



CLASE 10: COMPRENDER EL PROBLEMA

Versión 1.0, 2018 – Jacqueline Köhler C.

MOTIVACIÓN

En el apunte anterior vimos la importancia de saber resolver problemas en Ingeniería y establecimos una metodología para ello que consta de 5 pasos:

1. Definir el problema.
2. Generar alternativas de solución.
3. Escoger el curso de acción.
4. Implementar la solución.
5. Evaluar la solución.

La primera etapa es muy importante porque, además de ser el punto de partida, es donde recopilamos la información necesaria para entender bien nuestro problema y su contexto y, en base a ello, establecemos los objetivos y directrices de nuestro proyecto.

Un problema frecuentemente asociado a esta etapa es que no siempre el problema que percibimos es el problema real. Fogler y LeBlanc (1994) presentan diversos ejemplos, uno de los cuales es el siguiente¹.

¿Dónde está el petróleo?

Una técnica comúnmente usada para la recuperación de petróleo es la inundación con agua, consistente en inyectar agua en un pozo a fin de desplazar el petróleo y empujarlo hacia afuera por otro pozo cercano (figura 1). En muchos casos se inyectan costosos químicos junto con el agua para facilitar la expulsión del petróleo. Una gran compañía petrolera estaba teniendo problemas con una reserva canadiense de petróleo ligero donde la recuperación estaba siendo significativamente más baja que lo esperado. Instrucciones que se dieron para resolver el **problema percibido**: “encuentren formas de mejorar la recuperación de petróleo.”

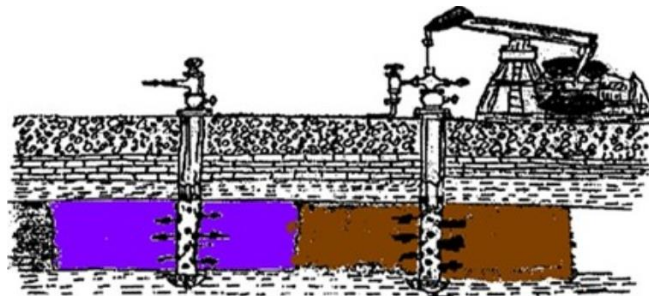


FIGURA 1: Recuperación de petróleo usando inundación con agua.

¹ Traducción libre de la autora.



En un lapso de 20 años se realizaron diversos estudios con un costo de cientos de miles de dólares orientados a determinar cómo obtener más petróleo de la reserva por medio de técnicas de inundación mejoradas. Desafortunadamente, esta situación no se debía a una ineficiencia en la recuperación de petróleo, sino a un error de cálculo en la estimación de la cantidad de petróleo recuperable. En otras palabras, ¡simplemente ahí abajo no había mucho petróleo que recuperar! El **problema real** era descubrir **por qué** la producción del pozo no era la esperada, y no **cómo** encontrar maneras de mejorar la recuperación de petróleo.

ACTIVIDAD 1

Revisa tu experiencia personal y reflexiona en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Te ha pasado alguna vez que el problema que tratabas de resolver (problema percibido) no era el problema real?
- ¿Qué consecuencias tuvo este error para ti?
- ¿Qué hiciste al respecto?

PASOS PARA DEFINIR EL PROBLEMA

Fogler y LeBlanc (1994) plantean que los expertos en resolución de problemas siguen 8 pasos para comprender y definir el problema real:

1. *Recopilar y analizar datos e información:* el objetivo de este paso es aprender lo más posible sobre el problema, tomando notas incluso de los detalles y de lo que parece obvio, pues cualquier cosa podría ser importante para definir correctamente el problema. Es necesario identificar la información irrelevante y la información faltante. Una vez adquirida la información, ésta debe ser organizada, analizada y presentada con claridad. Además, se deben identificar tendencias, errores u otra información importante. En este paso suelen ser muy útiles los organizadores gráficos, y en el caso de datos numéricos, son preferibles y más claros los gráficos a las tablas.
2. *Hablar con personas familiarizadas con el problema:* en este punto, es necesario averiguar quién tiene conocimiento acerca del problema y hacerle preguntas que permitan enriquecer la información viendo más allá de lo evidente, desafiar las premisas básicas y comprender lo que aún no está claro. Muchas veces, aquellas preguntas percibidas como “tontas” son las que permiten explorar nuevos patrones de pensamiento. También es recomendable conversar con la gente que lleva mucho tiempo en la organización y que, sin ser experta en el problema, pueden aportar desde su experiencia.
3. *Si es posible, ver el problema de primera fuente:* la información proporcionada por otros suele contener interpretaciones, por lo que no siempre es adecuado confiar únicamente en ella. Siempre que sea posible, es fundamental ver el problema uno mismo. Si es factible, lo ideal es visitar directamente la operación, la instalación y los equipos; así como consultar directamente en el lugar manuales y archivos, comprobar configuraciones, etc.



