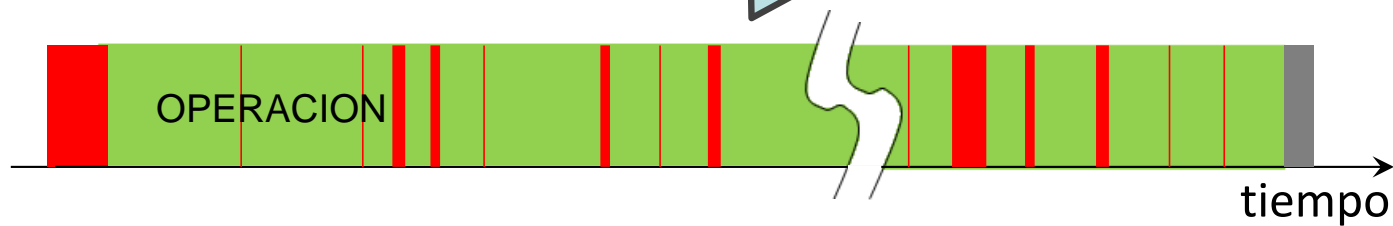


Abordaje de Problemas

vinculados a los Procesos
de Transformación

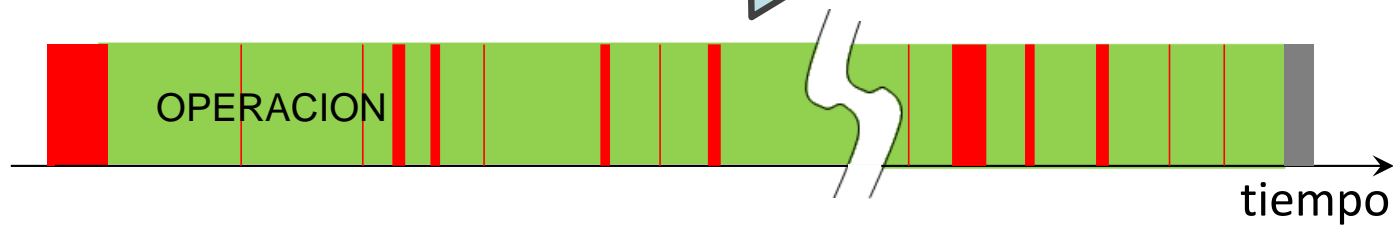
Intervención de la Ingeniería de Procesos a lo largo de la "vida" del proceso.

¿Qué tipo de problemas deberá enfrentar el Ingeniero?



Intervención de la Ingeniería de Procesos a lo largo de la "vida" del proceso.

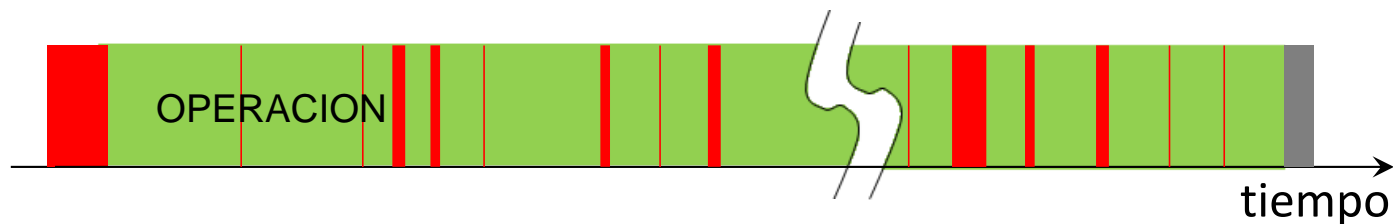
A lo largo de ese tiempo, la tipología de los problemas que irán apareciendo es muy variada y va cambiando



Intervención de la Ingeniería de Procesos a lo largo de la “vida” del proceso.

Se requiere Ingeniería de Procesos en las diferentes fases:

- Fase “gestación”
- Fase “operación”
- Fase “desafectación”



Ingeniería de Procesos en la fase «gestación»

- Diseño del proceso o modificaciones al existente
- Proyecto de detalles
- Especificar insumos (materiales, energía)
- Especificar equipos (diseño/dimensionamiento/selección de equipos)
- Compra de equipos y contratación de servicios
- Supervisión de construcción y montaje
- Selección y capacitación de personal
- Puesta en marcha, ajustes y optimización
- ...

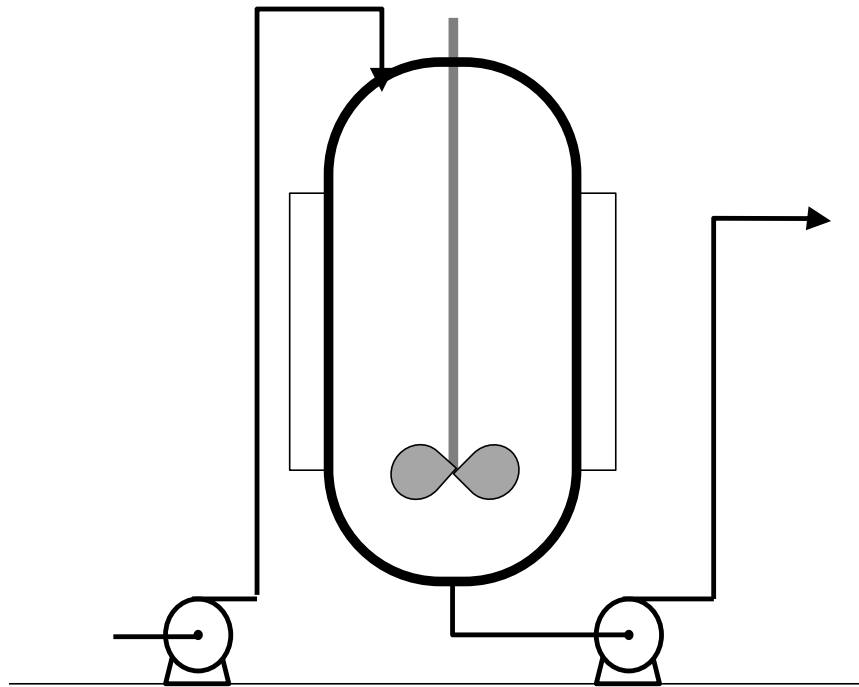
Y para esto, se necesita ingeniería de procesos

...entre otras cosas.

Ejemplo

(de problemas **durante el diseño** de procesos)

¿Se acuerdan el ejemplo de proceso por lotes?

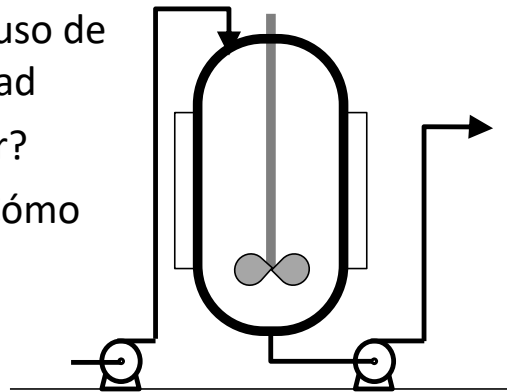


Ejemplo

(de problemas **durante el diseño** de procesos)

¿Qué cosas deberíamos definir al diseñar el reactor?

- Tipo de reactor (¿Batch o continuo?)
- Tamaño
- Geometría / Fondo / cabezal
- Materiales
- Espesor de las paredes
- Diseño de vástago y paletas
- Deflectores internos
- Velocidad de giro / uso de reductor de velocidad
- ¿Potencia del motor?
- ¿Cómo calentar? ¿Cómo enfriar?
- ¿Cómo se limpiará?
- ¿A quién encargar su construcción?
- ¿Dónde ubicarlo en la planta?
- Diseño de tuberías que traen y que llevan fluidos, selección de bombas,..
- ¿Cómo efectuar el montaje?
- Diseño de los medios para suministrar los servicios requeridos.



(entre varias otras más)

Ingeniería de Procesos en la fase «operación»

- Asegurar que la operación produce «resultados» dentro de especificaciones
- Más allá de que las etapas de diseño, ejecución y puesta en marcha se hayan completado exitosamente y que la operación empiece produciendo los resultados, siempre puede haber (hay) desvíos por lo que será necesario ejecutar correcta y permanentemente:
 - la planificación, dirección y supervisión de la actividad,
 - el control de resultados,
 - la determinación de desvíos y la ejecución de acciones correctivas.

Ingeniería de Procesos en la fase «operación»

- Monitorear permanentemente que la salida (así como otros requerimientos – ej. productividad, costos, seguridad, ...) se correspondan a lo esperado
- Monitorear permanentemente las entradas, las prestaciones de los equipos, el cumplimiento de los procedimientos... para tratar de detectar tempranamente cualquier desvío (que pueda afectar la velocidad de producción, la calidad, los costos, la seguridad, el medio ambiente, etc.)
- Estar alertas ante posibles cambios de contexto (ej. deseos de los clientes y consumidores, precios, regulaciones, etc...)
- Y en caso de observar apartamientos respecto a «lo que debería ser» determinar lo antes posible los ajustes a hacer (entradas, equipos, procedimientos) para llevar la situación a lo deseado, y luego velar por que se hagan dichos ajustes.

... para esto también se necesita ingeniería de procesos
...entre otras cosas.

Ejemplo

(de problemas durante la operación)

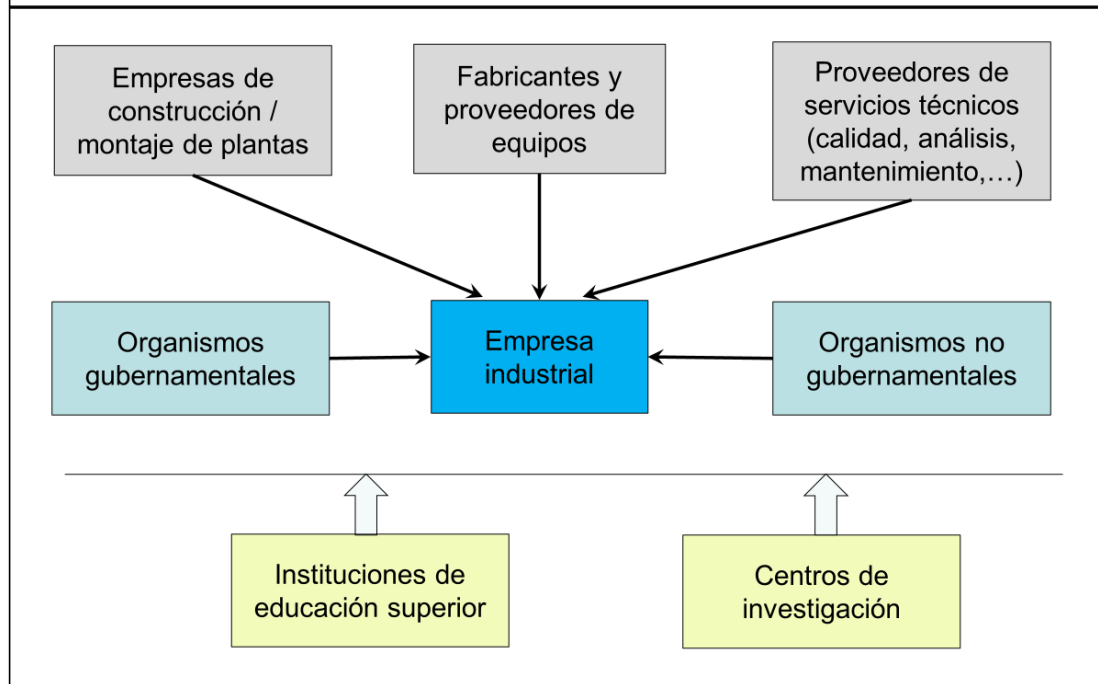
La planta está operativa hace tiempo. Uds están a cargo de la operación. Imaginemos que pasan cosas como éstas:

- La bomba de carga dejó de funcionar súbitamente.
- Se rompe la bomba de descarga (con el reactor lleno)
- Se afloja y se cae la paleta del vástago del agitador (para peor, resulta que después de haber sido instalado construyeron una pared al lado y bloquearon el acceso a la boca de entrada de hombre).
- Cuando están lavando el reactor, les avisan que el líquido maloliente está saliendo por una cámara de desagüe en la oficina del dueño
- La DINACEA nos dice que las nuevas regulaciones prohíben tirar el agua de lavado por el desagüe como se venía haciendo desde siempre.
- El sindicato pide que en vez de un operario, se conforme un equipo de 2 personas dado el tipo de tareas que se realizan... y los costos harían que se perdiera la rentabilidad de ese producto.
- Un cliente se queja de que el último lote recibido no cumple especificaciones y Uds revisan los registros y encuentran que estuvo todo bien.

Ingeniería de Procesos en la fase «desafectación»

- Cuidar que las tareas de desafectación se realicen de manera segura y preservando al máximo el valor de los materiales, equipos e instalaciones desafectadas.
- Contribuir en la búsqueda de alternativas de uso para los materiales e infraestructura que se desafectan (re uso, valorización, venta,...)
- Asegurar que los materiales e infraestructura que no se puedan reusar se dispongan de manera segura minimizando el impacto ambiental y asegurando el cumplimiento de las regulaciones

El contexto desde el punto de vista del Ingeniero de procesos



Fuera de la propia empresa industrial responsable del proceso en cuestión, también otros actores acompañarán la problemática en cada fase

Los ingenieros somos “resolvedores de problemas”.

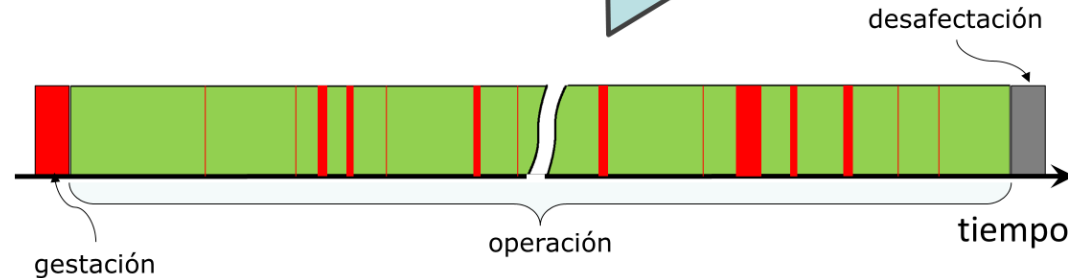


*“somos resolvedores de
problemas”*

Los ingenieros somos “resolvedores de problemas”.

La “vida” de un proceso de transformación

A lo largo de ese tiempo, la tipología de los problemas que irán apareciendo es muy variada y va cambiando



problemas”

Tipología de Problemas

En diapositivas anteriores vimos algunos ejemplos de diferentes tipos de problemas vinculados a procesos de transformación.

La tipología de los problemas que deberemos enfrentar en el ejercicio de nuestra profesión dependerá de cuál sea el rol que desempeñemos y del tipo de empresa u organización en la que trabajemos.

(Pero no sólo dentro de la actividad laboral), también en nuestra vida cotidiana, nos vemos enfrentados permanentemente a resolver problemas.

Y sea cual sea el escenario, todos los problemas se pueden clasificar según:

Tipos de «Problemas»

Podemos clasificar los “problemas” según:



su frecuencia de ocurrencia



si se trata de satisfacer la necesidad de “innovar” o de “corregir un desvío”



los tipos de habilidades/conocimientos requeridos para su resolución

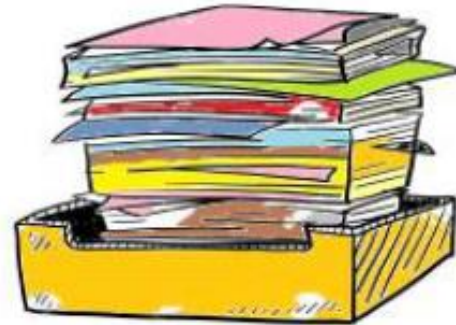


las condiciones del contexto en el que estamos

Tipos de «Problemas» (según la frecuencia de ocurrencia)



**PROBLEMAS
RUTINARIOS**



**PROBLEMAS
NUEVOS**



PROBLEMAS RUTINARIOS

Los problemas rutinarios son los que aparecen (se repiten) de tanto en tanto.

Basta con aprender a resolverlos (una vez) y a tener **memoria** para recordar esa “pieza de conocimiento adquirido”, para poder resolverlos siempre.

Más aún... tal vez hasta existan recetas / procedimientos escritos o tutoriales en la web que digan cómo resolverlos de la mejor manera (y ni siquiera tengamos que esforzarnos mucho la primera vez).

Los problemas nuevos son problemas a los que nunca nos habíamos enfrentado antes.



**PROBLEMAS
NUEVOS**

La solución no estará en “nuestra memoria” y tampoco estará “publicada” en lugar fácilmente accesible.

Deben ser resueltos a través de la conjunción de varias “piezas” de **conocimiento** y de **imaginación**.

El desarrollo de la “imaginación” se acrecienta con el ejercicio que supone el enfrentarse a problemas nuevos.

Tipos de «Problemas» (según su propósito)

Búsqueda de algo nuevo o de un cambio para mejorar la situación



Corrección de un “malfuncionamiento” o desvío observado



Tipos de «Problemas» (según su propósito)

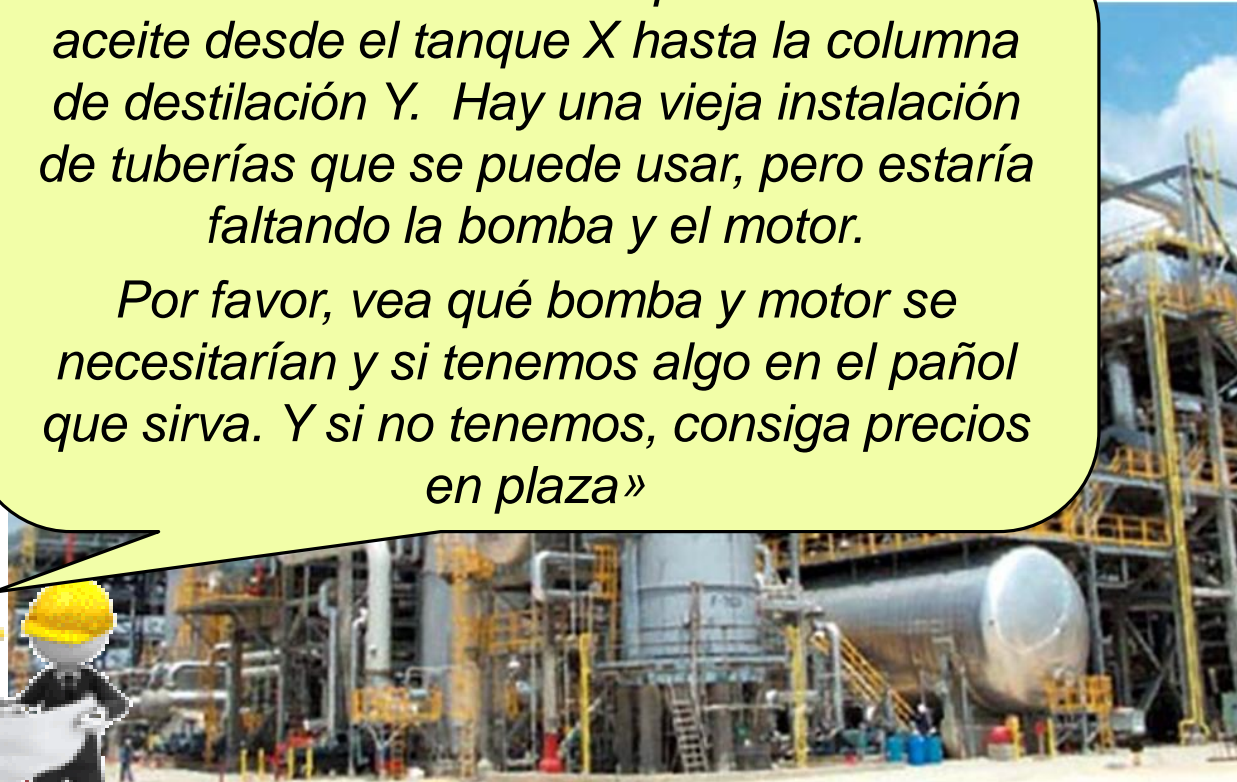
Búsqueda de algo nuevo o de un cambio para mejorar la situación

Corrección de un “malfuncionamiento” o desvío observado

Ejemplos: diseño de equipos para un proyecto de una planta nueva o para mejoras en una planta existente, modificaciones en procedimientos operativos (sin modificación de equipos)

«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 la bomba y el motor.»

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





“Ingeniera, ¿Qué tipo de bomba me recomienda para impulsar la grasa desde el blanqueador al filtro? Como Ud sabe, la grasa fundida es muy viscosa, y ésta va con algo de arcillas de blanqueo que son abrasivas... Ah! ..y si se enfría por debajo de 40 grados solidifica.”



Tipos de «Problemas» (según su propósito)

Búsqueda de algo nuevo o de un cambio para mejorar la situación

Corrección de un “malfuncionamiento” o desvío observado

Ejemplos: diseño de equipos para un proyecto de una planta nueva o para mejoras en una planta existente, modificaciones en procedimientos operativos (sin modificación de equipos)

Tipos de «Problemas» (según su propósito)

Búsqueda de algo nuevo o de un cambio para mejorar la situación

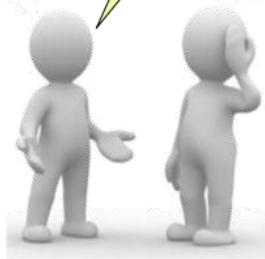
Corrección de un “malfuncionamiento” o desvío observado

Ejemplos: diseño de equipos para un proyecto de una planta nueva o para mejoras en una planta existente, modificaciones en procedimientos operativos (sin modificación de equipos)

Encontré todo bien, excepto por una mancha de aceite en el piso. Me parece que es el reductor que rompió el sello.



«Ingeniero, el rendimiento del proceso ha caído del 98% al 95%. Por favor vea cuál es el problema y corríjalo».



EL JEFE EL INGENIERO

Juan, era un buen analista... Pero desde hace un tiempo a esta parte está cometiendo muchos errores...



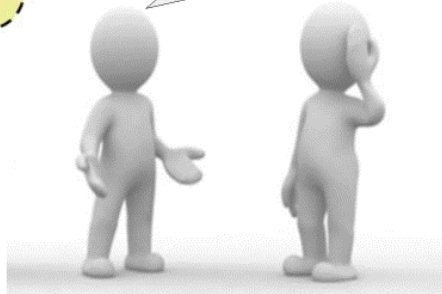
Oh!..noooo. La presión está demasiado baja...



«Ingeniero, acaba de llamar el operador del turno de la tarde. Dice que está enfermo y no puede venir. El suplente está de licencia y el operador que está ahora en la mañana no se puede quedar ¿Cómo hacemos cuando cambie el turno? ¿paramos?»



"Ingeniero, acaban de llegar los dos contenedores que se suponía llegaban la semana próxima!. En total son 48 pallets de 1000 kg y el depósito está repleto. No hay lugar donde ponerlos ¿qué hacemos?"



