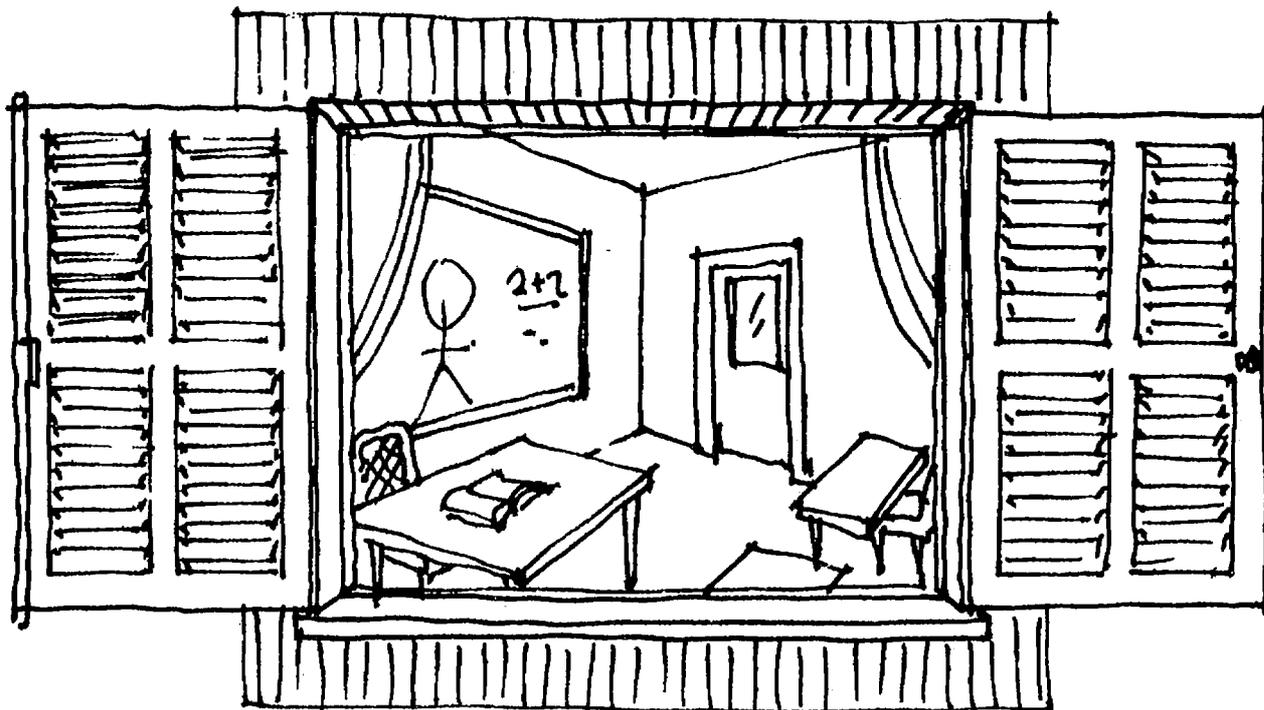


LA ESCUELA POR LA VENTANA

Juan MONJO CARRIÓ

Dr. Arquitecto, Catedrático de de Universidad



EL edificio, como obra de Arquitectura, podría ser considerado como un conjunto de espacios funcionales (habitables para un uso concreto) relacionados entre sí y determinados (definidos y delimitados) por una «piel» que, entre otras cosas, define el aspecto exterior de dicho edificio.

Esta «piel» del edificio es lo que constituye su cerramiento, tanto vertical (fachadas) como horizontal superior (cubierta) y, como tal, tiene una serie de objetivos funcionales que podríamos resumir en los siguientes:

- *Cerrar* el espacio habitable (establecer sus límites, es decir, definir físicamente su espacio).
- *Protegerlo* contra las *inclemencias exteriores*, a saber:
 - Aislarlo del frío o del calor.
 - Aislarlo de la lluvia y del viento.
 - Aislarlo del ruido.
 - Aislarlo de animales y plantas.
- *Proteger* la propiedad contra ladrones y vándalos.
- *Definir estéticamente* el edificio desde el exterior.

Es decir, tiene, básicamente, una función aislante y protectora además de estética que, en su extremo, haría del espacio encerrado un ambiente «necoi-co», normalmente difícil de habitar. Sin embargo, el hombre tiene necesidad de contacto con el exterior, ya sea la propia Naturaleza, ya la actividad humana de cualquier orden, al margen de la posible claustrofobia que produce un ambiente cerrado de dimensiones reducidas. Ello lleva a la necesidad de «perforar» este cerramiento con el objetivo básico de «comunicar» el ambiente con el exterior.

