

## EVALUACIÓN SUBJETIVA DE AULAS ILUMINADAS CON LUZ NATURAL.

Andrea Pattini\*, Carlos Kirschbaum\*\*

\*LAHV-CRICYT-CONICET- CC 131 (5500) Mendoza. Teléfono: 061-288797 - E-mail: [apattini@lab.cricyt.edu.ar](mailto:apattini@lab.cricyt.edu.ar)

\*\*Instituto de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.  
Av. Independencia 1800. 4000 Tucumán. Argentina. E-mail: [ilum@herrera.unt.edu.ar](mailto:ilum@herrera.unt.edu.ar)

### RESUMEN

El presente trabajo forma parte de un estudio de las valoraciones subjetivas de aulas de escuelas iluminadas con luz natural. El objetivo del mismo consiste en obtener información sobre el ambiente interior en aulas de escuelas solares y su efecto sobre los usuarios, especialmente de la iluminación natural. Los métodos empleados incluyen encuestas y mediciones fotométricas, para conocer los juicios de los usuarios (alumnos y docentes) sobre la iluminación de sus aulas y relacionarlos con las mediciones fotométricas de las mismas.

Se parte de la hipótesis de que en escuelas solares la luz natural debe ser controlada para evitar discomfort visual en los meses de invierno, cuando se utiliza la superficie de ganancia directa norte tanto para calefaccionar como para iluminar. El 44,75% de las respuestas sobre el deslumbramiento por ingreso de radiación directa por la ventana superior norte en Junio contestó que estas ventanas le producían una sensación muy molesta.

### INTRODUCCIÓN

El ambiente luminoso natural de las aulas influye no solamente en el rendimiento intelectual, aprendizaje, actitudes y juicios de valor sino también provoca impactos psicológicos en los estudiantes.

El ambiente luminoso natural, es un recurso vital para el bienestar dentro de la escuela, debiéndose diseñar de modo que, tanto estudiantes como docentes puedan realizar sus tareas visuales de la manera más efectiva, en un contexto psicológico y físico adecuado. Las evaluaciones subjetivas en un ambiente natural son necesarias para diseñar más efectivamente el ambiente, principalmente basado en informaciones brindadas por los mismos usuarios.

El presente trabajo forma parte de un estudio de las valoraciones subjetivas de aulas de escuelas iluminadas con luz natural. El objetivo del mismo consiste en obtener información sobre el ambiente interior en aulas de escuelas solares y su efecto sobre los usuarios, especialmente de la iluminación natural. Los métodos empleados incluyen encuestas y mediciones fotométricas, para conocer los juicios de los usuarios (alumnos y docentes) sobre la iluminación de sus aulas y relacionarlos con las mediciones fotométricas de las mismas.

Se parte de la hipótesis de que en escuelas solares la luz natural debe ser controlada para evitar discomfort visual en los meses de invierno, cuando se utiliza la superficie de ganancia directa norte tanto para calefaccionar como para iluminar.

El procedimiento de evaluación (encuestas y mediciones fotométricas) se llevó a cabo en la escuela Secundaria de Alto Verde, San Martín, Mendoza. Este lugar fue elegido porque permite considerar las respuestas subjetivas en espacios donde el aporte de la luz natural fue considerado desde el diseño del edificio, pero aún no se completa la colocación de difusores interiores, lo que posibilita una mayor variación en los niveles de iluminación interior y la evaluación de discomfort. (Fig. 1)

