

La descripción más genial de lo que es una escalera se la debemos a Julio Cortázar, en cuyo relato *Instrucciones para subir una escalera* nos dice:

Nadie habrá dejado de observar que con frecuencia el suelo se pliega de manera tal que una parte sube en ángulo recto con el plano del suelo, y luego la parte siguiente se coloca paralela a este plano, para dar paso a una nueva perpendicular, conducta que se repite en espiral o en línea quebrada hasta alturas sumamente variables

incluyendo la recomendación inicial razonable:

Las escaleras se suben de frente, pues hacia atrás o de costado resultan particularmente incómodas.

para seguidamente darnos las instrucciones pertinentes de uso:

Para subir una escalera se comienza por levantar esa parte del cuerpo situada a la derecha abajo, envuelta casi siempre en cuero o gamuza, y que salvo excepciones cabe exactamente en el escalón. Puesta en el primer peldaño dicha parte, que para abreviar llamaremos pie, se recoge la parte equivalente de la izquierda (también llamada pie, pero que no ha de confundirse con el pie antes citado), y llevándola a la altura del pie, se le hace seguir hasta colocarla en el segundo peldaño, con lo cual en éste descansará el pie, y en el primero descansará el pie... Llegado en esta forma al segundo peldaño, basta repetir alternadamente los movimientos hasta encontrarse con el final de la escalera.

¡Para que luego digan que los de letras no son rigurosos! Es precisamente esta exagerada minuciosidad de Cortázar para describir algo tan cotidianamente asumido como es subir una escalera lo que hace al relato sorprendente.



Palacio de los Duques de Urbino, Urbino (Italia). Foto FMC.

Lo que les propongo en este clip es mirar a las escaleras matemáticamente y descubrir con ello su claro interés docente. Ya de entrada debemos admitir que según el material de que están hechas hay escaleras muy diversas (piedra, hormigón, madera, hierro...) y según la forma que tengan también admiten una extensa clasificación (caracol, telescópica, de techo, submarino, tijeras...). Por otra parte, la funcionalidad clasifi-

Claudi Alsina
elclip.suma@fespm.org

ca también a las escaleras en industriales, para estanterías, domésticas, monumentales, de evacuación, etc. Ya se sabe que todo en esta vida parece simple hasta que empiezas a indagar un poco (217.000 referencias en Google al entrar la palabra *escalera*).

La ley de los peldaños

Las escaleras no pueden (o no deberían) ser hechas a medida de un solo usuario. Son objetos transitables por cualquiera. Puede subir usted o bajar Cenicienta: las escaleras han de dar posibilidades de tránsito a una población muy amplia, desde jugadores de la NBA a bailarinas, pasando por niños, ancianos... Las escaleras asesinas están fuera de lugar y por tanto la ley debe intervenir.

Si considera un peldaño de altura C y huella horizontal H , las actuales normas de seguridad para la evacuación de edificios (NTP46 del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales) recomiendan valores de H superiores o iguales a 28 cm y alturas C entre 13 cm y 18,5 cm. Pero en otras normativas vigentes

“Para subir una escalera se comienza por levantar esa parte del cuerpo situada a la derecha abajo, envuelta casi siempre en cuero o gamuza, y que salvo excepciones cabe exactamente en el escalón.”

Julio Cortázar

también puede hallar otras restricciones del estilo $H \geq 25$ cm y $C \leq 17$ cm o bien (Barcelona) $H \geq 26$ cm y $C \leq 18$ cm. Algunos tratados apelan a la fórmula empírica de seguridad $H+C = 46$ cm y a la de comodidad $H - C = 12$ cm, lo cual nos lleva a un sistema de dos ecuaciones cuyas soluciones son $H = 29$ cm y $C = 17$ cm, perfectamente admisibles.

Admitamos de momento que fijamos las referencias ministeriales:

$$H \geq 28 \text{ cm} \quad \text{y} \quad 13 \text{ cm} \leq C \leq 18,5 \text{ cm.} \quad [*]$$

¿Sería esto suficiente como normativa? Evidentemente no. ¿Se imagina que *cada* peldaño fuera diferente de los demás y tuviésemos que ir calibrándolos sin poder aplicar las recomendaciones de Cortázar? ¿Qué ocurriría si la altura C fuese fija pero H fuera variando incluso llegando a valores grandes que nos hicieran perder el ritmo?

La NTP46 lo resuelve imponiendo dos condiciones (http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_046.htm) la pendiente $C:H$ debe ser constante y entre C y H deben darse las relaciones “60 $2C+H$ 65”. ¡Misterio!. Aparecen dos números (60, 65) y la expresión $2C+H$ pero la normativa se descuida (en la web) de los dos signos de desigualdad. Escrito bien sería:

$$\frac{C}{H} = p \quad \text{y} \quad 60 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 65 \text{ cm}$$

condiciones que superpuestas a las iniciales (*) aun permiten una gama amplia de valores. En muchos casos se fija para $2C+H$ el valor intermedio de 63 cm:

$$2C+H = 63 \text{ cm}$$

lo que con $C=pH$ lleva a poder expresar tanto C como H en función de la pendiente p

$$H = \frac{63}{1+2p} \quad C = \frac{63p}{1+2p}$$

También las relaciones [*] pueden formularse en este caso en relación a las pendientes.

