

02-022

## EXPERIENTIAL ERGO-CHROMATIC DESIGN FOR INDUSTRIAL PROJECTS

Huertas Vera, M<sup>a</sup> Carmen <sup>1</sup>; Aguayo González, Francisco <sup>1</sup>; Marcos Bárcena, Mariano <sup>2</sup>; Peralta Álvarez, María Estela <sup>1</sup>; Ávila Gutiérrez, María Jesús <sup>1</sup>; González-Regalado Montero, Eduardo <sup>1</sup> <sup>1</sup> Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla, <sup>2</sup> Universidad de Cádiz

The built environment has been created to support the activities involved in human development. Industrial and urban construction eliminate the difficulties in the human adaptation to the natural environment and they improve the habitability of the planet. One of the characteristics of the optimal design of built environments are the dimensions of comfort (physical, psychological and sociocultural). They are controlled by environmental factors such as light, colours, noise or thermohigrometric variables. All these affect the welfare and satisfaction people (users or workers and clients in work environments). In this paper a methodology for Experiential ergo-chromatic design of industrial environments is proposed. The methodology integrates the chromatic dimension through experience design to achieve the user comfort. This is a new dimension for industrial projects where is essential to take into account not only technological factors but also the aspects and characteristics for encouraging the harmony between people and the environment through the management of environmental chromatic aspectst.

**Keywords:** *Ergo-chromatism; comfort; built environment; industrial environment; experience design; industrial projects*

## DISEÑO EXPERIENCIAL ERGOCROMÁTICO PARA PROYECTOS INDUSTRIALES

El entorno construido ha sido creado para dar soporte a las actividades implicadas en el desarrollo humano. Mejora la habitabilidad sobre el planeta a través de construcciones industriales y urbanas con el objetivo de eliminar las dificultades presentes por la adaptación del ser humano al entorno natural. Una de las características del diseño óptimo de ambientes construidos son las dimensiones del confort (física, psicológica y sociocultural) controladas a través de los factores ambientales como son iluminación, cromatismo, ambiente sonoro o variables termohigrométricas. Todos ellos afectan al bienestar y satisfacción de las personas (bien sean usuarios, o en ambientes laborales trabajadores o clientes). En el presente trabajo se propone una metodología para el diseño experiencial ergocromático del entorno construido de ambientes industriales, incluyendo el espacio de trabajo, de forma que al integrar la dimensión cromática conducida desde el diseño de experiencias, posibilite la fruición y confort de los usuarios. Se pretende incorporar una nueva dimensión en los proyectos de ambientes industriales, teniendo en cuenta aspectos no exclusivamente tecnológicos, sino considerando en la fase de conceptualización, una vertiente de diseño industrial que propicie una mayor armonía entre persona y ambiente a través de la gestión de los aspectos cromáticos del entorno.

**Palabras clave:** *Ergocromatismo; confort; entorno construido; entorno industrial; diseño experiencial; proyectos de ingeniería*

Correspondencia: M<sup>a</sup> Carmen Huertas Vera [mcarmenh89@gmail.com](mailto:mcarmenh89@gmail.com)

## 1. Introducción

El entorno construido mejora la habitabilidad del ser humano sobre el planeta a través de construcciones industriales y urbanas con el objetivo de eliminar las dificultades que experimenta en su adaptación al entorno natural.

Ha sido creado para dar soporte en el desarrollo de sus actividades y conforma la unión óptima entre el ecosistema, entorno natural y las distintas actividades industriales, agrarias, marítimas, de transporte, etc. Está representado por la forma en que se establecen, ordenan y agrupan los componentes en un territorio de soporte determinado, como son: uso del suelo, espacios verdes, espacios industriales, equipamiento, infraestructuras, edificios industriales, puentes, etc. Este agrupamiento depende de la función a desarrollar por el espacio, la cual estará determinada por un conjunto de actividades, requerimientos de los procesos productivos, de la movilidad y las necesidades de los clientes o usuarios.

Las infraestructuras que han sido creadas a lo largo de la historia –urbanas, civiles o industriales –, dedicadas a solucionar las necesidades implícitas en la organización funcional del entorno según el conjunto de actividades a llevar a cabo en el espacio, han estado marcadas por el modo de vida de cada época y han influido además en el comportamiento de las sociedades según la configuración característica del entorno. Es por ello, que el medio construido está muy relacionado con el comportamiento humano, determinando o condicionando la actuación de los sujetos tanto individual como grupal, al constituir un espacio de interacción interpersonal dentro de un mismo ambiente. Ello determina que el entorno construido forme parte de la cultura material (Blandy, 2003), es decir, el mismo no está fundamentado solamente por la forma, sino que posee cuestiones socio-culturales relacionadas con cómo elegimos vivir, producir, trabajar, viajar, estando inmersos sus significados y valores en la manera en la que damos forma y gestionamos nuestro entorno, es decir, caracterizados por lo que se denominan “**EXPERIENCIAS**”.

Por esta razón surge el interés en el proceso de diseño del entorno construido, donde el requerimiento principal que permite conseguir la adaptación óptima del ser humano al mismo es el confort, alcanzado a través de sus dimensiones características (física, psicológica y sociocultural) controladas a través de los factores ambientales como son iluminación, cromatismo, ambiente sonoro o variables termohigrométricas entre otras. Todos ellos afectan al bienestar y satisfacción de las personas (bien sean usuarios, o en ambientes laborales trabajadores o clientes).