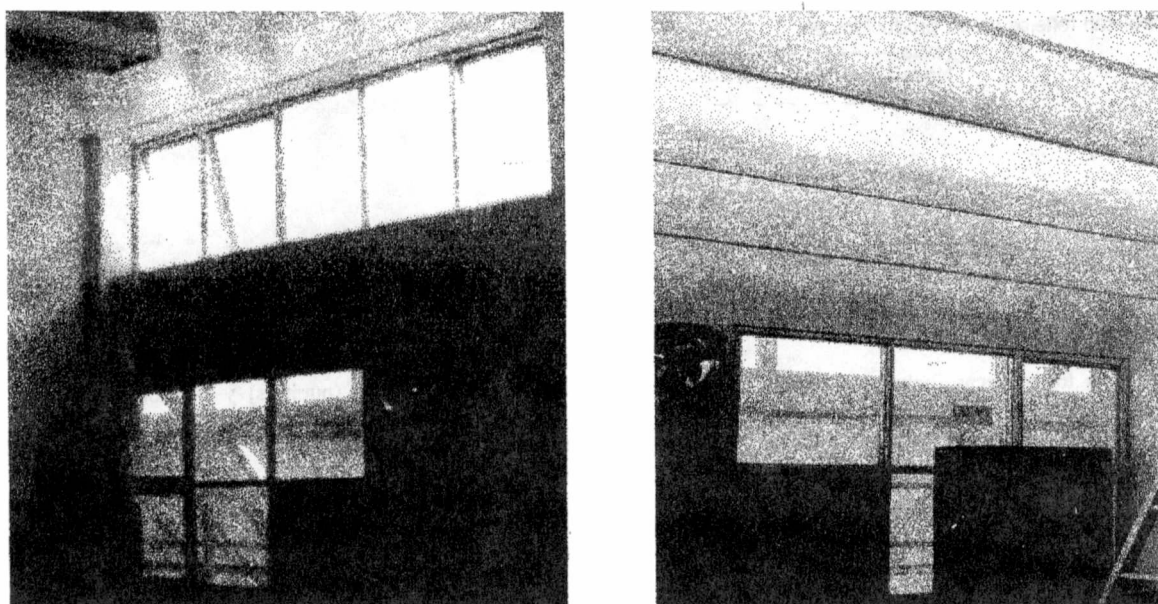


Figura 1. Vista interior del aula sin difusor y con difusores.

## METODOLOGÍA EMPLEADA

### EVALUACIÓN SUBJETIVA

La evaluación subjetiva fue realizada mediante una encuesta que incluye dos secciones. La sección uno, cubre la información sobre el usuario y sus condiciones de lecto-escritura. La sección dos, requiere información sobre la percepción de la iluminación mediante una lista de escalas clasificatorias de diferenciadores semánticos (1,2,3), por ejemplo: el observador debía ubicar su juicio valorativo con una marca sobre una escala de siete puntos cuyos extremos son adjetivos opuestos (muy oscuro - muy claro). También se preguntó sobre la presencia de reflejos molestos y la ubicación de los mismos. A continuación se presenta encuesta realizada:

#### EVALUACION SUBJETIVA DE AULAS ILUMINADAS CON LUZ NATURAL

- 1.- Fecha..... Hora..... Lugar..... Escuela.....Cielo.....  
2.- Edad.....  
3.- Sexo: Masculino: Femenino:  
4.- Usa anteojos: SI: NO:  
5.- Usa lentes de contacto: SI: NO:  
6.- Usa anteojos cuando trabaja: SI: NO:  
7.- Usa anteojos en forma permanente: SI: NO:  
8.- Tiene problemas para leer: En el pupitre: En el pizarrón: No tiene problemas:  
Tiene algún otro defecto en la visión:

- 9.- Marque con una cruz el lugar donde se sienta en el aula:  
(Incluir plano del aula con la distribución en planta de los pupitres)  
10.- La iluminación sobre el pupitre es: (indique con una cruz)  
Excesiva Optima Suficiente Apenas suficiente Insuficiente  
11.- La iluminación sobre el pizarrón es: (indique con una cruz)  
Excesiva Optima Suficiente Apenas suficiente Insuficiente

