

LA PROGRAMACION

SEGUN EL

METODO PERT

Por
Antonio Blanco Rodriguez
Inspector de Enseñanza Primaria

La planificación puede definirse, igual que la programación, de modo diferente. Depende del autor. Pero casi todos están de acuerdo en que con ella se decide de antemano el camino a seguir para lograr ciertos objetivos. En términos generales, la programación consiste en decidir por anticipado qué es lo que hay que hacer; es el cuándo, cómo, qué, quién y con qué, determinado previamente. En general, por programación podemos entender un proceso de previsión de necesidades y racionalización del empleo de los medios materiales y recursos humanos disponibles, a fin de alcanzar objetivos concretos, en plazos determinados y etapas definidas a partir del conocimiento y evaluación científica de la situación original (1).

A los directivos, profesores y a quien intervenga en un proyecto se le hace responsable del tiempo invertido y del rendimiento de los recursos empleados. Esta es una de las razones que ha movido a los investigadores a buscar métodos y técnicas cada vez más eficaces para planificar el trabajo y controlar su ejecución, de suerte que con iguales recursos se logren mejores resultados.

Nosotros creemos que el método Pert puede tener aplicaciones en el campo educativo. En efecto, Pert es un método, una técnica de elaboración y control de proyectos o programas que utiliza diagramas o redes para representar gráficamente los proyectos. Parte de un análisis detallado, exhaustivo, de todas las actividades que deben intervenir en un proyecto y

de los recursos humanos, materiales, técnicos y metodológicos que son precisos para ejecutarlo. Define las interrelaciones o interdependencia de esas actividades; coordina el proyecto mediante la ordenación secuencial y lógica de las actividades; predice estadísticamente la duración de cada actividad y la total del proyecto; indica el grado de probabilidad o incertidumbre en alcanzar los objetivos establecidos en los tiempos previstos; da una visión total, global, gráfica del proyecto mediante diagramas o redes de flechas.

El Pert es también un método de control permanente de programas o proyectos. Si quisiéramos resumir en síntesis apretada lo que es el Pert podríamos decir:

1. Es un instrumento para definir y coordinar lo que debe hacerse en orden a alcanzar los objetivos fijados en el tiempo previsto. Utiliza la representación gráfica mediante la red o diagrama de flechas que da una visión sensible y global del proyecto, mostrando la secuencia e interrelación de todas las actividades.

2. Es un método que proporciona informes estadísticos sobre la duración e incertidumbre o probabilidad de éxito de un proyecto, calculando el menor tiempo posible en que cada etapa puede ser alcanzada, la varianza y la probabilidad.

3. Es un método que indica cuál es la planificación y programación del proyecto con coste total mínimo y duración óptima.

4. Es un método destinado a llamar la atención sobre problemas latentes, susceptibles de impedir o demorar el proyecto. Indica las acti-

(1) MARIA JOSEFINA MARTINEZ y CARLOS E. OLIVERA LAHORE: "El planteamiento de la institución escolar", pag. 10. Edi. Aguilar. Madrid, 1969.

vidades críticas que, si se retrasan, retrasarían la duración total del proyecto, y las actividades no críticas, así como el tiempo de holgura que se le permite si se demora.

5. Es un método de control permanente que facilita continuamente informes completos sobre la situación o estado actual del proyecto en relación con la fecha programada para su terminación, informes que ayudan a tomar decisiones lógicas, exactas y seguras en el momento preciso.

6. Es un método destinado a llamar la atención sobre procedimientos y ajustes que permiten, en caso de demora del proyecto, terminarlos en los plazos previstos mediante la mejor utilización de los recursos disponibles, transfiriéndolos de unas zonas a otras o utilizando otros nuevos.