EL ENCARGADO DEL DEPÓSITO EL JEFE DE LOGÍSTICA

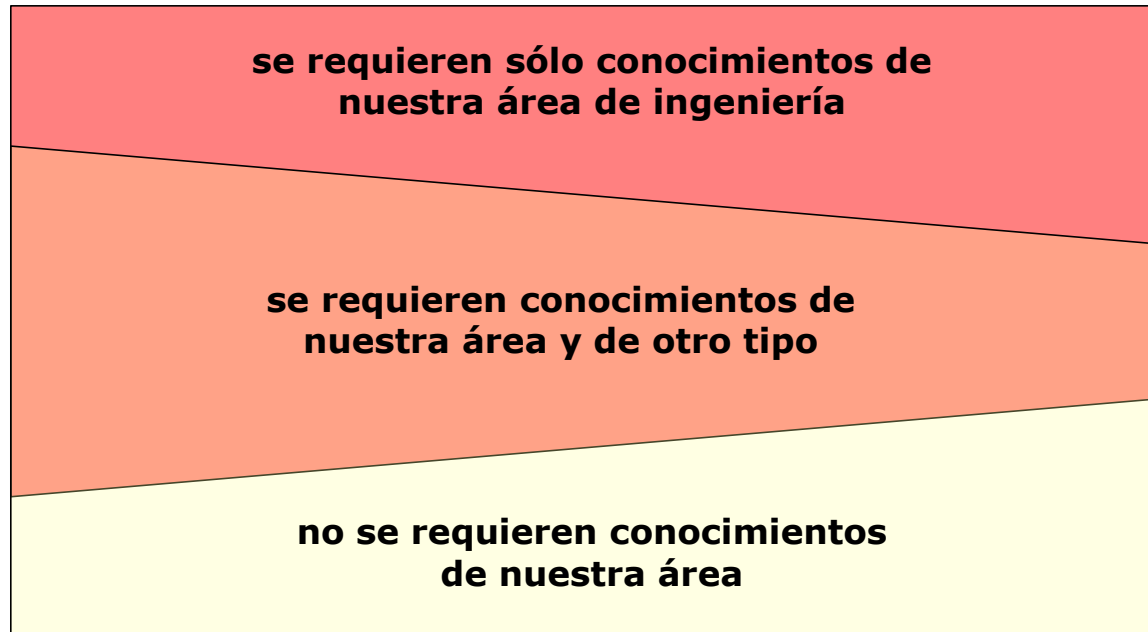
Tipos de «Problemas» (según requisitos de “conocimientos de ing.”)

Se requieren
conocimientos de
nuestra área de
ingeniería

No se requieren
conocimientos de
nuestra área de
ingeniería

Se requieren
conocimientos de
nuestra área de ing.
(entre otros)

Tipos de «Problemas» (según requisitos de “conocimientos de ing.”)



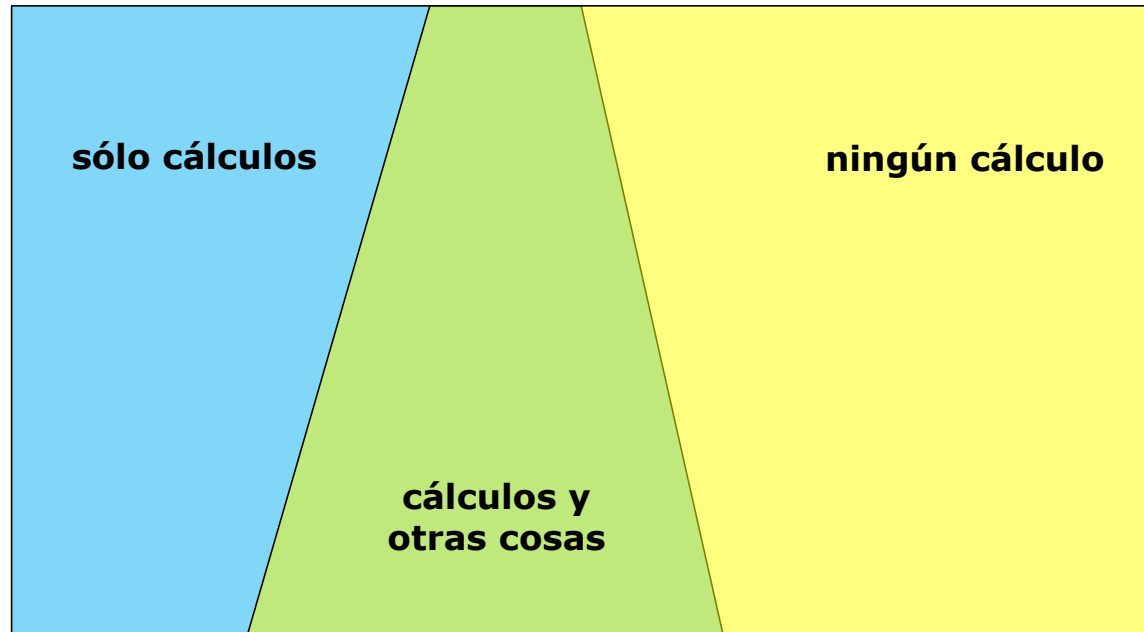
Tipos de «Problemas» (según requisitos de “cálculo”)

Para resolver se
requiere sólo hacer
cálculos

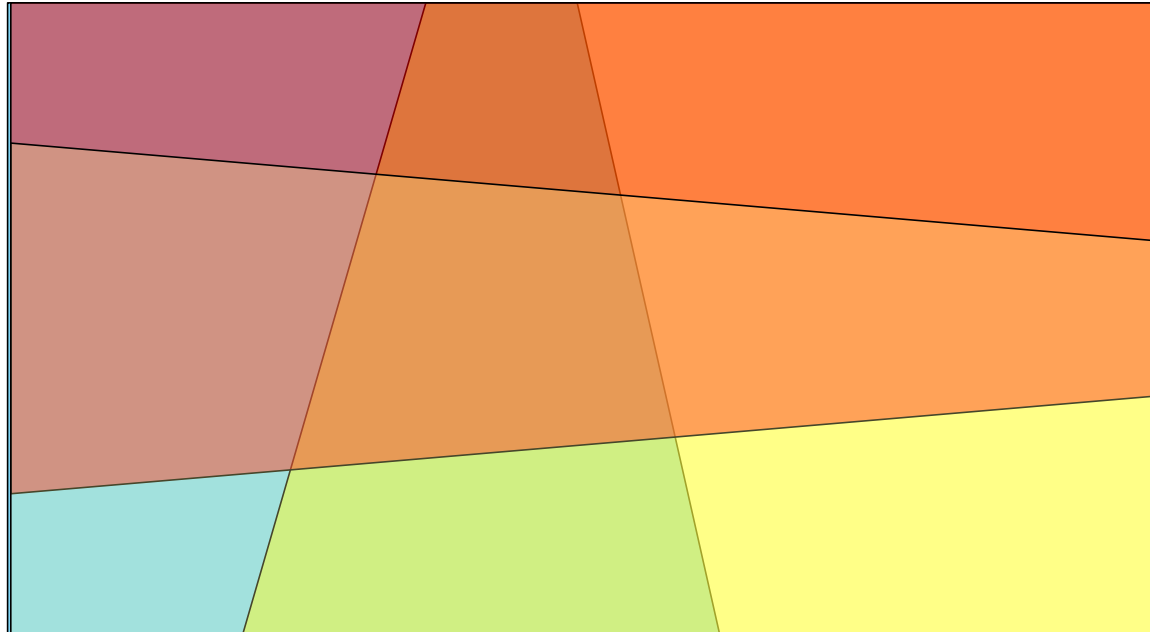
No se requiere hacer
cálculos para resolver

Se requieren cálculos
pero no sólo cálculos

Tipos de «Problemas» (según requisitos de “cálculo”)

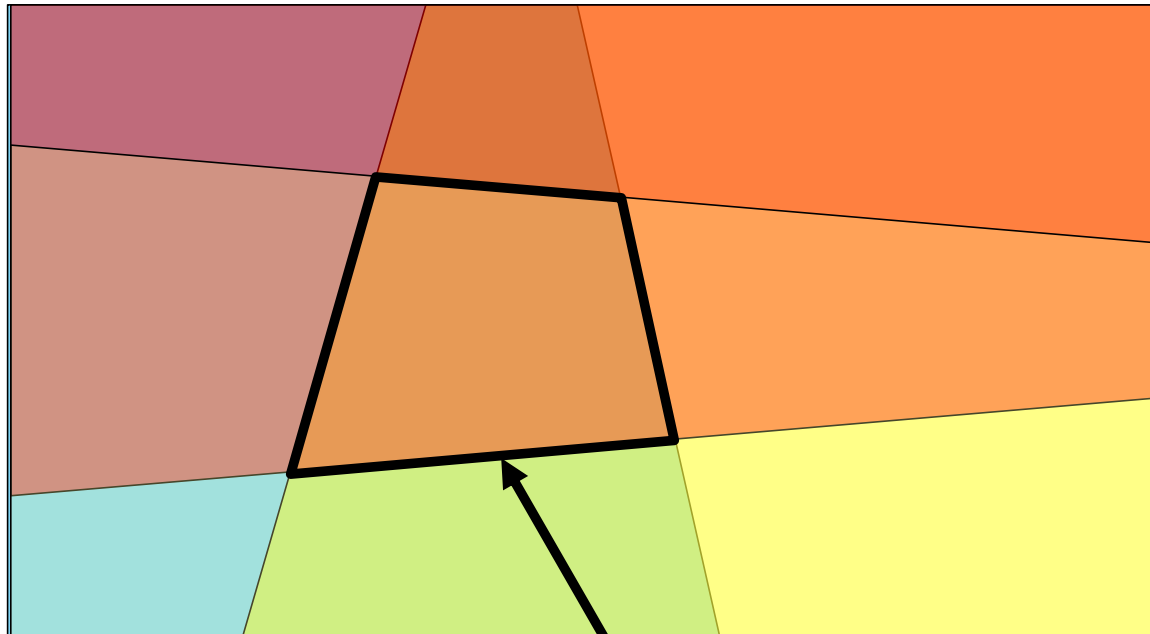


Tipos de «Problemas» (según requisitos para ser resueltos)



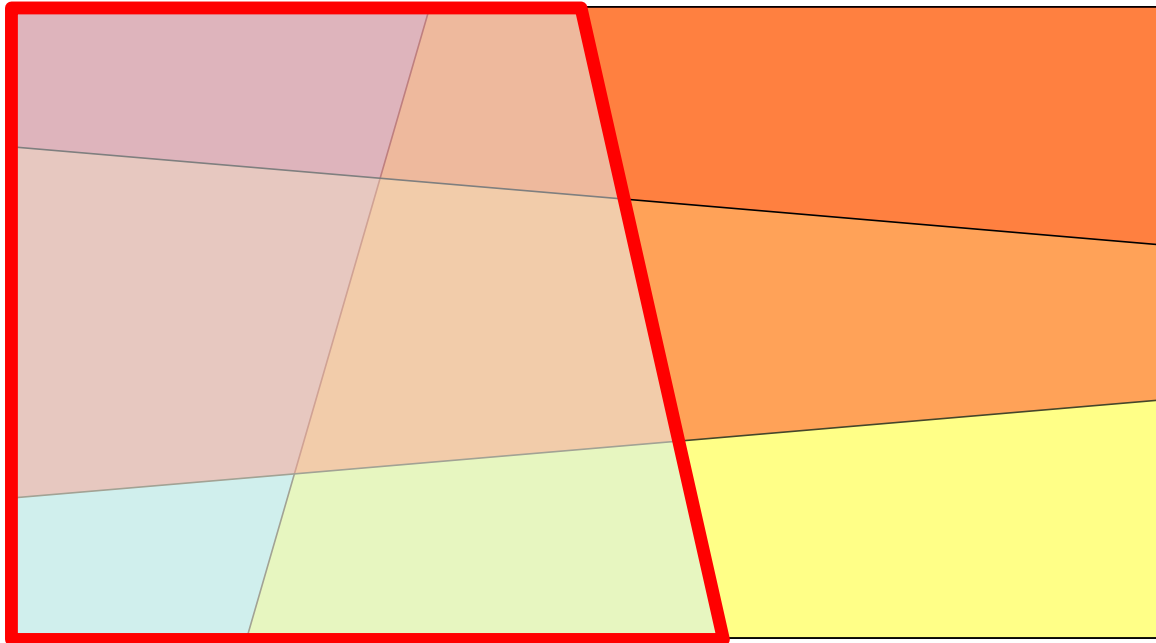
El mix de los problemas a los que se verá enfrentado el Ingeniero en particular, dependerá de qué tipo de actividad desarrolle

Tipos de «Problemas» (según requisitos para ser resueltos)



Problemas que
requieren “de todo”

Tipos de «Problemas» (según requisitos para ser resueltos)



Problemas que requieren de cálculo

Los problemas de cálculo son una parte importante de las “dificultades a vencer” para convertirnos en buenos Ingenieros...

... y la mayoría de las pruebas en facultad están repletas de problemas numéricos.





Tipos de «Problemas» (según el contexto)

No siempre, pero muchas veces...

... nos veremos enfrentados a problemas “**bajo presión**”.

- por las implicancias que tiene el acertar o errar
- por la urgencia requerida para resolver el problema
- por factores personales (ajenos al problema en sí)

Un comentario...

Lo que vimos hasta ahora fue meramente informativo.

Cuando nos enfrentemos a un problema de nada servirá clasificarlo según su tipología, sólo importará resolverlo.

De todas maneras, para “aprender” a encararlos es bueno saber con qué nos podemos llegar a enfrentar y qué set de habilidades requeriremos “dominar” para cada tipología.

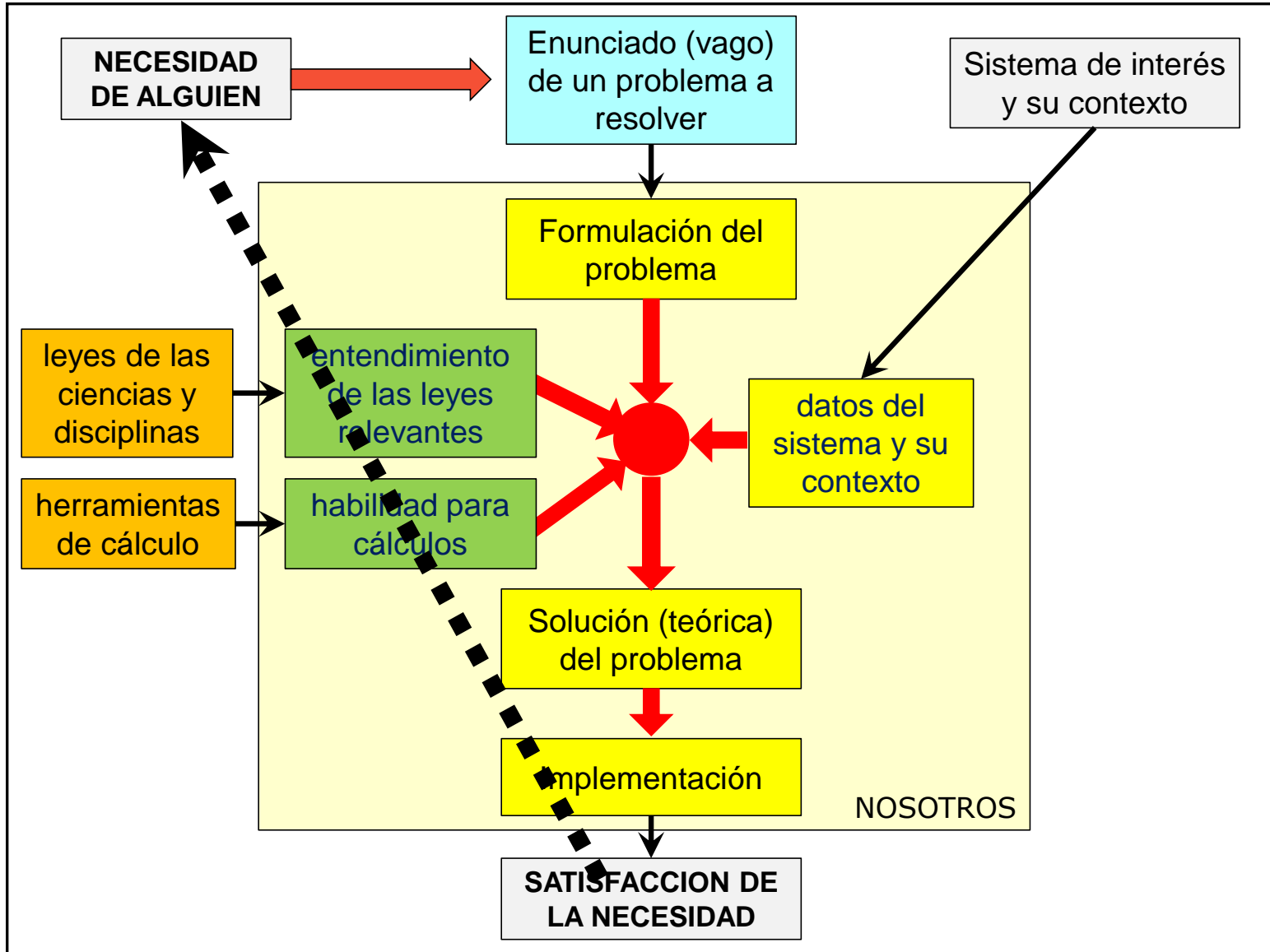
Encare de la Resolución de Problemas



La tarea del “resolvedor” de problemas

Partiendo del enunciado de un problema (generalmente definido vagamente) tal como la necesidad de un “cliente”, y de un set de datos experimentales, los “profesionales” pueden llegar a establecer y entender todos los elementos de las ciencias y disciplinas subyacentes que son relevantes al problema y usar dicho entendimiento para crear un plan de acción y un set de especificaciones detalladas que, si se implementan, lograrán satisfacer la necesidad (con un resultado financiero pronosticado).

Adaptado de una cita del libro “Chemical Engineering Design” de Gavin Towler y Ray Sinnott, Ed. Elsevier.



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. Buscar y encontrar una “Solución”

¿Solamente una?

Pasos para intentar la Solución de Problemas

1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos
3. Analizar evidencia, teoría y
4. A partir de #1 - 3, establecer un plan que permita satisfacer la «Solución»
5. ~~Buscar y encontrar una «Solución»~~

Algunos problemas admiten más de una manera de resolverlos.

¿Solamente una?

Pasos para intentar la Solución de Problemas

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

... pero si se nos ocurren varias “alternativas” para resolver el problema, luego tendremos que compararlas para elegir “la mejor”.

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”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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 una «definición clara del problema» (y que lo entienda bien)
2. Conseguir información relevante
3. ...
4. ...
5. ...
6. Compararla con las suposiciones y alternativas
7. Implementar la alternativa elegida
8. Evaluar los resultados
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

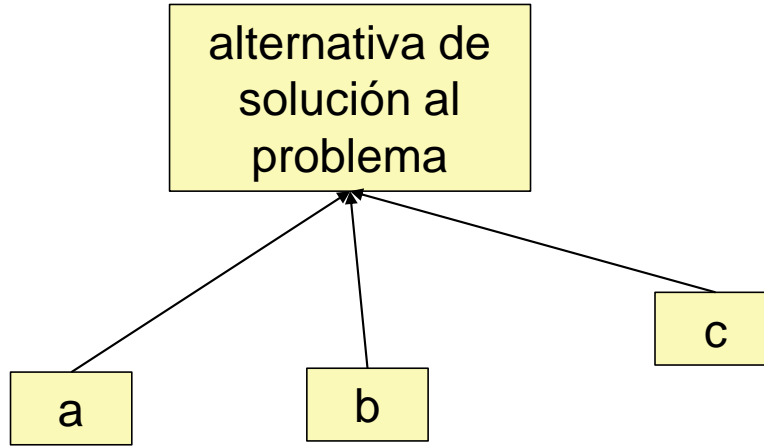
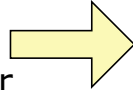
**NO TOMAR ESTOS PASOS
COMO UNA “RECETA” QUE
HAY QUE SEGUIR
OBLIGATORIAMENTE**

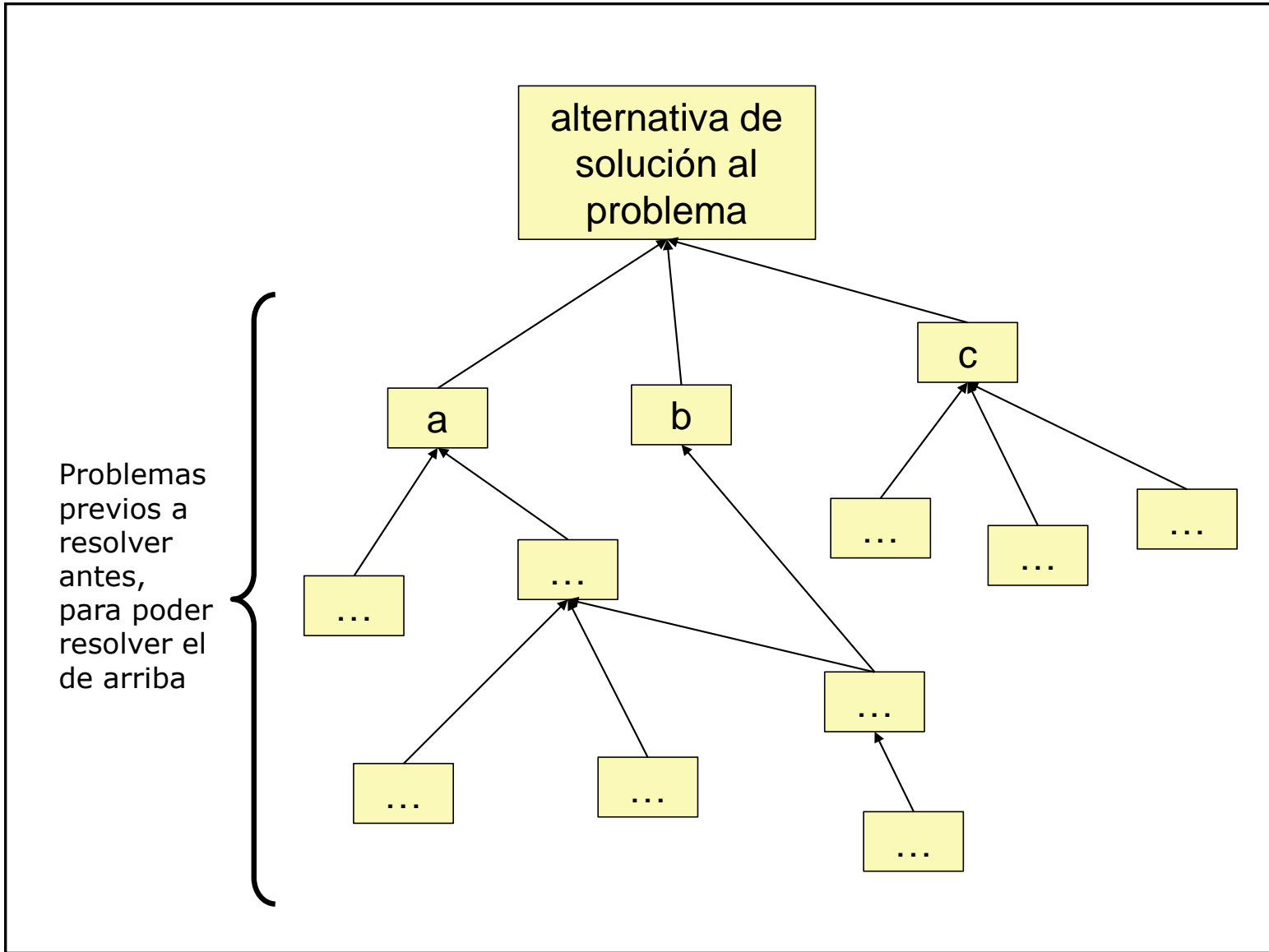
Pasos para intentar la Solución de Problemas

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”

Muchas veces, cada “alternativa de solución” exige “resolver” varias partes que son en sí “problemas parciales”

Problemas
previos a
resolver
antes,
para poder
resolver el
de arriba





Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

"EL" PROBLEMA



Ejemplo

Se está diseñando un reactor para la producción de Sodio por medio de la reacción de Sulfúrico e Hidróxido

«Ingeniero, necesitamos que diseñe el equipo para enfriar la corriente de productos».

Sulfato de Sodio

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla.