4. *Confirmar hallazgos claves:* este paso consiste en verificar que la información recopilada sea correcta. Se debe realizar una validación cruzada; relacionar datos, hechos y figuras; buscar sesgos o malas interpretaciones de hechos; confirmar las piezas importantes de información; distinguir hechos de opiniones, y desafiar las suposiciones y aseveraciones.
5. *Determinar si el problema debiese ser resuelto:* para este fin, se siguen los pasos de la figura 2.
6. *Recolectar más información y revisar la literatura:* esto ayuda a comprender los principios subyacentes y conceptos circundantes, o a encontrar problemas similares que ya han sido resueltos. También es útil preguntar a otros que pudieran tener información, o pedirles que desafíen o refuten las ideas propuestas.
7. *Formular hipótesis simples y evaluarlas rápidamente.*
8. *Hacer una lluvia de ideas de causas potenciales y soluciones alternativas.*

TÉCNICAS PARA DEFINIR PROBLEMAS

Los primeros 4 pasos de la definición de problemas se centran en recopilar información adicional. Existen técnicas que podemos emplear a fin de facilitar la tarea de saber qué información necesitamos y de obtenerla.

AVERIGUAR DE DÓNDE VIENE EL PROBLEMA

Como ingenieros, muchas veces tendremos que resolver problemas que no descubrimos nosotros mismos, sino que nos los da alguien más. En este último caso, es crucial determinar que la descripción recibida refleje la situación real. Para esto, puede ser útil averiguar quién originó el problema y validar el razonamiento empleado para su formulación (¡no olvidemos comprobar que la formulación del problema apunte a sus causas y no a sus síntomas!). Algunas preguntas que nos pueden ayudar a determinar lo anterior son:

- ¿Dónde se originó el problema?
- ¿Quién planteó el problema en primer lugar: el supervisor, su jefe, un colega del equipo de proyecto o alguien más?
- ¿Puede esa persona explicar el razonamiento que empleó para llegar a esa formulación del problema?
- ¿Son válidos el razonamiento y los supuestos?
- ¿Ha considerado esa persona la situación desde diferentes perspectivas antes de llegar a la formulación final del problema?
- ¿Hemos usado los primeros 4 pasos para recopilar información acerca del problema?

Una observación importante es que, en ocasiones, no es factible resolver el problema real (por limitaciones de tiempo o de recursos). Solo en esos casos es válido tratar los síntomas en vez del problema real.

