



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

TRABAJO FINAL DE GRADO

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE:
DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

CARMEN JOVACHO MACHO

TUTORA: NURIA CASTILLA

COTUTOR: VICENTE BLANCA

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

ETSA UPV | VALENCIA 2018 – 2019 | 25/10/2018

Resumen

En el presente trabajo se analiza la diferencia en la respuesta afectiva que tienen los estudiantes ante la iluminación artificial o natural de sus aulas. Se realiza un estudio de campo en la Universidad Politécnica de Valencia, con una metodología de trabajo dentro del ámbito de la Ingeniería Kansei y basado en la Semántica Diferencial. Gracias al uso de esta metodología el análisis de la percepción se basa en el usuario, dejando a un lado que los parámetros estén determinados exclusivamente por los expertos.

Se analiza la percepción de una muestra de 521 alumnos respecto al ambiente lumínico de 17 aulas, 5 iluminadas con iluminación natural, 6 iluminadas mediante iluminación artificial y 6 iluminadas mediante iluminación natural y artificial. Los resultados obtenidos muestran que la estructura afectiva de los estudiantes, con relación al ambiente luminoso, se puede expresar mediante 6 ejes semánticos independientes: sorprendente, claro, tranquilo, uniforme, animado y deslumbrante. Según estos ejes se observa que, para una iluminación natural, las sensaciones de sorpresa, claridad, tranquilidad y animado son positivas para los alumnos, en contra posición se encuentran las sensaciones de uniformidad y deslumbramiento, es decir, los estudiantes sienten menos uniformidad y menos deslumbramiento si la iluminación del aula es con iluminación natural.

Los resultados pueden valer como punto de partida para una mejora de los ambientes luminosos de los espacios docentes en función del tipo de iluminación más adecuado.

Palabras clave: Ingeniería Kansei, diseño emocional, ambiente luminoso, respuesta del usuario, luz natural, luz artificial.

Resum

En aquest treball s'analitza la diferència en la resposta afectiva que tenen els estudiants davant de la il·luminació artificial o natural de les seues aules. Es realitza un estudi de camp en la Universitat Politècnica de València, amb una metodologia de treball dins de l'àmbit de l'Enginyeria Kansei i basat en la Semàntica Diferencial. Gràcies a l'ús d'aquesta metodologia l'anàlisi de la percepció es basa en l'usuari, deixant de banda que els paràmetres estiguen determinats exclusivament pels experts.

S'analitza la percepció d'una mostra de 521 alumnes respecte a l'ambient lumínic de 17 aules, 5 il·luminades amb il·luminació natural, 6 per mitjà d'il·luminació artificial i 6 amb il·luminació natural i artificial. Els resultats obtinguts mostren que l'estructura afectiva dels estudiants, amb relació a l'ambient lluminós es pot expressar per mitjà de 6 eixos semàntics independents: sorprenent, clar, tranquil, uniforme, animat i enlluernador. Segons aquestos eixos s'observa que, per a una il·luminació natural, les sensacions de sorpresa, claredat, tranquil·litat i animat són positives per als alumnes, en contra posició es troben les sensacions d'uniformitat i enlluernament, és a dir, els estudiants senten menys uniformitat i menys enlluernament si la il·luminació de l'aula és amb il·luminació natural.

Els resultats poden valdre com a punt de partida per a una millora dels ambients lluminosos dels espais docents en funció del tipus d'il·luminació més adequat.

Paraules clau: Enginyeria Kansei, disseny emocional, ambient lluminós, resposta de l'usuari, llum natural, llum artificial.

Abstract

In the present work is been analyzed the effective response that students give about the impact of natural and artificial lighting in their classrooms. A field study is carried out at the Polytechnic University of Valencia, with a work methodology within the field of Kansei Engineering and based on Differential Semantics. Thanks to the mentioned methodology, the perception analysis is based on the user, disregarding the parameters which are determined exclusively by the experts.

The perception of a sample of 521 students is analyzed with respect to the lighting environment of 17 classrooms, 5 illuminated with natural lighting, 6 illuminated by artificial lighting and 6 illuminated with natural and artificial lighting. The obtained results show that the affective structure of the students, in relation to the luminous environment can be expressed through 6 independent semantic axes: surprising, clear, calm, uniform, animated and dazzling. According to these axes it is observed that, for a natural illumination, the sensations of surprise, clarity, tranquility and animation are positive for the students, in opposition to the sensations of uniformity and glare, the students feel less uniformity and less glare if the classroom lighting is with natural lighting.

The results can be used as a starting point for an improvement of the lighting environments of the teaching spaces according to the most appropriate type of lighting.

Key words: Kansei Engineering, emotional desing, bright environment, user response, natural light, artificial light.

Índice

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	6
I.1 ANTECEDENTES.....	6
I.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.....	7
I.3 APARTADOS PROPUESTOS.....	7
CATÍTULO II: MARCO TEÓRICO. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	8
II.1 PRINCIPIOS GENERALES DE LA ILUMINACIÓN.....	8
II.2 LA INFLUENCIA DE LA LUZ EN EL SER HUMANO.....	8
II.2.1 Efectos visuales.....	9
II.2.2 Efectos biológicos.....	12
II.2.3 Efectos fisiológicos.....	13
II.2.4 Efectos psicológicos.....	13
II.3 LA ILUMINACIÓN Y EL ESPACIO DOCENTE	15
II.4 LA ILUMINANCIÓN ARTIFICIAL EN LOS ESPACIOS DOCENTES.....	15
II.5 LA ILUMINACIÓN NATURAL EN LOS ESPACIOS DOCENTES.....	17
II.6 INGENIERÍA KANSEI.....	17
II.6.1 Introducción.....	17
II.6.2 Método Kansei.....	18
II.6.3 Tipos de ingeniería Kansei.....	19
II.6.4 Aplicaciones de la ingeniería Kansei	22
II.6.5 La ingeniería Kansei en la iluminación.....	23
CAPÍTULO III: OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE PARTIDA	25
III.1 OBJETIVOS.....	25
III.2 HIPÓTESIS DE PARTIDA.....	25
CAPÍTULO IV: MARCO EXPERIMENTAL. MATERIAL Y MÉTODOS.....	26
IV.1 INTRODUCCIÓN.....	26
IV.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LAS AULAS	26
IV.2.1 Selección y tamaño de la muestra.....	26
IV.2.2 Selección de los estímulos	27
IV.2.3 Definición de las variables y elaboración de los cuestionarios.....	29
IV.2.4 Desarrollo del estudio de campo.....	30
IV.2.5 Tratamiento de datos.....	31

IV.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
IV.3.1	Análisis descriptivo de la muestra.....	33
IV.3.2	Estudio del universo semántico del ambiente luminoso de las aulas.....	35
IV.3.3	Ordenación de la importancia de los ejes	38
IV.3.4	Análisis de la influencia de tareas y actividades.....	39
IV.3.5	Análisis de la combinación de luz natural y luz artificial	43
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....		48
V.1	CONCLUSIONES RELATIVAS AL MARCO TEÓRICO	48
V.2	CONCLUSIONES OBTENIDAS DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO EXPERIMENTAL.....	48
V.2.1	Observaciones en el estudio experimental.....	50
V.3	CONCLUSIONES RELATIVAS A LA PROYECCIÓN DE LOS RESULTADOS Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....		51
ANEXOS.....		55
	ANEXO I. Índice de figuras	55
	ANEXO II. Índice de tablas.....	55
	ANEXO III. Listado preliminar de adjetivos sobre el aula.....	56
	ANEXO IV. Cuestionario.....	57
	ANEXO V. Resultados estadísticos.....	59

CAPÍTULO I: Introducción

I.1. Antecedentes

La luz natural en los espacios docentes tiene ventajas frente a un aula que no está dotada de ella, y es que la luz natural puede originar un entorno visual saludable y ampliar el rendimiento del estudiante respecto al aprendizaje y al crecimiento personal.

Y es que en este sentido se podría comparar a los estudiantes, en particular, y a las personas en general, con las plantas, ya que ambas son seres vivos las cuales necesitan la luz solar para crecer y disfrutar de buena salud (Singel, 1969).

No siempre las aulas pueden tener toda la iluminación natural necesaria, debido a una mala orientación, o también se puede dar que la luz que penetra porque los huecos del cerramiento sean excesivos o no tengan una protección adecuada. Ambos problemas se ocasionan por la falta de estudio a la hora de diseñar el espacio o el edificio en sí, y es que muchas veces los arquitectos proyectan sin tener en cuenta que uso va a tener cada aula.

Por esta razón, es primordial hacer previamente una investigación del ambiente luminoso del aula para diseñar espacios docentes en los que la luz natural que incida sobre el aula, y penetre, ayude al estudiante en su aprendizaje en vez de perjudicarlo.

Por otra parte, también se ha de tener en cuenta que la luz artificial forma parte del espacio docente, y por norma general, tampoco suele estar integrada de forma correcta en el proyecto, ya que únicamente se piensa en que han de estar y no en cómo distribuir las, dependiendo una vez más, del enfoque que tendrá posteriormente el aula con respecto a la docencia que se imparta.

La combinación de ambas dentro del espacio docente debería ser siempre un aspecto que contribuya positivamente al estudiante. De este modo, arquitectura y educación deben ir en una misma dirección.

Hay arquitectos que hablan de la calidad estética de la luz y su uso en la arquitectura. Se puede observar en las palabras de Campo Baeza (Torrijos, 2014), las cuales aparecen en esta entrevista:

“[...] Hablando de la luz hago una comparación con la sal: a veces hace falta muy poca sal, a veces un poco más; y tiene que ser muy medida. Pues con la luz, que es un material maravilloso con el que trabajamos los arquitectos, pasa lo mismo. [...] De hecho, la luz es el material más lujoso que hay, el material más lujoso con el que trabajamos los arquitectos; pero como es gratis, no lo valoramos.”

Otro aspecto de gran interés es que cada usuario tendrá unas respuestas propias ante los estímulos luminosos, donde influirán entre otros aspectos, en qué momento de la vida se encuentran y los factores psicológicos y fisiológicos, los cuales influyen en la percepción de la luz y el espacio.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

En conclusión, un arquitecto debería incorporar todos estos conceptos a sus proyectos para asegurarse que, además de provocar en el usuario el efecto deseado con el diseño, también cumpla perceptiva y lumínicamente.

I.2. Descripción del trabajo

El presente trabajo es una investigación de campo sobre la respuesta afectiva de los estudiantes al ambiente lumínico de sus aulas, según éstas estén iluminadas con luz natural o artificial, y teniendo en cuenta los principios del diseño basado en las emociones y los factores psicológicos de la percepción, es decir teniendo en cuenta la Ingeniería Kansei.

Los aspectos por estudiar en este trabajo son las diferencias de percepción entre la luz natural y luz artificial de las aulas de la Universidad Politécnica de Valencia, cuyos resultados, fundamentados en la forma que lo percibe el estudiante, pueden utilizarse para una futura mejora de la iluminación, siempre que esta sea beneficiosa para el resto de los usuarios, ya que la iluminación tiene un papel importantísimo en cómo se percibe el entorno, tanto positiva como negativamente.

Mediante distintos estímulos sensoriales por parte de los ambientes luminosos, dependiendo de si son con luz natural o artificial, y mediante la técnica estadística multivariante denominada SPSS, se obtendrán unos resultados que servirán de base para posibles mejoras en los distintos ambientes luminosos de las aulas y de las tareas que se realizan en el interior, con la finalidad de mejorar el bienestar, el rendimiento y las sensaciones positivas de los alumnos.

I.3. Apartados propuestos

El trabajo consta de cinco apartados, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

El primero de ellos, de carácter introductorio, tiene como finalidad explicar el trabajo y los distintos apartados a seguir para el desarrollo de este, indicando la razón de su realización.

El segundo apartado consta de las descripciones de los bloques del marco teórico y en cada uno de ellos se muestran las características más significativas relacionadas con el tema a tratar. Este apartado es imprescindible como base teórica para el posterior estudio.

El siguiente apartado detalla los objetivos que alcanza el trabajo y plantea la metodología que debe hacerse para realizarlo.

El cuarto apartado contiene un estudio experimental, del cual se obtienen los resultados y con posterioridad a su análisis informático.

El quinto apartado recoge las conclusiones referidas al estudio experimental para demostrar que la iluminación influye en la percepción del entorno.

Finalmente se expone la bibliografía empleada para el desarrollo del trabajo y se añaden los anexos en los que se recoge una muestra del cuestionario empleado.

CAPÍTULO II: Marco teórico. Estado de la cuestión

II.1. Principios generales de la iluminación

La luz solar puede recibirse como luz directa o luz difusa y obtener una adecuada distribución de luz es extremadamente complicado a menos que la luz natural esté bien controlada (Singel, 1969).

En espacios de trabajo donde las tareas y actividades visuales son muy exigentes hace falta saber combinar la cantidad y la calidad adecuada de iluminación, tanto natural como artificial.

Algunas de las reflexiones acerca de la iluminación y su relación con la realización de tareas visuales provienen de Levy, Gibson y Crouch, las cuales recoge Baas (Baas, 1973):

- *La calidad de la luz es más importante que su cantidad.*
- *La luminancia de la tarea debe ser igual o ligeramente superior a la luminancia de todo el ambiente visual.*
- *Un contraste excesivo, como luz brillante y fondo oscuro, causa cansancio y falta de concentración. Las sombras deben ser eliminadas para mejorar el rendimiento y aumentar la retención de información.*
- *Una luz continua y difusa desde arriba es la forma más eficiente y económica de iluminación artificial. También produce un deslumbramiento mínimo.*
- *El ángulo que se mantiene entre los materiales y la fuente de luz es fundamental.*
- *Debido al deslumbramiento reflejado, las áreas de trabajo nunca deben estar directamente debajo de las fuentes de luz.*
- *La luz uniforme no es siempre la mejor.*
- *La iluminancia no es el mejor criterio para determinar la iluminación adecuada.*

II.2. La influencia de la luz en el ser humano

La salud, la seguridad y el bienestar son tres de los fundamentos de la vida humana, los cuales se ven afectados por las condiciones de la iluminación. Estas pueden afectar al rendimiento humano a través de tres sistemas: el sistema visual, el sistema circadiano y el sistema perceptivo (Boyce, 2004).

Sistema visual. Aquel que modifica el estímulo y el estado de funcionamiento del sistema visual.

Sistema circadiano. Aquel que actúa sobre el ciclo vital.

Sistema perceptual. Aquel que tiene una acción global sobre el ambiente visual.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

El sistema visual y el sistema circadiano son dos sistemas diferentes pero interconectados que se estimulan cuando la luz incide en la retina. Ambos realizan operaciones funcionales muy diferentes e imprescindibles para la supervivencia del ser humano. Cuando la información del sistema visual llega al cerebro se pone en funcionamiento el sistema perceptivo.

La luz, mediante los tres sistemas, tiene en el ser humano efectos visuales, biológicos, fisiológicos y psicológicos. Debido a que la luz es un elemento fundamental del espacio docente, los efectos nombrados anteriormente pueden tener un impacto importante en el entorno docente. Conocer las necesidades del alumno en dicho entorno es fundamental para crear un equilibrio con el ambiente luminoso.

Cuando se diseña un ambiente luminoso hay que ser consciente de que el simple hecho de sustituir las condiciones luminosas iniciales por otras, de un determinado espacio, como sería un aula, crea unos mecanismos causales o mecanismos vinculados (Wyon, 1996) (Boyce, et al., 2006).

II.2.1. Efectos visuales

Los seres humanos se basan en la información óptica para desenvolverse en la mayoría de los aspectos del día a día, por tanto, la importancia de la visión y, en consecuencia, de la iluminación hace que ambos sean temas muy importantes de estudio.

Leonardo da Vinci (1452 - 1519), en su época, ya describió sus ideas sobre el 'alumbrado público' o Sir Isaac Newton (1642 - 1727), cien años más tarde, desarrolló la teoría corpuscular de la luz. Con esto lo que se pretende ver es que, durante más de quinientos años, se interesaban por los efectos visuales de la iluminación.

Durante el siglo XIX se inventaron, en primer lugar, la luz de gas y, posteriormente la luz eléctrica, cuyo descubrimiento fue derivando hacia la investigación de la aplicación práctica de la iluminación (Van Bommel y Van den Beld, 2004) y como consecuencia, el estudio de cómo se produce la visión y cuáles son los elementos que la componen. Por tanto, se debe conocer el órgano principal de la visión, el ojo.

El ojo percibe y capta las imágenes del exterior. La luz pasa a través de la pupila y llega a la retina, donde se transforma, mediante las células fotorreceptoras, los conos y bastones, en una compleja reacción química. La reacción química creada se transforma en impulsos nerviosos que se trasladan, por medio del nervio óptico, al cerebro (corteza visual).

En la corteza visual del cerebro los impulsos eléctricos se interpretan como "visión" (Van Bommel y Van den Beld, 2004). La distribución de conos y bastones no es uniforme en nuestra retina y ambas tienen características diferentes:

Conos. Células fotosensores responsables de la visión en condiciones de alta luminosidad. Se concentran en el centro y van descendiendo en número según se llega a la retina periférica. Además, se requiere mucha luz para que funcionen, rigen una visión diurna, permiten la visión del color y son los responsables de la nitidez y el detalle.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Bastones. Células fotosensores responsables de la visión en condiciones de baja luminosidad. Los bastones se sitúan en casi toda la retina exceptuando el centro y son más delgados que los conos. Presentan una elevada sensibilidad a la luz, aunque se saturan en condiciones de mucha luz y no detectan los colores. Además, no tienen capacidad para separar los pequeños detalles de la imagen visual, sin visión de color, únicamente intensidad, y se percibe mejor el movimiento.

La sensibilidad de los sistemas de conos y bastones cambia con la variación de longitud de onda de la luz, lo que se traduce en que varía con los diferentes colores de luz [Fig. 1].

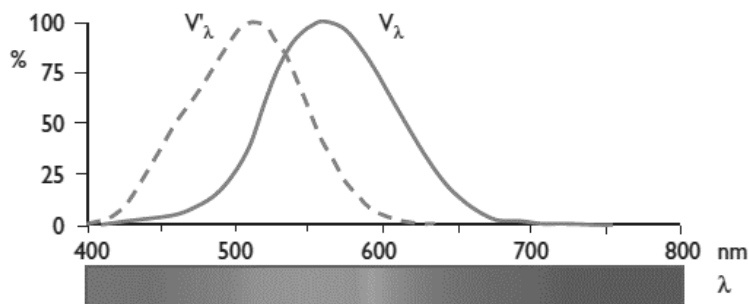


Figura 1. Curvas espectrales de sensibilidad del ojo, V_{λ} para el sistema de conos y V'_{λ} para el sistema de bastones. Fuente: (Philips).

La visión es el receptor principal del organismo en el proceso de aprendizaje y desarrollo del alumno. Se estima que un porcentaje alto de los estudiantes se dedica a tareas y actividades que hacen uso de la visión, por esta razón sigue siendo el receptor principal (Singel, 1969).

Eficacia visual

La eficacia visual se define como el grado o nivel en que la visión es aprovechada por la persona para obtener información, es decir, depende del enfoque, de la visión binocular y de la movilidad ocular para que la persona alcance una resolución óptima a pesar de solo se puede valorar el funcionamiento visual en la elaboración de un número reducido de tareas y actividades.

Un estudio que se realizó en Estados Unidos verificó que la eficacia visual tenía efecto sobre muchos resultados académicos y que, al mismo tiempo, estaba influenciada por varios factores como: la etapa del crecimiento y el desarrollo ocular; tener o no defectos oculares; la presencia de deslumbramiento en el aula, causado por los elementos que la componen (Dunn, Krinsky, Murray, y Quinn, 1985).

Confort visual

El confort visual es un estado generado por el equilibrio con el ambiente visual que tiene una persona. Esto depende de algunos factores como el nivel de iluminancia del espacio, el índice de deslumbramiento y de la distribución espacial de la luz natural.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

El confort visual tiene dos aspectos básicos, primero el aspecto cuantitativo fundamentado en tener una cantidad de luz suficiente y necesaria para ver algo y, segundo el aspecto cualitativo basado en la eliminación de efectos molestos relacionados con la iluminación (Pattini, 2011).

Cabe destacar que una persona puede realizar una tarea visual eficazmente sin sentir confort, por tanto, uno de los objetivos principales de la iluminación es promover ambos.

Agudeza visual

La agudeza visual se define como la capacidad de nuestro sistema visual para diferenciar detalles de los objetos en unas condiciones de iluminación determinadas. Para una distancia constante al objeto, si la persona ve nítida y claramente una letra pequeña, tiene más agudeza visual que otra que no la ve con claridad. Se emplea la gráfica de Snellen para medir la agudeza visual del usuario [Fig. 2].

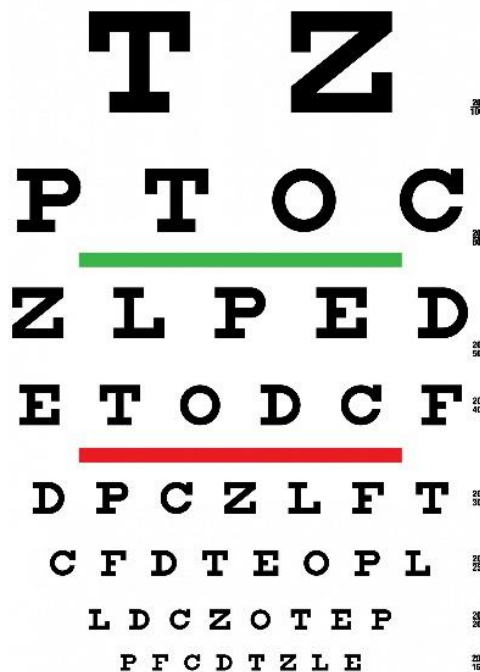


Figura 2. Gráfica de Snellen, empleada para medir la agudeza visual. Fuente: (Panel Snellen, n.d.)

Rendimiento visual

El rendimiento visual puede afectar directamente en el rendimiento escolar de una persona. Normalmente, los problemas de rendimiento visual se relacionan con la hiperactividad y/o déficit de atención, y por tanto con un bajo rendimiento académico.

Para que un ambiente luminoso sea eficiente se ha de establecer cuál es la calidad y la cantidad de luz adecuada para alcanzar un rendimiento visual óptimo suficiente para realizar las tareas y actividades en cuestión. No obstante, el rendimiento visual de una persona depende, además de la calidad de la iluminación, de su propia 'habilidad de ver'.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Con respecto a la 'habilidad de ver', la edad es una razón para tener en cuenta porque los requisitos de iluminación aumentan con los años, debido a que con el envejecimiento hay un deterioro de la transmisión de las lentes en los ojos y cada vez menos cantidad de luz entra a través de las lentes para llegar a las células de la retina que ajustan el ritmo circadiano del cuerpo, su reloj interno (Tarkan, 2012).

La iluminación, además de su efecto en el rendimiento visual, puede influenciar el ambiente y la impresión visual del área de trabajo, dando lugar a que, si está correctamente diseñado, el entorno de trabajo puede tener un efecto estimulante sobre las personas que trabajan en él (Van Bommel y Van den Beld, 2004).

II.2.2. Efectos biológicos

La luz del sol es uno de los factores más importantes de la vida humana, junto con el aire, el agua y la comida. La luz natural tiene más efectos sobre las personas que los de la visión. Se han realizado varias investigaciones, como las de Boyce (Boyce, 1973) o Van Bommel y Van den Beld (Van Bommel y Van den Beld, 2004), que han demostrado que tanto una iluminación natural como una artificial tiene influencias en la salud de las personas, su bienestar, su humor y su estado de estar alerta.

Efectos directos

Algunos de los efectos directos no visuales de la luz en las personas son el bronceado en la piel, el control de vitamina D en el organismo o la sincronización de un conjunto de ritmos fisiológicos, entre otros.

La luz es, literalmente, un nutriente para el cuerpo, permitiendo que el organismo crezca adecuadamente con un mínimo de enfermedades (Castilla, 2015).

