

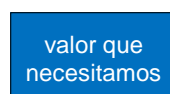
Introducción a la Ingeniería de Procesos

Clase 7

1



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"

2

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

3

Tipos de fuente de datos/información

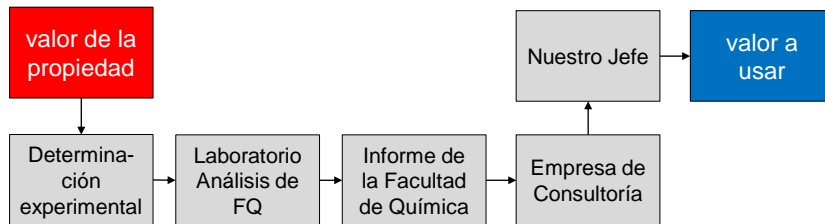
- El propio cliente (que nos plantea el problema)
- Otra persona "de nuestro conocimiento"
- Otra persona que no conocemos
- Manuales
- Artículo científico/técnico
- Libros
- Prensa (TV, diarios, revistas,...)
- Internet

4

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.

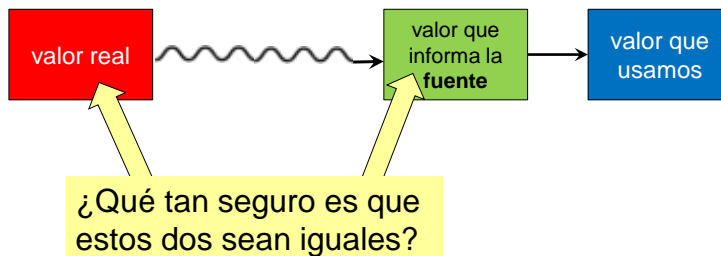
Días después nuestro Jefe nos pasa el dato que consiguió así:



¿Quién es la fuente del dato?

5

Confiability de las fuentes



6

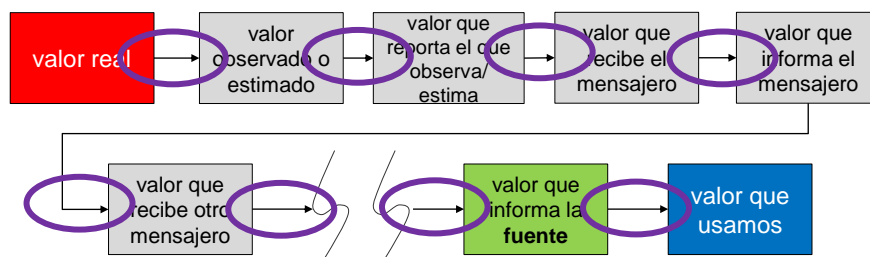
Circuito de la información



- Nuestra interacción es sólo con "la fuente"

7

Circuito de la información



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

8

Confiabilidad de las fuentes



¿Por qué podría estar mal el dato obtenido de nuestra "fuente"?

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

9

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?
- ...

10

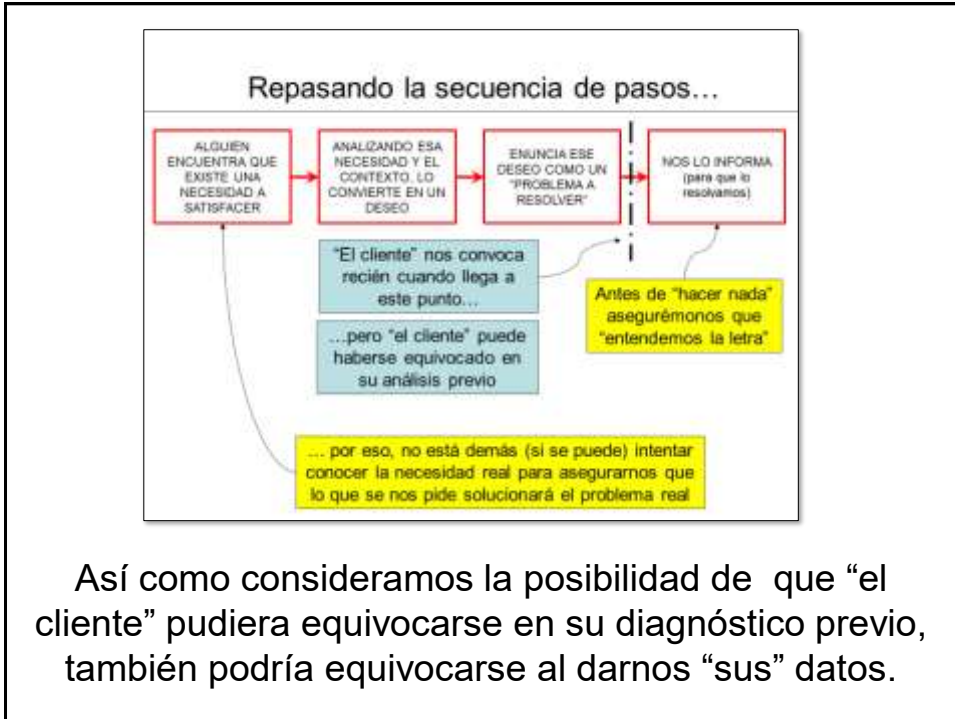


11

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.

