

Utilización de señales fisiológicas para analizar la percepción del usuario en la interacción con pavimentos cerámicos

Tesis de Investigación correspondiente al Máster de Ingeniería Biomédica

Autor: José Laparra Hernández

Director: José Luis Peris Serra

Codirector: Juan Manuel Belda Lois

Centros Involucrados: Instituto de Biomecánica de Valencia
Universidad Politécnica de Valencia

ÍNDICE

1. Introducción.....	9
1.1. Diseño orientado al usuario.....	9
1.2. Diseño emocional.....	13
1.3. ¿Qué son las emociones?.....	15
1.3.1. Definición de las emociones.....	15
1.3.2. Naturaleza de las emociones.....	15
1.3.3. Emociones: Proceso consciente o proceso inconsciente?.....	16
1.3.4. Papel de las emociones.....	18
1.4. Clasificación de las emociones.....	19
1.4.1. Emociones, estado, modo y comportamiento emocional.....	19
1.4.2. Aproximación categórica.....	20
1.4.3. Aproximación dimensional.....	21
1.5. Inducción de emociones.....	22
1.5.1. Imágenes.....	23
1.5.2. Vídeos.....	24
1.5.3. Gestos faciales voluntarios.....	24
1.5.4. Otros tipos de modificación del comportamiento emocional.....	24
1.5.5. Tareas de interacción por parejas.....	25
1.5.6. Inducir modo emocionales.....	25
1.6. Medición de la respuesta emocional.....	26
1.6.1. Cuestionarios.....	26
1.6.2. Análisis del comportamiento.....	27
1.6.3. Análisis de la respuesta fisiológica.....	27
1.6.3.1. Variación del ritmo cardíaco.....	28
1.6.3.2. Potenciales evocados.....	29
1.6.3.3. Electromiografía facial.....	30
1.6.3.4. Conductividad de la piel.....	31
1.6.3.5. Combinación EMG facial y GSR.....	32
2. Hipótesis.....	33
3. Objetivos.....	35
4. Material y métodos.....	37
4.1. Elección de la muestra.....	38
4.2. Materiales de estímulo.....	38

4.3. Instrumentación.....	39
4.4. Protocolo de medida.....	39
4.5. Procesado de señales.....	42
4.6. Métodos estadísticos.....	46
5. Resultados.....	47
5.1. Conductividad de la piel.....	47
5.2. Electromiografía del zigomático mayor.....	49
5.3. Electromiografía del corrugador superciliar.....	51
5.4. Comparativa según la normalización.....	52
6. Discusión.....	53
7. Conclusiones.....	55
7.1. Cumplimiento de los objetivos.....	55
7.2. Comprobación de hipótesis.....	56
7.3. Limitaciones y fortalezas del estudio.....	56
8. Retos futuros.....	59
8.1. Mejoras.....	59
8.2. Líneas de investigación futuras.....	59
Bibliografía.....	61
Anexos.....	75
Anexo1. Cuestionario para valorar orden de preferencia.....	75

RESUMEN

La mayor parte de las evaluaciones de la percepción del usuario se basan en cuestionarios, para convertir información subjetiva (opinión del usuario) en información objetiva. Sin embargo, los usuarios pueden sentirse cohibidos o ser incapaces de decidir cuando las diferencias entre los productos son muy sutiles. Existen otras técnicas como las medidas fisiológicas que pueden contribuir a aumentar la comprensión sobre la percepción del producto por parte del usuario mediante la incorporación de medidas que no involucren los procesos conscientes.

En esta Tesis de Máster se presentan los resultados de un trabajo de investigación acerca de la utilización de tres bioseñales para la valoración de la percepción del usuario: actividad electromiográfica (EMG) de los músculos zigomático mayor y corrugador superciliar, y la conductividad de la piel (GSR). Estas señales se adquirieron de ocho sujetos mientras se proyectaban tres imágenes de calibración (expresión facial neutra, sonriente y con el ceño fruncido) y ocho tipos de pavimentos cerámicos.

Los resultados mostraron que mediante los valores de GSR se pueden diferenciar los tipos de pavimento cerámico, generándose dos grupos de pavimentos según la respuesta emocional del usuario. Por otra parte, se encontraron diferencias significativas en las señales de EMG, especialmente en el zigomático, para las señales de calibración. En concreto, la imagen de la expresión facial sonriente provocaba mayor actividad en el zigomático mayor, lo que está relacionado con una emoción positiva.

Los resultados indican que el análisis de las bioseñales tiene un gran potencial para mejorar la comprensión sobre la percepción de los productos. Durante las últimas décadas, se han desarrollado técnicas y metodologías para comprender los procesos de interacción usuario-producto basados, la mayoría de ellos, en la opinión del usuario. Sin embargo, se pone de manifiesto que los procesos subconscientes desempeñan un importante papel en los aspectos relacionados con la percepción del producto por parte del usuario y la decisión de compra.

1. INTRODUCCIÓN

El diseño de productos ha evolucionado considerablemente durante las últimas décadas, aunque con un denominador común, satisfacer las necesidades de los usuarios.

En sus inicios, el diseño de productos se centraba en conseguir que los productos fueran funcionales: que realizaran de forma eficaz la función para la que habían sido diseñados. Durante los 70, a los requisitos de funcionalidad se le sumaron los requisitos ergonómicos con el fin de conseguir que los productos se adaptaran a las características físicas de los usuarios, con el objetivo de que la interacción entre el usuario y el producto fuera confortable y segura.

Durante los años 80, surgieron las metodologías de diseño orientado al usuario, con el objetivo de satisfacer sus necesidades y expectativas, ajustando los requisitos de los productos a sus necesidades. A continuación, se presenta una breve descripción de las metodologías de diseño orientado al usuario y de los modelos de calidad que provienen de dichas metodologías.

1.1. *Diseño orientado al usuario*

La evaluación de las necesidades y expectativas de los usuarios y su transformación en requisitos de diseño puede realizarse apoyándose en distintos modelos de necesidades. Entre los principales modelos cabe destacar el modelo de satisfacción de Kano (1984) y la jerarquía de necesidades de Maslow (1943).

Por un lado, el modelo de **satisfacción de Kano** (1984) es una de las metodologías más extendidas para valorar la satisfacción de los usuarios. Kano divide las características de los productos en 3 categorías (Figura 1):

1. Características básicas: Son las características mínimas que se esperan del producto. Si no estuvieran causarían una gran insatisfacción en los usuarios pero si están, no causan un aumento de la satisfacción del usuario. Se corresponden con los **requisitos básicos de calidad**.
2. Características de realización: Estas características están relacionadas linealmente con la satisfacción del usuario. Si el producto dispone de dichas características aumentará la satisfacción del usuario y su ausencia provocará una disminución en la satisfacción del usuario. Se corresponden con las **prestaciones del producto**.

3. Características emocionales: Son características inesperadas por parte del usuario. Pueden provocar un elevado aumento de la satisfacción de los usuarios, pero su ausencia no provocan insatisfacción. Se corresponden con las **características de sobreexigencia**.

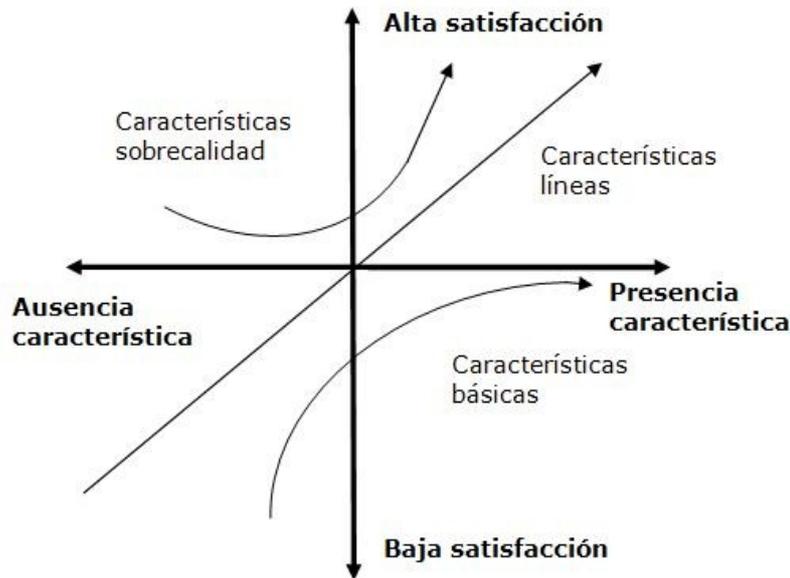


Figura 1: Modelo de satisfacción de Kano.

Un producto competitivo debe cumplir las características básicas, maximizar las características de realización e incluir tantas características emocionales como sea posible.

Por otro lado, la jerarquía **de necesidades de Maslow** (1968) es una pirámide que consta de cinco niveles. Los cuatro primeros niveles se puede agrupar como “necesidades de déficit” y el nivel superior se corresponde con la “necesidad de ser” o la “motivación de crecimiento”. La diferencia entre ambas es que las necesidades de déficit pueden ser satisfechas, mientras que la necesidad de ser no será satisfecha.

El concepto de la jerarquía piramidal es que las necesidades más altas son un objetivo sólo cuando se han satisfecho las necesidades inferiores de la pirámide.

Según Maslow (1968) las necesidades se pueden clasificar en: necesidades fisiológicas (comer, beber, respirar, etc.), necesidades de seguridad y protección (salud, empleo, etc.), necesidades de afiliación y de afecto (amistad, amor, etc.), necesidades de estima (confianza, reputación, etc.) y necesidades de autorrealización (Figura 2).



Figura 2: Pirámide de necesidades de Maslow.

Ambas metodologías anteriores, fueron la base de la definición de **modelos de calidad** de producto, de la metodología de Kano derivó el modelo QFD (Quality Function Deployment) (Terninko, 1997) y la jerarquía de necesidades de Maslow en el modelo de Calidad de Jordan (2000).

Por un lado, el modelo **QFD** tiene como núcleo incluir la opinión de los usuarios en el proceso de diseño de un producto. Una de las características más destacables del modelo QFD es la cuantificación de la calidad de los productos. Dicha cuantificación implica un modelo matemático subyacente. En el caso del QFD se trata de un modelo matemático de la calidad: la función calidad.

En la aplicación del QFD se tienen únicamente en cuenta las prestaciones del producto. Las características básicas se deben conocer para poder incluirlas en el producto, pero se tratan al margen, al igual que ocurre con las características de sobrequalidad. En el caso de las características de sobrequalidad, su inclusión en el producto obedecerá fundamentalmente a cuestiones de marketing.

El modelo QFD se basa en las prestaciones del producto y las necesidades de los usuarios. Las prestaciones son características del producto que se pueden medir y que son independientes entre sí, de las cuales depende la calidad final del producto de un modo aproximadamente lineal. Las necesidades son el conjunto de expectativas que debe cumplir el producto para resultar satisfactorio.

Una de las formas de aplicación del modelo QFD es la **casa de la calidad**, en la cual se analiza la contribución que tiene cada prestación del producto en la satisfacción de las necesidades del usuario (Figura 3).

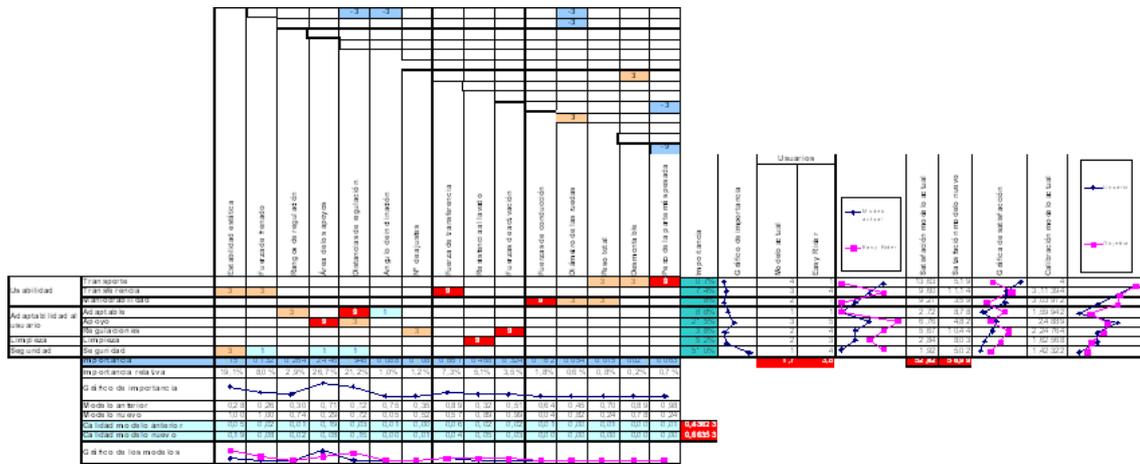


Figura 3: Diagrama de la casa de la calidad basado en el modelo QFD.

Por otro lado, **Jordan** (2000) basándose en la pirámide de necesidades de Maslow, postuló que el diseño de productos ha de satisfacer una serie de necesidades organizadas de forma piramidal. En la base de la pirámide está el requisito básico de cualquier producto, la funcionalidad, es decir, que funcionen: que realicen la función para la que han sido diseñados. A continuación, se encuentra la usabilidad, es decir, que sean fáciles de utilizar. Por último, en el nivel más alto se encuentra el requisito del placer, es decir, la interacción del usuario con los productos debe ser satisfactoria (Figura 4).

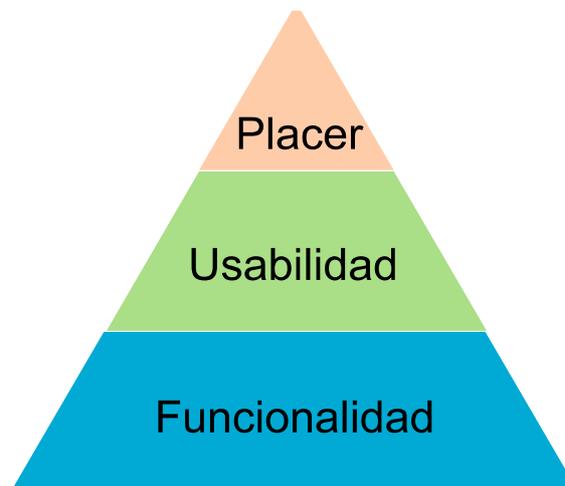


Figura 4: Pirámide de los requisitos de diseño.

La pirámide de Jordan (2000) ha servido de base para la caracterización de las necesidades de los usuarios y los requisitos de diseño, añadiendo o modificando alguno de los niveles, como la pirámide formada por: funcionalidad, accesibilidad, usabilidad y placer (Belda Lois et al., 2008).

Históricamente, con independencia de la jerarquía o del modelo utilizado, el hombre ha intentado cubrir sus necesidades desde la base hasta los niveles más altos. Durante muchos años, en el diseño de productos prácticamente sólo se tenían en cuenta los requisitos funcionales del producto. Posteriormente, entre los años 70 comenzaron a evaluarse otros requisitos relacionados con la ergonomía y el confort.

Actualmente, los requisitos funcionales y ergonómicos han pasado a ser prácticamente de obligado cumplimiento si se quiere disponer de un producto competitivo en el mercado. Por ello, los esfuerzos se están centrando en satisfacer las **necesidades emocionales de los usuarios** mediante la aplicación de técnicas de diseño emocional.

En resumen, en el diseño de productos se debe tener en cuenta todos los niveles, un fallo en cualquiera de los niveles puede producir una percepción negativa en el usuario.

1.2. Diseño emocional

Las personas utilizan los productos para conseguir sus metas y satisfacer sus necesidades. Por este motivo, ajustar las especificaciones de diseño a las metas y necesidades de los usuarios se ha convertido en unos de los aspectos prioritarios en el diseño y la fabricación de productos. De hecho, es uno de los principales objetivos del Diseño Centrado en el Usuario (Gould y Lewis, 1985).