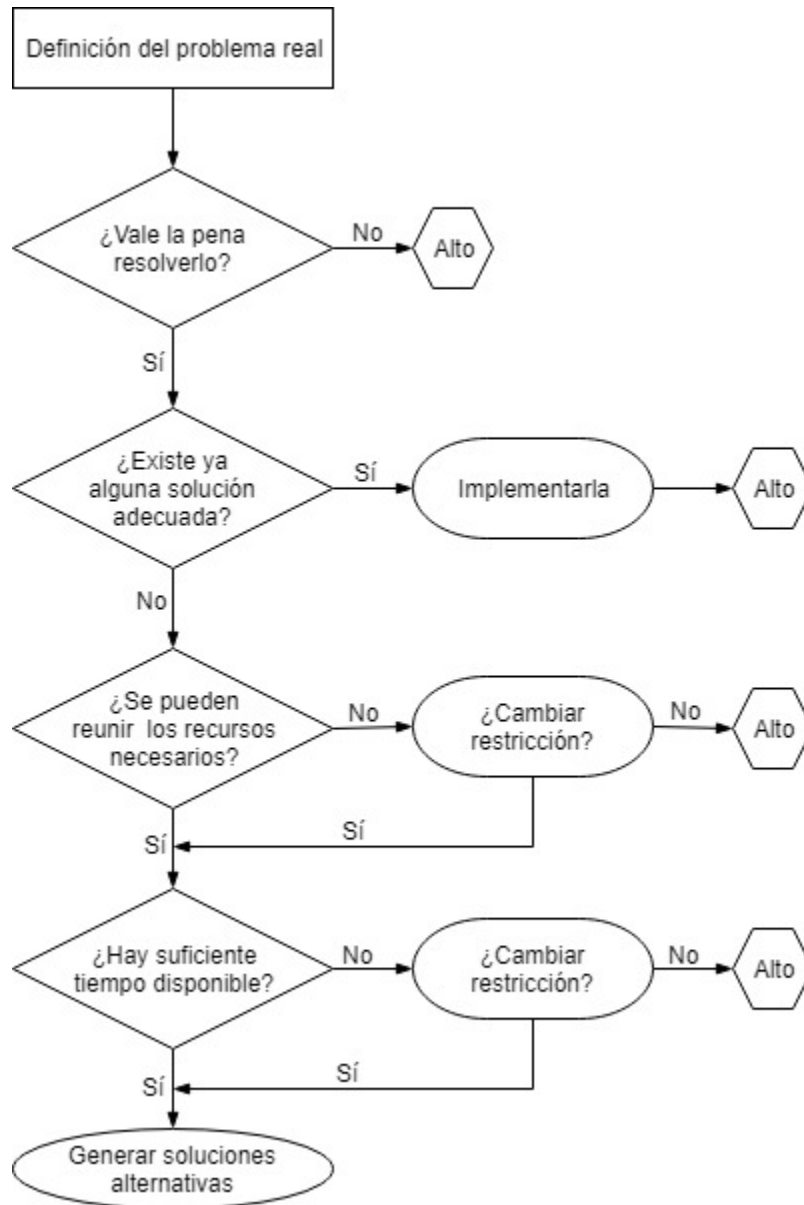


FIGURA 2: Determinar si el problema debiese ser resuelto.

EXPLORAR EL PROBLEMA

Esta técnica es adecuada para analizar problemas formulados incorrectamente (con el fin de lograr una redefinición apropiada) y para definir problemas que nosotros hayamos descubierto. También ayuda a profundizar los resultados que se obtengan tras averiguar el origen del problema.



La exploración del problema nos permite recopilar la información faltante, así como definir y entender el problema real. Consta de 10 pasos, aunque no siempre necesitaremos usarlos todos:

1. Identificar toda la información disponible.
2. Recordar o aprender todas las teorías y fundamentos pertinentes.
3. Recolectar información faltante (¡recordemos que ésta debe venir de fuentes confiables!).
4. Resolver una versión simplificada del problema para obtener una respuesta aproximada.
5. Formular hipótesis y visualizar qué podría estar mal con la situación actual.
6. Hacer una lluvia de ideas (*brainstorming*) para adivinar la respuesta.
7. Recordar problemas y experiencias pasados o relacionados.
8. Describir o bosquejar cualitativamente la solución, o trazar una ruta que conduzca a la solución.
9. Recopilar más datos e información.
10. Tras realizar algunas (o todas) las actividades anteriores, escribir una afirmación concisa que defina el problema real.

ESTADO ACTUAL – ESTADO DESEADO

Esta técnica nos ayuda a verbalizar dónde estamos y a dónde queremos llegar, para que podamos buscar un camino que nos permita lograrlo. También nos ayuda a comprender si los objetivos de nuestra solución (estado deseado) son consistentes con nuestras necesidades (estado actual).

Al escribir el estado deseado se debe evitar usar expresiones ambiguas como “mejor”, “más barato” o “mínimo”, pues significan cosas diferentes para cada persona. Es mejor usar términos cuantitativos cuando sea posible. Por ejemplo, es mejor “el patio para los niños debe estar terminado el 10 de julio de 2018 con un costo inferior a 10 millones de pesos” que “el patio para los niños debe estar terminado en un plazo razonable con un costo mínimo”.