Esta comunicación puede considerarse con varios frentes, que suelen corresponder a las sensaciones que puede tener el habitante del espacio, a saber:

- La sensación de *encierro*; se puede combatir con la *comunicación visual*, es decir, la posibilidad de «ver» el exterior del espacio y, por tanto, saberse en contacto con él, aunque sea un contacto visual, o con la *comunicación auditiva*, abriendo la ventana para «oir» el exterior.
- La sensación de *agobio*, se combate con la *ventilación natural*, es decir, el simple hecho de abrir, o poder abrir, la ventana.
- Esta misma *ventilación natural* nos permitirá combatir, en determinados momentos, la sensación de *calor* o, simplemente, el ambiente enrarecido o el mal olor.

En definitiva, estamos ante una triple necesidad; por un lado, la de cerrar el espacio habitable y aislarlo del exterior. Por otro lado, la de comunicar dicho espacio interior con el ambiente exterior para hacerlo realmente habitable. Por último, la de definir y expresar estéticamente el propio edificio. Esta triple necesidad se resuelve con un elemento tan antiguo como la Arquitectura misma: la *ventana*.

La ventana nos aparece, pues, como un cerramiento permeable, que aísla y protege a la vez que comunica y embellece. Suele ser una parte del cerramiento que se puede practicar (abrir y cerrar) y que tiene una determinada transparencia que permite, hasta cierto punto, la comunicación visual. Como cerramiento, le deberemos exigir las mismas características de aislamiento, protección y estética que al resto de la fachada. Como elemento de comunicación, tendría que tener las posibilidades de visualización y ventilación que exija el ambiente que encierra.

Además, como consecuencia de todo ello, aparecen algunas nuevas exigencias. Concretamente, al ser transparente, no sólo permite las vistas del

interior al exterior, sino también las opuestas. Éstas podrían eliminar o disminuir la intimidad propia del espacio. Habrá que tamizar, pues, esta visibilidad. Asimismo, la transparencia facilita la entrada de sol que, en ocasiones, puede ser molesto por el excesivo deslumbramiento o por el aumento de la temperatura interior.

Por otra parte, la practicabilidad y transparencia hacen que su estructura sea más débil que el resto del cerramiento, lo que obliga a reforzarla, sobre todo ante el ataque a la propiedad ajena.

En resumen, esta confluencia de exigencias que recaen sobre la ventana, debida al triple frente de necesidades, hace de este elemento arquitectónico un punto singular del edificio y, por tanto, de su diseño, que ha constituido a lo largo de la Historia un elemento básico en la Arquitectura, tanto en su definición como en su construcción, así como un elemento discordante, a la vez que definidor de estilos y épocas, dada su variabilidad formal y sus posibilidades constructivas.

Por todo ello, considero fundamental que, antes de diseñar y construir una ventana de un edificio, se realice un detenido análisis de todas las exigencias comentadas para alcanzar su cumplimiento.

No es este el momento idóneo para llevar a cabo este análisis con un carácter amplio, pero sí podría ser útil hacerlo referido a la escuela, aunque sea de un modo esquemático.

Todos sabemos que la escuela es un espacio habitable con unas características de uso muy claras, por lo que no será difícil analizar la funcionalidad de la ventana que forma parte del cerramiento de ese espacio. Sin embargo, ese análisis no es tan frecuente como debiera. Veamos los aspectos más importantes:

A) COMUNICACIÓN VISUAL

Aquí podemos distinguir dos aspectos distintos:

- Visibilidad interior.
- Visibilidad hacia el exterior.

A.1 La visibilidad interior, depende, a su vez, de:

- *El nivel de iluminación interior.*
- *La ausencia de deslumbramiento,*

y es fundamental en un aula donde una parte importante del aprendizaje se basa en la transmisión visual de conocimientos.