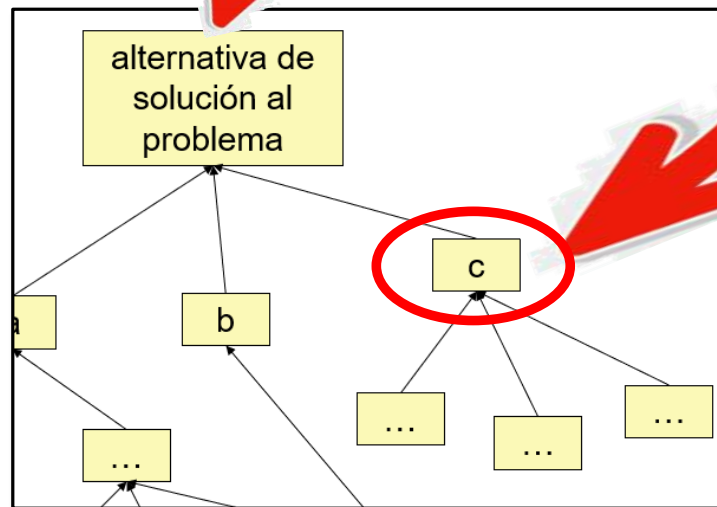
EL JEFE

EL INGENIERO

Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla.



Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla.

Problema a resolver:

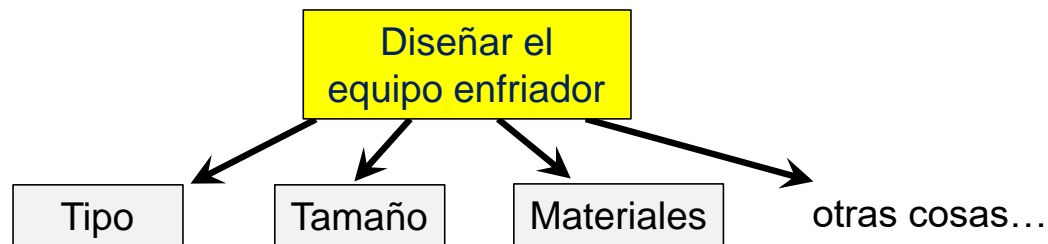
Diseñar el
equipo enfriador

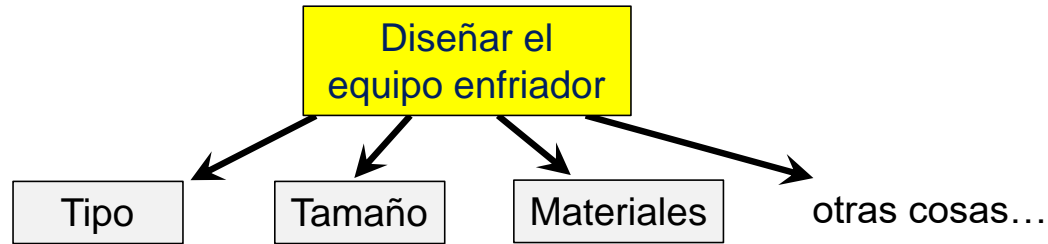
**¿qué cosas hay que definir como
parte del diseño del equipo?**

Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla.



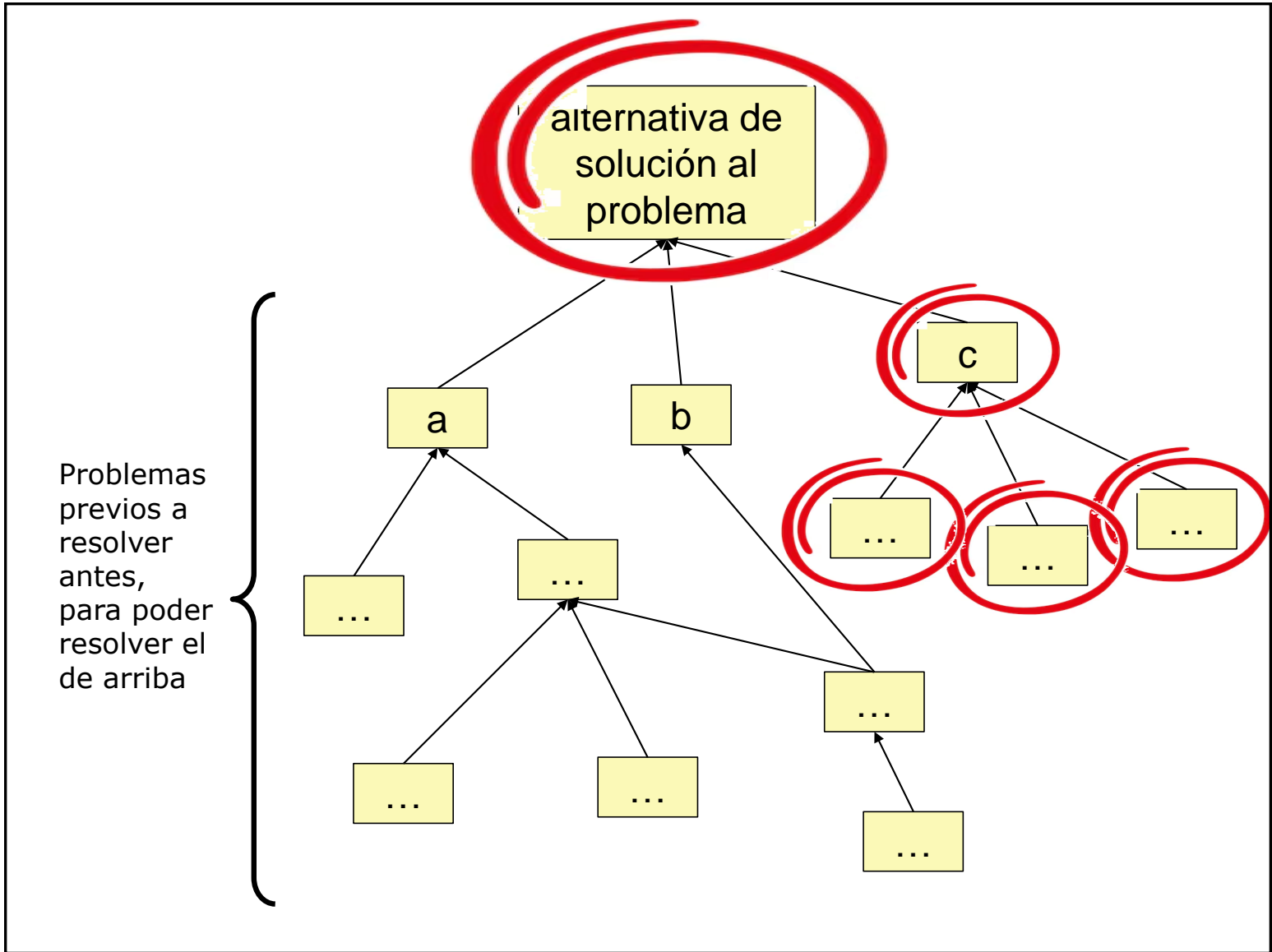


Cada una de estas cuestiones (tipo de enfriador, tamaño, materiales a usar en su construcción, ubicación en la planta, etc...) pueden ser considerados como “problemas a resolver”

Y a su vez, cada uno de éstos, merece un abordaje como el que estamos presentando.

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”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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”

Muchas veces, cada “alternativa de solución” exige “resolver” varias partes que son en sí “problemas parciales”

Pasos para intentar la Solución de Problemas

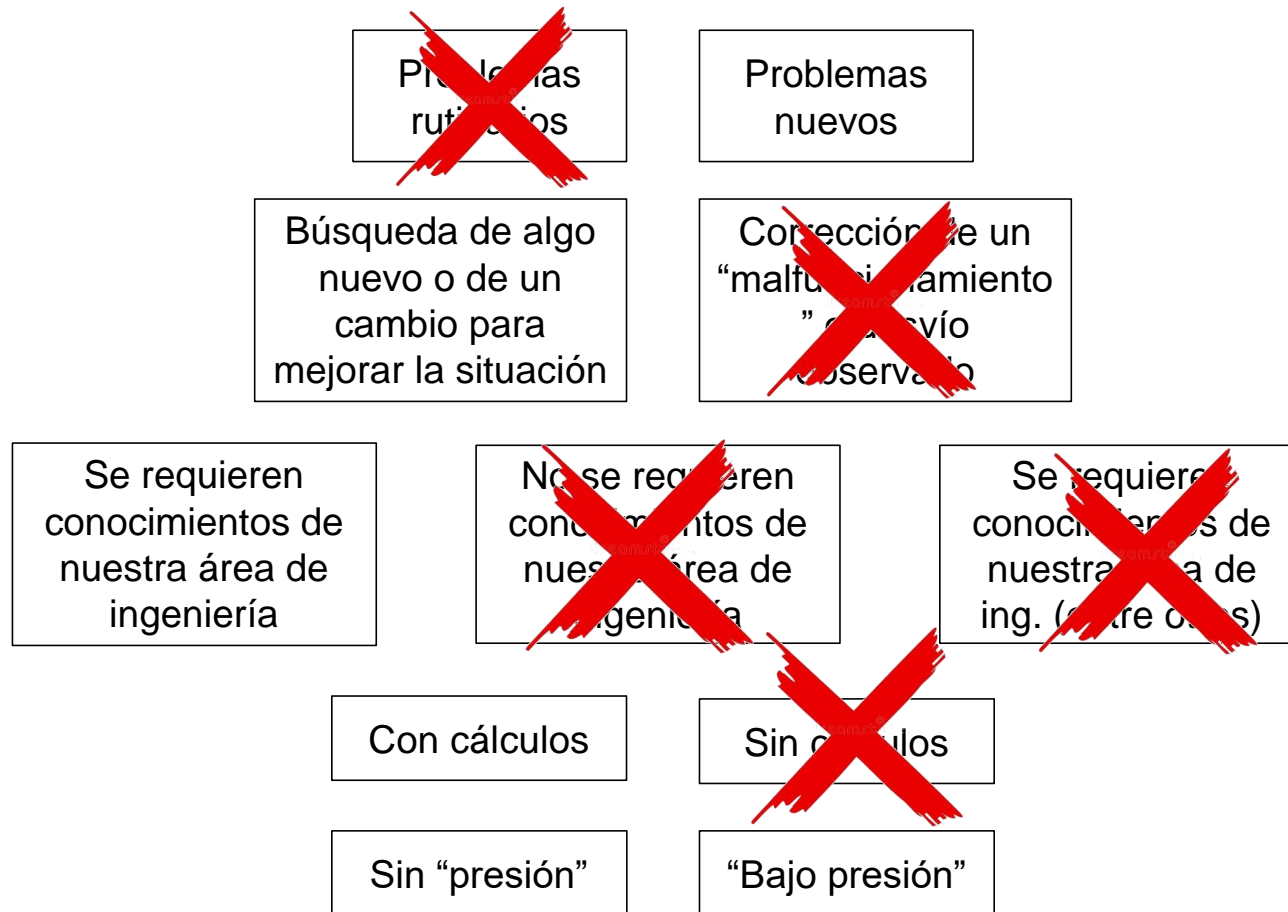
1. Asegurarse de tener bien definido el «Problema» (y que lo entendemos bien)
2. Conseguir datos requeridos y gestionarlos correctamente
3. Analizar evidencia, teoría y experiencia
4. A partir de #1 - 3, establecer el objetivo que deberá satisfacer la «Solución»
- 5. Formular “alternativas de solución”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

¡ ADVERTENCIA !

A pesar de que es objetivo del curso tratar el abordaje de problemas cualesquiera, a los efectos de la “logística” del curso dividiremos la exposición en dos partes.

En la primera parte, trataremos el tema poniendo foco en aquellos puntos que son relevantes para abordar los “problemas” a resolver en nuestro curso

Tipología de problemas a resolver en este curso



Tipología de problemas a resolver en este curso

Problemas
nuevos

Búsqueda de algo
nuevo o de un
cambio para
mejorar la situación

Se requieren
conocimientos de
nuestra área de
ingeniería

Con cálculos

Sin “presión”

“Bajo presión”

PARTE 1

En la primera parte, trataremos el tema poniendo foco en aquellos puntos que son relevantes para abordar los “problemas” a resolver en nuestro curso

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”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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)

Problema “bien definido”

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

En la vida “real” los problemas no siempre nos llegan con “enunciados correctos” y en ocasiones, no están “bien definidos”

Ahondaremos más sobre esos casos en la Parte 2.

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

Pasos para intentar la Solución de Problemas

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

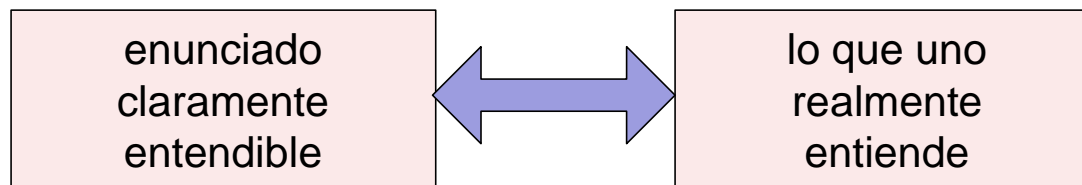
Problema “bien definido”

(en nuestro curso, esto está asegurado)

“Entender” bien el problema

Además de tener “bien definido” el problema con un “enunciado correcto y claramente entendible”...

... tenemos que ser capaces de entenderlo **nosotros**



Se necesita: comprensión lectora, entender de qué se está hablando.

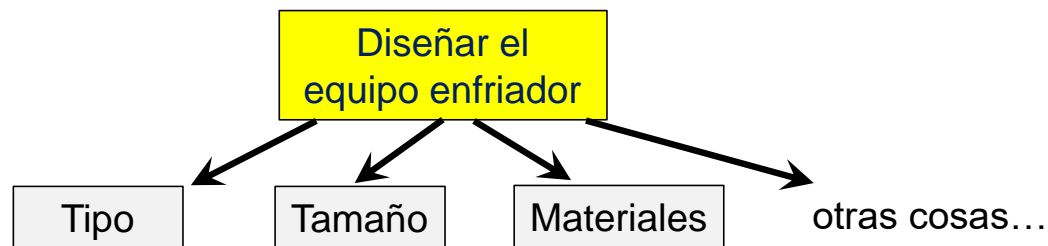
(Más adelante veremos algunos “piques” que ayudarán).

Volviendo al Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

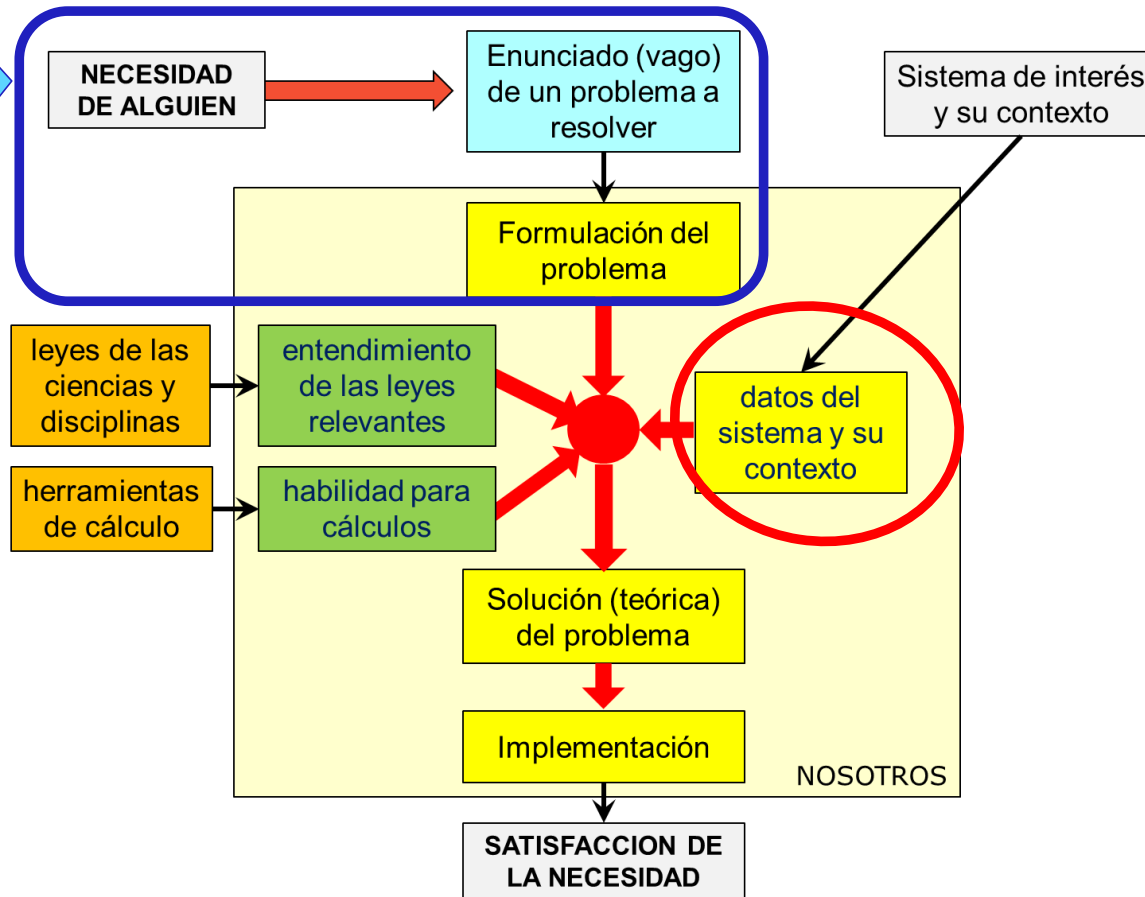
La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla.

Problema a resolver:



Esto ya está

Formulado el problema....



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”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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.

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

Gestión de Datos / Información

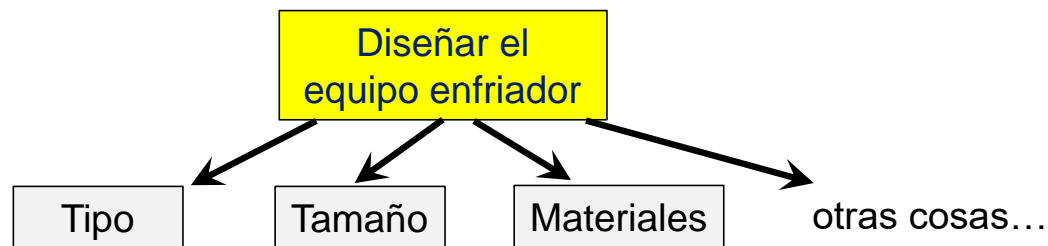
1. Saber qué datos / información se necesita
2. Saber cuáles son las posibles fuentes para conseguir esos datos / información
3. Conseguir los datos / información
4. Preocuparnos por la calidad de los datos / información que terminaremos usando para resolver el problema

Volviendo al Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla.

¿ qué datos/información necesitamos para poder diseñar el equipo?



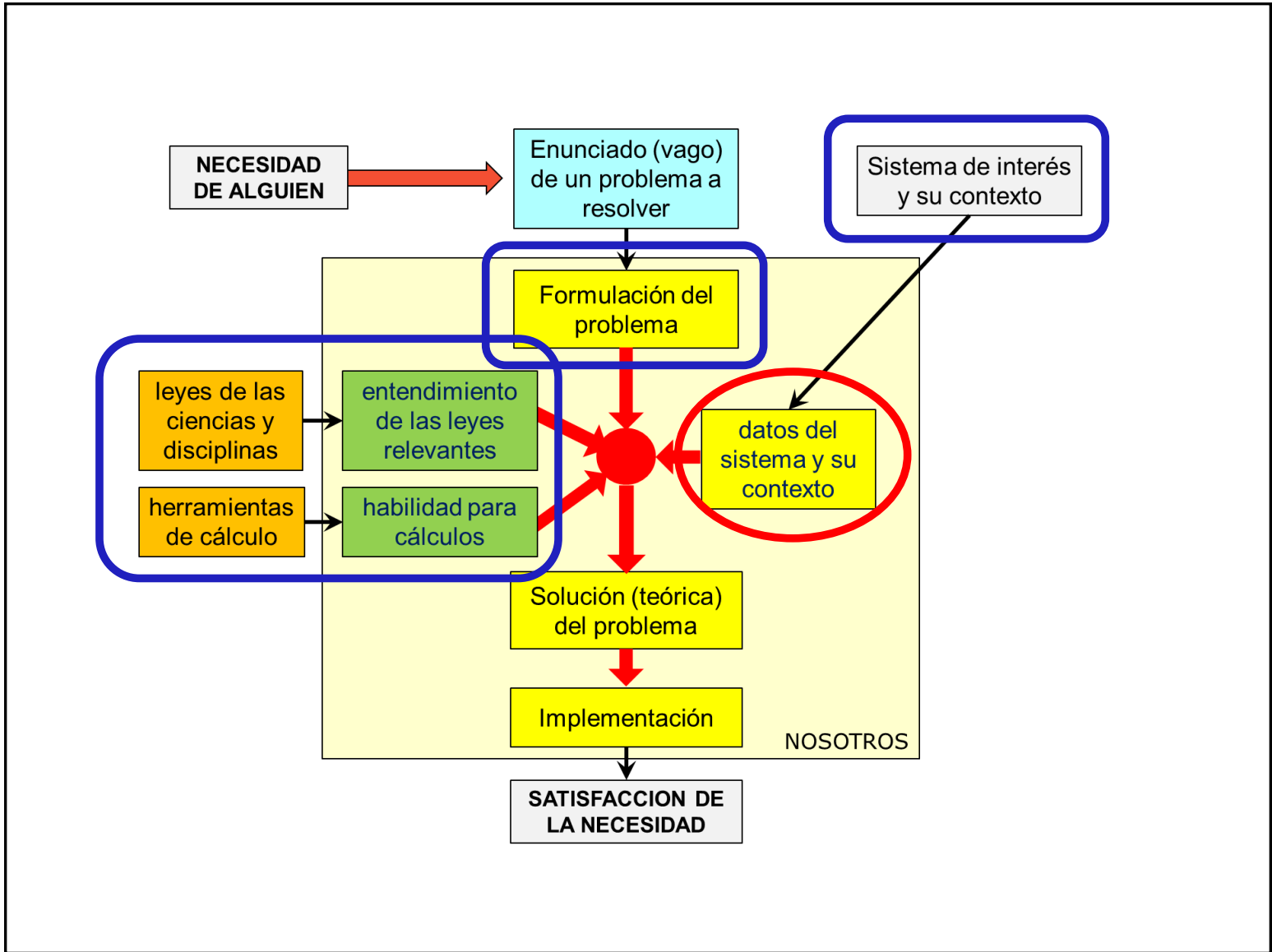
Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita

2. Saber cuáles son las posibles fuentes para

Esto requiere

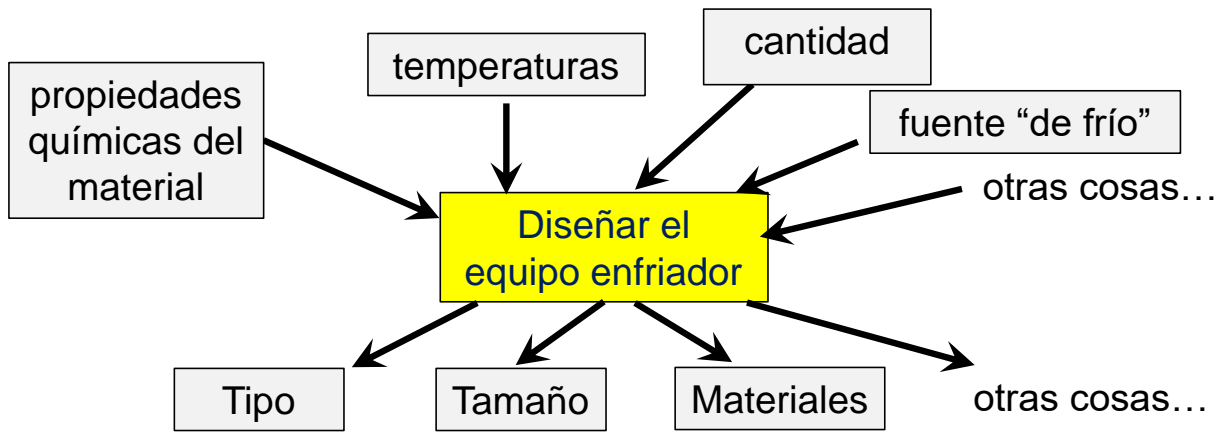
- entender el problema
- conocer el contexto y
- saber sobre la materia de que trata el problema



Volviendo al Ejemplo

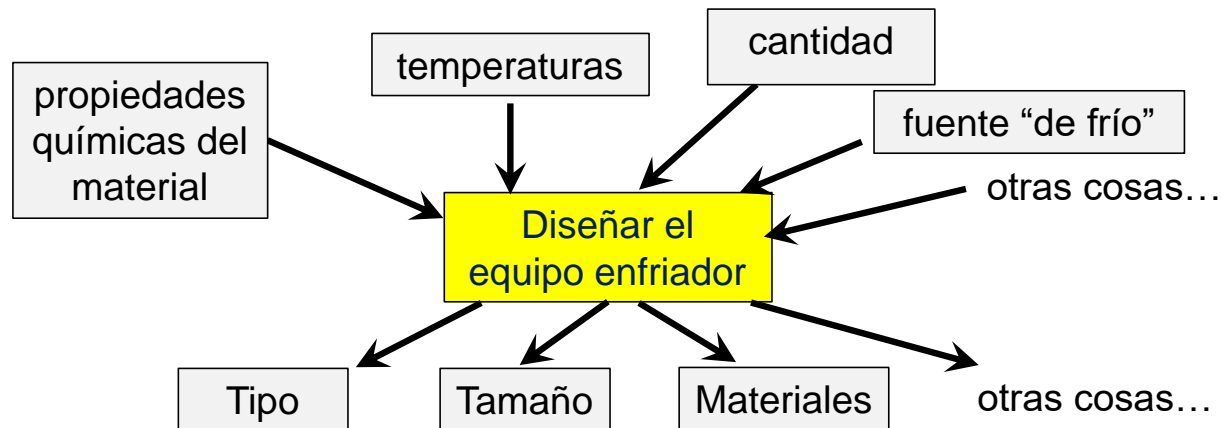
Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla.



