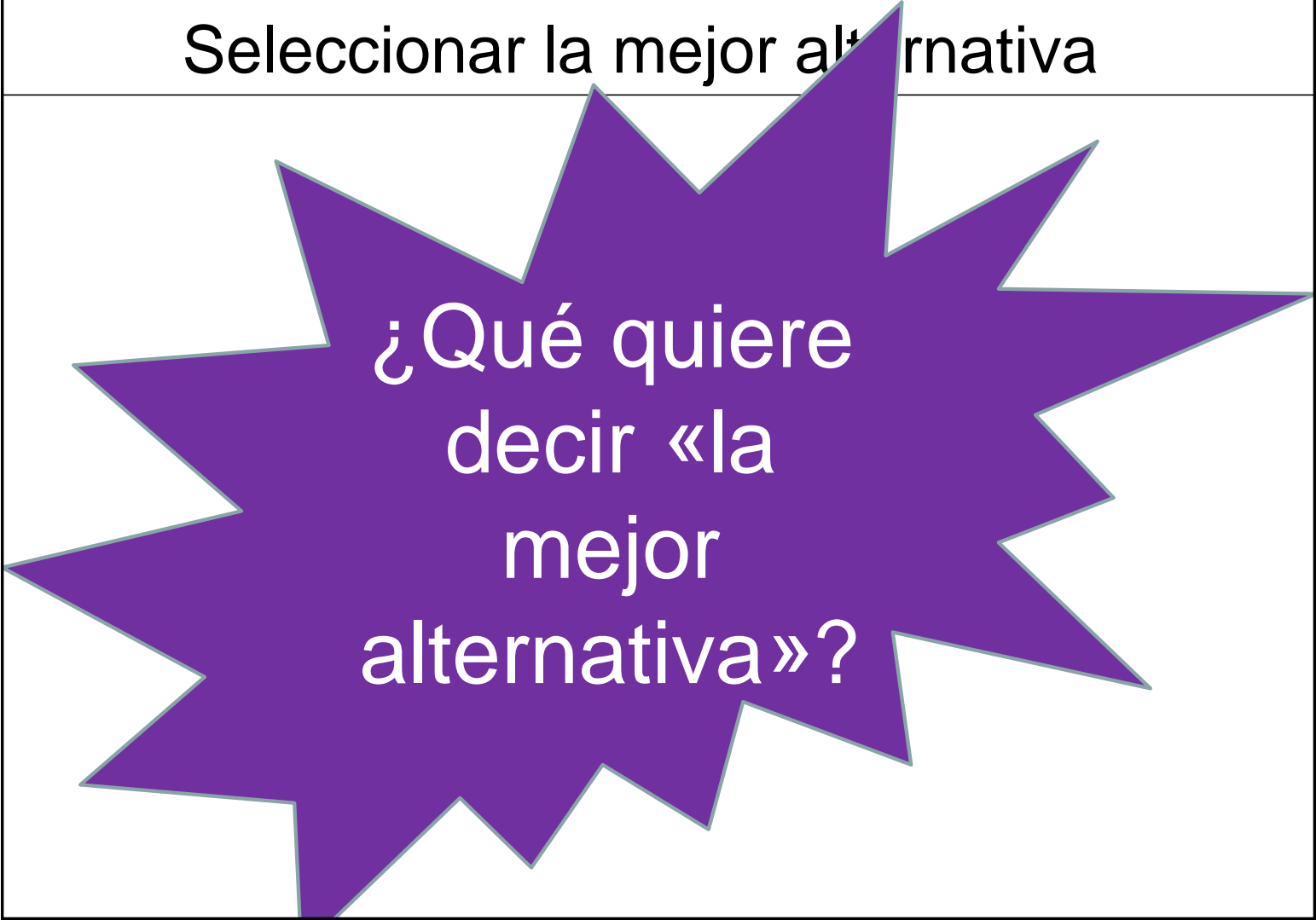
“Necesitamos calentar un líquido desde temperatura ambiente hasta 90°C...

- 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.



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.

Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema»
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 (¿se solucionó el problema?)
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

¿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



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)

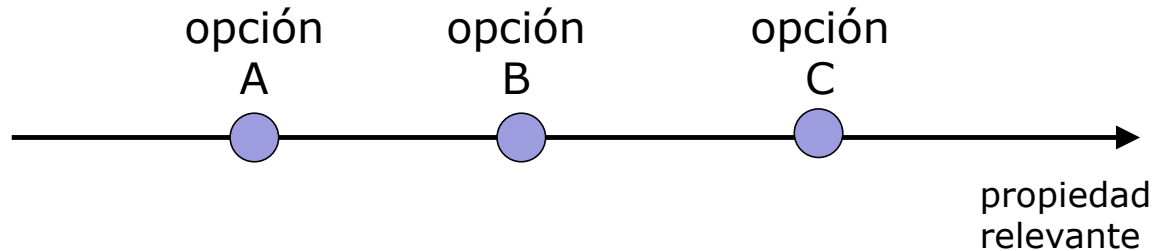
pero también se aplica a:

- 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

Seleccionar “la mejor” alternativa no siempre es fácil

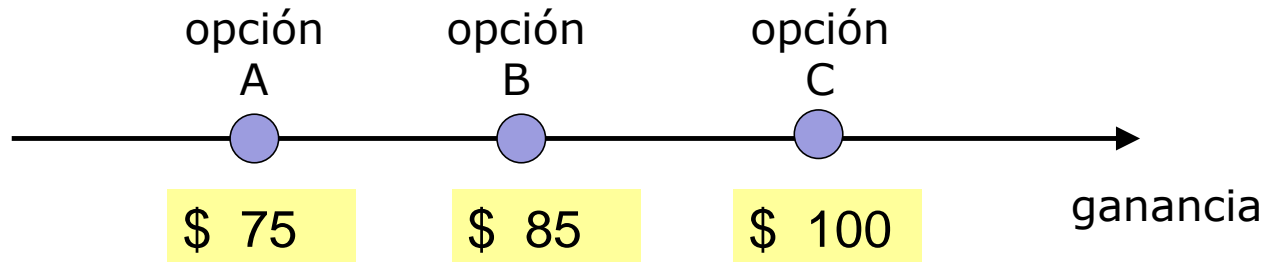
El entrecomillado es porque muchas veces la elección es subjetiva, y aún con la misma información no todos tomaríamos la misma decisión.

Seleccionar “la mejor” alternativa no siempre es fácil



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

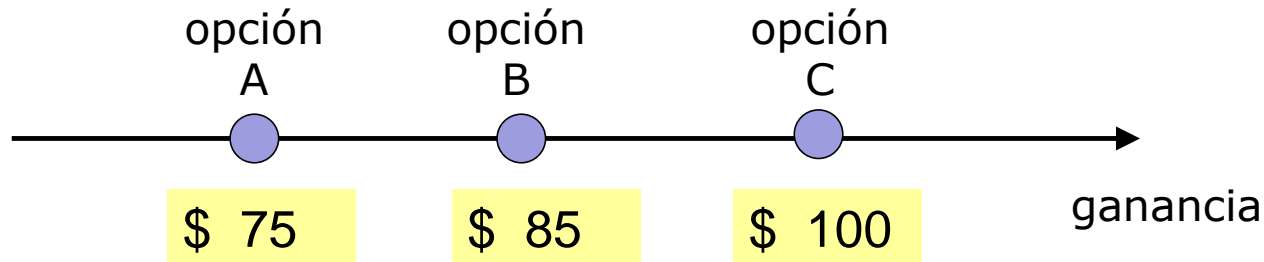
Seleccionar “la mejor” alternativa no siempre es fácil



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

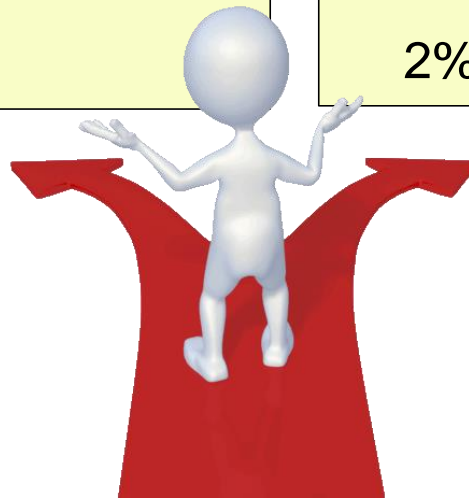
Es seguro Ganar \$ 100

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?