Efectos indirectos

Son muchos los efectos indirectos no visuales de la luz en los procesos biológicos, como la inducción y la estimulación de los ritmos biológicos o los efectos relacionados con el sistema endocrino. La glándula pineal, situada en el cerebro, es la encargada de regular los efectos indirectos de la luz.

Wurtman (Wurtman y Weisel, 1969), dice que la alteración en la iluminación ambiental puede producir cambios importantes, y a veces patológicos, en el metabolismo del organismo. Además, recomienda que, a medida que se acumula información sobre los mecanismos de los efectos biológicos de la luz, las fuentes deben ser modificadas para ser compatibles con las necesidades humanas.

II.2.3. Efectos fisiológicos

Los efectos fisiológicos que producen la falta de luz en el ser humano son bastantes. Los expertos Dantsig, Lazarev y Sokolov (Dantsig, Lazarev, y Sokolov, 1967) enuncian en su publicación que el ser humano no debería estar durante largos periodos de tiempo, debido a que esto podría producir trastornos en el equilibrio fisiológico del organismo.

Las personas que viven en el extremo norte o trabajan en la minería o en edificios privados de luz natural tienen una carencia de luz solar mayor

A su vez, los espacios con la iluminación artificial, cuyas características como la intensidad y la temperatura de color están determinadas, también influyen en algunos procesos fisiológicos del cuerpo humano, tales como la presión arterial, la melatonina y la variedad de la frecuencia cardíaca, entre otras (Sleegers et al., 2013). Además, puede verse afectado el estado de ánimo, la calidad del sueño y el estado de alerta (Kuller y Wetterberg, 1993).

Exponerse a niveles de iluminación altos pueden tener un resultado de mayor estado de alerta y un mejor rendimiento.

Se han realizado estudios donde se combinan luz natural y artificial, como el de Kerkhof (Kerkhof, 1999), donde investigó los niveles de estrés y quejas en las personas que trabajan en interiores, comparando a un grupo de usuarios que trabajaban exclusivamente bajo luz artificial frente a otro que lo hacía bajo una combinación de luz artificial y natural. Los resultados obtenidos fueron que cuando hay falta de luz natural, en el espacio que se ilumina mediante la combinación de ambas, es prácticamente como la iluminación artificial, pero cuando no es así, debido a que hay un cambio de estación y la luz natural aumenta, la combinación de ambas crea en las personas un nivel de queja y estrés inferior.

Por otra parte, Partonen y Lönnqvist (Partonen y Lönnqvist, 2000), mostraron en su trabajo que la luz artificial brillante en espacios interiores en invierno tiene un resultado en la persona de ánimo y energía (Van Bommel & Van den Beld, 2004).

Por último, en el estudio realizado por Lewy y su equipo (Lewy, Kern, Rosenthal, y Wehr, 1982), se muestra que la luz solar o la luz artificial asemejándose a la luz natural suprime la secreción nocturna de melatonina.

Todos estos estudios se han de tener en cuenta porque pueden tener importantes efectos a la hora de diseñar los interiores de un edificio, dado que puede cambiar los estados de comportamiento de las personas activándolos, relajándolos, etc.

II.2.4. Efectos psicológicos

Barkmann y su equipo (Barkmann, et al., 2012) resumieron los descubrimientos más importantes hasta el momento sobre el efecto de la luz en la percepción y el comportamiento humano, y como afectan al bienestar y al rendimiento de los seres humanos en ambientes de trabajo.

Atención

La atención del usuario puede verse atraída por elementos particulares del entorno, obteniéndose los resultados deseados por el diseñador. Un claro ejemplo se observa en el teatro cuando se emplean focos para guiar la atención del público a los personajes importantes de la obra.

Con la finalidad de hacer que un objeto resalte por contraste con el fondo, atrayendo la atención, se emplea las distribuciones de luminancia, cuyo uso es útil para la enseñanza en las aulas (Veitch, 2001).

Rendimiento

Se han realizado varios estudios que indican que la iluminación artificial puede afectar positivamente en la velocidad de trabajo, la precisión y el rendimiento de la tarea o actividad. En ciertas condiciones determinadas de iluminación, también puede aumentar el rendimiento humano (Slegers et al., 2013).

Según Juslén y Tenner (Juslén y Tenner, 2005) al cambiar la iluminación hay posibilidad de conseguir un aumento en el rendimiento mediante los siguientes mecanismos:

Rendimiento visual. Las personas cuanto mejor ven la tarea, mejor rendimiento consiguen.

Confort visual. Cuanto menor sea el deslumbramiento molesto influyente en el rendimiento, mayor será la concentración.

Ambiente visual. La iluminación influye en el ambiente visual, por tanto, también influye en el rendimiento.

Relaciones interpersonales. Como la gente se ve entre sí, repercute en cómo se relacionan entre ellos, lo que influye en la cooperación y la productividad.

Reloj biológico. La luz ajusta el reloj biológico que controla los ritmos circadianos.

Estímulo. La luz provoca en las personas procesos psicológicos y fisiológicos, lo que mejora el rendimiento.

Satisfacción laboral. Si se mejoran las condiciones de iluminación, el empleado tendrá la sensación de que su tarea es importante, aumentando así su satisfacción laboral y, por tanto, su rendimiento. Además, si el empleado tiene la posibilidad de cambiar sus condiciones lumínicas de forma autónoma, también influye en su satisfacción y en su rendimiento.

Resolución de problemas. Solucionar los problemas existentes de la iluminación, aumenta el bienestar y la motivación, y en consecuencia el rendimiento.

Efecto halo. El efecto halo se refiere a un sesgo por el cognitivo mediante el cual se tiende a hacer que nuestra opción y valoración global de un rasgo en particular influya sobre el modo en el que se valora algunas

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

propiedades y características de ese rasgo (Triglia, 2012). Por tanto, se puede aplicar a que, si se cree en la mejora de un nuevo producto, este puede conllevar a un mejor rendimiento.

Proceso de cambio. Si se coordina bien el cambio de la iluminación se producirá un aumento de los efectos positivos del cambio y por ende una disminución de los negativos.

II.3. La iluminación y el espacio docente

El primer arquitecto en visualizar la importancia de la luz en el diseño de los espacios docentes fue Robson (Robson, 1877), arquitecto de la *London School Board*, cuyo texto reconoce que la luz tiene efectos fundamentales en el estudiante:

“Es bien conocido que los rayos del sol tienen una influencia benéfica en el aire de una habitación... son para un niño pequeño lo que son para una flor”.

Como ya se ha visto en apartados anteriores, la iluminación es fundamental para crear un diseño del ambiente docente adecuado que ayude en el aprendizaje del alumno.

Este hecho aparece en el estudio del investigador Dunn y su equipo (Dunn, et. al., 1985), donde también detallaron que la carencia de iluminación genera en los estudiantes que la percepción de estímulos visuales sea insuficiente e influya en la actitud ante el aprendizaje, y por tanto en el rendimiento final de los alumnos. También cabe destacar que un exceso de intensidad en la iluminación de los espacios docentes puede interferir negativamente en el ambiente de estudio a través de la aparición de brillo excesivo.

Castro y Morales (Castro y Morales, 2015), en su artículo ‘Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje’, exponen que:

“Se señala la importancia de considerar la luz natural como la iluminación más confortable para el ojo humano, porque permite estar en sintonía con el ambiente exterior”.

Sin embargo, no únicamente hace falta tener confort visual, Tanner (Tanner, 2000) encontró que la luz también influye en la salud y el bienestar de los alumnos.

En resumen, una mejora en la calidad de la iluminación interior del aula tiene un beneficio directo en el estudiante con respecto a la mejora de su productividad, su aprendizaje y su salud.

II.4. La iluminación artificial en los espacios docentes

Hasta mediados del siglo XX, la principal fuente de iluminación en los espacios docentes era la luz natural, pero gradualmente empezó a emplearse la luz artificial, primero con

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

la finalidad de ayudar con la ausencia de luz natural en días nublados y, posteriormente, para mantener un nivel óptimo de visión que no se interpusiera en el aprendizaje de los estudiantes.

Poco a poco, la luz artificial fue ganándole el terreno a la luz natural hasta el punto de pasar a segundo plano, debido a que la energía eléctrica contaba con un coste bajo y después por las facilidades que les otorgaba a los arquitectos a la hora de diseñar el proyecto en sí.

Como consecuencia se obtuvieron durante varios años escuelas sin ventanas con el objetivo de ahorrar y eliminar las distracciones producidas por el exterior.

Finalmente, tiempo después volvió a surgir el interés por los espacios influenciados por la luz natural en el ámbito docente. Además de realizarse estudios, como el de Plympton (Plympton, et. al., 2000), donde se recogían los efectos positivos psicológicos y fisiológicos de la luz natural en los centros educativo, del mismo modo que la mejora notable en el aprendizaje de los alumnos.

Al mismo tiempo, el Heschong Mahone Group (Gas y Company, 1999) investigó sobre el mismo tema y obtuvieron que los alumnos que estudiaban en aulas con más luz natural avanzaba en su aprendizaje un 20% más rápido que sus compañeros que estudiaban en aulas sin luz natural.

Actualmente hay razones más que suficientes para creer que la luz natural dota de mejores condiciones con respecto a la luz artificial, a pesar de que se ha intentado utilizar una iluminación con un color de luz blanca azulada simulando la luz natural, pero los resultados obtenidos no fueron los deseados, ya que, las nuevas lámparas incrementaron el coste y producían menos luz.

Otra dificultad que ha afectado negativamente a la iluminación artificial de los espacios docentes es la evolución que se ha producido en el tipo de tareas y la forma de impartirlas, además del uso de las nuevas tecnologías (Gas y Company, 1999).

De esta forma, Fishman (Fishman, 1984) describe que la iluminación de la zona de trabajo ha sido cada vez más estricto conforme el paso del tiempo:

“en los viejos tiempos, la pizarra era la superficie más importante del aula. Hoy en día, las presentaciones audiovisuales son necesarias casi todos los días. [...] El enfoque del diseño de iluminación es muy diferente. Además, auditorios, gimnasios, bibliotecas, aulas de arte y laboratorios cada uno de ellos requiere una atención individual. La iluminación para cada área ha de ser diferente en la selección de fuentes de luz, luminarias, niveles de iluminación, y controles de iluminación”.

Por todas estas razones, el diseño lumínico de los espacios docentes debe recoger todas estas actualizaciones y crear una combinación de los distintos tipos de luz, cuya finalidad es adecuarse a las exigencias del aula y del alumno.

II.5. La iluminación natural en los espacios docentes

Muchos edificios tienen acceso a la luz natural, pero no se 'iluminan' con ella (Pattini y Kirschbaum, 2007). Y es que actualmente no se emplea de forma adecuada la iluminación natural pese a contar con calidad y cantidad suficiente para hacer un uso rentable del recurso lumínico diurno en un espacio docente interior.

Hay centros educativos que utilizan herramientas para tener un control con respecto a la luz natural que entra por los huecos del cerramiento. Cabe destacar las escuelas solares de Mendoza (Pattini y Kirschbaum, 1998), las cuales han creado estrategias de diseño de la iluminación natural, como por ejemplo difusores, opacos o translúcidos, en el interior de las ventanas, dependiendo de la orientación del espacio docente.

Además, como ya se ha dicho anteriormente, la iluminación natural es un recurso vital para el bienestar dentro del aula, debiéndose diseñar de forma que, en ella puedan llevarse a cabo las tareas y actividades de la manera más efectiva posible, en un contexto psicológico y físico adecuado (Pattini y Kirschbaum, 1998).

II.6. Ingeniería Kansei

II.6.1. Introducción

La Ingeniería Kansei o Ingeniería Emocional (Nagamachi, 1995) es un campo de la investigación que se dedica a medir los factores influyentes en las emociones y las impresiones humanas, con la finalidad de transformarlas en la fabricación de los productos y otros efectos que actúen ante los sentimientos mostrados por parte de las personas.

Primero que nada, el concepto de Ingeniería Kansei queda definido por la palabra ingeniería, cuyo significado según la RAE corresponde a: "Conjunto de conocimientos a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial"; por tanto, se trata de la parte objetiva y cuantificable.

Por otra parte, se encuentra la palabra Kansei [Fig. 3], cuyo origen es oriental. Como explica Amparo Berenice en su tesis doctoral (Calvillo, 2010), "*Kansei es una palabra japonesa compuesta por la sílaba kan que significa sensibilidad y sei que significa sensibilidad y se usa de forma polisémica para expresar la cualidad de un objeto de despertar placer en su uso*".

Figura 3. Palabra Kansei en japonés.
Fuente: ("Kansei Capacitación," 1996)

Por tanto, al unir estos dos términos opuestos se puede entender de forma más sencilla lo dicho por el profesor Mitsuo Nagamachi, creador de la Ingeniería Kansei, quien la definió como:

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

“Una metodología de desarrollo de productos orientada al usuario, que establece procedimientos para traducir las percepciones, gustos y sensaciones de productos existentes o conceptos, en términos de soluciones y parámetros de diseño concreto”.

Así, los diseños se ajustan a las personas y se alejan del exclusivo criterio del fabricante, generando que cualquier producto o servicio no solamente va a satisfacer una necesidad de tipo práctico del cliente, sino que, al mismo tiempo, las necesidades emocionales de esa persona van a estar satisfechas también. El Kansei según Lee y Col es la mezcla de sentimientos, estética, emoción, afecto, intuición, sensación, sentidos y sensibilidad interactuando a la vez (Marín, 2013) [Fig. 4].



Figura 4. Conjunto de palabras que engloba la percepción. Fuente: (“Modelo Kansei | PDCA Home,” 2012)

Cabe destacar que existen objetos con más Kansei (Calvillo, 2010) que otros, por lo que el método empleado en este estudio permite determinarlos gracias al uso del diferencial semántico empleado en la escala Osgood (Osgood, Carroll, Suci, & Tannenbaum, 1959) el cual permite saber las respuestas de los usuarios ante los productos estudiados, con el objetivo de mejorar su diseño.

Como explica en su libro, denominado ‘EmotionalDesign’, Donald Norman (Norman, 2012) “El diseño basado en las emociones se fundamenta en la respuesta que se obtiene por parte de un usuario ante un objeto o ambiente”.

Como resumen se puede decir que, la Ingeniería Kansei, es una herramienta auxiliar en la fabricación de nuevos productos orientada al consumidor. Se fundamenta en trasladar y representar las imágenes mentales, percepciones, sensaciones y gustos del usuario a los elementos de diseño que componen el producto o servicio.

II.6.2. Método Kansei

La metodología de la Ingeniería Kansei se basa en transmitir las sensaciones de los usuarios a los nuevos productos a elaborar, como ya se ha dicho anteriormente. La valoración definitiva del objeto viene dada por la combinación

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

de conceptos físicos y simbólicos, a la vez que las personas aportan sus emociones en el desarrollo, dejando a un lado que los fabricantes sean los únicos en la elaboración.

En el párrafo anterior se nombra la valoración física y simbólica de un objeto, con esto se hace alusión a que sea atractivo, eficaz, resistente, tener un precio competitivo, etc., características que una vez cumplidas lo que se pretende es llevar el producto un paso más allá, con la finalidad de aumentar las cualidades de su diseño para dar respuestas a la demanda de los usuarios en su aspecto emocional. De esta forma, la propiedad del objeto obtenido es mayor y de mucho más eficiente.

El método busca conocer un razonamiento con la que las personas basan sus decisiones a la hora de seleccionar un producto del mercado entre diversos de características similares. También se quiere asociar las percepciones que tienen con las opiniones que usan para determinarlas. Por último, busca las semejanzas y diferencias entre el usuario y el fabricante.

A continuación, se explica que necesita el planteamiento de la Ingeniería Kansei, la cual se puede observar en la figura 5, basándose en las explicaciones de Schütte (Schütte, 2005) en su aplicación a los estímulos lumínicos:

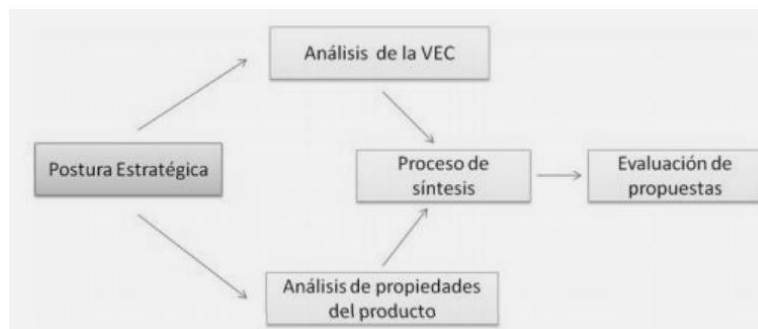


Figura 5. Ejemplo de estructura para Ingeniería Kansei. Fuente: (Álvarez y Álvarez, 2011)

Primero se realiza una valoración psicosociológica para determinar, de forma cuantificable, las sensaciones de los usuarios. Después, mediante el punto de vista del consumidor se reconocen las propiedades del elemento. A continuación, se combinan los dos puntos anteriores para finalmente hacer una modificación del diseño de forma que sea adecuada a las variaciones temporales y sociales.

II.6.3. Tipos de Ingeniería Kansei

La idea de Ingeniería Kansei ha ido evolucionando hasta que actualmente existen seis tipos de procedimientos distintos para el desarrollo de nuevos productos que aseguren una buena respuesta por parte del usuario. Estos métodos han sido utilizados por personajes como Schütte (Schütte, 2005) o Nagamachi (Nagamachi, 1995).

Ingeniería Kansei tipo I – Clasificación por categorías. Con este sistema, las categorías del Kansei ligadas a un producto son descompuestas en otros subtérminos con el fin de encontrar y desarrollar los rasgos físicos de un dominio de nuevo diseño. Como dicen Vergara y Mondragón (Vergara y Mondragón, 2008), *“la relación se desarrolla en estructura de árbol”*, es decir, se parte de lo

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

general a lo particular tratando de ir desglosando las especificaciones que reúne un producto, para alcanzar todas las posibilidades de mejora que éste puede tener desde el punto de vista del cliente. Para llevar a cabo todo el proceso, se utilizan cuestionarios con variables categóricas, como por ejemplo el modelo de regresión simple y, variables que incluyen parte de las características del producto, como el modelo de regresión múltiple, de forma que logran conclusiones óptimas.

Ingeniería Kansei tipo II – Kansei Engineering Computer System (KES). Este método implica un sistema que está asistido por la ayuda de un sistema informático para el diseño y elaboración de un nuevo producto. Para ello, se utilizan cuestionarios específicos para cada investigación y con conceptos empleados por los usuarios y no solamente los de los profesionales. El desarrollo de este método se realiza así porque una misma cosa puede ser percibida de una forma por unos y de otra forma para otros. Precisamente es aquí donde interviene el diferencial semántico de Osgood y sus colaboradores (Osgood et al., 1959), con la recogida de palabras relacionadas con Kansei y su posterior selección de las más importantes.

Finalmente se elabora la herramienta informática llamada Kansei Engineering System (KES) (Nagamachi, 1995), sistema que es como una especie de programa inteligente que dispone cuatro bases de datos para obtener la respuesta más indicada a los requisitos del diseñador. Las bases de datos son las siguientes (Rodríguez, 2013):

Base de datos de palabras: se compone de palabras que el consumidor emplea para describir sus sensaciones del producto y de la configuración de las escalas semánticas que lo determinan.

Base de datos de imágenes: contiene las relaciones entre los términos utilizados por el usuario y los elementos de diseño, por lo que es capaz de crear componentes de diseño del producto.

Base de datos de conocimientos: desde los datos anteriores y de otras restricciones posibles resuelve cuál es el diseño final más adecuado. Se establecen las reglas necesarias para decidir en cada caso los elementos de diseño más relacionados.

Base de datos de diseño y color: acopio de los detalles de diseño y de colores, considerando los términos empleados anteriormente.

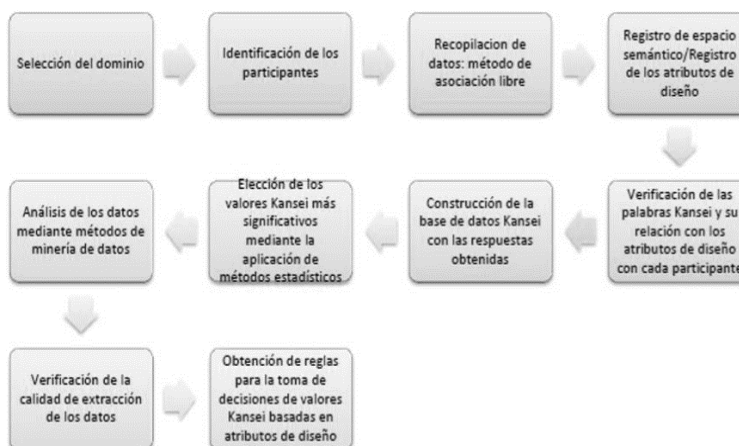


Figura 6. Pasos de la IK tipo II. Fuente: (Nagamachi, 1995).

Ingeniería Kansei tipo III: KES híbrido. Se trata de un sistema reversible que funciona en ambos sentidos (Matsubara y Nagamachi, 1997), por tanto, las aplicaciones de este tipo son las más extendidas. El modelo matemático implica un tipo de lógica que desempeña un papel similar al de la base de reglas, pero además de sugerir las imágenes o características de los productos que generan un kansei específico, también pronostica el kansei que puede ofrecer un nuevo diseño. Introduciendo la imagen o las características objetivas del producto en cuestión, el programa predice que puntuación obtendrá. De esta forma, se observa que el KES Híbrido ayuda tanto al consumidor como al fabricante.

Según explican Matsubara y Nagamachi (Matsubara y Nagamachi, 1997), hay dos desarrollos, el “Forward”, con lo que se obtiene el diseño a través de la asignación de los términos Kansei de los usuarios, y el “Backward”, el sistema reconoce el boceto introducido por el diseñador y emite una respuesta con el Kansei vinculado a ese dibujo y aporta los términos que el usuario asocia a él (Bauset, 2017).

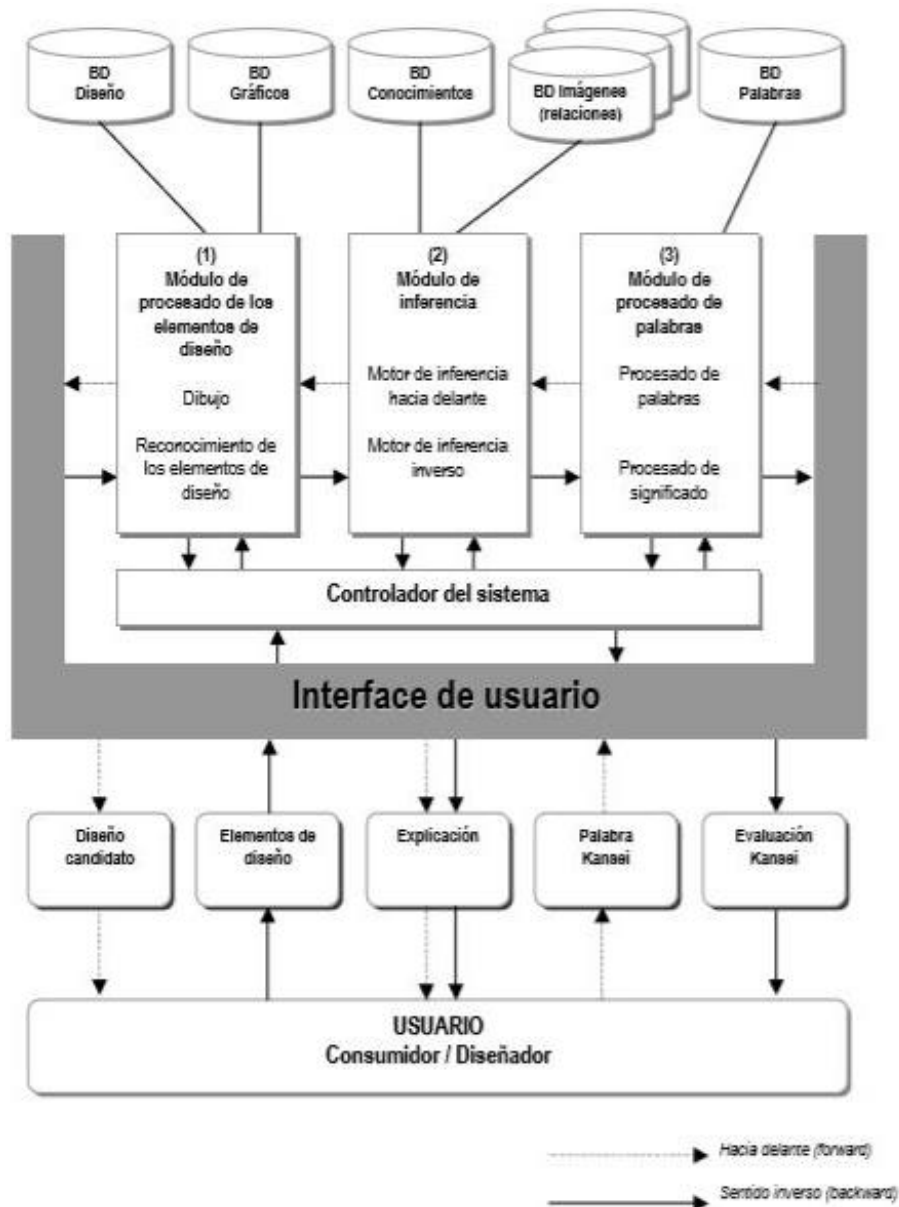


Figura 7. Estructura del sistema del KES híbrido. Fuente: (Matsubara y Nagamachi, 1997).