El estado actual debe ser congruente con el estado deseado. Para esto, cada asunto del estado actual debe ser referenciado en el estado deseado (en otras palabras, hay que señalar qué esperamos modificar de dicho asunto). Además, el estado deseado no debe contener soluciones a problemas que no estén presentes en el estado actual. Reelaborar ambas definiciones hasta que coincidan aumenta la probabilidad de encontrar la verdadera formulación del problema.

La descripción anterior puede ser algo confusa, por lo que es útil revisar el siguiente ejemplo tomado de Fogler y LeBlanc (1994):

Situación: durante la segunda guerra mundial, un número importante de aviones recibieron disparos durante las misiones de bombardeo sobre Alemania. Muchos de los aviones que regresaban a salvo a la base tenían muchos agujeros de bala y de proyectiles. Las áreas dañadas eran similares en todos los aviones.

Solución dada al problema percibido: reforzar las áreas dañadas con una capa más gruesa de blindaje.



En este caso, se tiene:

- Estado actual: muchas balas y proyectiles penetrando los aviones.
- Estado deseado: menos aviones derribados.

No existe una coincidencia entre ambos estados, pues los aviones sobrevivientes aún presentan agujeros. No se puede verificar que las necesidades presentes en la situación actual sean resueltas en la situación deseada. Podría hacerse la siguiente reformulación:

- Estado actual: muchas balas y proyectiles penetrando los aviones.
- Estado deseado: menos agujeros de bala.

Ahora los estados coinciden, pero la distinción entre ambos estados no es lo suficientemente clara y precisa. Podría bastar una única perforación para derribar un avión. Así, es posible hacer el siguiente refinamiento:

- Estado actual: muchas balas y proyectiles penetrando los aviones en áreas críticas y no críticas.
- Estado deseado: que menos proyectiles penetren áreas críticas.

Estos dos estados coinciden y existe una clara distinción entre ellos, lo que permite proponer diversas alternativas de solución, tales como: reforzar las áreas críticas, mover componentes críticos a ubicaciones más protegidas, duplicar componentes críticos, etc.

DIAGRAMA DUNKER

El diagrama Duncker es una herramienta que ayuda a satisfacer criterios establecidos por las afirmaciones de estado actual y estado deseado. Una característica única de esta herramienta es que permite plantear modos de resolver el problema en los que está bien **no** alcanzar el estado deseado. Las soluciones propuestas en el diagrama Dunker pueden clasificarse en generales, funcionales (qué hacer) y específicas (cómo hacerlo), las cuales se ordenan jerárquicamente, como muestra la figura 3.

Al lado izquierdo, la solución general corresponde al estado deseado. A partir de ella se proponen soluciones que establezcan qué hacer para alcanzarlo (funcionales), cada una de las cuales puede ser detallada indicando un modo de llevar a cabo la solución funcional. Al lado derecho (no alcanzar el estado deseado) se exploran soluciones que permitan modificar el estado deseado de modo que coincida con el estado actual.

Perez (2013) propone un ejemplo sencillo: supongamos que no somos muy felices en nuestro trabajo actual (estado presente), y queremos abandonar la empresa y conseguir un nuevo empleo (estado deseado). La figura 4 muestra posibles soluciones al problema organizadas mediante un diagrama Dunker (por temas de espacio solo se proponen soluciones específicas para una solución funcional).