ETAPAS EN EL PROCESO DE PLANIFICACION SEGUN EL METODO PERT

La planificación exige un orden. El objetivo ha de lograrse en etapas sucesivas; esto es elemental en cualquier procedimiento de planificación. En el método Pert podemos considerar los siguientes:

1. Preplaneamiento.
2. Diagnóstico de la realidad educativa.
3. Fijación de objetivos concretos en función del diagnóstico.
4. Determinación de las etapas del proyecto. Análisis y selección de las actividades esenciales para alcanzarlas.
5. Establecimientos de normas y pruebas de control.
6. Ordenación secuencial de las etapas teniendo en cuenta la secuencialidad e interdependencia lógica entre ellas.
7. Determinación de los recursos humanos técnicos, metodológicos y materiales para alcanzar cada etapa del proyecto.
8. Predicción de la duración de cada etapa y del proyecto en su totalidad.
9. Cálculo del grado de probabilidad e incertidumbre del proyecto.

No nos vamos a detener en las tres primeras etapas por no ser específicas del método Pert y por ser generalmente bien conocidas.

Empezaremos, pues, por la cuarta: Determinación de las etapas del proyecto. Análisis y selección de las actividades esenciales para alcanzarlo.

Formulado el objetivo, es preciso proceder del modo siguiente:

1. Dividir su realización en etapas u objetivos parciales.
2. Determinar las actividades que hay que realizar para alcanzar cada etapa.

En la terminología Pert se llama etapa, suceso o nudo a un hecho que ha de satisfacer las condiciones siguientes:

1. Debe definir un punto importante del trabajo.
2. Debe ser el comienzo o fin de una tarea.
3. No consume recursos ni tiempo.

La etapa es el comienzo o el resultado de una tarea, no su realización. En la red Pert se representa mediante círculos, óvalos, rectángulos o cualquier otra figura geométrica. Las etapas se identifican numerándolas y usando el participio pasado de la actividad con que se inicia o termina la etapa. La actividad es la realización de una tarea y en la red Pert se representa mediante una flecha. Las actividades exigen trabajo, gasto de tiempo, mano de obra, material, espacio y otros recursos, ya que son el cumplimiento real de una tarea. Se nombran empleando infinitivos.

En la determinación de las etapas y en la selección de las actividades esenciales para alcanzar el objetivo han de participar todos los que tengan experiencia en el proyecto, bien porque lo han realizado anteriormente, bien porque poseen experiencias similares.

En primer lugar deben ser objeto de consideración todas las actividades que tengan relación con la etapa correspondiente, pero, después de un análisis riguroso se seleccionarán las más importantes para alcanzar la etapa.

En todo caso es preciso considerar la posibilidad real de poder ejecutar tales actividades, posibilidad que estará en función de los recursos humanos materiales, espacio-temporales y técnicos disponibles. Es inútil programar ac-

tividades que, por falta de recursos, no van a poder ser ejecutadas. Este análisis es fundamental, pues, además de evitar la programación de actividades irrealizables, permite la selección de las más importantes para alcanzar la etapa correspondiente.

Supongamos que tratamos de determinar cuál es el objetivo de una institución escolar.

Consideremos, por otra parte, que para llegar al objetivo propuesto es preciso realizar las actividades siguientes:

1. Analizar los recursos del centro y determinar los recursos disponibles; analizar el profesorado y determinar su formación, perfeccionamiento y posibilidades del mismo; analizar los programas, señalar fallos y deficiencias, corregir esos fallos y deficiencias y, en consecuencia, fijar el programa definitivo; analizar los alumnos y determinar su formación y necesidades. El paso siguiente sería fijar las etapas. Estas podrían ser: recursos del centro analizados; recursos disponibles determinados; profesorado analizado, formación y perfeccionamiento determinado, comprobadas las posibilidades del mismo; programas analizados, fallos y dificultades señalados, deficiencias y fallos corregidos, programa definitivo fijado; alumnos analizados, formación determinada, necesidades fijadas.

La red o diagrama Pert no es otra cosa que el conjunto de etapas que componen un proyecto ligados por las actividades. Es como un mapa que señala la ruta y los puntos esenciales de esa ruta. En la construcción de la red hay que tener en cuenta los siguientes principios:

1. Las etapas deben sucederse en una secuencialidad lógica, ya que unas dependen de otras.
2. Las actividades representan el tiempo y el trabajo necesario para alcanzar una etapa.
3. Toda actividad se encuentra entre dos etapas.
4. Ninguna etapa puede considerarse alcanzada hasta que no se hayan cumplido todas las actividades que la preceden y convergen en ella.
5. Ninguna actividad debe iniciarse antes de que sea franqueada la etapa que le precede y que marca el comienzo de la misma.