Habitualmente, el enfoque utilizado en el desarrollo de productos trata de describir la influencia que el producto tiene sobre el usuario mediante la satisfacción como consumidor. Sin embargo, esta manera de abordar el problema no aporta mucho sobre la interacción que existe entre el usuario y el producto.

Para obtener la interacción entre el usuario y el producto se debería valorar las emociones que provoca el producto en el usuario. Por ejemplo, la insatisfacción podría utilizarse para describir cualquier situación que cause insatisfacción en el usuario, sin embargo, no es lo mismo que el consumidor esté irritado o en desacuerdo.

Si se analizan individualmente las características de la interacción producto–usuario, en vez de mediante combinaciones, podríamos conseguir información mucho más útil que nos ayudaría en el desarrollo de nuevos productos. Diversos autores han desarrollado sobre este tema, entre los que cabe destacar Nagamachi (1995), Desmet (2002), Jordan (2000), Norman (2004) y Picard (1997).

Las emociones juegan un importante papel en el diseño de productos. De hecho, la percepción que tiene un usuario sobre cualquier producto o servicio puede ser obtenido mediante el análisis de sus sentimientos. Para llevar a cabo este análisis se pueden utilizar métodos **cuantitativos** o cualitativos (Jordan, 2000).

Por un lado, existen diversos ejemplos de métodos cuantitativos como la **Ingeniería Kansei** (Nagamachi, 1995), la cual describe la relación entre el usuario y los productos observando cómo se relacionan diversas características del diseño con los sentimientos del usuario. Este método se desarrolló en Japón en 1970 y fue definido por su creador como una tecnología para traducir los sentimientos del consumidor y las imágenes de un producto en elementos de diseño. Los productos se evalúan mediante escalas diferenciales semánticas (Osgood et al., 1957) y se clasifican en función de sus atributos (color, forma, etc.). Una vez realizado este proceso, se utilizan métodos estadísticos para encontrar las relaciones entre los atributos del producto y la percepción por parte de los usuarios o sus sentimientos. Estos datos estadísticos se utilizan en el desarrollo de nuevos productos para deducir los sentimientos generados con el nuevo diseño.

Otro ejemplo de método cuantitativo es el **Conjoint Analysis**, el cual mide las preferencias del consumidor respecto a los atributos de un producto o servicio (Aaker y Day, 1986). El procesado de los datos del Conjoint Analysis se puede realizar mediante dos métodos: el “two-factor-at-a-time tradeoff method” o “multiple factor full-concept method”.

En realidad, los humanos son capaces de mostrar una amplia variedad de emociones distintas relacionadas con la interacción con productos, y estas **emociones pueden influir tanto sobre el bienestar general del usuario como sobre la decisión de compra**. Desmet (2002) estudió las emociones relacionadas con imágenes de los productos, desarrollando un instrumento que medía siete emociones negativas (indignación, desprecio, repugnancia, desagradable, insatisfacción, desacuerdo y aburrimiento) y siete emociones positivas (deseo, placer, sorpresa, inspiración, diversión, admiración, satisfacción y fascinación) relacionadas con la apariencia del producto y supuestamente aculturales.

A continuación, se realiza una breve introducción sobre el concepto de las emociones y las principales teorías que giran en torno a ellas.

1.3. ¿Qué son las emociones?

1.3.1. Definición de las emociones

El término lingüístico “emoción” es un concepto teórico bastante pobre, teniendo en cuenta que la emoción es un concepto complejo y rico con muchos aspectos sutiles, algunos de los cuales no son intuitivos (Lewis y Havily, 1992; Ekman y Davidson, 1994; LeDoux, 1996).

Las emociones humanas representan fenómenos fisiológicos que abarcan emociones (sentimientos, recuerdos, valoraciones); reacciones viscerales, humorales e inmunológicas; gestos corporales, vocalización y muestras expresivas; orientaciones posturales y comportamientos patentes (Cacioppo et al., 1993).

Las **teorías emocionales** han evolucionado a lo largo de la historia, si realizamos un breve repaso, encontramos que Aristóteles clasificó las emociones en parejas contrapuestas y explicó las cualidades hedónicas y fisiológicas asociadas a las emociones. Más tarde, Rene Descartes introdujo el concepto de comportamiento emocional. Charles Darwin indicó que las emociones están fuertemente ligadas a su valor de supervivencia, después de estudiar la relación entre las emociones y las expresiones faciales y los movimientos corporales. Posteriormente, en 1880, James y Lange sugirieron que las emociones provienen de la percepción de estados fisiológicos, mediante el estudio de componentes periféricos de las emociones como la excitación somática. Durante 1960, Arnold (1960) y Lazarus (1968) sugirieron la teoría de la valoración cognitiva de las emociones (Franopaganos y Taylor, 2005).

La complejidad existente en la definición y comprensión de las emociones, ha provocado la aparición de multitud de teorías que han intentado explicar la naturaleza, las causas y el objeto de las emociones. De hecho, existen más de 500 teorías acerca de las emociones (Strongman, 1996).

1.3.2. Naturaleza de las emociones

Existe una amplia discusión sobre la naturaleza de las emociones, algunos autores defienden que son **innatas** y otros que dependen de la **influencia social**. Por una parte, Izard (1971) comprobó que existe concordancia entre distintas culturas para muchas de las emociones. Ekman y Friesen (1971) comprobaron la universalidad en expresiones espontáneas y en expresiones realizadas deliberadamente. También se han encontrado evidencias de la universalidad de las emociones, especialmente los antropólogos (Lutz y White, 1986).

A pesar de la universalidad, se han postulado reglas de comportamiento (Ekman 1972; Friesen 1972) en las que se expone quién puede mostrar emociones, cómo y cuándo, según la influencia cultural y social. Por otro lado, hay que tener en cuenta los factores cognitivos, sociales y de desarrollo que influyen en las emociones humanas (Izard y Malatesta, 1987; Lazarus, 1966).

Los distintos estudios han provocado la aparición de dos **teorías** según el tipo de **respuesta emocional**:

- Teoría Nativista: Se basa en la visión Neo-Darwinina de los comportamientos expresivos, que asume que la respuesta emocional es innata (Duclos et al., 1989; Tomkins, 1962, 1963; Ekman, 1992; Levenson, Ekman y Friesen, 1990).
- Modelo cognitivo (Ortony y Turner, 1990): Sugiere que las “etiquetas” adquiridas socialmente, los esquemas verbales y según la situación, define el estado emocional específico.

Sin embargo, en el estudio de las emociones es necesario tener en cuenta ambas características de las emociones: las innatas y las adquiridas socialmente (Ekman, 1993), luego ambas teorías no se contradicen sino que pueden llegar a complementarse

1.3.3. Emociones: Proceso consciente o proceso inconsciente?

En las secciones anteriores se ha comentado la complejidad que entraña definir las emociones, y más aún su origen o sus causas. Algunos autores definen las emociones como cambios fisiológicos (James, 1890; Lange, 1887), mientras otros autores relacionan las emociones con procesos cognitivos (Cannon, 1927). De hecho, Cannon argumentó en contra de la teoría de James-Lange los siguientes argumentos (Berthoz, 2006):

1. Inducir de forma artificial cambios viscerales no provoca emociones.
2. Debido a que los órganos viscerales tienen poca sensibilidad, es difícil ver cómo podrían ayudar a la generación de emociones.
3. Las emociones siguen siendo observables en pacientes a los que se le ha retirado distintos órganos internos.
4. Las reacciones viscerales son lentas, con lo cual no puede explicar el carácter instantáneo de ciertas emociones como el miedo.

Más recientemente, esta distinción se ha seguido realizando, considerando las emociones como patrones somatoviscerales (Ekman et al., 1983; Levenson, 1988; Levenson et al., 1990) y como valoraciones cognitivas (Myler, 1975; Schachter y Singer ,1962).

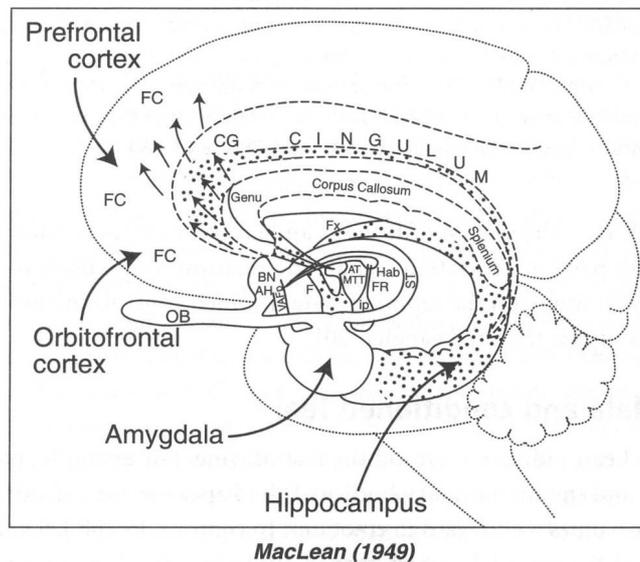
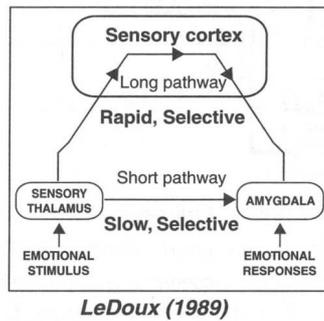
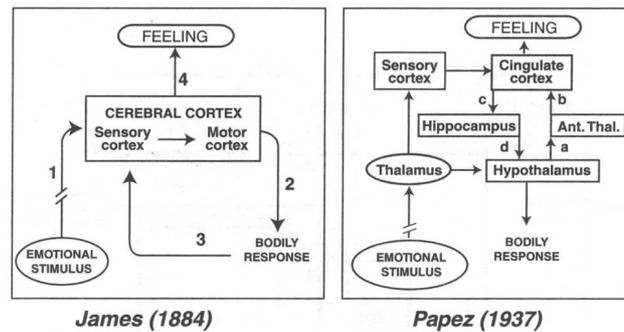


Figura 5: Teorías de las emociones. Representación esquemática de las teorías de LeDoux, Papez, y McLean. Adaptado de MacLean (1949) y Ledoux (1996) (Berthoz, 2006).

Estas teorías localizan las emociones en distintas partes del cerebro, el cual se compone por el neocortex, el sistema límbico y el cerebro “reptiliano” (MacLean, 1970). Las teorías **cognitivas** relacionan las emociones con el **neocortex** y las teorías **somáticas con el sistema límbico** (Figura 5).

En cualquier caso, cada vez existe un mayor número de autores que trabaja en la hipótesis de que ambas teorías son parcialmente válidas dado que la mente no es ni cognitiva ni emocional, sino ambas cosas al mismo tiempo. De hecho, la emoción y la cognición pueden estudiarse como procesos inconscientes que pueden llevar a experiencias conscientes (Le Doux, 2000).

Es difícil realizar esta distinción entre consciente o inconsciente ya que las emociones “colorean y definen ” procesos como la toma de decisiones, los juicios y el aprendizaje (Forgas, 1991; Schwarz y Clore, 1996). Además, de tener un papel importante en la salud (Gross y Levenson, 1997) y una estrecha relación con los **procesos cognitivos** (Bower, 1981).

A continuación se detallan las principales funciones cognitivas en las que la emociones desempeñan un papel fundamental.

1.3.4. Papel de las emociones

Las emociones están relacionadas con muchas funciones cognitivas, entre las más importantes cabe destacar (Nason, 2003):

- **La percepción:** Si se está feliz, se tenderá a percibir sucesos felices, y si se está triste, se tenderá a percibir sucesos tristes (Bower, 1981).
- **La memoria y la gestión del conocimiento:** Por ejemplo, es más fácil recordar un suceso o conocimiento cuando se está en el mismo modo emocional que cuando sucedió (Bower, 1981).
- **Las preferencias:** En general, se prefieren los objetos que resultan familiares (Zajonc, 1984).
- **Toma de decisiones,** y generación y evaluación de metas: Por ejemplo, el paciente de Damasio no podía sentir, provocando que no fuera capaz de tomar decisiones (Damasio, 1994).
- **Planificación estratégica:** cuando ves necesario tomar una decisión en poco tiempo, se utilizan “atajos” neurológicos para decidir la siguiente acción (Ledoux, 1992).

- Concentrarse y prestar atención: Las emociones restringen el rango de utilización de pistas (Derryberry y Tucker, 1992).
- Motivación y realización de tareas: Si la intensidad emocional aumenta la eficacia en la realización de tareas también aumenta, hasta un punto óptimo —Curva U inversa de Yerkes-Dodson (1908)—.
- Intención: También existen consecuencias positivas a emociones negativas, las cuales señalan la necesidad de una acción para mantener o cambiar la situación (Fridja, 1986).
- Comunicación: Por ejemplo, el lenguaje corporal (Birdwhistle, 1970), la prosa de la voz y las expresiones faciales (Ekman y Friesen, 1975).
- Aprendizaje: Se puede entrenar la inteligencia emocional (Goleman, 1995).

De las anteriores funciones cognitivas, la toma de decisiones ha sido una de las más estudiadas. James (1983) distinguió 5 tipos principales de decisión: toma de decisiones “razonada”, siguiendo “nuestros sentimientos”, por circunstancias internas, por decisiones impulsivas, por el modo emocional que acompaña la toma de decisiones y directamente influida por nuestra voluntad (Berthoz, 2006).

Una vez definido el concepto de las emociones y resaltado su importancia en el desarrollo de gran parte de los procesos cognitivos, es necesario determinar la forma de clasificarlas.

1.4. Clasificación de las emociones

Antes de intentar clasificar las emociones, resulta de interés distinguir entre diversos términos, fácilmente confundibles, siendo conceptos totalmente distintos: emociones, estado emocional, modo emocional y comportamiento emocional.

1.4.1. Emociones, estado, modo y comportamiento emocional

Las emociones están relacionadas con algunos patrones y características, y su ciclo es con frecuencia de algunos segundos. Si estos patrones y características permanecen durante un tiempo mayor, la emoción se convierte en un **estado emocional**.

Por otro lado, aunque el **modo emocional** está relacionado en cómo nos sentimos, el modo definirá la predisposición a ciertas emociones o la no predisposición a otras emociones. El modo puede ser positivo, neutral y negativo; si es positivo, estaremos más receptivos a emociones positivas y si es negativo, estaremos más receptivos a emociones negativas. El modo tiene una duración temporal mayor y resulta difícil determinar su origen, sin embargo, las emociones tienen un efecto de corta duración y es bastante más sencillo determinar su origen (Fell, 1977).

Por último, el **comportamiento emocional** está más relacionado con el modo en el que actúa una persona frente a unas circunstancias determinadas. El comportamiento emocional está influenciado por las experiencias emocionales previas y las reglas sociales. Tanto el comportamiento como el modo son aspectos de gran importancia en el manejo y gestión de las emociones.

Todos estos conceptos parecen mezclados pero es importante entenderlos y tenerlos en cuenta en el análisis de las emociones. De hecho, existe una relación entre el comportamiento emocional y la evolución de diversas enfermedades (Leventhal et al., 1993).

Teniendo en cuenta la distinción entre estos conceptos, si nos centramos en las emociones, básicamente existen dos grandes teorías de la emoción: la **aproximación categórica** y la aproximación **dimensional**.

1.4.2. Aproximación categórica

De acuerdo con la aproximación categórica, las emociones son elementos discretos y existe un conjunto finito que cubre todas las posibles emociones. Por un lado, distintos investigadores han propuesto **conjuntos de emociones básicas** compuestos entre dos y veinte emociones (Mowrer, 1960; Tomkins, 1962; Plutchik, 1980; Ekman et al., 1982; Frijda 1986; Ortony et al, 1990; Leidelmeijer 1991). Plutchik (1980) diferenció ocho emociones básicas: miedo, enfado, vergüenza, alegría, asco, aceptación, anticipación y sorpresa (.). Posteriormente, Ekman (1992) las redujo de ocho a seis: alegría, miedo, ira, tristeza, sorpresa y asco (Arnold, 1960; Ekman, et al., 1982; Frijda, 1986; Izard, 1977; Levenson, 1988, 1992). Aunque la cantidad y tipo de emociones varían entre los distintos investigadores, las más comunes son el miedo, el enfado, la tristeza y la alegría.