VENTANA ALTA:
ILUMINACIÓN PROFUNDA

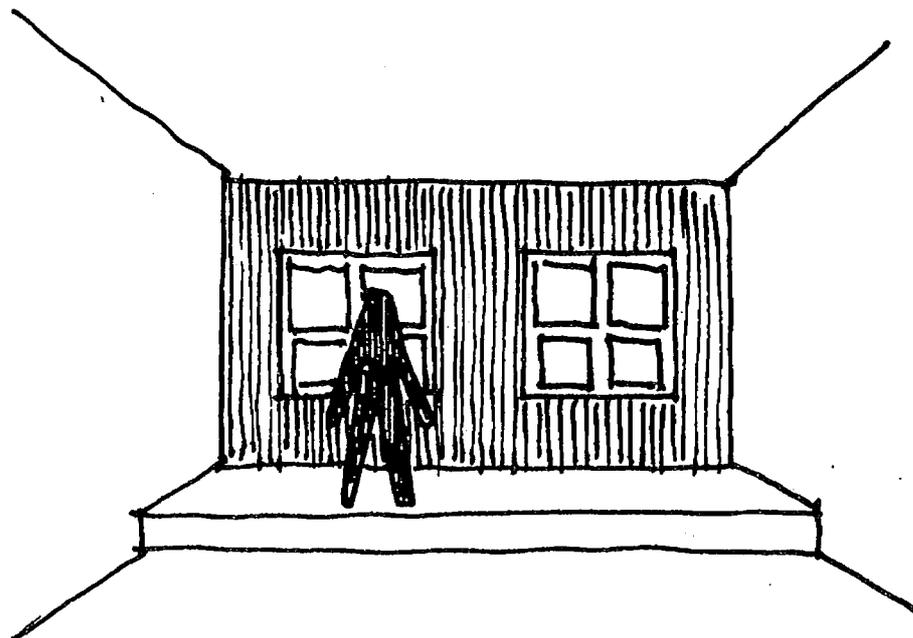


El nivel de iluminación interior se debe tratar de obtener durante las horas del día, mediante la luz natural que entra por la ventana, lo que condicionará su tamaño en relación al de la habitación. Es lo que se conoce con el nombre de Factor de Luz Diurna (FLD) y se expresa en el porcentaje de la luminancia del exterior que pasa al interior. Si, por ejemplo, tenemos un día claro, con el cielo despejado, podemos partir de una luminancia exterior de 10.000 lux. si el FLD de nuestra ventana es de 5, obtendremos en el aula un nivel de iluminación medio de 500 lux, lo que puede resultar adecuado para una clase. En la realidad, al proyectar debemos seguir el camino inverso, es decir, decidir cuál es el nivel de iluminación que deseamos dentro y, en función del nivel de iluminación exterior, establecer el FLD de nuestra ventana. Con él, y según el tamaño del aula, podremos conocer la superficie de ventana que necesitamos (superficie de cristal). En cualquier caso, hay que tener en cuenta que el FLD es válido para una determinada distancia del punto de comprobación a la ventana; ello hace que aparezcan unas curvas «isolumínicas» que nos indicarán la distribución de los niveles de iluminación naturales del aula en función de la ventana.

En cualquier caso, y como datos prácticos, aunque simplificados, se recomienda que el FLD mínimo para escuelas varíe entre 2 y 4, según el tipo de local. Por su parte, algunos autores (*) indican que el FLD apropiado puede considerarse entre 1/5 y 1/10 del cociente entre la superficie de vidrio y la del local. Con este procedimiento podemos llegar a calcular la superficie de ventana necesaria dada la superficie del local y el FLD requerido según la actividad. Por ejemplo, para obtener el FLD escolar entre 2 y 4 necesitaremos un porcentaje de hueco transparente del 20% sobre la superficie del local; así, para las aulas de 60 m², necesitaremos una superficie acristalada de 12 m². Ello nos daría un nivel de iluminación interior entre 200 y 400 lux que es adecuado para el uso escolar.

Como resumen simplificado, podemos decir que la ventana tiene que tener el máximo desarrollo lineal (ocupar toda la longitud de la fachada) y estar lo más alta posible para que su influencia llegue lo más lejos dentro del aula en toda su anchura.

Supuesto alcanzado el FLD adecuado para la exigencia de iluminación interior, debemos asegurarnos de que el tipo de iluminación es adecuada para el uso, y no se producen deslumbramientos ni contrastes excesivos.



DESLUMBRAMIENTO:
MALA VISIBILIDAD

(*) «Ventanas», H. E. Beckett y otros, G. G.1978.

El *deslumbramiento* aparece cuando existe un nivel de iluminación exagerado (mayor de 1.000 lux) en la dirección en la que debemos dirigir nuestra visual. Por ejemplo, si el profesor se coloca de espaldas a una ventana, o el sol da directamente sobre la superficie de la mesa de trabajo.

