

SUBIENDO A CUATRO CAMINOS

Algunos compañeros del Departamento de Óptica hemos discutido en descansos de media mañana si la subida a pié desde la Facultad de Ciencias Físicas hasta la plaza de Cuatro Caminos requiere un esfuerzo mucho mayor que el que es necesario para recorrer la misma distancia en llano o incluso en sentido descendente. Lo que sigue son algunos cálculos sencillos con la intención de que proporcionen argumentos cuantitativos sobre los que apoyar la discusión.

Un argumento central en la discusión es que cuando caminamos en un tramo llano estamos haciendo un esfuerzo continuado destinado a mantenernos en movimiento venciendo las resistencias internas y externas. Se trata de comparar este gasto energético con los cambios de energía potencial asociados a un ascenso (o descenso) moderados.

La hipótesis básica del cálculo es la siguiente: **en cada paso en llano hacemos un trabajo del orden de nuestra energía cinética promedio**. Esta hipótesis se basa en la observación de que cuando decidimos parar la marcha nos detenemos en una distancia equivalente a un paso sin hacer nada para disipar energía cinética, simplemente dejamos de aportar energía al movimiento (lo que no ocurre por ejemplo cuando vamos corriendo).

Con esta hipótesis el gasto energético T por paso para una masa de $m = 70$ kg a una velocidad de $v = 5$ km/h ≈ 1.4 m/s es

$$T = \frac{1}{2}mv^2 \approx 70 \text{ J}.$$

Por otro lado, el cambio en energía potencial V por paso es

$$V = mgL\text{sen}\alpha \approx 350\text{sen}\alpha \text{ J}.$$

donde $L \approx 0.5$ m es la longitud de un paso, $g \approx 10$ m/s², y α es el ángulo de la pendiente que estamos subiendo (o bajando).

Para que V sea pequeño frente a T se tiene que verificar

$$V \ll T \quad \Leftrightarrow \quad \text{sen}\alpha \ll \frac{70}{350} = 0.2 \quad \Leftrightarrow \quad \alpha \ll 12^\circ$$

Desde la Facultad de Ciencias Físicas hasta Cuatro Caminos debe de haber una ascensión de unos 100 m, siendo la distancia de unos 3 km, con lo que $\text{sen}\alpha \approx 0.03$, $\alpha \approx 2^\circ$ y el ascenso supone un 15 % de incremento del gasto energético respecto del camino llano. Estas cifras sugieren que la ascensión de pendientes moderadas requiere un esfuerzo energético relativamente pequeño frente al que es necesario para mantener simplemente el movimiento en llano.

La relación se invierte cuando consideramos pendientes serias, como unas escaleras en las que $\alpha \approx 45^\circ$ y $\text{sen}\alpha \approx 0.7$ con lo que el esfuerzo dedicado a ascender supone un incremento de 350%.

Estos cálculos son un poco alocados puesto que identifican cosas tan complejas como cansancio o esfuerzo con simples relaciones energéticas. No obstante parece que guardan cierta consistencia con otros datos independientes. La alimentación de un adulto estándar supone un aporte energético de unas 2000 Calorías (de tipo alimentario) que equivalen a unos 8.4 MJ. De acuerdo con los cálculos anteriores esta energía daría para una caminata diaria de unos 60 km, con una duración de 12 horas, lo que parece concordar con los esfuerzos y trabajos (mayormente inútiles) que realizamos todos los días.

Como señala un amable e informado comunicante, en el análisis anterior hemos pasado por alto la energía que consume un adulto en el metabolismo basal (procesos necesarios para el mero mantenimiento de la vida), que tiene lugar aunque estemos en reposo absoluto. Aunque depende del peso, edad, sexo, etc., se puede estimar en unas 65 kCal/hora, es decir, unos 80 W, ó 1500 Calorías diarias. En este contexto, el gasto de 70 J por paso del caminar en llano suponen unos 200 W ó 170 kCal/hora, al que hay que añadir el gasto del metabolismo basal. El resultado está más o menos de acuerdo con la tabla que puede encontrar en este enlace por ejemplo

<http://www.aula21.net/Nutriweb/lasnecesidenerg.htm>

En todo este texto hemos usado Calorías del tipo alimentario que equivalen a unos 4200 J. Se piden disculpas por los posibles errores e imprecisiones contenidos en estas notas y se agradecerá cualquier corrección, enmienda o sugerencia.