Ingeniería Kansei tipo IV: Modelo matemático. Modelo muy similar al tipo II, pero en este caso lo que sucede es que, para conseguir una salida óptima a partir de las palabras de entrada, se sustituye la base de datos de conocimientos por un modelo matemático. Ejemplos son los modelos de regresión.

Ingeniería Kansei tipo V: Ingeniería Kansei Virtual. Este tipo es una combinación del KES con un sistema de realidad virtual. Las imágenes que se muestran del producto ayudan al usuario a elegir el que más satisface sus necesidades y sentimientos, de esta forma la persona puede empatizar con el espacio Kansei previo a la realización del producto. Existen varios usos de esta tecnología en el campo arquitectónico como son el diseño de casas, el diseño urbano o el paisajismo (Castilla, 2015).

Ingeniería Kansei tipo VI: Ingeniería Kansei de diseño colaborativo. En esta variante de la Ingeniería Kansei varios diseñadores pueden trabajar en grupo gracias a un sistema inteligente, ya que la base de datos Kansei se puede visualizar por Internet. Esto lo que logra es que varias personas trabajen en un único diseño sin la necesidad de tener que estar en el mismo lugar.

Diferencias de los tipos de Ingeniería Kansei. Finalmente se puede concluir que unos tipos se basan en los resultados y otros en la participación por parte del usuario. El tipo I escoge los términos fase por fase y así obtiene los parámetros de diseño, mientras que el tipo II y III, esta solución es automática al insertar las palabras. Por otro lado, si se habla de la participación, el tipo I tiene una gran colaboración por parte de los fabricantes, mientras que en los tipos II, III y IV es el usuario el que más peso tiene en los conceptos, puesto que se extraen sus sensaciones.

II.6.4. Aplicaciones de la Ingeniería Kansei

La Ingeniería Kansei es beneficiosa en el desarrollo del diseño de productos donde están muy presentes la percepción y la subjetividad, llegando más allá del propio diseño funcional. Estas emociones que parten del usuario pueden ser evaluadas y asociadas a las propiedades de los productos que se comercializan, de forma que se pueden realizar dependiendo de unas emociones u otras.

Debido a su planteamiento, la Ingeniería Kansei alberga mucha importancia en todo el mercado de diseño de productos que tienen que satisfacer las necesidades del usuario, como, por ejemplo, coches, teléfonos móviles, envases, diseño biomecánico (Mondragón, Company, y Vergara, 2005), etc., dado que éstos necesitan de un grado de sensibilidad con el consumidor y no únicamente realizar una determinada función.

En los últimos años están creándose nuevos productos de diseño, tanto diseño gráfico como psicológico o industrial, pensados para proyectar emociones positivas en el usuario. Un claro ejemplo de la aplicación de la Ingeniería Kansei en sus productos se encuentra en el sector de la telefonía móvil, concretamente en la empresa Apple. La evolución de la técnica en el diseño de la marca, donde Donald Norman (Norman, 2015) pasa a formar parte dejando huella de sus conocimientos en los productos desarrollados, se observa en el cuidado estético, funcional, tecnológico, de imagen y comunicación del producto, los cuales parten de una base emocional del cliente para en un futuro obtener la total complacencia

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

del consumidor. Dentro de las diferentes evoluciones de Apple está el gesto de los usuarios de juntar los dedos pulgar e índice y posteriormente separarlos y así aumentar de tamaño la imagen de la pantalla del móvil táctil.

Otro ejemplo que destacar es la producción de automóviles, ya que fue la primera en aplicar la Ingeniería Kansei. Marcas como Nissan o Mazda fueron las primeras en obtener sus diseños en función de las emociones de sus clientes. En el caso de Mazda, Mitsuo Nagamachi (Nagamachi, 1995) contribuyó en la elaboración del coche deportivo "miyata", con la ayuda de los cuestionarios que realizó a los consumidores y diciéndoles para que tipo de público iba a estar dirigido, se llegó a definir las características físicas más óptimas del automóvil. Con todo esto se pretendía que hubiese una gran relación entre el coche y el conductor, y gracias a la utilización de la Ingeniería Kansei se convirtió en uno de los vehículos más vendidos hasta el momento. Posteriormente, muchas empresas automovilísticas basan sus diseños en esta tecnología, como por ejemplo Ford, Fiat, Toyota, etc.

Desde hace años, en España, también se utiliza este método en empresas como BBVA, Coca-Cola, Movistar, etc. (Rodríguez, 2013).

II.6.5. La Ingeniería Kansei en la iluminación

La influencia del ambiente luminoso en los seres humanos ha resultado ser real, es decir, la seguridad, bienestar e incluso la salud se ven alterados dependiendo de las condiciones lumínicas del entorno que les rodea. Debido a esta razón se ha de tener en cuenta las condiciones psicológicas, fisiológicas y físicas del ser humano a la hora de diseñar un sistema lumínico.

Tanto el arte como la ciencia recogen el concepto del diseño de la iluminación, aunque habitualmente los espacios arquitectónicos se proyectan sin pensar en esta y sin tener en consideración las investigaciones que se han realizado en este campo o las prioridades y necesidades de los usuarios.

Por esta razón cabe resaltar el trabajo realizado por Calvillo (Calvillo, 2010), en el cual investiga la conexión entre la iluminación urbana y la respuesta emocional del usuario para proponer distintas sensaciones que obtienen por parte del diseño. La conclusión que obtiene una vez realizado el trabajo es que hay una clara relación entre la percepción y la iluminación, por lo que las sensaciones del individuo cambiarán dependiendo del ambiente luminoso en el que se encuentre. Como dice, la veracidad de la imagen, la fatiga visual y la posibilidad de ver son aspectos que se tienen que dar en el diseño de la iluminación para el confort de las personas, quienes finalmente serán los usuarios.

Otro ejemplo sería el análisis de la evolución emotiva de los estudiantes en relación con el ambiente luminoso en las aulas realizado por Castilla (Castilla, et al., 2018). En el estudio se parte de la evolución que actualmente hay en el ámbito de la enseñanza, es decir, cada vez más se están introduciendo nuevas tecnologías en la educación, creando así una nueva forma de interactuar entre los propios estudiantes y los aparatos electrónicos, como pueden ser los ordenadores o las pizarras electrónicas. Este cambio, por tanto, conlleva una modificación en las tareas del estudiante realizadas en el aula y, en consecuencia, un cambio también en el ambiente luminoso para que esté en

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

consonancia con las tareas. Como se enuncia en el artículo, se necesitan nuevas pautas de iluminación para espacios de enseñanza que adopta las nuevas metodologías y tecnologías.

Además, se pueden utilizar análisis científicos complementando a la metodología de la Ingeniería Kansei, como por ejemplo la visualización de los cambios que se producen en el cerebro o en el ritmo cardiaco usando la electroencefalografía. Esta combinación se observa en el estudio realizado por Castilla (Castilla, et. al., 2017), en el cual a través de una realidad virtual crea un espacio arquitectónico, cuya iluminación varia para analizar la influencia emocional que tiene en el usuario.

Finalmente cabe destacar la tesis doctoral de Castilla (Castilla, 2015), donde se realiza un análisis sobre la iluminación artificial en los espacios docentes. También analiza la percepción de los alumnos ante la calidad ambiental interior y, la arquitectura y diseño, del aula. Para concluir en su tesis, realizó un cambio en las lámparas del aula, pasó de lámparas fluorescentes a lámparas LED, para ver la diferencia que se obtenía en la percepción de los estudiantes con el cambio.

CAPÍTULO III: Objetivos e hipótesis de partida

III.1. Objetivos

El objetivo principal del trabajo es el análisis de la respuesta afectiva de los estudiantes al ambiente lumínico de sus aulas, según éstas estén iluminadas con luz natural o artificial. En concreto las aulas de la Universidad Politécnica de Valencia. Los resultados y las conclusiones podrían valer para una futura mejora de los ambientes luminosos estudiados y la concienciación de que hay tareas que se realizan mejor en aulas con iluminación artificial y otras con iluminación natural.

Para conseguir los objetivos, se utiliza como metodología la Ingeniería Kansei. Esta metodología permite obtener las sensaciones reales de los estudiantes en el momento de pasar los cuestionarios por las aulas seleccionadas.

Gracias a los resultados obtenidos, se pueden establecer algunas premisas de nuevos diseños de iluminación o nuevos planteamientos de uso de las aulas, con soluciones adaptadas a los alumnos.

III.2. Hipótesis de partida

La investigación que se propone se apoya en una serie de hipótesis de partida:

1. La Ingeniería Kansei es una técnica apropiada para aplicarla a la valoración de los estímulos lumínicos recibidos por los alumnos (Castilla, 2015).
2. Las valoraciones de los ambientes luminosos son subjetivas e individual de cada estudiante, por lo que no tiene por qué ser la misma que la de los especialistas.
3. Las valoraciones de los ambientes luminosos con iluminación natural, frente a las valoraciones de los ambientes luminosos con iluminación artificial son diferentes para cada alumno.
4. La diferencia entre las distintas valoraciones de los diferentes ambientes lumínicos, sean mediante luz natural o luz artificial, permite analizar las causas de las percepciones obtenidas por los estudiantes y establecer posibles mejoras para las conclusiones negativas.

CAPÍTULO IV: Marco experimental. Material y métodos

IV.1. Introducción

El objetivo de este trabajo es estudiar los distintos ambientes luminosos de las aulas de la Universidad Politécnica de Valencia, mediante un análisis de las percepciones de los estudiantes. En este apartado se presenta la metodología seguida con la base de Castilla (Castilla, 2015), Galiana (Galiana, Llinares, y Page, 2012) y Llinares (Llinares, 2003)

Primero, se apuntan los términos relacionados con las sensaciones de los alumnos en ambientes luminosos de las aulas y las características de estos. A continuación, a través de la semántica diferencial, se agrupan los conceptos similares para, posteriormente, trasladar las percepciones de los usuarios al cuestionario y poder interpretarlas. Por último, los resultados se registran en una base de datos de Excel para poder introducirla en diversos programas informáticos que consiga los resultados estadísticos.

Cuando se obtienen los resultados y estos son correctos, se podrá llevar a cabo las valoraciones de los alumnos con los distintos elementos seleccionados anteriormente. Con todo ello, se sabrá que parámetros tiene una mayor relevancia a la hora de reconocer un ambiente luminoso, por ello, el estudio experimenta se distribuye de la siguiente forma:

1. Selección y tamaño de la muestra
2. Selección de los estímulos
3. Definición de las variables y elaboración de los cuestionarios
4. Desarrollo del estudio de campo
5. Tratamiento de datos

IV.2. Análisis y evaluación de la percepción de las aulas

IV.2.1. Selección y tamaño de la muestra

Este estudio se ha orientado hacia el usuario, principio básico de la metodología Kansei, por esta razón la muestra se ha tomado entre los usuarios que ocupan habitualmente las aulas a evaluar, los estudiantes.

Previamente se pregunta a los profesores si se puede realizar el cuestionario en su aula a los alumnos, y una vez aceptada la participación se concreta el día para pasarlos. La técnica de muestreo que se ha empleado es el muestreo aleatorio simple.

Durante el proceso del estudio se trata de buscar el mayor grado de heterogeneidad posible, es decir, no se realiza ninguna selección por variable descriptiva de los alumnos como el sexo, la edad, etc. ya que todos estos datos se incluyen como variables de control en los cuestionarios y su influencia se ha analizado a partir de dichas variables.

Para el tamaño de la muestra (tabla 1), el criterio elegido ha sido el de disponer de entre 6 y 8 registros por cada variable a incluir en cada uno de los análisis factoriales. Siguiendo estas indicaciones, el número mínimo de usuarios que se

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

ha de emplear es 456 alumnos, 228 estudiantes para aulas de iluminación natural y otros 228 alumnos para aulas de iluminación artificial. Puesto que se han escogido 12 aulas de iluminación artificial o artificial con alguna aportación de luz natural, el número mínimo de usuarios necesarios por aula es de 19. Por otro lado, se han seleccionado 5 aulas de iluminación natural, por tanto, el número mínimo de estudiantes necesarios es de 45 por aula.

	Nº Variable	Nº registros	Tamaño muestral
Actividades o tareas realizadas en el aula	13	x 6 =	78
Factores sobre las sensaciones del sujeto	38	x 6 =	228
Valoración del diseño del aula	8	x 6 =	48

Tabla 1. Identificación del tamaño muestral.
Fuente: el autor.

En el ensayo han participado un total de 521 alumnos repartidos entre las 17 aulas seleccionadas, 321 usuarios en aulas con iluminación artificial y 200 en aulas con iluminación natural. Este número de cuestionarios respondidos se considera un buen tamaño de la muestra, según Comrey y Lee (Comrey y Lee, 1992).

IV.2.2. Selección de los estímulos

Las aulas analizadas se sitúan en la Universidad Politécnica de Valencia y realizando una lista representativa de los tipos de aulas y su iluminación.

A la hora de escoger las aulas uno de los requisitos ha sido que el ambiente luminoso fuera representativo y diferenciado para formar parte de la muestra.

Posteriormente se ha tenido en cuenta la existencia o no de luz natural, considerando el tipo de aberturas, sus dimensiones de ventanas y la presencia de protecciones solares, y con respecto a la luz artificial, se ha diferenciado entre número de fuentes de iluminación, tipo de lámpara y la potencia de los tubos.

Por último, se ha realizado mediciones de todas las aulas para saber sus dimensiones.

Las características técnicas y lumínicas y los datos tomados en el momento del paso de los cuestionarios se muestran en la tabla que se adjunta a continuación:

	Dimensión (ancho x alto) [m]	Nº de asientos	Tipo de luz	Nº de ventanas	Nº de tragaluces	Área total de las ventanas [m ²]	Tipo de lámpara	Nº de fuentes de iluminación	Nº de tubos	Potencia de los tubos fluorescentes [W]	Sistema de sombra	Aula
1	8,79*11,52*2,95	33	Artificial	2	0	21,14	Fluorescente	27	27	36W	-	113, Ed. 2F
2	11,71*12,46*2,93	20	Artificial	2	0	21,14	Fluorescente	31	34	36W	-	111, Ed. 2F
3	8,66*17,78*2,91	13	Artificial y natural	3	0	3,93	Fluorescente	32	34	36W	-	311, Ed. 2F
4	5,81*11,88*2,96	7	Artificial y natural	8	0	19,18	Fluorescente	20	20	36W	-	124, Ed. 2F
5	8,70*17,818*2,93	39	Artificial	0	0	0	Fluorescente	33	34	36W	-	413, Ed. 2F
6	8,74*17,67*2,9	34	Artificial	0	0	0	Fluorescente	28	32	36W	-	304, Ed. 2F
7	8,73*17,59*2,92	40	Artificial y natural	10	0	18,26	Fluorescente	30	34	36W	Estores de aluminio	305, Ed. 2F
8	8,72*17,56*2,90	27	Artificial	0	0	0	Fluorescente	33	34	36W	-	404, Ed. 2F
9	8,71*17,74*2,94	11	Artificial y natural	5	0	5,79	Fluorescente	35	35	36W	Persiana opaca	414, Ed. 2F
10	8,71*17,82*2,92	25	Artificial	0	0	0	Fluorescente	29	35	36W	-	312, Ed. 2F
11	5,89*8,92*3,00	20	Artificial y natural	3	0	9,38	Fluorescente	14	14	36W	Persiana opaca	Aula Carmen Albert, Ed. 3G
12	8,80*10,20*3,25	63	Artificial y natural	4	0	22,95	Fluorescente	36	36	36W	Persiana opaca	Laboratorio 2.03, Ed. 3A
13	5,84*7,42*4,75	7	Natural	1	1	12,68	-	-	-	-	Vidrio translucido	422 Interior, Ed. 2F
14	7,85*35,93*4,73	37	Natural	8	6	87,72	-	-	-	-	-	523, Ed. 2B
15	7,86*35,93*4,742	53	Natural	8	6	87,72	-	-	-	-	-	421, Ed. 2F
16	8,83*35,96*4,74	50	Natural	3+6	6	16,32+64,47	-	-	-	-	- / Vidrio translucido	422, Ed. 2F
17	7,75*12,70*2,82	41	Natural	9	0	35,88	-	-	-	-	Persiana opaca	Aula Multimedia 2, Ed. 4P

Tabla 2. Datos de las aulas elegida.
Fuente: el autor.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Las diecisiete aulas escogidas son las siguientes:

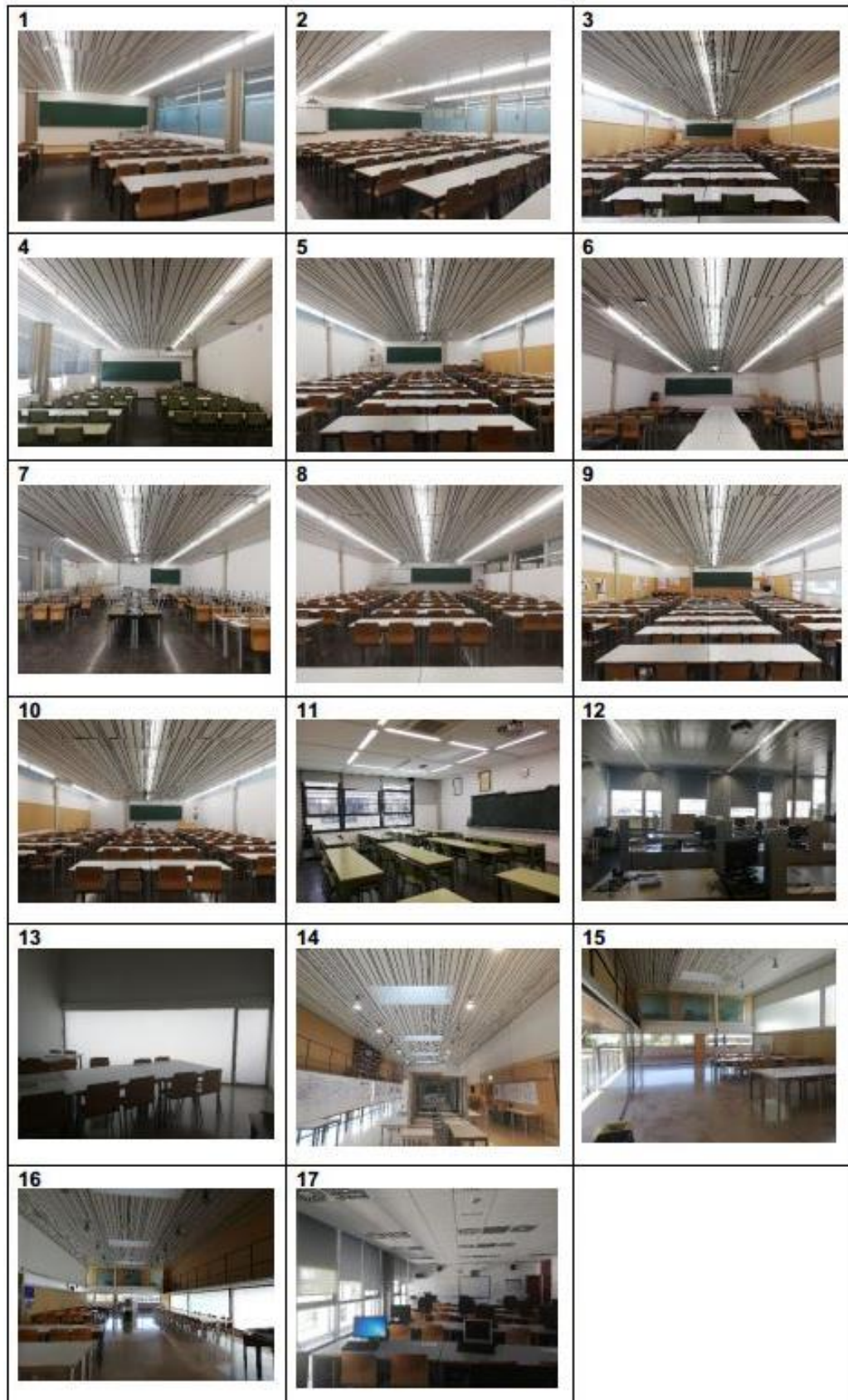


Tabla 3. Fotos de las aulas seleccionadas. Fuente: el autor.

IV.2.3. Definición de las variables y elaboración de los cuestionarios

Selección de los adjetivos

Previo a la realización de la encuesta, se preseleccionaron un total de ciento cincuenta adjetivos para describir los factores ambientales del aula, los cuales se observan en el Anexo 3. Se consultaron diferentes fuentes especializadas en el tema para elegir las más importantes.

Una vez preseleccionadas las palabras, se pasa a la reducción de esta lista mediante la agrupación de los adjetivos según el parecido entre ellos, es decir, las que son sinónimos para condensar al máximo los elementos obtenidos anteriormente. De esta forma se formaron unos 38 grupos de palabras que recogían las ciento sesenta primeras, empleando el Diagrama de Afinidad de Terninko (Terninko, 1997), el cual consiste en una técnica que facilita la recopilación de un gran número de ideas sobre diversos temas y su posterior organización.

Inicialmente se establece que palabra va en cada grupo y para ello se utilizaron 'post-it' individuales, con cada adjetivo apuntado en uno, para poder pegarlos sobre una superficie vertical con el fin de realizar un ejercicio visual y rápido de agrupación por familias con palabras de concepto similares [Fig. 5]. Así se elaboró la lista definitiva que aparece en los cuestionarios.



Figura 8. Algunos de los *post-it* utilizados. Fuente: el autor

De igual forma que los adjetivos, este procedimiento se ha realizado para cada uno de los grupos del cuestionario, por lo que también fueron necesarios verbos asociados a tareas o actividades que se podrían realizar por el alumno en el aula. Finalmente se obtuvo un total de 14 verbos distintos para analizar.

Otro aspecto que se valoró es la sensación que transmite la iluminación del aula y para ello se emplean 3 expresiones distintas.

Por último, el cuestionario se concluye con la valoración por parte del usuario del ambiente luminoso del aula con 6 afirmaciones distintas.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Questionarios

Se elabora un cuestionario, incluido en el anejo posterior, desde las palabras seleccionadas anteriormente para que los alumnos lo contesten al momento, en las distintas aulas seleccionadas descritas en el apartado anterior.

Dicho cuestionario se ha dividido en dos tipos de información, una objetiva y otra subjetiva. La primera corresponde a la ubicación del aula, la fecha y hora del pase de la encuesta y la información objetiva de cada usuario, como por ejemplo el género, la edad, el nivel de estudios y sus problemas visuales. Todos estos datos son importantes, pues los resultados que se obtienen al final indicarán si hay algún tipo de relación entre las percepciones de grupos de personas que comparten características físicas.