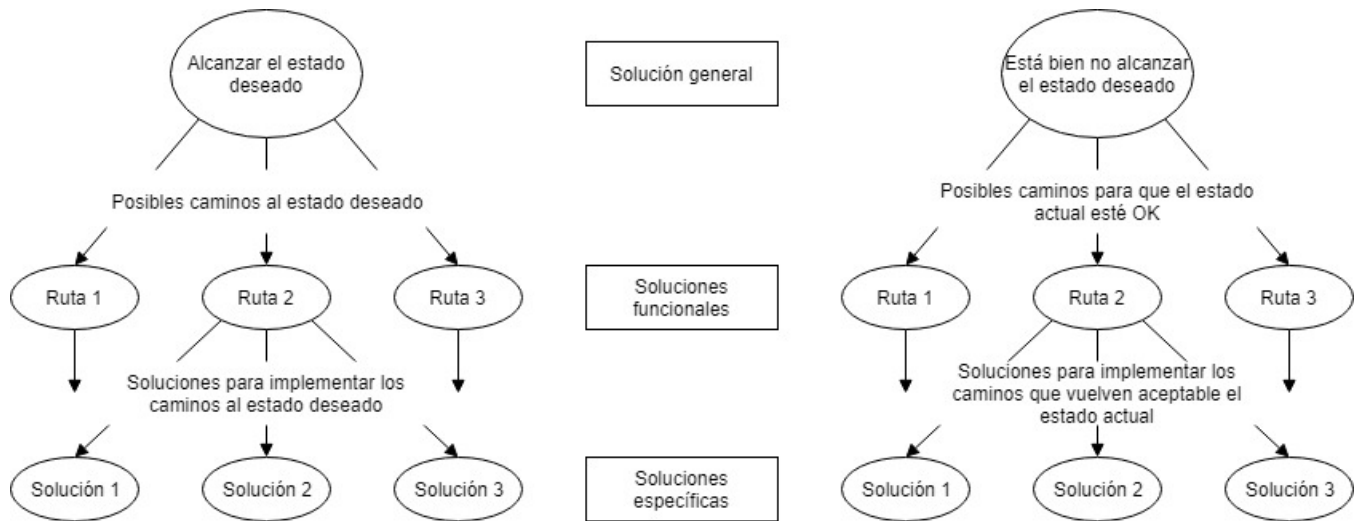


FIGURA 3: Diagrama Dunker.

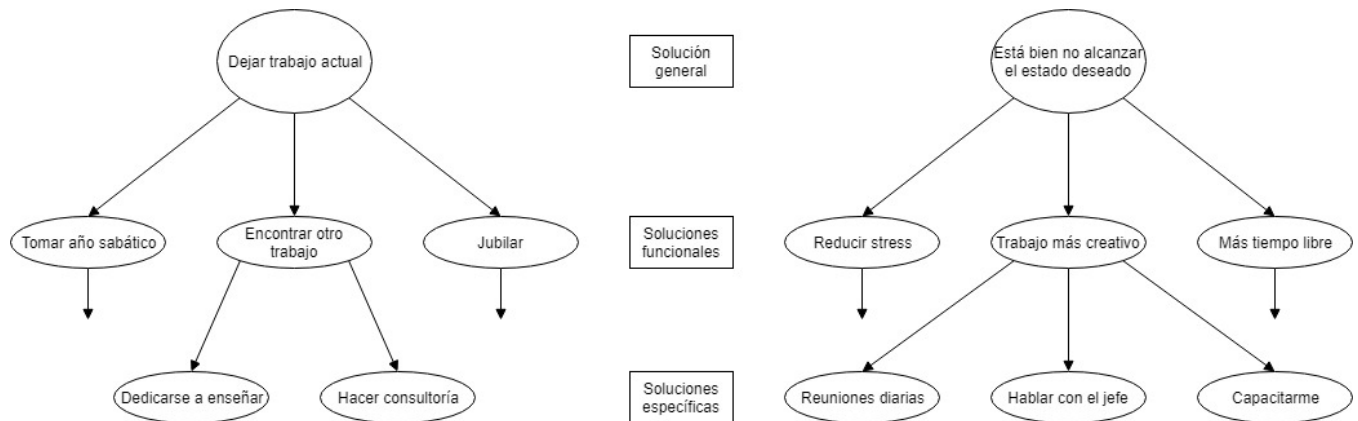


FIGURA 4: Diagrama Dunker para el problema de cambiar de trabajo.

FORMULACIÓN - REFORMULACIÓN

Es un método para hacer evolucionar la declaración del problema hacia una representación mucho más refinada de éste, similar a la técnica del estado presente – estado deseado.

Esta técnica permite desarrollar la habilidad de mirar los problemas confusos o poco claros de modo tal que puedan ser replanteados de maneras diferentes y examinarlos desde distintas perspectivas la cantidad de veces que sea necesario.