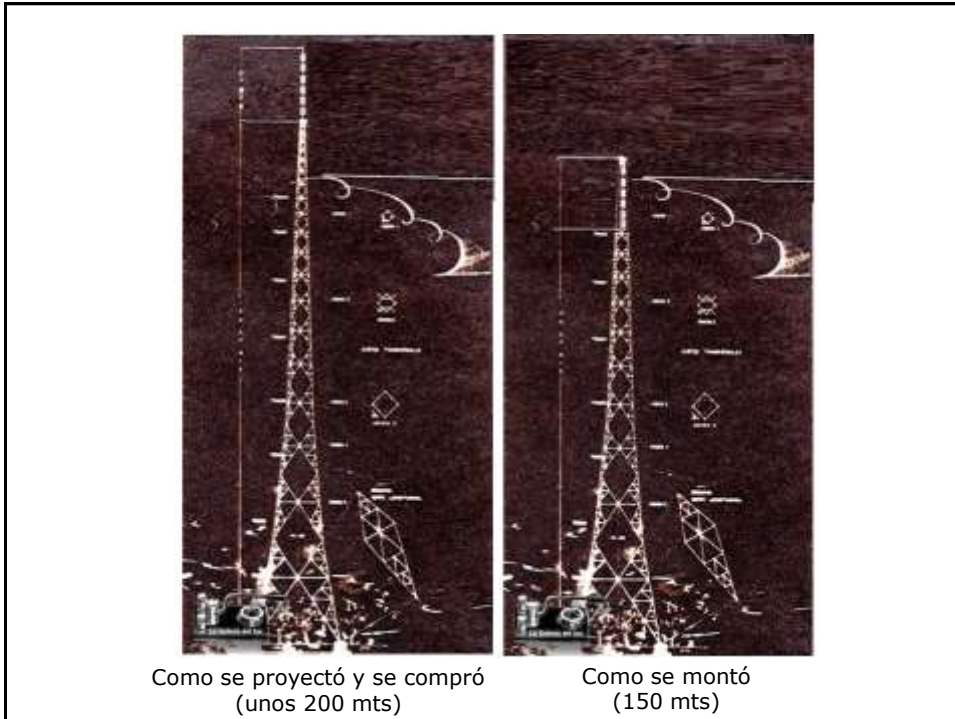
12



13



14



15

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".

16

Algunas reflexiones Confiabilidad de la fuente

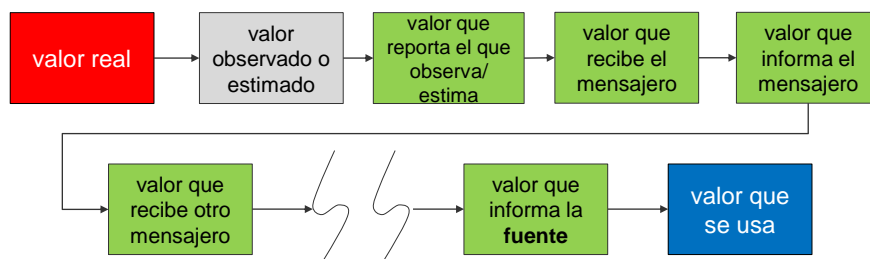
- En el caso de que usemos un dato o información equivocada... ¿de quién es la responsabilidad?

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)

17

Seamos fuentes confiables!

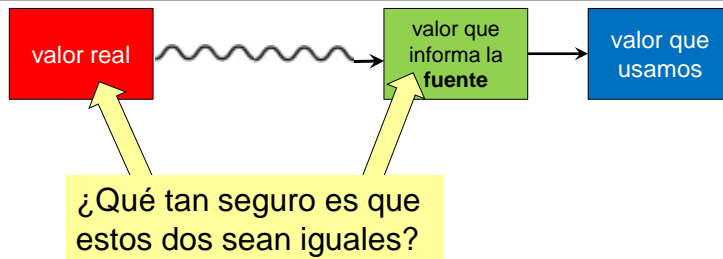


¡ Muchas veces nosotros seremos uno de los eslabones “verdes” !

(Consejo) Traten Uds mismos de ser fuentes confiables!

18

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?

19

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

20

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

¿El dato / información necesaria se puede llegar a conocer?

