LA CURVA DE APRENDIZAJE

LUCAS SARMIENTO ARDILA

Cuando se realiza un trabajo repetitivo se ha descubierto empíricamente que a medida que la producción continúa, el tiempo requerido por cada artículo disminuye.

Especificamente, se ha demostrado que cuando se grafica en un papel logarítmico el tiempo promedio sobre un cierto número de unidades contra el número de serie de los artículos producidos, el resultado es una línea recta.

Consideremos:

X=Número de serie de las unidades

t_1 = Tiempo necesario para la primera unidad

μx = Tiempo necesario para la unidad número X

Tx=Tiempo total necesario para las primeras X unidades

Ax=Tiempo promedio unitario para las primeras X unidades

k = Pendiente de la curva de aprendizaje para Ax

P = Pendiente de la curva de aprendizaje para Ax en porcentaje.

Con base en lo anterior se tienen las siguientes relaciones básicas:

El tiempo requerido para X (esima) unidad está dado por el tiempo total requerido por las primeras X unidades menos el tiempo total requerido por las primeras (X-1) unidades, o sea:

$$\mu x = Tx \quad Tx\text{-}1 \qquad (1)$$

El tiempo promedio por unidad para las primeras X unidades está dado por el tiempo necesario para las primeras X unidades dividido entre X, o sea:

$$Ax = \frac{Tx}{x} \qquad (2)$$

En la siguiente figura, la línea para Ax tiene una intersección en x=1 (o sea en log x=0) cuyo valor es log t_1. Su pendiente es $-k$, siendo las pendientes hacia abajo negativas.

Dado que tenemos una línea recta en papel logarítmico, se deduce que

$$\text{Log. } Ax = \log t_1 - k \log x \qquad (3)$$

y tomando antilogaritmos:

$$Ax = t_1\, X^{-k} \qquad (4)$$

De (2) y (4)

$$Tx = x\,(t_1\, x^{\ k}) = (t_1\, x^{1-k}) \qquad (5)$$

La línea para Tx se muestra en la parte superior de la figura sustituyendo (5) en (1) obtenemos

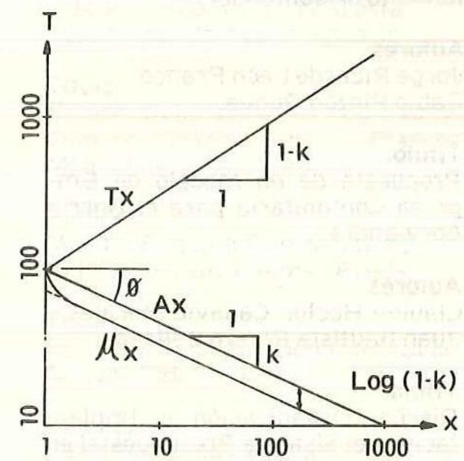
$$\mu x$$
$$\mu x = t_1 x^{1-k} \quad - t_1 (x-1)^{1-k}$$
$$= t_1 \langle x^{1-k} - (x-1)^{1-k} \rangle \qquad (6)$$

La función μx, como se muestra en la figura, primero se desvía de Ax y después se coloca paralela a ella.

Cuando x > 10 se obtiene

$$\underset{x>10}{\mu x \approx t_1} \quad X^{-k} \quad (1-k) = Ax \quad (1-k) \qquad (7)$$

Sobre el papel logarítmico esta línea es paralela y recta a Ax y a una distancia de log (1-k) de ella.



Otra fórmula útil es el tiempo total Ta,b requerido para hacer las unidades numeradas desde a hasta b (b > a).

Puesto que Ta.b=Tb - Ta-1 (5) nos da:

$$Ta.b = t_1 \langle b^{1-k} - (a-1)^{1-k} \rangle \qquad (8)$$

Por convención una curva de aprendizaje es a menudo conocido por su porcentaje de aprendizaje p. el cual es otro modo de medir la pendiente.

En general $p = \frac{A2x}{Ax}$ (9)

Cuando x > 10 aproximadamente

$$p = \frac{\mu 2x}{\mu x} \qquad (10)$$

La relación p y k se obtiene sustituyendo (4) en (9)

$$p = \frac{(2x)^{-k}}{x^{-k}} \qquad (11)$$

$$k = \frac{-\log p}{\log 2} = (-3.32) \log. p \qquad (12)$$

Para graficar la línea Ax convenientemente, es útil tomar la siguiente relación para el ángulo θ:

$$K = \tan \theta \qquad (13)$$

Ejemplo: La primera de un lote de 190 máquinas requiere de 100 horas para ser ensamblada donde una tasa de aprendizaje del 80%, encuentre a) el tiempo promedio del lote; b) el tiempo total para el lote; c) el tiempo para la última unidad; d) el tiempo total para las últimas 10 unidades; 3) e) el tiempo para la 64a máquina f) el tiempo promedio para las primeras 32 máquinas.

a) de (12) K=(-3.32) log(0.8)=(3.32)(-0.0969)=0.322
de (4) a $90 = 100(90)^{-0.322} = 23.48$ horas/unidad

b) de (2) T90 = 90(23,48) horas/unidad=2113,2 horas

c) de (7) dado que X 10
$\mu 90$ = a 90 (1-k) = 23.48 (1-0,322)= 15,92 horas

d) de (8)
$T80{,}90 = 100\ (90^{-0{,}678} - 80^{-0{,}678})$
= 100 (21,1337 - 19.5117) = 162,2 horas

e) de (7) $\mu 64 = 100\ (64)^{-0{,}322}$ (1-0.322)=17.77 horas

f) Esto puede ser determinado como en a) o también utilizando (9) y multiplicar sucesivamente la Ax previa por p=0.8 cada vez que x se duplique:

x	1	2	4	8	16	32
		80				
Ax	100	80	64	51.2	40.96	32.77

h/unidad

BIBLIOGRAFIA

Métodos cuantitativos en Administración JOHN ULLMAN.