Ejemplo 1

ALTERNATIVA A

Es seguro Ganar \$ 100

ALTERNATIVA B

90% de Ganar \$ 100

8% de Ganar \$ 1.000

2% de Perder \$ 5.000

Cada alternativa nos presenta diferentes valores posibles y probabilidades de ocurrencia de cada valor

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

Ejemplo 1

ALTERNATIVA A

Es seguro Ganar \$ 100

ALTERNATIVA B

90% de Ganar \$ 100

8% de Ganar \$ 1.000

2% de Perder \$ 5.000

Cada alternativa nos presenta diferentes valores posibles y probabilidades de ocurrencia de cada valor

En casos así, podemos calcular el “valor esperado” de cada alternativa.

“Valor
esperado”

=

\sum

(valor i)

x

probabilidad de
ocurrencia de ese valor

Ejemplo 1

ALTERNATIVA A

Es seguro Ganar \$ 100

“Valor esperado de A”

=

$$1 \times 100 = 100$$

ALTERNATIVA B

90% de Ganar \$ 100

8% de Ganar \$ 1.000

2% de Perder \$ 5.000

“Valor esperado de B”

=

$$\begin{aligned} &0,90 \times 100 + \\ &0,08 \times 1000 + \\ &0,02 \times (-5000) \\ &= 70 \end{aligned}$$

Ejemplo 1

ALTERNATIVA A

Es seguro Ganar \$ 100

ALTERNATIVA B

90% de Ganar \$ 100

8% de Ganar \$ 1.000

2% de Perder \$ 5.000

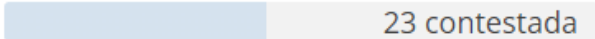
“Valor esperado de A” = 100 “Valor esperado de B” = 70


Esto quiere decir que estadísticamente, si el evento se repitiera muchas veces y tuviéramos la posibilidad de elegir cada vez, a la larga sería mejor elegir la Alternativa A pues nos daría más ganancia que la B.

Respuestas de la encuesta

ANTES
de la explicación del
criterio del valor esperado.

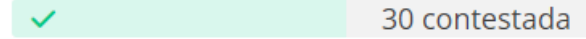
Opciones

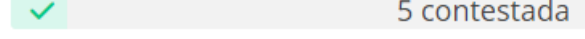
- A** Alternativa A
Es seguro ganar \$ 100
 23 contestada

- B** Alternativa B
90% probable de Ganar \$ 100
8% probable de Ganar \$ 1000
2% probable de Perder \$ 5000
 25 contestada

DESPUES
de la explicación del
criterio del valor esperado.

Opciones

- A** Alternativa A
Es seguro ganar \$ 100
 30 contestada

- B** Alternativa B
90% probable de Ganar \$ 100
8% probable de Ganar \$ 1000
2% probable de Perder \$ 5000
 5 contestada

Ejemplo 1

ALTERNATIVA A

Es seguro Ganar \$ 100

ALTERNATIVA B

90% de Ganar \$ 100

8% de Ganar \$ 1.000

2% de Perder \$ 5.000

“Valor esperado de A” = 100 “Valor esperado de B” = 70

Esto quiere decir que estadísticamente, si el evento se repitiera muchas veces y tuviéramos la posibilidad de elegir cada vez, a la larga sería mejor elegir la Alternativa A pues nos daría más ganancia que la B.

De todas maneras, esto no “obliga” a elegir A. Los más precavidos seguramente optarán por A, los que prefieren arriesgar con tal de tener la posibilidad de una ganancia mayor, probablemente opten por B. (Esto último explica la existencia de los juegos de azar)

Ejemplo 2

¡400 mil usd quemándose!

Se está incendiando el depósito de producto terminado de la planta industrial.

Son 4 galpones y cada uno almacena unos 100 mil dólares en mercadería.

Los Bomberos, luego de evaluar la situación nos dan dos posibles abordajes para apagar el fuego.

¡400 mil usd quemándose!

Los Bomberos nos dan dos posibles abordajes para apagar el fuego.

Abordaje A

Ir a lo seguro. Dedicar todo el esfuerzo para salvar uno de los galpones. Si hacen eso se pierde sólo el 75% del total.

100% de perder usd 300.000

Valor esperado (miles de USD)

$$1 \times (-300) = - 300$$

Abordaje B

Tratar de salvar todo... pero es poco seguro (25%) y lo más probable es que se pierda todo.

25% de no perder nada

75% de perder usd 400.000

Valor esperado (miles de USD)

$$0,25 \times 0 + 0,75 \times (- 400) = - 300$$

¡400 mil usd quemándose!

Los Bomberos nos dan dos posibles abordajes para apagar el fuego.

Abordaje A

Abordaje B

- 300

- 300

Valor esperado (miles de USD)

$$-300 \times 1 = -300$$

Valor esperado (miles de USD)

$$0 \times 0,25 - 400 \times 0,75 = -300$$

¡400 mil usd quemándose!



Abordaje A

Valor esperado:
perder 300 mil dólares

Abordaje B

Valor esperado:
perder 300 mil dólares

¿Cuál alternativa eligen?

Respuestas a la encuesta

Alternativa A (vamos a lo seguro)

20

100% de perder USD 300.000

Alternativa B (nos la jugamos a no perder)

21

25% de no perder nada

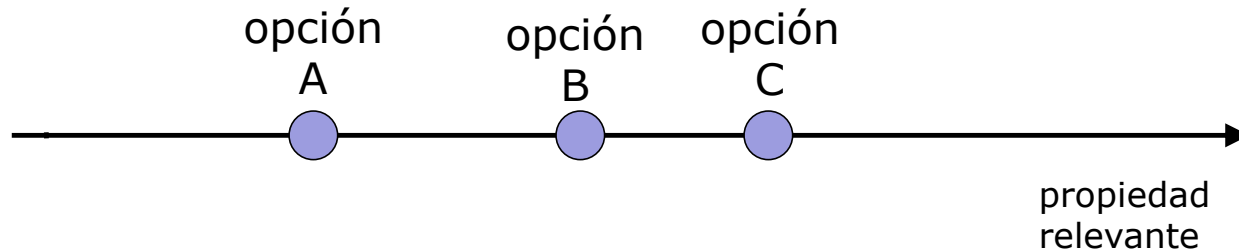
75% de perder USD 400.000

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 (pero tanto las ganancias o pérdidas, como las probabilidades de ocurrencia 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

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

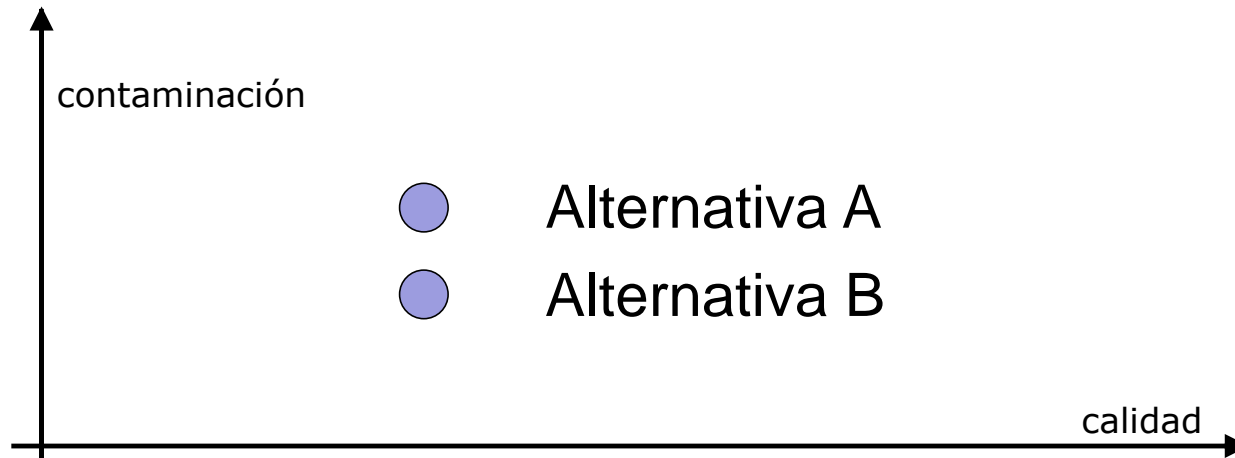


En los ejemplos 1 y 2, sólo comparamos UNA
característica...
(que además se podía cuantificar objetivamente - \$-)

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

Suponiendo que podemos “cuantificar”
contaminación y calidad de cada alternativa...