Volviendo al Ejemplo

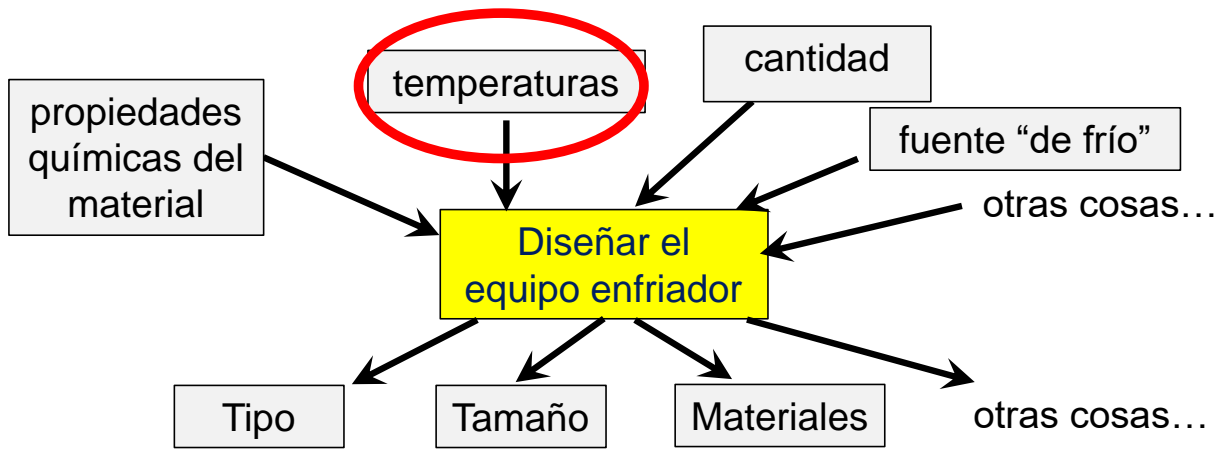
Oops! Necesitamos un montón de datos y de información.
¿Tenemos toda esa información en “la letra del problema”?



Volviendo al Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla.

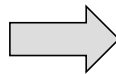


Volviendo al Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla... **y para ello, entre otras cosas, necesitamos conocer la temperatura de esa corriente de productos que sale del reactor.**

NUEVO PROBLEMA
(DENTRO DEL OTRO)



Conocer temperatura
de corriente de
productos

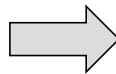
temperaturas

Un problema adentro de otro problema...

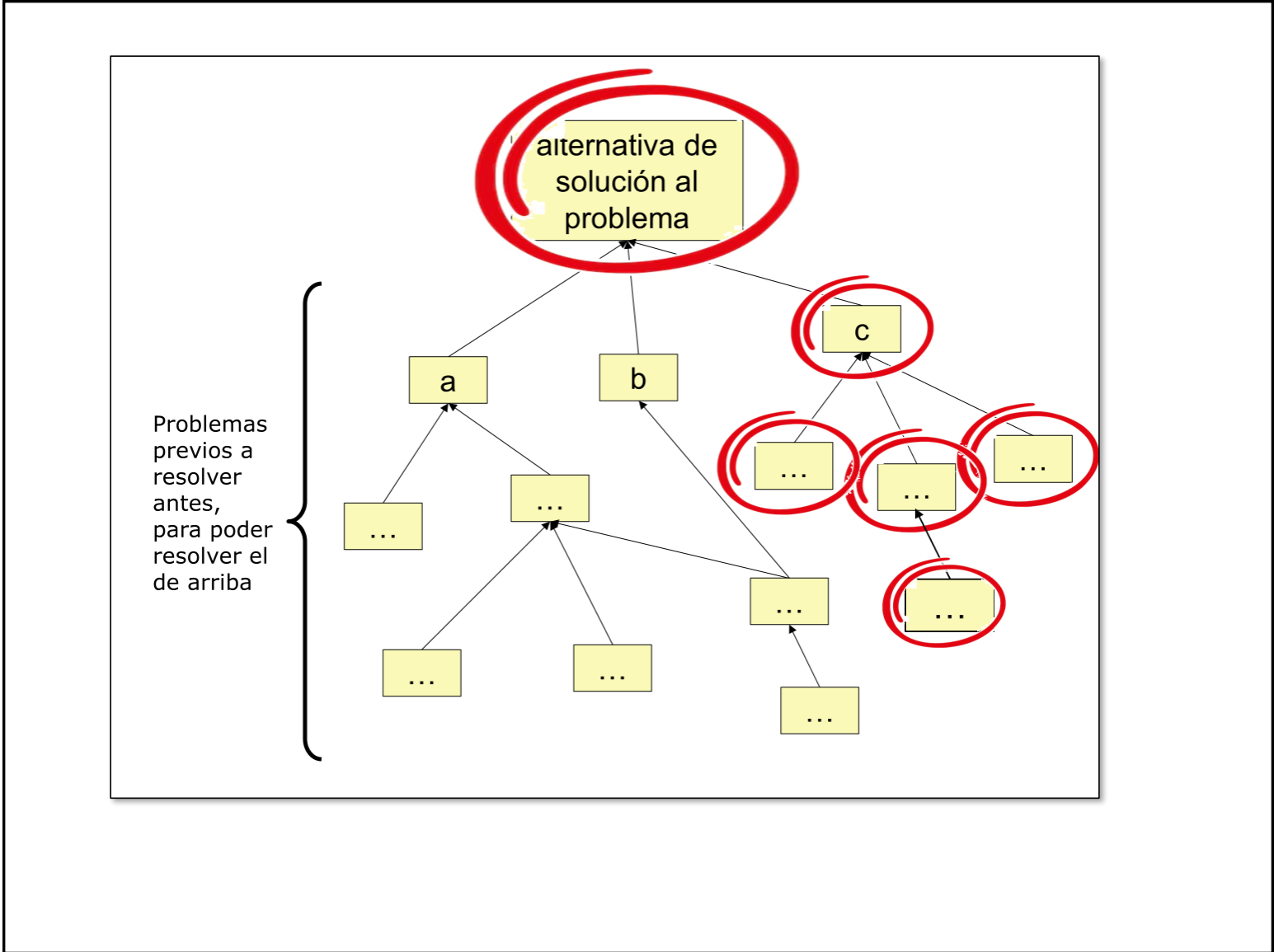
Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla... y para ello, entre otras cosas, necesitamos conocer la temperatura de esa corriente de productos que sale del reactor.

NUEVO PROBLEMA
(DENTRO DEL OTRO)



Conocer temperatura
de corriente de
productos



Gestión de Datos / Información

1. Saber qué datos / información se necesita

2. Saber cuáles son las posibles fuentes para

Esto requiere

- entender el problema
- conocer el contexto y
- saber sobre la materia de que trata el problema

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.

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

¿Qué hay que hacer para conseguirlo

Consideremos -a modo de ejemplo- uno de los datos necesarios...

valor real



valor que usamos

el valor de ese dato o información que necesitamos para resolver el problema

el valor asumido como real **que usaremos** para resolver el problema

Si el “valor que usamos” no es el “valor real” podemos llegar a fracasar en el intento de resolver el problema

Consideremos -a modo de ejemplo- uno de los datos necesarios...



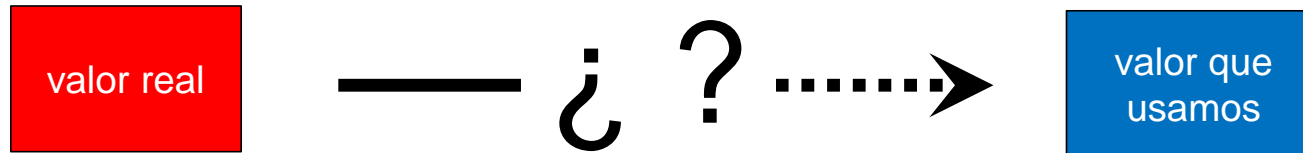
Por eso...

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

Nos debemos ocupar de conseguir su valor real.

(vean que eso puede implicar el tener que resolver un nuevo “problema”)

Consideremos -a modo de ejemplo- uno de los datos necesarios...



Pero...

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

¿o cuesta mucho conocerlo?

¿o no existe?

valor real



valor que
usamos

Volviendo al ejemplo

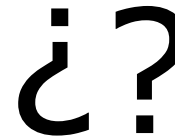
Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla... y para ello, entre otras cosas, necesitamos conocer la temperatura de esa corriente de productos que sale del reactor.

NUEVO PROBLEMA
(DENTRO DEL OTRO)

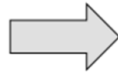


Conocer temperatura
de corriente de
productos



tenemos que diseñar un equipo para enfriarla... y para ello, entre otras cosas, necesitamos conocer la temperatura de esa corriente de productos que sale del reactor.

NUEVO PROBLEMA
(DENTRO DEL OTRO)



Conocer temperatura
de corriente de
productos

Esa temperatura...

- ¿es un dato que conocemos?
- ¿es un dato que alguien conoce y nos lo puede contar?
- tal vez nadie conozca el dato, pero... ¿se puede medir?
- si no se pudiera medir ¿se puede estimar?

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)

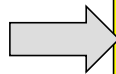
Volviendo a nuestro Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de

Su
El dato "temperatura de la corriente de productos" NO EXISTE.

La
ter
el
ter
de
Estamos diseñando, no existe siquiera el proceso, no podemos medir lo que no existe!

NUEVO PROBLEMA
(DENTRO DEL OTRO)

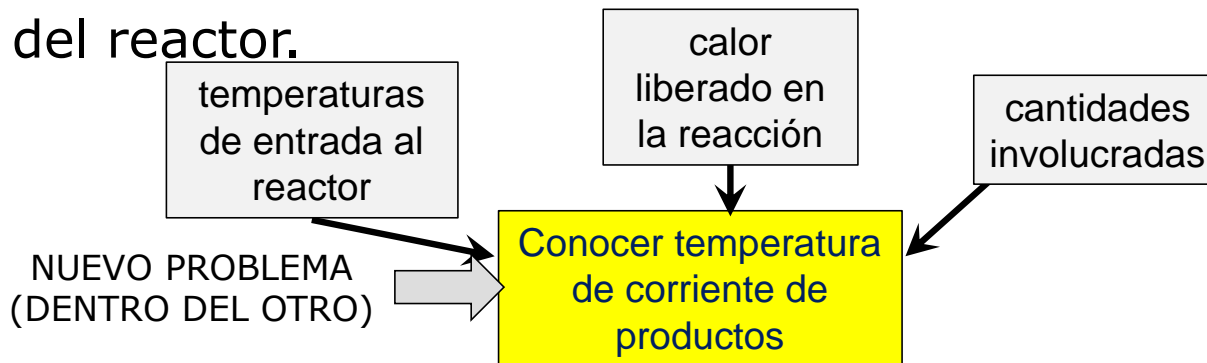


Conocer temperatura
de corriente de
productos

Volviendo a nuestro Ejemplo

Si tenemos información suficiente
podremos estimar "el dato" que nos
falta (usando lo que conocemos de las
leyes de la naturaleza)

temperatura de esa corriente de productos que salen
del reactor.



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”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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.

Ahondaremos un poco más sobre la problemática de la consecución y gestión de datos, y sobre el resto de los puntos en la Parte 2.

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Ya hablamos sobre la tipología...

Problemas
nuevos

Búsqueda de algo
nuevo o de un
cambio para
mejorar la situación

Se requieren
conocimientos de
nuestra área de
ingeniería

Con cálculos

Sin “presión”

“Bajo presión”

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Pero habrá otras particularidades...

- Los enunciados serán claros y sin ambigüedades
- Todos los datos necesarios se pueden obtener a partir del enunciado.

Consideraciones “al margen”...

En general, por ahora en los problemas planteados en las pruebas los datos necesarios son aportados junto con sus enunciados o pueden ser calculados a partir de éstos.

A medida que avancen en la carrera se les irá planteando problemas / trabajos abiertos donde los datos los debe conseguir el alumno.

No saber qué datos son necesarios para resolver el problema es una muestra de falta de conocimientos básicos (y como tal se evalúa).

Estén preparados para que en nuestras (y otras pruebas) se les aporte datos que no sean necesarios.

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Pero

Pasos para intentar la Solución de Problemas

- Los e
 - Todo
 - En g
 - tiene
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”
 6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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.

SOLUCIÓN ÚNICA

#6 NO SERÁ
NECESARIO

del

RSO

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Pero

Pasos para intentar la Solución de Problemas

- Los e
 - Todo del
 - enun
 - En g rso
 - tiene
 - En es
 - ningu
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” **SOLUCIÓN ÚNICA**
 6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y seleccionar la mejor alternativa **#6 NO SERÁ NECESARIO**
 7. Implementar la alternativa elegida **#7 NO SERÁ NECESARIO**
 8. Evaluar los resultados
 9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Pero habrá otras particularidades...

- Los enunciados serán 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.
- En este curso (sin laboratorio) no deberán implementar ninguna alternativa.
- Para obtener esa solución usaremos el modelaje matemático.

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Pero habrá otras particularidades...

- Los enunciados serán 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.
- En este curso (sin laboratorio) no deberán implementar ninguna alternativa.
- Para obtener esa solución usaremos el **modelaje matemático**.

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Pero

Pasos para intentar la Solución de Problemas

- Los e
 - Todo enur
 - En g tiene
 - En e ning
 - Para mate
 - Sí, s congruencia.
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”
 6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y seleccionar la mejor alternativa
 7. Implementar la alternativa elegida
 8. Evaluar los resultados **Idealmente, verificar congruencia**
 9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

del

RSO

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Pero habrá otras particularidades...

- Los enunciados serán 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.
- En este curso (sin laboratorio) no deberán implementar ninguna alternativa.
- Para obtener esa solución usaremos el **modelaje matemático**.
- Sí, se espera que evalúen sus resultados para testear congruencia.

Modelar para
resolver problemas

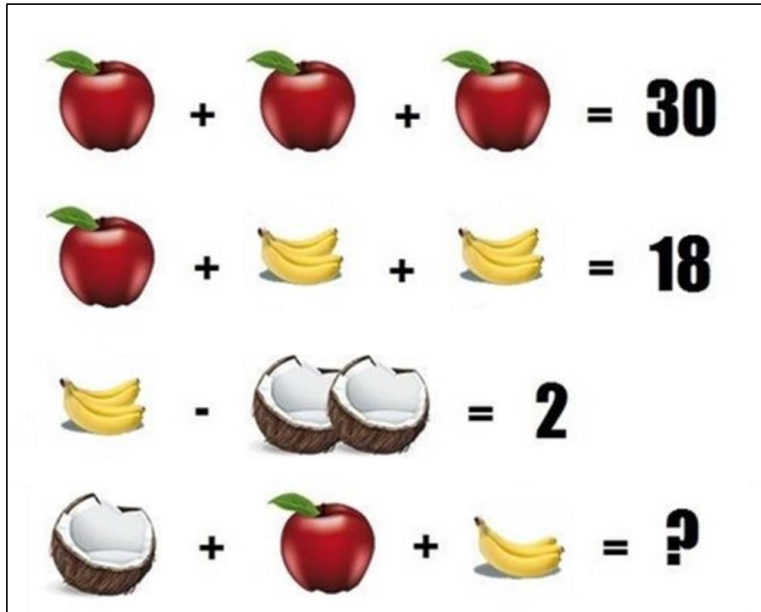
(El “auxilio” de las
matemáticas”)

- Un Modelo es una representación de la realidad que se hace para ayudar a interpretarla.
Ejemplos: lenguaje, artes, matemáticas, etc.

Acertijo popular en las redes...

$$\begin{array}{l} \text{🍏} + \text{🍏} + \text{🍏} = 30 \\ \text{🍏} + \text{🍌} + \text{🍌} = 18 \\ \text{🍌} - \text{🥥} = 2 \\ \text{🥥} + \text{🍏} + \text{🍌} = ? \end{array}$$

El mismo problema...


$$\begin{array}{l} \text{🍏} + \text{🍏} + \text{🍏} = 30 \\ \text{🍏} + \text{🍌} + \text{🍌} = 18 \\ \text{🍌} - \text{🥥} = 2 \\ \text{🥥} + \text{🍏} + \text{🍌} = ? \end{array}$$

Si se cumple

$$\left\{ \begin{array}{l} 3x = 30 \\ x + 8y = 18 \\ 4y - 2z = 2 \end{array} \right.$$

Calcular
 $z + x + 3y$

- Un Modelo es una representación de la realidad que se hace para ayudar a interpretarla.
Ejemplos: lenguaje, artes, matemáticas, etc.
- Un Modelo Matemático es una representación de un sistema (físico, económico, etc...) a partir de relaciones matemáticas.
- Los modelos matemáticos los acompañarán en toda la carrera y en el ejercicio de la profesión

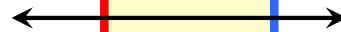
Modelo matemático

Mundo físico

Sistema

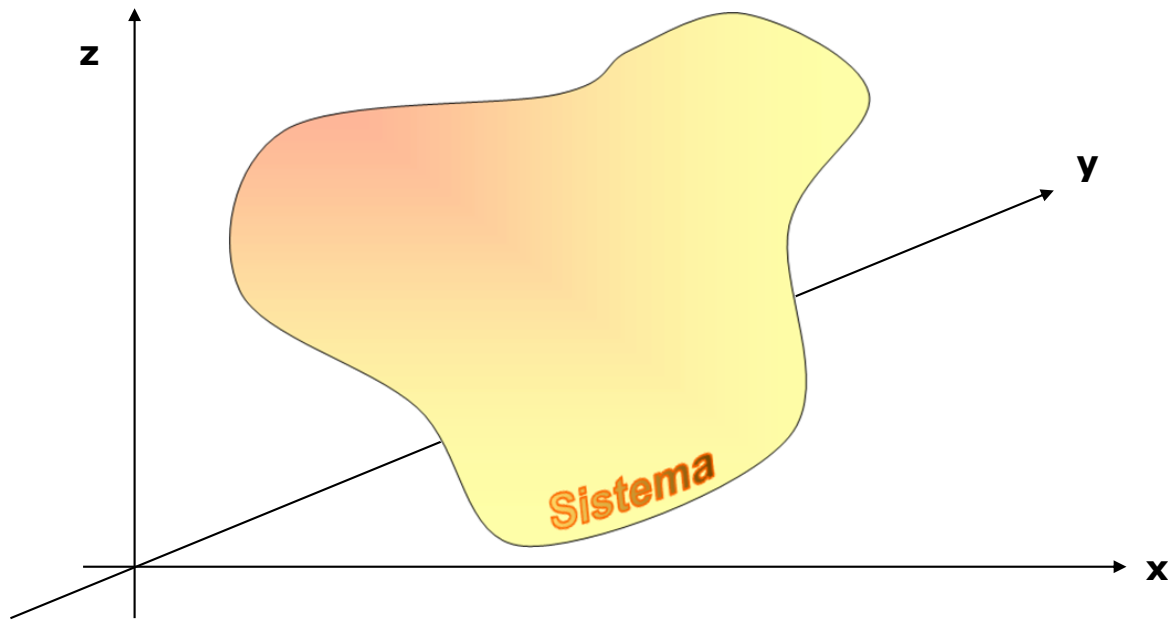
Mundo matemático

Un dominio en \mathcal{R}^3



Sistema

- **Sistema.** Una parte del universo que queremos estudiar.
(Debe estar unívocamente definido.)



Propiedades extensivas e intensivas

- **Sistema.** Una parte del universo que queremos estudiar. (Debe estar unívocamente definido.)

- ❖ **Propiedad extensiva**

Es una propiedad del sistema

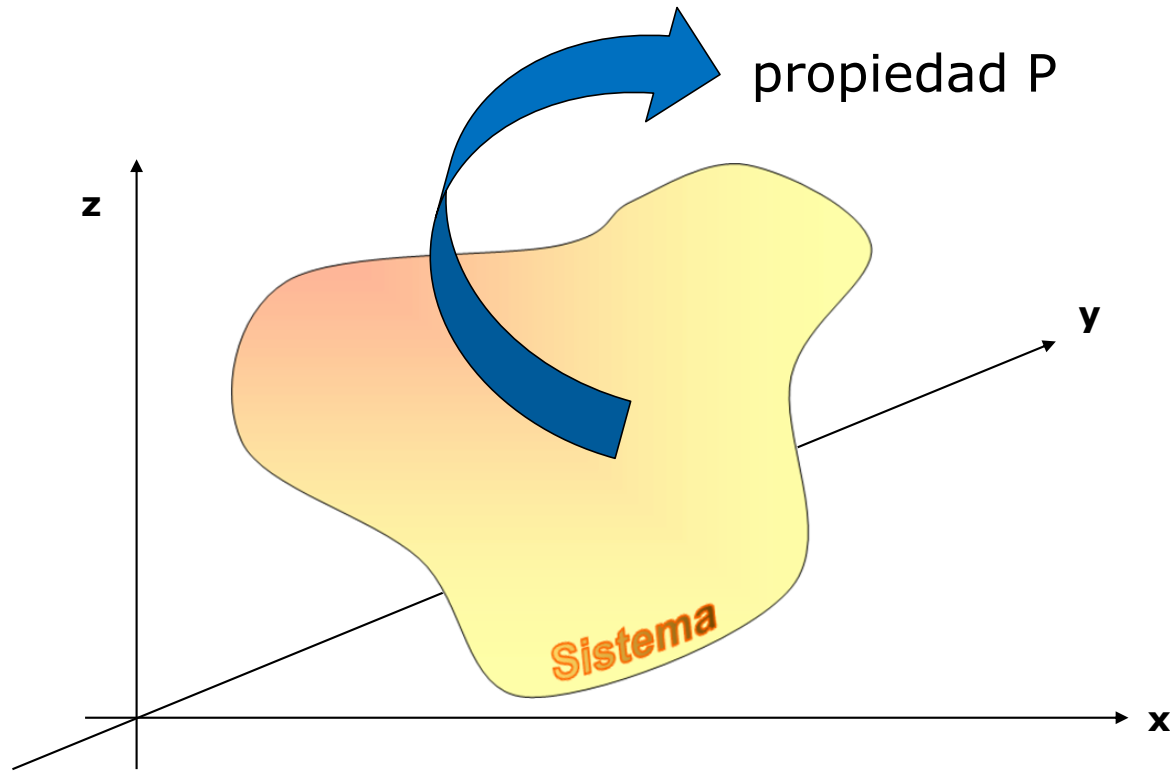
Es aditiva, esto es, si dividimos el sistema en partes, el valor de la propiedad para el sistema es la suma de los valores para todas sus partes (y por lo tanto, el valor de una propiedad extensiva depende de la cantidad de sistema).