El *contraste excesivo* se da cuando entre dos superficies contiguas, situadas en el plano de posible observación, hay diferencias de nivel lumínico superiores a las admisibles para que el ojo humano se adapte rápidamente. Suele ser incómodo para el ojo a partir de diferencias superiores a diez veces la de la más baja. Es el caso típico de contrastes bruscos entre la ventana y su embocadura, cuando no existe «abocinamiento» en ésta, o la que produce un rayo de sol sobre una mesa blanca con una línea de sombra muy marcada.

Para evitar todo esto, jugaremos con:

- La situación de la ventana con respecto a la disposición del aula.
- Los elementos de oscurecimiento (persianas, parteluces, cortinas, lamas, etc.) que nos permiten graduar la intensidad del sol que entra.

A.2 La visibilidad hacia el exterior

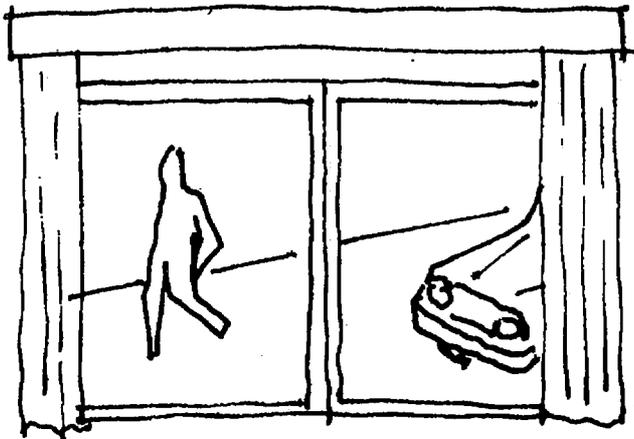
Es un aspecto que presenta dos caras, la positiva y la negativa, lo que implica el tratar de conjugarlas.

Por un lado, hemos dicho que esa comunicación hacia el exterior permite anular la sensación de encierro y de agobio que podría producir el estar entre cuatro paredes; los usuarios del aula pueden permanecer en contacto con el exterior visualmente. Por otro lado, esa visualización del exterior comporta el riesgo de distraer la atención de alumnos y profesores con la consiguiente merma en el rendimiento de la actividad escolar. Por último, debemos atender, también, a la pérdida de intimidad que puede producir la posible visualización desde el exterior, que comporta, asimismo, una posible distracción.

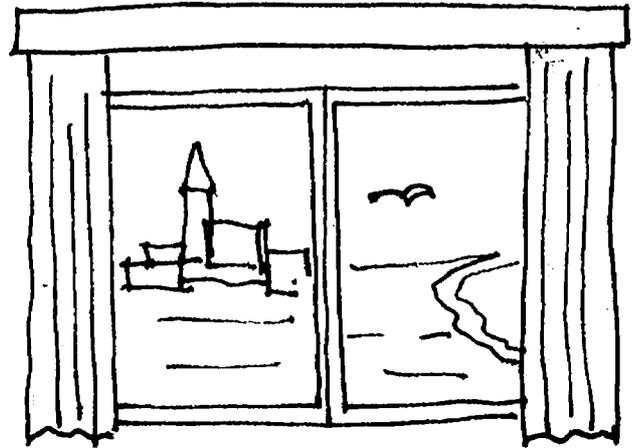
Para poder llegar a un equilibrio entre estos factores, analicemos brevemente esa comunicación visual entre el interior y el exterior.

Podríamos distinguir entre tres clases de visiones; la *próxima*, la *media* y la *lejana*.

Llamaremos *próxima* a la que permite ver personas y objetos a menos de 30 m. de distancia, lo que implica una fácil observación del detalle y del movimiento y puede llevar, por tanto, al entretenimiento y la distracción del observador.



VISIÓN PRÓXIMA: DISTRACCIÓN



VISIÓN LEJANA: TRANQUILIDAD

La visión *media* será la que la permite ver entre 30 y 100 m. de distancia lo que, según los casos, supone una distracción «voluntaria» ya que para llegar a la observación del detalle es imprescindible la atención específica del observador.

La visión *lejana*, por último, que sólo deja ver objetos por encima de los 100 m., no implica una atracción segura del observador y, sin embargo, facilita el contacto con el exterior y con el consiguiente descanso visual y anímico.