En este caso:

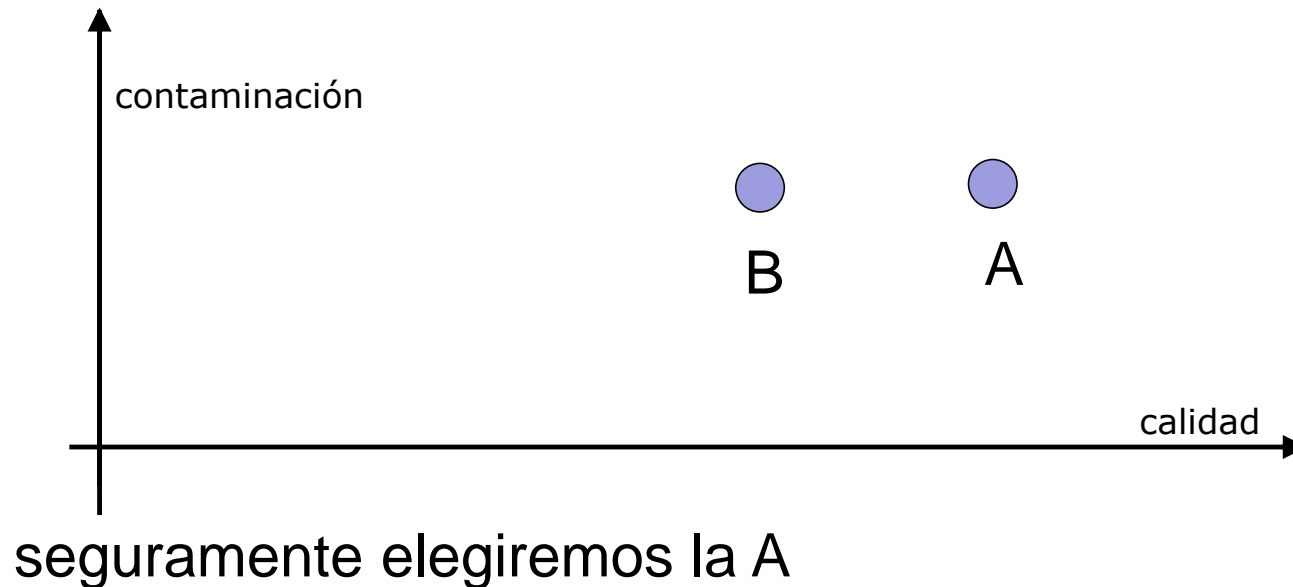


seguramente elegiremos la Alternativa B que tiene
igual calidad y provoca menos contaminación

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

Suponiendo que podemos “cuantificar” contaminación y calidad de cada alternativa...

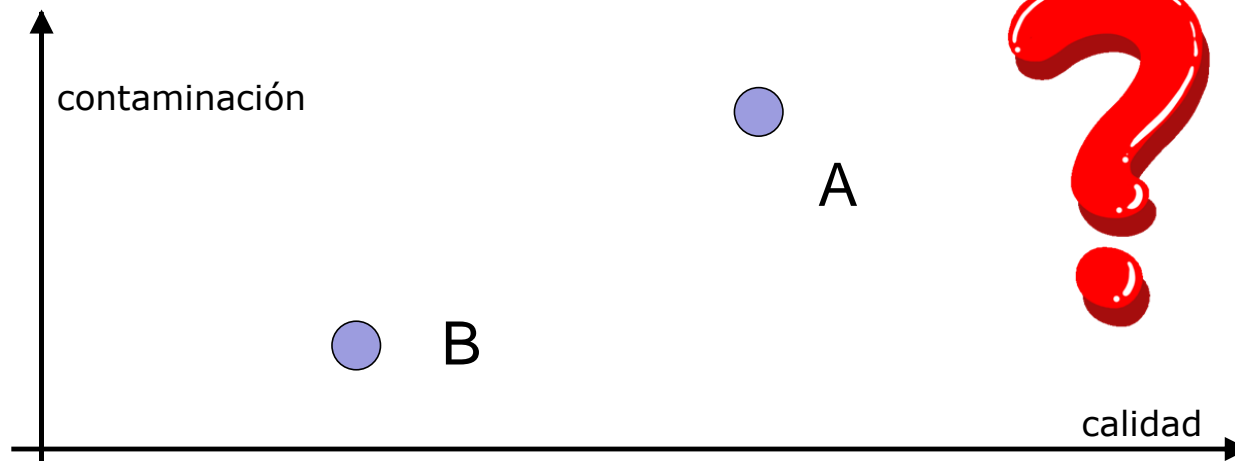
En este caso:



Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

Suponiendo que podemos “cuantificar” contaminación y calidad de cada alternativa...

Pero...y en éste?:



¿cómo evaluar la importancia relativa de una mayor calidad pero mayor contaminación?

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

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



¿y si en vez de 2 características debemos tomar en cuenta muchas?

¿y si además algunas sólo se pueden determinar con cierta incertidumbre?

Ejemplo 3

Somos gobernantes de un país. Después de mucho esfuerzo conseguimos fondos para la construcción de una planta industrial de gran porte que potenciará el desarrollo del país y la creación de muchos nuevos puestos de trabajo.

Pero nos enteramos que según estadísticas universalmente aceptadas, cada 20 obras de este tipo realizadas con los más altos estándares de tecnología y seguridad, hay 1 accidente fatal (hay 1 obra en la que muere 1 trabajador).

¿Qué decisión tomaría? ¿Construimos la planta sabiendo que hay un 5% de probabilidad de que muera uno de los trabajadores durante las obras de construcción?


Y si en vez de 1 fueran 2? y si fueran 3?... y si fueran n ? y si en vez de 5 fuera 10%? habría un máximo que Ud. no estaría dispuesto a aceptar?

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)



