



## CLASE 13: IMPLEMENTAR LA SOLUCIÓN

Versión 1.0, 2018 – Jacqueline Köhler C.

### MOTIVACIÓN

Hasta ahora hemos visto los primeros tres pasos de nuestra metodología para resolver problemas:

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

Hemos aprendido a identificar el problema (o los problemas) real, proponer soluciones alternativas y escoger la mejor solución. Ahora veremos algunas herramientas que nos ayuden a llevar a cabo la solución seleccionada. El proceso de implementación consta de varias etapas, como muestra la figura 1.

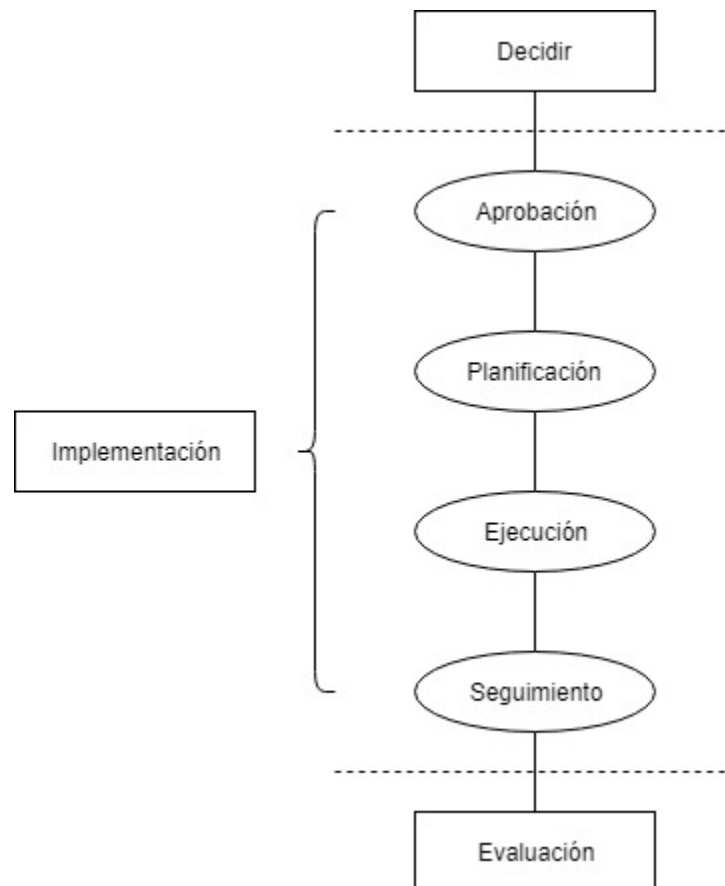


FIGURA 1: Implementación de la solución.



## ACTIVIDAD 1

Cuando tienes que hacer una tarea larga o difícil, ¿planificas antes cómo lo harás? ¿Por qué?

## APROBACIÓN

En algunas situaciones, lo primero que debemos lograr es que nuestros jefes nos autoricen a proceder con la solución escogida. Esta tarea implica *vender nuestras ideas* para que nos proporcionen los recursos necesarios. Para esto, se requiere elaborar un documento o presentación que describa lo que queremos hacer, por qué queremos hacerlo, cómo lo haremos y cómo nuestro proyecto beneficiará a la organización o a otras personas. Algunos consejos a tener en cuenta son:

- Evitar la jerga técnica. Mantener la presentación clara y precisa.
- Efectuar la presentación en forma lógica y ordenada.
- Ser precisos y evitar detalles innecesarios.
- Anticipar las posibles preguntas y tener preparadas las respuestas.
- Ser entusiastas acerca de nuestras ideas, o nadie más lo será.

## PLANIFICACIÓN

Una vez conseguidos los recursos, debemos planificar qué vamos a hacer, en qué orden lo haremos y cuándo lo haremos. La planificación es la parte más crucial del proceso de implementación, pues en ella se asignan tiempos y recursos, se identifican los cuellos de botella e hitos del proyecto y se bosqueja un camino para llegar a la solución completa. En otras palabras, es como un proyecto más pequeño dentro del proyecto general que comprende a toda nuestra metodología para la resolución de problemas.