A partir de un ángulo de 50° (y hasta 90°) es inadmisibles pensar en escaleras de obra transitables “a lo Cortázar” y se imponen escaleras metálicas o de madera que deberán subirse (y bajarse) con especial cuidado. Por esto hay tantos accidentes caseros cuando se intenta cambiar una bombilla subiendo la escalera desplegada a ritmo trepidante.

Cada tramo de escalera debe tener entre 3 y 18 peldaños, creando piadosos descansillos para recuperar la respiración y en el caso de grandes edificios asegurando que la evacuación por incendio sea posible con celeridad. Para ello las anchuras de las escaleras deben adecuarse a las plantas correspondientes, tener pasamanos, techos no claustrofóbicos, etc. Una persona debe disponer al menos de 0,28 m² para moverse y evitar el pánico y mientras que en movimiento horizontal rápido cabe suponer una velocidad de 76 m/min, en el descenso de escaleras debe suponerse que dicha velocidad desciende a 45 m/min. Todo ello ha llevado a desarrollar interesantes modelos matemáticos al servicio de la seguridad en edificios.

¿Rampas o escaleras?

Si bien las escaleras no constituyen un problema para muchas personas si que son una enorme barrera para muchísimas otras: para usted cuando se ha lastimado un pie, bebés, ancianos, compradores con carritos, esquiadores con piernas rotas,

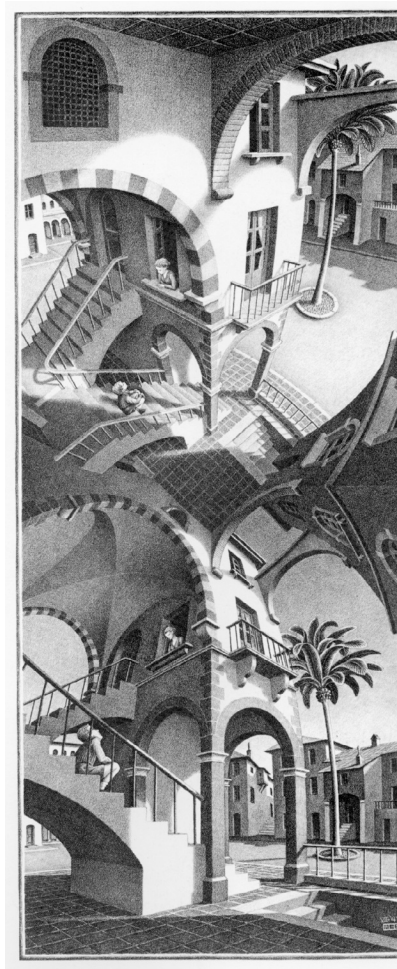
personas que usan sillas de ruedas, etc. Si bien los ascensores mitigan parte del problema de los desplazamientos interiores, al no ser estos factibles en los accesos desde la calle o no ser utilizables en caso de incendio, surge razonablemente la necesidad de rampas. Pero las rampas deben tener pendientes razonables y con permiso de Spiderman y Superman, lo único razonable para los sapiens-sapiens son pendientes del 5% no debiéndose superar el 12% (incluso las escaleras con $p=\tan A$, si $A < 20^\circ$ es recomendable que sean rampas).

Las razonables pendientes de las rampas hacen invariable su presencia en el interior de viviendas unifamiliares de diversos pisos. Así pues si usted tiene visión de futuro y piensa envejecer en casa nunca compre una casa adosada de dos o tres plantas que no tenga ascensor interior. Si lo hace, junto a la hipoteca de su vida puede estar usted asegurando acabar sus días en una cama cómodamente aparcada en el parking. ■

Para pensar un rato

Considere una escalera con pendiente $p=\tan A$ ($20^\circ \leq A \leq 50^\circ$) y techo de igual inclinación. ¿A que altura h sería razonable tener este techo (midiendo h entre un escalón cualquiera y el techo) para que una persona adulta pudiera subir por la escalera normalmente sin tocar el techo aunque levantase los brazos?

Comentarios o soluciones curiosas serán bienvenidos en elclip.suma@fespm.org



M.C. Escher: Arriba y Abajo (1947)

PARA SABER MÁS

- ALSINA, C. (2004): *Contar para vivir mejor*, Rubes, Barcelona.
NEUFERT, E. (1969): *Industrialización de las construcciones*, Gustavo Gili, Barcelona.
PEDOE, D. (1979): *La Geometría en el Arte*, Gustavo Gili, Barcelona.
QUARONI, L. (1980): *Proyectar un edificio*, Xarait Edic., Madrid.
STEEGMAN, E. y ACEBILLO, J. (1983): *Las medidas en arquitectura*, COAC, Barcelona.

En la web:

- http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_046.htm
<http://www.skalar-escaleras.com>
<http://www.escaleracaracol.com>
<http://www.arqcon.com.ar>



Convergencia

Divergencia



Fotos Vicente Sierra Puparelli