Una primera conclusión podría ser la de que las visiones que se deben permitir desde un aula son las lejanas o, en todo caso, las medianas cuando estemos seguros de que no va a haber elementos claros de distracción en ellas. Todos sabemos que el niño es propenso a la distracción al menor movimiento del exterior y, por tanto, cuantas menos facilidades le demos, mejor.

Serán visiones próximas peligrosas las que permitan ver el suelo alrededor del edificio, sobre todo si éste es la calle con paso de personas, o fachadas de otros edificios con ventanas a las que se puede asomar la gente.

Serán visiones medias con posibilidades de distracción, las que den a lugares muy transitados, aunque sobrepasen los 30 m. (calles, parques, jardines, etc.).

Serán visiones lejanas todas las que no ofrezcan obstáculos inmediatos, aunque sean urbanas, y por supuesto, las que se dirijan al cielo.

Una solución, pues, segura, sería colocar las ventanas altas, a partir de 1,20 m., para que el alumno, sentado, no pueda tener visiones próximas o medias peligrosas, sino que se aseguren las lejanas, pero que, en casos especiales, pueda optar por la visión corta sin más que acercarse a la ventana.

En cuanto a la salvaguarda de la intimidad del aula, evitando las visiones del exterior hacia el interior, podemos conectar con los párrafos anteriores, ya que sólo la visión próxima implicará la posibilidad de ser vistos desde fuera. Si evitamos ese tipo de visión habremos evitado también este problema. De lo contrario, no tendremos más remedio que recurrir a elementos de protección similares a los indicados para el excesivo soleamiento (celosías, lamas, cortina, etc.), no en balde, por donde puede entrar un rayo de sol, puede hacerlo también la visual de un observador.

Sin embargo, en este caso no es tan importante el hecho en sí de ser observado, como el de «sentirse observado».

B. VENTILACIÓN

Es, quizás, una de las funciones más importantes de la ventana, no en vano su raíz etimológica es la misma que la del viento (*ventus*). No obstante, podemos distinguir, también tres aspectos:

- La *ventilación*, propiamente dicha, con lo que supone de renovación de aire enrarecido.
- La adecuación de la *temperatura interior* por entrada de aire fresco (verano).
- La *comunicación auditiva* con el exterior.



VENTILACIÓN CRUZADA ALTA

El primero de los aspectos, la *ventilación*, es fundamental para lo que podríamos llamar la «salud» del aula y, además, permite combatir la sensación de encierro de la que hemos hablado más arriba. Para ello es necesario que el aire corra dentro del aula, lo que empieza a notarse cuando la velocidad del aire supera la de 0,5 m/sg. Ello se puede alcanzar por dos vías. El simple *cambio de presión* entre el interior y el exterior, que hace que el aire se mueva de la zona más comprimida a la más deprimida (normalmente del interior al exterior) hasta que se consiguen equilibrar las presiones (se trataría de una ventilación temporal). O, por el contrario, la *ventilación cruzada*, que se puede convertir en permanente, y que puede aprovechar, incluso, la presión de los vientos dominantes.

La primera, será útil en invierno para «limpiar» el aula del aire viciado. La segunda, será necesaria en tiempo caluroso para asegurar, además, el descenso de la temperatura interior.