Es importante incorporar nuevas ideas cada vez que se reformula el problema, en lugar de simplemente cambiar el orden de las palabras en la nueva declaración. Para este fin resultan útiles las estrategias, llamadas detonantes, que conducen a encontrar una formulación definitiva del problema:



1. Variar el patrón de fuerza: poner el énfasis en diferentes palabras o frases, con el objetivo de darle un nuevo aire a la declaración.
2. Elegir un término que tenga una definición explícita y substituir esta definición explícita en cada sitio en que el término aparezca dentro de la frase.
3. Hacer una declaración opuesta, cambiando los positivos con los negativos y viceversa.
4. Cambiar “cada” por “algunos”, “siempre” por “a veces”, “a veces” con “nunca” y viceversa.
5. Remplazar “palabras persuasivas” (que redirigen) en la declaración del problema tales como “obviamente”, “claramente” y “verdaderamente”, con el argumento o la palabra la cual se supone que está remplazando.
6. Expresar las palabras en la forma de una ecuación, un dibujo, un gráfico, etc., para darle un entorno más visual y que ayude a desencadenar las nuevas ideas.

Cada vez que el problema es reformulado, se intenta generalizarlo más para llegar a la forma más amplia del planteamiento del problema.

Los detonantes sirven para encontrar las sensibilidades del sistema y para centrarse en aquellas variables que dominan y controlan el problema en sí mismo. A medida que se aprende a realizar combinaciones de los diferentes detonantes y de las diferentes reformulaciones, es posible centrarse en eliminar ambigüedades en la declaración y otros términos no definidos correctamente.

Perez (2013) propone el siguiente ejemplo para comprender la técnica de formulación - reformulación.

Declaración original del problema: Las piezas no están llegando al cliente lo suficientemente rápido como para que éste pueda ensamblarlas a tiempo en su línea de montaje.

Detonante 1:

Las piezas no están llegando al cliente lo suficientemente rápido como para que éste pueda ensamblarlas a tiempo en su línea de montaje. El énfasis propuesto permite preguntarse: ¿están llegando a tiempo y rápido otros productos que nosotros tenemos y que también enviamos? ¿Es posible que sea un problema del tipo de producto?

Las piezas no están *llegando* al cliente lo suficientemente rápido como para que éste pueda ensamblarlas a tiempo en su línea de montaje. ¿Hay algún problema durante el envío? ¿Hay alguna causa durante ese espacio de tiempo que impida la entrega?

Las piezas no están llegando *al cliente* lo suficientemente rápido como para que éste pueda ensamblarlas a tiempo en su línea de montaje. ¿Podemos distribuirlo desde una localización centralizada? ¿Podemos cambiar la forma de distribución? ¿Las piezas están llegando a otra ubicación diferente a la del cliente?

Las piezas no están llegando al cliente lo *suficientemente rápido* como para que éste pueda ensamblarlas a tiempo en su línea de montaje. ¿Qué podemos hacer para variar la velocidad de entrega? ¿Hemos de emplear un medio de transporte diferente?



Las piezas no están llegando al cliente lo suficientemente rápido como para que éste pueda ensamblarlas *a tiempo* en su línea de montaje. ¿Cómo podemos hacer que el cliente tenga las piezas antes de tiempo y de que las ensamble?

Detonante 2:

Los soportes 0701-4220124 que enviamos con un camión no están llegando a la línea de montaje de Heller S.A lo suficientemente rápido como para que éste no pare su línea de montaje. Esta reformulación nos hace pensar sobre el tipo de producto, el tipo de transporte que utilizamos y el sitio a donde va destinado. ¿Qué debemos cambiar para mejorar esos términos?

Detonante 3:

¿Cómo podemos encontrar una manera de conseguir que las piezas lleguen siempre tarde al cliente de forma que nunca lleguen a tiempo y no puedan ensamblarlas en la línea de montaje? Esta formulación nos hace pensar sobre cuánto tiempo necesitamos para hacer llegar las piezas al cliente para que tenga tiempo de montarlas.

Detonante 4:

Las piezas no están llegando al cliente lo suficientemente rápido como para que éste siempre pueda ensamblarlas a tiempo en su línea de montaje. ¿Porque nuestras piezas no llegan siempre a tiempo? ¿Qué lo impide?