- ❖ **Propiedad intensiva.**

Es una propiedad que adopta valores en cada punto del sistema (no es una propiedad del sistema)

Propiedad extensiva

❖ **Propiedad extensiva.** Es una propiedad del sistema



Propiedad extensiva

❖ **Propiedad extensiva.** Es una propiedad del sistema

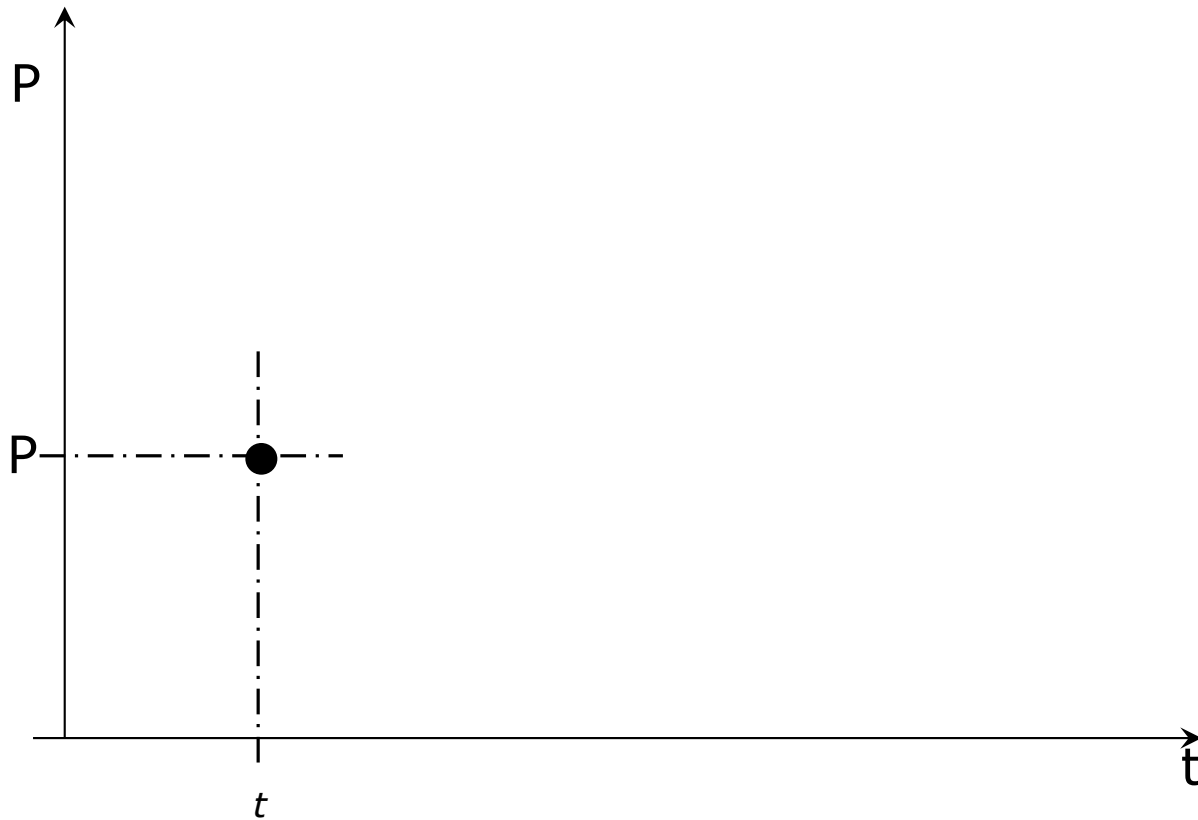
Es aditiva, esto es, si dividimos el sistema en partes, el valor de la propiedad para el sistema es la suma de los valores para todas sus partes (y por lo tanto, el valor de una propiedad extensiva depende de la cantidad de sistema).

La magnitud o cantidad de P la expresamos numéricamente como la cantidad de unidades que hemos convenido tomar como referencia. (El valor numérico será diferente si cambiamos de unidad)

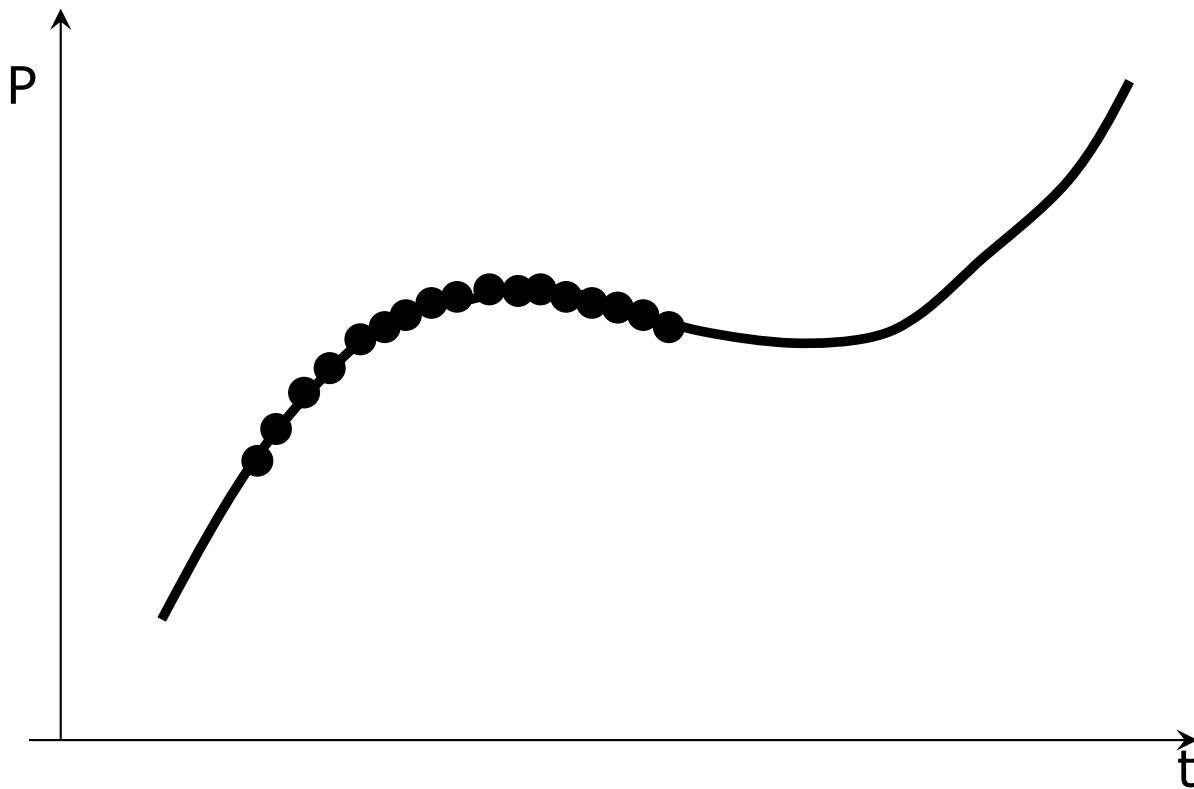
En cada instante esa propiedad (P) tiene un valor dado (esto es, es aplicable la pregunta ¿cuánto hay de P en el sistema?). Pero ese valor puede variar con el tiempo.

$P_{\text{sistema}}(t)$ (es función de t)

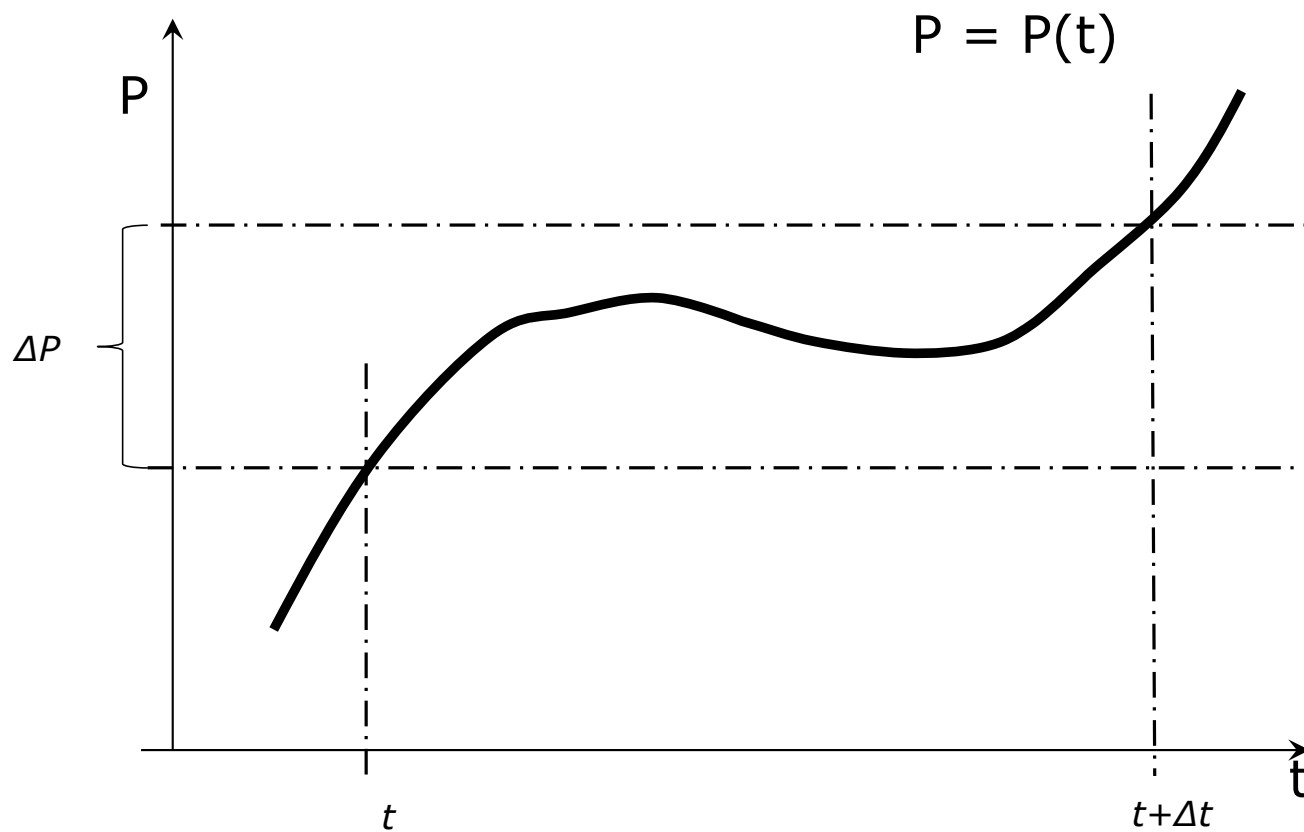
La propiedad P puede variar con el tiempo



La propiedad P puede variar con el tiempo



La propiedad P puede variar con el tiempo

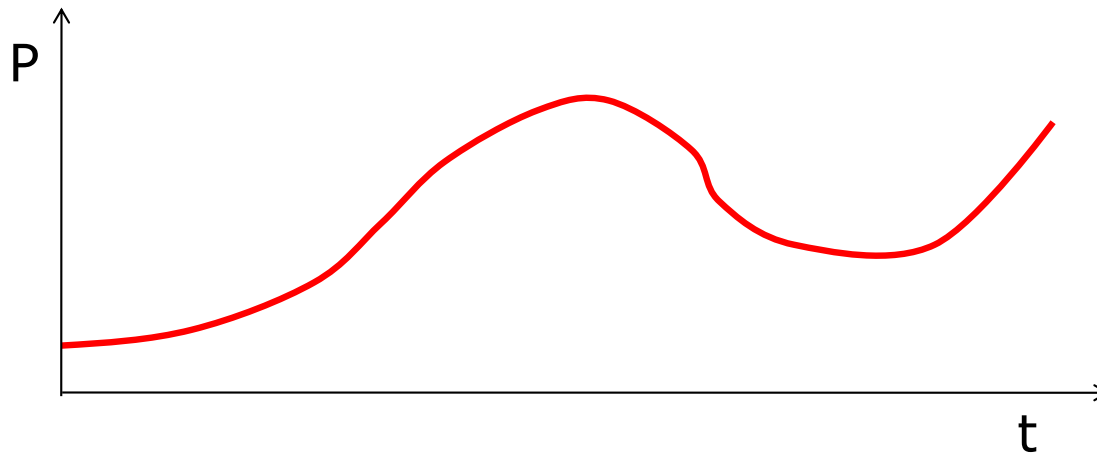


Modelando una propiedad extensiva

Propiedad P del sistema

El valor de P en un instante dado, t,

$$P = P(t)$$

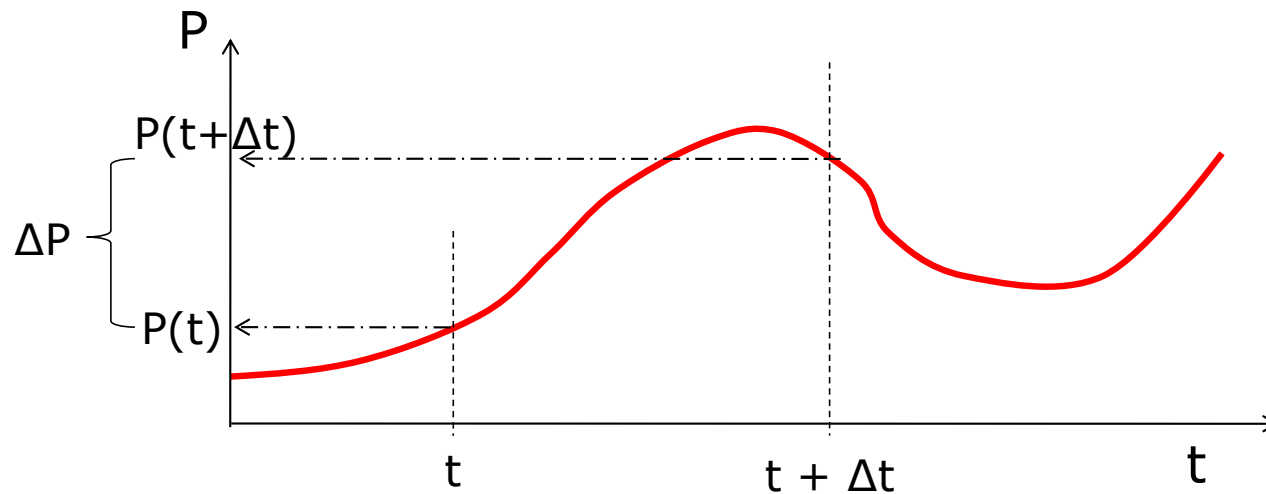


Modelando una propiedad extensiva

Cambio de P en el sistema

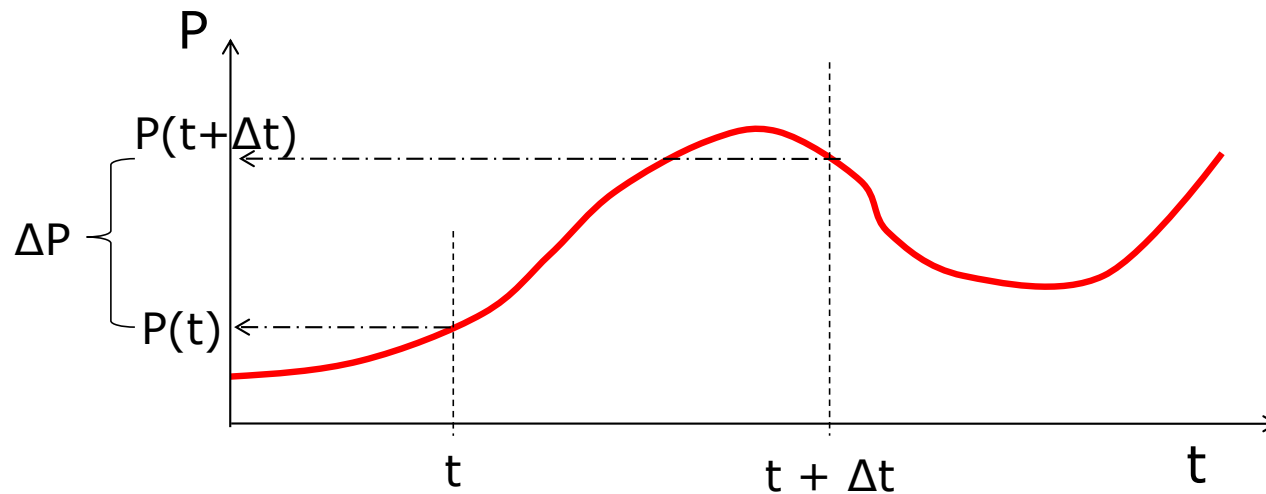
... entre los tiempos t y $t + \Delta t$

$$\Delta P = P(t + \Delta t) - P(t)$$



Modelando una propiedad extensiva

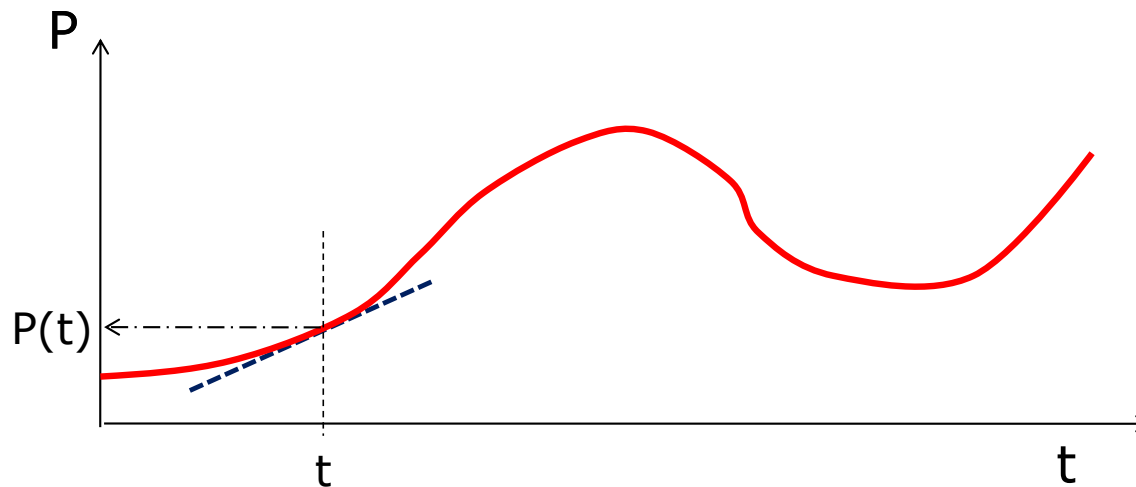
Velocidad de cambio de P , en el sistema, en el instante $t =$



Modelando una propiedad extensiva

Velocidad de cambio de P , en el sistema, en el instante $t =$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t + \Delta t) - P(t)}{\Delta t} = P'(t) = \dot{P}(t)$$



Modelo matemático

Mundo físico

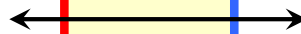
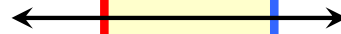
Sistema

Valores de una
propiedad extensiva (P)

Mundo matemático

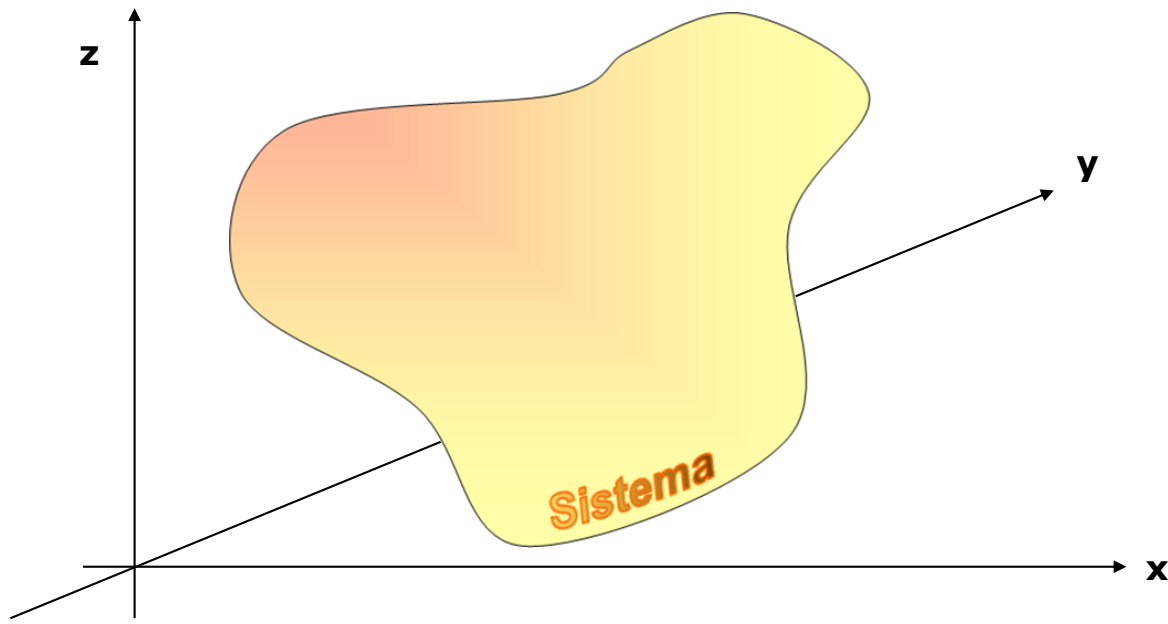
Un dominio en \mathcal{R}^3

Una función $P \in F_1^1$
 $P(t)$



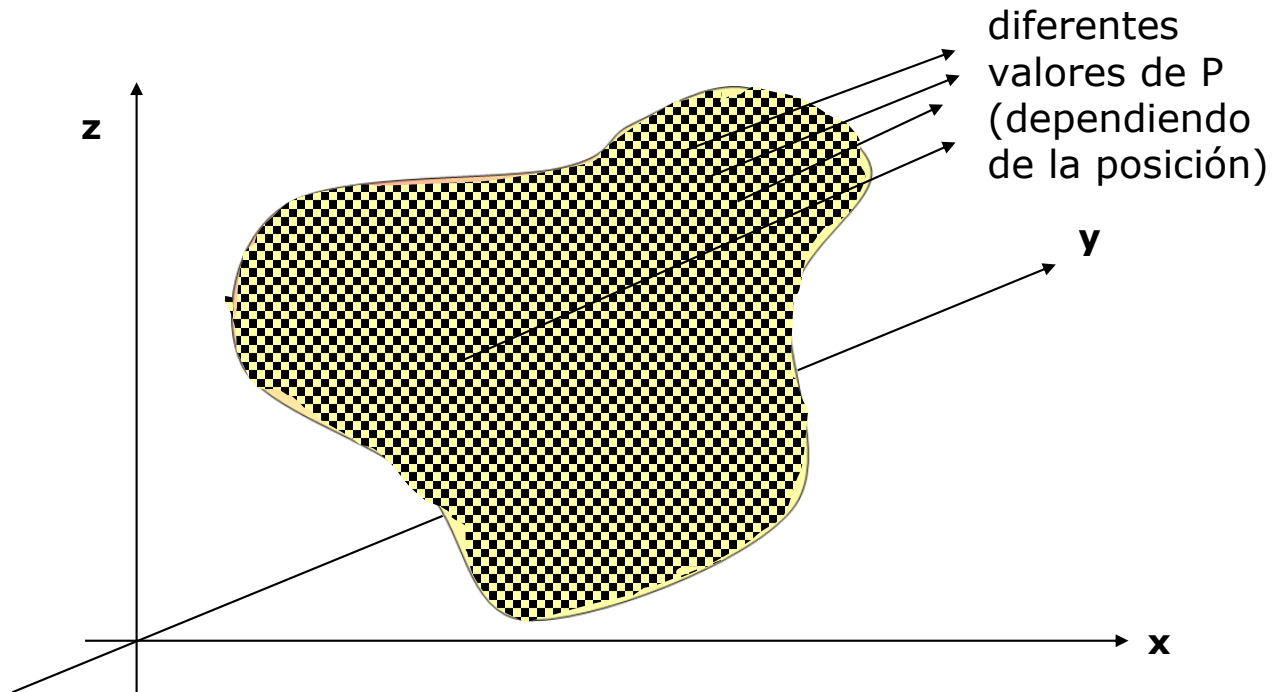
Sistema

- **Sistema.** Una parte del universo que queremos estudiar.
(Debe estar unívocamente definido.)