Aplicando estos principios a nuestro estudio pasemos a realizar la ordenación secuencial de las etapas, considerando previamente la interdependencia que pueda haber entre ellas. Para ello, cada etapa debe ser cometida el siguiente interrogativo:

1. ¿Qué etapa debe preceder a ésta?
2. ¿Qué etapa debe seguir a ésta?
3. ¿Qué etapa puede realizarse paralelamente a ésta?

El objetivo de este proceder es lograr la secuencialidad lógica de las etapas y actividades.

Lo corriente es empezar por el fin del proyecto, pues parece más fácil imaginar lo que debe preceder a una etapa que lo que debe seguirle.

Así, pues, si partimos del objetivo final, "Objetivo del centro determinado", nos daremos cuenta que esto presupone que los recursos del centro estén determinados, comprobadas las posibilidades del profesorado, fijadas las necesidades del alumnado y programa definitivo fijado.

Recursos del centro determinados presupone recursos del centro analizados; posibilidades del profesorado comprobadas presupone formación y perfeccionamiento del profesorado determinado; necesidades de alumnos fijados, recursos del centro determinados, programa definitivo fijado y necesidades de alumnos fijados, presupone formación de alumnos comprobada y esto alumnos analizados.

Programa definitivo fijado presupone fallos y deficiencias corregidas; esto, fallos y deficiencias señaladas, y esto, análisis del programa realizado.

La representación gráfica de este proyecto es la del gráfico número 1.

Los diagramas confeccionados por programadores diferentes no coinciden generalmente, porque los programadores son los que eligen las etapas, establecen las interrelaciones y secuencialidad. El Pert no decide por nosotros; sólo nos ayuda a tomar decisiones más correctas. Por otra parte, como se puede observar en el gráfico número 1, las interrelaciones y secuencialidad de etapas y actividades se expresan gráficamente, lo que permite de

un solo golpe de vista tener una visión inmediata, global y sensible del proyecto.

Todos estos estudios se hacen antes de la ejecución del proyecto y su mayor o menor validez depende de la inteligencia y experiencia de los programadores. En todo caso, todo queda previsto, nada se deja al azar o a la improvisación. Es posible que durante la ejecución del proyecto haya que proceder a realizar rectificaciones en el planteamiento inicial, ya que la realidad cambiante o un análisis defectuoso lo imponen. El Pert facilita estos cambios, pues no es un método rígido ni inflexible; permite, además, proceder a realizar las rectificaciones en el momento de producirse las desviaciones, ya que nos avisa constantemente y nos alerta para que tomemos las medidas correctoras más convenientes antes de que las desviaciones sean irreversibles.

ENUMERACION DE SUCESOS O ETAPAS

Construido el diagrama Pert, debemos enumerar las etapas. Ello obedece a varias razones:

1. Para identificar o localizar en qué parte del diagrama se encuentra una etapa o actividad. La etapa puede quedar identificada por un número y las actividades por dos (el de su etapa inicial y el de su etapa final). Por esta razón, una vez trazado el diagrama, las enumeramos de izquierda a derecha y de arriba a abajo.

En la enumeración utilizamos solamente los números múltiplos de diez, al menos en la numeración unicial, ya que de esta manera, si posteriormente hubiera que añadir alguna nueva etapa, se podría numerar sin introducir números fuera de la secuencia. Bastaría con utilizar el comprendido entre el suceso anterior y el posterior.

2. La numeración secuencial permite descubrir si en la red existen circuitos cerrados o bucles, es decir, caminos cerrados que vuelven a un suceso o etapa anterior y, por tanto, no permitirían el avance hacia el objetivo final, sino un movimiento rotatorio. Cada etapa sucesiva tiene un número mayor que sus predecesoras.

Todo esto queda reflejado en el gráfico número 2.