La parte subjetiva corresponde a la agrupación de palabras y expresiones que se han seleccionado en el apartado previo para obtener las valoraciones subjetivas de los usuarios. Para poder contestar, cada término se valora en una escala Likert (Fernández, 1982) de cinco puntos representados en la siguiente tabla 4, los cuales varían desde A, significando totalmente en desacuerdo, pasando por C, como neutro, hasta E, totalmente de acuerdo.

A	B	C	D	E
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Tabla 4. Escala de valoración. Fuente: el autor.

IV.2.4. Desarrollo del estudio de campo

El estudio de campo se ha realizado durante los meses de abril y mayo de 2018 en la Universidad Politécnica de Valencia. Los métodos de recolección de datos han comprendido medidas de datos objetivos como el nivel de iluminación horizontal y vertical interior de las aulas y la temperatura de color expuesta en la siguiente tabla 5, y cuestionarios subjetivos desarrollados concretamente para el estudio.

Aulas	Plano Horizontal [lux]	Plano Vertical [lux]	Temperatura Color Horizontal [k]	Temperatura Color Vertical [k]
Aula 113	415	460	3210	3220
Aula 111	480	495	3160	3160
Aula 311	470	540	3050	3060
Aula 124	460	465	3340	3600
Aula 413	470	540	3050	3060
Aula 304	600	470	3110	3110
Aula 305	540	445	3150	3185
Aula 404	610	550	3180	3190
Aula 414	435	520	3220	320
Aula 312	420	415	3090	3060
Aula Carmen Albert	340	115	3340	3240
Laboratorio 2.03	750	340	3410	3410
Aula 422 interior	395	470	3940	3995
Aula 523	305	365	4000	3960
Aula 421	980	890	3420	3560
Aula 422	395	470	3945	3995
Aula Multimedia 2	520	420	3940	3890

Tabla 5. Nivel de iluminación y temperatura de color. Fuente: el autor.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

El procedimiento para seguir es el siguiente: primero se empieza con una presentación frente a los encuestados y la explicación del trabajo; seguidamente, se procede a la repartición del cuestionario para que marquen con una 'x' todos los apartados convenientes; finalmente, se les da las gracias por su interés y esfuerzo por la realización de este trabajo.

Cada usuario le dedicó entre 5 y 15 minutos de su tiempo, dependiendo de la ligereza de cada alumno a la hora de leer, reflexionar y marcar la casilla que consideraba adecuada según su sensación.

IV.2.5. Tratamiento de datos

Configuración de las bases de datos

Antes de iniciar el análisis, los datos de los cuestionarios se registran y almacenan en una base de datos en forma Excel, como se puede observar en la tabla 6.

Posteriormente se comprueba que la calidad de la base de datos es correcta y funciona adecuadamente, y finalmente se exporta al formato SPSS® 16.0 (Fiddler, Hecht, Nelson, y Ross, 2006), para realizar el análisis.

Aula	Sexo	Edad	Nivel Estudio	Problemas Visuales	Tipo de Problema	Gafas	Lentillas	Daltonico	Universidad	Escuela	Aula	Fecha	Hora	Tipo Iluminación	Luz Natural	Iluminación natural interior	Iluminación artificial interior	1	2
1. Aula 113	0 = Hombre		0 = Grado	0 = No	0 = Nada	0 = No	0 = No	0 = No	1 = UPV	1 = ETSA				1 = Fluorescente	0 = No			A = -2	A = -2
2. Aula 111	1 = Mujer		1 = Máster	1 = Si	1 = Miopia	1 = Si	1 = Si	1 = Si	0 = UA	3 = ETSIA Agrónomos				2 = Fluoresc. + rejilla	1 = Si			B = -1	B = -1
3. Aula 311					2 = Hipermetropia					10 = Centro de Lenguas				3 = LED				C = 0	C = 0
4. Aula 124					3 = Astigmatismo									4 = Halogenuros				D = 1	D = 1
5. Aula 413					4 = Otros													E = 2	E = 2
6. Aula 304					5 = Miopia + Hipermetropia														
7. Aula 305					6 = Miopia + Astigmatismo														
8. Aula 404					7 = Hipermetropia + Astigmatismo														
9. Aula 414					8 = Miop. + Hipermetropia + Astig.														
10. Aula 312					9 = Miop. + Astig. + Otros														
11. Aula Carmen Albert					10 = Miop. + Hipermetropia + Astig. + Otros														
12. Laboratorio 2.03					11 = Operado														
13. Aula 422 interior					12 = Vista cansada														
14. Aula 523					13 = Miopia + Vista cansada														
15. Aula 421					14 = Miopia + Astig. + Vista cansada														
16. Aula 422																			
17. Aula Multimedia 2																			

Tabla 6. Tabla de Excel con los códigos. Fuente: el autor

Proceso del tratamiento de datos

Los siguientes apartados muestran cómo se realiza el tratamiento de los datos:

Descripción y clasificación de datos

Este primer paso tiene como objetivo la descripción de todas las variables de la muestra y el análisis de la sensación de la percepción de los alumnos para cada adjetivo del cuestionario. La técnica empleada ha sido el análisis exploratorio de datos (Turkey, 1993), cuya finalidad es garantizar la identificación de las variables que no están equilibradas y por eso generan resultados erróneos.

Obtención y extracción de los ejes de valoración

La técnica empleada para la extracción de los ejes de valoración ha sido el análisis factorial de componentes principales (Fernández, 2011), cuya finalidad es reducir el número de variables. Previamente se comprueba que las variables

originales no estaban correlacionadas entre sí, porque en ese caso carecería de sentido determinar unos componentes principales.

Una vez realizada esta comprobación, se extraen los ejes de valoración, y seguidamente se recurre a la rotación denominada Varimax, el más frecuente de las rotaciones para la interpretación de los componentes que reduce al mínimo las variables con cargas elevadas en un factor, siendo la máxima reducción en los casos que hay 1 y 0 en una columna. Con todo ello, la interpretación de factores es más sencilla, generando así una estructura simple.

A continuación, se efectúan los análisis siguientes:

Descripción e interpretación de cada eje. Se elabora a partir de las variables originales que tienen puntuaciones mayores en cada eje.

Aplicación del coeficiente Alpha de Cronbach. Complementando al análisis factorial se lleva a cabo el coeficiente Alpha de Cronbach (Cronbach, 1951) para medir la correlación entre los atributos que componen cada eje.

Análisis de varianza o ANOVA. Se emplea el análisis de varianza o ANOVA (Boqué y Maroto, 2004) para evaluar cómo afectan dos o más variables independientes sobre una que sea dependiente.

Ordenación de la importancia de los ejes semánticos

El paso siguiente se realiza en función de la valoración global del ambiente luminoso del aula, teniendo gran importancia para evaluar cómo influye cada uno de los ejes semánticos en la valoración de la iluminación de las aulas.

La ordenación de los ejes se establece a partir de un modelo de regresión lineal (Molina y Rodrigo, 2010) entre las variables de valoración global y los ejes de valoración, donde relaciona una variable dependiente con una independiente.

Para alcanzar este modelo se cruzan las puntuaciones obtenidas de cada eje semántico y las valoraciones globales. De esta forma se reconoce los ejes semánticos que realmente influyen en dicha valoración y también se cuantifica cuál es su grado de influencia.

Gracias a este modelo predictivo se puede estimar la valoración global del ambiente luminoso de un aula concreta por parte de los alumnos según la valoración de los distintos ejes semánticos.

Análisis de la influencia de las variables en la valoración de la iluminación

El último paso consiste en analizar la incidencia de las variables entre sí y sobre la valoración global a partir del cálculo de los coeficientes de correlación mediante el coeficiente de Spearman.

Análisis del coeficiente de correlación de Spearman. Se trata de un coeficiente que determina si dos variables en las observaciones realizadas tienen una relación dependiente la una de la otra, y viceversa. Varía entre el rango de -1 y +1, indicando asociaciones negativas (si una aumenta, disminuye la otra) y positivas (si aumenta una, la otra también).

IV.3. Resultados y discusión

Una vez expuesta y aplicada la metodología de trabajo anteriormente descrita, se logran una serie de resultados explicados en el siguiente subapartado.

IV.3.1. Análisis descriptivo de la muestra

Se desarrolla el análisis descriptivo tanto de las variables objetivas del cuestionario, como de las variables subjetivas, cuya representación se realiza a través de los adjetivos.

Variables objetivas

En este apartado se examinan las desviaciones y medias típicas de las variables mediante la técnica del análisis de frecuencias (histogramas), cuyos resultados se encuentran expuestos en las tablas presentes en el Anexo V.1. Las características más significativas de esta muestra son las siguientes:

Variable ‘sexo’

A partir del análisis descriptivo [Anexo V.1.1.], el resultado que se obtiene sobre la variable ‘sexo’ es el 44,53% de los usuarios son hombres, mientras que un 55,47% son mujeres.

Variable ‘edad’

La edad media de las personas es de 20,75 años. El 54,6% de los usuarios que han participado son menores de veinte años, el 34,6% se encuentra entre veintiuno y veintitrés, el 7,3% varía entre 24 y 26 años, el 2,5% tiene entre veintisiete y veintinueve años y finalmente, un 1% representa a las personas mayores de treinta años que han participado en el cuestionario, [Anexo V.1.2.].

Variable ‘nivel de estudios’

El 98,66% de los usuarios están realizando un grado y el 1,34% un máster, [Anexo V.1.3.].

Variable ‘problemas visuales’

Un 62% de los usuarios que han participado en la encuesta tiene problemas visuales, mientras que el 38% restante no los tiene, [Anexo V.1.4.].

Variable ‘tipo de problema visual’

El 28,4% de los usuarios de la muestra tiene miopía, el 2,1% tiene hipermetropía, el 5,2% tiene astigmatismo, el 0,8% de los sujetos tiene miopía e hipermetropía, el 20,3% tiene miopía y astigmatismo, el 2,1% tiene hipermetropía y astigmatismo, el 1% tiene miopía, hipermetropía y astigmatismo, el 0,2% está operado, el 0,2% tiene vista cansada y un 1,7% tiene otros problemas visuales que no se incluyen en los problemas anteriores, [Anexo V.1.5.].

Variable ‘uso de gafas’

El 57,2% de los usuarios de la muestra no precisa llevar gafas y el 42,8% sí que las lleva, [Anexo V.1.6.].

Variable ‘uso de lentillas’

El 88,29% de los usuarios no usa lentillas y el 11,71% sí que las emplea. En total, un 54,5% de los participantes utilizan o gafas o lentillas, lo que corresponde a un poco más de la mitad de los usuarios, [Anexo V.1.7.].

Variable ‘daltonismo’

Solo un 0,77% de los usuarios de la muestra es daltónico, el 99,23% restante no posee esta alteración visual, [Anexo V.1.8.].

Variables subjetivas

En esta parte, se incluyen las variables relacionadas con el ambiente luminoso de las aulas, la iluminación según las tareas y actividades y, por último, la valoración global de la iluminación de las aulas. Las tablas de resultados se representan en las tablas presentes en el Anexo V.

A continuación, se exponen las características más significativas de esta muestra:

Variable ‘ambiente luminoso de las aulas’

Se desarrolla un análisis descriptivo, el cual recoge la opinión de los usuarios sobre la forma de iluminación de las aulas. En la tabla del Anexo V.2., además de tener todos los atributos, se observa la desviación estándar y los valores de la media.

La desviación estándar proporciona información sobre la variabilidad de las respuestas de los usuarios, mientras que los valores de la media aluden a la valoración media de un elemento determinado.

Cuanto mayor sea el valor en la media, mejor valoración tiene el atributo en cuestión, sin embargo, si el valor queda por debajo de cero, indica una valoración negativa. El valor más alto es ‘luminoso’ con 0,73 y el valor más negativo corresponde a ‘colorida’ con -0,76.

Simultáneamente, cuanto mayor es el valor de la desviación estándar mayor variabilidad de respuestas existe sobre un determinado atributo, lo que apunta una menor fiabilidad de los resultados. El valor más alto corresponde a ‘natural’ con 1,285.

Los usuarios opinan que la iluminación de las aulas es luminosa, adecuada, clara, homogénea, funcional, eficiente, uniforme y funcional. Aunque, por otra parte, también creen que es tenue, impresionante, colorida y original.

Variable ‘iluminación de las aulas según las tareas y actividades’

Los valores media y las desviaciones estándar relacionados a la iluminación de las aulas en función de las tareas y actividades a realizar se unen en la tabla del Anexo V.3.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

El valor media más elevado corresponde al atributo 'preguntar al profesor' con un 0,81 y el mínimo pertenece a 'ver el proyector' con -0,25.

Los usuarios opinan que la iluminación de las aulas es adecuada para preguntar al profesor, escribir, dialogar, y trabajar en equipo. Aunque, por otra parte, también creen que no lo es para ver el proyector.

Variable 'valoración global de la iluminación de las aulas'

Los valores media y las desviaciones estándar relacionados a la valoración global de la iluminación de las aulas se agrupan en la tabla del Anexo V.4.

El valor media más elevado corresponde a la variable 'bien iluminada' con 0,44 y el mínimo pertenece a 'iluminación natural adecuada' con -0,67.

Los usuarios opinan que la valoración global de la iluminación de las aulas es adecuada en gran parte de las aulas estudiadas.

IV.3.2. Estudio del universo semántico del ambiente luminoso de las aulas

Obtención y extracción de los ejes semánticos del ambiente luminoso de las aulas

En el estudio de campo cada usuario valora 38 adjetivos sobre el ambiente luminoso de las aulas presentadas y hace una valoración global de su iluminación. Este conjunto de adjetivos puede agruparse, disminuyendo así el número de atributos que corresponden al universo semántico de los usuarios que permite diferenciar un ambiente luminoso de otro.

Esta reducción del conjunto de variables originales de los usuarios se denomina ejes semánticos y manifiestan la característica de ser independientes entre ellos, es decir, corresponden a cualidades que no están relacionadas entre sí.

Como criterio de extracción, se extraen solo los ejes con valor superior a la unidad. En el Anexo V.5. se observan los resultados tras utilizar este análisis factorial. En él puede verse que se han extraído un total de 6 ejes semánticos independientes, que explican el 59,73% de la varianza del conjunto de variables originales.

Este porcentaje a priori puede parecer bajo, pero no es así teniendo en cuenta que las variables originales están expresadas en una escala ordinal de 5 puntos y que se trata de respuestas de los usuarios sobre un cuestionario. Se emplea la rotación para la interpretación de los ejes semánticos con la finalidad de que los ejes tengan valores elevados en algunas variables iniciales.

En la tabla del Anexo V.5. se pueden ver los valores propios y el porcentaje de varianza para cada eje después de rotar. Para el análisis se emplea la técnica del Análisis Factorial dando lugar una rotación Varimax de los ejes originales.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Ejes	Autovalores	% Varianza	% Acumulado
Eje 1	6,070	15,974	15,974
Eje 2	3,857	10,150	26,124
Eje 3	3,670	9,658	35,781
Eje 4	3,387	8,912	44,694
Eje 5	3,373	8,876	53,570
Eje 6	2,340	6,159	59,729

Tabla 7. Total de la varianza explicada por los ejes.
Fuente: el autor

De esta forma, se ordenan los ejes de mayor a menor importancia para diferenciar el ambiente luminoso de unas aulas respecto del de otras y los ejes que muestran unos autovalores más elevados corresponden a los que definen las características que mejor diferencian el ambiente luminoso de las aulas.

Una vez seleccionados los componentes, factores o ejes semánticos se estudia el significado de cada uno de ellos a partir de los valores y signos de la matriz de componentes de las puntuaciones, cuando haya rotado.

El análisis factorial indica que los estudiantes diferencian el ambiente luminoso de las aulas, en primer lugar, según la sorpresa que les cause. A continuación, le siguen los ejes relacionados con la claridad, tranquilidad, uniformidad, animado y, por último, deslumbrantes o brillantes. Como se observa en la tabla 7, los diferentes autovalores de los ejes se diferencian entre sí cada vez en menor medida, por ejemplo, la desigualdad entre el eje 1 y el eje 2 es de 6,07, mientras que la desigualdad entre el eje 5 y el eje 6 es de 2,34.

Los ejes que se han obtenido corresponden al esquema mental de características que manejan los propios usuarios y pueden ser diferentes de los de los expertos, por tanto, es interesante para el diseño y desarrollo de la iluminación.

A continuación, se explica detalladamente el significado de cada eje semántico extraído en este estudio y la tabla 8 recoge una breve descripción de cada uno de estos ejes.

Ejes semánticos
Eje 1. Sorprendente
Eje 2. Claro
Eje 3. Tranquilo
Eje 4. Uniforme
Eje 5. Animado
Eje 6. Deslumbrante / Brillante

Tabla 8. Denominación de los ejes. Fuente: el autor.

Eje semántico 1

Este es el eje principal y consigue abarcar el 15,974% de la varianza de las variables originales. Al ser el primero en el análisis factorial se trata del primer atributo que los alumnos observan e identifican al diferenciar la iluminación de las distintas aulas.

Como puede observarse en el Anexo V.6., este eje semántico recoge con coeficientes positivos las variables superiores al 0,4 (esto no significa que los

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

demás valores no aporten, sino que no aportan lo suficiente porque el valor el mínimo) relacionadas con la sensación del ambiente luminoso del aula como sorprendente en primer lugar, seguida de asombroso, impresionante, estimulante, interesante, original, sugerente y favorecedor. Por tanto, reúne las cualidades relacionadas con la **sorpresa** que causa el ambiente luminoso.

Eje semántico 2

Este eje consigue explicar el 10,15% de la varianza de las variables originales. Al igual que en el caso anterior, todas las variables asociadas a este factor tienen una componente positiva superiores también al 0,4. Las que contribuyen de manera más significativa a la percepción del ambiente luminoso del aula son, en primer lugar, claro, seguida de nítido, eficiente, de calidad, luminoso, agradable, satisfactorio y cómodo. En definitiva, puede resumirse como factor que recoge la **claridad** del ambiente luminoso del aula.

Eje semántico 3

El tercer factor explica el 9,658% de la variabilidad de la muestra. Se asocia con correlaciones positivas a las variables mayores del 0,4 que hacen referencia a la percepción del ambiente luminoso del aula como tranquilo, principalmente, continuo de suave, calmado, tenue, cálido, natural, protector y confortable. Por tanto, reúne las cualidades relacionadas con la **tranquilidad** que causa el ambiente luminoso.

Eje semántico 4

El cuarto eje explica el 8,912% de la varianza. De la misma forma que en los casos anteriores, todas las variables que congrega tienen relaciones positivas, las cuales son uniforme, homogéneo, ordenado, equilibrado y funcional. Todas estas variables están relacionadas con la **uniformidad** del ambiente luminoso del aula.

Eje semántico 5

Este eje explica un 8,876% de la variabilidad de la muestra original. Agrupa los conceptos animado, dinámico, alegre, amigable, colorido y bonito. Se asocia este factor con un eje que recoge que el ambiente luminoso sea **animado**.

Eje semántico 6

El sexto eje explica el 6,159% de la varianza de las variables originales y asocia con correlaciones positivas a los atributos deslumbrante, brillante e intenso. Todas estas variables están relacionadas con el **brillo, la intensidad o el deslumbramiento de la luz**.

Coeficiente Alpha de Cronbach

Como prueba complementaria al análisis factorial, se utiliza el coeficiente Alpha de Cronbach (Cronbach, 1951), el cual se utiliza para ver si las agrupaciones realizadas en el apartado anterior son consistentes y fiables. Según George y Mallery (George y Mallery, 1995), un valor del coeficiente Alpha de Cronbach inferior a 0,5 muestra un nivel de fiabilidad no aceptable y cuanto más se aproxime a la unidad mejor será la fiabilidad.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

A continuación, se explica detalladamente cómo se vería afectado cada eje semántico si se extrajera cada atributo. Se pueden observar los resultados en las tablas del Anexo V.7.

Eje semántico 1

Los ítems o variables que participan en el primer eje semántico son 7, y como se observa arriba serían: sorprendente, impresionante, asombroso, estimulante, interesante, original y sugerente. El valor Alpha de Cronbach que se obtiene es 0,911 y lo que se representa en las tablas del Anexo V.7. es que ocurre si se elimina cada variable, una a una, con su respectivo valor. Como puede verse, ningún resultado consigue mejorar el coeficiente Alpha de Cronbach.

Eje semántico 2

Las variables que forman parte de este eje semántico son: claro, nítido, eficiente, de calidad, luminoso, agradable, cómodo y satisfactorio. El coeficiente Alpha de Cronbach es 0,846 y pasaría igual que con el eje anterior, aunque se suprimiese alguna variable, el resultado no mejoraría al obtenido.

Eje semántico 3

El tercer eje semántico está formado por las variables de tranquilo, suave, calmado, tenue, natural, cálido, protector y confortable. El valor Alpha de Cronbach que se obtiene es 0,799.

Eje semántico 4

Los ítems o variables que participan en este eje semántico son 5, y como se observa arriba serían: uniforme, ordenado, homogéneo, equilibrado y funcional. El coeficiente Alpha de Cronbach es 0,817, por tanto, muestra una fiabilidad alta además de que no mejora su resultado en ninguno de los casos.

Eje semántico 5

Las variables que forman parte de este eje semántico son: animado, alegre, dinámico, amigable, colorido y bonito. El coeficiente Alpha de Cronbach es 0,857 y pasaría igual que con el eje anterior, aunque se suprimiese alguna variable, el resultado no mejoraría al coeficiente Alpha de Cronbach.

Eje semántico 6

El sexto eje semántico está formado por las variables de intenso y brillante. Se elimina deslumbrante del análisis porque mejora el coeficiente Alpha de Cronbach obtenido, que en este caso es 0,692.

IV.3.3. Ordenación de la importancia de los ejes semánticos

Obtención del modelo de relación de los ejes semánticos con la valoración de buena iluminación

La finalidad de este modelo es relacionar los ejes semánticos según la valoración de una iluminación considerada como buena y ordenarlos por orden de importancia, dado que así se indica la influencia de cada eje con la valoración de la iluminación de las aulas.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Para ello se emplea el modelo de regresión lineal, el cual permite efectuar posteriormente unas estimaciones adecuadas de la iluminación de un aula a partir de opiniones sobre los ejes semánticos. Se toma como la variable dependiente la buena iluminación y como las independientes los ejes semánticos iniciales, de forma que se observa que eje tiene mayor influencia sobre un aula bien iluminada.

Como se puede ver en la tabla del Anexo V.8. el modelo recoge, con un nivel de significación inferior a 0,05, a 5 de los 6 atributos, ya que el sexto tiene un nivel superior al indicado con 0,544. De manera que quedarían sorprendente, claro, tranquilo, uniforme y animado, descartando deslumbrante.

El término más influyente para determinar si un aula está bien iluminada es el atributo claro, por darle un mayor valor. Después irían uniforme, animado, sorprendente, y por último tranquilo.

Por otra parte, el modelo de regresión lineal permite predecir las respuestas frente a estímulos determinados que experimentan los usuarios. De esta forma, con los coeficientes proporcionados en el modelo para cada uno de estos factores se obtiene el siguiente ajuste:

Buena iluminación del aula = 0,431 constante + 0,520 eje 2 + 0,372 eje 4 + 0,264 eje 5 + 0,192 eje 1 + 0,131 eje 3

La habilidad de predicción del modelo se observa por el coeficiente de correlación R que en este caso es 0,665. Este valor muestra la estabilidad del procedimiento y del modelo de análisis realizado.

IV.3.4. Análisis de la influencia de las tareas y actividades

Obtención y extracción de los factores de tareas y actividades

Para realizar este análisis se procede de igual forma que en el apartado IV.3.2., pero teniendo en cuenta en esta ocasión el conjunto de tareas y actividades que se realizan en el aula.

