



## EVALUACIÓN SUBJETIVA DE AULAS ILUMINADAS CON LUZ NATURAL

Andrea Pattini \*, Carlos Kirschbaum\*\*

\*LAHV-CRICYT-INCIHUSA -CONICET- CC 131 (5500) Mendoza.

Tel.: 061-4288797 - E-mail: 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

*RESUMEN: La luz natural influye no solamente en el rendimiento intelectual, aprendizaje, actitudes y juicios de valor, sino que también provoca impactos psicológicos.*

*La iluminación natural, es un recurso vital para el bienestar dentro de la escuela, debiéndose diseñar de modo que, en ella puedan realizarse las tareas de la manera más efectiva, en un contexto psicológico y físico adecuado.*

*Este trabajo estudia de las valoraciones subjetivas de aulas iluminadas con luz natural. Los métodos empleados incluyen encuestas y mediciones fotométricas.*

*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 64,7% de las respuestas en aula con difusor consideraron óptima la iluminación, mientras que en el aula sin difusor las respuestas de "óptima" alcanzan sólo 38,5%.*

*ABSTRAC: The Natural lighting influences not only the intellectual performance, learning effect and attitude, value judgement but also physiological impacts on the students.*

*The natural luminous environment, as a vital means of a learning setting, should be designed in such a way that could permorm the visual task in more effective ways, in psychological and physical contexts.*

*This paper study the subjective evaluation on the daylighting classrooms. The method include are photometric measurement and semantic differentials ( subjective responses).*

*In solar school buildings the direct natural lighting should be controlled in winter to eliminate the discomfort by glare.*

*The relevant result was: 64,7% "optimal lighting" in diffuse daylight classroom, and 38.5% in non diffuse daylight classroom.*

## **1 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, Argentina. 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.

En las figuras 1, 2 y 3 se puede apreciar el interior del aula sin difusor con la iluminación directa ingresando en invierno sin difusión (1), y vistas del difusor.



**Fig. 1 Interior del aula sin difusor**



**Fig. 2 Interior del aula (acercamiento)**



**Fig. 3 Interior del aula con difusor**

## 2 Metodología empleada

### 2.1. 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:

---

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



20- La combinación de luces y sombras en el aula le permite ver:

**Objetos:** Muy Mal --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- Muy Bien

**Personas:** Muy Mal --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- Muy Bien

## **2.2 Mediciones fotométricas.**

Las mediciones fotométricas incluyeron valores de iluminancia sobre plano de trabajo (pupitres) y escritorio docente, mediciones de iluminancia verticales sobre pizarrones y muro opuesto a la ventana norte, y valores de reflectancia (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.

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.

## **3 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. Si bien existe una combinación de materiales en el área neta vidriada que permitiría cierta difusión de la radiación incidente, un vidrio transparente más un policarbonato alveolar por el lado de adentro, (según disposición provincial las superficies vidriadas por encima de 2.10m deben estar protegidas por riesgo sísmico) la difusividad del conjunto no parece ser suficiente para estar en rangos de confort visual. Estas respuestas corresponden al aula sin difusor interior. (Fig. 4).

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

Otro de los aspectos interesantes de las evaluaciones subjetivas son las respuestas en lo que respecta a los niveles de iluminación sobre plano de trabajos PREFERIDOS. El 40% del total de las encuestas (en aulas sin difusor más aulas con difusor) respondió

como óptimo al valor medido 1561 lux, un valor alto si se considera el promedio de iluminación en aulas tradicionales, pero posiblemente esto se deba a que en edificios solares, en donde se utiliza ganancia térmica directa, la iluminación general resultante es mas elevada. (Fig. 5).

### 5 Comparación de Porcentaje de respuestas de nivel de iluminacion óptima entre las dos aulas.

Por último, como muestra la Figura 6, el 64% de las respuestas en aula con difusor consideraron óptima la iluminación sobre plano de Trabajo (PT), mientras que en el aula sin difusor las respuestas de "óptima" alcanzan sólo 38%, mientras que la valoración "excesivo" es del 23% en aulas sin difusor, para el aula con difusor esta solo alcanza al 12% lo que indica que el elevado contraste, iluminación directa, es evaluado como excesiva iluminación.