Como la planificación tiene las características de un proyecto, podemos emplear las mismas herramientas estudiadas en la clase 9: carta Gantt, diagrama de despliegue y ruta crítica.

## EJECUCIÓN

Esta etapa del proceso de implementación también tiene una importancia crucial. En ella, cada integrante del equipo comienza a trabajar de acuerdo al plan y ¡por fin percibimos un avance en nuestra solución! La forma en que ejecutemos un proyecto y las tareas que tengamos que realizar dependen mucho de su naturaleza, por lo que algunos aspectos quedan fuera de los alcances de este curso. Sin embargo, podemos establecer una lista de verificación que nos permita realizar un seguimiento de nuestro avance y comprobar que vamos por el buen camino (Fogler y LeBlanc, 1994):

- Establecer los alcances (lo que abarca y lo que deja fuera) de la solución elaborando diferentes supuestos o modelos sencillos que nos permitan tanto subestimar como sobreestimar la respuesta.
- Hacer una estimación basada en nuestro conocimiento de cómo podría verse nuestra solución.



- Elaborar un test rápido que nos permita comprobar que nuestra solución funcionará ante las condiciones más sencillas.
- Aprender lo más posible sobre la solución escogida, revisando la literatura y conversando con colegas.
- Desafiar y validar los supuestos de la solución escogida, verificando que no se viole ninguna regla.

Fogler y LeBanc (1994) proponen un proceso de ejecución basado en la taxonomía de Bloom (si no la recuerdas, revisa el material complementario de la clase 6), en que las actividades se ordenan desde la más compleja a la más simple (figura 2): evaluación, síntesis, análisis, aplicación, comprensión y conocimiento. La principal ventaja del método de Bloom es que permite ir descifrando la solución, puesto que al completar cada paso se descubre el siguiente (aunque debemos aportar nueva información en cada paso).

*Evaluación:* es un proceso continuo a lo largo de todo el proceso de resolución de problemas. Se deben hacer juicios cualitativos y cuantitativos para determinar en qué medida los métodos y materiales satisfacen los criterios establecidos.

*Síntesis:* actividad que combina las partes para formar un nuevo todo. Al final de esta etapa habremos definido el problema, generado soluciones alternativas y escogido cuál de ellas implementar.

*Análisis:* consiste en descomponer el problema en fragmentos tales que se pueda evidenciar una jerarquía de ideas o sub-problemas, y se explicita la relación entre ellas. Aquí se puede identificar la información faltante, redundante o contradictoria.

*Aplicación:* en esta etapa se reconoce qué conjunto de reglas, ideas, principios, ecuaciones o métodos debemos aplicar, dado el conjunto de datos pertinentes identificado en el análisis.

*Comprensión:* aquí se entiende, manipula o extrapola el conocimiento (por ejemplo, los principios o las ecuaciones) identificado durante el análisis para resolver un problema dado. Acá se comprueba que sea posible resolver el problema usando o transformando el conocimiento adquirido. Esta etapa tiene asociada la siguiente pregunta: dado un fragmento de información familiar, como un principio científico, ¿es posible resolver el problema recordando la información apropiada y usarla en conjunto con la manipulación, traducción o interpretación de la ecuación o del principio científico?

*Conocimiento:* en este paso se debe recordar el material aprendido previamente. La pregunta en este paso es: ¿puede el problema ser resuelto simplemente definiendo términos y recordando hechos, tendencias, criterios, secuencias o procedimientos específicos?

Los autores antes mencionados ilustran el método de Bloom por medio de un ejemplo. Debemos recordar que la idea no es entender fórmulas o conceptos complejos, sino la forma en que se usan los pasos del método propuesto.

Su empresa ha comprado un yacimiento de gas en las aguas cercanas a la costa de Luisiana para poder proveer gas metano a su planta química en la costa oeste de Florida (figura 3). Use



la taxonomía de Bloom para descubrir un plan que permita llevar el gas desde el yacimiento hasta la planta química.

