



2

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROBLEMAS DE PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

Todos los problemas de programación de actividades presentan unas características comunes que están asociadas a tres aspectos principales:

- El objetivo que persiguen los métodos de programación.
- El enfoque del problema bajo la óptica de la Dirección de Operaciones.
- Las restricciones que pueden afectar al despliegue de un proyecto.

Acto seguido, pasamos a describir tales aspectos.

2.1. Objetivo de los métodos

Los métodos para resolver un problema de programación de actividades tienen como objetivo estudiar y controlar el despliegue de un proyecto. Se trata, por tanto, de establecer un calendario inicial del proyecto y disponer de herramientas para ayudar a su seguimiento y control, así como para facilitar una ágil actualización ante posibles contingencias.

Obviamente, el objetivo anterior presenta al menos dos vertientes: (i) la gestión caracterizada por la función planificación, y (ii) la tecnológica que puede afectar al despliegue de un proyecto tanto más cuanto mayor sea su duración. Aquí, se considera solo la primera vertiente; por tanto, lo que compete a lo tecnológico se considera resuelto o que se estudia aparte.

En este marco conceptual, la solución a un problema se denomina *Programa*, y se considera que toda solución está constituida por dos partes estrechamente ligadas; estas son:

1. *Calendario*: Sintetiza, en el transcurso del tiempo, la realización de todas las actividades, lo que implica tener que determinar las fechas de inicio y de finalización de las mismas.
2. *Asignación de recursos*: Expresa la forma o modalidad de realizar cada actividad, entre todas las posibles, en función de los recursos disponibles. La asignación de recursos en mayor o menor cuantía afectará, entre otras cosas, a la duración de las actividades, a las fechas de inicio y finalización de las mismas y al tiempo de ejecución del proyecto.

Como veremos más adelante, la configuración de un Programa responderá a uno o más criterios de selección (optimización) dentro del conjunto de soluciones posibles.

2.2. Enfoque del problema

Comúnmente, el modelo conceptual que rige la programación de actividades corresponde al *enfoque actividades* de la Dirección de Operaciones. Así, asumiremos que la realización de todo proyecto se puede descomponer en las ejecuciones de un conjunto de actividades o tareas.

Las tareas juegan aquí el papel de operaciones elementales que son indivisibles a los ojos del planificador; por ello, estas entidades son las que se programarán y controlarán. Esto significa que el grado de finura en la descomposición del proyecto está sujeto a los objetivos del que planifica y controla. La carga de trabajo contenida en una actividad depende del nivel de detalle con que se deseé trabajar, de forma que, unas veces, una tarea puede consistir en la localización de puntos de carga para vehículos eléctricos en una ciudad y otras veces una tarea representa una parte insignificante, tal como la sujeción al suelo de un punto de carga eléctrica en un barrio determinado. Obviamente, la descomposición del proyecto en tareas elementales exige el uso de conocimientos tecnológicos propios del proyecto y, también, de las técnicas de modelización y de planificación, por lo que, la definición de las tareas debe contar con la colaboración entre los responsables técnicos y los planificadores.

El número de actividades puede ser muy variado de uno a otro proyecto: a veces son decenas y otras son millares. Dicho número depende de la duración del proyecto (estimada a priori), la complejidad y el grado de control deseado. Por supuesto, cuantas más tareas tenga el proyecto mayor será el parecido del modelo con la realidad, pero tal modelo será más difícil de manejar. Lógicamente, los medios empleados para programar y controlar pueden ser distintos según el volumen de la información que tratar; por supuesto, cuando dicho volumen sea importante (v.gr. 5.000 actividades), lo razonable será recurrir al soporte informático.

Las actividades de un proyecto están asociadas a un conjunto de atributos que se pueden agrupar en tres categorías:

- Atributos de identificación.
- Atributos temporales.
- Atributos de requerimiento de recursos.

La función desempeñada por los atributos es muy simple: facilitar la perfecta definición de cada tarea en el marco de la gestión del proyecto.

Atributos de identificación

Como su nombre indica, sirven para reconocer las tareas, clasificarlas y vincularlas a un órgano responsable; estos son:

1. *Código*: Conjunto de caracteres alfanuméricos (v.gr. mnemotécnico de un reducido número de caracteres) que permite al usuario interesado acceder de forma rápida a la información sobre la tarea específica que deseé consultar o modificar. La codificación es un ejercicio práctico y obligado en los proyectos que presentan un gran número de actividades.
2. *Denominación*: Breve descripción de la actividad. Debe ser lo suficientemente breve como para saber de qué se está hablando cuando el código por sí solo no pueda cumplir la función de identificación completa.
3. *Tipo de tarea*: Breve conjunto de caracteres alfanuméricos (puede estar incorporado en el código). Su función es permitir agrupaciones de actividades en función de algún criterio. Es útil en proyectos de gran envergadura para controlar globalmente las tareas que pueden ejecutarse simultáneamente requiriendo los mismos tipos de recursos escasos.
4. *Órgano responsable*: Sirve para identificar la entidad o persona responsable de la tarea dentro de la organización del proyecto.
5. *Otros atributos de identificación*: Además de los anteriores pueden estar presentes otros atributos que permiten identificar las actividades, propiciando la buena gestión, tales como: (i) pertenencia de una tarea a un subproyecto, (ii) nivel de control exigido a la tarea, (iii) clientes para los que se realiza la tarea, (iv) otras empresas u organizaciones involucradas en la tarea, etc.