Propiedad intensiva

- ❖ **Propiedad intensiva.** Es una propiedad que adopta valores en cada punto del sistema (no es una propiedad del sistema)



Propiedad intensiva

- ❖ **Propiedad intensiva.** Es una propiedad que adopta valores en cada punto del sistema (no es una propiedad del sistema)

(Ejemplos: temperatura, presión, concentración, densidad, ... entre otras)

Esta característica asume la “**hipótesis del medio continuo**” (esto es, que la materia es continua y se puede definir la propiedad para todo punto), la cual es perfectamente aplicable a los Sistemas de interés para la Ingeniería de Procesos.

Esta hipótesis es válida sólo para la física clásica y sólo adecuada para escalas mayores a 10^4 veces el tamaño atómico. A escalas menores, más cercanas a las atómicas, no puede modelarse la materia como continua.

Modelando una propiedad intensiva

- ❖ **Propiedad intensiva.** Es una propiedad que adopta valores en cada punto del sistema (no es una propiedad del sistema)

(Ejemplos: temperatura, presión, concentración, densidad, ... entre otras)

A su vez, el valor de la propiedad en cada punto puede variar con el tiempo...

A esa propiedad asociamos una función matemática que depende de la posición (x,y,z) y de t

$$P = P(x,y,z,t)$$

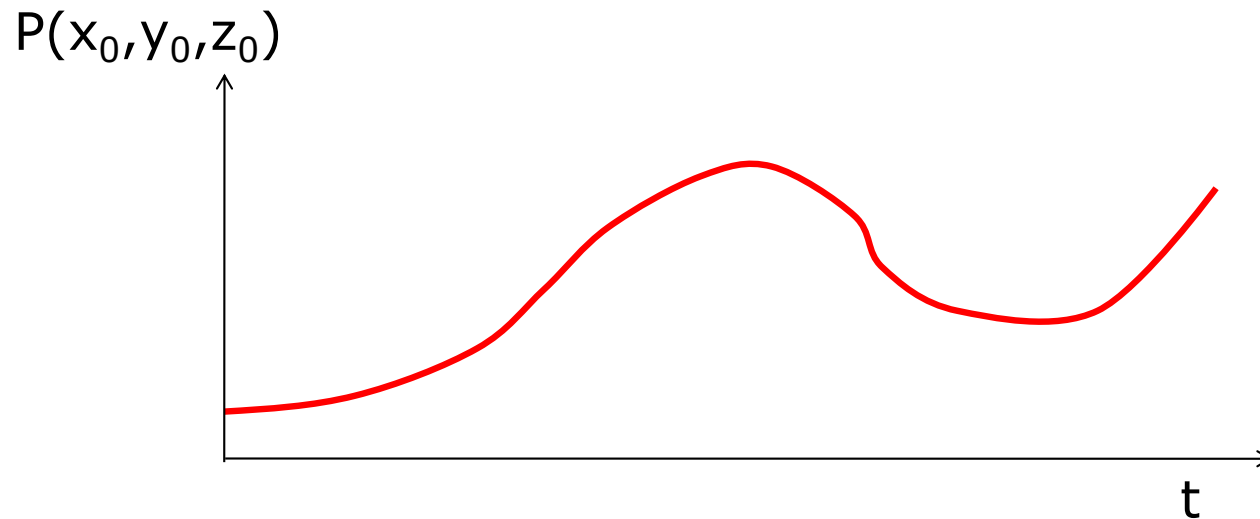
Si P es escalar, $P \in F_4^1$

Si P es vectorial, $P \in F_4^3$

Modelando una propiedad intensiva (escalar)

Propiedad P adopta valores para cada punto y a su vez puede variar con el tiempo

$$P = P(x, y, z, t)$$



El gráfico representa la variación de los valores de P en el punto (x_0, y_0, z_0) a lo largo del tiempo.

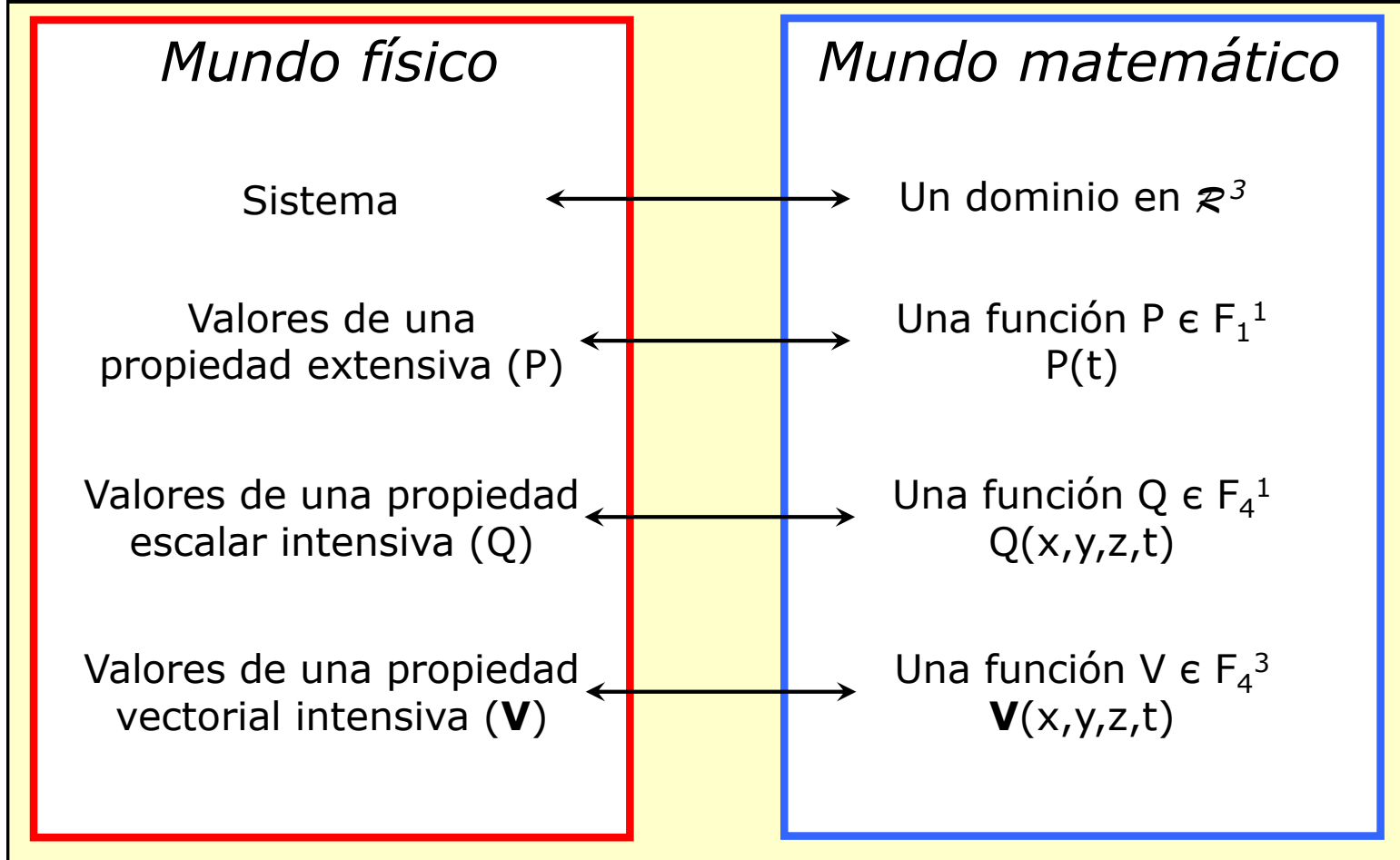
Ejemplo

Considere la temperatura del aire en la habitación. Como esa temperatura depende del lugar y del tiempo ponemos:

$$T = T(x, y, z, t)$$

- a. Si T es la misma para todo (x, y, z) decimos que el aire de la habitación está en «equilibrio térmico». Véase que puede variar con t .
- b. Si en cada punto (x, y, z) , T es la misma para todo t decimos que la temperatura está en «estado estacionario». Véase que T puede variar de un punto a otro.

Modelo matemático



Modelo matemático

Mundo físico

Las propiedades de los sistemas y sus conductas en el tiempo están relacionadas entre sí según ciertas **leyes de la naturaleza...**

Mundo matemático

Relaciones entre funciones matemáticas

(ecuaciones/
inecuaciones
algebraicas,
diferenciales,
integrales, etc..)



Modelo matemático

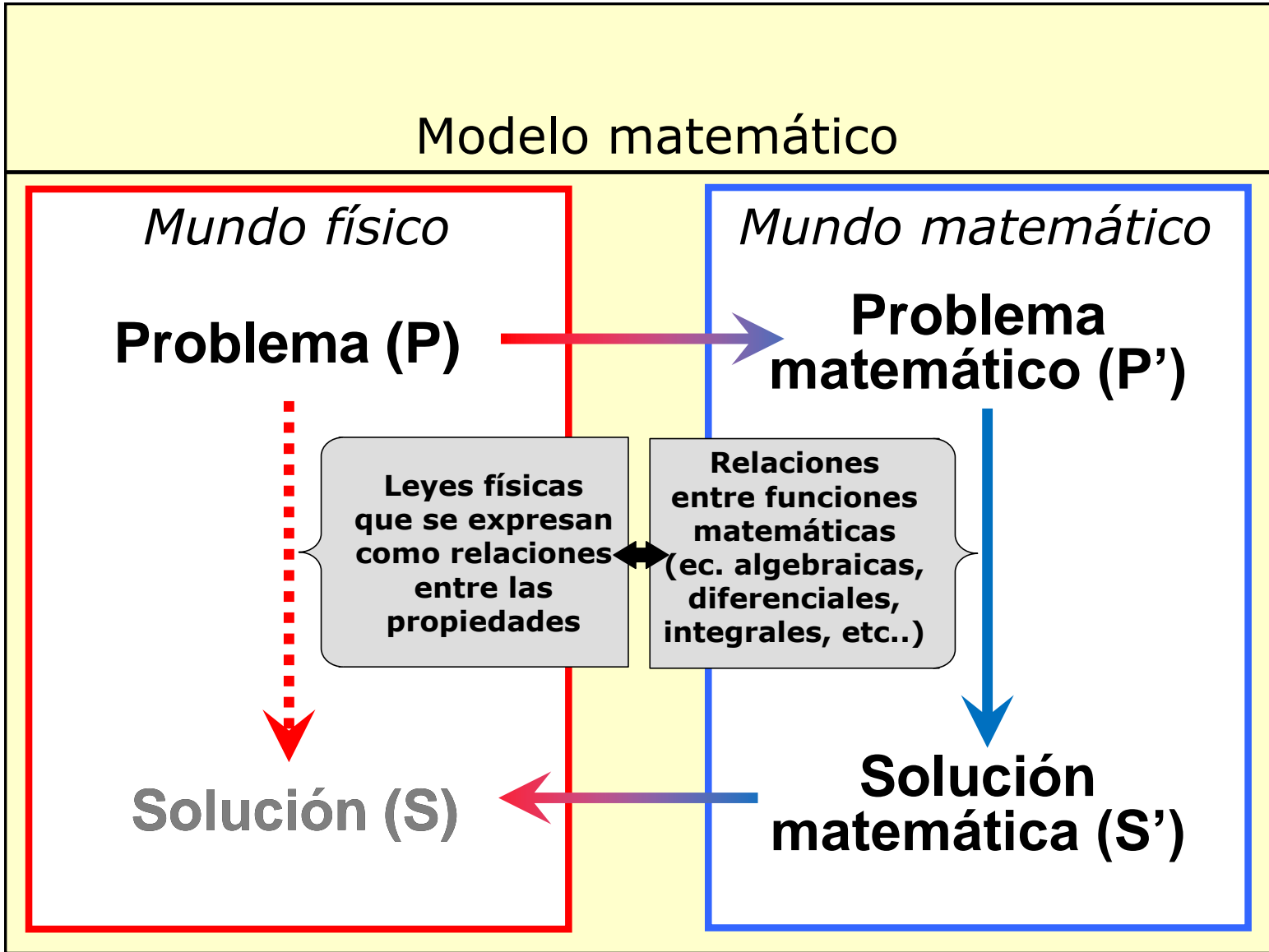
Mundo físico

**Leyes físicas
que se expresan
como relaciones
entre las
propiedades**

Mundo matemático

**Relaciones
entre funciones
matemáticas
(ec. algebraicas,
diferenciales,
integrales, etc..)**

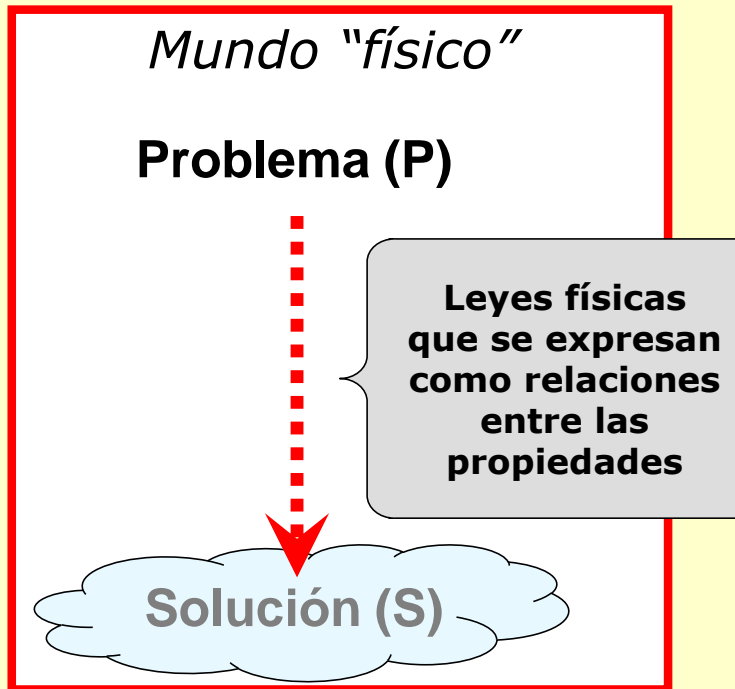




A tener en cuenta ...

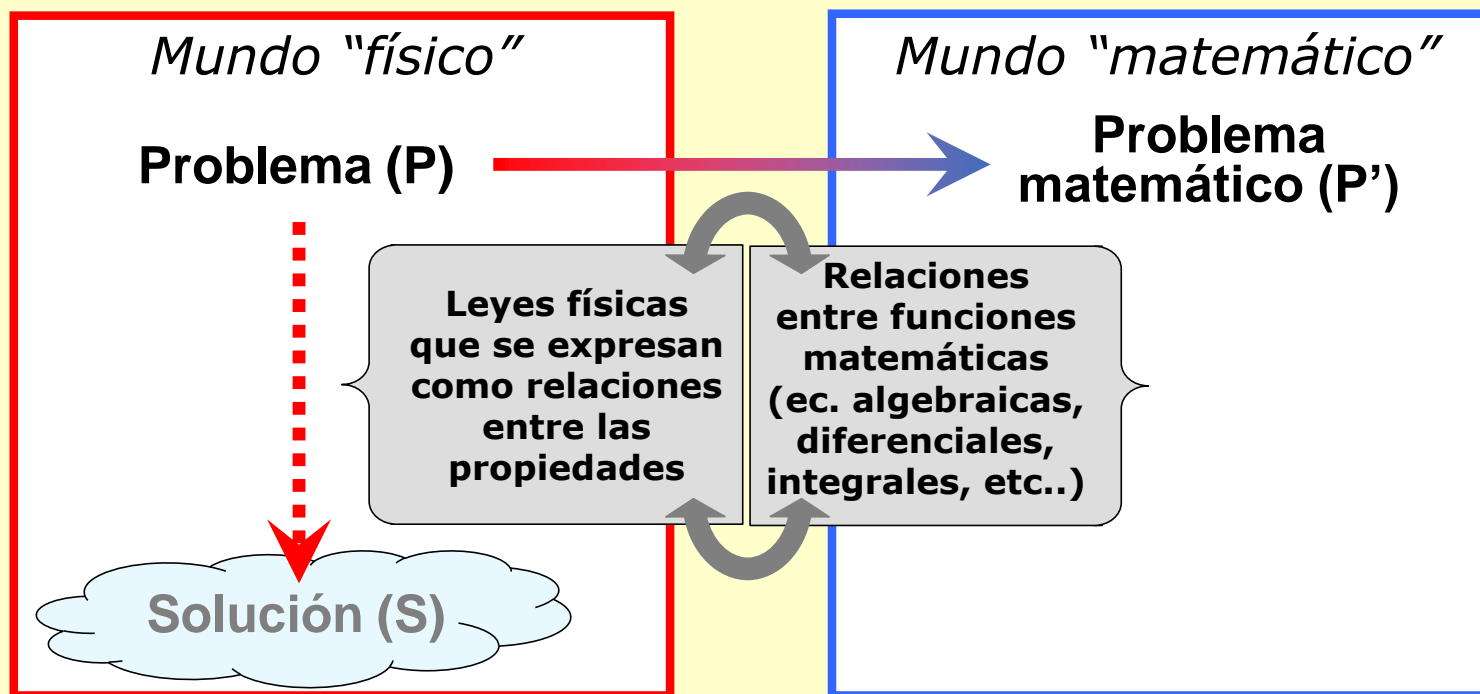
- ❑ Cuando un número refiere al valor de cierta propiedad física, ese número tiene asociada una "unidad".
- ❑ En las ecuaciones cuyos términos representan valores de propiedades físicas, cada término tiene "unidades", y todos los términos (que sumen o resten o igualen) deben tener la MISMA "unidad". Esto se llama: **CONSISTENCIA DIMENSIONAL**

"Resolución de los problemas"



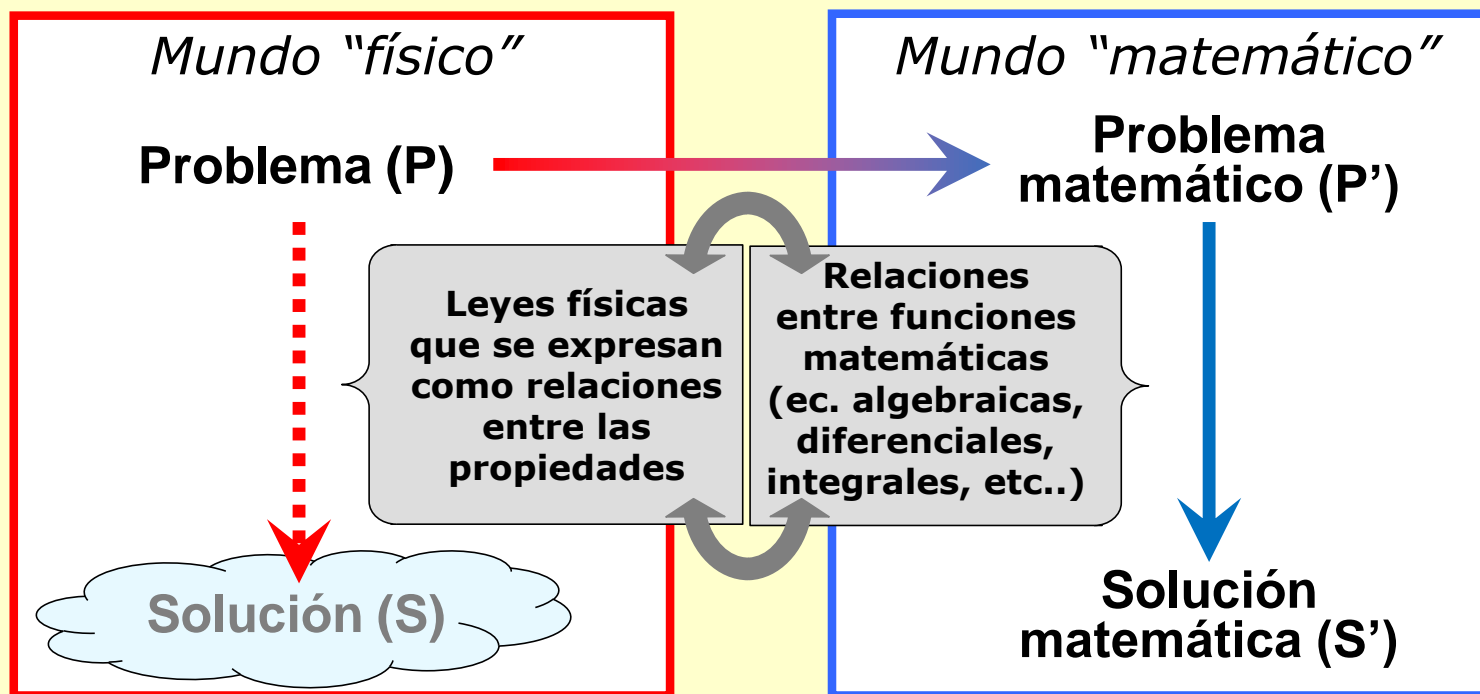
Lo primero que se necesita es:
conocer las leyes y restricciones que aplican en el
contexto del problema real.

"Resolución de los problemas"



Luego, es necesario hacer buen uso del modelo y establecer las ecuaciones y restricciones en lenguaje matemático.

"Resolución de los problemas"



Lo siguiente es resolver el problema matemático, y para esto... cálculo algebraico, integral, diferencial, cálculo numérico, computacional, etc..