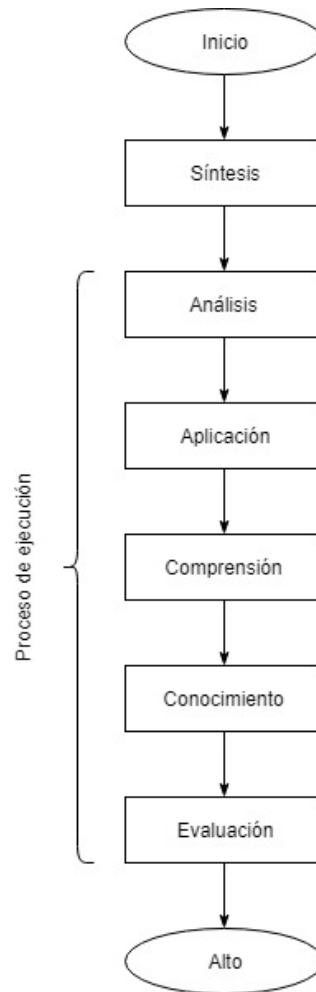


FIGURA 2: Proceso de ejecución adaptado de la taxonomía de Bloom.

### Síntesis

La primera formulación del problema es “encontrar un modo de transportar el gas desde Luisiana a Florida”. Se da inicio a esta tarea buscando formas de lograr el transporte, tarea para la cual sirven de ayuda las técnicas estudiadas para generar soluciones alternativas. Algunos modos en que se podría lograr esta tarea son:

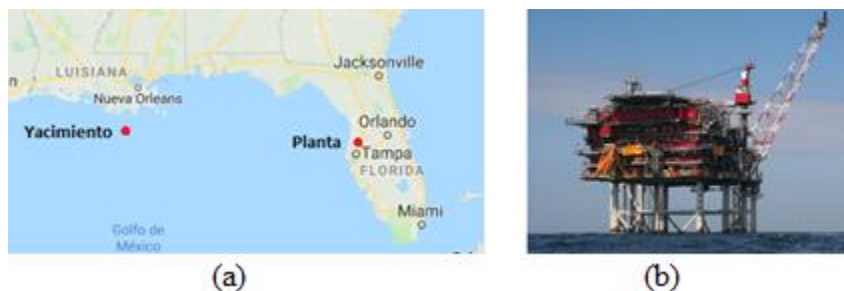


FIGURA 3: (a) mapa con las locaciones de la planta y del yacimiento.  
(b) Plataforma de explotación de un yacimiento de gas.

- Construir un gaseoducto desde el yacimiento hasta la planta.
- Trasladar el gas por ferrocarril.
- Trasladar el gas por barco.

Un análisis de decisión K. T. muestra que construir el gaseoducto es muy caro y que la planta se encuentra lejos de cualquier vía de ferrocarril. En consecuencia, se debe llevar el gas a estado líquido y luego transportarlo a la planta por barco. La siguiente formulación del problema es “diseñar un sistema que licúe 2.000 libras de metano cada hora para trasladarlo por barco de Luisiana a Florida”.

### Evaluación

Antes de efectuar un diseño detallado y determinar los equipos necesarios, es necesario hacer una pausa y evaluar el panorama general. Las herramientas para esto se consideran en la etapa de evaluación de la metodología de resolución de problemas, pero se pueden considerar preguntas tales como ¿es este esquema razonable? ¿Qué revela un análisis de problemas potenciales?

### Análisis

En este paso se descompone el problema en fragmentos y se examina cada uno de ellos. Para licuar el metano, se requiere comprimirlo y enfriarlo. El metano líquido debe luego ser bombeado al interior del barco (figura 4). Luego del traslado, debe ser descargado en la planta.

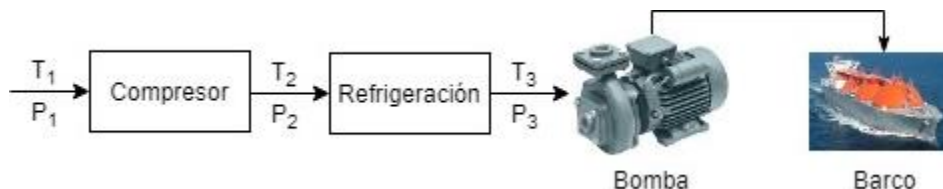


FIGURA 4: Representación del proceso para cargar el gas en el barco.