ASIGNACION DE RECURSOS A CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES

Para ello, debemos considerar lo siguiente:

1. Determinar la persona responsable de la ejecución de cada una de las actividades.
2. Asignar los recursos para su ejecución.
3. Determinar el lugar donde se va a realizar.
4. Predecir el tiempo o duración de cada una.
5. Saber el día y hora en que ha de realizarse.

Cada actividad precisa un tiempo para su ejecución, tiempo que ha de ser asignado de un modo realista, ya que, en caso contrario, la programación sería irrealizable. Por otra parte, el tiempo es irreversible y cuando no se aprovecha bien repercute en la cantidad y calidad del aprendizaje.

Si consideramos que cada aprendizaje tiene una edad crítica para su asimilación en condiciones óptimas, edad que coincide con la plenitud o madurez de la facultad que hemos de emplear para la asimilación de ese aprendizaje; el no asimilarlo en ese punto del tiempo supone renunciar a hacerlo en las mejores condiciones, ya que perder la ocasión óptima supone, en caso de recuperación posterior, un aprendizaje disminuido en cantidad y, lo que es más importante, en calidad y realizarlo con mucho más esfuerzo.

Para calcular el tiempo que cada actividad va a precisar para su ejecución el método Pert procede del modo siguiente:

La persona o personas con experiencia en las actividades a realizar hacen tres estimaciones del tiempo que necesitaría cada actividad.

1. Tiempo optimista, que es el tiempo que se necesitaría para realizar la actividad si se procediera en condiciones ideales y no se presentara ninguna dificultad o complicación imprevista. La posibilidad, en la realidad, de realizar la actividad en este tiempo es muy pequeña. Tal vez no superior al 1 por 100.

2. Tiempo más probable. Es el tiempo que

se necesitaría para realizar una actividad en circunstancias normales. Esta estimación se apoya en la experiencia anterior de los estimadores. Tiene en cuenta las circunstancias reales que se espera han de existir y considera algunos retrasos debidos a imprevistos.

3. Tiempo pesimista. Es el tiempo que se necesitaría para realizar una actividad si todo marchara mal, se presentaran dificultades inhabituales y complicaciones imprevistas. La probabilidad de realizar esta actividad en un tiempo mayor que la estimación pesimista tal vez no sea superior al 1 por 100.

Las estimaciones del tiempo se obtienen siguiendo no el orden o sucesión de actividades con objeto de evitar la tendencia a ir sumando mentalmente y comparando con la idea preconcebida que se posee de la duración del proyecto. Contemplando las actividades sin orden gozarán de más independencia.

Los tiempos se pueden expresar en horas, días, semanas o meses del calendario. Las estimaciones temporales se representan con las letras siguientes:

- a) Estimación optimista.
- b) Estimación pesimista.
- m) Estimación más probable.
- te) Tiempo medio en que se realizaría la actividad si se repitiese muchas veces. Representa el valor medio de las tres estimaciones.

Podemos calcular que cuanto más distantes están los cálculos optimistas y pesimistas entre sí, mayor es la incertidumbre, porque el tiempo medio calculado (*te*) sólo indica la fecha de terminación de una actividad con la mayor probabilidad de acertar. Pero el tiempo real de una actividad sólo se puede saber cuando se termina la ejecución de esa actividad. Por esta causa, la duración de una actividad está sujeta a una incertidumbre o a una mayor o menos probabilidad de que sea terminada en el tiempo previsto (*te*).

Para medir la incertidumbre o probabilidad de una actividad se usa la varianza. Si la varianza es grande, también lo es la incertidumbre en cuanto al tiempo que consumirá la actividad. Si es pequeña, el tiempo será bastante preciso. El valor de la varianza está en función de la apreciación optimista y pesimista del tiempo.

