

MODULO PARED-VENTANA PARA AULAS CON ILUMINACION UNILATERAL

Juan Carlos Rall •

Centro de Estudios del Ambiente Humano
Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño (UNR)
Riobamba 220 bis - 2000 ROSARIO
teléfono: (041) 817945; fax: (041) 257164; e-mail: juancarlos@sifasf.edu.ar

RESUMEN

Se propone un módulo de cerramiento de aulas, para ser utilizado en los casos en que la iluminación natural provenga de un solo lado, en que además del propósito habitual de lograr su difusión uniforme sobre el plano de trabajo, sin riesgos de deslumbramiento y manteniendo bajos los intercambios térmicos con el exterior, se intenta suavizar el contraste entre las superficies vidriadas y los paños opacos en que están situadas.

INTRODUCCION

Uno de los habituales fracasos de nuestros edificios escolares se da en el manejo de su iluminación, tanto natural como artificial, a pesar de que esta última es de más fácil solución, al menos desde el punto de vista teórico, pues los conocimientos para alcanzar resultados satisfactorios están ampliamente difundidos, de modo que en última instancia el problema queda reducido a una ecuación económica. No ocurre del mismo modo con la iluminación natural en que la mayoría de las variables se caracterizan por ser impredecibles, no sólo las que están relacionadas con la fuente, sino factores tales como la intervención poco feliz del usuario en la maniobra de protectores y difusores o en el repintado de superficies con colores inconsultos. Pero, lamentablemente, existe una causa mayor en estos magros resultados: la falta de idoneidad de los proyectos.

Haciendo una síntesis, las principales deficiencias observadas son:

- ingreso de radiación directa sobre la superficie de los pupitres, originando deslumbramiento;
- niveles de iluminación inadecuados;
- distribución poco uniforme del flujo lumínico;
- falta de control sobre reflejos y luminancia de las superficies.

Respecto a los niveles de iluminación logrados, se dan las dos situaciones extremas: insuficiencia o exceso. La segunda tendencia, resultado de un sobredimensionamiento, aparece entre nosotros en las últimas décadas, tal vez por influencia de los modelos europeos, concebidos en regiones de alta latitud y gran predominio de cielos cubiertos.

ANALISIS DEL PROBLEMA

Actuando como interfase entre el conjunto sol-reflectores externos por un lado, y el interior del aula por el otro, la ventana desempeña un papel nada sencillo en la captación y distribución de la luz.

En efecto, para el primero de los roles debe:

- a. tomar la máxima energía posible de una fuente principal móvil y de intensidad fluctuante, aprovechando sólo los valores instantáneos al no poder contar con el recurso de acumulación;
- b. estar preparada para las transformaciones de las fuentes secundarias (cambios en la vegetación y edificación, pinturas y pavimentos...);
- c. ser dimensionada -en la mayoría de los casos- a partir de pocos o inexistentes registros fotométricos.

- Investigador del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario

En tanto como distribuidora tiene que:

- transformar (con pocas pérdidas) la radiación directa en difusa;
- repartir (auxiliada por las superficies restantes) el flujo captado, en la forma más pareja posible sobre los planos de trabajo;
- causar las menores molestias en su intervención.

EL MODULO PROPUESTO

Las pautas que se fijaron para su diseño fueron:

- Utilizar un mínimo de superficie vidriada para limitar el intercambio térmico;
- Aprovechar al máximo la radiación directa, sin permitir que incida sobre el plano de trabajo;
- Disminuir el contraste de luminancias entre las aberturas y los paramentos que perforan.

Para acotar el problema, el prototipo fue preparado para ser orientado hacia el norte, porque de este modo se cuenta con el aporte de radiación directa durante la mayor parte del día a lo largo del período escolar, posibilitando de esta forma la reducción de la superficie vidriada.

Para describirlo se pueden distinguir dos partes:

- la superior, por encima de la altura de dintel, contiene la abertura principal, proveedora del mayor porcentaje de iluminación, que distribuye con el auxilio de planos reflectores;
- la inferior, con una pequeña ventana cuyo papel es el de permitir una visión limitada del exterior e iluminar tanto la pared en que se encuentra como a las superficies de trabajo cercanas a ella.

En la Fig. 1, correspondiente a una vista exterior (desde arriba), se puede apreciar el papel que juega cada uno de los elementos:

- As: Abertura superior. Debe interferir lo menos posible el ingreso de radiación de onda corta; sus dimensiones dependerán de la disponibilidad lumínica del sitio.
- Br: Bandeja reflectora. De posición horizontal, debe interceptar toda la radiación directa que le llegue, enviándola principalmente al cielo raso. Es recomendable una superficie difusora de alta reflectancia para lograr la mejor distribución lumínica, aunque haya alguna pérdida hacia el exterior a través de As.
- Av: Aletas verticales. Su función es la de limitar el ingreso de los rayos en los momentos de mayor apartamiento respecto al meridiano, para que Br no tenga que ser tan profunda. Conviene que la superficie sea difusora y de alta reflectancia.
- Pr: Pantalla reflectora. Para reorientar la radiación que escapa de Br y As dirigiéndola hacia las zonas del aula menos iluminadas. La superficie puede ser especular.
- Ai: Abertura inferior. De tamaño suficiente como para permitir visuales restringidas del exterior con el fin de evitar sensaciones de encierro. Su rol específico es el de iluminar el interior de la pared norte en que está enclavada, mediante el antiguo recurso de utilizar derrames formando un cono truncado en que la base menor es la propia abertura. El conjunto será tanto más eficiente cuanto más profundo se haga. Debe impedir el paso de radiación directa.
- Zo: Zócalo opaco. Desde el plano de trabajo hasta el piso. No desempeña ningún papel respecto a la iluminación.

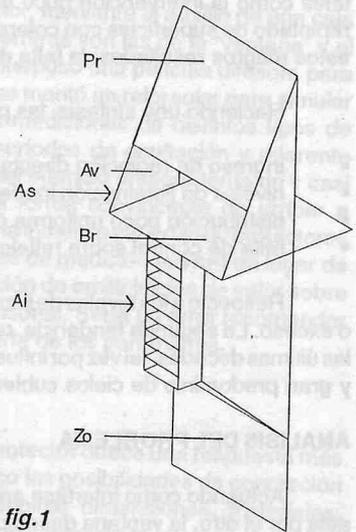
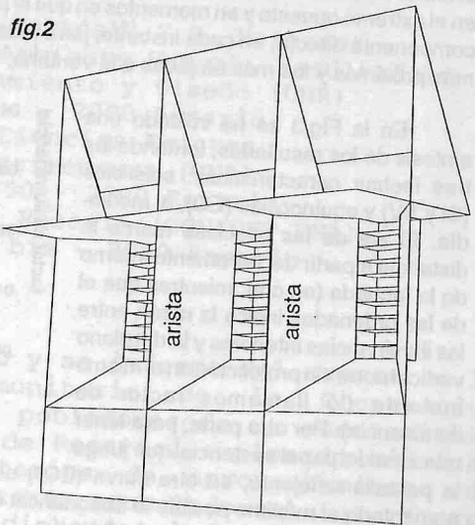


fig.1

En consecuencia, el prototipo es el resultado de combinar armónicamente elementos por lo general ya conocidos, a los que se adicionaron pequeñas mejoras para corregir aquellas deficiencias detectadas, con la idea de una utilización repetida, puesto que se colocarán adosados, tratando de que en el interior del local los derrames contiguos se encuentren formando una arista para evitar zonas no iluminadas (Fig.2).

El estudio se planteó sobre una base dimensional de 1.15 de ancho y 3.45 de alto (metros), medidas que concuerdan con las establecidas en un principio por la normativa nacional, y equivale a la sexta parte de la pared comúnmente utilizada en las aulas-tipo. Por otra parte se consideró un cielo raso horizontal para así estar situados en la condición más desfavorable.



MEDICIONES

Para predecir la iluminancia sobre el plano de pupitres, en lugar de construir un modelo en escala del aula completa -como es usual-, se construyó un módulo que comprende sólo al cerramiento exterior propuesto y al espacio por él iluminado, lo que equivale a trabajar sobre una sexta parte del volumen total. Para simular la contribución de las aberturas adyacentes, se colocaron en su interior dos superficies especulares verticales y normales al plano de fachada.

La maqueta construida, en escala 1:10, se compone entonces de cinco planos fijos y uno removible (máscara de la ventana) que debe remplazarse por cada modelo que se estudie. Utiliza como fuentes de iluminación al sol y la bóveda celeste en forma directa, de modo que la simulación de orientaciones e instantes debe lograrse inclinando todo el conjunto hasta que en el reloj solar incorporado (sobre su techo) se verifiquen la fecha y el momento elegidos.

De este modo, si bien se sacrifica la visualización de la totalidad del aula, se obtienen las siguientes ventajas decisivas:

- menor costo del modelo base,
- reducción de costos y tiempos de ejecución de las máscaras,
- mayor comodidad de transporte y manipulación durante las operaciones fotométricas,
- rapidez de mediciones (aproximadamente una quinta parte del tiempo que demandaría un modelo de aula completa) cuando se utilicen sensores manuales, y en condiciones lumínicas estables.

Las aberturas superior e inferior del prototipo empleado para el estudio representan superficies de algo más de 0.5 y 0.3 metros cuadrados respectivamente, lo que equivale a un 20% (12.5% y 7.5%) del área total del cerramiento. Constituyen una primera aproximación dada la carencia de registros fotométricos del lugar. En cuanto a los ángulos, los derrames están inclinados 45°, mientras que la pantalla reflectora tiene una pendiente de 70°.