Atributos temporales

1. *Duración de la tarea*: Es el número de períodos previstos para realizar la tarea en función de una asignación concreta de recursos. Lógicamente, el tiempo de compleción de una tarea es función del nivel de los recursos asignados a la misma. Por ejemplo, el tiempo que se precisa para la tarea de obra civil correspondiente a adecuar las calles de un distrito, con el propósito de instalar puntos de carga de vehículos eléctricos, depende de la extensión del distrito, del número de técnicos y operarios disponibles y de la maquinaria que se dedique a esta operación.

En general, no existe una relación directa entre la duración de una tarea y los niveles de los recursos que emplear. En algunos modelos se simplifica este problema considerando un único recurso o, alternativamente, reduciendo todos los recursos a sus costes, estableciendo así una relación inversa entre costes y duraciones de las tareas.

La unidad de tiempo que elegir depende del grado de detalle exigido al programa y su control, así como de las características del proyecto. Por ejemplo: (i) en un programa de producción diario, el tiempo se mide en minutos o en ciclos de fabricación; (ii) en un proyecto para el diseño de un prototipo que durará unas 5 semanas, el tiempo se mide en horas; (iii) en la construcción de un edificio, el tiempo se mide en horas; etc. En

general, la tarea con menor duración es la que marca la pauta para elegir la unidad de tiempo.

2. *Fechas previstas:* Las fechas más importantes son las de inicio y finalización de cada tarea que resultan del proceso de programación del proyecto. Cuando la duración del proyecto es significativa, es necesario revisar el programa cada cierto tiempo, el cual se denomina período de revisión. Tras cada revisión y cuando es necesario, el proyecto se reprograma y se actualizan todas las fechas de inicio y finalización de las tareas pendientes de ejecución.
3. *Fechas reales:* El control sobre el proyecto da la posibilidad de establecer las fechas reales de inicio y de finalización de las tareas una vez concluidas. Una métrica útil para conocer la forma en que evoluciona el proyecto es el porcentaje del trabajo realizado sobre el total previsto, el cual permite estimar el grado de compleción del proyecto.
4. *Otros atributos temporales:* Distinguiremos dos tipos: (i) atributos que afectan a las fechas de las tareas, tales como las fechas mínimas y máximas de inicio de cada actividad sin que el proyecto sufra retraso, y (ii) índices de prioridad asociados a las tareas con el propósito de avanzar o retrasar los lanzamientos de las actividades cuando exista un conflicto de asignación de recursos por falta de disponibilidad de los mismos.

Atributos de requerimiento de recursos

1. *Tipo de recurso:* Atributo cualitativo que permite conocer los elementos necesarios para realizar cada actividad. Entre ellos están: los recursos humanos según especialidad (v.gr. médicos, ingenieros, operarios cualificados, etc.), los materiales, los equipos técnicos, la instrumentación, la maquinaria, etc.
2. *Cantidad de recurso:* Atributo cuantitativo que permite conocer las unidades necesarias de un determinado recurso para desarrollar una actividad concreta.

2.3. Factores causantes de las restricciones

En todo proyecto, la ejecución de las tareas está sujeta a un conjunto de restricciones que limitan los valores de algunas variables. Un proyecto no se puede realizar de cualquier manera, pues existen una serie de factores que lo conducen y condicionan. Las aquí llamadas restricciones constituyen la representación formal de las exigencias impuestas por los siguientes factores:

1. *Los conocimientos científico-tecnológicos:* Se puede gozar de la disponibilidad de todos los recursos imaginables, incluso los financieros. Pero, si no se tienen los conocimientos necesarios para desplegar un proyecto, es difícil, por no decir imposible, hacerlo realidad. Basta pensar en el número de