COLOCACION DE LOS TIEMPOS EN EL DIAGRAMA PERT

Algunos colocan sobre las flechas del diagrama las tres estimaciones por este orden: optimista, más probable, y pesimista; otros, no obstante, ponen el (*te*). Nosotros utilizaremos el (*te*) con objeto de hacer el diagrama más claro y supuesto que tiene el mismo valor. He aquí las estimaciones que ha hecho un grupo de trabajo en el proyecto que venimos comentando:

ACTIVIDAD	(<i>te</i>)	ACTIVIDAD	(<i>te</i>)
10 20	3	80 90	6
10 30	1	90 120	2
10 40	6	100 130	0
10 50	6	100 140	3
20 100	2	110 120	0
30 60	1	110 130	0
40 70	2	110 140	3
50 80	2	120 130	0
60 130	2	120 140	3
70 120	4	130 140	3

Las actividades con (*te*)=0 son actividades ficticias; sólo indican prioridad y en el diagrama se expresan con línea entrecortada. No consumen tiempo.

El resultado de esta operación queda expresado en el gráfico número 2.

PREDICCIÓN DE LA DURACION DE CADA ETAPA Y DEL PROYECTO EN SU TOTALIDAD

Importa ahora saber el menor tiempo posible en que una etapa puede ser alcanzada. Se deduce sumando los (*te*) de todas las actividades anteriores que concurren en ella. Si hay varios caminos, el más largo representará el tiempo mínimo que será necesario para alcanzar esa etapa. Para representar estos tiempos empleamos el símbolo (TE), que se coloca sobre las etapas en el diagrama.

Para alcanzar la etapa 10, como no hay actividades anteriores a ella, no hay consumo de tiempo y, por tanto, el (TE) de la etapa 10 será 0.

El (TE) de la etapa 20 será 3.

El (TE) de la etapa 100 será 5.

En la etapa 140, que es el objetivo final del proyecto, inciden varias vías o caminos y no se puede considerar alcanzada mientras no estén realizadas todas las actividades de esas vías o caminos. Por tanto, el tiempo menor para alcanzar el objetivo es el del camino más largo.

Los (TE) del proyecto que estamos estudiando puede observarse en el cuadro siguiente:

ETAPA	SUMA DE LOS (te)	(TE)
10	0	0
20	3	3
30	1	1
40	6	6
50	6	6
60	1+1	2
70	6+2	8
80	6+2	8
90	8+6	14
100	3+2	5
110	8+4	12
120	14+2	16
130	2+2	4
140	16+3	19

Los (TE) se colocan sobre las etapas en el diagrama Pert (véase gráfico número 2).

TIEMPO MÁXIMO PERMISIBLE PARA ALCANZAR LAS ETAPAS

Tiempo máximo es el que disponemos como máximo disponible, dentro del cual debe alcanzarse una etapa para que el proyecto se mantenga dentro de la programación prevista. Estos tiempos tienen su origen en una fecha previamente establecida, que es la del tiempo total que tenemos para terminar el proyecto. En nuestro caso es de diecinueve días.

El símbolo para representar los tiempos máximos permisibles es (TL).

El tiempo total de que disponemos para terminar un proyecto se representa por el símbolo (TS). El (TE), (TL) y (TS) de la última etapa coinciden.

Los (TL) se calculan de forma inversa a como se calculan los (TE), es decir:

1. Para obtener el (TL) de una etapa se resta el valor (te) del valor (TL) de la etapa siguiente.

2. Si se obtienen varios valores (TL) se elegirá el menor.

3. Se empieza por la última etapa y se termina por la primera.

Los valores (TL) se anotan debajo de cada etapa.

HOLGURA DE UNA ETAPA

Para cada etapa el (TL) es el mayor tiempo permisible y el (TE) el tiempo promedio esperado. Conocidos ambos podremos calcular la holgura, puesto que ésta no es más que la diferencia entre (TL) y (TE).

El valor de la holgura puede ser positivo, negativo o 0, dependiendo de los valores de (TL) y (TE). La holgura positiva indica adelanto del programa o la cantidad de tiempo que puede demorarse un acontecimiento sin afectar de manera adversa a la finalización del proyecto en el tiempo previsto. Hay, en este caso, exceso de recursos (tiempo, medios materiales, técnicos, humanos, etc...), lo que origina un margen de seguridad.