En el presente trabajo se propone una metodología para el diseño experiencial ergocromático del entorno construido de ambientes industriales, incluyendo en el mismo el espacio de trabajo, de forma que al integrar la dimensión cromática conducida desde el diseño de experiencias, posibilite la fruición y confort de los usuarios. Se pretende incorporar una nueva dimensión en los proyectos de ambientes industriales, teniendo en cuenta aspectos no exclusivamente tecnológicos, sino considerando en la fase de concepción y diseño, una vertiente de diseño industrial que propicie una mayor armonía entre persona y ambiente a través de la gestión de los aspectos cromáticos del entorno.

## 2. Diseño y configuración del entorno construido

La configuración de los diferentes ambientes según el diseño de sus elementos determina el conjunto de características y significados orientados fundamentalmente a la correcta realización de las funciones prioritarias para lo cual fue concebido el espacio (arquitectura y urbanismo Industrial); esta configuración afecta positiva y negativamente en la conducta, salud, sensaciones, estado de ánimo o el modo de proceder e interactuar tanto con el propio entorno, como con las personas y los elementos que lo componen. Dicha configuración es

explotada por los proyectistas e ingenieros para fomentar la aceptación por parte de los usuarios y la sociedad de sus concepciones y modificaciones del entorno natural.

Los resultados de la interacción positiva o negativa están fuertemente relacionados con la forma en que fue diseñado y construido el entorno, por lo que es importante a la hora de concebirlo, evaluar de forma rigurosa aquellos parámetros que con su adecuada incorporación, sean capaces de modificar los espacios afectando positivamente a los individuos que habitan y realizan cualquier tipo de actividad en él, es decir, creando confort en las personas que entran en interacción con dicho entorno.

El resultado del diseño del entorno construido está fuertemente ligado a los procesos cognitivos de los usuarios: percepción, interpretación y experiencia pasada; determinan qué configuración externa e interna del entorno será necesaria llevar a cabo a partir de la combinación de ciertos parámetros. En ambientes interiores coinciden de forma general con **iluminación, cromatismo, ambiente sonoro y variables termohigrométricas**, que en combinación con los elementos materiales, determinan el conjunto de características que hacen de la habitabilidad de los individuos un espacio confortable. Los materiales, mobiliario, ruido, luz, color, privacidad, calidad del aire, temperatura, distribución espacial, vistas, elementos naturales, espacios abiertos, etc. son algunos ejemplos que pueden ser considerados como requerimientos en el diseño de ambientes interiores.

Estas soluciones establecidas del entorno construido en las configuraciones formales exterior e interior determinan la Experiencia del Usuario provocando en él un conjunto experiencial completo formado por sensación, respuesta emocional, sentimiento, valoración reflexiva y satisfacción. Estas últimas coinciden con la secuencia cognitiva desde que el procesador perceptual es activado hasta que el cerebro manda los estímulos necesarios para la activación del procesador motor que permite la realización material de acción. Esta secuencia de procesos cognitivos es motivada por la inserción del sujeto en la construcción, marcará la aceptabilidad o rechazo a la interacción individual y grupal con el espacio y es la que será necesario tener en cuenta en el proceso de diseño.

Dentro de este proceso de diseño, es importante diferenciar los entornos no laborales y laborales. Los últimos presentan un inconveniente principal ligado a los parámetros mencionados y su configuración para la creación de nuevos espacios está sujeta a limitaciones, es decir, requieren configuraciones especiales para adaptarse a los requerimientos de la ergonomía, seguridad y salud ocupacional. Por esta razón habrá que tomar con especial interés el proceso de diseño, con metodologías que tengan en cuenta estas limitaciones y que permitan a su vez provocar experiencias en los trabajadores que fomenten el bienestar, la calidad del trabajo y la confortabilidad en el contexto laboral.

En este trabajo se toma como ámbito de estudio el color. Dentro del campo de la ergonomía ocupacional orientada al diseño del entorno construido (Heller, 2004; INSHT, 2014; WIU, 2014), es necesario distinguir tres ámbitos de estudio cromático: (1) el color como propiedad del mensaje sensorial, (2) como componente de la comunicación en el puesto de trabajo y (3) como factor subjetivo de confort en el diseño experiencial del entorno.

Por lo que escogiendo el color como parámetro de configuración y la experiencia que provoca el mismo según las teorías de referencia que se describirán a continuación, en este trabajo presenta una metodología para facilitar el diseño experiencial ergocromático del entorno labora interior.

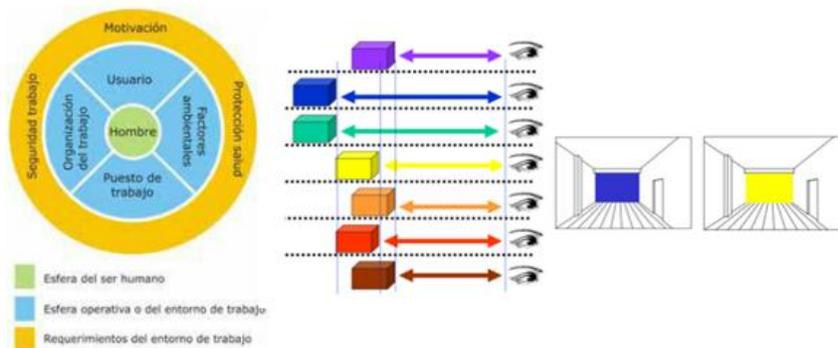
## **2.1. Ergocromatismo y psicología del color como requerimiento de confort en entornos industriales**