Por otro lado, las emociones han sido clasificadas como **primarias**, emociones rápidas y que residen en el sistema límbico (Goldman 1996, LeDoux 1996), y como **secundarias**, emociones que son producidas mediante pensamientos cognitivos (Damasio, 1994). Las emociones primarias están relacionadas con las emociones “animales”, para asegurar que la reacción es adecuada a riesgos

importantes (Sloman, 1998). En cambio, las emociones secundarias están relacionadas con el manejo de decisiones complejas.

Sin embargo, existe una gran discusión sobre la clasificación categórica ya que incluso algunos autores han discutido ampliamente sobre si las emociones son puras o **mixtas** (Clynes 1977).

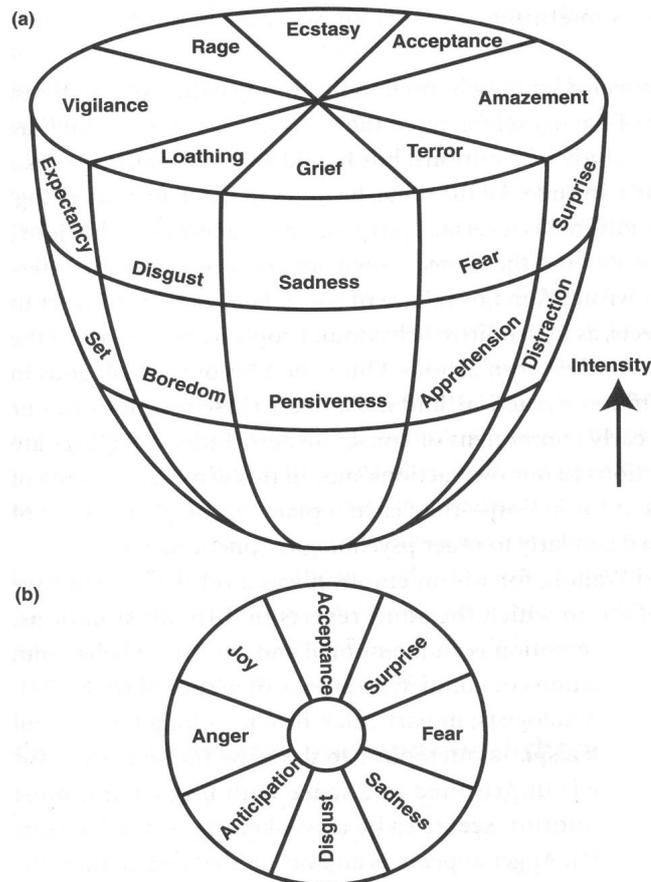


Figura 6: Modelo tridimensional de los tipos de emociones según Plutchik. Adaptado de Strongma (1998). a) Vista de todas las diferentes categorías de emociones. b) Sección del modelo que muestra su estructura interior (Berthoz, 2006).

1.4.3. Aproximación dimensional

La aproximación dimensional describe las emociones como puntos que se pueden localizar en un espacio multidimensional. Entre los espacios con mayor aceptación están el de **activación y valencia** (Cacciopo et al. 1993) y el de **activación y acercamiento-alejamiento** (Coan y Allen, 2004). En ambas

representaciones, la activación representa la intensidad de la emoción. La valencia determina si la emoción es positiva o negativa. Por otra parte, el acercamiento-alejamiento determina si la emoción hace que la persona se mueva hacia la causa de la emoción o se aleje de dicha causa.

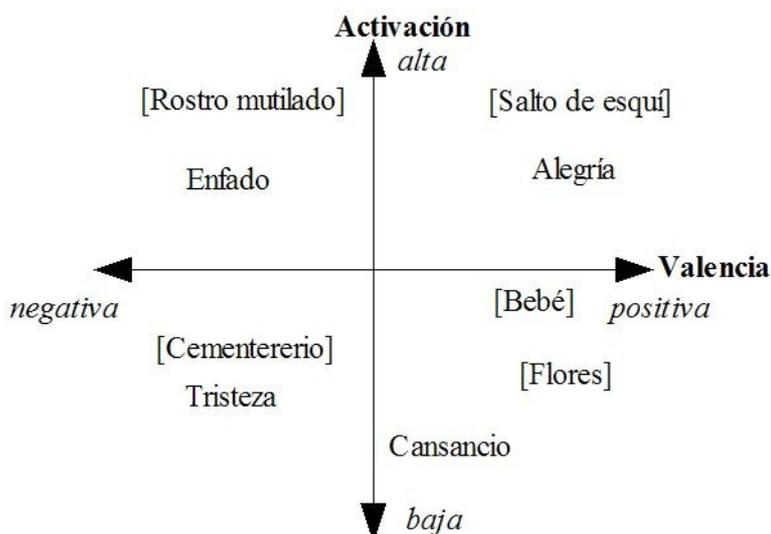


Figura 7: Distribución dimensional de las emociones sobre los ejes de valencia y activación.

En las siguientes secciones se detallarán las metodologías que se han empleado hasta el momento tanto para la inducción de emociones como para su valoración.

1.5. Inducción de emociones

Durante las últimas décadas, se han utilizado multitud de técnicas para inducir emociones, mediante imágenes y sonidos (Bradley y Lang, 2007; Wiens y Öhman, 2007), comportamientos expresivos, (Ekman, 2007; Laird y Strout, 2007) interacciones sociales (Harmon-Jones et al., 2007; Roberts et al., 2007) y música (Eich et al., 2007) entre otros (Rottenberg et al., 2007). De hecho, los psicólogos sociales han utilizado una gran variedad de métodos para inducir emociones: recordar episodios emocionales pasados, galería de imágenes guiadas, fotos, películas, etc.

Con independencia de la técnica adoptada, es necesario establecer un punto de comparación adecuado, o línea base, para poder valorar adecuadamente los efectos de un estímulo. Normalmente, el más utilizado ha sido el **estado de reposo** (Rottenberg et al., 2007). Sin embargo, algunos grupos de investigación han optado por utilizar líneas base basadas en vídeos con carga emocional neutra (Rottenberg et al., 2002).

A continuación se muestran algunas de las principales técnicas para la inducción de emociones.

1.5.1. Imágenes

Existen multitud de estudios que han demostrado la utilidad de las imágenes para generar una amplio rango de emociones (Bradley y Lang, 2007; Wiens y Öhman, 2007). Como coloquialmente se dice, “una imagen vale más que mil palabras”.

Una de las bases de imágenes más utilizadas y de mayor reconocimiento es el **International Affective Picture System (IAPS)** (Bradley y Lang, 2007), compuesta por un gran conjunto de imágenes a color capaces de inducir distintos niveles de activación y valencia, que incluyen más de 1.000 ejemplos de experiencias emocionales como la alegría, la tristeza, el miedo, el enfado, etc. Esta base de imágenes ha sido valorada y validada por un elevado conjunto de hombres y mujeres. Entre las distintas formas de valoración, se encuentra el “maniquí autovaloración” (self-assessment manikin [SAM]; Lang, 1980) (Figura 8).

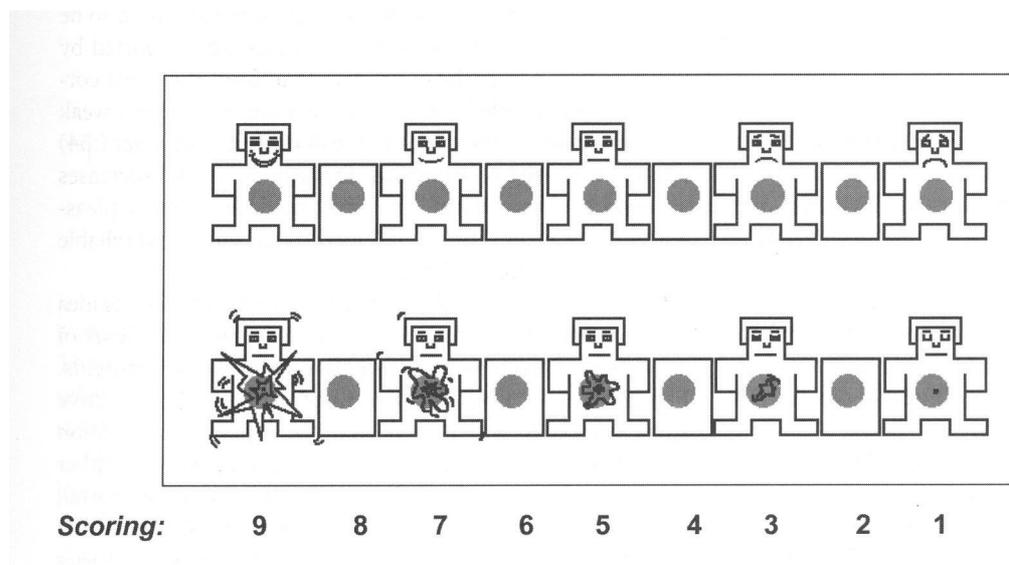


Figura 8: Ejemplo del maniquí de autovaloración (SAM) (Bradley y Lang, 2007).

Uno de los principales problemas de la IAPS es que debido a que son imágenes naturales, pueden diferir en cuanto a sus características de percepción, composición de colores, brillo, contraste, frecuencia espacial, etc. (Bradley y Lang, 2007). Sin embargo, mediante programas de tratamiento digital de la imagen (p.e. Photoshop) es posible controlar dichas variables. Facilitando el ajuste y la eliminación de las diferencias que pueden provocar la introducción de ruido en la respuesta inducida, permitiendo la elección de imágenes con características controladas para la realización de estudios específicos.

En la utilización de imágenes, la duración de exposición de la imagen debe ser constante entre ensayos. Además, se sugiere no utilizar dispositivos de visualización basados en LCD (Pantalla de cristal líquido) o TFT (Transistor de película fina) porque no cumplen los requisitos necesarios (Wiens y Öhman, 2007), sin embargo, los CRT (Tubos de rayos catódicos) y los proyectores si lo hacen (Weins et al., 2004; Wiens y Öhman, 2005).

1.5.2. Vídeos

De forma análoga, se ha comprobado que los **vídeos** son capaces de inducir activaciones en muchos de los sistemas de respuesta asociados a las emociones (p.e. las experiencias, el comportamiento, y el sistema central y autónomo) (Averill, 1969; Gross y Levenson, 1993; Karama et al., 2002; Palomba et al., 2000).

Existen tres aspectos que deben tenerse bajo control para una correcta valoración del efecto del estímulo: el tiempo, el orden y el vídeo anterior (Rottenberg et al., 2007). Estos tres aspectos son igualmente aplicables al caso de la inducción de emociones mediante imágenes.

Una de las principales ventajas de los vídeos es un validez ecológica¹ (Tobby y Cosmides, 1990).

1.5.3. Gestos faciales voluntarios

La generación voluntaria de gestos faciales, mediante el movimiento de los músculos faciales, también puede generar emociones (Ekman, 2007). Este fenómeno fue descubierto accidentalmente durante el desarrollo, por parte de Ekman y Friesen del **Facial Action Coding (FAC) System** (Ekman y Friesen, 1978; Ekman et al., 2002). Este experimento consistía en determinar los músculos implicados en los distintos gestos faciales. De hecho, encontraron distintos patrones en el sistema nervioso autónomo al expresar gestos de miedo, enfado y desagrado (Duclos et al., 1989; Flack et al., 1999a; Flack et al., 1999b).

1.5.4. Otros tipos de modificación del comportamiento emocional

Existen múltiples modificaciones del comportamiento emocional que han sido utilizadas durante las últimas décadas de experimentación. El más extendido es la

¹ La medida en que las condiciones simuladas en el laboratorio reflejan las condiciones de la vida real.

generación de gestos faciales voluntarios, como se ha comentado anteriormente. Sin embargo, también existen otras técnicas como la modificación de la postura del cuerpo (Duclos et al., 1989; Fazio, 1987; Flack et al., 199b), la mirada (Schnall et al., 2000), el tono de voz (Hatfield et al., 1995; Siegman y Boyle, 1993), la respiración (Bloch, 1985; Philippot et al., 2002), la realización de acciones con carga emocional (Bandler et al., 1968), la lectura de palabras con carga emocional (Velten, 1968), etc.

1.5.5. Tareas de interacción por parejas

Una de las técnicas empleadas preferentemente por psicólogos para la generación de emociones han sido las tareas de interacción por parejas (Dyadic interaction tasks). Estas interacciones se han realizado con compañeros sentimentales (Cohan y Bradbury, 1997; Gonzaga et al., 2001; Gottman et al., 1998; Richards, 2001; Tsai y Levenson, 1997), hermanos (Shortt y Gottman, 1997), "iguales" (Gozaga et al., 2001; Keltner et al., 1998), con pacientes y terapeutas (Pole, 2000), y con parejas casadas (Levenson y Gottman, 1983).

La utilización de estas interacciones aporta diversas ventajas como estudiar las emociones en contextos sociales, generar emociones espontáneas bajo condiciones controladas, capturar el curso temporal natural de las emociones o generar un amplio rango de respuestas emocionales (Roberts et al., 2007).

Sin embargo, también tiene diversas desventajas como que permite un considerable ambiente para la no conformidad en la participación y la aparición de errores por parte del experimentador, necesita de considerables recursos económicos y de tiempo tanto del experimentador como de los participantes, y tan sólo ofrecen una muestra instantánea de la emoción (Roberts et al., 2007).

1.5.6. Inducir modo emocionales

Por último, cabe resaltar la variedad de técnicas, ya no para inducir emociones, sino para inducir modos emocionales. Existen diversos métodos para inducir un modo emocional (Gerrands-Hesse et al., 1994; Martin, 1990), hacer que los participantes lean e internalicen una serie de auto-afirmaciones de carácter positivo y negativo desde la perspectiva emocional (Velten, 1968), mediante hipnosis (Friswell y McConkey, 1989), mediante ejercicio aeróbico (Roth, 1989), mediante expresiones faciales (Laird, 1989), posturas físicas (Riskind y Gotay, 1982), galería de imágenes guiadas (Wright y Mischel, 1982), mediante la respuesta a tareas (Forgas y Bower, 1987), mediante estimulaciones por el entono (Suedfeld y Eich, 1995) o mediante música (Pignatiello et al., 1986). Incluso se han combinado distintas técnicas como la utilización de pensamientos y música (Sutherly et al., 1982; Gerrands-Hesse et al., 1994).

Entre las distintas técnicas, la utilización de hipnosis o **música** junto a pensamientos parecen ser las más robustas (Bower, 1981, Parrot, 1991). La selección del tipo de música se realizaba según la intuición y preferencia personal (Eich et al., 1994; Eich y Metcalfe, 1989), sin embargo, se han detectado seis características que pueden ser de utilidad para identificar la emoción que van a causar: el modo (mayor o menor), el tempo, el ritmo, el tono, la armonía y el volumen (Juslin, 2001; Vastfjall, 2002).

Los estímulos anteriores nos permiten inducir emociones en los usuarios, el siguiente paso consiste en medir la respuesta emocional del usuario ante dichos estímulos.

1.6. Medición de la respuesta emocional

Las emociones pueden ser obtenidas a través de tres aproximaciones distintas: **cuestionarios, respuestas fisiológicas y análisis del comportamiento**. Sin embargo, estas aproximaciones no deben verse como metodologías alternativas para la obtención de emociones, sino como un conjunto de herramientas complementarias con salidas parcialmente correladas que facilitan y mejoran la detección de emociones ante estímulos determinados (Lang et al., 1993).

De hecho, el estudio de las emociones precisa de una aproximación multidimensional (Berridge, 2003): cuestionarios sobre la emoción percibida por el usuario, datos psicofisiológicos y datos sobre el comportamiento del usuario.