21

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

22

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

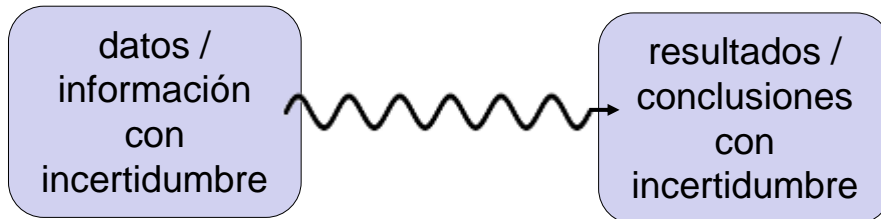
23

Incertidumbre en la información disponible

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

24

Incertidumbre en la información disponible



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

25

Incertidumbre en la información disponible

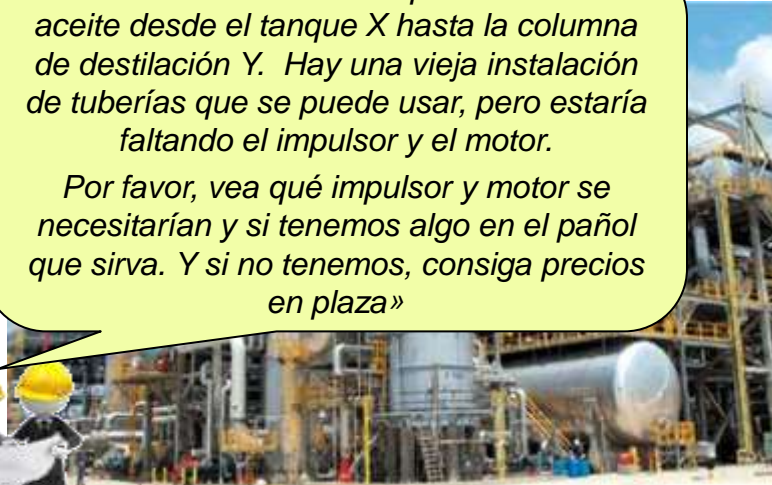
- ¿Se puede estimar?
- ¿Se puede acotar?
- Propagación de la incertidumbre
- Grado de certidumbre vs. Costo de obtener el dato / información
- ¿Cómo impacta todo lo anterior en la certeza de los resultados de los cálculos y en las conclusiones finales?

26

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»



27

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?...



28

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...)



29

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?

30

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?)

31

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

¿Las alturas están medidas con certeza hasta el centímetro?

32

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 10 pulgadas de diámetro interno

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

33

Cifras significativas

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

Ejemplo:

Longitud de tubería

¿es 150 metros o está aproximada a la decena? ¿Podría ser 147?

Y si se midió y dio 150 m... ¿se redondeó al metro? O tal vez se midió y era 150,2?

150,21

Se midió 150,21 150,21 (5 cifras significativas)

¿y si el número fuera 00150,21? ¿Serían 7 cifras significativas?

34

Cifras significativas

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

¿y si el número fuera 00150,21? ¿Serían 7 cifras significativas?

La presencia de
ceros adelante o
al final del
número
COMPLICA!!!



35

Cifras significativas

Las cifras significativas de un número son la cantidad de cifras o dígitos (consecutivos) que se conocen con seguridad y la primera 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)



36

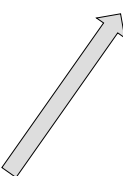
Cifras significativas

Las cifras significativas de un número son la cantidad de cifras o dígitos (consecutivos) que se conocen con seguridad y la primera 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)

Ejemplos

3,0	2			
23	2			
0,0035	2			
245,29999	8			2453 x 10 ² 4
245,300	6			2,453 x 10 ⁵ 4
245.300	¿6 o 4?			2,45300 x 10 ⁵ 6

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

37

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...)

38

Propagación incertidumbre

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.

39

Cifras significativas

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

COMO INFORMANTES...

Como Ingenieros **no debemos informar** un dato con más cifras que las cifras significativas, esto es, sólo podremos informar el primer dígito inseguro que aparezca luego de los dígitos seguros.

COMO RECEPTORES DE LA INFORMACIÓN...

Si la fuente del dato es confiable, seguramente la cantidad de cifras que nos informan son las significativas.

40

Volviendo al 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?

41

¡Faltan muchos datos!

...y los que tenemos tienen
incertidumbre.

Lo más probable es que el Jefe no se
haya puesto a pensar mucho en "de
dónde obtener los datos que se
necesitan".

¿ entonces ?

42

Gestión de la incertidumbre

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

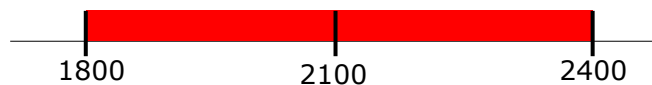
43

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?

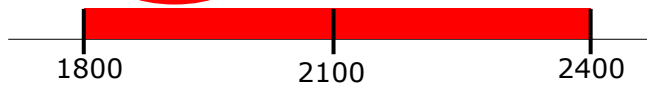
44

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?

45

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

46

2400 W

HP	RPM	Amazon	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

1492 W

2235 W

3727 W

Para estar cubiertos

47

Gestión de la incertidumbre

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

48

Gestión de la incertidumbre

- Más precisión en los datos de partida resulta en una menor incertidumbre en los resultados.

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

Pero... ¿será necesario conocer estas magnitudes con menor incertidumbre?

- ¿Qué magnitudes de partida necesitan una mayor precisión en los datos de partida para reducir la incertidumbre en los resultados?

49

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.

50

Incertidumbres en los datos a la hora de diseñar

Al diseñar... algunos datos... incertidumbre en

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

...so del
que se

...guramente
prop. diseño y puede
...n ineficiente.

51

Volviendo al Ejemplo...

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

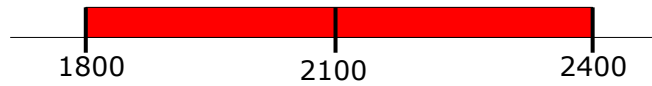
Empleando la información disponible y haciendo los cálculos correspondientes, llegamos al resultado de que la potencia requerida es 2100 W.

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

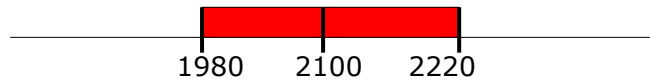
1800 2100 2400

52

¿No valdrá la pena reducir el rango de incertidumbre?