Seguidamente, se aplica el análisis factorial a los resultados obtenidos de los cuestionarios. Estos resultados del análisis factorial se encuentran en el Anexo V.9. y puede observarse que se han extraído un total de 4 factores independientes, de 14 que eran inicialmente. Estos factores son capaces de explicar el 70,389% de la varianza del comportamiento de las variables originales. En la siguiente tabla se muestra un resumen de estos resultados.

Factores	Autovalores	% Varianza	% Acumulado
Factor T1	3,067	21,907	21,907
Factor T2	2,831	20,223	42,129
Factor T3	2,106	15,042	57,171
Factor T4	1,850	13,217	70,389

Tabla 9. Total de la varianza explicada por los factores. Fuente: el autor.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Cuando los componentes o factores ya están seleccionados se interpreta el significado de cada uno de ellos desde los valores y signos de la matriz de componentes de las puntuaciones a continuación de rotarlas. En la tabla siguiente se nombra a cada factor y se añade una breve descripción de cada uno de ellos, además de discutir el significado.

Factores
Factor T1. Leer / Escribir
Factor T2. Trabajar en equipo
Factor T3. Atender
Factor T4. Trabajar con ordenador

Tabla 10. Denominación de los factores. Fuente: el autor.

El análisis factorial muestra que los alumnos diferencian las tareas y actividades que realizan en el aula. En primer lugar, aparecen aquellas relacionadas con la lectura y la escritura. A continuación, le siguen las tareas que se corresponden con el trabajo en equipo. Luego, están las tareas y actividades vinculadas con la atención del alumno, y, por último, aquellas que se asocian con trabajar en el ordenador o la tablet.

Conforme disminuye el autovalor de cada factor significa que la varianza explicada es menor. Esto se puede traducir en que las tareas y actividades se diferencian menos entre sí en función de dicho factor. No hay que olvidar que los factores que se obtienen corresponden al esquema mental de atributos que utilizan los alumnos y que puede distar de los que proponen expertos o profesores.

Posteriormente, se examina de forma minuciosa el significado de cada uno de estos factores de tareas y actividades.

Factor T1

Este es el factor principal y alcanza a explicar el 21,907% de la varianza de las variables originales. Dado que ocupa el primer lugar se trata también de la primera acción que los estudiantes reconocen u observan al diferenciar unas tareas de otras. Todas las variables asociadas a este factor tienen una componente positiva y superior a 0,4, de la misma forma que en apartado 4.3.2.

Como se observa en el Anexo V.10., este factor está asociado con las tareas de escribir, leer, dibujar, repasar apuntes y, con menor peso, corregir, por esta razón se agrupa con el factor T2. En conclusión, puede simplificarse como un factor que agrupa las tareas de **leer o escribir** que realiza el alumno en el aula.

Factor T2

El segundo factor agrupa el 20,223% de la varianza de las variables originales y se asocia con las variables que hacen referencia a las tareas de dialogar, trabajar en equipo, corregir, preguntar al profesor y reflexionar. La tarea de repasar apuntes tiene un menor peso, por tanto, se asocia con el factor T1. Todos estos atributos hacen referencia a las tareas de **trabajar en equipo o dialogar**, las cuales desempeñan los estudiantes en el aula.

Factor T3

Este factor es capaz de explicar el 15,042% de la varianza y al igual que los factores anteriores, todas las variables que recoge tienen relaciones positivas. El factor lo forman las tareas que aluden a atender a la pizarra, atender y ver el proyector. Puede simplificarse como un factor que reúne la **atención** que el alumno presta en el aula.

Factor T4

El cuarto factor consigue explicar el 13,217% de la varianza de las variables originales y corresponde a las variables que aluden a las tareas de usar el teléfono o la tablet y trabajar con el ordenador. Todos estos atributos hacen referencia a las tareas de **trabajar con el ordenador o la tablet** que el alumno realiza en el aula.

Relación de los ejes semánticos con los factores de tareas y actividades

A continuación, según se puede ver en la tabla del Anexo V.11, se utiliza el coeficiente de correlación lineal de Spearman, donde se crea la relación entre los factores de las tareas y actividades con los ejes semánticos del ambiente luminoso del aula según los valores obtenidos en el análisis. Además, estos datos obtenidos pueden observarse gráficamente en la gráfica de la figura 9.

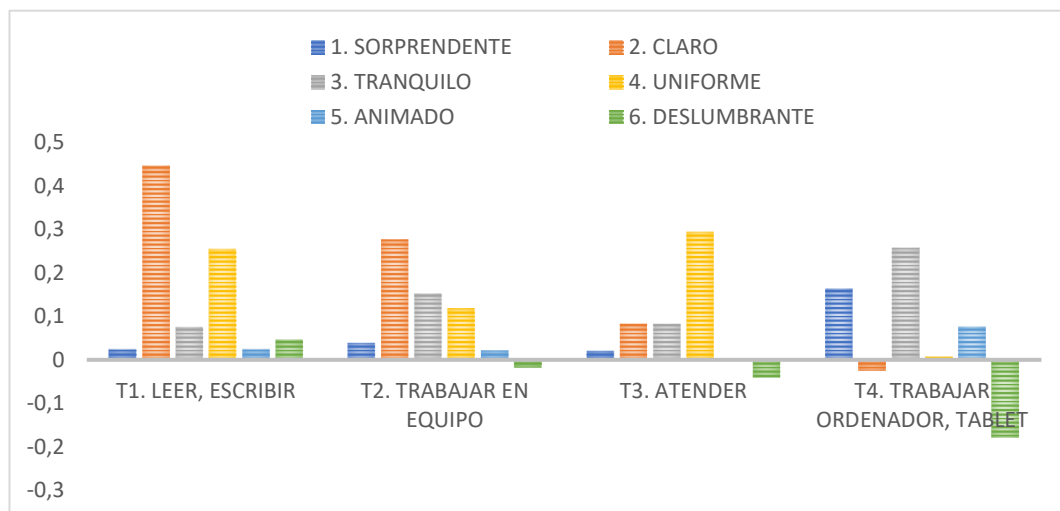


Figura 9. Relación entre los ejes semánticos y las tareas. Fuente: el autor

Por otra parte, las relaciones nombradas arriba entre los factores de las tareas y actividades con los ejes semánticos pueden observarse representadas en el gráfico de la figura 10, donde se observa mejor la correlación que existe entre los ejes semánticos y las tareas o actividades que se realizan en el aula.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

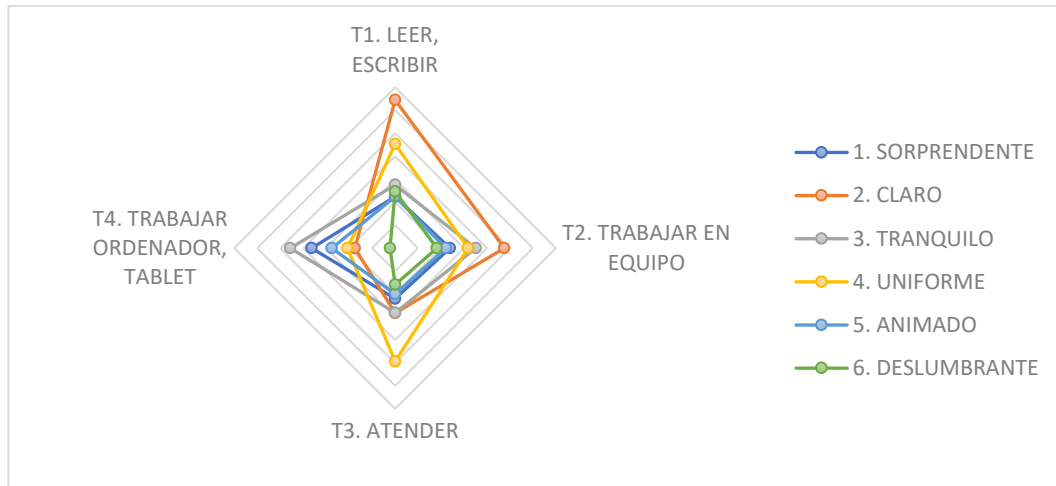


Figura 10. Correlación entre los ejes semánticos y las tareas. Fuente: el autor.

Analizando cada una de las tareas y actividades, en primer lugar, se encuentra el factor T1 que equivale a leer y escribir, el cual está relacionado con todos los ejes semánticos, pero en mayor medida con los ejes que recogen la sensación de claridad y uniformidad del ambiente lumínico del aula.

El resultado es lógico ya que recoge las percepciones del ambiente luminoso como nítido, eficiente, claro, luminoso, de calidad, cómodo, homogéneo, uniforme, equilibrado y funcional, lo cual encaja con que resulte muy adecuada para realizar las distintas tareas que se engloban en leer y escribir.

En segundo lugar, se sitúan las diversas tareas que se engloban en trabajar en equipo equivalente al factor T2. Este factor está relacionado con 5 de los 6 ejes semánticos, no obstante, los ejes que recogen la sensación de claridad, tranquilidad y uniformidad tienen un valor mayor, por tanto, eso significa que la incidencia es más elevada. El sexto eje se relaciona negativamente en este factor. El resultado está dotado de coherencia, ya que además de recoger las percepciones del ambiente luminoso nombrados en el factor T1, también habría de añadirse las sensaciones como tranquilo, calmado, natural y confortable.

El factor T3 está conectado con los ejes semánticos que albergan las sensaciones de claridad, tranquilidad y uniformidad, aunque solo la sensación de uniformidad es la que muestra un valor bastante mayor al resto. Este resultado es consecuente ya que se desprende de estos resultados que un ambiente luminoso que se distingue como homogéneo, uniforme, equilibrado y funcional se considera al mismo tiempo que es adecuado para efectuarse las tareas de atender en el aula.

Por último, en cuarto lugar, se recogen las tareas o actividades que se reúnen en trabajar con el ordenador o con la tablet, las cuales se agrupan en el factor T4. Este factor se relaciona, positivamente y con un mayor valor, con los ejes que recogen la sensación de sorpresa y tranquilidad, y negativamente y con valor elevado, con la sensación de deslumbramiento. Este valor se traduce en que los alumnos perciben que un ambiente deslumbrante o brillante no es el más adecuado para realizar la tarea de trabajar con el ordenador o la tablet. No obstante, sí que está relacionada con un ambiente lumínico estimulante, interesante, original, sorprendente, tranquilo, calmado, tenue, cálido y confortable.

El experimento realizado por Fotios y Ramasoot (Fotios y Ramasoot, 2010) para investigar la relación entre la iluminación, la aceptación visual y las propiedades

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

luminosas de las pantallas, dota de coherencia al resultado obtenido en el análisis. La investigación muestra que en las aulas los reflejos molestos, ocasionados por la iluminación, sobre las pantallas de ordenador o tablet son el principal descontento sobre el entorno visual.

Se observa que el eje semántico relacionado con una iluminación animada y colorida no tiene unos valores muy elevados en ninguna de las tareas y actividades que se engloban en los factores.

IV.3.5. Análisis de la combinación de luz natural y artificial

Relación de la combinación de luz natural y artificial con los ejes semánticos del ambiente luminoso de las aulas

A continuación, se plantea contrastar la existencia de diferencias significativas entre una combinación de luz natural y artificial y los ejes semánticos obtenidos, como puede ser sorpresa, claridad, tranquilidad, etc. Primero se efectúa un Anova para cada una de las sensaciones para ver en qué adjetivos existen diferencias significativas (sig. < 0,05).

Según se puede ver en la tabla del Anexo V.12., el análisis de la varianza que se ha realizado muestra que hay diferencias significativas con respecto a 5 de los 6 ejes semánticos, siendo estos sorprendente, claro, tranquilo, uniforme y animado. Esto quiere decir que, haya luz natural o luz artificial, la sensación de sorpresa, claridad, tranquilidad, uniformidad y animado se percibe muy diferente según en qué caso.

Por otra parte, no hay diferencia significativa en la sensación de deslumbrante, es decir, sea la iluminación del aula una iluminación natural o mediante luz artificial, el deslumbramiento que se origina en ambos casos no es muy diferente. Esto se ve reflejado en la tabla del Anexo V.12., cuando el último valor en la fila de deslumbrante es $0,931 > 0,05$.

Una vez obtenidos los resultados anteriores, se realiza un análisis descriptivo como se observa en la tabla del Anexo V.12. Este análisis refleja, en la columna denominada mean, el valor que tiene cada sensación dependiendo de si el aula está iluminada con luz natural, luz artificial o una combinación de ambas.

Para que el análisis fuese más sencillo de interpretar y más visual se realiza un análisis gráfico de cada eje semántico relacionado con el tipo de iluminación del aula [Anexo V.12.].

Eje semántico 1

El análisis de la sensación de sorpresa en un aula con iluminación natural es muchísimo más alta y positiva que con un aula con iluminación artificial, quedando una valoración media cuando la iluminación es una mezcla de luz natural y artificial, pese a que aún sigue siendo negativa.

Eje semántico 2

Con la sensación de claridad ocurre lo mismo que con el eje semántico anterior. Un aula con iluminación natural tiene un valor elevado y positivo frente a un aula

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

con iluminación artificial, y cuando la iluminación es mixta se obtiene una valoración media pero negativa.

Eje semántico 3

El análisis de la sensación de tranquilidad de un aula con iluminación natural es positivamente más elevado que de un aula con iluminación artificial, ya que está tiene un resultado inferior y negativo. Cuando la luz del aula es a través de una mezcla de luz natural y artificial se produce un efecto sinérgico, es decir, obtenemos un incremento del valor debido a que actúan conjuntamente la iluminación natural y artificial, aunque este efecto se produce de forma negativa.

Eje semántico 4

El análisis de la sensación de uniformidad obtiene un valor totalmente contrario al anterior, ya que un aula con iluminación natural tiene un resultado negativamente elevado frente al conseguido con iluminación artificial, el cual es de signo positivo y elevado. Con la iluminación de luz natural y artificial en un aula logra un efecto positivo, pero más neutro que con luz artificial.

Eje semántico 5

Con la sensación de animado pasa como en los primeros ejes semánticos, se obtiene un valor elevado y positivo en aulas con iluminación natural, y negativo cuando estas pasan a ser iluminadas con luz artificial. También se observa ese efecto sinérgico nombrado en la sensación de tranquilidad, se ve que cuando la iluminación es mediante luz natural y artificial la sensación de animado aumenta negativamente.

Eje semántico 6

La sensación de deslumbrante es la que no tiene diferencias significativas como se ha señalado anteriormente en la tabla del Anexo V.12., a pesar de que parece que el salto gráficamente es considerable, si se coge la escala del eje Y se observa que no es tan amplio, quedando prácticamente neutro cuando se trata de una iluminación mixta.

Después de reunir toda la información ofrecida por las gráficas, se puede concluir que cuando el aula se ilumina con luz natural las sensaciones de sorpresa, claridad, tranquilidad y animado son positivas para los alumnos, mientras que los ejes semánticos de uniforme y deslumbrante pasan a tener un valor negativo, es decir, los alumnos sienten menos uniformidad en la iluminación del aula y menos deslumbramiento si esta es a través de una iluminación natural.

Por otro lado, cuando el aula tiene una iluminación únicamente artificial se puede concluir que las sensaciones de sorpresa, claridad, tranquilidad y animado pasan a ser negativas para los estudiantes, lo contrario a como lo reciben con luz natural. Lo mismo ocurre con las sensaciones de uniformidad y deslumbramiento.

Finalmente, si la iluminación pasa a ser un conjunto de ambas, luz natural y artificial, se observa que las sensaciones sorpresa, claridad y deslumbramiento se reducen positivamente frente a una iluminación artificial, pero siguen teniendo un efecto negativo para los alumnos, aunque la sensación de deslumbramiento casi se elimina, por tanto, se puede concluir que la combinación de ambas tiene un efecto positivo en el alumno. En contraste tenemos las sensaciones de

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

tranquilidad y animado, que como se ha expuesto antes tienen un efecto sinérgico y negativo, por tanto, ambas percepciones se reducen en los estudiantes. Por último, el parámetro de uniformidad quedaría con un valor elevado y positivo, aunque más neutral que con una iluminación artificial.

Relación de la combinación de luz natural y artificial con las tareas y actividades del ambiente luminoso de las aulas

Al igual que en la anterior, se plantea contrastar la existencia de diferencias significativas entre una combinación de luz natural y artificial, y las tareas y actividades obtenidos en el apartado 4.3.4. Primero se efectúa un Anova para cada una de las tareas y actividades para ver en cuales existen diferencias significativas (sig. < 0,05).

En la tabla del Anexo V.13. se muestra, en la última columna, los coeficientes para estas diferencias significativas. Estas con así cuando la luz se emplea en entornos para trabajar en equipo o en tareas que requieran atención, no siendo significativa cuando el alumno se dispone a realizar tareas como leer o escribir o trabajar con el ordenador, aunque en este último se podría decir que es casi significativa porque el valor es 0,077, próximo a 0,05.

Una vez obtenidos los resultados anteriores, se realiza un análisis descriptivo como se observa en la tabla del Anexo V.13. Este análisis refleja, en la columna denominada mean, el valor que tiene cada factor dependiendo de si el aula está iluminada con luz natural, luz artificial o una combinación de ambas.

Para que el análisis fuese más sencillo de interpretar y más visual se realiza un análisis gráfico de cada tarea y actividad relacionado con el tipo de iluminación del aula [Anexo V.13.].

Factor T1

La gráfica de las tareas leer y escribir nos muestra que una iluminación natural en el aula es más adecuada para realizarlas, siendo inferior cuando es iluminación artificial. No obstante, cuando se trata de una combinación de ambas esta mejora respecto a solo luz artificial.

Factor T2

Cuando se trata de trabajar en equipo y todo lo que se engloba en este factor optar por una iluminación natural es la opción más adecuada, ya que con la luz artificial se obtiene un peor resultado, el cual se incrementa negativamente cuando se trata de una combinación de luz natural y artificial.

Factor T3

El factor T3 abarca todo lo referente a atender y según se observa en la gráfica la opción más adecuada para realizar esta tarea es la combinación de luz natural y artificial.

Factor T4

La gráfica de las tareas trabajar con el ordenador o tablet nos muestra, al igual que en el factor T1, que una iluminación natural en el aula es más adecuada para

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

realizar dichas tareas, siendo inferior cuando es iluminación artificial. Sin embargo, cuando se trata de una iluminación mixta el resultado mejora respecto a solo luz artificial.

Se ha de tener en cuenta que algunos de estos resultados no parecen muy coherentes debido a que puede que haya alguna otra variable dentro del aula que esté generando algún tipo de resultado sesgado, es decir, que es posible que las aulas que tienen una iluminación natural y artificial igual no tengan una buena distribución de mesas y que el resultado se esté produciendo más respecto a la mesa y no con respecto a la iluminación.

Los resultados son interesantes acerca de que lo que se hace ver es la importancia de la luz natural para realizar algunas tareas, para otras es fundamental la luz artificial y que conseguir una iluminación adecuada de ambas combinándolas se consigue llegar a un interesante equilibrio.

Relación de la combinación de luz natural y artificial con las variables de la valoración global del ambiente luminoso de las aulas

A continuación, se plantea contrastar la existencia de diferencias significativas entre una combinación de luz natural y artificial y las variables de la valoración global. Primero se efectúa un Anova para cada una de las variables para ver donde existen diferencias significativas (sig. < 0,05).

Como se puede ver en la tabla del Anexo V.14., el análisis de la varianza que se ha realizado muestra que hay diferencias significativas prácticamente en todos los apartados analizados. Esto quiere decir que, haya luz natural o luz artificial, según en qué caso habrá diferencia.

Una vez obtenidos los resultados anteriores, se realiza un análisis descriptivo como se observa en la tabla del Anexo V.14. Este análisis refleja, en la columna denominada mean, el valor que tiene cada variable dependiendo de si el aula está iluminada con luz natural, luz artificial o una combinación de ambas.

Para una interpretación más sencilla del análisis y más visual se realiza un análisis gráfico de cada variable de la valoración global relacionado con el tipo de iluminación del aula [Anexo V.14.].

Variable 'me gusta'

El análisis de la variable 'me gusta' nos muestra que una iluminación natural tiene un valor elevado y positivo, frente a una valoración negativa para la iluminación artificial y para la combinación de luz natural y artificial.

Variable 'bien iluminada'

Cuando se trata de analizar la variable 'bien iluminada' se observa que todos los valores son positivos, siendo más elevado cuando el aula se ilumina mediante luz natural.

Variable 'iluminación natural adecuada'

El análisis de la variable 'iluminación natural adecuada' muestra un resultado negativo cuando la iluminación se realiza mediante una combinación de ambas.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Variable 'iluminación artificial adecuada'

En el caso de analizar la variable 'iluminación artificial adecuada' se aprecia que todos los resultados son positivos, siendo más elevado cuando la iluminación del aula es a través de luz artificial.

Variable 'iluminación adecuada para la teoría'

El análisis de la variable 'iluminación adecuada para la teoría' muestra todos los resultados de forma positiva, siendo más elevado el resultado de una iluminación artificial del aula.

Variable 'iluminación adecuada para la práctica'

El análisis de la variable 'iluminación adecuada para la práctica' muestra que los resultados son positivos, siendo más elevado el resultado de una iluminación natural del aula con respecto a una iluminación artificial.

En general se observa que en las variables de me gusta, bien iluminada o adecuada la que destaca es una iluminación natural, es decir, la valoración global de un aula con respecto a si está bien iluminada es preferible la iluminación natural, pero si luego se repara en las tareas, teoría y práctica, se observa que para la realización de clases teóricas es más adecuada la iluminación artificial porque se necesita sobre todo atender, y como se ha obtenido anteriormente, para realizar las tareas que engloba atender es necesaria una luz artificial. Por otra parte, para el desarrollo de clases prácticas es fundamental una iluminación natural.

CAPÍTULO V: Conclusiones

V.1. Conclusiones relativas al marco teórico

Las conclusiones relativas a los aspectos del marco teórico son las siguientes:

1. Las variaciones entre la iluminación y la percepción están muy ligadas, ya que tener una sensación agradable del ambiente está altamente relacionado con la calidad lumínica que predomina en él.
2. Otro aspecto importante es que el estudiante tenga una buena visibilidad sin llegar a interpretaciones erróneas ocasionadas por la fatiga visual.
3. El estudio de la Ingeniería Kansei y su metodología pretende que los diseños aportados tengan la capacidad de encontrar la forma de satisfacer las expectativas de los usuarios y superar las exigencias básicas de funcionalidad y calidad. También hay que tener en cuenta la multitud de factores que intervienen en el producto, como las experiencias de los usuarios, por ello, el diseño final estará encaminado en encontrar la solución óptima a los problemas iniciales.
4. Finalmente, en este trabajo, se parte de que el enfoque de la percepción visual es el más importante del estudio experimental, debido a que este término junta la relación entre la percepción del aula y el ambiente luminoso de la misma, el cual se relaciona estrechamente con la Ingeniería Kansei.

V.2. Conclusiones obtenidas de los resultados del estudio experimental

Una vez realizado el estudio experimental se obtienen una serie de conclusiones a destacar:

1. El análisis basado en semántica diferencial es capaz de identificar y ordenar varios ejes semánticos ajustados a los conceptos o términos que mejor definen las diferencias entre distintos ambientes luminosos de las aulas. Desde el punto de vista de la varianza explicada el eje más relevante es el de sorprendente. Le siguen los ejes semánticos claro, tranquilo, uniforme, animado y el deslumbrante o brillante.
2. Los ejes semánticos que más influencia tienen con la valoración de buena iluminación no coinciden exactamente con los ejes identificados que explican las diferencias entre la iluminación de unas aulas y otras, es decir, el término más influyente para determinar si un aula está bien iluminada es el atributo de claro, en vez de sorprendente. Después irían uniforme, animado, sorprendente y tranquilo, descartándose deslumbrante por superar el nivel indicado en el análisis.
3. El modelo de regresión permite clasificarlos dependiendo de su influencia sobre la valoración de buena iluminación. Según dicho modelo, el término que tiene mayor valor a la hora de evaluar positivamente el ambiente

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

luminoso de una determinada aula es que éste se perciba como claro; en segundo lugar, que se considere uniforme; en tercer lugar, animado; en cuarto lugar, sorprendente y, por último, que se perciba tranquilo.