El análisis anterior revela que los equipos necesarios son un compresor, un intercambiador de calor, una bomba y un barco. Una vez identificada la necesidad de un compresor para licuar



el gas, es necesario recopilar información para saber qué presión y temperatura son necesarias para licuar y transportar el metano. Con esto es posible decidir el tipo de compresor a emplear: ¿centrífugo o bomba reciprocante?

El gas ingresa al compresor a 200 [psi] de presión y 110°C, y debe ser comprimido a 1.000 [psi]. Para diseñar el intercambiador de calor, se debe conocer la temperatura a la que el metano sale del compresor. Otros aspectos a considerar en la fase de análisis son:

- La cantidad de bombas necesarias.
- ¿Es necesario un enfriamiento intermedio entre bombas?

Tras realizar un análisis K. T. de decisión, se escoge un compresor de bomba reciprocante que opere cercana a las condiciones adiabáticas.

### Aplicación

Se usará un compresor de bomba reciprocante y es necesario conocer a qué temperatura saldrá el gas antes de diseñar el intercambiador de calor. En la fase de aplicación se revisan las leyes pertinentes y se establecen los supuestos razonables.

La relación entre presión y volumen para un gas comprimido adiabáticamente es:

$$PV^\gamma = cte$$

Por otra parte, la ley de los gases ideales es:

$$PV = RT$$

Donde:

- $P$  es la presión, en [kPa].
- $V$  es el volumen específico, en  $\left[\frac{m^3}{mol}\right]$ .
- $T$  es la temperatura, en [K].
- $\gamma$  es la razón de calores específicos,  $\frac{c_p}{c_v}$ .
- $R$  es la constante de gases ideales, en  $\left[\frac{m^3 \cdot kPa}{mol \cdot K}\right]$ .

### Comprensión

En este paso se manipulan las ecuaciones para poder predecir la temperatura de salida del compresor.

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(1-\frac{1}{\gamma}\right)} = 383 \text{ K} \left(\frac{1000}{200}\right)^{\left(1-\frac{1}{1,2}\right)} = 383 \text{ K} \cdot 1,31 = 228^\circ\text{C}$$



### **Evaluación**

En este punto se debe determinar que los resultados obtenidos son razonables. Una comprobación de otros problemas de termodinámica muestra que, en efecto, la temperatura obtenida es razonable.

### **ACTIVIDAD 3**

Aplica el método de Bloom para resolver algún problema de álgebra, cálculo o física que te resulte difícil. ¿Te ayuda a ordenar mejor las ideas y encontrar la solución?

## **SEGUIMIENTO**

Inevitablemente ocurren cambios durante los proyectos, por lo que un buen solucionador de problemas debe ser flexible para lidiar con ellos. La fase de seguimiento tiene por objetivo monitorear el progreso con respecto tanto a los plazos de entrega como al logro de metas que resuelven el problema. Durante la ejecución, debemos comprobar periódicamente lo siguiente:

- Seguimiento del plan de solución:
  - Logro de las metas de solución.
  - Satisfacción de los criterios de solución.
- Proceder según calendario.
- Estar dentro del presupuesto.
- Calidad aceptable.
- Sigue siendo relevante resolver el problema original.

### **REFLEXIONA...**

En un máximo de 10 líneas, explica lo que te pareció más importante de lo aprendido en esta clase.

### **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

- ALVEAR, A. (2017). *EJERCICIO CARTA GANTT Y MALLA PERT*, obtenido en junio 2018 desde: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnpbmcmxMjB1ZGxhfGd4OjQ0MWI2NmJhNDMxYmFiodQ>.
- CAMBRIDGE INTERNATIONAL EXAMINATIONS (2017). *PERT and GANTT charts*, obtenido en mayo 2018 desde: <http://www.cambridgeinternational.org/images/285027-topic-4.4.3-project-management-pert-and-gantt-charts-9608-.pdf>.
- FOGLER, H. S.; LEBLANC, S. E. (1994). *Strategies for Creative Problem Solving*, Prentice Hall, USA.
- OBS BUSINESS SCHOOL (2016). *Cómo se construye un diagrama de Gantt*, obtenido en mayo 2018 desde: <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/diagramas-de-gantt/como-se-construye-un-diagrama-de-gantt>.