1.6.1. Cuestionarios

En la medida de emociones, que han sido inducidas, las medidas fisiológicas o de comportamiento son las más utilizadas, aunque los cuestionarios son utilizados a menudo por su facilidad de uso (Harmon-Jones et al., 2007).

Sin embargo, el uso de cuestionarios puede llevar asociado diversos problemas como que el usuario sea incapaz de comprender o expresar lo que siente, o dar respuestas falsas (Harmon-Jones et al., 2007). Además, rellenar cuestionarios de experiencias emocionales puede sesgar el comportamiento posterior (Berkowitz et al., 2000), es decir, puede provocar que los participantes sean conscientes de las hipótesis y causas de la aparición de dichas emociones, influyendo en las siguientes reacciones.

1.6.2. Análisis del comportamiento

Otro modo de obtener la respuesta emocional es mediante el análisis del comportamiento del usuario, su postura corporal, la mirada, los gestos, la voz, la respiración, etc.

Mediante la **posturas** se pueden medir ciertas emociones así como con los gestos faciales (Duclos et al., 1989; Fazio, 1987; Flack et al., 1999b). Sin embargo, existen emociones que no parecen tener un claro patrón postural como la felicidad (Flack et al., 1999a, 1999b; Flack et al., 1997). Junto a las posturas otros parámetros utilizados han sido las medidas de presión en las manos y los pies (Clynes, 1997) y la extracción de características del análisis de la marcha human (Lewis y Haviland, 1992).

En otros casos como la **mirada**, existen emociones como la culpabilidad y el amor que tienen patrones característicos de la mirada, permitiendo su utilización para la detección de dichas emociones (Schnall et al., 2000)

La **respiración** también se ha utilizado conjuntamente con otras señales fisiológicas para la detección de situaciones de estrés (Healy y Picard, 2000). También se han realizado considerable investigaciones centradas en el análisis de la **voz** y del habla (Bezooyen, 1984).

Los distintos ejemplos anteriores nos muestran la principal limitación del análisis de comportamiento: la **dificultad en la obtención de patrones para las distintas emociones**.

1.6.3. Análisis de la respuesta fisiológica

Muchas de las metodologías utilizadas para la valoración emocional de productos están basadas en cuestionarios. Su principal problema es que inevitablemente modifican la respuesta emocional del usuario al utilizar la vía cognitiva de los usuarios para indagar acerca de sus sentimientos.

Sin embargo, es bien conocido que la **respuesta emocional de un usuario se procesa en parte de manera inconsciente** (agnosia visual o ceguera cortical) su respuesta emocional frente a los estímulos del entorno. Por ello, el análisis de de la respuesta fisiológica es la única opción para obtener la respuesta emocional del usuario sin introducir modificaciones.

Durante los últimos 10 años, se han analizado diferentes señales corporales para la valoración de la emoción de acuerdo con la aproximación dimensional, ya que esta aproximación es especialmente adecuada.

Entre las señales más empleadas se encuentran: señales de electromiografía (EMG) facial, ritmo cardíaco, presión sanguínea, conductividad de la piel (GSR), electroencefalografía (EEG), temperatura y ritmo respiratorio.

A continuación se describen algunas de la señales fisiológicas más utilizadas.

1.6.3.1. Variación del ritmo cardíaco.

Se han realizado una amplia variedad de estudios que incluyen la variación del ritmo cardíaco como parámetro clasificatorio de las emociones. Graham (1973) observó que la visualización de imágenes durante 6 segundos provoca un patrón en la variación del ritmo cardíaco. Este patrón se componía de 3 fases: deceleración inicial (Graham, 1973), seguida de una componente de aceleración y finalmente por una última componente de deceleración (Bradley y Lang, 2007).

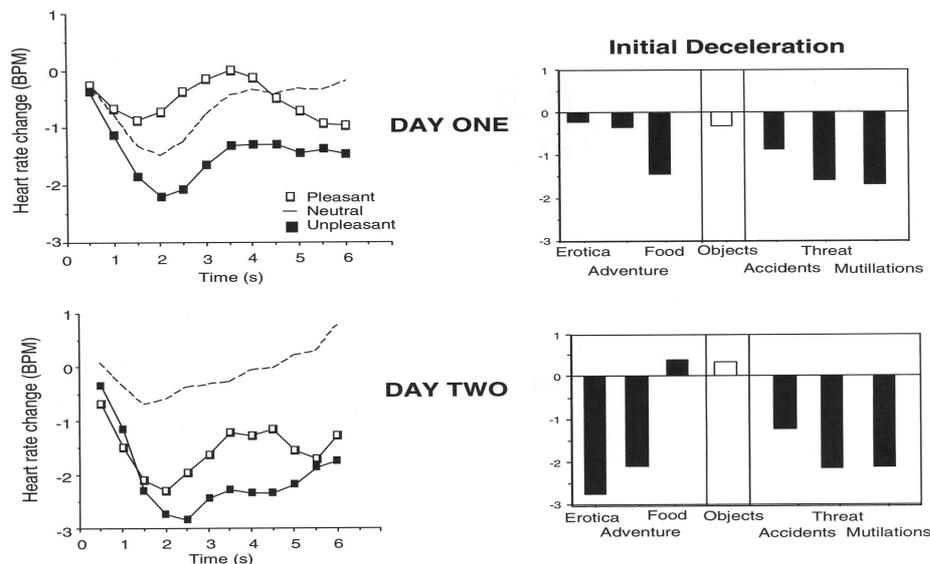


Figura 9: Onda cardíaca compuesta por tres fases, inducida por imágenes del IAPS mostradas durante 6 segundos, según los niveles de valencia (izquierda) y para contenidos fotográficos específicos (derecha) (Bradley y Lang, 2007).

La valencia de la emoción contribuye a la magnitud de la deceleración inicial así como en la aceleración posterior, produciendo mayor deceleración inicial los estímulos con valencia negativa (Bradley y Lang, 2007). En cambio, los estímulos positivos provocan un aumento en el pico de aceleración (Greenwald et al., 1989).

En otros estudios se han utilizado diversos índices de **actividad cardiorrespiratoria** para evaluar emociones como el miedo, el enfado o la alegría (Prkachin et al., 1999; Rainville et al., 2006; Prieto et al., 2008), observando como la frecuencia cardíaca tiene una mayor aceleración en el enfado y el miedo, o

como la presión sanguínea y el volumen sanguíneo muestran mayores niveles durante la emociones de carga negativa (Caccioppo et al., 1997).

Sin embargo, la utilización de la variación del ritmo cardíaco presenta diversos **problemas** relacionados con la **duración y la repetición del estímulo**. Por un lado, estímulos con una duración de medio segundo provocan una breve deceleración que no varía prácticamente con la frecuencia (Codispoti et al., 2001). Por otro lado, la deceleración inicial disminuye rápidamente cuando el mismo estímulo se muestra repetidamente durante un experimento (Bradley et al., 1993).

1.6.3.2. Potenciales evocados

La utilización de potenciales evocados como medida ante la respuesta de estímulos visuales ha sido utilizada por diversos autores (Crites y Cacioppo, 1996; Cuthbert et al., 2000; Palomba et al., 1997). Los resultados que se han obtenido con mayor frecuencia ha consistido en una modulación positiva del potencial al visualizar tanto estímulos placenteros como desagradables. También se ha detectado una onda lenta positiva que se mantiene una vez el estímulo ha finalizado (Cuthbert et al., 2000) (Figura 10).

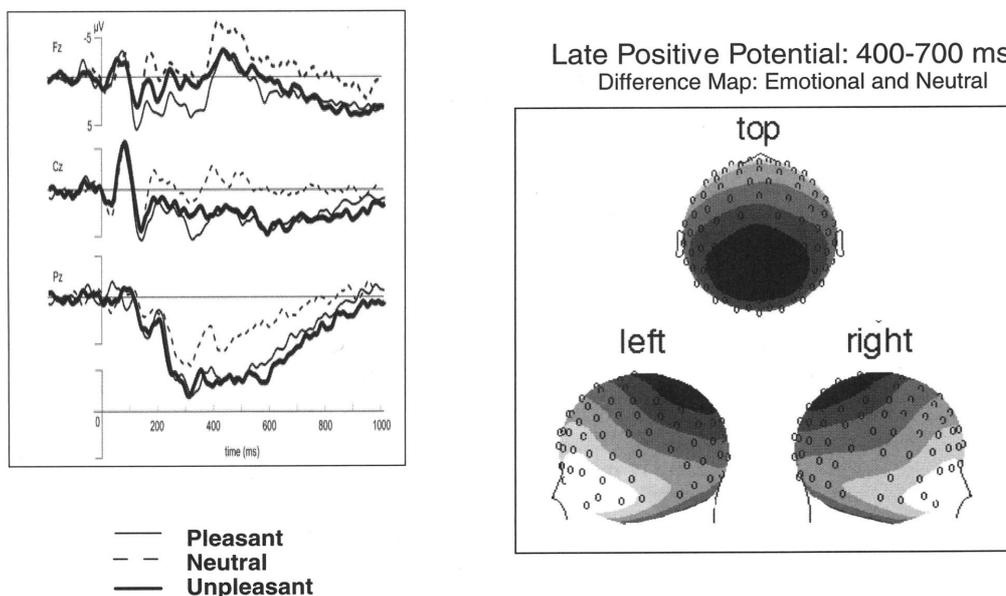


Figura 10: Medidas de los potenciales evocados durante la representación de imágenes del IAPS durante 6 segundos (izquierda) y la distribución de las diferencias de potencial sobre la cabeza (Keil et al., 2002). Extraída de Bradley y Lang (2007).

El principal **problema** en la utilización de estas señales es la **baja amplitud** de la señal así como el **ruido** existente en torno a ella, lo que dificulta considerablemente la obtención de la respuesta emocional mediante la detección

de patrones de potenciales evocados. Además, es una técnica muy **invasiva** para el usuario (Figura 11)².

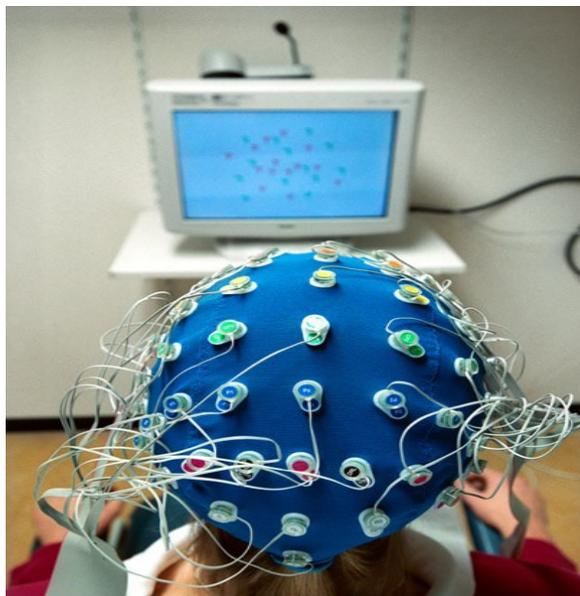


Figura 11: Sistema de registro de EEG.

A pesar de ello, tanto la asimetría de la EEG como la electromiografía facial permiten determinar la valencia frente a un estímulo o el acercamiento-alejamiento (Cacioppo et al., 1993).

1.6.3.3. Electromiografía facial

La EMG facial es útil para realizar estudios de emociones en los que la activación emocional es tan baja que es insensible a los gestos faciales (Cacioppo et al., 1990). Hay dos músculos que se pueden utilizar para la valoración emocional: el **zigomático mayor**, relacionado con la sonrisa, y el **corrugador superciliar** relacionado con el gesto de fruncir el ceño.

Schwartz (Schwartz et al., 1976a; 1976b; Brown y Schwartz, 1980) fue el primer investigador que relacionó ambos músculos con las emociones al darse cuenta de que imágenes desagradables producían mayor actividad del corrugador superciliar, y que las imágenes agradables provocaban mayor actividad en el zigomático mayor, relacionando la actividad de ambos músculos con la **valencia** de las emociones.

La relación de ambos músculos con la valencia difiere considerablemente. Algunos investigadores refieren mayor actividad en el corrugador superciliar que en el zigomático mayor (Lang et al., 1993; Larsen et al., 2003). Además, la

² Imagen extraída de www.libc-leiden.nl

relación con la valencia de la señal de EMG de estos músculos parece ser lineal en el caso del corrugador superciliar, pero tiene forma de “J” en el caso del zigomático (Greenwald et al., 1989).

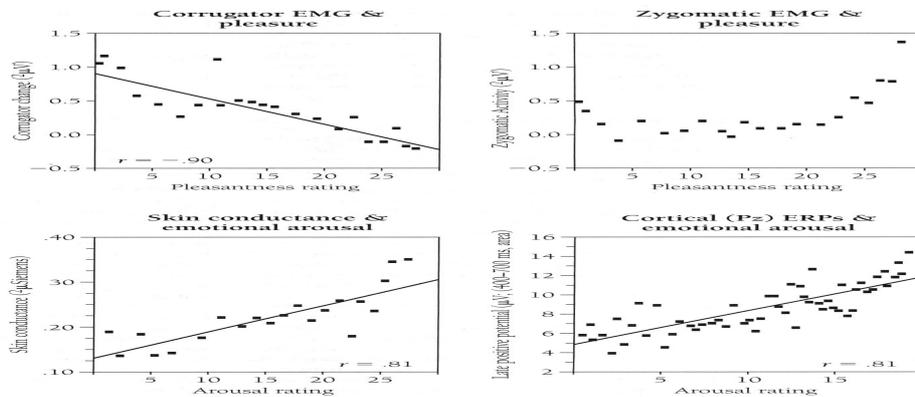


Figura 12: Variación de la EMG facial sobre el corrugador superciliar (izquierda) y sobre el zigomático mayor (derecha) según el nivel de valencia (Cuthbert et al., 2000; Greenwald et al., 1989). Extraído de Bradley y Lang (2007).

Existe menos consenso sobre si la actividad EMG está relacionada con el **nivel de activación**. Algunos autores sugieren que, al menos en el caso del corrugador, esta relación existe, mientras que otros sugieren lo contrario (Witvliet y Vrana, 1995). Desde el punto de vista de Cacioppo (Cacioppo et al., 1986) mediante el registro de la EMG facial se puede obtener tanto la valencia como la activación.

Aunque la EMG del corrugador y del zigomático ha sido ampliamente utilizada, también se han utilizado otros músculos como el **orbicular** para medir emociones con valencia positiva (Ekman 1933; Bradley et al., 2001b).

1.6.3.4. Conductividad de la piel

Los cambios en la conductividad de la piel (GSR) están fuertemente relacionados con las variaciones en el **nivel de activación** (Lang, 1995, Bradley et al., 2001a; Bradley et al., 2001b). Un aumento en el nivel de activación provoca un aumento en el nivel de GSR, generando un potencial positivo que empieza unos 400 ms después del estímulo (Bradley y Lang, 2007) y tienen una duración entre 400 y 700 ms (Cuthbert et al., 2000; Greenwald et al., 1989).

La señal de GSR tiene dos componentes, una componente tónica y una componente fásica. Por un lado, la componente tónica es una señal de baja frecuencia que se asocia a la línea base (tendencia) de la señal y sufre ligeras variaciones a lo largo del tiempo. Por otro lado, la componente fásica se

corresponde a variaciones rápidas y puntuales, y se asocia directamente a la respuesta ante un estímulo.

1.6.3.5. Combinación EMG facial y GSR

La EMG facial y la GSR han sido frecuentemente utilizadas para medir el nivel de activación y la valencia de las emociones, encontrando relaciones fiables entre los niveles de dichas señales con la activación y la valencia (Larsen et al., 2003; Cacciopo et al., 2000).