Las bases científicas del ergocromatismo se recogen en la denominada *psicología del color*, que analiza el efecto del color en la percepción y la conducta humana. A partir de los estudios de Johann Wolfgang von Goethe (1810) en los cuales describió cómo el color

además de ser un fenómeno óptico y fisiológico dependiente de la luz y la materia, también está sujeto a la percepción del individuo. Esto implica que una gran parte de las sensaciones ofrecidas por la diferencia cromática de los objetos y el ambiente quedan caracterizadas por un factor subjetivo. A partir de estudios de Goethe otros autores desarrollan las teorías de la psicología del color. En concreto, Eva Heller (2004) estudia de forma completa cómo afectan los colores a los sentimientos y a la razón humana. En sus estudios describe los “colores psicológicos” asignando a cada combinación de trivarianza (parámetros que definen la tonalidad, o matiz) y saturación (cantidad de luz blanca), los significados que la sociedad da a cada color según las emociones y sensaciones surgidas en el proceso de percepción. Otros autores han continuado los estudios de Goethe y Heller. Diferenciando distintas líneas de investigación y sectores de actividad, pueden encontrarse trabajos relacionados con los procesos cognitivos que evalúan el efecto que supone las diferencias cromáticas en las actividades cerebrales o en la memoria a corto plazo y su efecto en la realización de tareas, hasta las preferencias individuales que puede tener cada persona dependiendo del entorno social al que pertenezca (Barrick, 2002; Dijkstra, 2008; Elliot, 2009).

Dentro del entorno laboral, el ergocromatismo ocupacional (Ergolab, 2014) es una rama de la ergonomía que estudia la aplicación del color en base a los conocimientos del campo de la psico-fisiología y la ergonomía con el objetivo de crear entornos construidos y ambientes de trabajo acordes con las percepciones humanas y contextos socioculturales, para asegurar el confort, la salud y seguridad en el trabajo, aumentar la eficiencia de la producción, mejorar la usabilidad y maximizar la satisfacción de los trabajadores, usuarios y ciudadanos. Actualmente existen gran variedad de estudios e investigaciones a cerca del color en el entorno construido y su influencia en el individuo, entre los que cabe destacar los estudios de Coles (2008) en el ámbito de la arquitectura o (Mahmoud, 2012; Miller, 2014) en relación a los ambientes de trabajo (confort del trabajador, productividad o experiencia sensorial).

Figura 1. Modelo de diseño ergocromático y principios de percepción articulados por ErgLab.



Nota: Aplicación de diferentes los principios de psicología del color para la realización de diseños con el objetivo de modificar los factores perceptuales del mensaje visual en el individuo.

Las aportaciones y estudios con más aproximación hacia el **ergocromatismo ocupacional** y del entorno construido son los desarrollados por “Ergolab” (2014), organización italiana dedicada a diseñar mobiliario ergonómico y configuración de ambientes interiores. Ergolab ha introducido con éxito el concepto ergocromático aplicándolo a espacios de trabajo como oficinas, industrias y sector salud, tomando como base la normativa y las tendencias cromáticas existentes. Sobre todo, tiene en cuenta la variación de la percepción de un entorno usando escala cromática como muestra la figura 1. En la figura 2 pueden apreciarse alguna de las soluciones desarrolladas por la organización.

**Figura 2. Ejemplo de espacio industrial en entorno trabajo (Ergolab, 2014)**



Por otra parte, existen distintos trabajos de investigación sobre diseño ergocromático del producto (Maestre, 2012; Cobaleda, 2011; Huertas, 2013); en ellos se definen las bases teóricas y se proponen metodologías acordes a una correcta aplicación del ergocromatismo en el diseño de productos. Partiendo de las propuestas recogidas en ellos, en el presente trabajo se formula una nueva metodología de diseño experiencial ergocromático aplicable a los entornos construidos y ambientes ocupacionales, y se concreta en un caso de estudio para su validación aplicada en el diseño de una construcción industrial y del espacio de trabajo de un concesionario de automóviles.

## **2.2. Confort experiencial como requerimiento de diseño en entornos industriales**

Existen varias definiciones de confort. Slater en 1985 define el confort como un estado placentero de armonía fisiológica, psicológica y física entre el sujeto y su entorno. Richards en 1980 lo define como el estado de una persona que involucra una sensación de bienestar subjetivo, en reacción a un entorno o situación. Al contrario, en el ámbito laboral el confort es la sensación indiferente hacia el ambiente que debe lograr el trabajador para realizar correctamente la tarea. A pesar de las diferentes definiciones, son ampliamente aceptadas las siguientes afirmaciones (Looze, 2003): el confort es una construcción de carácter personal subjetivamente definido, se ve afectado por diversos factores clasificados en físicos, fisiológicos y psicológicos y es una reacción con provocada por el medio.

En cuanto a los diferentes tipos de confort los trabajos publicados llegan a varias conclusiones. Kolcaba (2003): **confort físico**, **confort psíquico** (internos al sujeto), **confort ambiental** promovido por el ambiente en interacción con el individuo (olor, color, paisaje, luz, temperatura) y **confort sociocultural**, que depende del entorno social interpersonal generado por la interacción entre individuos (familia, relaciones sociales, rituales, etc.)

Para este trabajo, el término de confort se traslada a un nivel superior proponiendo el término **Confort experiencial** que hará referencia al estado físico y mental en el cual el individuo expresa su sensación ante el medio ambiente circundante (Maestre, 2012).