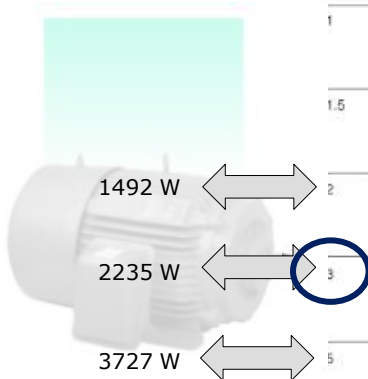


Supongamos que con un poco más de esfuerzo, conseguimos datos más seguros, y podemos reducir el intervalo de incertidumbre...



53

2220 W



HP	RPM	Amazón	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

54

HP	RPM	Amazon	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	1800	143T	30000991	HSF0119
				HSF0539
				HSG1113
				HSG1624
				F0574
				F0560
				H1631
				H191
				H155
				H134
H2198				
HSH2758				
3	1800	254T	30001002	HSG1666
				HSG1652
				HSH2772
				HSI3290
5	1800	256T	30000991	HSH2233
				HSH2219
				HSI3304
				HSI3808
10	3600	215T	30001035	HSH2807
				30001047

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

55

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).

56

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.

57

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.

58

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 ✓

59

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.

$$\text{Ahora, } 233,44 / 28,349523125 = 8,23435367751005$$

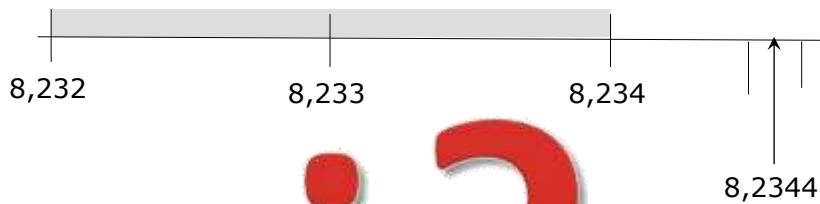
Ud. vuelve a informar: 8,2344 oz

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?"

60

Problema / Pregunta



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

61

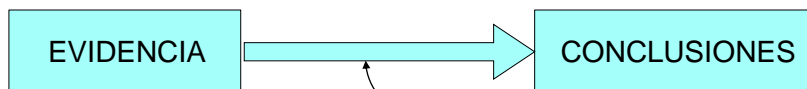
Pasos para intentar la Solución de Problemas

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.

62

Analizar evidencia,
teoría, experiencia.

63



- nuestra experiencia
- análisis y razonamiento
- sentido común
- "corazonadas"
- lo que piensan otros

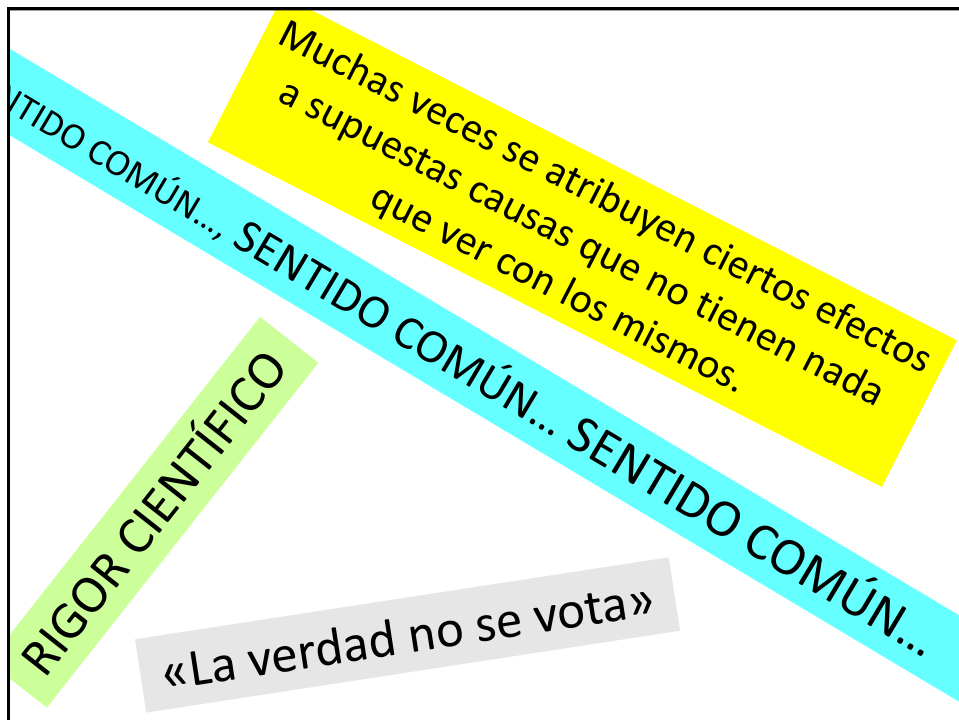
64

Analizar Evidencia

Evitar errores al sacar conclusiones a partir de la evidencia



65



66

«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”)

67

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?*



68

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.