¿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

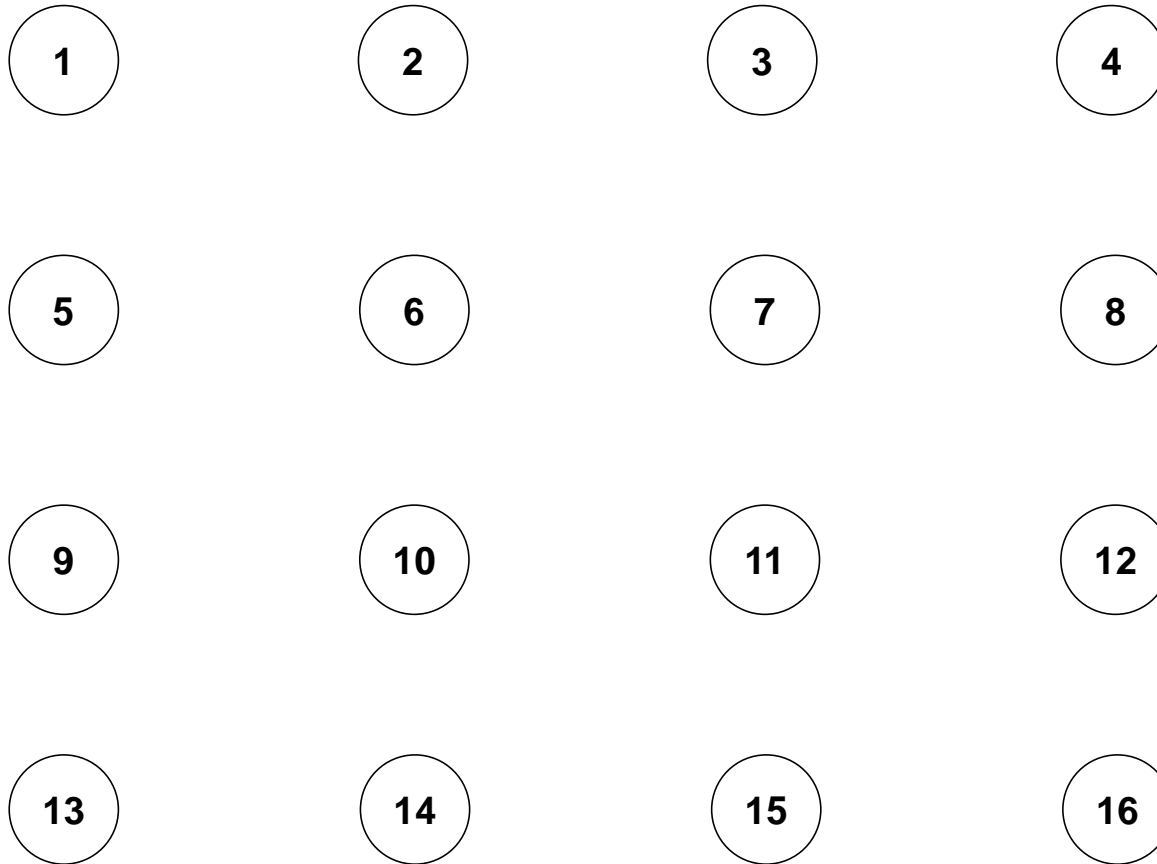
- Dejarse llevar por la opinión de otros

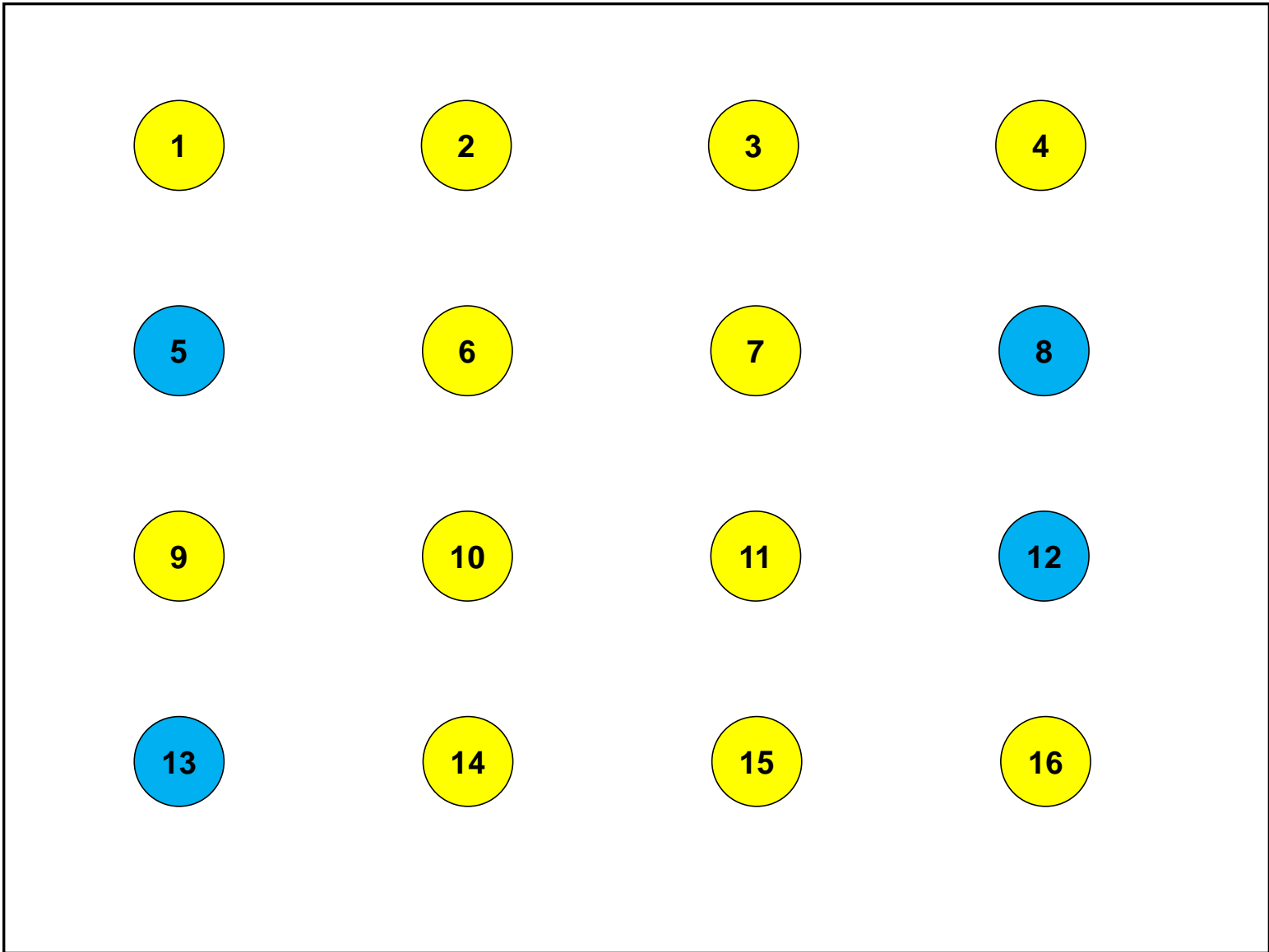
¿Qué tanto peso le damos a la opinión de otros?

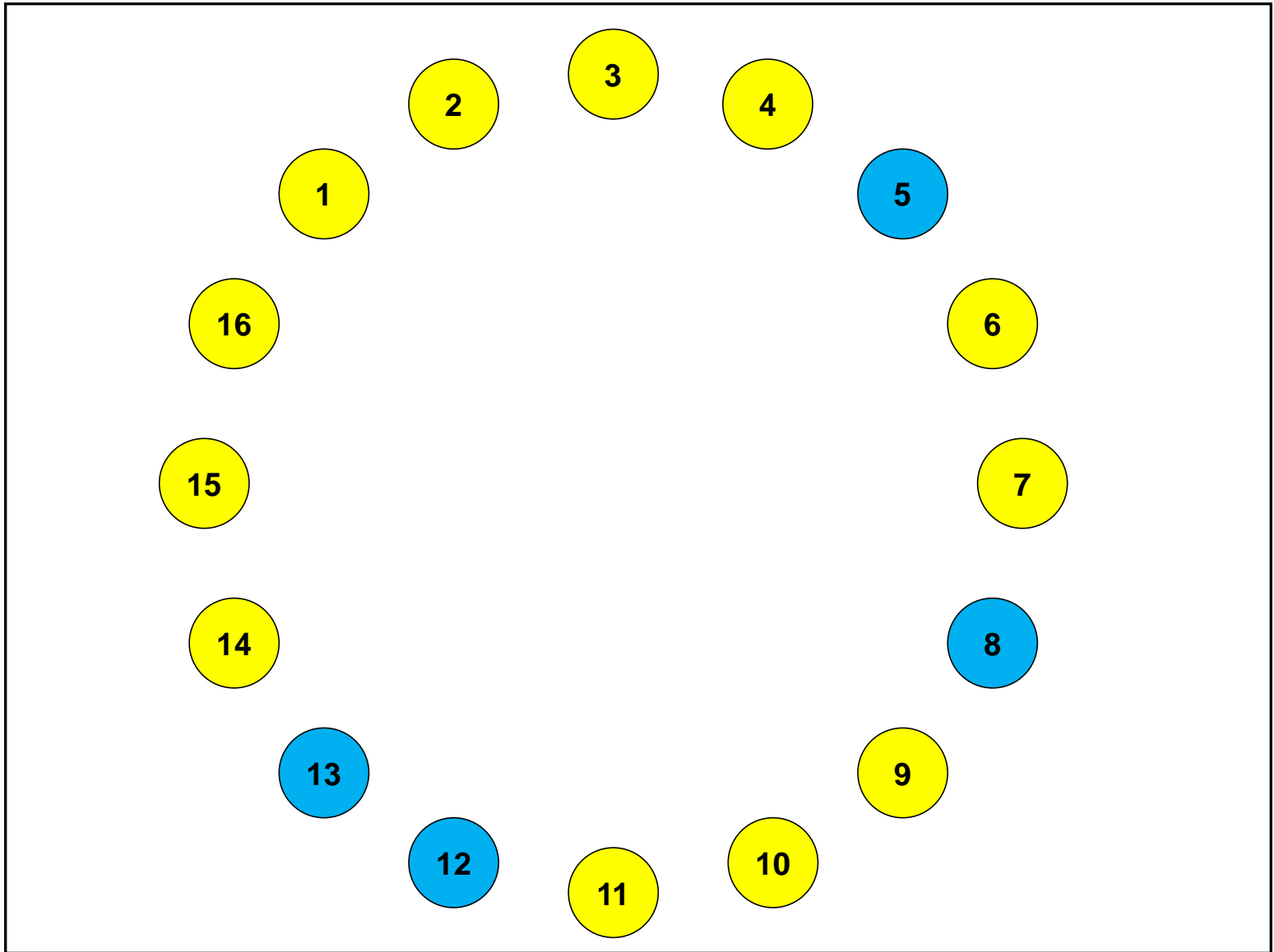
Esto depende (entre otras cosas) de:

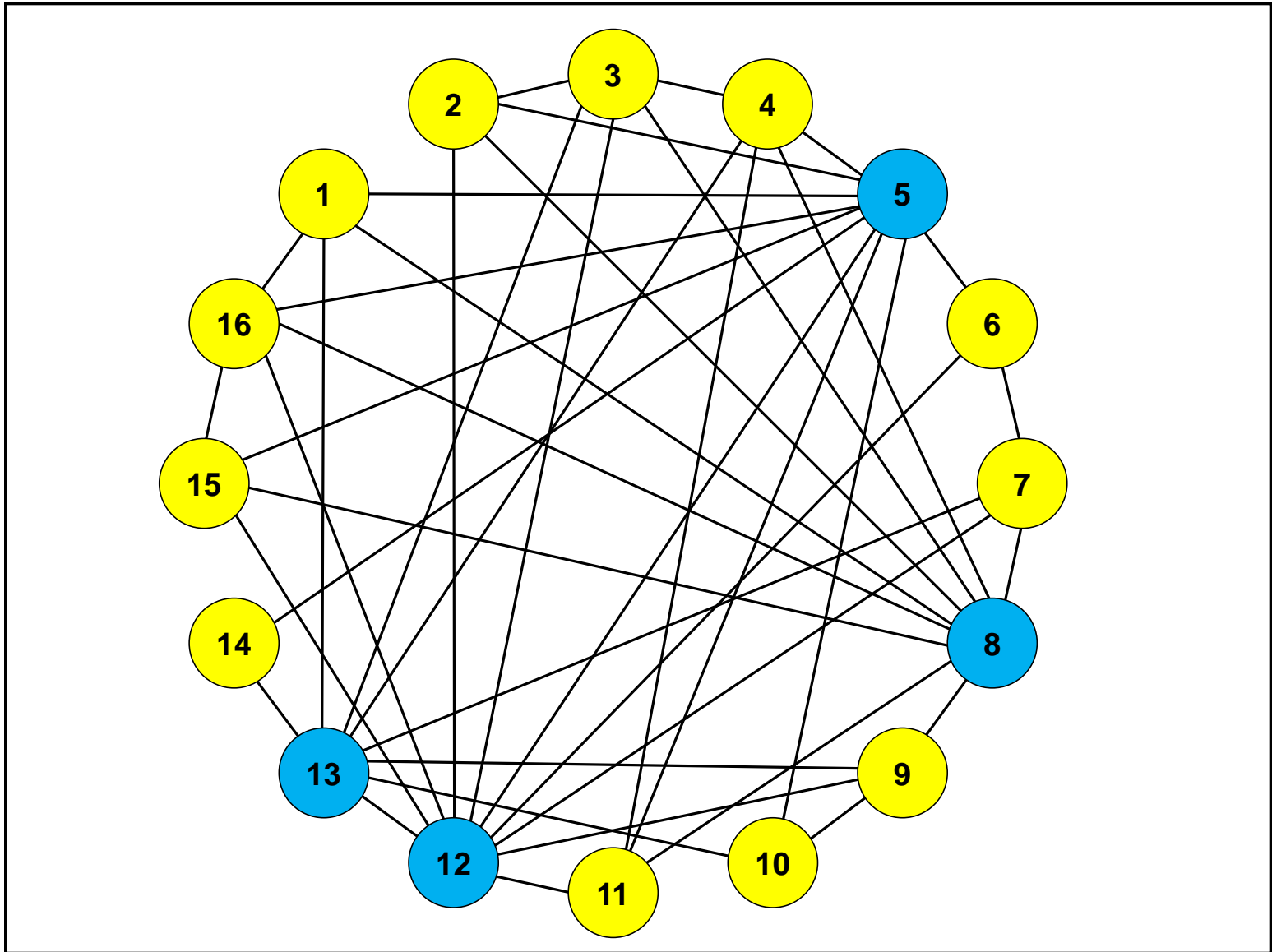
- Qué tan seguros estamos de nuestra propia opinión
- La tasa de exposición a la opinión de otras personas
- Los hábitos y “lugares” que frecuentamos
- Nuestro grado de “ingenuidad”
- Nuestra experiencia (de cómo nos fue en el pasado confiando en la opinión de otros)