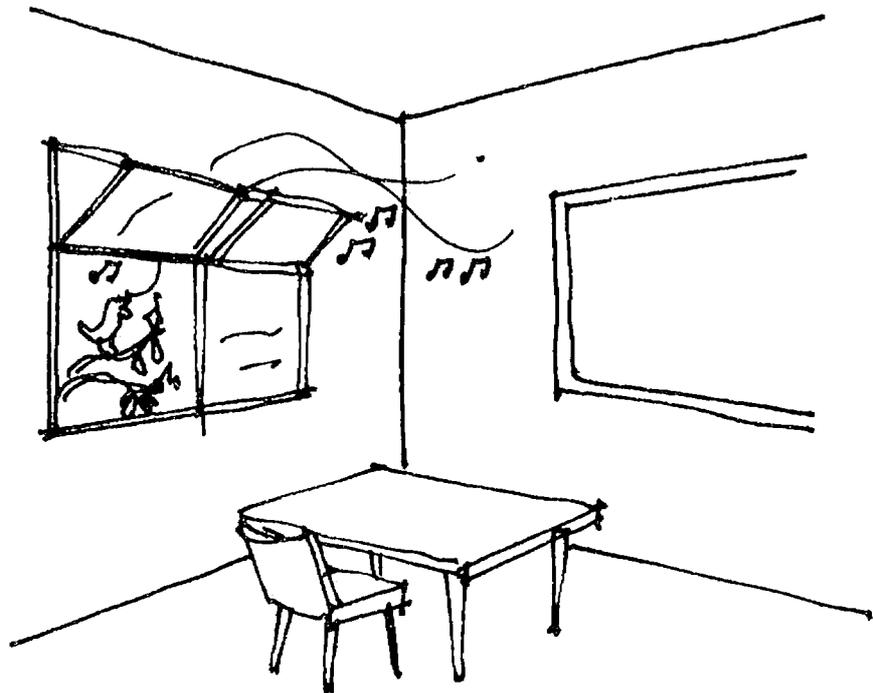
Sin embargo, esta última tiene peligro de la movilización de papeles y las corrientes molestas que lleva aparejado el viento que se produce en el interior. Para ello, la solución más corriente está en asegurar que el movimiento del aire se produzca por encima de las cabezas de los ocupantes del aula, por medio de aberturas altas en ambos lados de la sala (de nuevo nos encontramos con la conveniencia de ventanas altas). En cualquier caso, hay que tener en cuenta, que incluso con las ventanas cerradas, y en función de su tamaño y de la permeabilidad de sus rendijas, se produce una renovación permanente del aire a través de ellas que facilita la renovación del interior. Con ventanas normales es fácil que se renueve un volumen de aire del aula cada una o dos horas.

Por último, en caso de que necesitemos una renovación rápida de aire interior, lo haremos abriendo las ventanas. Se considera que la renovación es rápida si se lleva a cabo en unos 10 minutos, lo que se puede obtener cuando la superficie de ventana practicable supone entre un 5% y un 10% de la superficie total del aula a ventilar.

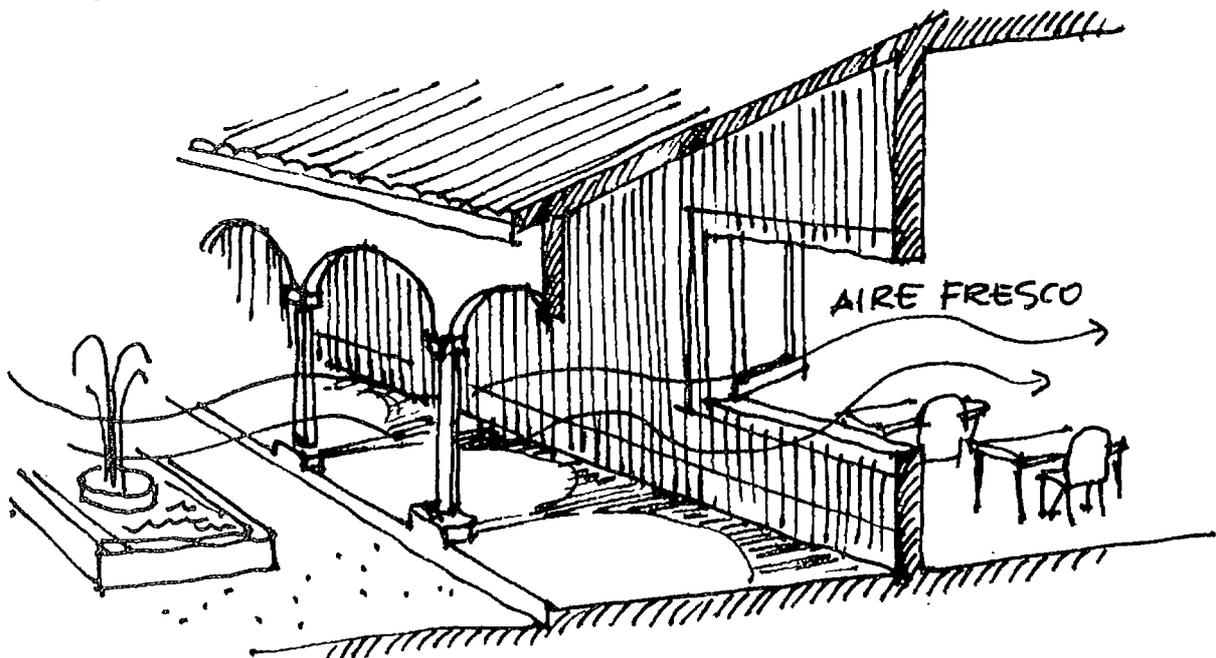
El segundo de los aspectos, la **adecuación de la temperatura interior**, es complementaria del primero y se requiere, sobre todo, en climas calurosos en los que la entrada de aire exterior más fresco permite bajar la temperatura interior. Sin embargo, cuando la temperatura exterior sea también muy alta, no tendremos más remedio que recurrir a la ventilación cruzada para que el paso del aire haga disminuir la presión interior y, por tanto, su temperatura. Si esta ventilación cruzada la combinamos, además, con unas zonas sombrías o