69

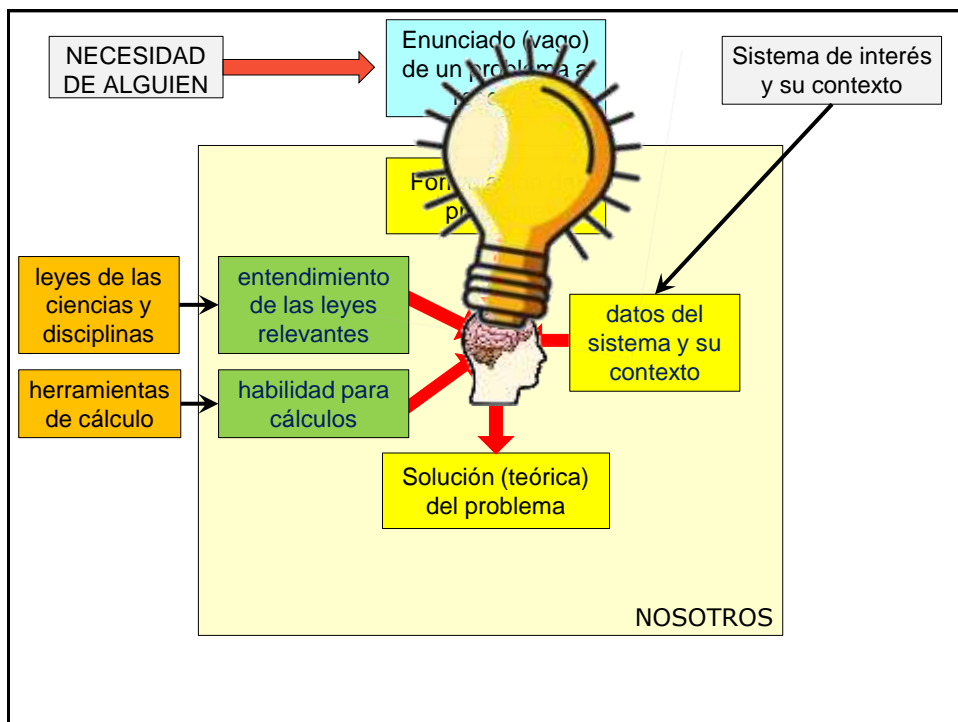
Pasos para intentar la Solución de Problemas

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.

70

Formular alternativas de solución

71



72

Formular alternativas de solución

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

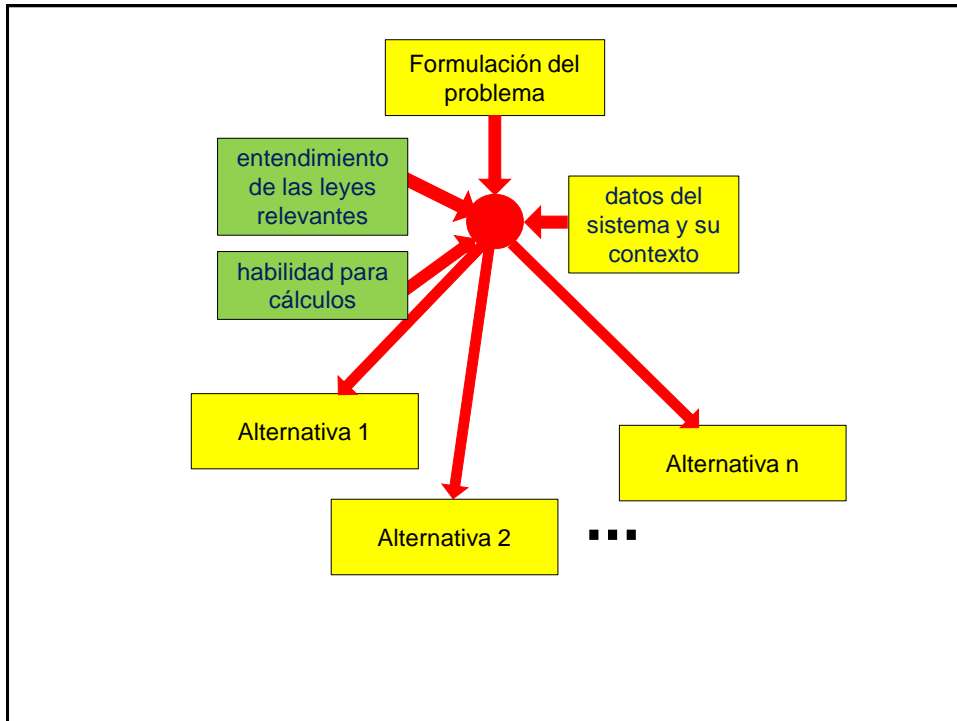
73

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...

74



75

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)

76

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?**

77

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...
- podemos ...etc....etc...

78

Formular alternativas
de solución
requiere de
CONOCIMIENTOS y
de IMAGINACION

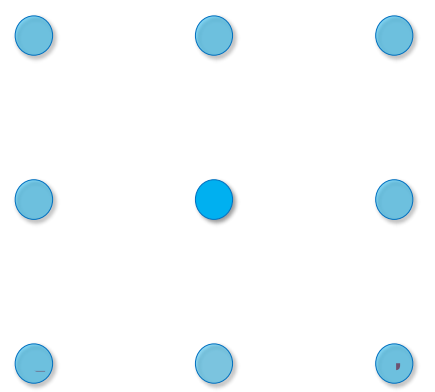
79


Algunas reflexiones...