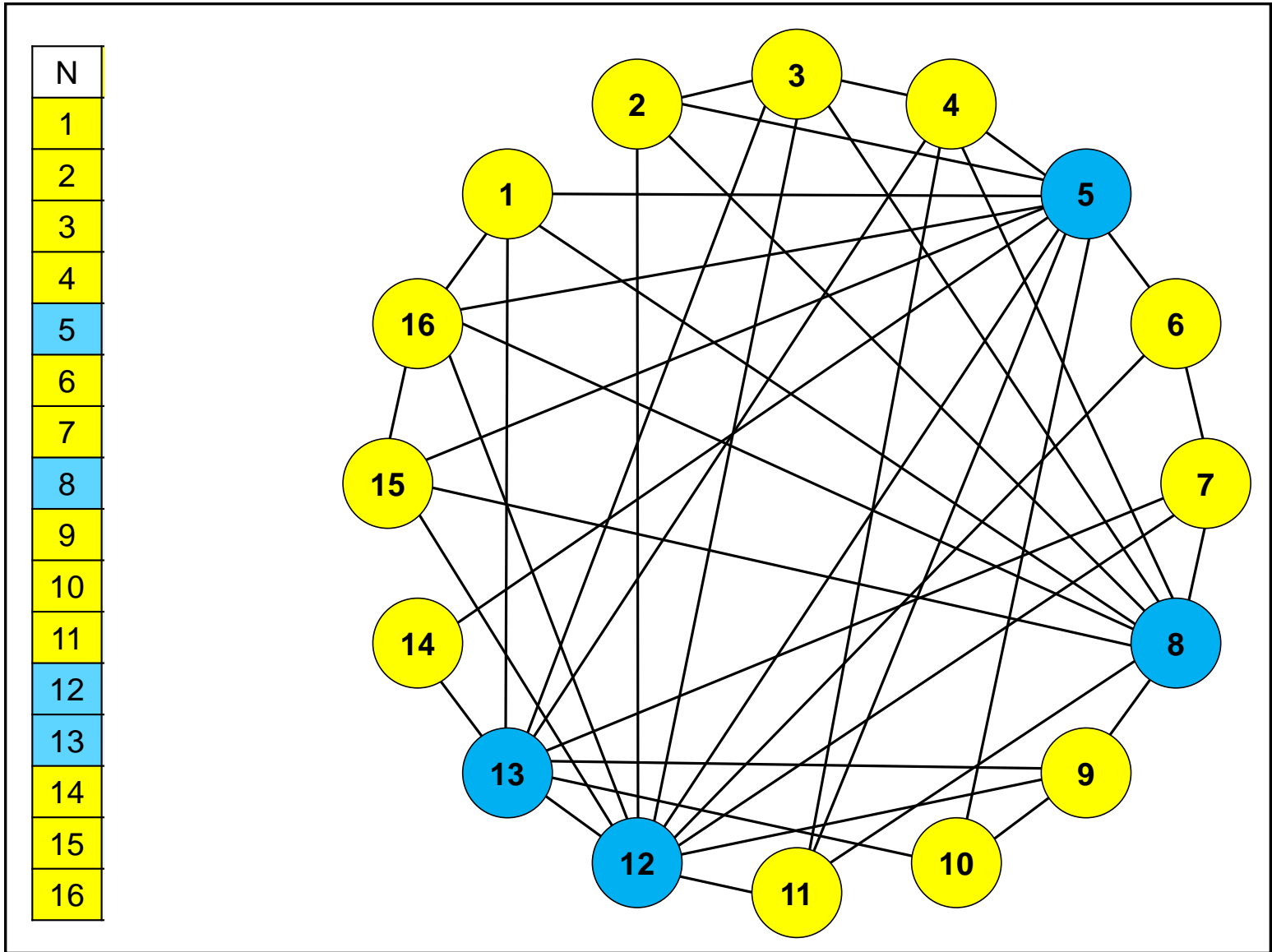
Ejemplo: 16 individuos interactuando



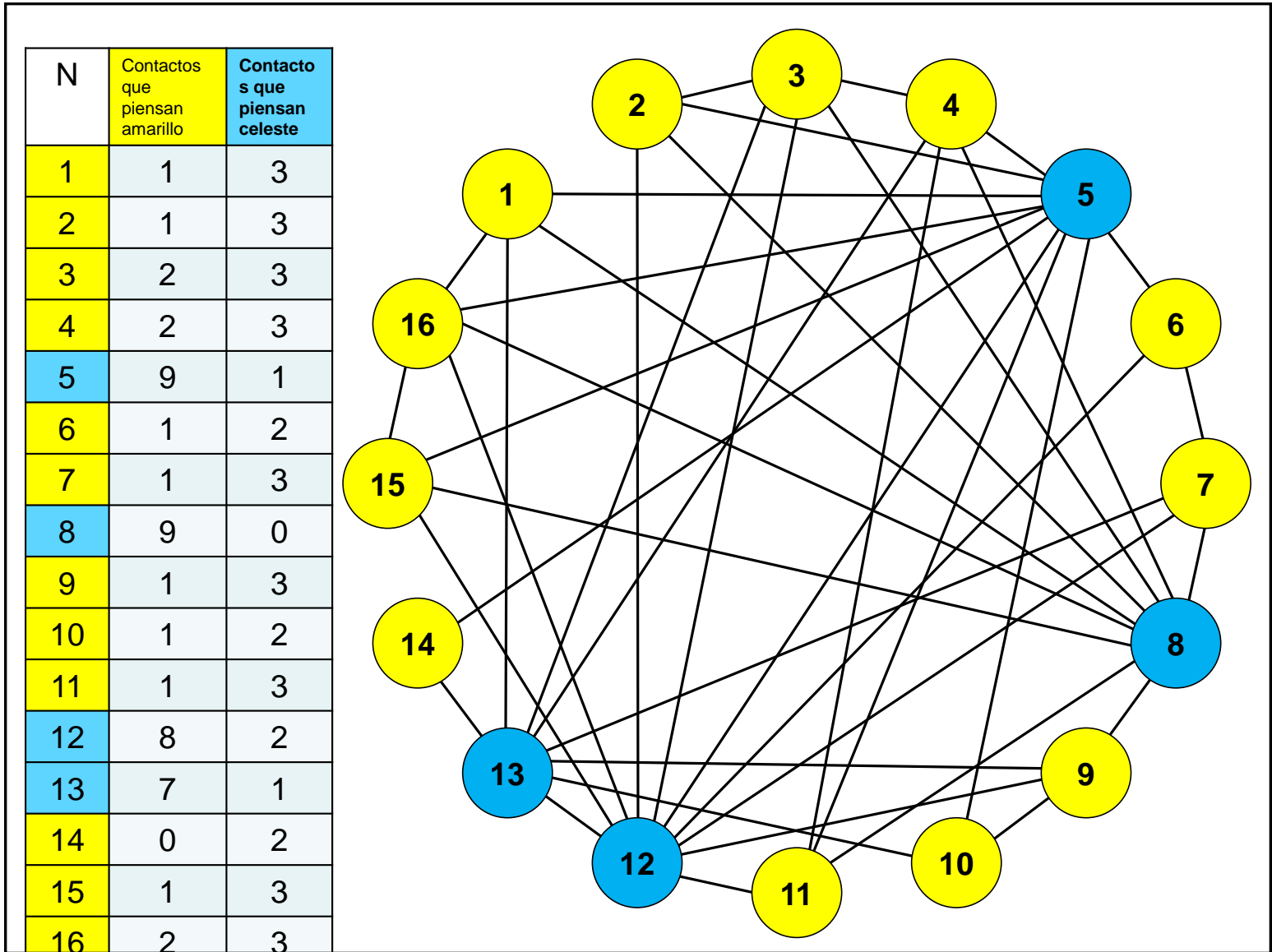




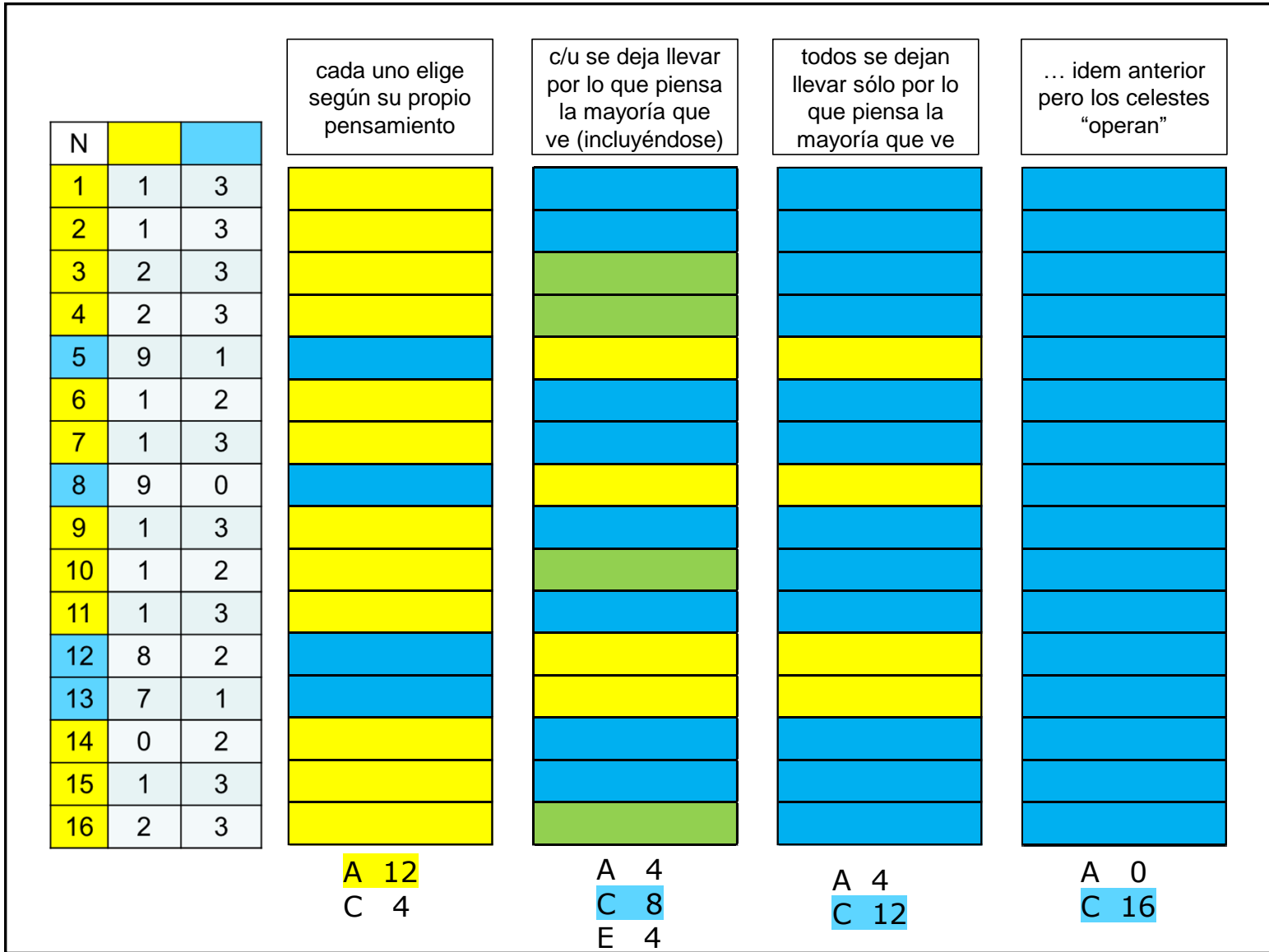




N
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16



170



El ejemplo anterior está tomado de:

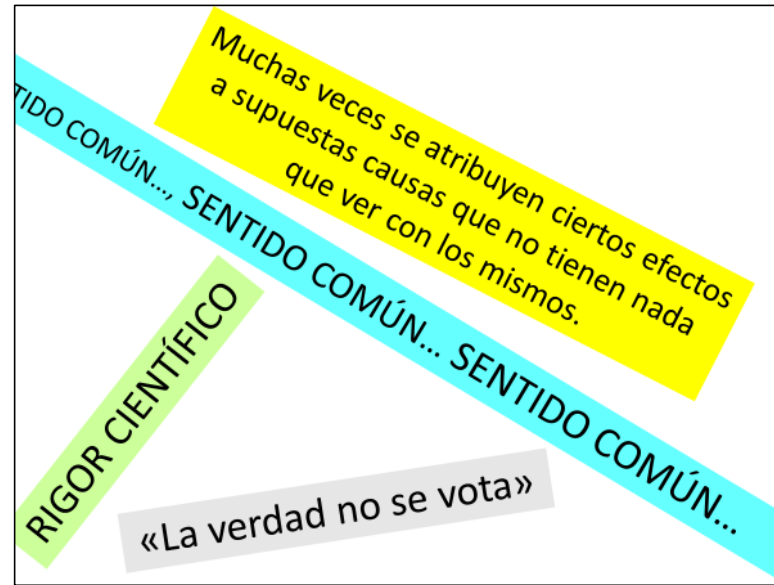
“EL ESPEJISMO DE LA MAYORÍA”

Prof. Eduardo Sáenz de Cabezón

https://youtu.be/_5wFActPCsI

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

- Dejarse llevar por la opinión de otros



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

Ejemplo 4

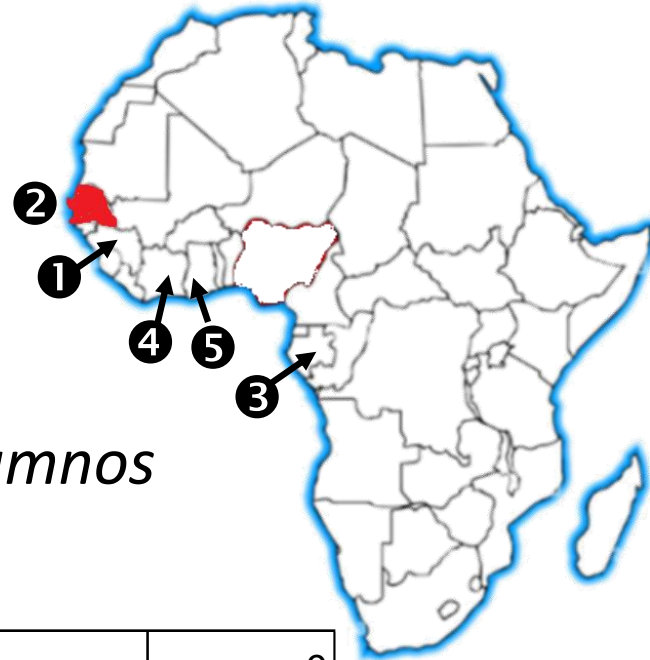
¿Cuál es ese país?



Ejemplo 4

El país es Senegal.

1. Guinea
2. Senegal
3. Gabón
4. Costa de marfil
5. Ghana



Las respuestas de los alumnos que participaron de la encuesta fueron:

Guinea	9
Senegal	13
Gabón	10
Costa de Marfil	9
Ghana	6

Ejemplo 4

La encuesta anterior era para “introducir” a la pregunta más relevante, que suponía ser decir lo que uno pensaba que podía ser la cantidad de población de un país (que en principio, el docente pensó que sería bastante desconocido para los alumnos)



Ejemplo 4

Si bien en las repuestas recibidas sobre cuál era el país, la opción correcta fue la más “votada”, sólo representó el 28% de los participantes...

Guinea	9
Senegal	13
Gabón	10
Costa de Marfil	9
Ghana	6



... el reparto de votos pareció mostrar (como era esperado) que no existe mucho conocimiento sobre cuestiones geográficas de Africa (y por extensión, sobre cuestiones demográficas- lo que era necesario para lo que se buscaba con la siguiente pregunta)

Ejemplo 4

*Pregunta base: La población de Senegal
¿es más de 100 millones o menos de 100 millones
de habitantes?*



Respuestas recibidas:

Pregunta

1. ¿En qué rango está la población de Senegal? (en millones de habitantes)

Opciones



Ejemplo 4

Pregunta: ¿Cuántos millones de personas cree Ud que es la población de Senegal?



Análisis de las respuestas recibidas

Millones hab	Cant Resp
5	1
9	2
10	1
12	1
13	2
14	2
15	1
17	1
18	3
20	6
25	1
30	3
33	1
37	1
39	1
40	3
52	1
53	1
55	1
60	1
65	1
67	1
74	1
78	1
80	2
86	1
97	1
140	1

