Tabla 21.1 Resultados de la regla del trapecio de aplicación múltiple para estimar la integral de $f(x) = 0.2 + 25x - 200x^2 + 675x^3 - 900x^4 + 400x^5$ de $x = 0$ a 0.8. El valor exacto es 1.640533.

n	*h*	*I*	ε_t (%)
2	0.4	1.0688	34.9
3	0.2667	1.3695	16.5
4	0.2	1.4848	9.5
5	0.16	1.5399	6.1
6	0.1333	1.5703	4.3
7	0.1143	1.5887	3.2
8	0.1	1.6008	2.4
9	0.0889	1.6091	1.9
10	0.08	1.6150	1.6

duplicar el número de segmentos, el error se divide entre cuatro. En las siguientes secciones desarrollaremos fórmulas de grado superior que son más exactas y que convergen más rápido hacia la verdadera integral conforme los segmentos aumentan. Sin embargo, antes de investigar tales fórmulas, analizaremos algoritmos computacionales para implementar la regla del trapecio.

21.1.3 Algoritmos computacionales para la regla del trapecio

En la figura 21.9 se dan dos algoritmos simples para la regla del trapecio. El primero (figura 21.9*a*) es para la versión de un solo segmento. El segundo (figura 21.9*b*) es para la versión de múltiples segmentos con un ancho de segmento constante. Observe que ambos están diseñados para datos que se hallan en forma tabular. Un programa general deberá tener la capacidad de evaluar también funciones o ecuaciones conocidas. En el siguiente capítulo ilustraremos cómo se manipulan las funciones.

***a*) Un solo segmento**

```
FUNCTION Trap (h, f0, f1)
  Trap = h * (f0 + f1)/2
END Trap
```

***b*) Segmentos múltiples**

```
FUNCTION Trapm (h, n, f)
  sum = f0
  DOFOR i = 1, n – 1
    sum = sum + 2 * fi
  END DO
  sum = sum + fn
  Trapm = h * sum/2
END Trapm
```

Figura 21.9
Algoritmos para la regla del trapecio *a*) de un solo segmento y *b*) de múltiples segmentos.

EJEMPLO 21.3 Evaluación de integrales con la computadora

Planteamiento del problema Con software basado en la figura 21.9*b* resuelva un problema relacionado con el ya conocido: paracaidista en caída. Como usted recordará del ejemplo 1.1, la velocidad del paracaidista está dada con la siguiente función en términos del tiempo:

$$v(t) = \frac{gm}{c}\left(1 - e^{-(c/m)t}\right) \tag{E21.3.1}$$

donde v = velocidad (m/s), g = constante gravitacional de 9.8 m/s^2, m = masa del paracaidista igual a 68.1 kg y c = coeficiente de arrastre de 12.5 kg/s. El modelo predice la velocidad del paracaidista como una función del tiempo, de la manera en que se describió en el ejemplo 1.1.

Suponga que desea saber qué tan lejos ha caído el paracaidista después de cierto tiempo t. Tal distancia está determinada por [ecuación (PT6.5)]

$$d = \int_0^t v(t)\,dt$$

donde d es la distancia en metros. Sustituyendo en la ecuación (E21.3.1),

$$d = \frac{gm}{c}\int_0^t \left(1 - e^{-(c/m)t}\right) dt$$