húmedas por donde tenga que pasar el aire exterior antes de entrar en el aula (técnica muy antigua y extendida en toda la cuenca mediterránea consistente en establecer porches y patios con fuentes delante de la habitación a ventilar) la bajada de temperatura será aún más sensible.

COMUNICACIÓN AUDITIVA



El último de los aspectos, la *comunicación auditiva* es, quizás, el más conflictivo. En efecto, por donde pasa el aire, pasa el sonido (sonido aéreo), por lo que para comunicarnos auditivamente con el exterior bastará abrir más o menos las ventanas. Sin embargo, el sonido exterior suele convertirse, muy a menudo, en ruido (sonido molesto) que, además de molestar por dificultar la audición y comunicación interior, ayuda al alumno a distraer su atención y, por tanto, bajar su rendimiento escolar.



VENTILACIÓN TRATADA

Ello, según la localización de la escuela, puede llevar a la necesidad de que las ventanas estén siempre cerradas y sean lo más herméticas posible (muy pocos permeables al paso del aire). Por ello, las soluciones en este sentido deben seguir dos líneas; por un lado, hacer las ventanas de apertura regulable para medir a voluntad, el paso del sonido exterior. Por otro, tratar de localizar y diseñar las aulas de tal modo que den a zonas donde no se produzcan sonidos molestos para la actividad docente.

C. SEGURIDAD

Es el último de los aspectos relativos a la incidencia de la ventana en el aula que vamos a comentar en este breve análisis. La seguridad del edificio como consecuencia de la debilidad que presenta la ventana con respecto al resto de la fachada al ser una especie de «herida» abierta en la «piel» del edificio.

En las escuelas, las medidas de seguridad más necesarias son las que protegen de los *actos contra la propiedad* y de los *actos vandálicos*. En los primeros, hay que impedir el paso a través; en los segundos, aumentar su resistencia para evitar su rotura y destrozos en general.

No obstante, no podemos perder de vista la seguridad ante los agentes naturales, sobre todo el viento, aunque ello es relativamente fácil de resolver técnicamente a base de utilizar una carpintería de la inercia adecuada, así como un vidrio de espesor suficiente, todo ello según las dimensiones del hueco.

En cuanto a la seguridad ante robo, deberemos establecer barreras resistentes (las tradicionales rejas) que, en cualquier caso, pueden ser los mismos elementos que necesitamos para protegernos del sol (persianas, partesoles, celosías, etc.), contruidos de material suficientemente resistente. Todo ello, por lo menos, para las ventanas accesibles desde el exterior.

Para la seguridad ante actos vandálicos, las medidas que podemos utilizar son mucho menos efectivas ya que el «vándalo» (gamberro) se puede contentar con cualquier tipo de destrozo. En cualquier caso, deberemos ir a materiales muy resistentes, tanto en carpintería, como en vidrio (antigolpe, antibala, armados, etc.), como para los elementos generales de protección. Pero, además de aumentar su resistencia, deberemos pensar en su colocación. Para ello, procuraremos que haya el menor número de elementos salientes, que ofrecen una tentación para los gamberros, y que las ventanas no estén situadas en rincones o zonas de poca visibilidad donde el vándalo se encuentra fuera de vigilancia.

Por último, y en cualquier caso, habrá que resolver el *mantenimiento*. Por un lado, los materiales de construcción no son eternos, sobre todo su aspecto. Por otro, los gamberros son casi inevitables y, en cualquier caso, tienen tendencia a cansarse, de tal modo que después de actuar varias veces sobre un mismo elemento, si éste es reparado, tienden a abandonar (en definitiva, hay que ser más constantes que los destructores).