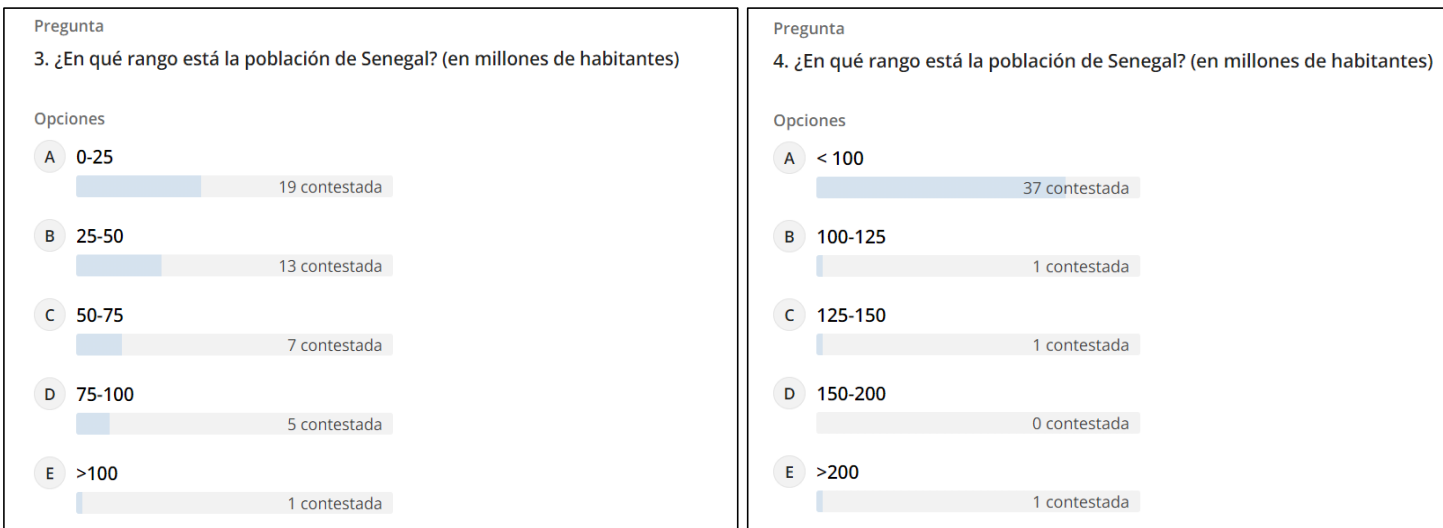


Promedio de las 43 respuestas: 38 millones

Población de Senegal: 16,9 millones

Ejemplo 4

Independiente de la pregunta anterior se pidió a los alumnos (que habían tomado partido entre ≤ 100 y > 100) que afinaran más el rango...



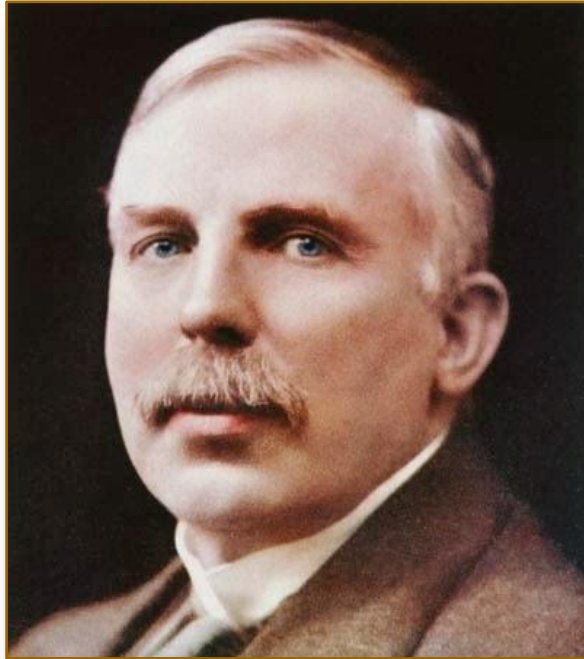
El objetivo de este ejercicio fue ejemplificar lo que muchas veces la decisión que uno toma está influenciada por algún dato inicial que “fijó como un ancla” de manera inconsciente. La primer pregunta pedía decir si uno creía que la población era mayor o menor a 100 millones. Y ese número de alguna manera resultaba un “ancla” contra el cual comparar mi estimación de la cantidad.

En este caso, los estudiantes que participaron contestaron en promedio 38 millones (acertaron en que está por debajo de 100 pero se quedaron muy por arriba de los 16,9 reales).

La experiencia acumulada predeciría que si la pregunta original hubiera sido hecha como para fijar un ancla más pequeño (por ejemplo, preguntando si la población era mayor o menor a 5 millones), seguramente al contestar la cantidad estimada, el promedio hubiera resultado mucho menor que 38.

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*



“... la vez que una bala de cañón rebotó
contra una hoja de papel cebolla !”

<http://www.librosmaravillosos.com> “la particula divina capitulo 05 #4”

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

Ejemplo “Manejo de datos no seguros”

Debido a un relanzamiento del producto con especificación nueva, quedó en el depósito un lote muy grande de materia prima que ya no se usará.

En reunión con sus colaboradores

Gerente G

la em

id

es

a.

¿SE ACUERDAN?



¿SE ACUERDAN?

El Gerente de Producción presentó otra alternativa. Habiendo hecho pruebas en el laboratorio, esa materia prima podría tratarse en la planta y convertirse en un producto que se puede vender fácilmente a buen precio.

Como no hay suficiente experiencia no está seguro que el proceso en la planta funcione. Cree que sólo hay un 25% de posibilidades de que salga bien.

Si todo sale bien, se pueden ganar \$ 200.000, pero si sale mal no se ganará nada y ya no se podrá vender.

En aquél ejemplo la decisión que tomaron fue...

Opción A

100% de ganar usd 50 mil

Opción B

25 % de ganar usd 200 mil
75% de no salvar nada

valor esperado: ganar 50 mil en ambas opciones

44 (69%)

20 (31%)

Ejemplo Clase 8

Opción A

100% de ganar usd 50 mil

Opción B

25 % de ganar usd 200 mil
75% de no salvar nada

Valor esperado: ganar 50 mil en ambas opciones

Ejemplo 2 (“el del incendio”)

Opción A

100% de perder usd 300 mil

Opción B

25% de no perder nada
75% de perder usd 400 mil

Valor esperado: perder 300 mil en ambas opciones

Los dos ejemplos eran equivalentes...

En los dos se plantearon dos opciones que tenían el mismo valor esperado pero en ambos casos la opción A era segura y la B manejaba escenarios con un 25-75% de probabilidades.

Según quienes han estudiado el comportamiento humano, la conducta de la mayoría de las personas es

- ir a lo seguro cuando se trata de apostar a ganar
- aceptar los riesgos de equivocarse en la elección cuando se trata de apostar a no perder

NOTA: Comparando los resultados de las encuestas hechas en ambas clases se verificó la primera (la opción segura fue la más votada cuando se habló de “ganar”, pero no la segunda porque ambas opciones tuvieron una votación semejante)

Un par de comentarios...

- 1) Los ejemplos donde se manejaron % de probabilidad de ocurrencia de ciertos eventos fueron puestos para ejemplificar la dificultad que se presenta cuando tenemos que trabajar con la incertidumbre sobre qué pasará en el futuro, o cuando tenemos que trabajar con datos inciertos o datos faltantes. No es tan poco común que nos pase esto... e igual tendremos que tomar decisiones.
- 2) En nuestros ejemplos pusimos valores de probabilidades de que tal cosa pase o no. Conocer esas probabilidades con exactitud no es tan real, lo común es que tengamos una idea de orden de probabilidades, pero no una estimación exacta.

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

Tomado de: “The hidden traps in decisión making”

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

Factores que influyen en la toma de decisiones

INFORMACIÓN DISPONIBLE

GRADO DE CERTIDUMBRE

CUESTIONES SICOLÓGICAS

Resumen: Toma de decisiones

INFORMACIÓN DISPONIBLE

Hagamos lo posible por asegurarnos tener la mayor cantidad de información necesaria con certeza

(Teniendo presente que cuánto más información mejor, pero que eso cuesta más)

Resumen: Toma de decisiones

Tratemos de estimar lo mejor posible lo que no podamos conocer con certeza

(Importa estimar no sólo la probabilidad de valores de “datos” sino también la probabilidad de ocurrencia de escenarios futuros)

LE

GRADO DE CERTIDUMBRE

CUESTIONES SICOLÓGICAS

Resumen: Toma de decisiones

INF

Seamos conscientes de que siempre existen cuestiones “sicológicas” y tengamos presente los posibles “errores” a los que estamos expuestos para evitar cometerlos

GRADO DE CERTIDUMBRE

CUESTIONES SICOLÓGICAS

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
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
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
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
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.

Aclaración...

1. No tomar esta secuencia de pasos como “la” receta
2. Siempre, más importante que cualquier “guía” es usar el **“sentido común”**
3. Tener presente que en la vida laboral casi siempre que encaremos la resolución de un problema habrá otras personas interesadas esperando que lo resolvamos correctamente y dentro de ciertos plazos de tiempo.