En el presente trabajo, se toma la teoría del confort junto a la teoría de la psicología del color como bases de conocimiento para la propuesta metodológica; los aspectos cromáticos del entorno y los distintos tipos de confort se aplicarán dentro de la teoría del diseño experiencial para potenciar su uso en los entornos construidos. Las motivaciones recaen en que el color afecta de manera notable en el estado anímico de las personas por lo que se definen dentro de la metodología propuesta de diseño experiencial, como uno de los factores prioritarios en el diseño del entorno con el objetivo de mejorar la interacción con el medio, la actividad grupal y el rendimiento en el trabajo potenciando el *confort experiencial* a través de los parámetros cromáticos del ambiente

### 3. Metodología para el diseño experiencial ergocromático: aplicaciones en el entorno industrial construido

En el contexto de los proyectos de diseño de construcciones e instalaciones industriales, el diseño ergocromático se lleva a cabo a través de la configuración global de la Arquitectura Industrial del exterior del edificio y del diseño de interior. Un paradigma emergente en este ámbito es el **diseño experiencial ergocromático**, es decir, la creación de diferentes experiencias a partir de la percepción e interacción con el color.

Está destinado a diseñar un conjunto de experiencia que a través del cromatismo del ambiente, provocar en el usuario un conjunto de sensaciones, emociones, juicios, expectativas, es decir, controlar todos los elementos de la interacción usuario-contexto para crear la mayor sensación de confort en el sujeto (D'Hertefeldt, Kankainen, Arhipainen y Tähti, Bjerén o Nielsen & Norman Group son algunos investigadores y desarrolladores relevantes en el alcance del diseño experiencial de productos y ambientes alejándose de la concepción de las limitaciones que suponen los enfoques tradicionales del diseño de productos convencionales).

En la metodología que se propone en el presente trabajo, se articulan sinérgicamente las ventajas del diseño experiencial, junto a las posibilidades de confort experiencial de ergocromatismo (Maestre, 2012). La propuesta se articula en el conjunto de etapas mostradas en la tabla 1 que toman como base trabajos precedentes (Ergolab, 2014; Cobaleda, año; Maestre, 2012; Huertas, 2012; Heras, 2014). En los siguientes apartados se describen cada una de ellas y a modo didáctico, aplicaremos en cada etapa un ejemplo explicativo a través de un caso de estudio realizado consistente en el diseño ergocromático experiencial de un concesionario de una empresa automovilista.

**Tabla 1. Etapas del diseño experiencial ergocromático**

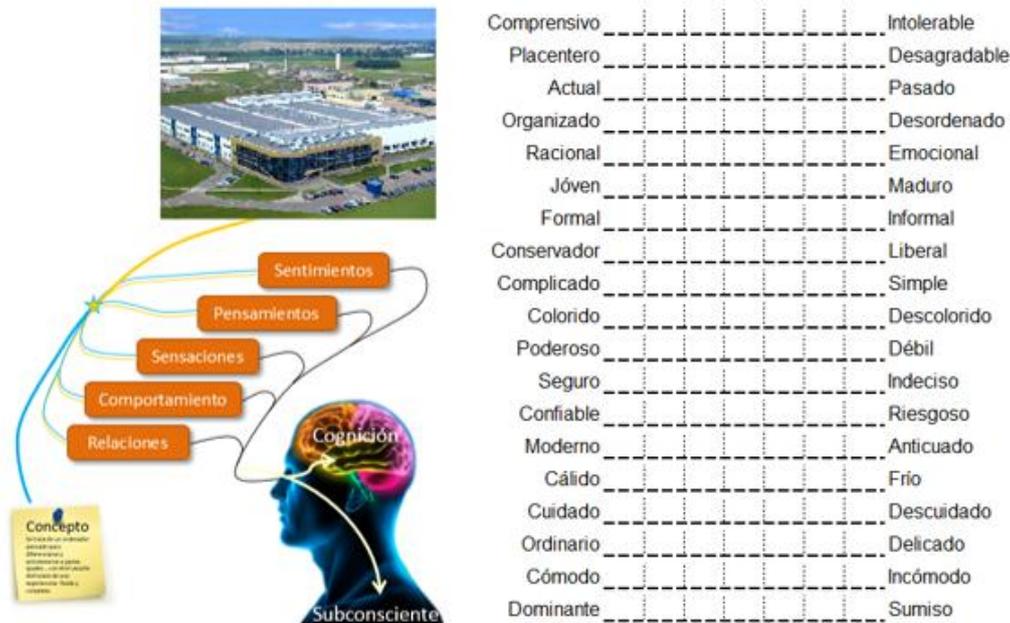
Fase	Resultados
E1: Análisis del ámbito experiencial	Requerimientos ergocromáticos: usuarios + identidad corporativa
E2: Definición de las experiencias ergocromáticas	Listado de experiencias a evocar en el entorno construido
E3: Selección y clasificación de las experiencias	Conjunto de proveedores y generadores de experiencia según el tipo activa/pasiva; inmersión/absorción; implicación/evocación
E4: Diseño de las experiencias ergocromáticas	Matriz de diseño experiencia: Módulos estratégicos y parámetros de diseño ergocromático detallados
E5: Diseño tecnológico del modelo 3D base	Modelo virtual 3D y de realidad aumentada
E6: Materialización y diseño de detalle del entorno construido	Alternativas de diseño materializado en el modelo virtual
E7: Validación de diseño experiencia	Diseño final

#### 4.1. ETAPA I: Análisis y elicitación de los ámbitos experienciales para su proyección en el diseño ergocromático del espacio industrial construido.

En esta primera etapa se recopilan todos los requerimientos necesarios referidos al ambiente exterior e interior (factores ambientales, sociales y culturales) y el tipo de experiencia que los usuarios y trabajadores desean tener en el puesto de trabajo para garantizar su integración y compatibilidad con el entorno, además de ser estudiada la imagen corporativa de la marca para la posterior adaptación del diseño cromático a la misma.