4. El análisis es capaz de identificar y agrupar las tareas y actividades en varios factores, estos son, en primer lugar, está la tarea de leer y escribir, seguida de trabajar en equipo, atender y, finalmente trabajar con el ordenador.
5. Del mismo modo, el análisis también establece que el eje semántico más relacionado con la mayoría de las tareas y actividades es el de claro, lo que es lógico debido a que la iluminación de las aulas debe ser clara y homogénea para realizar las tareas.
6. Otro aspecto importante es que los alumnos no consideran que un ambiente luminoso que se percibe como deslumbrante sea adecuado para las tareas de atender y trabajar con el ordenador.
7. La validación efectuada permite concluir que el estudio propuesto con relación al método de regresión lineal es bueno tanto para predecir una buena iluminación de un aula como su valoración respecto a las puntuaciones de los distintos ejes semánticos del ambiente luminoso. El modelo desarrollado muestra un coeficiente de correlación elevado de $R=0,665$ para la predicción de la valoración de una buena iluminación.
8. En cuanto a la relación de la combinación de luz natural y artificial con los ejes semánticos del ambiente luminoso de las aulas se observa que para una iluminación natural las sensaciones de sorpresa, claridad, tranquilidad y animado son positivas para los estudiantes, lo contrario que sucede con aulas iluminadas mediante luz artificial. Por otro lado, los alumnos sienten menos uniformidad y menos deslumbramiento si esta está iluminada con luz natural. Si la iluminación de aula es una combinación de luz natural y artificial, la sensación de deslumbramiento prácticamente se elimina. El resto de los atributos varían de manera positiva o negativa dependiendo de las percepciones en los estudiantes.
9. En la relación de la combinación de luz natural y artificial con las tareas y actividades del ambiente luminoso de las aulas se observa que dependiendo de la tarea que se realice es más adecuada una iluminación con luz natural frente a una con luz artificial y viceversa. Si la iluminación fuera un conjunto de ambas todas las tareas mejorarían excepto trabajar en equipo, aunque es posible que él se haya generado algún tipo de resultado sesgado.
10. La valoración global de la iluminación es mejor cuando esta se realiza a través de una iluminación natural.
11. Finalmente, hay que añadir que el empleo de un análisis como el realizado en el presente trabajo puede favorecer a la hora de realizar mejoras en las aulas basadas en las opiniones de los estudiantes. Las mejoras deberían estar enfocadas a crear una combinación de iluminación natural y artificial que favorezca al aprendizaje del estudiante dependiendo de la tarea que se esté realizando.

V.2.1. Observaciones en el estudio experimental

Los estudiantes cuestionados tienen interés en aportar su punto de vista, ya que observan que este estudio puede ser útil para futuras actuaciones.

La mayoría de encuestados no se habían parado a observar la iluminación de forma tan detallada como se ha hecho a la hora de realizar el cuestionario. Debido a este hecho, muchos se han visto sorprendidos, tanto para bien como para mal, por sus propias respuestas, en contraposición con lo que pensaban previamente a realizar el estudio sobre el ambiente luminoso.

Una gran parte de los alumnos y de profesores están descontentos con el ambiente luminoso que tienen en la mayoría de las aulas debido a la falta de iluminación natural que hay en estas.

Espacios similares con una iluminación distinta cambian totalmente la percepción del lugar, lo que se traduce en que el diseño lumínico influye notablemente en las sensaciones de los usuarios y en la calidad de las aulas.

V.3. Conclusiones relativas a la proyección de los resultados y futuras líneas de trabajo

Las respuestas obtenidas en los cuestionarios se traducen en una necesidad de proponer concienciación en cuanto a la iluminación del aula se refiere y a su relación con las emociones de los estudiantes, de manera que sirva de ayuda a los expertos en este tema para continuar con las investigaciones. Además, como se observa en los resultados obtenidos, no se necesitan de igual manera un aula con iluminación natural o un aula con iluminación artificial, es decir, la iluminación de cada espacio tiene un efecto positivo en determinadas tareas, las cuales no son las mismas en unas que en otras.

Por otra parte, como dice Castilla en su tesis (Castilla, 2015), llegar a utilizar la adecuada combinación de ambos tipos de luz se convierte en un reto, no sólo de lo más interesante, sino también con importantes implicaciones de ahorro energético.

A partir de este trabajo, se esbozan varias líneas de trabajo futuras que tiene que ver con aspectos de naturaleza teórica tales como:

1. Completar el sistema Kansei mediante el desarrollo de un modelo de Kansei II.
2. Estudiar la eficiencia lumínica de los espacios docentes.

Si se quisiera obtener mejores resultados, se debería ampliar el número de encuestados y un mayor número de aulas de distintas características, además de abarcar distintas estaciones del año, de esta forma, las soluciones que se obtendrían serían más precisas y fiables.

Bibliografía

- Álvarez, H., & Álvarez, H. (2011). Consideraciones estratégicas, organizacionales y tácticas para la introducción de la Ingeniería Kansei en una organización.
- Baas, A. M. (1973). *Luminous Environments. Educational Facilities Review* (Vol. 15). Washington, DC.
- Barkmann, C., Wessolowski, N., y Schulte-Markwort, M. (2012). Applicability and efficacy of variable light in schools. *Physiology & Behavior*, 105(3), 621–627.
- Bauset Martorell, E. (2017). *Iluminación y arquitectura: Impacto del diseño de la iluminación en la percepción de la ciudad*. Universitat Politècnica de València.
- Boqué, R., y Maroto, A. (2004). *EL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA) 1. Comparación de múltiples poblaciones*. Tarragona: Grupo de Quimiometría y Cualimetría. Universitat Rovira i Virgili.
- Boyce, P. (2004). Lighting research for interiors: the beginning of the end or the end of the beginning. *Lighting Research & Technology*, 36(4), 283–293.
- Boyce, P. R. (1973). Age, illuminance, visual performance and preference. *Lighting Research & Technology*, 5(3), 125–144.
- Boyce, P. R., Veitch, J. A., Myer, M., Hunter, C. M., Newsham, G., y Jones, C. (2006). Lighting quality and office work: Two field simulation experiments, 38(3), 191–223.
- Calvillo Cortés, A. B. (2010). *Luz y Emociones : Estudio sobre La Influencia de la Iluminación Urbana en las Emociones ; tomando como base el Diseño Emocional* . Universitat Politècnica de Catalunya. Consultado en <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6138/TABCC1de1.pdf>
- Castilla, N. (2015). *Iluminación artificial en los espacios docentes*. Universitat Politècnica de València.
- Castilla, N., Higuera, J., Marín, J., Llinares, C., y López, J. (2017). Validación del diseño de la iluminación a través del efecto emocional y cognitivo del espacio arquitectónico. Consultado en https://www.researchgate.net/publication/320799704_Validacion_del_diseno_de_la_iluminacion_a_traves_del_efecto_emocional_y_cognitivo_del_espacio_arquitectonico_Validation_of_Lighting_Design_through_the_Emotional_and_Cognitive_Effect_of_the_Architectur
- Castilla, N., Llinares, C., Bisegna, F., y Blanca-Giménez, V. (2018). Affective evaluation of the luminous environment in university classrooms. *Journal of Environmental Psychology*, 58, 52–62. <https://doi.org/10.1016/J.JENVP.2018.07.010>
- Castro, M., y Morales, M. E. (2015). Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares. *Revista Electrónica Educare*, 19(3), 1–32.
- Comrey, A. L., y Lee, H. B. (1992). *A First Course in Factor Analysis*. Psychology Press.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

- Dantsig, N. M., Lazarev, D. N., y Sokolov, M. V. (1967).** Ultraviolet installations of beneficial action. *Applied Optics*, 6(11), 1872–6.
- Dunn, R., Krinsky, J. S., Murray, J. B., y Quinn, P. J. (1985).** Light up Their Lives: A Review of Research on the Effects of Lighting on Children’s Achievement and Behavior. *The Reading Teacher*. International Literacy Association/Wiley.
- Fernández, I. (1982).** *NTP 15: Construcción de una escala de actitudes tipo Likert*. Barcelona: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. Consultado en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_015.pdf
- Fernández, S. de la F. (2011).** *Análisis Componentes Principales*. Universidad Autónoma de Madrid.Fca. Ciencias Económicas y Empresariales.
- Fiddler, L., Hecht, L., Nelson, E. E., y Ross, J. (2006).** SPSS for Windows 16.0: A Basic Tutorial. Retrieved September 20, 2018. Consultado en <https://www.ssrlic.org/trd/spss16>
- Fotios, S. A., y Ramasoot, T. (2010).** New Lighting Recommendations for the Classroom of the Future Based on Luminous Parameters of Display Screen Equipment. *Journal of Light & Visual Environment*, 34(3), 165–169.
- Galiana, M., Llinares, C., y Page, Á. (2012).** Subjective evaluation of music hall acoustics: Response of expert and non-expert users. *Building and Environment*, 58, 1–13.
- George, D., y Mallery, P. (1995).** *SPSS/PC+ step by step : a simple guide and reference*. Wadsworth Pub. Co.
- Heschong Mahone Group, . (1999).** *Daylighting in Schools An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human*. Fair Oaks, CA. Consultado en <https://www.pge.com/includes/docs/pdfs/shared/edusafety/training/pec/daylight/SchoolsCondensed820.pdf>
- Juslén, H., y Tenner, A. (2005).** Mechanisms involved in enhancing human performance by changing the lighting in the industrial workplace. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(9), 843–855.
- Kansei Capacitación. (1996).** Retrieved September 22, 2018. Consultado en <http://kanseicapacitacion.com/>
- Kuller, R., & Wetterberg, L. (1993).** Melatonin, cortisol, EEG, ECG and subjective comfort in healthy humans: Impact of two fluorescent lamp types at two light intensities. *Lighting Research and Technology*, 25(2), 71–80.
- Lewy, A. J., Kern, H. A., Rosenthal, N. E., y Wehr, T. A. (1982).** Bright artificial light treatment of a manic-depressive patient with a seasonal mood cycle. *American Journal of Psychiatry*, 139(11), 1496–1498.
- Llinares, M. C. (2003).** *Aplicaciones de la Ingeniería Kansei al análisis de productos inmobiliarios*.
- Marín, C. (2013).** Diseño emocional e ingeniería kansei | Blog SEAS. Retrieved September 22, 2018. Consultado en <https://www.seas.es/blog/varios/dise-no-emocional-e-ingenieria-kansei/>
- Matsubara, Y., y Nagamachi, M. (1997).** Hybrid Kansei engineering system and design support. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(2), 81–92.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

- Modelo Kansei | PDCA Home. (2012).** Consultado September 22, 2018, en <https://www.pdcahome.com/modelo-kansei/>
- Molina, P. J. G., y Rodrigo, M. F. (2010).** *El modelo de regresión lineal*. Valencia: Universitat de València. Consultado en http://ocw.uv.es/ciencias-sociales-y-juridicas/estadistica-i/tema_6.pdf
- Mondragón, S., Company, P., y Vergara, M. (2005).** Semantic differential applied to the evaluation of machine tool design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(11), 1021–1029.
- Nagamachi, M. (1995).** Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(1), 3–11.
- Norman, D. A. (2012).** *Design émotionnel pourquoi aimons-nous (ou détestons-nous) les objets qui nous entourent?* (K. Ben Youssef, C. de Charentenay, S. Sbalchiero, & B. Cahour, Eds.). De Boeck.
- Norman, D. A. (2015).** Apple's products are getting harder to use because they ignore principles of design. Consultado en https://www.jnd.org/dn.mss/apples_products_are.html
- Osgood, C. E., Carroll, J. B., Suci, G. J., y Tannenbaum, P. H. (1959).** The Measurement of Meaning. *Language*, 35(1), 58. <https://doi.org/10.2307/411335>
- Panel Snellen. (n.d.).** Consultado en www.provisu.ch
- Partonen, T., y Lönnqvist, J. (2000).** Bright light improves vitality and alleviates distress in healthy people. *Journal of Affective Disorders*, 57(1–3), 55–61.
- Pattini, A., y Kirschbaum, C. (1998).** *EVALUACIÓN SUBJETIVA DE AULAS ILUMINADAS CON LUZ NATURAL*. Consultado en http://www.infohab.org.br/encac/files/1999/ENCAC99_225.pdf
- Pattini, A., y Kirschbaum, C. (2007).** EVALUACION SUBJETIVA DE AMBIENTE LUMÍNICO DE AULAS DE ESCUELAS BIOCLIMATICAS EN LA PROVINCIA DE MENDOZA. *Avances En Energías Renovables Y Medio Ambiente*, 11, 8. Consultado en <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2007/2007-t012-a002.pdf>
- Plympton, P., Conway, S., y Epstein, K. (2000).** *Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford Preprint*.
- Robson, E. (1877).** *School Architecture*. (John Murray, Ed.). London. Consultado en <http://www.westcoastrarebooks.com/detail/100844AB/>
- Rodríguez de Andrés, P. (2013).** *Ingeniería Kansei y su aplicación en el diseño emocional de bibliotecas*. Universitat Politècnica de València.
- Schütte, S. (2005).** *Engineering Emotional Values in Product Design*. Consultado en <http://www.ikp.liu.se/kansei>
- Singel, R. J. (1969).** *Planning the Learning Environment*. Wisconsin: Public Schools, Madison. Consultado en <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED037946.pdf>
- Sleegers, P. J. C., Moolenaar, N. M., Galetzka, M., Pruyn, A., Sarroukh, B. E., y van der Zande, B. (2013).** Lighting affects students' concentration positively: Findings from three Dutch studies. *Lighting Research & Technology*, 45(2), 159–175.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

- Tanner, C. K. (2000).** The influence of school architecture on academic achievement. *Journal of Educational Administration*, 38(4), 309–330.
- Tarkan, L. (2012).** Aging of Eyes Is Blamed for Range of Health Woes.
- Terninko, J. (1997).** *Step-by-step QFD: customer-driven product design*. St. Lucie Press. Consultado en https://books.google.es/books?id=eUlaDwAAQBAJ&pg=PA203&lpg=PA203&dq=terninko&source=bl&ots=eWFs8-bkaz&sig=RKuJFwDtTFCe9O538Ker6_-C2pk&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwijnObdn8rdAhVHOhoKHZnuCm4Q6AEwD3oECAAQAQ#v=onepage&q=terninko&f=false
- Torrijos, P. (2014).** Alberto Campo Baeza: «La luz es el material más lujoso que hay, pero como es gratis, no lo valoramos». Consultado en <https://www.jotdown.es/2014/03/alberto-campo-baeza-la-luz-es-el-material-mas-lujoso-que-hay-pero-como-es-gratis-no-lo-valoramos/>
- Triglia, A. (2012).** Psicología y Mente. Consultado October 2, 2018, en <https://psicologiaymente.com/>
- Turkey, J. W. (1993).** *Exploratory Data Analysis: Past, Present, and Future*. Princeton University. Consultado en <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a266775.pdf>
- Van Bommel, W. J. M., y Van den Beld, G. J. (2004).** Lighting for work: a review of visual and biological effects. *Lighting Research & Technology*, 36(4), 255–266.
- Veitch, J. A. (2001).** Psychological Processes Influencing Lighting Quality. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 30(1), 124–140.
- Vergara, M., y Mondragón, S. (2008).** Ingeniería Kansei. Una potente metodología aplicada al diseño emocional. *Faz*, 2, 46–59.
- Wurtman, R. J., & Weisel, J. (1969).** Environmental Lighting and Neuroendocrine Function: Relationship Between Spectrum of Light Source and Gonadal Growth. *Endocrinology*, 85(6), 1218–1221.
- Wyon, D. P. (1996).** Indoor environmental effects on productivity, 5–15. Consultado en https://www.researchgate.net/profile/David_Wyon/publication/310404371_Indoor_environmental_effects_on_productivity_Proceedings_of_IAQ_1996_Paths_to_better_building_environments/links/58b6aeeeca27261e5187c3b/Indoor-environmental-effects-on-productivity-Pr

Anexo

Anexo I. Índice de figuras

Figura 1. Curvas espectrales de sensibilidad del ojo.....	10
Figura 2. Gráfica de Snellen, empleada para medir la agudeza visual.....	11
Figura 3. Palabra Kansei en japonés.....	17
Figura 4. Conjunto de palabras que engloba la percepción.....	18
Figura 5. Ejemplo de estructura para Ingeniería Kansei.....	19
Figura 6. Pasos para la aplicación de la Ingeniería Kansei tipo II.....	20
Figura 7. Estructura del sistema de KES híbrido.....	21
Figura 8. Algunos de los <i>post-it</i> utilizados.....	29
Figura 9. Relación entre los ejes semánticos y las tareas.....	41
Figura 10. Correlación entre los ejes semánticos y las tareas.....	42

Anexo II. Índice de tablas

Tabla 1. Identificación del tamaño muestral.....	27
Tabla 2. Datos de las aulas.....	27
Tabla 3. Fotos de las aulas seleccionadas.....	28
Tabla 4. Escala de valoración.....	30
Tabla 5. Nivel de iluminación y temperatura de color.....	30
Tabla 6. Tabla de Excel con los códigos.....	31
Tabla 7. Total de varianza explicada por los ejes.....	36
Tabla 8. Denominación de los ejes.....	36
Tabla 9. Total de la varianza explicada por los factores.....	39
Tabla 10. Denominación de los factores.....	40

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo III. Listado preliminar de adjetivos sobre el aula

ADECUADA	APTA	FAVORABLE	ACEPTABLE	CORRECTA
AGRADABLE	GRANDE	ADORABLE	BONITA	CURIOSA
ATRACTIVA	HERMOSA	ALEGRE	DIVERTIDA	ANIMADA
DINÁMICA	AMIGABLE	SERIA	FORMAL	DE CALIDAD
POBRE	ASOMBROSA	BUEN DISEÑO	BUEN MOBILIARIO	ESTRECHA
PEQUEÑA	EMOCIONANTE	HÚMEDA	EXCITANTE	ME GUSTA
ORIGINAL	IMPRESIONANTE	CON BUEN EQUIPO	NEUTRA	MONÓTONA
TRADICIONAL	SORPRENDENTE	UNIFORME	REGULAR	BIEN ORDENADA
TRANQUILA	ESTIMULANTE	CALMADA	RELAJADA	APACIBLE
INQUIETANTE	PROTECTORA	CÓMODA	LUMINOSA	CLARA
SOMBRÍA	BIEN COMUNICADA	IRREGULAR	MOLESTA	SILENCIOSA
AMPLIA	CONFORTABLE	CÁLIDA	FRÍA	COLORIDA
RUIDOSA	SATISFACTORIA	DIFERENTE	ESTRECHA	ACOGEDORA
ESTRECHA	DESLUMBRANTE	NÍTIDA	CALUROSA	CON SENSACIÓN DE PAZ
INCÓMODA	INTERESANTE	INFORMAL	SOBRIA	AUSTERA
EQUILIBRADA	INCOMPARABLE	MODERNA	CLÁSICA	MUY HUMANA
FLEXIBLE	ENCANTADORA	MODULAR	PRÁCTICA	EXQUISITA
AGOBIANTE	DESENFADADA	SEGURA	ANTIGUA	CON BUENA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL
CON BUENA VENTILACIÓN	INNOVADORA	DEFICIENTE	DURA	BIEN ILUMINADA
ECOLÓGICA	SILENCIOSA Y QUE PERMITE CONCENTRARSE	FEA	EXTERIOR	OSCURA
ÍNTIMA	TECNOLÓGICA	PERFECTA	ACEPTABLE	SIN ARTIFICIOS
COMÚN	EXTRESANTE	SATURADA	MALA	INTEMPORAL
ANGUSTIOSA	DISTRAYENTE	ABURRIDA	CON ELEGANCIA	LIMPIA
CONFUSA	DESAGRADABLE	BUENA	SENCILLA	CON BUENA ILUMINACIÓN NATURAL
NUEVA	EXTRAORDIN.	ESPECIAL	LIMPIA	ESPACIOSA
ACTUAL	PROPORCIONADA	EXCLUSIVA	EQUIPADA	DE CATEGORÍA
ABIERTA	DE BUENA TEMPERATURA	HUMANA	CERRADA	COLORIDA
BIEN UBICADA	VERSÁTIL	SALUDABLE	LÚGUBRE	RECARGADA
ECOLÓGICA	ESPECTACULAR	SOSEGADA	TRISTE	EXCELENTE
BIEN DISTRIBUIDA	MARAVILLOSA	ASFIXIANTE	VISIÓN CLARA	DISTINGUIDA

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

14	LUMINOSO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
15	ASOMBROSO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
16	SORPRELENTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
17	ESTIMULANTE (excitante)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
18	CALMADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
19	CÓMODO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
20	SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
34	SUAVE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
35	UNIFORME	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
36	EQUILIBRADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
37	ANIMADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
38	DINÁMICO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
39	AMIGABLE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
40	ME GUSTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E

Indique su situación relativa en el aula:

41	Delante, cerca de la ventana	<input type="checkbox"/>
42	En medio, cerca de la ventana	<input type="checkbox"/>
43	Detrás, cerca de la ventana	<input type="checkbox"/>
44	Delante, en el medio de la clase	<input type="checkbox"/>
45	En el medio de la clase	<input type="checkbox"/>
46	Detrás, en el medio de la clase	<input type="checkbox"/>
47	Delante, lejos de la ventana	<input type="checkbox"/>
48	En medio, lejos de la ventana	<input type="checkbox"/>
49	Detrás, lejos de la ventana	<input type="checkbox"/>

Valore las siguientes afirmaciones: “EN TÉRMINOS GENERALES, ME PARECE UNA ILUMINACIÓN ADECUADA PARA...”

50	Leer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
51	Escribir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
52	Dibujar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
53	Preguntar al profesor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
54	Atender a la pizarra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
55	Atender	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
56	Ver el proyector	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
57	Repasar los apuntes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
58	Dialogar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
59	Trabajar con el ordenador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
60	Corregir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
61	Reflexionar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
62	Usar el teléfono, tableta, ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
63	Trabajar en equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E

Valore las siguientes afirmaciones: “EN TÉRMINOS GENERALES, LA ILUMINACIÓN DE ESTE AULA HACE QUE ME SIENTA...”