Tipos de problemas de cálculo

Sistemas de N relaciones matemáticas independientes entre varias propiedades de las cuales M propiedades tienen valores desconocidos (incógnitas)

$N = M = 1$ relación simple

$N = M > 1$ sistema determinado

$N < M$ sistema indeterminado con $(N-M)$ grados de libertad

$N > M$ las relaciones no son independientes o el problema no tiene solución

En ocasiones, se conocen las relaciones para todos los rangos de valores y pueden ser expresadas por:

Ecuaciones algebraicas

Inecuaciones algebraicas

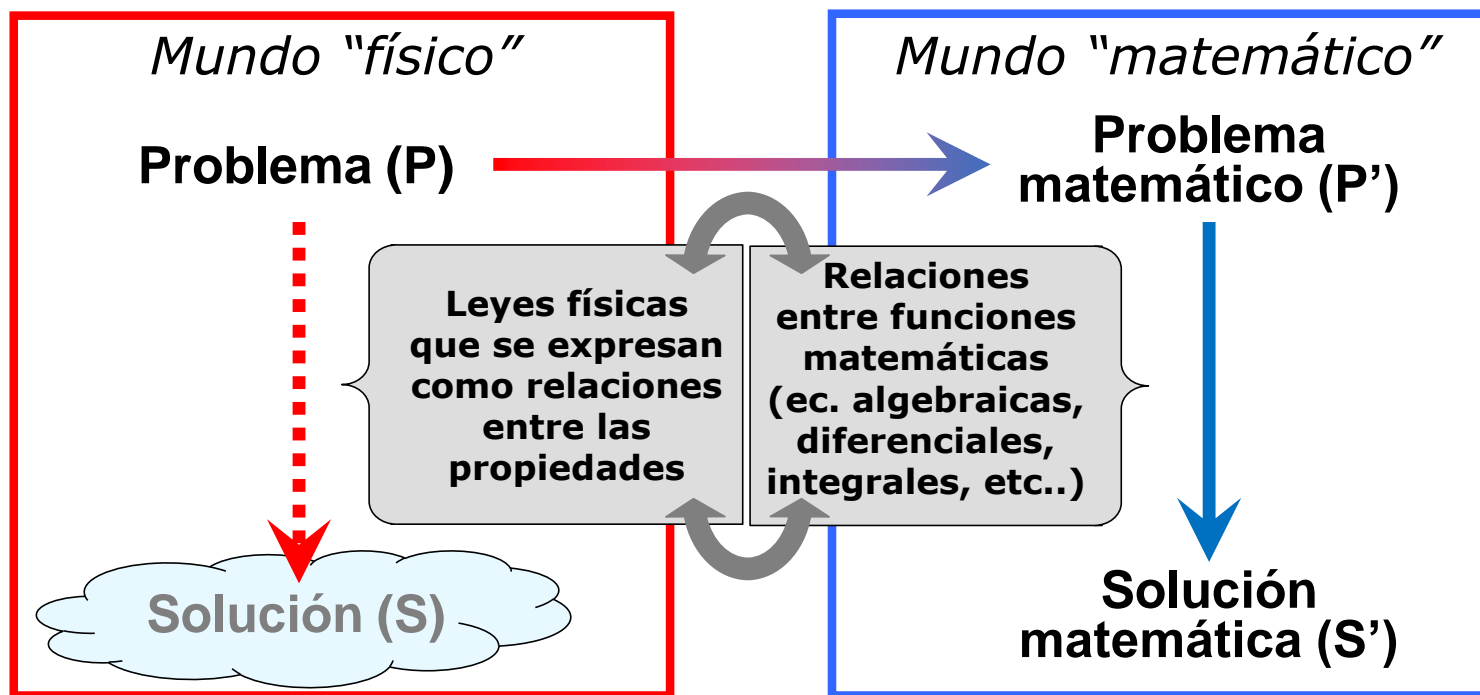
Ecuaciones diferenciales

Ecuaciones integrales

Ninguno de los tipos anteriores

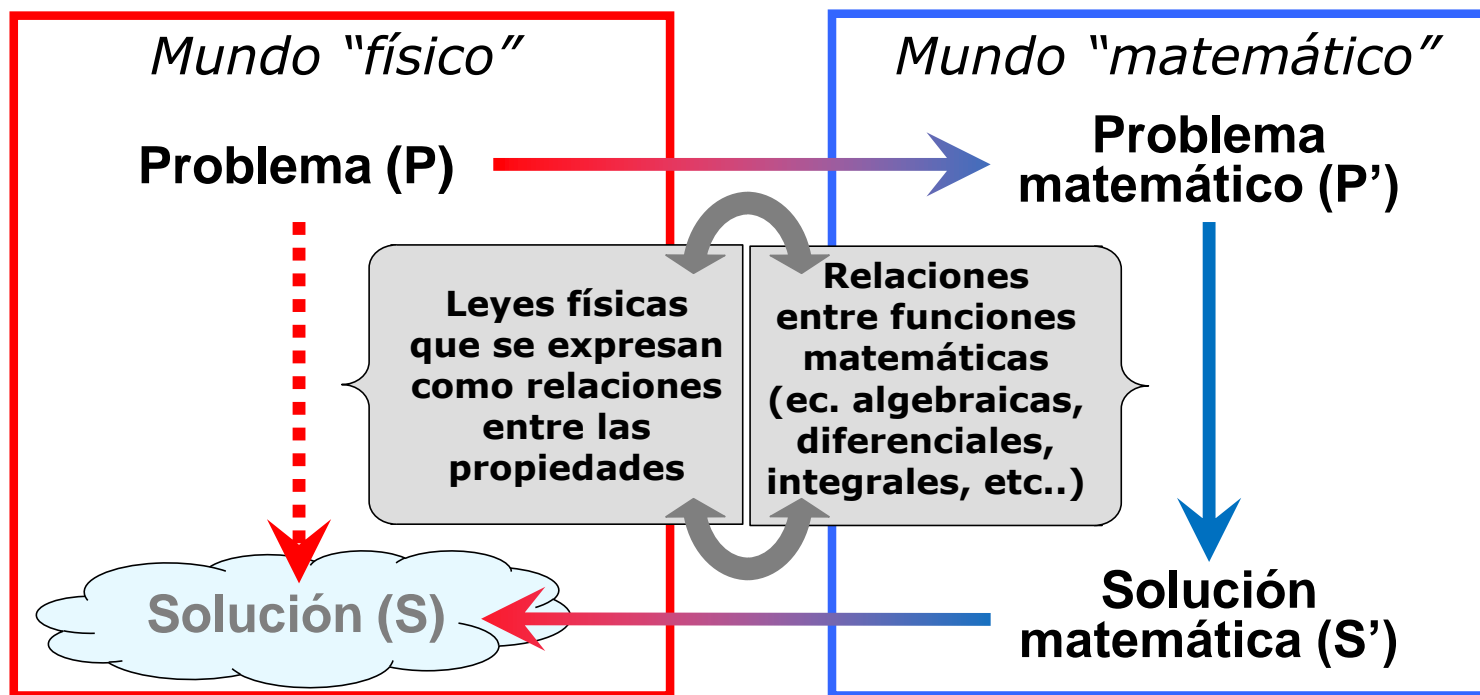
En otras ocasiones, sólo conocemos la relación para valores puntuales

"Resolución de los problemas"

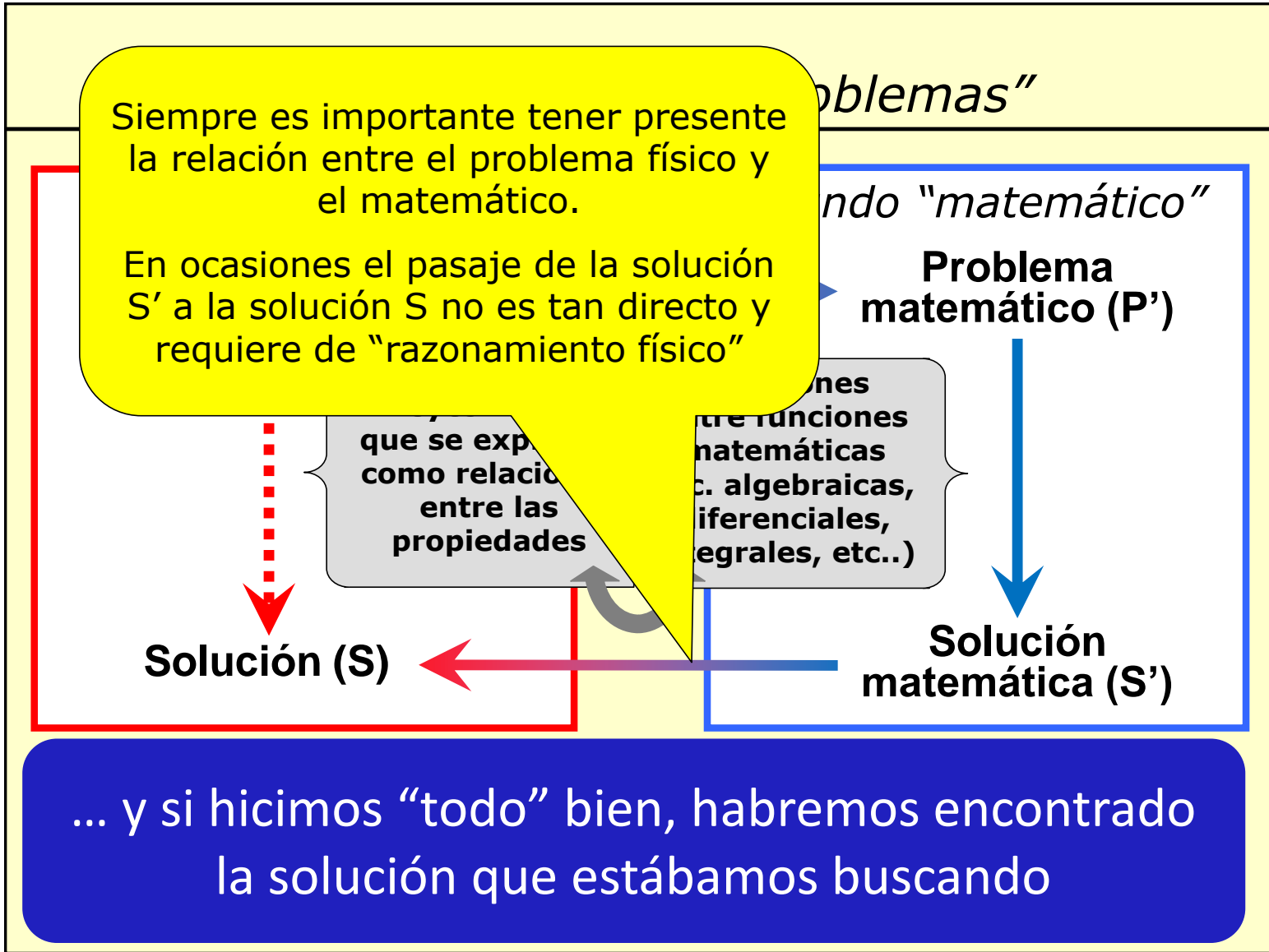


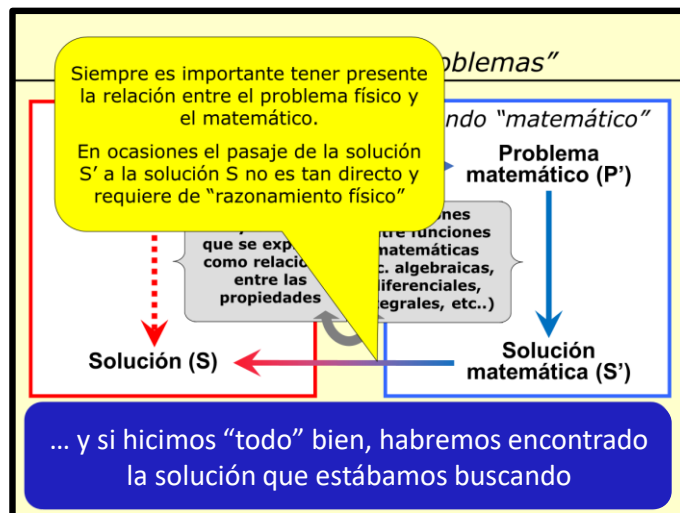
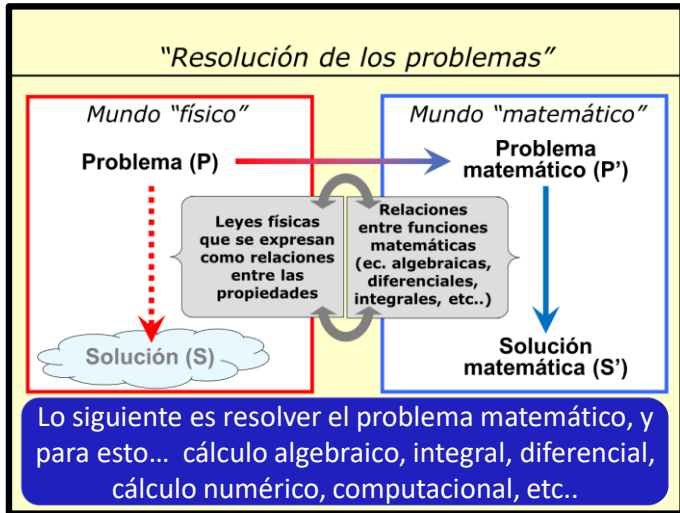
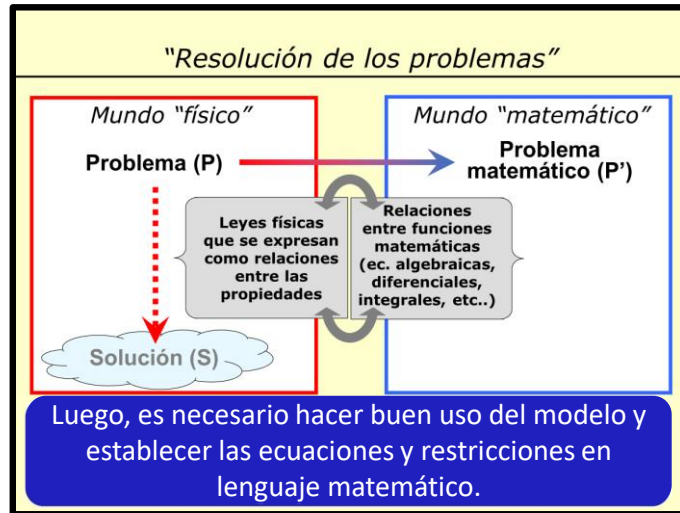
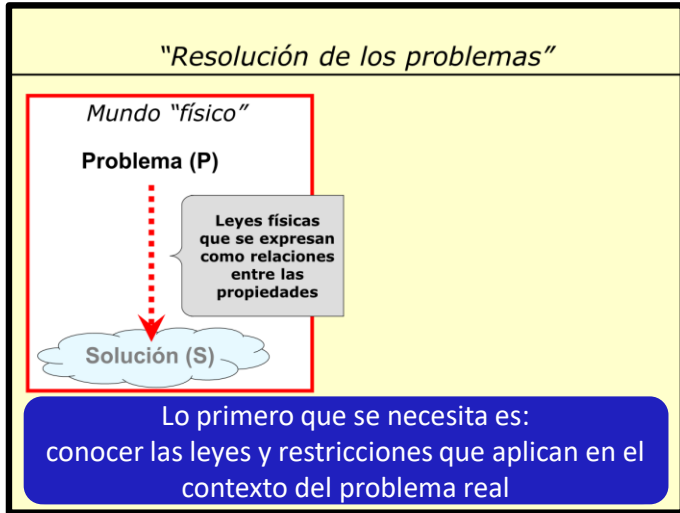
Lo siguiente es resolver el problema matemático, y para esto... cálculo algebraico, integral, diferencial, cálculo numérico, computacional, etc..

"Resolución de los problemas"



... y si hicimos "todo" bien, habremos encontrado la solución que estábamos buscando





Para resolver un problema usando un modelo matemático....

- ✓ Lo primero que se necesita es: conocer las leyes y restricciones que aplican en el contexto del problema real
- ✓ Luego, es necesario hacer buen uso del modelo y establecer las ecuaciones y restricciones en lenguaje matemático.
- ✓ Lo siguiente es resolver el problema matemático, y para esto... cálculo algebraico, integral, diferencial, cálculo numérico, computacional, etc..
- ✓ ... y si hicimos “todo” bien, habremos encontrado la solución que estábamos buscando

Para resolver un problema usando un modelo matemático....

- ✓ Lo primero que se necesita es: conocer las leyes y restricciones que aplican en el contexto del problema real
- ✓ Luego, es necesario hacer buen uso del modelo y establecer las ecuaciones y restricciones en lenguaje matemático.
- ✓ Lo siguiente es aplicar los métodos adecuados para esto... cálculo analítico, cálculo numérico, etc.
- ✓ ... y si hicimos “todo” bien, habremos encontrado la solución que estábamos buscando

Esto es la “**parte conceptual**” propia de la disciplina de que se trate.

Para resolver un problema usando un modelo matemático....

- ✓ Lo primero que se necesita es: conocer las leyes y restricciones que aplican en el contexto del problema real
- ✓ Luego, es necesario hacer buen uso del modelo y establecer las ecuaciones y restricciones en lenguaje matemático.
- ✓ Lo siguiente es para esto... cálculo numérico
- ✓ ... y si hicimos “la solución que

En nuestra jerga hablamos de “**el planteo de las ecuaciones**” y su concatenación (aunque sería mejor decir “relaciones matemáticas”)

*Para resolver un problema usando un
modo*

En nuestra jerga esto es el
“hacer las cuentas”
(requiere conocimientos de
matemáticas, buen uso de
herramientas de cálculo, y
destreza).

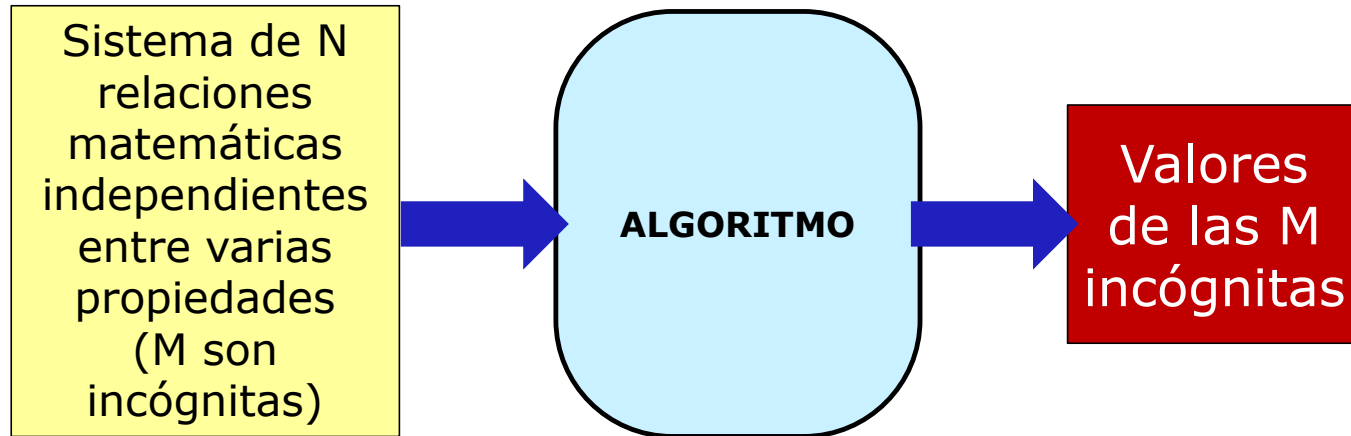
- ✓ Lo primero que se debe hacer es conocer las leyes y el contexto del problema.
- ✓ Luego, es necesario establecer las ecuaciones y restricciones en lenguaje matemático.
- ✓ Lo siguiente es resolver el problema matemático, y para esto... cálculo algebraico, integral, diferencial, cálculo numérico, computacional, etc..
- ✓ ... y si hicimos “todo” bien, habremos encontrado la solución que estábamos buscando

Para resolver un problema usando un modelo matemático....

- ✓ Lo primero que se debe hacer es conocer las leyes físicas que gobiernan el contexto del problema.
- ✓ Luego, es necesario establecer las ecuaciones matemáticas que describen el problema.
- ✓ Lo siguiente es resolver las ecuaciones para esto... cálculo algebraico, integral, diferencial, cálculo numérico, computacional, etc..
- ✓ ... y si hicimos “todo” bien, habremos encontrado la solución que estábamos buscando

Será necesario “**interpretar la solución**”. Dependiendo del tipo de problema esto puede ser “obvio” o requerir también de cierta solidez en conocimientos de la disciplina en cuestión

Para resolver un problema usando un modelo matemático....



No es objetivo del curso ver los algoritmos disponibles para efectuar los cálculos... eso es materia de otros cursos y de vuestra propia “investigación” (seguramente hasta que se reciban – y sin dudas, después de recibidos- seguirán apareciendo nuevas herramientas para calcular problemas cada vez más difíciles y cada vez más rápido).

Sí es objetivo del curso, que tengan presente...

- que
 - una cosa es el problema de ingeniería (vida real),
 - otra, el problema de cálculo que derivamos del anterior, y
 - otra, el o los caminos posibles para encontrar soluciones.
- que cuando en ingeniería (o alguna otra disciplina) usamos fórmulas y hacemos cuentas... estamos usando un modelo (modelo matemático) para abordar un problema de esa otra disciplina
- que los “métodos computacionales de cálculo”... en general se basan en métodos numéricos utilizando herramientas “sofisticadas”

Abordaje de los
problemas que se
plantearán en este
curso

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

Ya hablamos sobre la tipología...

Problemas
nuevos

Búsqueda de algo
nuevo o de un
cambio para
mejorar la situación

Se requieren
conocimientos de
nuestra área de
ingeniería

Con cálculos

Sin “presión”

“Bajo presión”

Particularidades de los problemas a resolver en este curso

y de otras particularidades...

- Los enunciados serán 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.
- En este curso (sin laboratorio) no deberán implementar ninguna alternativa.
- Para obtener esa solución usaremos el modelaje matemático.
- Sí, se espera que evalúen sus resultados para testear congruencia.

Volviendo a nuestro Ejemplo

Se está diseñando una planta para obtener Sulfato de Sodio por medio de la neutralización de Ácido Sulfúrico e Hidróxido de Sodio.

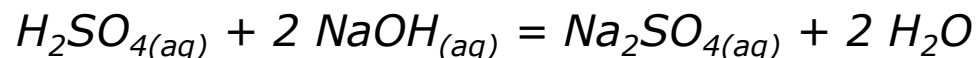
La corriente de productos saldrá caliente del reactor y tenemos que diseñar un equipo para enfriarla... y para ello, entre otras cosas, necesitamos conocer la temperatura de esa corriente de salida.

El enunciado del "problema" (con fines didácticos) bien podría ser el siguiente...

Ejemplo de problema a resolver

En un reactor continuo, térmicamente aislado, que trabaja a presión atmosférica y en estado estacionario, se neutraliza una corriente de 1 kg/s de una solución acuosa de Acido Sulfúrico al 24,5% en peso que ingresa a 30°C con una corriente de 2 kg/s de solución acuosa de Hidróxido de Sodio al 10% en peso que ingresa a 20°C.

La estequiometría de la reacción es la siguiente:



Siendo una reacción entre ácido y base fuerte, la misma se completa. El cambio de entalpía estándar de esa reacción a 298 K y 1 atm es $\Delta H^0_r = -1,38 \times 10^5$ kJ/kmol de Na_2SO_4

Interesa saber (calcular) cuál es la temperatura de la solución acuosa de Na_2SO_4 que sale continuamente del tanque.

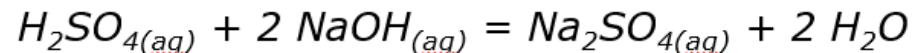
Ejemplo de problema a resolver

- Planteo de la situación (“el problema a resolver”)
- Datos
- Pregunta (la “solución” que se espera para resolver “el problema”)

Enunciado del problema del ejemplo

En un reactor continuo, térmicamente aislado, que trabaja a presión atmosférica y en estado estacionario, se neutraliza una corriente de 1 kg/s de una solución acuosa de Acido Sulfúrico al 24,5% en peso que ingresa a 30°C con una corriente de 2 kg/s de solución acuosa de Hidróxido de Sodio al 10% en peso que ingresa a 20°C.