La investigación sobre las experiencias para el caso de estudio del concesionario, determinó a partir de los cuestionarios basados en el diferencial semántico (se muestra en la figura 3 uno de ellos) diseñados para el *entorno específico, la actividad correspondiente y la marca automovilística*, que los ámbitos experienciales generales deberían ser: (1) Experiencia de comportamiento profesional y responsable, (2) Experiencia de realización profesional, (3) Experiencia de interacción dinámica y no monótona y (4) Experiencia ambiental confortable y de calidad.

**Figura 3. Cuestionarios para el análisis de los ámbitos experienciales**



**4.2. ETAPA II: Caracterización de las experiencias a efectos de diseño ergocromático.**

Una vez obtenidos los ámbitos experienciales relevantes para la empresa y trabajadores, se procede a concretar los ámbitos experienciales, esto es, caracterizar de forma detallada los tipos de experiencias a activar en los usuarios a través de la configuración del entorno que se llevará a cabo en las etapas posteriores. Considerando el marco de *diseño industrial experiencial afectivo* (Norman, 2012), se realizó un estudio a partir del cual se obtuvo como resultado el conjunto de términos emocionales y afectivos que podrán ser relacionados con dichas experiencias, los cuales que serán objeto de estudio para ser evocados por los requerimientos cromáticos del entorno. Es decir, se definen qué tipos de reacciones cognitivas provocará la experiencia seleccionada en el sujeto. Para el caso de estudio presentado, estos términos fueron agrupados por afinidad para la definición de cada una de las experiencias y son mostrados en la tabla 2.

**Tabla 2. Clasificación de las emociones obtenidas en cuatro experiencias**

Tipo de experiencia	Características de la experiencia
1 Experiencia motivante, de crecimiento personal, dinámico-positiva	Motivación, Complicidad, Dinamismo, Jovialidad, Estimulación, Alegría, Felicidad, Entusiasmo, Ilusión, Positividad, Optimismo
2 Experiencia de ambiente confortable y de calidad	Paz, Seguridad, Estabilidad, Confianza, Relajación, Comodidad, Sosiego, Tranquilidad, Confort, Armonía, Bienestar, Concentración

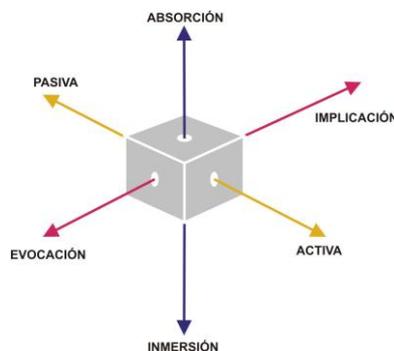
3	Experiencia de profesionalidad y comportamiento responsable	Profesionalidad, Satisfacción, Responsabilidad, Compañerismo, Organización, Unión, Compromiso, Flexibilidad, Limpieza, Amistad
4	Experiencia laboral dinámica y no monótona	Creatividad, Aventura, Pasión, Vitalidad Emoción, Diversión, Curiosidad

#### 4.3. ETAPA III: Clasificación de las experiencias objeto de diseño ergocromático.

En la etapa III y partiendo de las experiencias caracterizadas por las reacciones cognitivas resultado de la etapa anterior, se procede a clasificarlas en atención a la forma en que el trabajador, cliente o usuario las construye en interacción con el entorno. Este proceso se lleva a cabo a partir de la *teoría del diseño experiencial*, donde cada una se define a través de una clasificación que coincide con el proceso de cómo el usuario construye su experiencia (Pine, 1999; Cobadela, 2011). Se explica sintéticamente a continuación.

El usuario puede construir su experiencia (Pine, 1999; Cobadela, 2011) con una participación **activa** (el sujeto configura la experiencia según sus preferencias, por ejemplo un trabajador configurando el modo interacción con el medio, en concreto con el modo de visualización de la interfaz de un panel de control más acorde para él) o **pasiva** (al sujeto se le facilitan el conjunto de indicios que crean la experiencia sin opción de modificación, por ejemplo flechas e indicación de caminos de recorrido con diferentes colores según destino en un hospital); materializándose en el entorno por **absorción** (experiencia generada en el sujeto al ser atraído por la saliencia de las características del entorno construido), o por **inmersión** (en un concesionario de coches, las experiencias que los clientes experimentan cuando les incorporan al espacio donde se muestran los posibles coches en venta), además de forma complementaria por **evocación en el entorno** (la que construye el usuario o trabajador sin intencionalidad en base a las experiencias anteriores que le evoca) o **por implicación** de una nueva experiencia activa (en base a las demandas, requerimientos de la tarea, o estados de curiosidad que suscita el sujeto construye la experiencia intencionadamente).

Figura 4. Tipos de experiencias



Para conseguir clasificar y conocer el tipo de experiencia se requiere un análisis de la usabilidad de los procesos de trabajo y del conjunto de actividades que se llevan a cabo en las instalaciones industriales.

El análisis de usabilidad del concesionario de automóviles dio como resultado la síntesis mostrada en la tabla 3. Los datos muestran la clasificación de las experiencias seleccionadas por los trabajadores del concesionario así como el lugar donde se llevarán a cabo, siendo este último el que será objeto de rediseño ergocromático (*exposición-tienda y taller*)

**Tabla 3. Clasificación de las experiencias e identificación de lugares a efectos de diseño ergocromático**

EXPERIENCIA SELECCIONADA	CLASIFICACIÓN/LUGAR DE ACTIVACIÓN
1 Experiencia motivante, de crecimiento personal, dinámico-positiva	Pasiva, inmersión, evocación <b>Lugar: taller</b>
2 Experiencia de ambiente confortable y de calidad	Pasiva, inmersión, evocación <b>Lugar: exposición, tienda</b>
3 Experiencia de profesionalidad y comportamiento responsable	Activa, absorción, implicación <b>Lugar: Taller</b>
4 Experiencia laboral dinámica y no monótona	Activa, absorción, implicación <b>Lugar: exposición, tienda</b>

#### 4.4. ETAPA IV: Diseño experiencial ergocromático

Partiendo de las experiencias caracterizadas, clasificadas y localizadas, es necesario seleccionar el conjunto de factores que serán aplicados al diseño del lugar y entorno industrial para activar las mismas. Es decir, las experiencias estarán vinculadas a un conjunto de parámetros ambientales del entorno que serán los encargados de activar los procesos cognitivos específicos en el usuario y provocar dicha experiencia. Estos factores según la *teoría de diseño experiencial* son denominados **proveedores** y **generadores** (y corresponden con los elementos del entorno y sus características: por ejemplo diseño interior, materiales o color).