64	Placer (cómo de molesto = A o placentero = E)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
65	Energía (cómo de adormecido = A o activo = E)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E
66	Dominancia (cómo de sometido = A o controlador = E)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	B	C	D	E

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

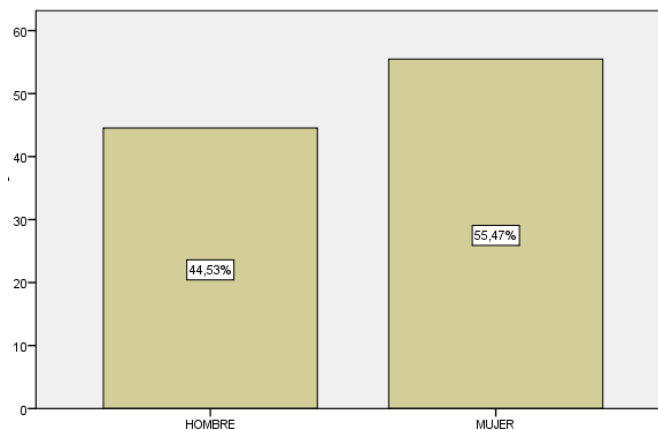
VALORACIÓN GLOBAL DE LA ILUMINACIÓN DEL AULA

67	En términos generales, me parece que el aula está BIEN ILUMINADA	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
68	En términos generales, la ILUMINACIÓN NATURAL del aula es adecuada	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
69	En términos generales, la ILUMINACIÓN ARTIFICIAL del aula es adecuada	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
70	En términos generales, me parece una ILUMINACIÓN adecuada para impartir CLASES DE TEORÍA	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
71	En términos generales, me parece una ILUMINACIÓN adecuada para impartir CLASES DE PRÁCTICAS	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

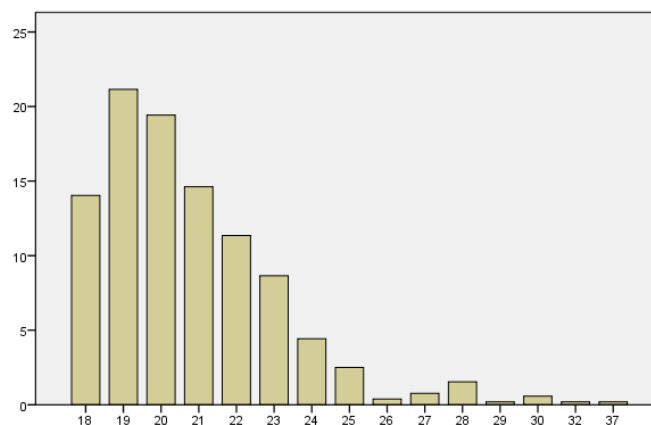
Anexo V. Resultados estadísticos

Anexo V.1. Distribución de variables

Anexo V.1.1 Distribución de frecuencias variables 'sexo'

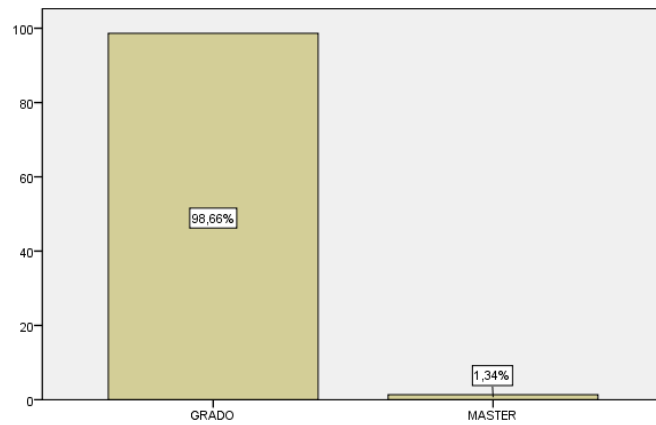


Anexo V.1.2. Distribución de frecuencias variables 'edad'

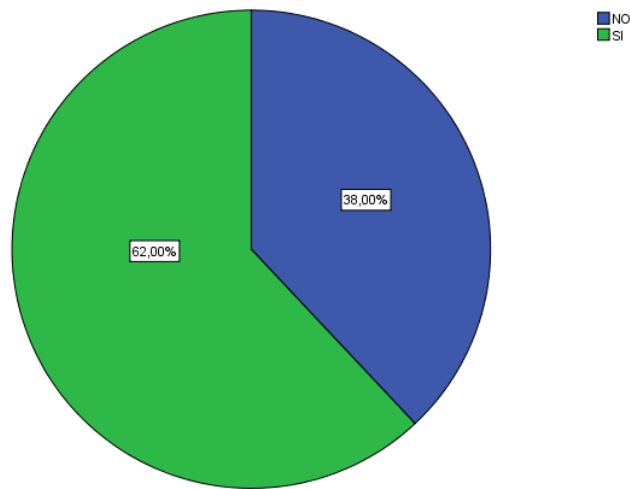


LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

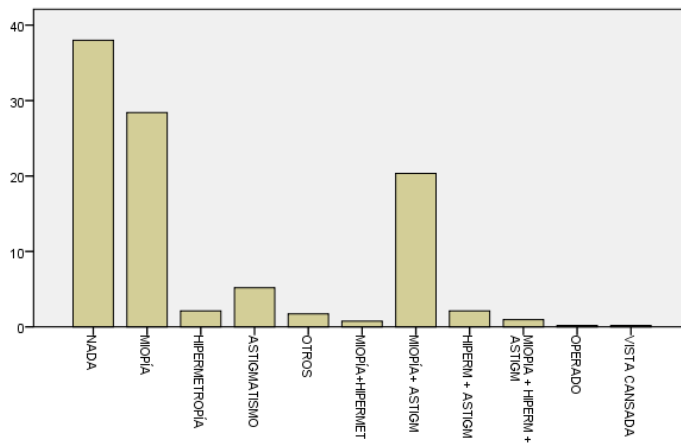
Anexo V.1.3. Distribución de frecuencias variables ‘nivel de estudios’



Anexo V.1.4. Distribución variable ‘problemas visuales’

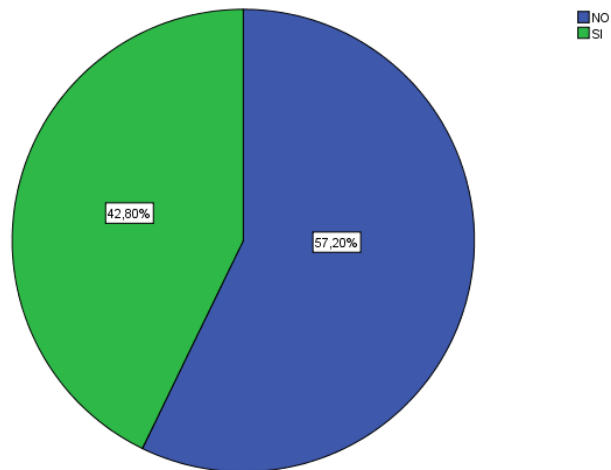


Anexo V.1.5. Distribución de frecuencias variables ‘tipo de problema visual’

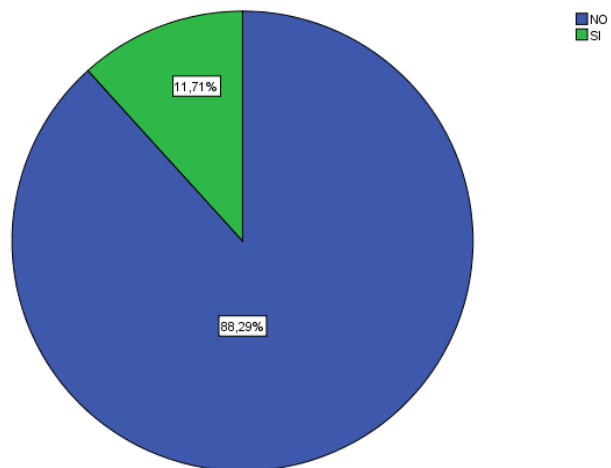


LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

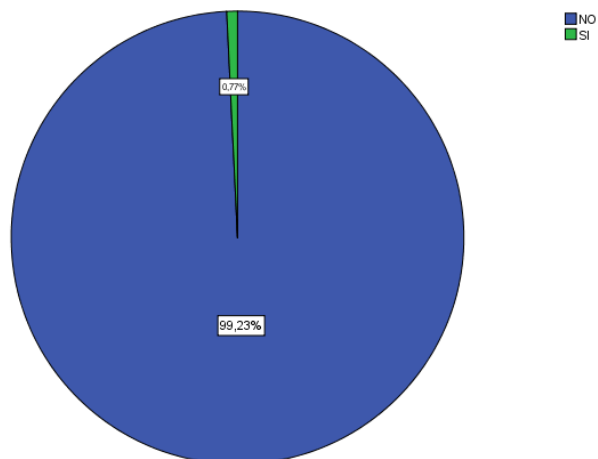
Anexo V.1.6. Distribución variable 'uso de gafas'



Anexo V.1.7. Distribución variable 'uso de lentillas'



Anexo V.1.8. Distribución variable 'daltonismo'



LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.2. Desviación estándar y valor de la media de las distintas variables relacionadas con el ambiente luminoso de las aulas

	Media	Desviación estándar		Media	Desviación estándar
ADECUADO	,67	,965	HOMOGENEO	,71	1,015
CÁLIDO	-,17	1,033	ORDENADO	,65	,948
CLARO	,61	,980	IMPRESIONANTE	-,74	1,008
DE CALIDAD	,22	,976	FAVORECEDOR	-,12	,971
DESLUMBRANTE	-,21	1,118	ALEGRE	-,53	1,041
PROTECTOR	-,12	,816	SUGERENTE	-,47	,953
AGRADABLE	,09	1,018	FUNCIONAL	,69	,985
NATURAL	-,58	1,285	TRANQUILO	,20	,986
NÍTIDO	,49	,901	BONITO	-,38	1,085
EFICIENTE	,44	,953	CONFORTABLE	-,02	,992
TENUE	-,45	,947	INTENSO	,14	1,135
ORIGINAL	-,67	1,083	COLORIDO	-,76	1,013
INTERESANTE	-,63	1,119	BRILLANTE	,16	1,120
LUMINOSO	,73	,999	SUAVE	-,20	,949
ASOMBROSO	-,62	1,051	UNIFORME	,57	,915
SORPRENDENTE	-,71	1,101	EQUILIBRADO	,37	,936
ESTIMULANTE	-,67	1,101	ANIMADO	-,57	,984
CALMADO	-,04	,992	DINÁMICO	-,45	1,007
CÓMODO	,13	,965	AMIGABLE	-,41	1,006
SATISFACTORIO	,05	,981			

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.3. Desviación estándar y valor de la media de las distintas variables relacionadas con la iluminación de las aulas según las tareas y actividades

	Media	Desviación estándar
LEER	,60	1,050
ESCRIBIR	,78	,949
DIBUJAR	,42	1,142
PREGUNTAR AL PROFESOR	,81	,917
ATENDER A LA PIZARRA	,26	1,069
ATENDER	,54	,972
VER EL PROYECTOR	-,25	1,261
REPASAR LOS APUNTES	,60	,952
DIALOGAR	,78	1,029
TRABAJAR CON EL ORDENADOR	,34	1,120
CORREGIR	,61	,952
REFLEXIONAR	,09	1,213
USAR EL TELÉFONO, TABLETA	,38	1,018
TRABAJAR EN EQUIPO	,74	1,004

Anexo V.4. Desviación estándar y valor de la media de las distintas variables relacionadas con la valoración global de la iluminación de las aulas

	Media	Desviación estándar
ME GUSTA	-,02	1,137
BIEN ILUMINADA	,44	1,097
ILUMINACIÓN NATURAL ADECUADA	-,67	1,419
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL ADECUADA	,42	,993
ILUMINACIÓN ADECUADA TEORÍA	,28	,982
ILUMINACIÓN ADECUADA PRÁCTICA	,39	1,119

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.5. Variancia total para las variables de la iluminación de las aulas

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	11,236	29,568	29,568	11,236	29,568	29,568	6,070	15,974	15,974
2	4,561	12,003	41,571	4,561	12,003	41,571	3,857	10,150	26,124
3	3,100	8,158	49,729	3,100	8,158	49,729	3,670	9,658	35,781
4	1,579	4,156	53,885	1,579	4,156	53,885	3,387	8,912	44,694
5	1,128	2,968	56,853	1,128	2,968	56,853	3,373	8,876	53,570
6	1,093	2,876	59,729	1,093	2,876	59,729	2,340	6,159	59,729
7	,998	2,626	62,354						
8	,966	2,541	64,895						
9	,896	2,358	67,253						
10	,810	2,131	69,384						
11	,755	1,987	71,371						
12	,709	1,866	73,237						
13	,647	1,703	74,939						
14	,631	1,661	76,600						
15	,599	1,578	78,177						
16	,566	1,489	79,666						
17	,546	1,436	81,102						
18	,521	1,371	82,473						
19	,493	1,298	83,771						
20	,471	1,241	85,012						
21	,450	1,184	86,195						
22	,428	1,127	87,322						
23	,416	1,096	88,418						
24	,405	1,067	89,485						
25	,389	1,023	90,508						
26	,362	,954	91,461						
27	,352	,927	92,389						
28	,341	,897	93,285						
29	,329	,867	94,152						
30	,315	,829	94,981						
31	,289	,761	95,742						
32	,283	,743	96,486						
33	,268	,706	97,191						
34	,253	,665	97,856						
35	,246	,647	98,503						
36	,234	,617	99,120						
37	,182	,479	99,598						
38	,153	,402	100,000						

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.6. Matriz de componentes rotatorios para las distintas variables de la iluminación de las aulas

	Component					
	1	2	3	4	5	6
SORPRENDENTE	,851					
ASOMBROSO	,820					
IMPRESIONANTE	,801					
ESTIMULANTE	,749					
INTERESANTE	,701					
ORIGINAL	,676					
SUGERENTE	,563				,426	
FAVORECEDOR	,462					
CLARO		,705				
NÍTIDO		,679				
EFICIENTE		,652				
DE CALIDAD	,424	,650				
LUMINOSO		,640				
AGRADABLE		,498	,402			
SATISFACTORIO		,460				
CÓMODO		,415	,413			
SUAVE			,648			
TRANQUILO			,647			
CALMADO			,646			
TENUE			,622			
CÁLIDO			,526			
NATURAL			,455			
PROTECTOR			,453			
CONFORTABLE		,427	,430			
UNIFORME				,772		
HOMOGENEO				,729		
ORDENADO				,720		
EQUILIBRADO				,683		
FUNCIONAL				,619		
ANIMADO	,433				,711	
DINÁMICO					,667	
ALEGRE	,524				,582	
AMIGABLE					,525	
COLORIDO					,518	
BONITO	,463				,496	
BRILLANTE						,740
DESLUMBRANTE						,702
INTENSO						,692

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.7. Alpha de Cronbach para comprobar la fiabilidad de los ejes

Factor 1

Cronbach's Alpha	N of Items
,911	7

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
IMPRESIONANTE	-3,77	26,765	,778	,892
SORPRENDEnte	-3,80	25,610	,813	,888
ASOMBROSO	-3,89	26,619	,753	,895
ESTIMULANTE	-3,84	26,235	,748	,895
INTERESANTE	-3,88	26,146	,742	,896
ORIGINAL	-3,85	27,176	,668	,904
SUGERENTE	-4,04	28,771	,608	,909

Factor 2

Cronbach's Alpha	N of Items
,846	8

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
NÍTIDO	2,28	23,840	,502	,836
EFICIENTE	2,32	23,297	,529	,833
CLARO	2,15	23,014	,542	,832
DE CALIDAD	2,55	21,825	,690	,813
LUMINOSO	2,04	23,424	,481	,840
AGRADABLE	2,68	22,087	,621	,822
CÓMODO	2,63	22,429	,624	,822
SATISFACTORIO	2,71	22,055	,657	,818

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Factor 3

Cronbach's Alpha	N of Items
,799	8

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
SUAVE	-1,20	21,106	,558	,769
TRANQUILO	-1,60	20,815	,571	,767
CALMADO	-1,37	20,558	,591	,764
TENUE	-,96	22,529	,382	,794
NATURAL	-,83	19,163	,539	,774
CÁLIDO	-1,23	21,148	,491	,779
PROTECTOR	-1,28	23,470	,345	,798
CONFORTABLE	-1,37	20,517	,604	,762

Factor 4

Cronbach's Alpha	N of Items
,817	5

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ORDENADO	2,34	8,786	,646	,770
HOMOGENEO	2,29	8,616	,617	,779
UNIFORME	2,43	9,053	,623	,777
EQUILIBRADO	2,62	9,004	,613	,780
FUNCIONAL	2,30	9,119	,543	,801

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Factor 5

Cronbach's Alpha	N of Items
,857	6

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ALEGRE	-2,59	15,074	,717	,819
ANIMADO	-2,54	15,453	,716	,820
DINÁMICO	-2,66	15,956	,620	,837
AMIGABLE	-2,70	15,765	,648	,832
COLORIDO	-2,35	16,628	,521	,855
BONITO	-2,74	15,241	,654	,831

Factor 6

Cronbach's Alpha	N of Items
,692	2

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
INTENSO	,16	1,255	,530	. ^a
BRILLANTE	,14	1,287	,530	. ^a

a. The value is negative due to a negative average covariance among items. This violates reliability model assumptions. You may want to check item codings.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.8. Modelo de regresión entre los ejes y la variable 'BIEN ILUMINADA'

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,665 ^a	,443	,436	,824

a. Predictors: (Constant), 6. DESLUMBRANTE, 5. ANIMADO, 4. UNIFORME, 3. TRANQUILO, 2. CLARO, 1. SORPRENDENTE

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,431	,036		11,909	,000
	1. SORPRENDENTE	,192	,036	,175	5,295	,000
	2. CLARO	,520	,036	,474	14,331	,000
	3. TRANQUILO	,131	,036	,119	3,605	,000
	4. UNIFORME	,372	,036	,339	10,264	,000
	5. ANIMADO	,264	,036	,241	7,292	,000
	6. DESLUMBRANTE	,022	,036	,020	,608	,544

a. Dependent Variable: BIEN ILUMINADA

Anexo V.9. Variancia total para las distintas variables de la iluminación de las aulas

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,826	41,616	41,616	5,826	41,616	41,616	3,067	21,907	21,907
2	1,773	12,664	54,280	1,773	12,664	54,280	2,831	20,223	42,129
3	1,226	8,759	63,039	1,226	8,759	63,039	2,106	15,042	57,171
4	1,029	7,350	70,389	1,029	7,350	70,389	1,850	13,217	70,389
5	,712	5,085	75,474						
6	,571	4,078	79,552						
7	,514	3,673	83,225						
8	,450	3,218	86,442						
9	,426	3,042	89,485						
10	,382	2,731	92,216						
11	,311	2,223	94,439						
12	,287	2,053	96,491						
13	,285	2,038	98,529						
14	,206	1,471	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.10. Matriz de componentes rotatorios para las distintas variables de la iluminación de las aulas

	Component			
	1	2	3	4
ESCRIBIR	,867			
LEER	,825			
DIBUJAR	,822			
REPASAR LOS APUNTES	,658	,455		
DIALOGAR		,816		
TRABAJAR EN EQUIPO		,716		
CORREGIR	,423	,630		
PREGUNTAR AL PROFESOR		,602	,538	
REFLEXIONAR		,554		,496
ATENDER A LA PIZARRA			,838	
ATENDER			,745	
VER EL PROYECTOR			,606	,492
USAR EL TELÉFONO, TABLETA				,770
TRABAJAR CON EL ORDENADOR				,768

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

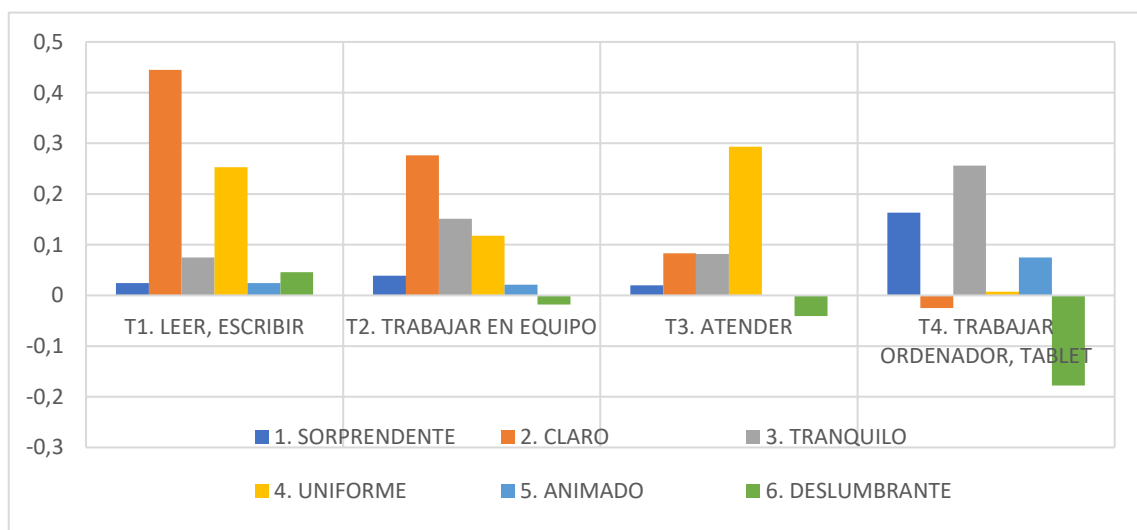
a. Rotation converged in 15 iterations.

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

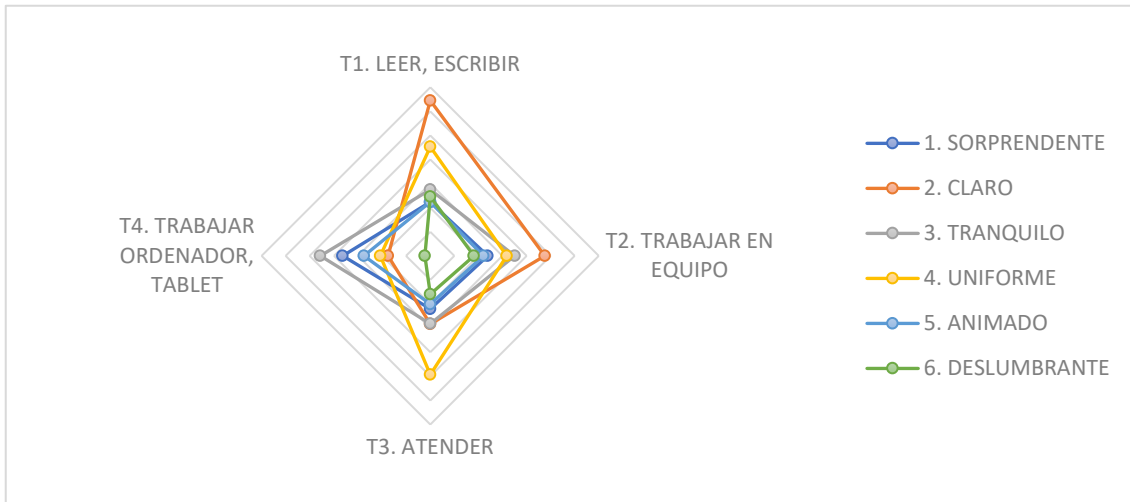
Anexo V.11. Correlaciones entre los ejes semánticos y los factores

		T1. LEER, ESCRIBIR	T2. TRABAJAR EN EQUIPO	T3. ATENDER	T4. TRABAJAR ORDENADOR, TABLET
1. SORPRENDENTE	Pearson Correlation	,024	,039	,020	,163**
	Sig. (2-tailed)	,588	,381	,650	,000
	N	516	516	516	516
2. CLARO	Pearson Correlation	,445**	,276**	,083	-,025
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,060	,578
	N	516	516	516	516
3. TRANQUILO	Pearson Correlation	,075	,151**	,082	,256**
	Sig. (2-tailed)	,090	,001	,063	,000
	N	516	516	516	516
4. UNIFORME	Pearson Correlation	,253**	,118**	,293**	,007
	Sig. (2-tailed)	,000	,007	,000	,877
	N	516	516	516	516
5. ANIMADO	Pearson Correlation	,024	,021	,000	,075
	Sig. (2-tailed)	,580	,635	,982	,088
	N	516	516	516	516
6. DESLUMBRANTE	Pearson Correlation	,046	-,018	-,041	-,178**
	Sig. (2-tailed)	,300	,683	,353	,000
	N	516	516	516	516

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL



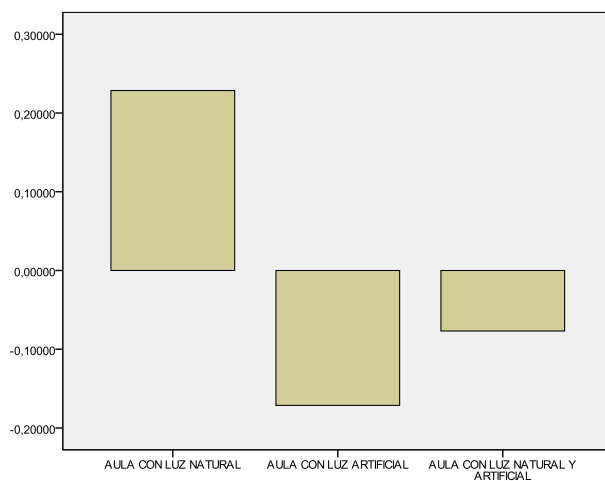
Anexo V.12. Anovas de los ejes semánticos