- países que están en condiciones actualmente para enviar un *róver* a Marte o para diseñar una vacuna para la COVID-19 en breve tiempo.
2. *El orden de ejecución natural de las tareas:* Obviamente, algunas actividades no pueden (o no deben) comenzar hasta que otras que las preceden de forma natural finalicen o tengan cierto grado de compleción. Por ejemplo, no puede ensamblarse un conjunto si no se han completado los trabajos que permiten obtener sus componentes, tampoco se pueden levantar las paredes de un edificio convencional sin haber cimentado y, previamente, explanado el terreno, etc.
 3. *Simultaneidad incompatible entre actividades:* El hecho de que dos o más tareas, sin orden de ejecución natural, no puedan desplegarse simultáneamente es frecuente cuando se dispone de un solo equipo o de una sola instalación que no permiten ejecutar a la vez las tareas que los utilizan. En este caso, aparecen restricciones de carácter disyuntivo.
 4. *Fechas de lanzamiento y vencimiento naturales:* Algunas actividades deben estar listas no más tarde de una fecha concreta para así cumplir los plazos establecidos en un contrato. En ocasiones, los retrasos se pueden compensar penalizando económicoamente al órgano responsable; otras veces, los retrasos son sinónimo de *fracaso*, como no completar a tiempo las operaciones básicas para organizar un congreso mundial o no disponer de todas las instalaciones deportivas que se utilizan durante la celebración de unos juegos olímpicos.
 5. *La disponibilidad de recursos humanos:* En general, el número de personas disponibles para realizar tareas, independientemente de su cualificación, está limitado. Si al mismo tiempo, muchas tareas requieren una misma categoría de personal con limitación en número, entonces, será difícil ejecutarlas todas a la vez, unas deberán esperar a que otras concluyan y liberen el personal empleado. Por ejemplo, en un proyecto de urbanización de unos terrenos, la constructora deberá asignar recursos humanos a los bloques de viviendas (por fases) en función de las necesidades y de los límites impuestos por la contratación del personal.
 6. *Grado de calificación de los recursos humanos:* En ocasiones, hay recursos humanos disponibles, pero no presentan el grado calificación o habilidad suficientes para realizar las tareas. A efectos prácticos, tal situación equivale a la anterior.
 7. *Régimen laboral:* La Ley nos condiciona a todos, y así debe ser. En particular, las leyes y los convenios colectivos establecen el régimen laboral de una empresa, por lo menos en Occidente. Este hecho limita la disponibilidad de los recursos humanos, entre otras cosas, y, por tanto, condiciona la duración de todo proyecto.
 8. *Disponibilidad y calidad de los materiales:* Es obvio que las tareas que requieren ciertos materiales para su ejecución no pueden comenzar hasta que estén disponibles. Cuando los plazos de entrega de los materiales críticos son significativos, es preciso prever las fechas de inicio de las actividades.

- des que los precisan, con el propósito de lanzar las órdenes de emisión con la antelación suficiente para que aquellos lleguen en el momento preciso (o antes), en la cantidad necesaria (o más) y al lugar idóneo (o muy cercano). Además, hay que contar con posibles incidencias ajenas al proceso de programación, las cuales pueden condicionar el desarrollo de las tareas por falta de materiales, tal como ocurre cuando se retrasan las entregas de los proveedores por las causas que sean.
9. *Disponibilidad de instrumentación y de equipos:* En general, una máquina especializada no puede realizar al mismo tiempo dos o más actividades distintas que la precisen. Por tanto, el límite del número de unidades de los elementos del equipo afectará a la duración del proyecto, cuando tales elementos son requeridos por muchas actividades a la vez. Lo mismo sucede con los instrumentos y herramientas cuando están solicitados por encima de su disponibilidad.
 10. *Factores comerciales:* En el ámbito comercial sujeto a un entorno competitivo, no ser el primero puede considerarse fracaso. Por ello, en ocasiones, conviene adelantar al máximo la compleción de las tareas y terminar el proyecto lo antes posible, incluso antes de lo previsto en un principio, lo cual puede dar lugar a un incremento de los costes respecto a los inicialmente calculados. Por ejemplo, en el diseño de un prototipo de un vehículo eléctrico, destinado a un sector concreto del mercado automovilístico, si la competencia tiene prevista la oferta de una alternativa sólida, puede convenir inyectar recursos financieros en el proyecto y, así, lanzar el vehículo al mercado lo antes posible.
 11. *Factores financieros:* También podemos encontrarnos con el caso contrario al anterior cuando resulte conveniente postergar algunas tareas de carácter financiero, provocando conscientemente un retraso del proyecto. Por ejemplo, si se tiene la expectativa de que se va a confirmar una reducción de tipos de interés por parte de un banco central, puede convenir, bajo la óptica económica, congelar los trámites para solicitar los créditos que deben financiar el proyecto.
 12. *Factores políticos:* En el ámbito político, llegar el primero también importa. Un claro ejemplo sobre el adelanto forzado de la fecha de finalización de un proyecto lo hallamos en la carrera espacial entre soviéticos y norteamericanos que tuvo lugar en la década de los sesenta del siglo pasado; la idea de llevar el primer hombre a la Luna sin duda aceleró la asignación de recursos en los proyectos desplegados por ambos países.
 13. *Factores meteorológicos:* Hay actividades que no conviene hacer en ciertas estaciones del año, como las correspondientes a un proyecto de repoblación forestal de un territorio dañado por incendios sucesivos. Del mismo modo, hay trabajos a la intemperie que no conviene realizarlos en determinadas épocas de calor o de frío; por ejemplo, las lluvias, las nevadas o el intenso calor pueden parar contundentemente una obra civil.

14. *Factores culturales*: A veces, la tradición y las costumbres han establecido los órdenes de actuación de los diversos equipos de recursos humanos durante el despliegue de un proyecto. Este hecho condiciona el orden de ejecución de las actividades, sin que exista una razón justificada, salvo la de que siempre se ha hecho así.