La holgura negativa indica un retraso en el programa y se da cuando el tiempo disponible es menor que el permitido o esperado. Se debe a falta de recursos (tiempo, medios materiales, medios técnicos, humanos, etc...). Indica que la etapa final del proyecto no podrá alcanzarse en la fecha convenida con el plan de trabajo existente. En este caso, si se desea alcanzar el objetivo en el tiempo previsto, es preciso revisar el proyecto.

Holgura 0 indica un programa ajustado. No hay exceso de recursos ni margen de seguridad.

Las etapas con holgura positiva son flexibles respecto a cuando se pueden comenzar o terminar. Se pueden demorar sólo en el tiempo de su holgura, de lo contrario se hacen críticas. Pueden iniciarse al principio o cuando ha transcurrido el tiempo de su holgura, pero nunca más tarde. Las etapas de holgura 0 no

son flexibles, de forma que si se demora cualquiera de ellas se demora en la misma medida todo el proyecto. Estas etapas inflexibles se llaman críticas y en el diagrama se señalan cortando la flecha con dos rayas.

Como las etapas con holgura positiva tienen exceso de recursos, estos pueden aplicarse a las etapas de holgura 0 ó negativas.

CAMINO CRITICO

Camino crítico es el que totaliza la mínima holgura. Las actividades de ese camino no tienen holgura para empezar ni para terminar y, además, presentan las siguientes características:

1. El camino crítico es el más largo desde la primera a la última etapa.
2. Hay siempre un camino crítico, por lo menos.
3. Cualquier retraso en una etapa situada en camino crítico repercutirá sobre la etapa final en la misma cantidad; es decir, retrasará el proyecto en esa cantidad de tiempo.
4. Para acortar un proyecto deben hacerse más cortas algunas de las etapas críticas o eliminarlas.
5. La aplicación de esfuerzos adicionales es inútil, a menos que primero se haga más corto el camino crítico.
6. Es esencial el control de las etapas críticas.

En nuestro estudio tenemos dos caminos críticos, cuya holgura es, por tanto, 0. Estos caminos son los formados por las etapas siguientes:

10-50-80-90-120-140.

10-40-70-80-90-120-140.

Estas son, pues, las etapas que merecen una vigilancia especial.

CALCULO DEL GRADO DE PROBABILIDAD O INCERTIDUMBRE DEL PROYECTO

Este trabajo se realiza en dos fases.

En la primera se utiliza la fórmula siguiente:

$$Z = \frac{TS - TE}{\sqrt{\sum \sigma^2 TE}}$$

Z = Factor de probabilidad.

TS = Fecha convenida para terminar el proyecto.

Σ = Suma de.

σ²TE = Varianza de los TE de las etapas situadas en el camino crítico y que se obtiene mediante la fórmula.

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2$$

En la segunda fase el valor de (Z), mediante la consulta de una tabla de valores de funciones normales de distribución, se obtiene en tantos por ciento de probabilidad.

Una probabilidad comprendida entre el 25 y el 65 por 100 puede considerarse aceptable; menos del 25 por 100 es muy baja la probabilidad de terminar el proyecto dentro del tiempo previsto; una probabilidad superior al 65 por 100 supone exceso de recursos. La probabilidad no sólo se puede hallar para el objetivo final, sino que se puede obtener para cualquier etapa, siempre que se nos dé un tiempo convenido para terminarla.

CONCLUSION

El mayor valor del Pert en educación, y esto creemos justifica el empleo de esta técnica, radica en su metodología, consistente, como queda dicho, en un análisis exhaustivo de todas las posibles vías, caminos u opciones y posibilidades que tenemos para resolver una situación; la elección, en consecuencia, de la mejor en aquella coyuntura; la ordenación secuencial e interrelación de etapas y actividades y su expresión gráfica y global que nos permite contemplar el proyecto de un solo golpe de vista.

El cálculo de los tiempos es complejo y difícil, quizá imposible, en educación, por ser ésta una actividad muy condicionada, pero esto no resta valor a una técnica que ciertamente es un instrumento contra el azar, la improvisación, desorden y rutina, factores negativos de un trabajo serio, de calidad y rentable, y que, además, permite la optimización de los recursos disponibles.