- 12.- Cómo está la luz distribuida en el aula?  
Muy desigual — — — — — Muy Uniforme  
13.- Esa distribución que impresión le produce?:  
Muy desagradable — — — — — Muy agradable  
14.- Como evalúa a los colores de los objetos y personas en el aula?:  
Muy Artificial — — — — — Muy Natural  
15.- Le agrada la combinación de colores del aula (paredes, techo, piso, pupitres, etc):  
Nada — — — — — Mucho

- 16.- Si mira detenidamente las ventanas superiores del aula, qué sensación le producen?  
Muy molesto — — — — — Nada molesto

- 17.- Como percibe la claridad de las siguientes partes del aula?:  
PISO: Muy oscuro — — — — — Muy claro  
TECHO: Muy oscuro — — — — — Muy claro  
PAREDES: Muy oscuro — — — — — Muy claro  
PUPITRE: Muy oscuro — — — — — Muy claro  
PIZARRON: Muy oscuro — — — — — Muy claro  
18.- Observando ahora en conjunto(piso, techo, paredes, pupitre, pizarrón) que impresión le produce la claridad del aula:  
Muy desagradable — — — — — Muy agradable

- 19.- Le molestan reflejos de luz producidos en:  
Pizarrón : Nada — — — — — Mucho  
Pupitre: Nada — — — — — Mucho  
Ventanas: Nada — — — — — Mucho  
Otros:  
(Indique donde).....  
Nada — — — — — Mucho

- 20.- La combinación de luces y sombras en el aula le permite ver :  
Objetos: Muy Mal — — — — — Muy Bien  
Personas: Muy Mal — — — — — Muy Bien

### MEDICIONES FOTOMÉTRICAS.

Las mediciones fotométricas incluyeron valores de Iluminancia sobre plano de trabajo (pupitres) y escritorio docente, mediciones de Iluminancias verticales sobre pizarrones y muro opuesto a la ventana norte, y valores de reflectancias (paredes, piso, equipamiento y techo). Se tomaron valores de iluminancia exterior simultáneamente a las interiores sobre plano horizontal, para estimar la contribución de la misma en el interior.

Las mediciones fueron realizadas en el momento de repartir las encuestas, sobre el plano de trabajo del encuestado para poder correlacionar las respuestas subjetivas con los niveles de iluminación medidos.

Las mediciones se llevaron a cabo con dos luxímetros uno para interiores de rango 0-50.000 lux y otro para interiores y exteriores de rango de 0 - 150.000 lux. Ambos con corrector de coseno.

Se trabajó sobre un total de 40 encuestas realizadas en dos aulas con difusor y sin difusor indistintamente a dos horas principales, mediodía solar y 16hs. 20 encuestas corresponden a Junio, y 20 a Noviembre. De las 40 encuestas consideradas para este estudio, 12 fueron respondidas por mujeres y 28 por varones, sus edades variaron entre 15 y 19 años.

### PRIMEROS RESULTADOS

Se presentan a continuación los primeros resultados, ya que se está realizando en este momento una nueva serie de evaluaciones para la temporada intermedia.

#### Evaluación de deslumbramientos

Uno de los resultados más relevantes resultó la verificación de la hipótesis de inicio del trabajo, ya que el 44,75% de las respuestas dirigidas a evaluar el deslumbramiento por ingreso de radiación directa por la ventana superior norte en Junio contestó que estas ventanas le producían una sensación muy molesta. (Estas respuestas corresponden al aula sin difusor interior). Fig. 2.