Tanto en la EMG facial como en la GSR existen diferencias según el género del usuario, ya que existe una menor actividad en el zigomático para los hombres (Bradley y Lang, 2007) y en cambio, los hombres muestran mayores cambios en la GSR según el contenido de los estímulos (Bradley et al., 2001).

2. HIPÓTESIS

A partir del análisis del estado del arte se han planteado las siguientes hipótesis de partida:

1. Las características de diseño de los productos influyen en la respuesta emocional de usuario.
2. Los cambios emocionales tienen una influencia medible en la respuesta fisiológica de las personas.

A pesar de las ventajas de la utilización de señales fisiológicas frente a la utilización de cuestionarios, la aplicación de las señales fisiológicas para la evaluación de productos no está muy extendida. El principal motivo podría ser que los estímulos introducidos por la visualización de los productos produce cambios imperceptibles que harían inviable el uso de estas técnicas de registro para la evaluación de producto.

En esta Tesis de investigación nos hemos propuesto verificar hasta qué punto el registro de las señales fisiológicas puede aportar información sobre la respuesta emocional de un usuario ante distintos pavimentos cerámicos, ya que es bien conocido que la respuesta emocional de un usuario ante estímulos se procesa en parte de manera inconsciente. De esta manera, se podría comprobar que el diseño de productos influye en la respuesta emocional del usuario.

3. OBJETIVOS

El planteamiento de hipótesis previo permite definir el objetivo principal de esta Tesis de investigación: determinar la posibilidad de **analizar de forma objetiva la influencia de los aspectos de diseño de los pavimentos cerámicos sobre el estado emocional de un usuario.**

Para alcanzar el objetivo principal se plantean los siguientes objetivos parciales:

1. Desarrollar una metodología que permita obtener de forma objetiva la respuesta emocional del usuario.
2. Determinar el modo de cuantificar dicha respuesta emocional.
3. Relacionar los aspectos de diseño con la respuesta emocional del usuario.

La metodología para valorar de forma cuantitativa la respuesta emocional de los usuarios en función de los aspectos de diseño se cimentará en las siguientes elecciones:

- En primer lugar, se optará por la elección de una aproximación dimensional en la valoración de la respuesta emocional de los usuarios. Esta aproximación nos permitirá evaluar dicha respuesta de forma cuantitativa, aspecto que sería inviable si eligiéramos una aproximación categórica.
- En segundo lugar, la obtención de la respuesta emocional del usuario se basará en el análisis de su respuesta fisiológica, utilizando 3 señales fisiológicas: la EMG facial de los músculos corrugador superciliar y zigomático mayor, y la conductividad de la piel. La utilización de señales fisiológicas refuerza la utilización de la aproximación dimensional, ya que facilita su representación y análisis.
- Por último, se optará por la utilización de imágenes para la inducción de emociones en los usuarios ya que mediante técnicas de tratamiento digital de la imagen nos facilitará el control de los parámetros de diseño de los pavimentos cerámicos.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

A continuación, se presenta una descripción de la metodología y los materiales empleados durante esta Tesis de investigación.

4.1. Elección de la muestra

Para el ensayo se escogió una muestra que se componía de cuatro hombres y cuatro mujeres de edades comprendidas entre 23 y 28 años.

4.2. Materiales de estímulo

En este ensayo se utilizaron dos grupos de imágenes. El primer grupo se utilizó para calibrar la respuesta de los usuarios y estaba formado por tres imágenes de una mujer joven. En la primera imagen, la mujer no estaba realizando ningún gesto facial (valencia neutra), en la segunda estaba sonriendo (valencia positiva) y en la tercera estaba con el ceño fruncido (valencia negativa) (Figura 13). Estas imágenes, que habían sido obtenidos de la base de datos facial AR (Martínez y Benavente, 1998), estaban validadas en su valencia (Martínez y Benavente, 1998).



Figura 13: Imágenes de calibración: a) Neutra, b) Rostro sonriente y c) Rostro con ceño fruncido.

El segundo grupo de imágenes se utilizó para valorar la respuesta de los usuarios ante diferentes tipos de pavimentos cerámicos. El fabricante de los pavimentos eligió ocho tipos de pavimentos para su valoración. Cada tipo de pavimento se había incluido en una imagen que mostraba un recibidor de una residencia con una mujer mayor (Figura 14). La incorporación de la imagen al pavimento se realizó mediante técnicas de procesamiento digital de imagen. El único cambio entre las distintas imágenes era el tipo de pavimento.



Figura 14: De izquierda a derecha y de arriba a bajo, los siete tipos de pavimentos cerámicos y el pavimento de referencia.

La primera imagen de este grupo se correspondía con el pavimento instalado actualmente en la residencia (imagen de referencia), que nos permitía estandarizar el estímulo y al mismo tiempo desacoplarlo de la etapa de calibración. El resto de imágenes correspondían a siete nuevos modelos especialmente diseñados para ser usados como pavimentos por personas mayores en cuanto a su coeficiente de fricción y sus características de diseño

(Zamora, 2003; Zamora y Alcántara, 2006).

Por último, para controlar el efecto del orden de presentación de las imágenes, se debía equilibrar el orden de aparición de cada una de las imágenes. Por ello, se realizaron seis presentaciones distintas, manteniendo el orden de las imágenes de calibración y de la imagen de referencia, y alterando el orden del resto de imágenes para alcanzar dicho equilibrio.

4.3. Instrumentación

En este ensayo era necesario registrar la electromiografía (EMG) facial, en el corrugador superciliar y el zigomático mayor, y la conductividad de la piel (GSR) de los usuarios. Para ello, se optó por la utilización del sistema Varioport™ (Becker MEDITEC™, Karlsruhe, Germany) que permitía el registro de dos señales de EMG y una señal de GSR simultáneamente y de forma remota.

4.4. Protocolo de medida

El ensayo consistía en una única sesión de una hora. Cada participante recibió una explicación sobre el ensayo, que incluía la duración de éste y el procedimiento que se iba a realizar. A los usuarios no se les comentó que iban a valorar ningún producto en concreto, sino que iban a visualizar una serie de fotografías. Se invitó a los usuarios a que estuvieran sentados de forma cómoda en una silla (Figura 15). Debían evitar hablar y procurar moverse lo menos posible, con el objeto de inducir un estado de reposo, minimizando así los estímulos externos que pudieran influir en la percepción del usuario. Para ello, el usuario estaba en una habitación a oscuras y sin ningún estímulo visual (a excepción de las imágenes) a su alcance (Figura 16).



Figura 15: Disposición del material (proyector, PC, etc.) por detrás del usuario.

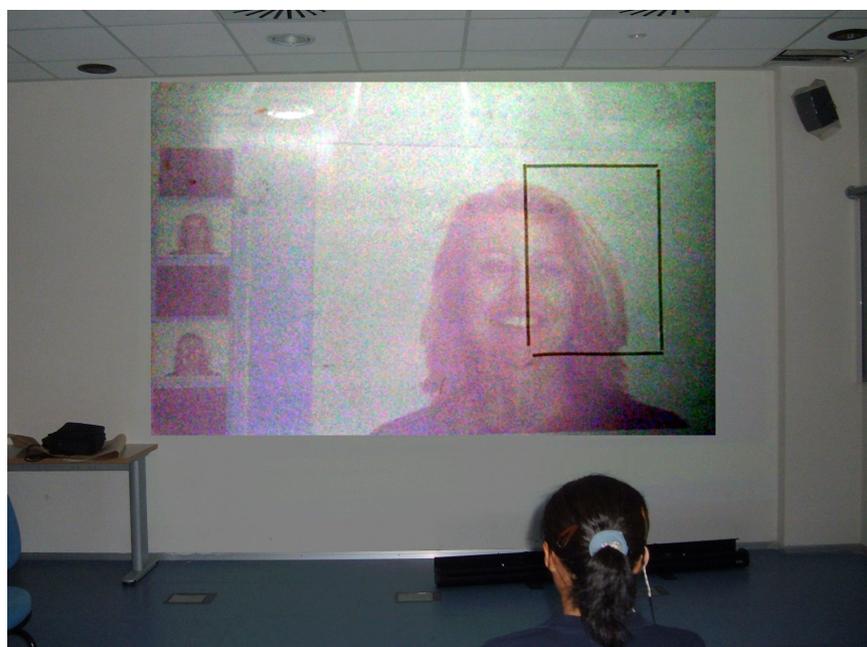


Figura 16: Proyección de las imágenes.

En primer lugar, se le colocaban electrodos bipolares superficiales para registrar las señales de EMG facial y de GSR del usuario, conectados al sistema Varioport (Figura 17). Por un lado, los electrodos de EMG facial se colocaron sobre los músculos corrugador superciliar y sobre el zigomático mayor, ambos en el lado derecho de la cara (Figura 18). Por otro lado, los electrodos para registrar la conductividad de la piel se colocaron sobre la palma de la mano izquierda, entre el cuarto y quinto dedo (Figura 19). Como los electrodos de GSR se iban a colocar en la palma izquierda de la mano, se pidió a los usuarios que tuvieran el brazo de forma cómoda pero sin que la palma de la mano tocara ningún objeto.



Figura 17: Diagrama conceptual de la instrumentación utilizada.

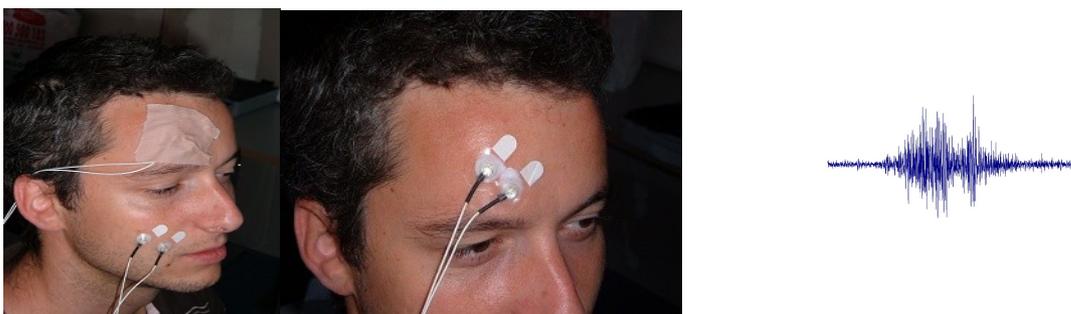


Figura 18: Colocación de los electrodos de electromiografía facial: zigomático mayor y corrugador superciliar. Señal de EMG.

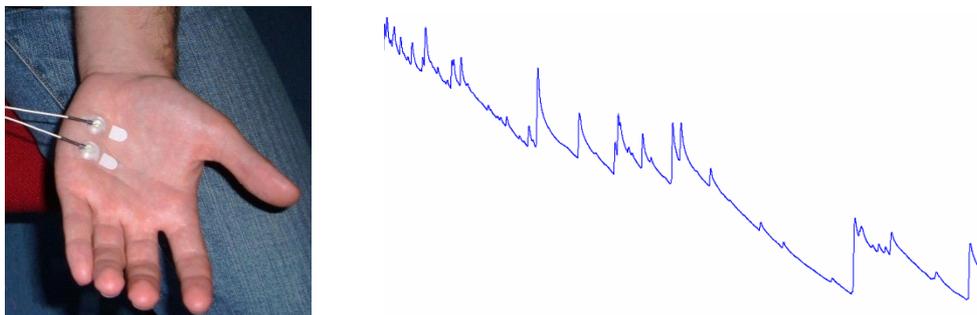


Figura 19: Colocación de los electrodos de GSR y señal de GSR obtenida.

El experimentador proyectó una presentación de diapositivas, mediante un proyector situado detrás y por encima de los usuarios, que se componía de tres etapas: una etapa de calibración, otra etapa con las imágenes de pavimentos a valorar y una segunda etapa de calibración. El motivo de utilizar una etapa de calibración al inicio y otra al final era analizar si las condiciones del usuario cambiaban a lo largo del ensayo. Cada imagen se presentó durante 30 seg y entre imagen e imagen se mostró una diapositiva en negro con una duración de 10 segundos. La finalidad de estas diapositivas en negro era separar la respuesta de los usuarios entre las imágenes, evitando que la respuesta provocada por una imagen influyera en las siguientes.

En el inicio de la prueba, entre cada etapa (de la etapa de calibración a la etapa con los pavimentos y de ésta a la segunda etapa de calibración) y al final de la prueba, se insertó una diapositiva en negro con una duración de un minuto. Esta duración se eligió para inducir un estado de reposo en los usuarios.

4.5. **Procesado de señales**

El procesado de las señales de EMG y GSR no se realizó en tiempo real (“offline processing”). Para adecuar ambos grupos de señales fisiológicas, EMG facial y GSR, se han tomado dos aproximaciones diferentes, que facilitarían su posterior análisis y obtención de resultados.

Por un lado, la información que se quería obtener de las **señales de EMG** era su nivel de activación. Por este motivo, se optó por transformar las señales de EMG para obtener su envolvente ya que la amplitud de la envolvente es un buen indicador del nivel de activación (Cacioppo et al., 1990). Previamente, las señales se filtraron para eliminar los posibles ruidos e interferencias. El procesado de las señales de EMG se realizó siguiendo este orden (Figura 20):

1. Filtro rechazo banda a 50 Hz: Para eliminar el ruido introducido por la red eléctrica.
2. Filtro paso banda entre 30 y 500 Hz: Para obtener la banda de frecuencia de interés para el análisis de la EMG, y eliminar las interferencias existentes fuera de dicha banda.
3. Rectificación de onda completa: Tomando el valor absoluto y aplicando un filtro paso bajo a la frecuencia de 2 Hz. Para obtener la envolvente de la señal de EMG.

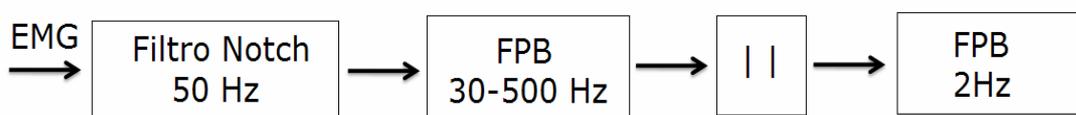


Figura 20: Procesado de las señales de EMG facial.

A continuación, se muestra la señal a la entrada de la etapa de procesado y su correspondiente salida (Figura 21).

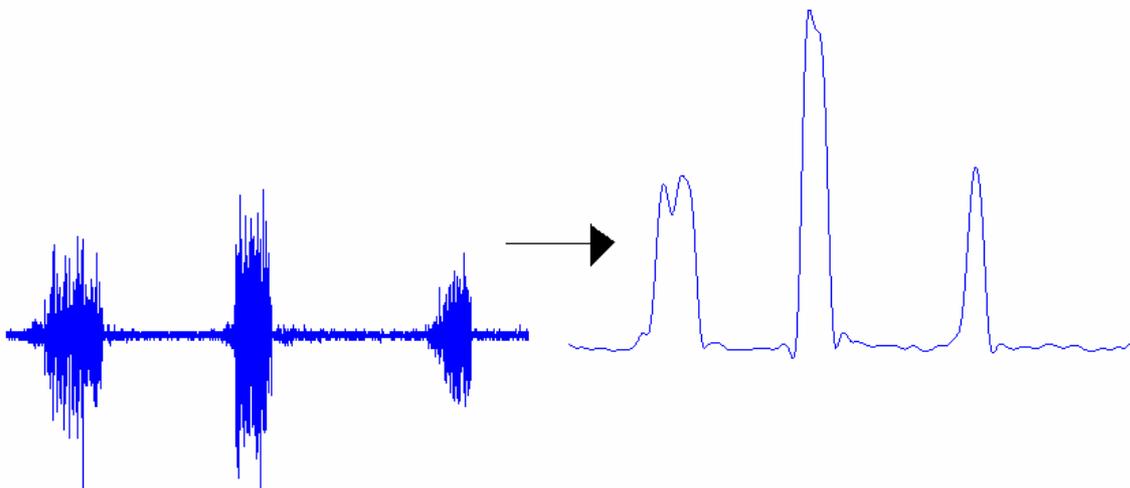


Figura 21: Señal de entrada y señal de salida del procesado de EMG facial.