D. NORMATIVA

Aunque, por lo que hemos podido colegir de este repaso, la ventana es un elemento fundamental para la funcionalidad del edificio, y, en concreto, de la escuela, sin embargo, no podemos decir que haya habido una normativa técnica clara y completa que regule su diseño, hasta que han aparecido, a finales del 86, las instrucciones UNE 85.220, «Criterios de elección de las características de las ventanas relacionadas con su ubicación y aspectos ambientales», y la UNE 85.223, «Adecuación a la función y requisitos técnicos», editadas por el IRANOR con la colaboración clara de ASFAVE (*) que, en cualquier caso, no son obligatorias ni abarcan toda la ciencia desarrollada alrededor de las ventanas.

Como normativa obligatoria, que afecta parcialmente a las ventanas, podemos mencionar las *normas básicas* NBE-MV-101, NBE-CT, NBE-CA y NBE-CPI y como normativa recomendada, todas las NTE sobre carpintería y vidrio (NTE-FCA, FCI, FCL, FCM, FCP, FDR, FDZ, FVE, FVP, FVT,...).

La primera, NBE-MV-101, afecta a la resistencia ante el viento, ya que nos dice qué carga debida a ese agente hay que considerar en cada caso en el diseño.

La segunda, NBE-CT, nos condiciona su permeabilidad al paso del aire, que afecta al aislamiento térmico.

La tercera, NBE-CT, puede determinar su tamaño al establecer las condiciones de aislamiento acústico.

La cuarta, NBE-CPI, afecta a su situación y forma, al especificar las condiciones de transmisión del fuego de unos locales a otros, así como las de evacuación de cada uno de los locales.

Por último, las normas tecnológicas (NTE) así como las Instrucciones UNE, nos dan recomendaciones técnicas y de selección generales en el diseño.

(*) Asociación Española de Fabricantes de Ventanas.

E. RECOMENDACIONES GENERALES

A pesar de esa amplia, aunque a veces descoordinada, normativa, no resulta siempre fácil el diseño correcto de una ventana. Por ello resultan útiles las recomendaciones. Sin embargo, se comprende que éste no es el marco suficiente ni adecuado para entrar en un análisis amplio y científico que nos permita alcanzar unas recomendaciones definitivas para el diseño de las ventanas, aunque nos ciñéramos a un tipo de edificación tan concreto como el de la escuela. Por ello, lo único que podemos intentar es establecer unas *recomendaciones generales* relativas al diseño de la ventana para la escuela, en función de lo que queda apuntado hasta aquí.

La ventana debe ser lo más alta posible, para que la luz natural sea aprovechable también hacia el interior del aula y para asegurar las vistas lejanas.

La parte inferior tiene que estar por encima del 1,20 m. para evitar vistas próximas que distraen, incluso cuando la ventana abre sobre el campo o sobre un jardín interior tranquilo.

La superficie total acristalada estará alrededor del 20% de la que tenga el aula en planta para conseguir un FLD entre 2 y 4, suponiendo una iluminancia exterior de 10.000 lux. Para la cornisa norte española, se puede considerar una luminancia media exterior más baja (5.000 lux) y para el sur, una superior (15.000 lux), lo que llevaría a una adaptación del porcentaje de superficie acristalada para vaciar el FLD consiguiendo el mismo nivel de iluminación interior.

Esta exigencias de localización y superficie llevan, normalmente, a ventanas alargadas y altas.

Para la ventilación, haremos practicable una superficie equivalente al 10% de la habitación, preferentemente con un sistema basculante o abatible de eje horizontal, que nos permita regular la apertura en función de las necesidades de ventilación, y procuraremos que haya ventilación cruzada a base de disponer montantes practicables en la pared interior del aula.

Por el exterior, pondremos lamas horizontales móviles o persianas enrollables de materiales resistentes (acero o aluminio) que nos permitan protegernos del sol y conferir mayor seguridad contra ladrones y gamberros.

En general, las ventanas estarán orientadas hacia el oeste, sur o sur-este (nunca hacia el oeste) y, a ser posible, dando a patios interiores o a porches (en este último caso no necesitamos protección exterior contra el sol y para oscurecer nos bastará con unas cortinas interiores). Y, en cualquier caso, en el lado izquierdo del aula mirando a la pizarra.

Todas estas recomendaciones generales se deben tomar como eso, *recomendaciones y generales*, y en cada caso llevar a cabo un estudio lo más científico posible del problema, pues ciencia constructiva sobre el tema la hay suficiente. Por ello, y como conclusión de este breve planteamiento, podemos establecer la siguiente moraleja:

*«Si en el diseño de la ventana quieres acertar,
en la ciencia constructiva te debes basar
y sin la estética olvidar
en la función debes pensar».*