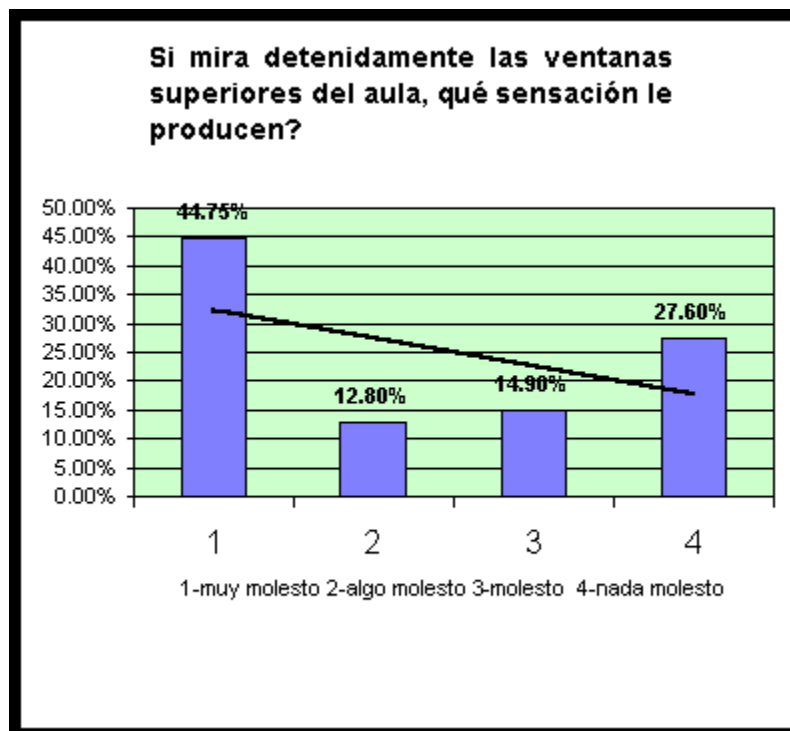


Fig. 4. Sensación de discomfort visual.

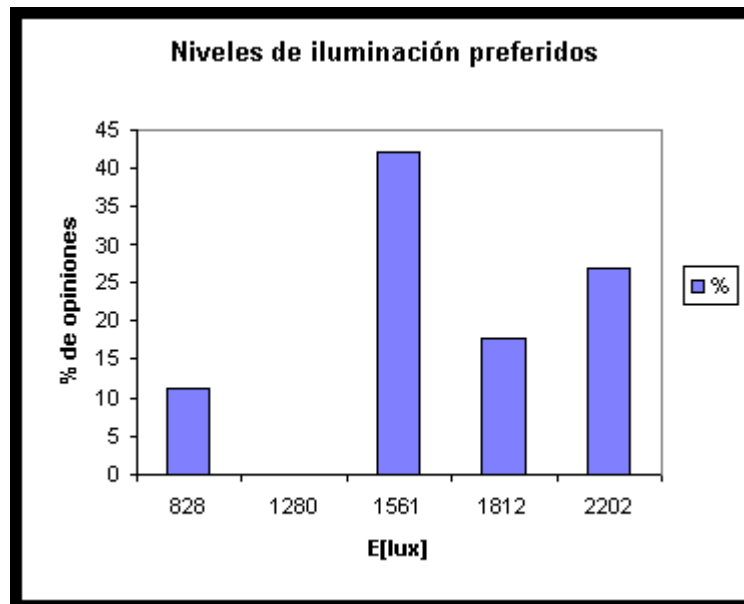


Fig. 5. Niveles de Iluminación preferidos sobre Plano de Trabajo.

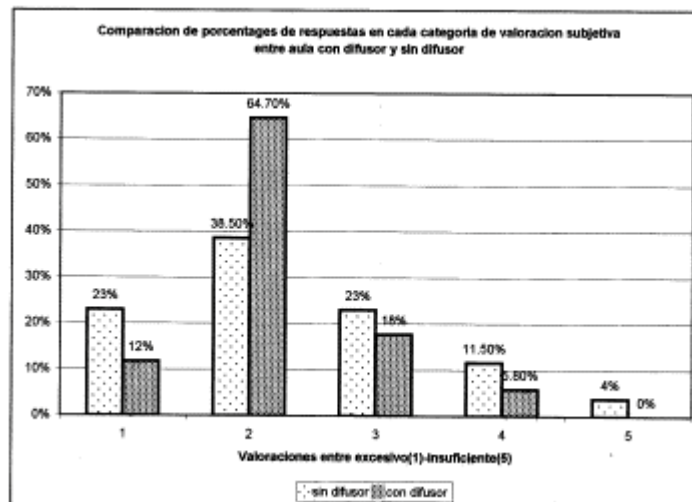


Fig. 6. Comparación de valores (excesivo a insuficiente) entre aula con y sin difusor.

## 6 CONCLUSIONES

A los efectos del presente trabajo, se concluye en que la metodología de diferenciadores semánticos para cuantificar los aspectos subjetivos de los sistemas de iluminación natural e que se está empleando, aportará los datos necesarios para una primera evaluación que considere las valoraciones de los usuarios de escuelas solares, con relación a 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 9hs, 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.

## **7 REFERENCIAS**

Rikard, K. (1992). Health and Behavior of children in classrooms with and Without windows. *Journal of Environmental Psychology* 12, 305-307.

Boyce, P.R. (1981). *Human Factors in Lighting*. Macmillian, New York.

Kim, J.T. and Lee, K.H. (1985) A study on Subjective Responses of Daylighting, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 29-123.

Tiller, D.K. (1992). Semantic differential scaling: Prospects in lighting research, *Lighting Res. Technol.* 24 (1) 43-52 .

Fontoynt, Marc (1998). Daylighting Performance of Buildings: Monitoring Procedure. *Conference Proceedings International Conference on Daylighting Technologies for Energy Efficiency in Buildings*, Ottawa, Ontario, Canada. 63-70.