Por otro lado, la señal de GSR tiene dos componentes: a) una tendencia de baja frecuencia (componente tónica) y b) unas fluctuaciones rápidas (componente fásica). En este ensayo se observó que las señales de GSR se componían de un línea base que decrecía a lo largo de la sesión y de unas pequeñas y rápidas fluctuaciones cada vez que se mostraba una imagen (Figura 22). Las

fluctuaciones rápidas de la GSR son el resultado de estímulos externos y están relacionadas con el nivel de activación (Heino et al., 1990).

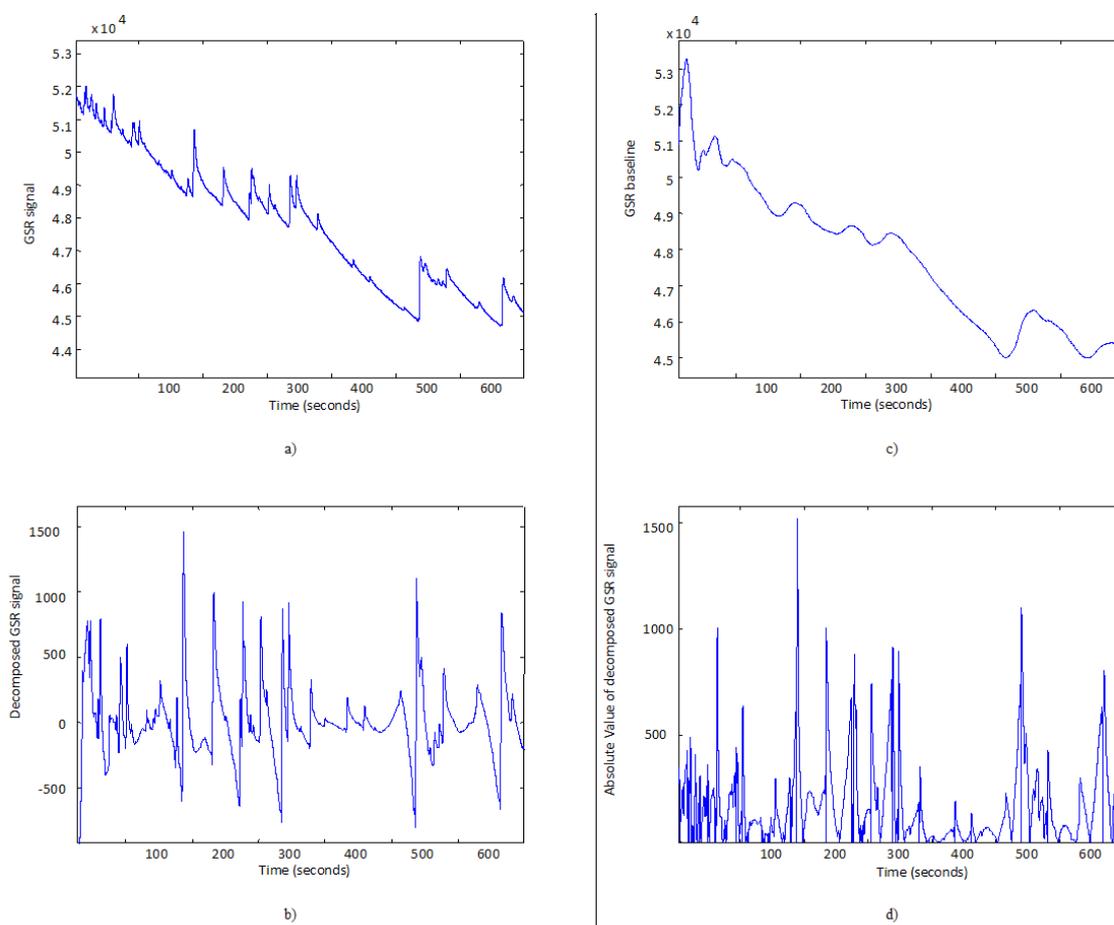


Figura 22: Procesado de las señales de GSR: a) Señal original, b) Fluctuaciones rápidas, c) Tendencia y d) Valor absoluto de las fluctuaciones rápidas (Laparra-Hernández et al., 2008).

Por este motivo, se realizó un procesado que permitiera separar ambas componentes para poder analizar la componente fásica. Previamente, las señales se filtraron para eliminar los posibles ruidos e interferencias. El procesado de las señales de GSR se realizó siguiendo este orden (Figura 23):

4. Filtro rechazo banda a 50 Hz: Para eliminar el ruido introducido por la red eléctrica.
5. Descomposición de la señal mediante bancos de filtros ("Wavelets"): Utilizando un filtro de Daubechies de 5^o orden con 12 niveles, para poder eliminar la componente tónica de la GSR y quedarnos con la componente fásica. Ésta se reconstruyó utilizando los niveles ocho al 12 de dicha descomposición.

6. Tomar valor absoluto de la señal.



Figura 23: Procesado de las señales de GSR.

A continuación, las señales procesadas se analizaron de forma individual según el tipo de imagen (pavimentos cerámicos e imágenes de calibración) que las había inducido. El primer segundo de todas las imágenes se descartó para evitar efectos transitorios.

En primer lugar, los valores de GSR y EMG se normalizaron para permitir la comparación de los valores de dichas señales para cada tipo de pavimento según el usuario. Se propusieron dos métodos para la normalización de las señales, la normalización de tipo 1 (N1) y la normalización de tipo 2 (N2), que se muestran en (1) y (2). “X” es el percentil 75 de la señal durante el tiempo de exposición de cada pavimento (30 segundos). “B” es el percentil 75 de la señal durante la proyección de las tres diapositivas negras (60 segundos cada una). “P” es el percentil 75 de la señal durante los 10 segundos antes de la exposición (diapositiva negra entre pavimentos) de cada tipo de pavimento cerámico. Sin embargo, los primeros dos segundos y los últimos dos segundos de “B” y “P” se descartaron para evitar problemas de influencias entre diapositivas.

$$N1 = \frac{\bar{X} - \bar{B}}{\bar{B}} \quad (1)$$

$$N2 = \frac{\bar{X} - \bar{P}}{\bar{P}} \quad (2)$$

Por último, las señales para cada tipo de pavimento se normalizaron otra vez para cada usuario con respecto al máximo valor registrado para el usuario en cuestión. Los valores de las imágenes de calibración se normalizaron por separado utilizando la misma metodología. Esta normalización ($N3_{nj}$) se realizó de acuerdo con (3), donde Nx_{nj} es el valor normalizado (con la primera o segunda normalización) de la señal, generado por la imagen “j” en el usuario “n”. “ Nx_n ” es un vector con los valores normalizados (con la primera o segunda normalización) de las señales, inducidos por el conjunto de imágenes en el usuario “n”.

$$N3_{nj} = \frac{Nx_{nj}}{\max(Nx_n)}, n = \text{usuario}, j = \text{imagen} \quad (3)$$

4.6. Métodos estadísticos

Los datos se analizaron mediante Matlab® y SPSS®. El procesado de las señales se realizó utilizando Matlab® y el análisis estadístico mediante SPSS®. El análisis estadístico se centró en la detección de diferencias significativas en los valores de amplitud de EMG y GSR según el tipo de pavimento. Para ello se realizó un modelo ANOVA (Análisis de la varianza) para cada una de las señales fisiológicas (EMG del corrugador superciliar y el zigomático mayor, y GSR) con los siguientes parámetros :

- Amplitud de la señal fisiológica (percentil 75).
- Imágenes del hall con los modelos de pavimento.
- Orden de exposición de las imágenes.

Además, se realizó otro tres ANOVA con los mismos parámetros pero para las imágenes de calibración.

5. RESULTADOS

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos durante esta Tesis de investigación. En primer lugar, se describen los resultados para cada una de las señales fisiológicas: conductividad de la piel, electromiografía del zigomático mayor y del corrugador superciliar. Por último, se muestran los resultados según el tipo de normalización.

5.1. Conductividad de la piel

El análisis de las señales de GSR ha generado resultados distintos para las imágenes de pavimentos cerámicos y para las imágenes de calibración. Además, los resultados varían sustancialmente según el tipo de normalización utilizada.

Por un lado, los valores de la GSR fueron significativamente distintos ($p < 0.002$) según el tipo de pavimento utilizando la normalización N2 (Tabla 1), mientras que los resultados no fueron significativos para la normalización N1. Los resultados mostrados en la Figura 24 sugieren que hay dos grupos de pavimentos cerámicos, un grupo que induce nivel altos de GSR en los usuarios y otro grupo que provoca niveles bajos. Sin embargo, mediante las pruebas “post-hoc” (método de Bonferroni) sólo se encontraron diferencias significativas entre los pavimentos número tres y cinco (Tabla 2).

Fuente	SC	gdl	MC	F	p
Modelo corregido	4.789*	28	0.171	1.551	0.129
Intersección	2.080	1	2.080	18.872	0.000
Imagen	3.096	6	0.516	4.680	0.002
Orden	0.891	6	0.149	1.347	0.271
Imagen*Orden	1.151	16	0.072	0.653	0.812
Error	2.976	27	0.110		
Total	9.705	56			
Total corregido	7.765	55			

Tabla 1: Resultados estadísticos de los valores de GSR, con la normalización N2, provocados por los pavimentos cerámicos. Suma de cuadrados tipo II (SC), grados de libertad (gdl), Media cuadrática (MC), ratio de varianza (F), significan (p). (*) $R^2 = 0.617$, R^2 corregida = 0.219.

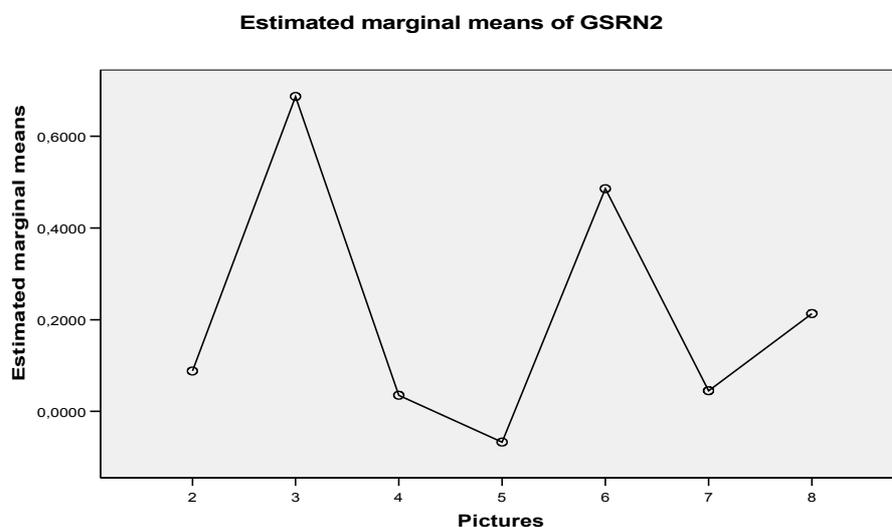


Figura 24: Medias marginales estimadas de la GSR para cada pavimento cerámico, utilizando la normalización N2 (Laparra-Hernández et al., 2008).

Imagen (I)	Imagen (J)	DM (I-J)	error	p
3	5	0.578	0.166	0.035
5	3	-0.578	0.166	0.035

Tabla 2: Resultados pruebas “post-hoc” de la GSR para cada pavimento cerámico, utilizando la normalización N2. Sólo se muestran los valores significativos ($p < 0.05$) para el método de Bonferroni. Diferencias en las medias (DM).

Por otro lado, los valores de GSR no fueron significativos para las imágenes de calibración con independencia de la normalización utilizada.

5.2. Electromiografía del zigomático mayor

Análogamente al apartado anterior, los resultados de EMG en el zigomático mayor han sido distintos para las imágenes de pavimentos cerámicos y para las imágenes de calibración, y también según el tipo de calibración.

Los valores de EMG en el zigomático mayor fueron significativamente distintos ($p < 0.001$) según la imagen de calibración utilizando la normalización N2 (Tabla 3), mientras que los resultados no fueron significativos para la normalización N1. La imagen con la cara sonriente induce mayor activación que el resto de imágenes de calibración (Figura 25). Mediante las pruebas “post-hoc” (método de

Bonferroni) se encontraron diferencias entre la imagen con el rostro sonriente (valencia positiva) y el resto de imágenes (neutra y con el ceño fruncido) (Tabla 4).

Fuente	SC	gdl	MC	F	p
Modelo corregido	6.471*	5	1.294	6.008	0.000
Intersección	5.829	1	5.829	27.060	0.000
Imagen	5.205	2	2.602	12.080	0.000
Orden	0.683	1	0.683	3.170	0.082
Imagen*Orden	0.583	2	0.292	1.354	0.269
Error	9.048	42	0.215		
Total	21.347	48			
Total corregido	15.518	47			

Tabla 3: Resultados estadísticos de la EMG del zigomático mayor inducida por las imágenes de calibración, utilizando la normalización N2. Suma de cuadrados tipo II (SC), grados de libertad (gdl), Media cuadrática (MC), ratio de variancia (F), significancia (p). (*) $R^2 = 0.417$, R^2 corregida = 0.348.

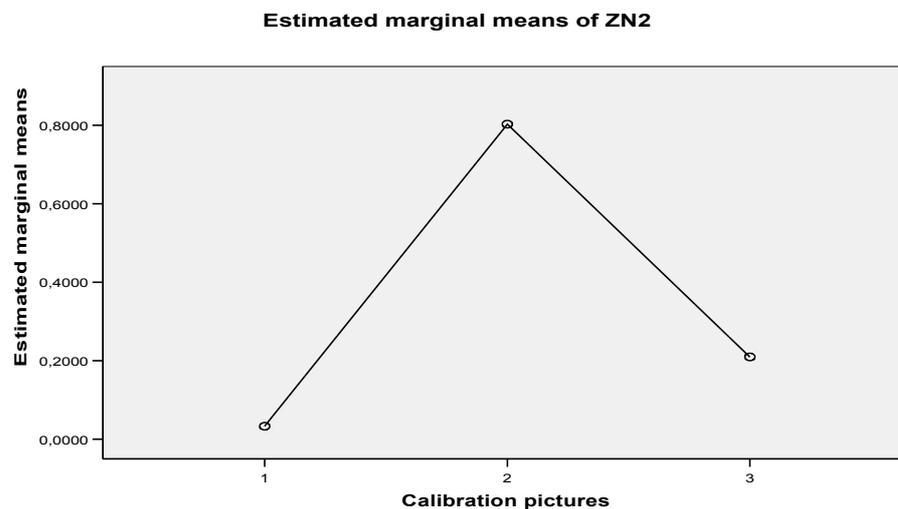


Figura 25: Medias marginales estimadas de la EMG del zigomático mayor para las tres imágenes de calibración, utilizando la normalización N2 (Laparra-Hernández et al., 2008).

Imagen (I)	Imagen (J)	MD (I-J)	error	p
1	2	-0.770	0.164	0.000
2	1	0.770	0.164	0.000
2	3	0.593	0.164	0.002
3	2	-0.593	0.164	0.002

Tabla 4: Resultados pruebas "post-hoc" de la GSR para las imágenes de calibración, utilizando la normalización N2. Sólo se muestran los valores significativos ($p < 0.05$) para el método de Bonferroni.

Por contra, no se encontraron diferencias significativas para las imágenes de los pavimentos cerámicos con independencia de la normalización utilizada.

5.3. Electromiografía del corrugador superciliar

De forma análoga a los apartados anteriores, los resultados varían para las imágenes de pavimentos cerámicos y para las imágenes de calibración, y según el tipo de calibración.

Además, el músculo corrugador superciliar es un músculo pequeño y delgado, con lo que la colocación de los electrodos debe realizarse con elevada precisión. Esto provoca que las medidas de este músculo estén más sujetas a posibles errores.