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




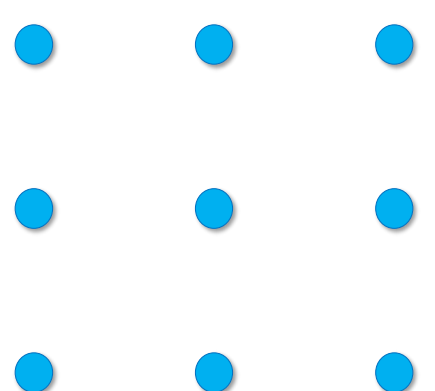
81



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

82

"..y con un solo trazo?"



83

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.

85

“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.

86

Introducción a la Ingeniería de Procesos

Clase 8

87

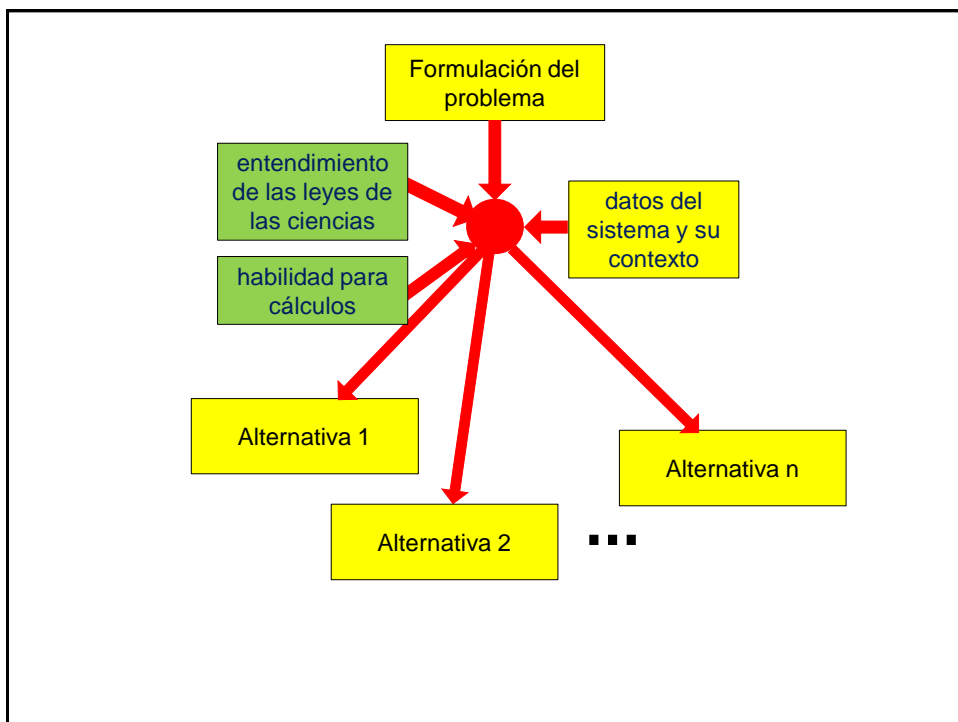
Pasos para intentar la Solución de Problemas

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.

88

Elegir entre alternativas posibles

89



90



91

¿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”.

92

Toma de
decisiones

Decidir entre
alternativas

93

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)
- 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

94



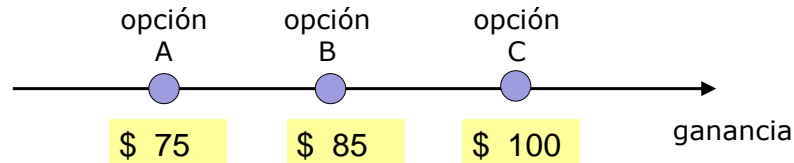
95

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.

96

Seleccionar “la mejor” alternativa no siempre es fácil

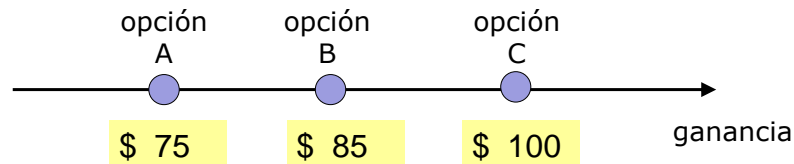


Es fácil elegir entre diferentes “alternativas” cuando se compara una sola “característica” y es cuantificable (objetivamente)...

En este caso es muy fácil !!!!

97

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...

98

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?

99

Ejemplo 1

ALTERNATIVA A

Es seguro Ganar \$ 100

ALTERNATIVA B

90% de Ganar \$ 100

8% de Ganar \$ 1.000

2% de Perder \$ 5.000

Al consultar a los asistentes a la clase, los que votaron por
alguna de las alternativas se dividieron según:

Alternativa A 40%

Alternativa B 60%

100

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.

$$\text{“Valor esperado”} = \sum (\text{valor } i) \times \text{probabilidad de ocurrencia de ese valor}$$

101

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”

$$= \\ 1 \times 100 = 100$$

“Valor esperado de B”

$$= \\ 0,90 \times 100 + \\ 0,08 \times 1000 + \\ 0,02 \times (-5000) \\ = 70$$

102

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)

103

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.

104

¡400 mil usd quemándose!