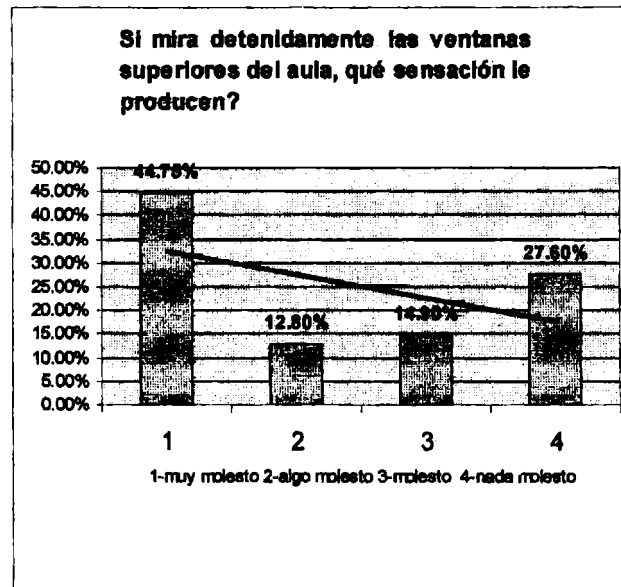


Figura 2. Valoración de deslumbramiento

#### Niveles de iluminación preferidas sobre plano de trabajo (correspondientes únicamente a iluminación natural)

Otro de los aspectos más relevantes de las evaluaciones subjetivas son las respuestas en lo que respecta a los niveles de iluminación sobre plano de trabajos preferidos. En la Figura 3 se han graficado las respuestas correspondientes a preferencias de cantidad de luz con relación a los valores medidos simultáneamente sobre el total de las encuestas analizadas.

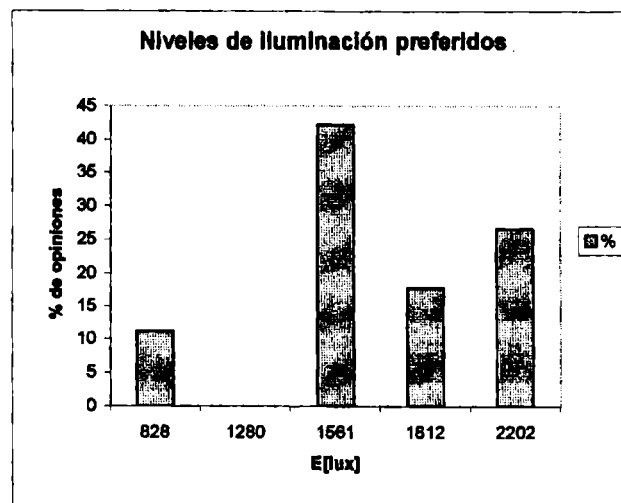


Figura 3. Niveles de iluminación preferidas sobre plano de trabajo.

## CONCLUSIONES

A los efectos del presente trabajo, se concluye en que la metodología de evaluación subjetiva que se está empleando, aportará los datos necesarios para una primera evaluación que considere y correlacione las valoraciones de los usuarios de escuelas solares, con los valores medidos resultantes sobre los planos de trabajo interiores, estos resultados nos ayudaran a interpretar las conductas de los usuarios ante la posibilidad de iluminar los espacios interiores solamente con luz natural cuando esta alcance a cubrir los niveles preferidos, que según muestran los primeros resultados son del orden de los 1500lux aproximadamente, seguramente cuando estos valores disminuyan (según la hora del día, y la época del año) se hará necesario el aporte de la iluminación artificial complementaria.

Es importante destacar que durante el año escolar en el que se realizaron los trabajos de las encuestas y mediciones, las Celadoras encendían las luces en aulas a la mañana cuando abrían la escuela y las apagaban alrededor de la 9h., para encenderlas nuevamente a las 17 hs. Lo que resulta por un lado en un importante ahorro en electricidad, y por otro en el hábito ya generado de controlar el encendido y apagado de luminarias.

## REFERENCIAS

- 1- Boyce, P.R. (1981). Human Factors in Lighting. Macmillan, New York.
- 2- Kim, J.T. and Lee, K.H. (1985) A study on Subjective Responses of Daylighting. Journal of the Architectural Institute of Korea, 29-123.
- 3- Tiller, D.K. (1992). Semantic differential scaling: Prospects in lighting research, Lighting Res. Technol. 24 (1) 43-52.