En el caso de estudio presentado en este trabajo al tener orientación ergocromática, se han elegido los siguientes proveedores y generadores relacionados con el mensaje sensorial del color: **LUZ, COLOR, MATERIAL Y TEXTURA**. La combinación de los mismos dará como resultado las distintas configuraciones de experiencia, por lo que habrá que seleccionarlos de forma eficiente con el objetivo de activar las experiencias esperadas por los usuarios.

Cuando los proveedores y generadores activan las experiencias, provocan en el sujeto la secuencia cognitiva mencionada con anterioridad, es decir, la construcción de la experiencia engloba una serie de estados internos del usuario que marcarán diferentes niveles de implicación con el contexto: sensación, emoción, pensamiento reflexivo, comportamiento y relación; en su conjunto componen los Módulos Experienciales Estratégicos (MEE) que indicarán qué tipo de estado cognitivo determinan las experiencias psicoafectiva en el sujeto.

En conclusión, para definir cada experiencia (1) de forma completa será necesario concretar: proveedores y generadores (2) y Módulos experienciales Estratégicos (3). Para ello, la metodología propone el diseño de dos matrices: Tridimensional de Requerimientos de Diseño y Bidimensional del Ciclo de Vida de la Experiencia. Las mismas son una herramienta que facilita la transformación de la experiencia en los parámetros de diseño ergocromático del entorno.

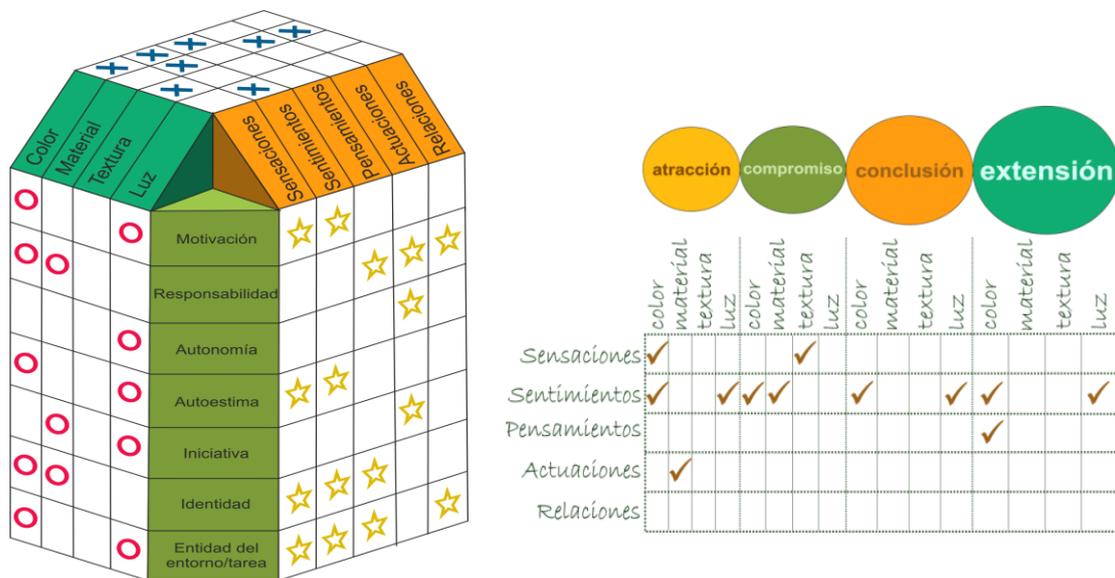
Las dos matrices pueden apreciarse en la figura 5; las mismas son un ejemplo de aplicación y desarrollo de la experiencia "realización profesional" en el concesionario de automóviles.

En la parte izquierda, la Matriz Tridimensional de Requerimientos de Diseño define las experiencias que queremos conseguir (columna central, verde claro), los proveedores y generadores de esas experiencias en color verde oscuro (es decir, los requerimientos o características del entorno necesarios para activarlas) y los Módulos Experienciales

Estratégicos (MEE) en naranja, que corresponderán la etapa de la secuencia cognitiva evocada en el sujeto.

En la segunda matriz, situada en la parte derecha de la figura 5, representa los Módulos Experienciales Estratégicos (MEE) relacionados con los proveedores de experiencia, y describe el ciclo de vida de la experiencia (Pine, 1999; Cobaleda, 2011) descrito por la teoría de diseño experiencial (fase I de atracción que coincide con la activación o inicio de la experiencia; fase II de compromiso que coincide con la ejecución de la experiencia y fase III de conclusión que será el cierre o la finalización de la experiencia. La fase IV corresponde con la extensión, es decir, cuando el usuario ha experimentado la experiencia anteriormente, puede recordar los resultados de la misma y distingue su aceptación o rechazo a volver a experimentarla).