La estequiometría de la reacción es la siguiente:



Siendo una reacción entre ácido y base fuerte, la misma se completa. El cambio de entalpía estándar de esa reacción a 298 K y 1 atm es $\Delta H_r^0 = -1,38 \times 10^5$ kJ/kmol de Na_2SO_4

Interesa saber (calcular) cuál es la temperatura de la solución acuosa de Na_2SO_4 que sale continuamente del tanque.

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”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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 y experiencia
4. A partir de la evidencia, formular hipótesis y probarlas para satisfacer las condiciones del problema
5. Formar una hipótesis de solución
6. Comprobar la hipótesis de solución con apoyo de la evidencia
7. Implementar la solución
8. Evaluar los resultados
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

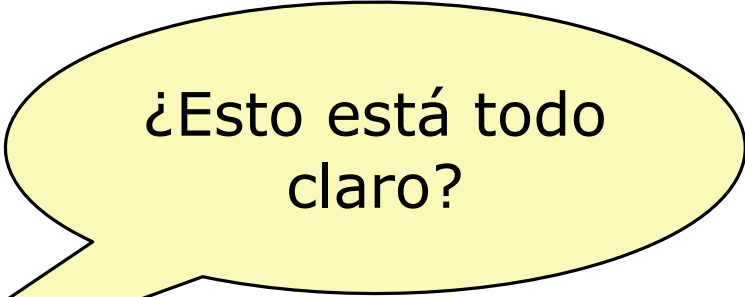
Nos plantearon el problema con un enunciado claro y sin ambigüedades.

Pero... ¿lo entendemos bien?



Ejemplo de problema a resolver

En un reactor continuo, térmicamente aislado, que trabaja a presión atmosférica y en estado estacionario, se neutraliza una corriente de 1 kg/s de una solución acuosa de Acido Sulfúrico al 24,5% en peso que ingresa a 30°C con una corriente de 2 kg/s de solución acuosa de Hidróxido de Sodio al 10% en peso que ingresa a 20°C.



¿Esto está todo claro?

Aun cuando el punto de partida es un problema enunciado claramente y sin ambigüedades...

... lo primero es entender "la letra" e imaginar el proceso

CONSEJO:

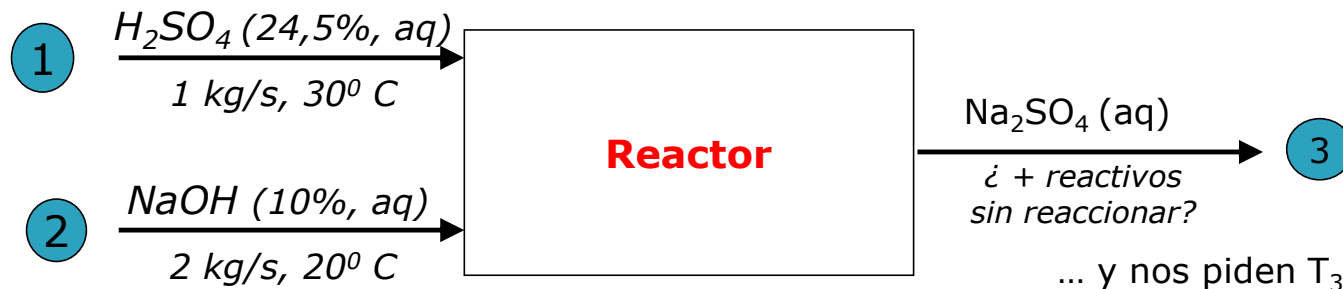
1. Dibujar el diagrama de bloques
2. Nombrar (numerar) las corrientes de materiales para mejor referencia
3. Identificar si se trata de un proceso en lote o continuo; si interesan el "antes" y el "después" o la velocidad de cambio
4. Identificar las corrientes de las que se tienen datos y las que tienen las incógnitas que pretendemos averiguar

Ejemplo de problema a resolver

En un reactor continuo, térmicamente aislado, que trabaja a presión atmosférica y en estado estacionario, se neutraliza una corriente de 1 kg/s de una solución acuosa de Acido Sulfúrico al 24,5% en peso que ingresa a 30°C con una corriente de 2 kg/s de solución acuosa de Hidróxido de Sodio al 10% en peso que ingresa a 20°C.

Lo primero: entender la "letra" e imaginar el proceso

En un reactor continuo, térmicamente aislado, que trabaja a presión atmosférica y en estado estacionario, se neutraliza una corriente de 1 kg/s de una solución acuosa de Acido Sulfúrico al 24,5% en peso que ingresa a 30°C con una corriente de 2 kg/s de solución acuosa de Hidróxido de Sodio al 10% en peso que ingresa a 20°C.



Las corrientes 1 y 2 aportan datos. La corriente 3 tiene "la" incógnita.

¡Está entendido!

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, establecer el objetivo que deberá satisfacerse

5. For

6. Co
su

7. Im

8. Ev

9. Si

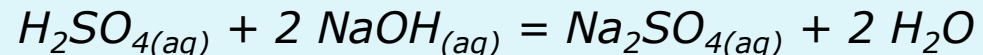
volver al paso #1.

En los problemas “del curso” los datos necesarios les serán dados, o podrán ser calculados a partir de otros datos dados, usando los conocimientos previos y los impartidos en este curso
De todas maneras, Uds. deberán gestionarlos correctamente

Ejemplo de problema a resolver

En un reactor continuo, térmicamente aislado, que trabaja a presión atmosférica y en estado estacionario, se neutraliza una corriente de 1 kg/s de una solución acuosa de Acido Sulfúrico al 24,5% en peso que ingresa a 30°C con una corriente de 2 kg/s de solución acuosa de Hidróxido de Sodio al 10% en peso que ingresa a 20°C.

La estequiometría de la reacción es la siguiente:



Siendo una reacción entre ácido y base fuerte, la misma se completa. El cambio de entalpía estándar de esa reacción a 298 K y 1 atm es $\Delta H^0_r = -1,38 \times 10^5 \text{ kJ/kmol de Na}_2\text{SO}_4$

Interesa saber (calcular) cuál es la temperatura de la solución acuosa de Na_2SO_4 que sale continuamente del tanque.

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”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y una alternativa
7. Implementar
8. Evaluar los resultados
9. Si no se solucionó el problema según lo esperado, volver al paso #5.

Esto es parte de lo que se evaluará

Desarrollando la Solución de Problemas

La mayoría de los problema que se plantearán en este curso tienen una única solución. No deberán implementarla.

Sí se espera que evalúen sus resultados para testear congruencia.

satisfacer la «Solución»

- ▶ 5. Formular “alternativas de solución”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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 entender el problema y que lo planteen correctamente
2. Conseguir un modelo matemático del problema planteado
3. Analizar el modelo matemático
4. A partir del modelo matemático, intentar satisfacer la «Solución»
5. Formular “alternativas de solución”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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.

... y en muchos casos, necesitarán hacer uso del modelo matemático para llegar a “la solución”.

Pasos en el abordaje de los problemas de nuestro curso que involucran procesos...

ENTENDER EL PROBLEMA

**RESOLVER USANDO MODELO
MATEMATICO**

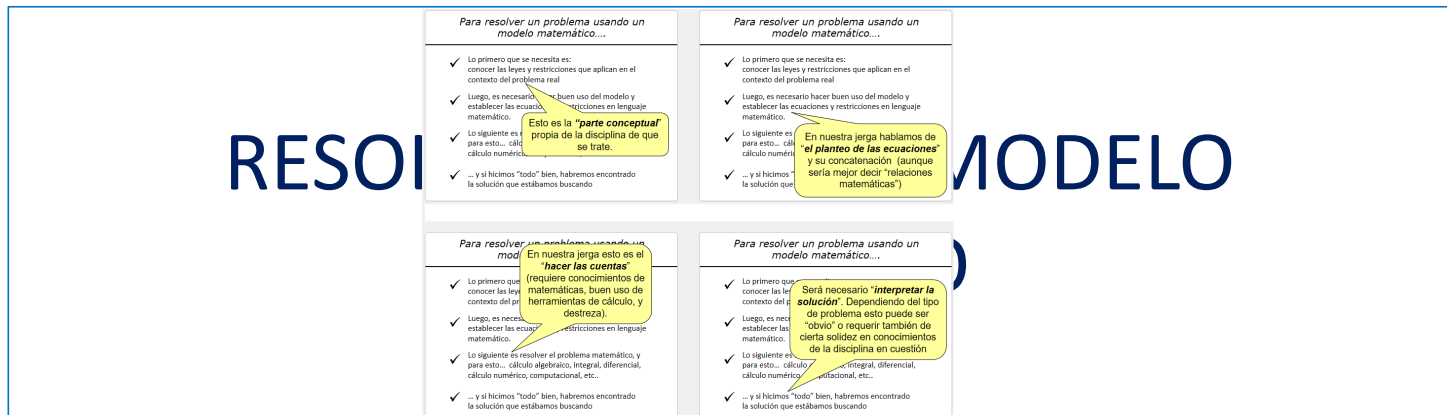
Pasos en el abordaje de los problemas de nuestro curso que involucren procesos...

1. Dibujar el diagrama de bloques
2. Nombrar (numerar) las corrientes de materiales para mejor referencia
3. Identificar si se trata de un proceso en lote o continuo; si interesan el "antes" y el "después" o la velocidad de cambio
4. Identificar las corrientes de las que se tienen datos y las que tienen las incógnitas que pretendemos averiguar

**RESOLVER USANDO MODELO
MATEMATICO**

Pasos en el abordaje de los problemas de nuestro curso que involucran procesos...

1. Dibujar el diagrama de bloques
2. Nombrar (numerar) las corrientes de materiales para mejor referencia
3. Identificar si se trata de un proceso en lote o continuo; si interesan el "antes" y el "después" o la velocidad de cambio
4. Identificar las corrientes de las que se tienen datos y las que tienen las incógnitas que pretendemos averiguar



(necesario para poder saber qué ecuaciones se pueden usar y cómo se relacionan)

5. Elegir el sistema a analizar
6. Plantear las ecuaciones que relacionan los datos con las incógnitas (asegurar que el sistema de ecuaciones queda bien definido, de lo contrario elegir "otro" sistema)

7. Resolver el sistema de ecuaciones

8. Interpretar los resultados

Pasos en el abordaje de los problemas de nuestro curso que involucran procesos...

1. Dibujar el diagrama de bloques
2. Nombrar (numerar) las corrientes de materiales para mejor referencia
3. Identificar si se trata de un proceso en lote o continuo; si interesan el "antes" y el "después" o la velocidad de cambio
4. Identificar las corrientes de las que se tienen datos y las que tienen las incógnitas que pretendemos averiguar
5. Elegir el sistema a analizar
6. Plantear las ecuaciones que relacionan los datos con las incógnitas (asegurar que el sistema de ecuaciones queda bien definido, de lo contrario elegir "otro" sistema)
7. Resolver el sistema de ecuaciones
8. Interpretar los resultados

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”
6. Compararlas sobre la base del mismo conjunto de suposiciones y 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.

LA MAYORÍA DE PROBLEMAS DE NUESTRO CURSO

CASO GENERAL

Pasos en el abordaje de los problemas de nuestro curso que involucran procesos...

1. Dibujar el diagrama de bloques
2. Nombrar (numerar) las corrientes de materiales para mejor referencia
3. Identificar si se trata de un proceso en lote o continuo; si interesan el “antes” y el “después” o la velocidad de cambio
4. Identificar las corrientes de las que se tienen datos y las que tienen las incógnitas que pretendemos averiguar
5. Elegir el sistema a analizar
6. Plantear las ecuaciones que relacionan los datos con las incógnitas (asegurar que el sistema de ecuaciones queda bien definido, de lo contrario elegir “otro” sistema)
7. Resolver el sistema de ecuaciones
8. Interpretar los resultados

Pasos en el abordaje de los problemas de nuestro curso que involucran procesos...

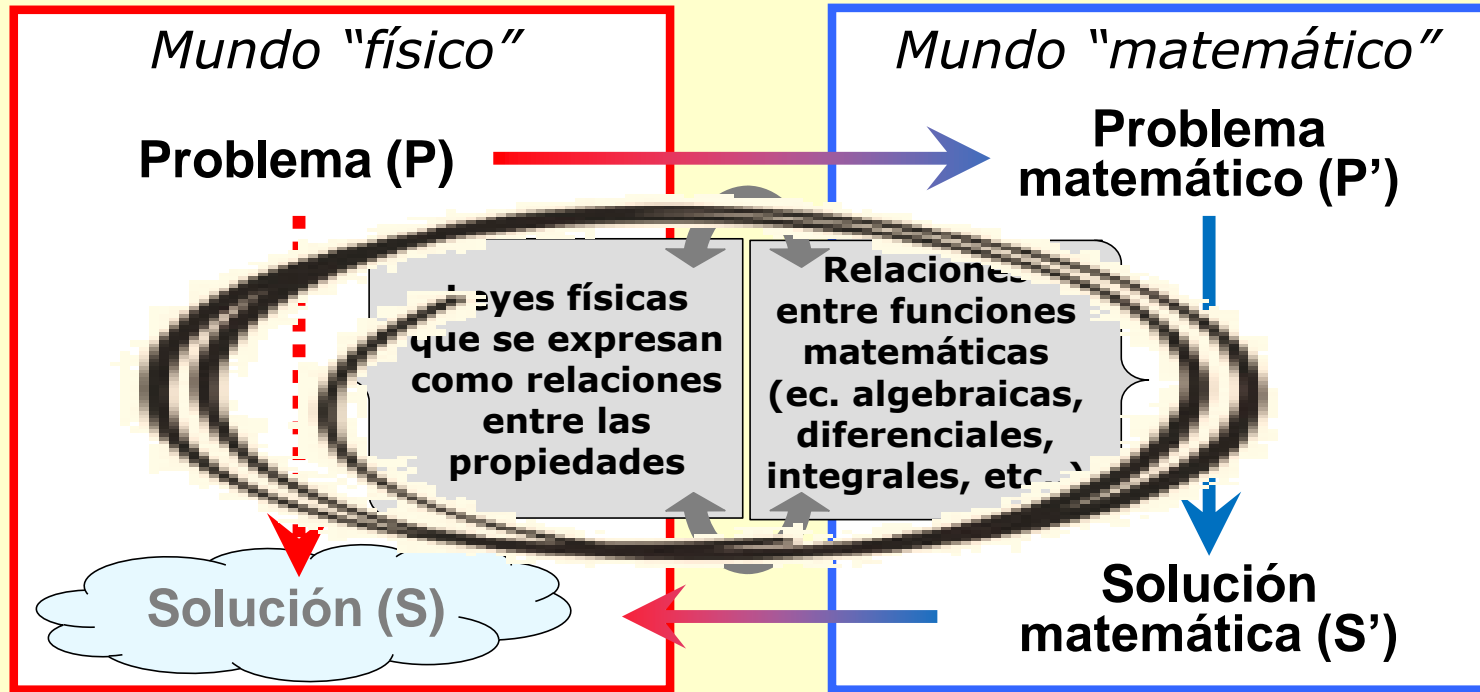
1. Diagrama
2. Nombres para mejor referen
3. Identificar, si de cambio
4. Identificar las
5. Elegir el sistema
6. Plantear las ecuaciones con las incógnitas (asegurar que el sistema de ecuaciones queda bien definido, de lo contrario en "otro" sistema)
7. Resolver el sistema de ecuaciones
8. Interpretar los resultados

**NO TOMAR ESTOS PASOS
COMO UNA "RECETA" QUE
HAY QUE SEGUIR
OBLIGATORIAMENTE**

Pasos en el abordaje de los problemas de nuestro curso que involucran procesos...

1. Dibujar el diagrama de bloques
2. Nombrar (numerar) las corrientes de materiales para mejor referencia
3. Identificar si se trata de un proceso en lote o continuo; si interesan el "antes" y el "después" o la velocidad de cambio
4. Identificar las corrientes de las que se tienen datos y las que tienen las incógnitas que pretendemos averiguar
5. Elegir el sistema a analizar
6. **Plantear las ecuaciones** que relacionan los datos con las incógnitas (asegurar que el sistema de ecuaciones queda bien definido, de lo contrario elegir "otro" sistema)
7. Resolver el sistema de ecuaciones
8. Interpretar los resultados

¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?



¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?

- Ecuaciones y condiciones de diseño
- Relaciones termodinámicas
- Relaciones estequiométricas
- Balances de materia / balances de energía

- Ecuaciones de velocidad de transferencia de calor, masa, cantidad de movimiento, y otras ecuaciones que aprenderán en cursos futuros...

Fuera del alcance de este curso

¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?

➤ Ecuaciones y condiciones de diseño

Por ej.: cantidades, composiciones, relaciones entre corrientes, grados de avance de reacciones químicas, etc...

En general son información que viene junto con el enunciado del problema (o que debe ser conseguida por investigación previa de las propiedades del sistema en cuestión y su entorno)

¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?

➤ Ecuaciones y condiciones de diseño

Por ej.: cantidades, composiciones, relaciones entre corrientes, grados de avance de reacciones químicas, etc...

También, restricciones que aplican (y que no están explicitadas en los "datos"). Por ej: que la suma de todas las fracciones molares de los componentes de una mezcla = 1.

En general son restricciones "universales" (independiente del sistema en cuestión) y que debemos conocer a priori

¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?

➤ Ecuaciones y condiciones de diseño

Por ej.: cantidades, composiciones, relaciones entre corrientes, grados de avance de reacciones químicas, etc...

También, restricciones que aplican (y que no están explicitadas en los "datos"). Por ej: que la suma de todas las fracciones molares de los componentes de una mezcla = 1.

➤ Relaciones termodinámicas

Por ej. : ley de gases ideales, diagramas de fases, cálculo de entalpías, relaciones de equilibrio, etc.

Leyes que debemos conocer (a priori)

¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?

- Ecuaciones y condiciones de diseño

Por ej.: cantidades, composiciones, relaciones entre corrientes, grados de avance de reacciones químicas, etc...

También, restricciones que aplican (y que no están explicitadas en los "datos"). Por ej: que la suma de todas las fracciones molares de los componentes de una mezcla = 1.

- Relaciones termodinámicas

Por ej. : ley de gases ideales, diagramas de fases, cálculo de entalpías, relaciones de equilibrio, etc.

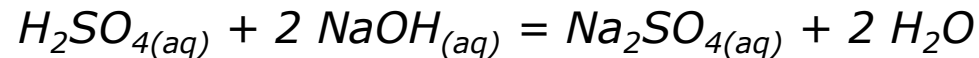
¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?

- Ecuaciones estequiométricas
Por ejemplo: $aA + bB \rightarrow cC + dD$
grados de libertad.
También se obtienen en la práctica (moléculas, iones, etc.)
Se obtienen a partir de la estequiometría de las reacciones químicas involucradas.
Los coeficientes estequiométricos..., o bien son datos, o bien se obtienen por igualación estequiométrica conociendo las fórmulas moleculares de las especies intervinientes)
- Relaciones termodinámicas
Por ej. : ley de Hess, diagramas de fases, cálculo de entalpías, relaciones de equilibrio, etc.
- Relaciones estequiométricas
Ecuaciones que vinculan las conversiones de las especies que intervienen en cada reacción

Ejemplo de problema a resolver

En un reactor continuo, térmicamente aislado, que trabaja a presión atmosférica y en estado estacionario, se neutraliza una corriente de 1 kg/s de una solución acuosa de Acido Sulfúrico al 24,5% en peso que ingresa a 30°C con una corriente de 2 kg/s de solución acuosa de Hidróxido de Sodio al 10% en peso que ingresa a 20°C.

La estequiometría de la reacción es la siguiente:



Siendo una reacción entre ácido y base fuerte, la misma se completa. El cambio de entalpía estándar de esa reacción a 298 K y 1 atm es $\Delta H^0_r = -1,38 \times 10^5$ kJ/kmol de Na_2SO_4

Interesa saber (calcular) cuál es la temperatura de la solución acuosa de Na_2SO_4 que sale continuamente del tanque.

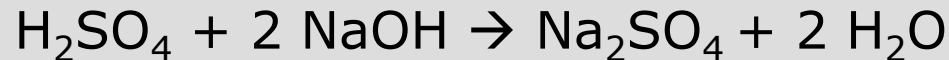
Ecuaciones que se obtienen de la estequiometría de las reacciones químicas

Supongamos que tiene lugar una reacción química donde intervienen N especies según



Para ejemplificar esta simbología....

En la reacción que vimos antes:



A sería el H_2SO_4 , **B** el NaOH , **J** el Na_2SO_4 y **K** el H_2O

y entonces, los coeficientes serían: $a = 1$, $b = 2$,
 $j = 1$, $k = 2$

Ecuaciones que se obtienen de la estequiometría de las reacciones químicas

Supongamos que tiene lugar una reacción química donde intervienen N especies según



Los cambios de moles (consumidos y formados) de cada especie involucrada (a, b, c, \dots, n) no son independientes:

$$\frac{[\text{moles cons } \mathbf{A}]}{a} = \frac{[\text{moles cons } \mathbf{B}]}{b} = \dots = \frac{[\text{moles cons } \mathbf{I}]}{i} =$$
$$= \frac{[\text{moles form } \mathbf{J}]}{j} = \frac{[\text{moles form } \mathbf{K}]}{k} = \dots = \frac{[\text{moles form } \mathbf{N}]}{n}$$

Una reacción química en la que intervengan N especies aportará:

- N incógnitas (los cambios de moles de cada especie)
- $(N-1)$ ecuaciones que vinculan dichos cambios

REPASO

Algunos conceptos (básicos) que manejaremos

Reactivos en proporciones estequiométricas: la relación entre los moles presentes de los reactivos es igual a la relación entre los coeficientes estequiométricos respectivos.

Si la cantidad de reactivos es distinta a la relación estequiométrica:

- el reactivo presente en menor proporción que la estequiométrica es el reactivo limitante
- se dice que los demás reactivos están en exceso.

Grado de conversión de un reactivo: la relación entre los moles de reactivo consumidos en la reacción y los moles suministrados de ese reactivo inicialmente.

Grado de conversión o de avance de la reacción es el grado de conversión del reactivo limitante y lo representaremos con **R**

Ecuaciones que se obtienen de la estequiometría de las reacciones químicas

Supongamos que tiene lugar una reacción química donde intervienen N especies según



Una reacción química en la que intervengan N especies aportará:

- N incógnitas (los cambios de moles de cada especie)
- $(N-1)$ ecuaciones que vinculan dichos cambios

... o sea, para conocer todos los cambios, necesitamos "un dato más"

Por ejemplo: conocer el grado de conversión ...

.. o algún otro dato o ecuación que permita quitar ese "grado de libertad".

¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?

- Ecuaciones estequiométricas
Por ejemplo: $aA + bB \rightarrow cC + dD$
También se pueden obtener a partir de las relaciones estequiométricas.
Se obtienen a partir de la estequiometría de las reacciones químicas involucradas.
Los coeficientes estequiométricos..., o bien son datos, o bien se obtienen por igualación estequiométrica conociendo las fórmulas moleculares de las especies intervinientes) rientes, citadas nes
- Relaciones termodinámicas
Por ej. : ley de Hess, diagramas de fases, cálculo de entalpías, relaciones de equilibrio, etc.
- Relaciones estequiométricas
Ecuaciones que vinculan las conversiones de las especies que intervienen en cada reacción

¿Cuáles son las fuentes de ecuaciones?

- Ecuaciones y condiciones de diseño
Por ej.: cantidades, composiciones, relaciones entre corrientes, grados de avance de reacciones químicas, etc...
También, restricciones que aplican (y que no están explicitadas en los "datos"). Por ej: que la suma de todas las fracciones molares de los componentes de una mezcla = 1.
- Relaciones termodinámicas
Por ej. : ley de gases ideales, diagramas de fases, cálculo de entalpías, relaciones de equilibrio, etc.
- Relaciones estequiométricas
Ecuaciones que vinculan las conversiones de las especies que intervienen en cada reacción
- Balances de materia / balances de energía