A pesar de ello, se obtuvieron diferencias cercanas a la significación ($p < 0.053$) para las imágenes de calibración utilizando la normalización N2 (Tabla 5). Mediante la utilización de la normalización N1 no se encontraron diferencias significativas.

Fuente	SC	gdl	MC	F	p
Modelo corregido	3.110	5	0.622	1.557	0.193
Intersección	0.805	1	0.805	2.014	0.163
Imagen	2.528	2	1.264	3.163	0.053
Orden	0.097	1	0.097	0.243	0.624
Imagen*Orden	0.485	2	0.243	0.607	0.550
Error	16.781	42	0.400		
Total	20.695	48			
Total corregido	19.891	47			

Tabla 5: Resultados estadísticos de la EMG del corrugador superciliar inducida por las imágenes de calibración, utilizando la normalización N2. Suma de cuadrados tipo II (SC), grados de libertad (gdl), Media cuadrática (MC), ratio de variancia (F), significada (p). (*) $R^2 = 0.156$, R^2 corregida = 0.56.

Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas para las imágenes de los pavimentos cerámicos con independencia de la normalización utilizada.

5.4. Comparativa según la normalización

Se han encontrado considerables diferencias según el tipo de normalización utilizada. De hecho, sólo se han encontrado diferencias significativas mediante la normalización N2 (Tablas 1, 3 y 5).

6. DISCUSIÓN

Bajo las mismas condiciones experimentales, se han encontrado cambios fisiológicos entre imágenes cuando el único elemento que cambiaba era el tipo de pavimento (Tabla 1). Por lo tanto, podemos asegurar que los pavimentos cerámicos originan cambios en las señales fisiológicas, al menos, en la conductividad de la piel (GSR), por lo tanto, parece razonable creer que estos cambios fisiológicos **se deben a cambios en la respuesta emocional del usuario**. Dado que existen estudios que demuestran que la conductividad de la piel está relacionada con el nivel de activación (Lang, 1995; Bradley et al., 2001a; Bradley et al., 2001b), de acuerdo con la teoría dimensional de Valencia–Activación (Cacciopo et al., 1993), podemos afirmar que los pavimentos generan cambios en el nivel de activación emocional del usuario.

Por contra, no se ha podido encontrar diferencias significativas en la actividad del zigomático mayor ni del corrugador superciliar, ambos relacionados con la valencia de las emociones (Lang et al., 1993; Larsen et al., 2003) que se asocien al diseño de los pavimentos. Sin embargo, esto se puede deber a la baja carga emocional de los pavimentos cerámicos. Es de esperar que productos con mayor carga emocional o con diferencias de diseño más obvias (las diferencias entre los distintos pavimentos eran sutiles) generen diferencias significativas en la actividad de ambos músculos relacionadas con la valencia.

En resumen podemos decir que hemos detectado que los pavimentos cerámicos producen cambios en el nivel de activación (bajo o alto) pero no en la valencia (emoción positiva–emoción negativa), lo cual, parece razonable, dado que a priori es más obvio que una característica de diseño pueda producir variaciones de activación en el estado emocional del usuario a que le haga pasar de un estado emocional negativo a positivo o viceversa. Además, hay que remarcar que los usuarios no sabían qué se estaba valorando en las imágenes, de hecho algunos de los usuarios percibieron tras las pruebas que las imágenes eran idénticas. Todo ello indicaría que los parámetros de diseño de los pavimentos fueron capaces de producir cambios en el estado emocional de los usuarios por debajo del nivel consciente.

Respecto a las imágenes de calibración, por un lado, se ha comprobado que la imagen sonriente ha originado una actividad positiva sobre el zigomático mayor (Tabla 3). Por contra, la imagen con el ceño fruncido no ha cambiado el nivel de activación en dicho músculo. Estos resultados sugieren que el efecto sobre el zigomático mayor de las imágenes positivas y negativas no es recíproco, concordando con los resultados obtenidos por Larsen et al. (2003).

Hay que tener en cuenta que la calidad de las señales de EMG sobre el corrugador no fue suficiente para valorar si las imágenes con valencia positiva y negativa tienen efectos recíprocos en la actividad de dicho músculo, tal y como Larsen et al. (2003) obtuvieron. Aunque los resultados pueden ser cuestionados debido a la insuficiente calidad de las señales de EMG sobre el corrugador, no se han encontrado evidencias de la superioridad de la actividad del corrugador sobre el zigomático, al contrario de los resultados obtenidos por Lang et al. (1993).

Por otro lado, las imágenes de calibración no han originado variaciones significativas en las señales de GSR. Esto es consistente con el hecho de que las imágenes estaban validadas en valencia pero no en activación (Martínez y Benavente, 1998).

La aproximación utilizada fue capaz de encontrar diferencias en la valencia para las imágenes de calibración, pero no en las imágenes de pavimentos cerámicos. Estos resultados refuerzan la idea de que los pavimentos cerámicos no son capaces de cambiar la valencia del usuario.

Sin embargo, se han encontrado similitudes con los resultados obtenidos por Belda et al. (2008) mediante la utilización de cuestionarios (Anexo 1). En este caso se realizó un ensayo en el cual los usuarios debían ordenar los mismos pavimentos que se analizaron en esta Tesis según sus preferencias. Sin embargo, el grupo de usuarios utilizado en las encuestas era distinto al utilizado en esta Tesis, ya que tenían edades comprendidas entre 55 y 75 años. Los usuarios disponían de una muestra física del pavimento que iba acompañada de una imagen de éste en el hall de una residencia. A pesar de las diferencias de estructura de los grupos usados para la valoración con cuestionarios y la valoración con medidas fisiológicas el pavimento mejor valorado y el peor valorado, coinciden con el pavimento que mayor activación (amplitud de GSR) y el que menor activación ha provocado en los usuarios. Esta coincidencia de resultados refuerza el hecho de que la utilización de señales fisiológicas permite determinar las preferencias de los usuarios respecto al diseño de los pavimentos. Además, estas preferencias pueden ser relativamente invariantes con la estructura de edad de los grupos de población.

Por último, destacar que la **metodología presentada en esta Tesis de investigación puede ser complementaria a otras metodologías de diseño emocional basadas en cuestionarios** (p.e. La Ingeniería Kansei). Específicamente, hemos mostrado que los pavimentos cerámicos provocan cambios en el nivel de activación, así que esta técnica puede ser de utilidad para valorar el diseño de pavimentos cerámicos.

A continuación, se presentan las conclusiones y las principales limitaciones y fortalezas de esta Tesis de Investigación.

7. CONCLUSIONES

Los resultados de esta Tesis de Investigación refuerzan la utilización de señales fisiológicas para la valoración de la percepción de los productos por parte de los usuarios. Bajo las mismas condiciones, se han encontrado cambios fisiológicos cuando el tipo de pavimento era el único elemento de cambio entre las imágenes.

Podemos asegurar que el diseño de pavimentos cerámicos provoca cambios en las señales fisiológicas y, parece razonable pensar que estos cambios fisiológicos se deben a cambios en la respuesta emocional del usuario.

Esta técnica puede ser complementaria a otras metodologías de diseño emocional como la Ingeniería Kansei. Específicamente, se ha mostrado que los pavimentos cerámicos generan cambios en el nivel de activación, así que esta metodología puede ser de utilidad para obtener la valoración de los usuarios sobre el diseño de pavimentos.

Además, esta metodología puede utilizarse desde las primeras fases del diseño de productos. No es necesario disponer de prototipos ya que la técnica se basa en la representación gráfica (tratamiento digital de la imagen) del diseño del producto en un entorno con validez ecológica desde la perspectiva de uso del producto.

A pesar de encontrar diferencias en la valencia según la imagen de calibración, no se han encontrado diferencias en la valencia para los tipos de pavimento analizados en esta Tesis. Sin embargo, es de esperar encontrar diferencias en la valencia en otro tipo de productos con mayor carga emocional o cuando las diferencias de diseño sean más obvias, ya que ciertos usuarios llegaron a creer que se les había proyectado la misma imagen a lo largo de la proyección.

A continuación, se analizará el cumplimiento de los objetivos definidos al inicio de la Tesis de Investigación. En segundo lugar, se analizarán las hipótesis de partida. Y por último, se discutirá sobre las limitaciones y fortalezas de la metodología desarrollada en esta Tesis.

7.1. *Cumplimiento de los objetivos*

El principal objetivo que se pretendía alcanzar mediante la realización de esta Tesis de investigación era determinar la posibilidad de **analizar de forma objetiva la influencia de los aspectos de diseño de un producto sobre el estado emocional de un usuario**.

Los resultados de esta Tesis han permitido **comprobar** que es posible analizar de forma objetiva la influencia de los aspectos de diseño de un producto sobre el estado emocional de un usuario (**Objetivo 1**), ya que se han encontrado diferencias significativas en la conductividad de la piel según el tipo de pavimento.

Para alcanzar el objetivo principal, esta Tesis de investigación ha permitido cubrir dos de los tres subobjetivos. En primer lugar, se ha conseguido desarrollar una técnica para obtener de forma objetiva la respuesta emocional del usuario: utilización combinada de la EMG facial sobre el corrugador y el zigomático, y la conductividad de la piel (**Subobjetivo 1**).

En segundo lugar, el procesado de ambas señales (EMG facial y GSR) y la medida de la amplitud al percentil 75 ha permitido cuantificar la respuesta emocional de los usuarios (**Subobjetivo 2**).

En tercer lugar, se ha conseguido determinar que los aspectos de diseño influyen en la respuesta emocional del usuario. Sin embargo, no se ha encontrado una relación directa entre los aspectos de diseño y la respuesta emocional del usuario (**Subobjetivo 3**), ya que no se ha conseguido determinar qué aspectos del diseño influyen en la respuesta emocional del usuario.

7.2. Comprobación de hipótesis

A continuación, se van a analizar cada una de las hipótesis de partida. En primer lugar, se ha **comprobado** que el diseño de productos influye en la respuesta emocional de usuario (**Hipótesis 1**). Los resultados muestran cambios en la respuesta emocional del usuario según el tipo de pavimento cerámico.

En segundo lugar, dichos cambios en la respuesta emocional se ven reflejados en variaciones en las señales fisiológicas del usuario (**Hipótesis 2**). De hecho, los resultados muestran diferencias significativas en la conductividad de la piel según el tipo de pavimento cerámico.

7.3. Limitaciones y fortalezas del estudio

Durante la experimentación y una vez se realizó el análisis de los datos, se detectaron diferentes **aspectos a mejorar**.

En primer lugar, sería necesario llevar a cabo nuevas experimentaciones con una mayor cantidad de sujetos para comprobar los resultados obtenidos, y disponer de una mayor potencia estadística y por tanto de una mayor fiabilidad.

En segundo lugar, el conjunto de imágenes de calibración debería sustituirse por un grupo de cinco imágenes: ceño muy fruncido, ceño fruncido, neutra, sonriente y muy sonriente.

En tercer lugar, sería necesario la presencia de un fisioterapeuta para colocar los electrodos, en especial los del corrugador superciliar.

El último aspecto a mejorar consistiría en reducir la duración del tiempo de reposo entre imágenes, ya que es demasiado largo y puede producir que el test sea tedioso para el usuario.

Por último, uno de los potenciales problemas en este tipo de experimentos es que el comportamiento del propio investigador pueda dar sutiles (o no tan sutiles) pistas que influyan en la reacción de los participantes (Harmon-Jones et al., 2007). En nuestro caso, el experimentador permanecía durante todo el ensayo detrás del proyector, sin poder ser visto por el usuario, minimizando los estímulos externos y disminuyendo el ruido de los resultados de salida.

8. RETOS FUTUROS

A continuación, se muestran una serie de mejoras para próximos estudios en la obtención de las preferencias de los usuarios mediante la utilización de señales fisiológicas. Además, se detallan diversas líneas de trabajo para futuras investigaciones.

8.1. Mejoras

Las mejoras que se deben introducir para futuros ensayos se centran en los siguientes aspectos:

- La colocación de electrodos para la EMG facial debe realizarse mediante un fisioterapeuta, ya que se trata de músculos muy pequeños y difíciles de localizar. Una incorrecta colocación provoca una señal de EMG con elevado ruido.
- Analizar productos con mayor carga emocional que nos permitan disponer de mayores rangos en la respuesta emocional de los usuarios.
- La sincronización de los equipos (proyector, Varioport y PC) debe realizarse de forma automática para evitar los retardos introducidos por el propio experimentador, ya que pueden producir desfases entre el estímulo y la respuesta emocional.
- Aumentar el número de usuarios para disponer de mayor potencia estadística y por tanto mayor fiabilidad.
- Se deberían emplear un conjunto de calibración formado por cinco imágenes: ceño muy fruncido, ceño fruncido, neutra, sonriente y muy sonriente. La imagen actual del ceño fruncido no transmitía adecuadamente una sensación de enfado o disgusto.

8.2. Líneas de investigación futuras

A continuación, se presentan las posibles líneas de investigación que se pueden desarrollar a partir de esta Tesis de investigación:

- Ser capaz de detectar y reconocer las emociones en una interacción natural, es decir sin que el usuario deba estar en el laboratorio sin moverse, etc.

- Conseguir un aplicación automática que permita obtener la percepción de los usuarios. Ahorrando costes de fabricación de prototipos, aumentando la rapidez de los diseños, mejorando la calidad de los productos y su ajuste a las preferencias de los usuarios.
- Utilización de la EMG y la GSR para valorar el efecto en la decisión de compra
- Valoración de la respuesta ante estímulos / terapias de personas con deterioro cognitivo (Levenson, 2007).
- En la generación de emociones en personas con discapacidad cognitiva, la mejor opción es utilizar imágenes ya que son estáticas, simples de requisitos cognitivos y no necesitan del procesado del lenguaje (Levenson, 2007).
- De entre todos los procesos psicológicos que inciden en la salud y enfermedad, las emociones, son, sin duda, uno de los más relevantes (Pressman y Cohen, 2005).

BIBLIOGRAFÍA

Aaker D.A., Day G.S., 1986. Marketing Research. Wiley, New York.

Arnold M., 1960. Emotions and Personality. Nova York: Columbia University Press.

Averill J.R., 1969. Autonomic response patterns during sadness and mirth. *Psychophysiology*, 5, 399-414.

Bandler R.J., Madaras G.R., Bern D.J., 1968. Self observation as a source of pain perception. *Journal of Personality and Social Psychology*, 9, 205-209.

Belda Lois J.M., Such Pérez M.J., García Soler C., 2008. Valoración de pavimentos. Informe interno del proyecto DiseñeMost. Instituto de Biomecánica de Valencia.

Belda-Lois J.M., de Rosario H., Pons R., Zarzoso J., Poveda Puente R., 2008. Análisis de la usabilidad de productos con mayores. Caracterización del proceso de aprendizaje en uso, Nuevas tecnologías: mayor servicio al mayor, 17-19 de Octubre de 2007-2008, Consejería de Asuntos Sociales. Ayuntamiento de Madrid.

Berkowitz L., Holmes D.S., 1959. The generalization of hostility to disliked objects. *Journal of Personality*, 27, 565-577.

Berkowitz L., Jaffee S., Jo E., Troccoli B., 2000. On the correction of feeling-induced judgemental biases. J.P. Forgas (Eds), Cambridge University Press, New York, NY, 131-152.

Berridge K.C., 2003. Pleasures of the brain. *Brain and Cognition*, 52, 106-128.

Berthoz A., 2006. Emotion and Reason. The cognitive science of decision making. Oxford University Press, 15.

Bezooyen R.V., 1984. Characteristics and Recognizability of Vocal Expressions of Emotion. Dordrecht: Foris.

Birdwhistle R., 1970. Kinesics and Context: Essays on Body Motion and Communication. University of Pennsylvania Press.

Bloch S., 1985. Models efecturs des émotions fondamentales: Relation entre rythme respiratoire, posture, expression faciale et expérience subjective. *Bulletin de Psychologie*, 39, 843-846.