Figura 5. Matrices de construcción de experiencia “realización profesional”

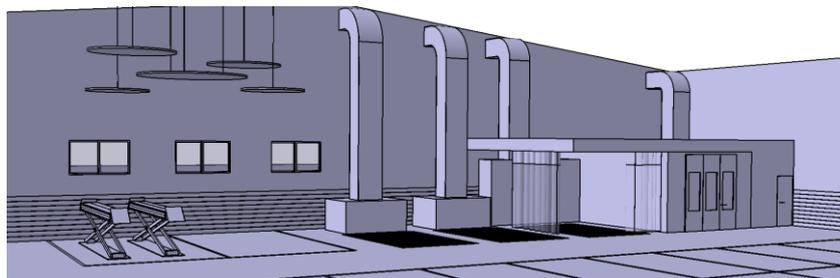


La matriz anterior indica cómo realizar el diseño del entorno. La relación entre Proveedores de Experiencia (en este caso requerimientos ergocromáticos de luz, color, material y textura) con cada uno los Módulos Experienciales Estratégicos MEE (sensaciones, emociones, pensamientos reflexivos, comportamientos y relaciones que evoca dicha experiencia) permite controlar el confort generado en el individuo.

#### 4.5. ETAPA V: Diseño tecnológico

Para trasladar la selección ergocromática a los elementos del entorno, se procede a realizar el diseño tecnológico del contexto. Se lleva a cabo un modelo virtual 3D que para el caso de estudio corresponde con una reconstrucción del taller real objeto de rediseño, y está constituido por la construcción industrial, instalaciones (diferentes zonas según función: taller, área de descanso/recuperación, expositores y venta) y el mobiliario y elementos que componen el entorno. Se muestra en la figura 6 el contexto del taller.

**Figura 6. Diseño del modelo 3D Proveniente del diseño técnico**



#### **4.6. ETAPA VI: Diseño ergocromático**

En esta etapa las experiencias definidas se introducen en el diseño los resultados de las Matrices de Construcción de Experiencia (figura 5) a través de los proveedores de experiencia, es decir, en modelo virtual quedan reflejados los parámetros de diseño ergocromático completos (color, iluminación, materiales y texturas).

Para llevar a cabo el proceso de selección adecuada del mensaje sensorial del color para evocar las experiencias seleccionadas, es necesario realizar un estudio a través de la teoría de la psicología del color. Como se explicó en apartados precedentes, existen un conjunto de investigaciones que determinan qué colores y sus combinaciones generan en el usuario el conjunto de Módulos Experienciales Estratégicos MEE (sensaciones, emociones, pensamientos reflexivos, comportamientos y relaciones).

Para el caso de estudio y como se indicó en la etapa I de la metodología, fue necesario estudiar los colores corporativos principales de la marca (en este caso, gris plata y el rojo). Se ha optado en este caso por elegir los dos colores de la marca, además de la gama cromática complementaria a los mismos (verde) y sus dos análogos (verde-azulado; verde-amarillento). Complementando a los anteriores, en cada entorno se incluyen colores específicos puntuales para crear las experiencias del usuario seleccionadas. Los resultados corresponden a de la definición de la experiencia y su evocación con el ergocromatismo se muestran en la figura 7.

**Figura 7. Selección de combinaciones cromáticas**



#### **4.7. RESULTADOS**

En general, los resultados del diseño del entorno construido industrial en la actualidad solo tienen en cuenta los aspectos de seguridad industrial y salud e higiene en el trabajo por prescripción de los reglamentos. Uno de los aspectos que no suelen ser considerados son los aspectos psicoafectivos de los trabajadores, clientes y usuarios. La metodología propuesta aplicada al contexto del concesionario de automóviles del caso de estudio, ha permitido analizar e incorporar al diseño de la construcción industrial aquellos elementos necesarios. En la figura 8 se presenta una de las experiencias descritas en detalle. La figura muestra la localización de la experiencia **Motivante, de crecimiento personal, dinámico-positivo**, proveedores de experiencia necesarios para su activación, resultados de los módulos experienciales en el trabajador (sensaciones, sentimientos, etc.), requerimientos ergocromáticos y los resultados negativos indirectamente evitados.

**Figura 8. Definición de la experiencia Realización profesional**

OBJETIVO: REALIZACIÓN PROFESIONAL	RESULTADOS ENTORNO
<p><b>Localización entorno construido:</b> taller</p> <p><b>Experiencia diseñada:</b> <b>Motivante, de crecimiento personal, dinámico-positiva</b></p> <p><b>Clasificación experiencia:</b> Pasiva, inmersión, evocación</p> <p><b>Parámetros de diseño de la experiencia:</b> motivación, responsabilidad, autonomía, autoestima, iniciativa, identidad y entidad del entorno/tarea</p> <p><b>Resultados módulos experimentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>sensaciones:</b> confort experiencial: positividad, ambiente</li> <li>- <b>sentimientos:</b> identidad personal, personalización,</li> <li>- <b>pensamientos:</b> coordinación, apoyo, refuerzo</li> <li>- <b>actuaciones:</b> mejora continua de la práctica, aumento de la productividad</li> <li>- <b>relaciones:</b> organización y estrategia colectiva de roles concretos y espacio ordenado</li> </ul> <p><b>Generadores de experiencia:</b> (factores cromáticos)</p> <p>1. <b>CONCENTRADORES</b> (general) Blanco: exactitud, ideal, honradez, comienzo, Azul: desarrollo, armonía, confianza Verde: útil, fertilidad=productividad, tolerancia, vivacidad (aspectos negativos de frialdad y distancia del azul y el verde son contrarrestados con zonas puntuales de rojo)</p> <p>2. <b>ESTIMULANTES</b> (puntual) Rojo (puntual): energía, razón, valor, control, motivación (aspectos negativos son rebajados con la combinación de sus complementarios)</p> <p><b>Combinaciones de generadores y resultados:</b> (tipo y cantidad) Estudios psicología del color (Goethe, Eller)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Armonía</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Tranquilizador</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Seguridad</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Dinamismo</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Ojetividad</p>  </div> </div> <p><b>Resultados negativos indirectamente evitados*:</b> monotonía, síndrome de Burnout (modificación de los factores de riesgo relativos al puesto de trabajo) (*el color es tomado como otro de los muchos factores que hay que incluir para cumplir esta premisa: ruido, ritmo de trabajo, distribución de la jornada, tipo de tarea, tiempos de recuperación, organización, etc... )</p>	

Por último, la figura 9 muestra el entorno virtual diseñado para el taller.