Detonante 5:

La palabra “suficientemente” en la formulación del problema implica que, si pudiéramos entregar rápidamente, el cliente siempre podría ensamblar a tiempo. Quizás no, no lo sabemos con exactitud, aunque parece la causa del problema. Quizás el cliente podría mantener un pequeño stock en bodega, o podríamos mantenerlo nosotros como proveedores. Quizás hemos de cambiar el modo de transporte para entregar siempre a tiempo. Este detonante nos ayuda a desafiar las asunciones implícitas hechas en la declaración del problema.

Detonante 6:

La velocidad es inversamente proporcional al tiempo de envío.

$$Velocidad = \frac{Distancia}{Tiempo\ de\ envío}$$

Esta reformulación nos hace pensar en otras maneras de atacar el problema del envío a tiempo. ¿Sabemos si la distancia recorrida hasta la ubicación del cliente es siempre la misma? ¿Qué hace la distancia sea constante o que exista alguna variación?

Otras variables que deben ser comprobadas o examinadas son el modo de envío, el medio utilizado, el costo del envío, etc. ¿Cómo podemos variar el valor de la distancia? Quizás el transporte está utilizando vías lentas y largas, en lugar de utilizar una vía rápida y corta para hacer llegar el material al cliente.



EVALUACIÓN DE LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Una vez que se ha empleado una (o más) de las técnicas anteriores, es necesario comprobar que se está avanzando en la dirección correcta. En consecuencia, se debe evaluar la definición actual del problema antes de seguir adelante. La siguiente lista de cotejo puede ser de ayuda en dicha evaluación:

- ¿Han sido identificados todos los elementos del problema?
- ¿Se han identificado todas las restricciones?
- ¿Qué falta en la definición del problema?
- ¿Qué elementos son ajenos a la definición del problema?
- ¿Han sido desafiadas las suposiciones y la información que ha sido proporcionada para formular el problema?
- ¿Se ha hecho la distinción entre hechos y opiniones?

ACTIVIDAD 2

En 1991, 64% de las estaciones comerciales de radio de Estados Unidos experimentaron pérdidas de dinero. A fin de continuar siendo solvente, una radio debe recibir una cantidad significativa de dinero por parte de los anunciantes (personas o empresas que solicitan publicidad). Por otra parte, los anunciantes apuntan al mercado objetivo que ellos consideran deseable (según edad, ingresos, intereses, etc.), que durante los últimos años ha sido el grupo etario entre 25 y 54 años.

Junto con la pérdida de ingresos, la cantidad de radios que transmiten las canciones Top 40 ha disminuido a la mitad en los últimos 3 años, como también lo ha hecho la audiencia de dichas canciones. Muchas estaciones intentaron emitir una mezcla de estas canciones con éxitos de hace 10 y 20 años, pero esta mezcla molestó a los auditores más jóvenes y no parece haber resuelto el problema económico.

Aplica las técnicas para definir problemas a la situación descrita.

CONCLUSIÓN

La correcta definición de un problema es fundamental, puesto que permite garantizar que lo que hagamos realmente sirva y permite ahorrar tiempo, esfuerzo y dinero. Por otra parte, es una tarea fundamental en la labor de un ingeniero.



REFLEXIONA...

1. En un máximo de 10 líneas, explica lo que más te haya llamado la atención de los contenidos de esta clase.
2. En un máximo de 6 líneas, comenta si habías aplicado antes alguna de estas técnicas u otra similar. Si tu respuesta es afirmativa, explica en qué contexto. En caso contrario, explica por qué.

REGISTRA EN TU CALENDARIO

Debes incluir en tu calendario las reuniones de trabajo fuera del aula para avanzar en el producto final de la unidad 3.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ADAIR, J. (2010). *Decision Making and Problem Solving Strategies: Learn Key Problem Solving Strategies* (2nd ed.), Kogan Page, UK.
- FOGLER, H. S.; LEBLANC, S. E. (1994). *Strategies for Creative Problem Solving*, Prentice Hall, USA.
- PEREZ, J. (2013). *Definición del problema. Técnica 2. El Diagrama Dunker*. obtenido en mayo 2018 desde <http://javiorsole.com/?p=3217>.