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

Abordaje A	Abordaje B
<p>Ir a lo seguro. Dedicar todo el esfuerzo para salvar uno de los galpones. Si hacen eso se pierde sólo el 75% del total.</p> <p><i>100% de perder usd 300.000</i></p>	<p>Tratar de salvar todo... pero es poco seguro (25%) y lo más probable es que se pierda todo.</p> <p><i>25% de no perder nada</i> <i>75% de perder usd 400.000</i></p>

¡ Nosotros debemos elegir !

105

¡400 mil usd quemándose!

Abordaje A	Abordaje B
<p>Valor esperado (miles de USD)</p> $1 \times (-300) = - 300$	<p>Valor esperado (miles de USD)</p> $0,25 \times 0 + 0,75 \times (- 400) = - 300$

En este caso el Valor Esperado nos ayuda a elegir.

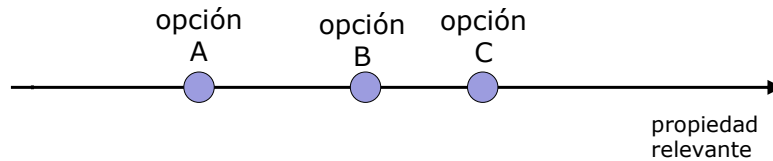
No hay reglas. La elección es subjetiva.

El 80% de los asistentes a clase que votaron, optaron por el Abordaje A (“ir a lo seguro”). El restante 20% eligió el B.

(Comentario: de alguna manera este resultado sorprende pues en la Pregunta 1, donde ir a lo seguro tenía incluso un mayor valor esperado, los mismos participantes optaron preferentemente por la otra opción)

106

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil



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

107

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

108

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

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



primer desafío: ¿cómo cuantificar “calidad” y
“contaminación” para comparar?

109

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

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

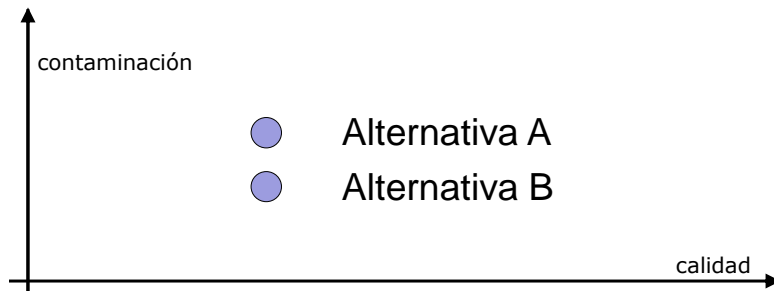


110

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

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

En este caso:



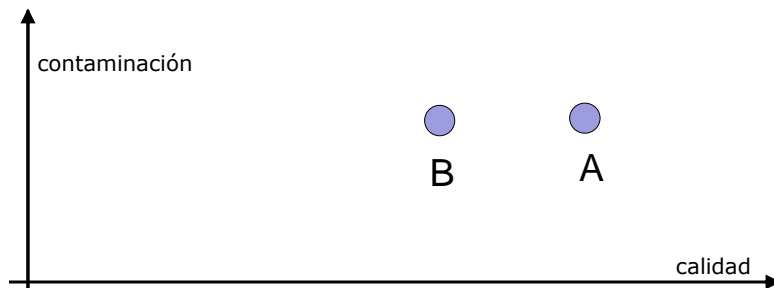
seguramente elegiremos la Alternativa B que tiene igual calidad y provoca menos contaminación

111

Seleccionar la mejor alternativa no siempre es fácil

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

En este caso:



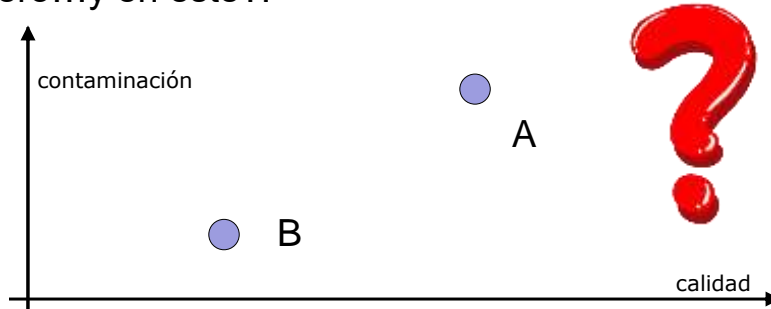
seguramente elegiremos la A

112

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?

113

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?

114

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?