En iluminación natural carece de sentido referirse a valores absolutos en las mediciones. En los modelos que utilizan la bóveda celeste como única fuente, el valor de comparación se toma sobre el plano horizontal, pero en aquellos que fundamentalmente involucran al aporte de la radiación directa, esa confrontación ya no es posible, pues la misma referencia dará distintos resultados según sea la orientación del plano de la ventana. En consecuencia, la iluminancia de esta última superficie (sin protecciones) es la opción lógica para cotejar las mediciones interiores sobre los planos que interesen.

Para estudiar entonces el comportamiento del modelo a lo largo del año, se simuló la relación geométrica entre sol-cielo y aula, y con lecturas mensuales y horarias, se registró la iluminancia de seis puntos interiores a la altura de los pupitres, además de la correspondiente al plano exterior de ventana.

Dentro del local, los valores más altos (algo menos de 3 klx) se obtuvieron para el mediodía del solsticio de invierno cerca de las aberturas; los más bajos (poco más de 100 lx) en el solsticio de verano, en el extremo opuesto y en momentos en que el plano norte sólo recibe radiación difusa. Mientras hubo componente directa, en cada instante, para todas las fechas, la relación entre lo medido en las zonas más próximas y las más alejadas a la ventana, fue del orden de 2.5, con una variación casi lineal.

En la Fig.3 se ha volcado una síntesis de los resultados, tomando las tres fechas características: solsticios (SI y SV) y equinoccios (EQ), al mediodía. El eje de las abscisas marca la distancia a partir del paramento interno de la fachada (en cm), mientras que el de las ordenadas indica la razón entre las iluminancias interiores y la del plano vertical norte sin protección en el mismo instante (lo llamamos factor de iluminancia). Por otra parte, para tener una idea del papel sustancial que juega la pantalla reflejante, en otra curva (EQ*) se muestra lo registrado en el equinoccio, tras haber aumentado al máximo posible la absorptancia de esa superficie. La eficiencia del conjunto sufrió una disminución siempre superior al 40 %.

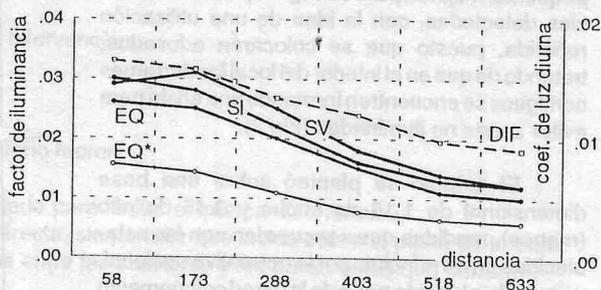


fig.3

Aunque se trabaje para aprovechar al máximo la radiación directa, es necesario no olvidar que en la mayoría de los lugares la secuencia de tipos de cielo incluirá un buen porcentaje de jornadas nubladas. Todavía existe una enorme carencia de registros fotométricos y los métodos utilizados para el relevamiento de nubes no sirve a los efectos luminotécnicos. Consecuente con ello, la dificultad para lograr modelos matemáticos que contemplen algo de la complejidad de la situación real.

Para este diseño en particular, por el momento se ha evaluado la respuesta en el caso de cielos completamente cubiertos y se lo ha incorporado a la Fig.3 en la forma tradicional (DIF). La lectura debe hacerse ahora en el segundo eje de ordenadas, donde se indica la relación simultánea de iluminancia del plano de trabajo con la del horizontal exterior (coeficiente de luz diurna). La curva puede considerarse satisfactoria para el porcentaje elegido de superficie abierta.

En lo que se refiere al otro aspecto de interés (tercer ítem de las pautas de diseño), además del insustituible juicio de valor que posibilita la observación directa del modelo en escala, se aprovechó el mismo para tomar valores de luminancia de la abertura inferior y los planos colindantes. La elección de los tiempos fue aleatoria y en todos los casos las relaciones obtenidas cumplieron sin problemas con las normas corrientes.

CONCLUSIONES

El monitoreo descripto, confirma resultados que se preveían en cuanto a la distribución de los niveles de iluminación, pero además se constituye en base de comparación para las futuras mejoras del diseño. En tal sentido hay dos elementos que requieren especial consideración: la bandeja y la pantalla reflectoras. La primera, planteada aquí plana y horizontal, puede tener otras formas y posiciones e incluso ser discontinua; quedando por resolver su principal problema: el mantenimiento. En cuanto a la pantalla, de la que desconocemos antecedentes, deberá siempre trabajar en armonía con la bandeja y las aletas limitativas, de modo que en su configuración cabrá esperar tantos cambios como las mismas lleguen a tener. Habrá que seguir buscando la horizontalidad de las curvas vistas.

Hasta aquí se efectuó un planteo teórico con énfasis en la luminotecnia, sin olvidar que un diseño real, además de la materialización, tiene que contemplar un sinnúmero de aspectos de diversa índole. Por ejemplo, los planos inclinados del módulo son también una respuesta a los problemas de audición que generan los reflejos sonoros entre planos paralelos y por otra parte se los puede asociar con otro tipo de aprovechamiento, como puede ser lograr una ganancia térmica inmediata utilizando los canales que se forman entre ellos para disponer elementos colectores en el exterior.