**Figura 9: Resultados del diseño ergocromático para taller mecánico**



## 5. Conclusiones

En el presente artículo se propone una metodología para el diseño experiencial ergocromático del entorno construido (E.I.), incluyendo el espacio de trabajo, de forma que al integrar en la arquitectura industrial la dimensión cromática, conducida desde el diseño de experiencias, posibilite la fruición y confort de los usuarios, trabajadores y clientes. Se ha incorporado una nueva dimensión en los proyectos del entorno construido y de ambientes ocupacionales, teniendo en cuenta aspectos no exclusivamente tecnológicos, considerando en la fase de concepción una vertiente de diseño industrial que propicie una mayor armonía

entre persona y ambiente en las dimensiones del confort (física, psicológica, y sociocultural). El enfoque propuesto permite reforzar desde la dimensión semántica el cumplimiento de los requerimientos del proyecto establecidos a partir del branding, cultura corporativa, principios ergonómicos y macroergonómicos, a partir de la evocación de experiencias ergocromáticas que permitan al usuario y trabajador percibir su interacción con el entorno ocupacional como positiva y confortable.

## 6. Bibliografía

- Ali El-Zeiny, R.M. (2012). The Interior Design of Workplace and its Impact on Employees' Performance: A Case Study of the Private Sector Corporations in Egypt. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 35, 746-756. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.02.145
- Barrick, C.B., Taylor, D., & Correa, E. I. (2002). Color Sensitivity and Mood Disorders: Biology or Metaphor? *Journal of Affective Disorders*, 68(1), 67-71. doi: 10.1016/S0165-0327(00)00358-X
- Blandy, D., & Bolin, P. (2003). Beyond Visual Culture: Seven Statements of Support for Material. *Studies in Art Education*, 44(3), 246-263. doi: 10.2307/1321012
- Cobadela, A. & Aguayo, F. (2011). Mobilidario de recepción para un hotel boutique bajo diseño experiencia. Proyecto de fin de carrera. U. de Sevilla.
- Coles, J., & House, N. (2008) Fundamentos de Arquitectura de interior. Singapur : Promopress
- De Looze, M.P., Kuijt-Evers, L.F., & van Dieën, J.H. (2003). Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. *Ergonomics*. 46(10), 985-97. doi: 10.1080/0014013031000121977
- Dijkstra, K., Pieterse, M. E., & Pruyn, A. T. H. (2008). Individual Differences in Reactions towards Colour in Simulated Healthcare Environments: The Role of Stimulus Screening Ability. *Environmental Psychology*. 28, 268-277. doi: 10.1016/j.jenvp.2008.02.007
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Binser, M. J., Friedman, R., & Pekrun, R. (2009). The Effect of Red on Avoidance Behavior in Achievement Contexts. *Personality and Social Psychology Bulletin*. 35(3), 365-375. doi: 10.1177/0146167208328330
- ErgoLab. Laboratorio di usabilità e ricerca ergonomica (n.d.) Obtenido el 13 de julio de 2014 desde <http://www.ergolab.it>
- Goethe, Johann Wolfgang von (1810). "Abteilung. Physische Farben". Zur Farbenlehre.
- Heller, E. (2004). Psicología del color. Cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón. Munich, Alemania: Gustavo Gili, S.L.
- Heras, A., Aguayo, F., Lama, J.R., & Córdoba, A. (2014). Diseño experiencial 'fuzzy' de un producto. *Técnica Industrial*. 305, 44-54.
- Huertas, M.C., & Aguayo, F. Diseño experiencial ergocromático de espacios industriales y comerciales. (Proyecto fin de carrera, Universidad de Sevilla, 2013)
- INSHT. (2014). Influencia psicológica del color, fichas técnicas. ST. VII. 38.
- Kolcaba, K. (2003). Comfort Theory and practice : a vision for holistic health care and research. Canada, Springer Publishing Company, Inc.
- Maestre, A., & Aguayo, F. Diseño ergocromático del Producto Industrial y su integración en ambientes. (Proyecto fin de carrera, Universidad de Sevilla, 2012)
- Miller, H. (n.d.). Living office design solution. Obtenido el 31 de julio de 2014 desde <http://www.hermanmiller.com/design-resources/living-office-design-solutions.html>
- Norman, D. A. (2002). Emotion & design: Attractive things work better. *Interactions*, 9 (4), 36-42.
- Pine, B., & Gilmore, J. (1999). The Experience Economy. Boston, Massachusetts: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- WIU (the workplace intelligence unit WIU). Using Colour in the Workplace. 2014. Obtenido de [http://s200941466.websitehome.co.uk/uploads/files/Light\\_and\\_Colour\\_-\\_Using\\_Colour\\_in\\_the\\_Workplace.pdf](http://s200941466.websitehome.co.uk/uploads/files/Light_and_Colour_-_Using_Colour_in_the_Workplace.pdf).