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1. SORPRENDENTE	Between Groups	16,033	2	8,016	8,241	,000
	Within Groups	499,967	514	,973		
	Total	516,000	516			
2. CLARO	Between Groups	19,315	2	9,657	9,994	,000
	Within Groups	496,685	514	,966		
	Total	516,000	516			
3. TRANQUILO	Between Groups	35,754	2	17,877	19,134	,000
	Within Groups	480,246	514	,934		
	Total	516,000	516			
4. UNIFORME	Between Groups	11,965	2	5,983	6,101	,002
	Within Groups	504,035	514	,981		
	Total	516,000	516			
5. ANIMADO	Between Groups	16,986	2	8,493	8,748	,000
	Within Groups	499,014	514	,971		
	Total	516,000	516			
6. DESLUMBRANTE	Between Groups	,144	2	,072	,072	,931
	Within Groups	515,856	514	1,004		
	Total	516,000	516			

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

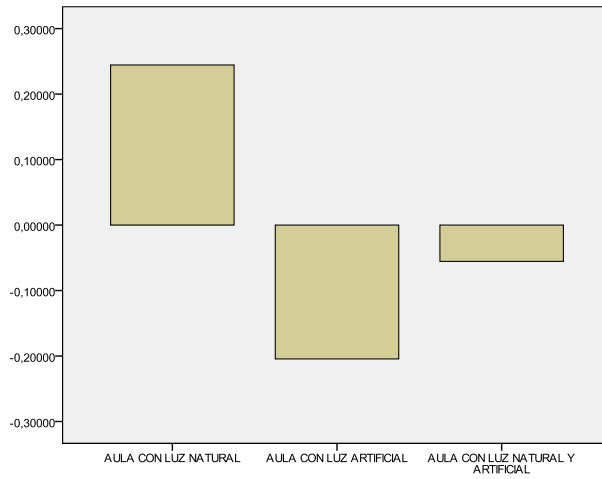
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
1. SORPRENDENTE	AULA CON LUZ NATURAL	187	,2285720	,97974873	,07164632	,0872281	,3699158	-2,04199	3,13288
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	184	-,1713209	1,00264073	,07391566	-,3171574	-,0254845	-2,25996	4,65352
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	146	-,0768487	,97364149	,08057914	-,2361101	,0824127	-1,83704	2,91788
	Total	517	,0000000	1,00000000	,04397995	-,0864018	,0864018	-2,25996	4,65352
2. CLARO	AULA CON LUZ NATURAL	187	,2444636	,96290730	,07041476	,1055493	,3833778	-2,43998	2,47009
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	184	-,2044350	,96688094	,07127941	-,3450701	-,0637999	-3,15268	1,87424
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	146	-,0554702	1,02771449	,08505426	-,2235765	,1126361	-2,96906	2,19063
	Total	517	,0000000	1,00000000	,04397995	-,0864018	,0864018	-3,15268	2,47009
3. TRANQUILO	AULA CON LUZ NATURAL	187	,3470108	,99063744	,07244258	,2040961	,4899256	-2,88056	3,33079
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	184	-,1627940	1,00868088	,07436094	-,3095090	-,0160790	-2,40776	3,28040
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	146	-,2392940	,87698993	,07258020	-,3827458	-,0958422	-2,55372	2,63050
	Total	517	,0000000	1,00000000	,04397995	-,0864018	,0864018	-2,88056	3,33079
4. UNIFORME	AULA CON LUZ NATURAL	187	-,1957617	,98790530	,07224279	-,3382823	-,0532411	-3,60402	2,26310
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	184	,1530596	1,01347743	,07471455	,0056469	,3004723	-3,75011	2,04648
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	146	,0578389	,96325838	,07971983	-,0997241	,2154019	-2,40083	3,00694
	Total	517	,0000000	1,00000000	,04397995	-,0864018	,0864018	-3,75011	3,00694
5. ANIMADO	AULA CON LUZ NATURAL	187	,2347555	1,01261400	,07404967	,0886703	,3808407	-3,19998	2,90217
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	184	-,0880615	,99374987	,07326021	-,2326048	,0564818	-3,49042	3,16533
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	146	-,1896984	,93798031	,07762780	-,3431266	-,0362702	-3,19998	2,03006
	Total	517	,0000000	1,00000000	,04397995	-,0864018	,0864018	-3,49042	3,16533
6. DESLUMBRANTE	AULA CON LUZ NATURAL	187	-,0183573	1,07729399	,07877954	-,1737736	,1370590	-2,47014	2,85393
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	184	,0207860	,94864486	,06993503	-,1171966	,1587687	-2,47014	2,85393
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	146	-,0026836	,96599130	,07994601	-,1606937	,1553264	-2,28452	2,33830
	Total	517	,0000000	1,00000000	,04397995	-,0864018	,0864018	-2,47014	2,85393

Anexo V.12.1. Gráfica del eje semántico 'sorprendente'

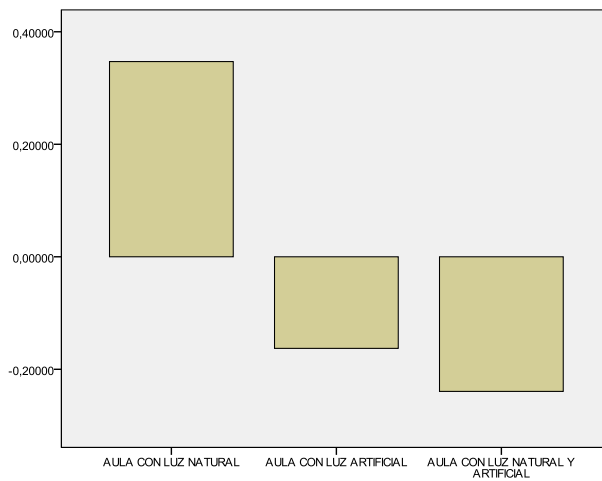


LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

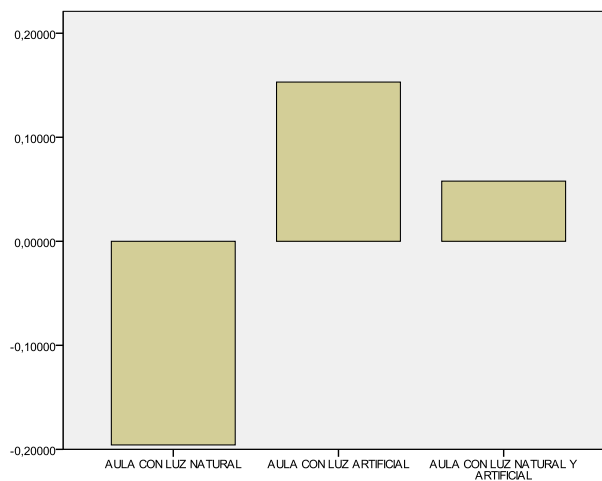
Anexo V.12.2. Gráfica del eje semántico 'claridad'



Anexo V.12.3. Gráfica del eje semántico 'tranquilidad'

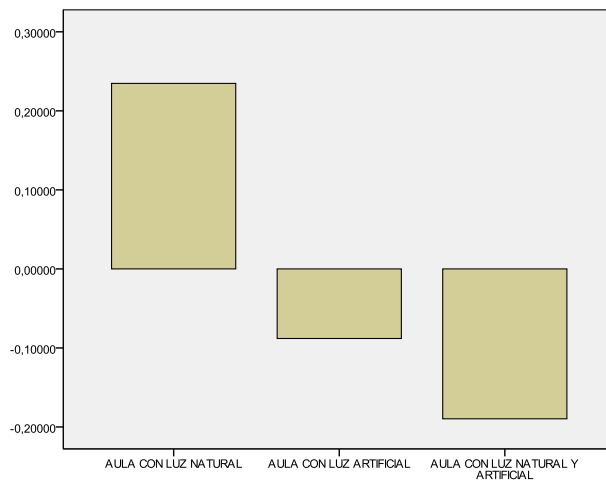


Anexo V.12.4. Gráfica del eje semántico 'uniformidad'

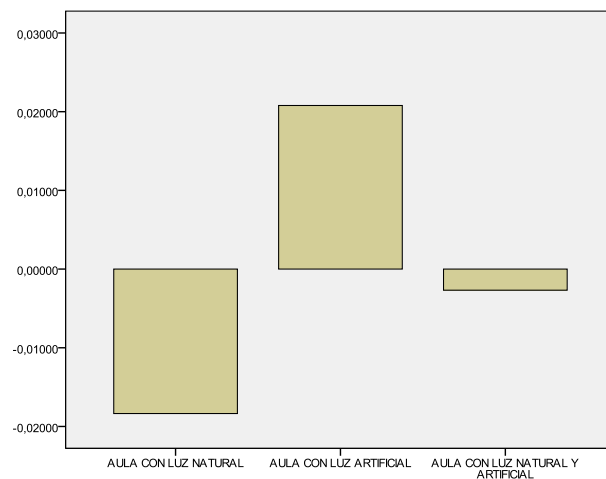


LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.12.5. Gráfica del eje semántico 'animado'



Anexo V.12.5. Gráfica del eje semántico 'deslumbrante'



Anexo V.13. Anovas de las tareas y actividades

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
T1. LEER, ESCRIBIR	Between Groups	,753	2	,376	,375	,687
	Within Groups	518,247	517	1,002		
	Total	519,000	519			
T2. TRABAJAR EN EQUIPO	Between Groups	14,329	2	7,165	7,340	,001
	Within Groups	504,671	517	,976		
	Total	519,000	519			
T3. ATENDER	Between Groups	7,717	2	3,858	3,902	,021
	Within Groups	511,283	517	,989		
	Total	519,000	519			
T4. TRABAJAR ORDENADOR, TABLET	Between Groups	5,114	2	2,557	2,572	,077
	Within Groups	513,886	517	,994		
	Total	519,000	519			

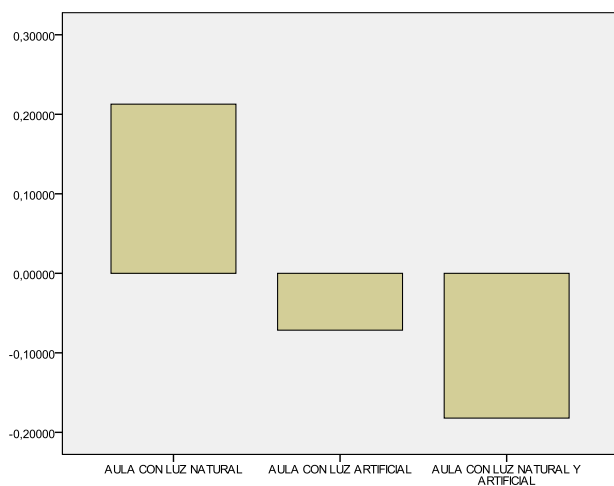
LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
T1. LEER, ESCRIBIR	AULA CON LUZ NATURAL	188	,0498861	1,00917269	,07360148	-,0953099	,1950820	-2,70848	2,04947
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	-,0351300	,95355872	,07010703	-,1734470	,1031870	-4,06508	2,05684
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	147	-,0195886	1,04846476	,08647592	-,1904949	,1513177	-3,00405	2,14076
	Total	520	,0000000	1,00000000	,04385290	-,0861510	,0861510	-4,06508	2,14076
T2. TRABAJAR EN EQUIPO	AULA CON LUZ NATURAL	188	,2127455	1,07658943	,07851835	,0578499	,3676411	-3,18372	2,60356
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	-,0715080	,94322643	,06934739	-,2083263	,0653102	-3,00781	2,59999
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	147	-,1820896	,92243432	,07608110	-,3324521	-,0317270	-2,86101	2,32799
	Total	520	,0000000	1,00000000	,04385290	-,0861510	,0861510	-3,18372	2,60356
T3. ATENDER	AULA CON LUZ NATURAL	188	-,1307003	1,03776703	,07568694	-,2800103	,0186096	-2,88686	2,09634
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	-,0061783	,92901402	,06830247	-,1409350	,1285784	-2,91705	1,84279
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	147	,1749296	1,01727283	,08390325	,0091077	,3407514	-2,51774	3,17823
	Total	520	,0000000	1,00000000	,04385290	-,0861510	,0861510	-2,91705	3,17823
T4. TRABAJAR ORDENADOR, TABLET	AULA CON LUZ NATURAL	188	,1249207	1,04316830	,07608087	-,0251664	,2750077	-3,19296	2,38400
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	-,1059693	,99696889	,07329861	-,2505831	,0386445	-2,58072	2,37834
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	147	-,0263997	,93452302	,07707816	-,1787328	,1259333	-1,73330	4,93930
	Total	520	,0000000	1,00000000	,04385290	-,0861510	,0861510	-3,19296	4,93930

Anexo V.13.1. Gráfica de la tarea ‘leer y escribir’

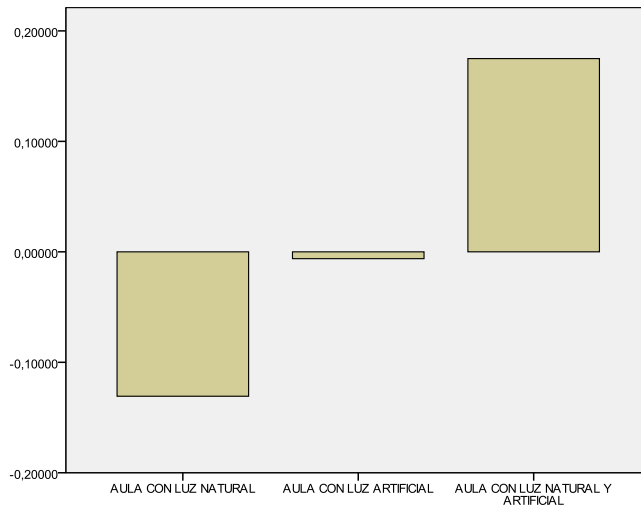


Anexo V.13.2. Gráfica de la tarea ‘trabajar en equipo’

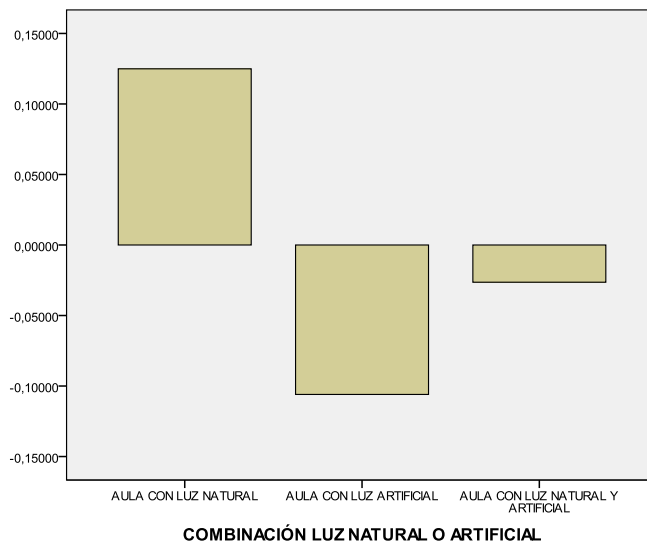


LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.13.3. Gráfica de la tarea 'atender'



Anexo V.13.4. Gráfica de la tarea 'trabajar con el ordenador'



LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.14. Anovas de la valoración global

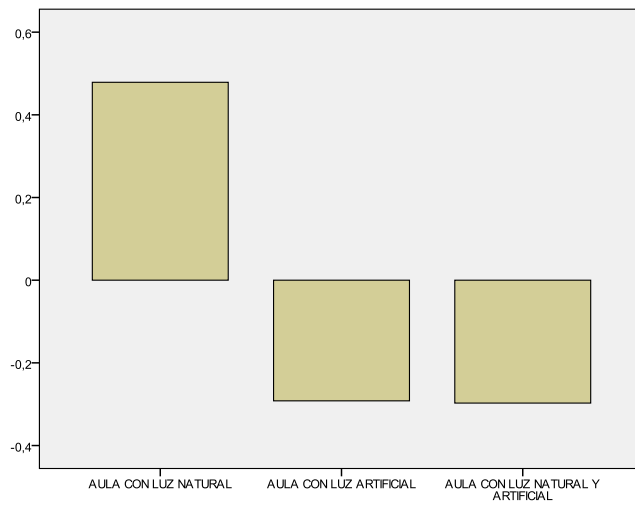
ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ME GUSTA	Between Groups	71,806	2	35,903	30,992	,000
	Within Groups	600,072	518	1,158		
	Total	671,877	520			
BIEN ILUMINADA	Between Groups	13,838	2	6,919	5,853	,003
	Within Groups	612,385	518	1,182		
	Total	626,223	520			
ILUMINACIÓN NATURAL ADECUADA	Between Groups	279,256	2	139,628	94,140	,000
	Within Groups	768,299	518	1,483		
	Total	1047,555	520			
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL ADECUADA	Between Groups	8,075	2	4,037	4,145	,016
	Within Groups	504,544	518	,974		
	Total	512,618	520			
ILUMINACIÓN ADECUADA TEORIA	Between Groups	4,967	2	2,484	2,589	,076
	Within Groups	496,991	518	,959		
	Total	501,958	520			
ILUMINACIÓN ADECUADA PRÁCTICA	Between Groups	47,624	2	23,812	20,420	,000
	Within Groups	604,057	518	1,166		
	Total	651,681	520			
ADECUADO	Between Groups	17,976	2	8,988	9,993	,000
	Within Groups	465,912	518	,899		
	Total	483,889	520			

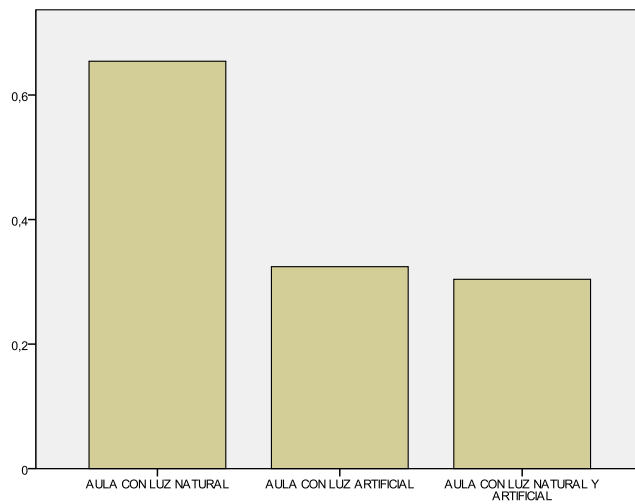
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ME GUSTA	AULA CON LUZ NATURAL	188	,48	1,130	,082	,32	,64	-2	2
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	-,29	1,074	,079	-,45	-,14	-2	2
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	148	-,30	1,007	,083	-,46	-,13	-2	2
	Total	521	-,02	1,137	,050	-,11	,08	-2	2
BIEN ILUMINADA	AULA CON LUZ NATURAL	188	,65	1,139	,083	,49	,82	-2	2
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	,32	1,054	,078	,17	,48	-2	2
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	148	,30	1,060	,087	,13	,48	-2	2
	Total	521	,44	1,097	,048	,34	,53	-2	2
ILUMINACIÓN NATURAL ADECUADA	AULA CON LUZ NATURAL	188	,27	1,529	,112	,05	,49	-2	2
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	-1,42	,837	,062	-1,54	-1,29	-2	2
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	148	-,93	1,173	,096	-1,12	-,74	-2	2
	Total	521	-,67	1,419	,062	-,79	-,55	-2	2
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL ADECUADA	AULA CON LUZ NATURAL	188	,31	1,030	,075	,17	,46	-2	2
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	,58	,918	,067	,45	,72	-2	2
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	148	,34	1,014	,083	,17	,50	-2	2
	Total	521	,42	,993	,043	,33	,50	-2	2
ILUMINACIÓN ADECUADA TEORIA	AULA CON LUZ NATURAL	188	,27	1,088	,079	,11	,43	-2	2
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	,40	,945	,069	,26	,54	-2	2
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	148	,16	,871	,072	,01	,30	-2	2
	Total	521	,28	,982	,043	,20	,37	-2	2
ILUMINACIÓN ADECUADA PRÁCTICA	AULA CON LUZ NATURAL	188	,78	1,095	,080	,62	,94	-2	2
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	,10	1,123	,083	-,07	,26	-2	2
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	148	,25	1,003	,082	,09	,41	-2	2
	Total	521	,39	1,119	,049	,29	,48	-2	2
ADECUADO	AULA CON LUZ NATURAL	188	,90	,968	,071	,76	1,04	-2	2
	AULA CON LUZ ARTIFICIAL	185	,46	,938	,069	,33	,60	-2	2
	AULA CON LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL	148	,62	,936	,077	,47	,77	-2	2
	Total	521	,67	,965	,042	,58	,75	-2	2

LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

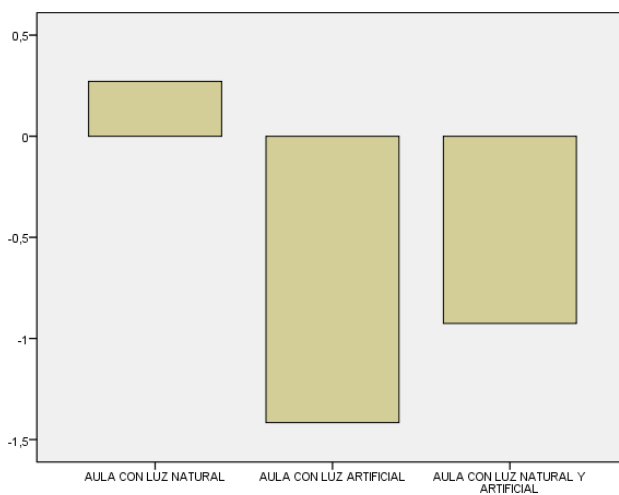
Anexo V.14.1. Gráfica de la valoración global 'me gusta'



Anexo V.14.2. Gráfica de la valoración 'bien iluminada'

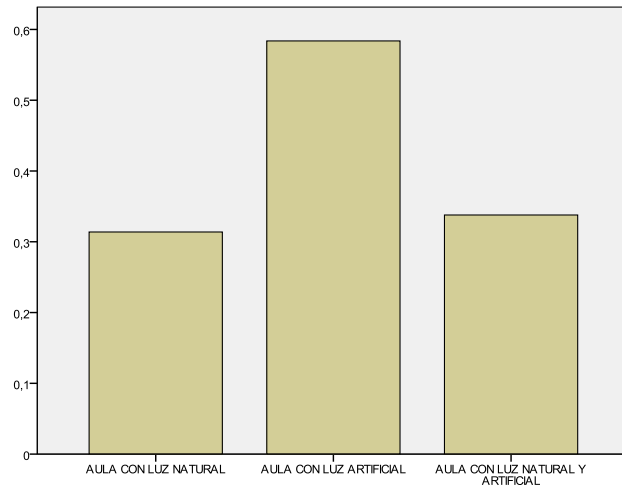


Anexo V.14.3. Gráfica de la valoración 'iluminación natural adecuada'

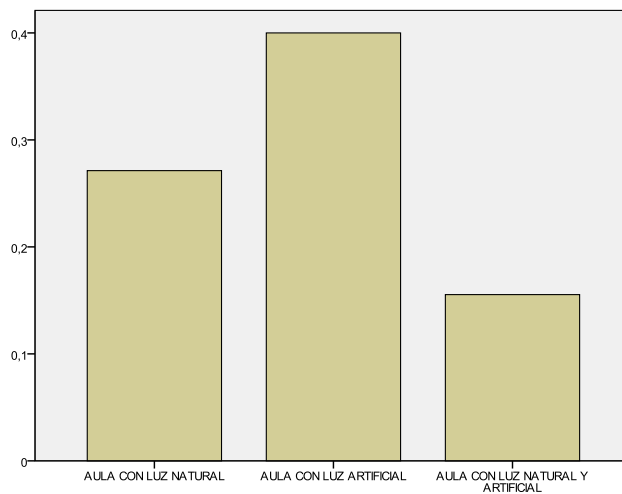


LA LUZ EN EL ESPACIO DOCENTE: DIFERENCIAS DE PERCEPCIÓN ENTRE LA LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

Anexo V.14.4. Gráfica de la valoración 'iluminación artificial adecuada'



Anexo V.14.5. Gráfica de la valoración 'iluminación teoría adecuada'



Anexo V.14.6. Gráfica de la valoración 'iluminación práctica adecuada'