115

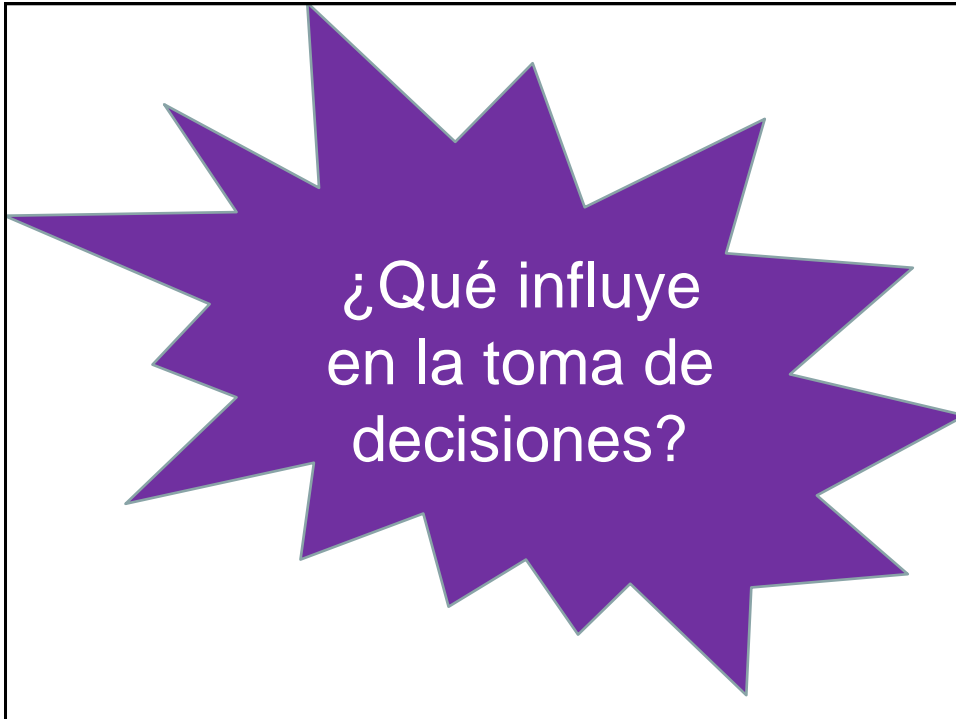
A pesar de la dificultad que plantean los ejemplos anteriores, las dos alternativas que se presentaban difieren sólo en las probabilidades de ganar o perder dinero (tanto las ganancias como las probabilidades están bien determinadas)

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)

116



117

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

118

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

119

Factores que influyen en la toma de decisiones

- Información disponible

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

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

- 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

120

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
 - validez dada a las fuentes de información recibida
 - supuestos realizados sobre datos
 - 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.

121

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 decision making”

122

¿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)

123

Ver “EL ESPEJISMO DE LA MAYORÍA”

Prof. Eduardo Sáenz de Cabezón

https://youtu.be/_5wFActPCsI

124

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

125

Factores que influyen en la toma de decisiones

INFORMACIÓN DISPONIBLE

GRADO DE CERTIDUMBRE

CUESTIONES PSICOLÓGICAS

126

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)

127

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)

GRADO DE CERTIDUMBRE

CUESTIONES SICOLÓGICAS

128

Resumen: Toma de decisiones

INF

Seamos conscientes de que siempre existen cuestiones "psicológicas" y tengamos presente los posibles "errores" a los que estamos expuestos para evitar cometerlos

GRADO DE CERTIDUMBRE

CUESTIONES PSICOLÓGICAS

129

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.

130

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.

131

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.

132

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.

133

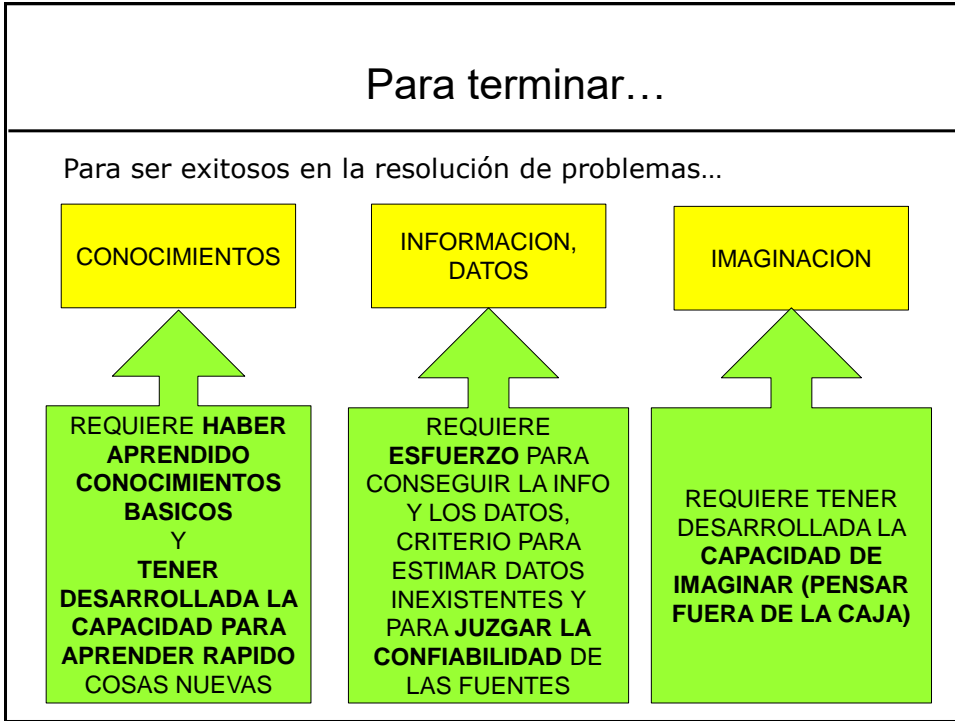
Pasos para intentar la Solución de Problemas

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.

“Los avances tecnológicos están haciendo las cosas cada vez más fáciles”

¿Qué habilidades de las de arriba serán cada vez menos relevantes pues serán proporcionadas por la IA?

134



135



136