- Bower G., 1981. Mood and Memory. *American Psychologist*, 36(2), 129-148.
- Bradley M.M., Codispoti M., Cuthbert B.N., Lang P.J., 2001a. Emotion and motivation: I. Defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*, 1, 276-298.
- Bradley M.M., Codispoti M., Cuthbert B.N., Sabatinelli D., Lang P.J., 2001b. Emotion and motivation: II. Sex differences in picture processing. *Emotion*, 1, 300-319.
- Bradley M.M., Lang P.J., 2007. The international Affective Picture System (IAPS) in the Study of Emotion and Attention. Chapter 2 of *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Coan, Allen (Eds), Oxford University Press, 2007.
- Bradley M.M., Lang P.J., Cuthbert B.N., 1993. Emotion novelty, and the startle reflex: Habituation in humans. *Behavioral Neuroscience*, 107 (6), 970-980.
- Brown S.L., Schwartz G.E., 1980. Relationships between facial electromyography and subjective experience during affective imagery. *Biological Psychology*, 11, 49-62.
- Cacioppo J.T., Bernston G.G., Klein D.J., Poehlmann K.M., 1997. The psychophysiology of emotion across the lifespan. *Annual Review of Gerontology and Geriatrics*, 17, 27-74.
- Cacioppo J.T., Klein D.J., Berntson G.G., Hatfield E., 1993. The psychophysiology of Emotion. Chapter 11 of *Handbook of Emotions*. Lewis , Haviland (Eds), New York: Guilford, 1992.
- Cacioppo J.T., Petty R.E., Losch M.E., Kim H.S., 1986. Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valence and intensity of affective reactions. *Journal of Personality and Social Psychology* 50 (2), 260-268.
- Cacioppo J.T., Tassinary L.G., Fridlund A.J., 1990. The skeletomotor system. Cacioppo, Tassinary (Eds), *Principles of psychophysiology: Physical, social, and inferential elements*, 325-384. New York: Cambridge University Press.
- Cannon W.B., 1927. The James-Lange theory of emotions: A critical examination and an alternative theory. *American Journal of Psychology*, 39, 106-124.
- Clynes M., 1977. *Sentics: The Touch of the Emotions*. Anchor Press/Double day.
- Coan J.A., Allen J.B., 2004. Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. *Biological Psychology*, 67, 7-49.

Codispoti M., Bradley M.M., Lang P.J., 2001. Affective reactions to briefly presented pictures. *Psychophysiology*, 38, 474-478.

Cohan C.L., Bradbury T.N., 1997. Negative life events, marital interaction, and the longitudinal course of newly-wed marriage. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73 (1), 114-128.

Crites S.L., Cacioppo J.T., 1996. Electrocortical differentiation of evaluative and nonevaluative categorizations. *Psychological Science*, 7, 318-321.

Cuthbert B.N., Bradley M.M., Zabaldo D., Martinez S., Lang P.J., 2000. Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95-111.

Damasio A., 1994. *Descartes's Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Grosset/Putnam.

Darwin C., 1990. *The expression of emotions*. H. Hughes (Ed), Oxford: Blackwell.

Derryberry D., Tucker D., 1992. Neural Mechanisms of Emotion. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 60 (3), 329-337.

Desmet P.M.A., 2002. *Designing Emotions*. Delft University of Technology, Delft.

Duclos S.E., Laird J.D., Schneider E., Sexter M., Stern L., Van Lighten O., 1989. Emotion-specific effects of facial expressions and postures on emotional experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 100-108.

Eich E., Ng J.T.W., Macaulay D., Percy A.D., Grebneva I., 2007. Chapter 8 of *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Coan, Allen (Eds), Oxford University Press, 2007.

Eich E., Macaulay D., Ryan, L., 1994. Mood dependent memory for events of the personal past. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 201-215.

Eich E., Metcalfe J., 1989. Mood dependent memory for internal versus external events. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 443-355.

Ekman P., 1972. Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. Cole (Ed), *Nebraska symposium on motivation*, 9171, 207-283. Lincoln: University of Nebraska Press.

Ekman P., 1992. Are there basic emotions? *Psychological Review*, 99, 787-796.

Ekman P., 1993. Facial Expression and Emotion. *American Psychologist*, 48 (4), 384-392.

Ekman P., 2007. The Directed Facial Action Task: Emotional Responses Without Appraisal. Chapter 3 of *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Coan, Allen (Eds), Oxford University Press, 2007.

Ekman P, Davidson R., 1994. *The Nature of Emotion: Fundamental Questions*. New York: Oxford Univ. Press.

Ekman P., Friesen W.V., 1971. Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of personality and Social Psychology*, 17, 124-129.

Ekman P., Friesen W.V., 1975. *Unmasking the Face: A Guide to Recognizing Emotions from Facial Expressions*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Ekman P., Friesen W.V., Ellsworth P., 1982. What emotion categories or dimensions can observers judge from facial behavior? Ekman (Ed), *Emotion in the human face*, 39-55. New York: Cambridge University Press.

Ekman P., Friesen W.V., Hager J.C., 2002. *The Facial Action Coding System*. Salt Lake City, UT: Research Nexus eBook.

Ekman P., Levenson R.W., Friesen W.V., 1983. Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221, 1208-1210.

Fazio R.H., 1987. Self-perception theory: A current perspective. Zanna, Olson, Herman (Eds), *Social influence: The Ontario Symposium*, 5, 129-150. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Fell J., 1977. The Phenomenological Approach to Emotion. Candland, Douglas, Fell, Keen, Leshner, Plutchik, Tarpay (Eds), *Emotion*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing Co. 253-285.

Flack W.F., Jr. Carvallaro L.A., Laird J.D., Miller D.R., 1997. Accurate encoding and decoding of emotional facial expressions in schizophrenia. *Psychiatry*, 60, 222-235.

Flack W.F., Laird J.D., Cavallaro L.A., 1999a. Additive effects of facial expressions and postures on emotional feelings. *European Journal of Social Psychology*, 29, 22-235.

Flack W.F., Laird J.D., Cavallaro L.A., 1999b. Emotional expression and feeling in schizophrenia: Effects of expressive behavior on emotional experience. *Journal of Clinical Psychology*, 55, 1-20.

Forgas J.P., 1991. The value of positive emotions: The emerging science of positive psychology is coming to understand why it's good to feel good. *American Scientist*, 91, 330-335.

Forgas J.P., Bower G.H., 1987. Mood effects on person-perception judgments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53, 53-60.

Fragopanagos N., Taylot J.G., 2006. Emotion recognition in human-computer interaction. *Neuronal Networks*, 18, 389-405.

Frijda N. H., 1986. *The emotions*. New York: Cambridge University Press.

Friesen W.V., 1972. Cultural differences in facial expressions in a social situation: An experimental test of the concept of display rules. Unpublished doctoral dissertation, University of California, San Francisco.

Friswell R., McConkey K.M., 1989. Hypnotically induced mood. *Cognition and Emotion*, 3, 1-26.

Gerrards-Hesse A., Spies K., Hesse F.W., 1994. Experimental inductions of emotional states and their effectiveness: A review. *British Journal of Psychology*, 85, 55-78.

Goldman P.S., 1996. Regional an cellular fractionation of working memory. *Proc. National Academy of Sciences USA*, 93, 13473-13480.

Goleman D., 1995. *Emotional Intelligence*. New-York: Bantam Books.

Gonzaga G.C. Keltner D., Londahl E.A., Smith M.D., 2001. Love and the commitment problem in romantic relations and friendship. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81 (2), 247-262.

Gottman J.M., Coan J., Carrere S., Swanson C., 1998. Predicting marital happiness and stability from newlywed interactions. *Journal of Marriage and Family*, 60 (1), 5-22.

Gould, J.D. Lewis C., 1985. Designing for usability: key principles and what designers think. *Communications of the ACM* 28 (3), 300–311.

Graham F.K., Clifton R.K., 1996. Heart-rate change as a component of the orienting response. *Psychological Bulletin*, 65, 305-320.

Greenwald M.K., Cook E.W., Lang P.J., 1989. Affective judgment and psychophysiological response: Dimensional covariation in the evaluation of pictorial stimuli. *Journal of Psychophysiology*, 3, 51-64.

Gross J.J., Levenson R.W., 1993. Emotional suppression: Physiology, self-report, and expressive behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64, 970-986.

Gross J.J., Levenson R.W., 1997. Hiding feelings: the acute effects of inhibiting negative and positive emotions. *Journal of Abnormal Psychology*, 106 (1), 95–103.

Harmon-Jones E., Amodio D.M., Zinner L.R., 2007. Social Psychological Methods of Emotion Elicitation. Chapter 6 of *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Coan, Allen (Eds), Oxford University Press, 2007.

Hatfield E., Hsee C.K., Costello J., Weisman M.S., Denney C., 1995. The impact of vocal feedback on emotional experience and expression. *Journal of Social Behavior and Personality*, 10 (2), 293-312.

Healey J., Picard R.W., 2000. SmartCar: Detecting Driver Stress. ICPR'00, Barcelona, Spain, 2000.

Heino A., Van der Molen H.H., Wilde G.J.S., 1990. Risk-homeostatic processes in car following behaviour: Electrodermal responses and verbal risk estimates as indicators of the perceived level of risk during a car-driving task (Report VK 90-22). Haren, The Netherlands: Traffic Research Centre, University of Groningen.

Izard C.E., 1971. *The face of emotion*. New York: Appleton-Century Crafts.

Izard C.E., 1977. *Human emotions*. Nova York: Plenum Press.

Izard C.E., Malatesta C.Z., 1987. Perspectives on emotional development: I. Differential emotions theory of early emotional development. Osofsky (Ed), *Handbook of infant development*, 494-554. New York: Wiley-Interscience.

James W., 1890. *William James: Writings 1878-1899*, chapter on Emotion, 250-365.

James W., 1983. What is a emotion. *The works of William James*, Cambridge, MA: Harvard University Press, *Essays in psychology*, 13, 170. First published in *Mind*, 9 (1884), 188-205.

Jordan P., 2000. *Designing Pleasurable Products: An Introduction to the New Human Factors*. Taylor y Francis, London.

Juslin P.N., 2001. Communicating emotion in music performance: A review and a theoretical framework. P.N. Juslin, J.A. Sloboda (Eds), *Music and emotion: Theory and research*, 309-340. New York: Oxford University Press.

Kano N., Seraku N., Takahashi F. , Tsuji S., 1984. Attractive Quality and Must-be Quality", *Hinshitsu. The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, (April 1984), 39 -48.

Karama S., Lecours A.R., Leroux J., Bourgouin P., Beaudoin G., Joubert S., et al., 2002. Areas of brain activation in males and females during viewing of erotic film excerpts. *Human Brain mapping*, 16, 1-13.

Keil A., Bradley M.M., Hauk O., Rochstroh B., Elebert T., Lang P.J., 2002. Large-scale neural correlates of affective picture-processing. *Psychophysiology*, 39, 641-649.

Keltner D., Young R.C., Heerye E.A., Oeming C., Monarch N.D., 1998. Teasing in hierarchical and intimate realtions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75 (5), 1231-1247.

Laird J.D., 1989. Mood affects memory because feelings are cognitions. *Journal of Social Behavior and personality*, 4, 33-38.

Laird D.J., Strout S., 2007. Emotional Behaviors as Emotional Stimuli. Chapter 4 of *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Coan, Allen (Eds.), Oxford University Press, 2007.

Lang P.J., 1980. Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications. In J.B. Sidowski, J.J. Johnson and T.A. Williams (Edss.), *Technology in mental health care dlivery systems*, 119-137. Norwood, N.J. Ablex.

Lang P.J., 1995. The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50 (5), 372-385.

Lang P.J., Greenwald M.K., Bradley M.M., Hamm A.O., 1993. Looking at pictures: affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30, 261–273.

Lange C., 1887. *Über Gemuthsbewegungen*. Leipzig: Theodor Thomas.

Laparra-Hernández J., Belda-Lois J., Medina E., Campos N., Poveda, R., 2009. EMG and GSR signals for evaluating user's perception of different types of ceramic flooring. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39 (2), 326-332.

Larsen J.T., Norris C.J., Cacioppo J.T., 2003. Effects of positive and negative affect on electromyographic activity over zygomaticus major and corrugator supercilii. *Psychophysiology*, 40, 776–785.

Lazarus R.S., 1966. *Psychological stress and the coping process*. New York: McGraw-Hill.

Ledoux J., 1992, *Brain Mechanisms of Emotion and Emotional Learning*. *Current Opinion in Neurobiology*, 2, 191-197.

LeDoux J.E., 1996. *The Emotional Brain*. New York: Simon y Schuster.

LeDoux J.E., 2000. Emotion Circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155-184.

Leidelmeijer K., 1991. *Emotions: an Experimental Approach*. Tilburg University Press.

Levenson R.W., 1988. Emotion an the autonomic nervous system: A prospectus for research on autonomic specificity. H.L. Wagner (Ed), *Social psychophysiology and emotion: Theory and clinical applications*, 17-43. Chichester, England: Willey.

Levenson R.W., 2007. *Emotion Elicitation With Neurological Patients*. Chapter 10 of *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Coan, Allen (Eds.), Oxford University Press, 2007.

Levenson R.W., 1992. Autonomic nervous system differences among emotions. *Psychological Science*, 3, 23-27.

Levenson R.W., Ekman P., Friesen W.V., 1990. Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-384.

Levenson, R.W., Gottman, J.M., 1983. Marital interaction: Physiological linkage and affective exchange. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49 (1), 85-94.

Leventhal H., Patrick-Miller L., 1993. Emotion and Illness: The mind is in the body. *Handbook of emotions*, 365-379. New York: Guilford Press.

Lewis M., Haviland J., 1992. *Handbook of Emotions*. New York: Guilford.

Lutz C., White G., 1986. The anthropology of emotions. *Annual Review of Anthropology*, 15, 405-436.

MacLean P., 1970. The triune brain, emotion, and scientific bias. F. Schmitt (de), The Neurosciences: Second Study Program, 336-349. New York, United States. Rockefeller University Press.

Mandler G., 1975. Mind and emotion. New York: Willey.

Martin M., 1990. On the induction of mood. *Clinical Psychology Review*, 10, 669-697.

Martinez M.A., Benavente R., 1998. The AR face database. CVC Technical Report #24.

Maslow A., 1968. *Toward a Psychology of Being*. Van Nostrand, New York.

Mowrer O. H., 1960. *Learning theory and behavior*. New York: Wiley.

Nagamachi M., 1995. Kansei Engineering: a new ergonomic consumer-oriented technology for product development. *International Journal of Industrial Ergonomics* 15, 3-11.

Nasoz F., Lisetti L.C., Alvarez K., Findeklstein N., 2003. Emotion Recognition from physiological signals for user modeling of affect. The 9th International Conference on User Model (UM), Pittsburg, USA.

Norman D., 2004. *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*. Basic Books, New York.

Ortony A., Turner T.J., 1990. What's basic about basic emotions? *Psychological Review*, 97, 315-331.

Osgood C., Suci G., Tannenbaum P., 1957. *The Measurement of Meaning*. University of Illinois Press, Urbana.

Palomba D., Angrilli A., Mini A., 1997. Visual evoked potentials , heart rate responses and memory to emotional pictorial stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 27, 55-67.

Palomba D., Sarlo M., Angrilli A., Mini A., Stegagno L., 2000. Cardiac response associated with affective processing of unpleasant film stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 36, 45-47.

Parrot W.G., 1991. Mood induction and instructions to sustain moods: A test of the subject compliance hypothesis of mood-congruent memory. *Cognition and Emotion*, 5, 41-52.

Philippot P., Chappelle G., Blairy S., 2002. Respiratory feedback in the generation of emotion. *Cognition and Emotion*, 16 (5), 605-627,

Picard R., 1997. *Affective Computing*. MIT Press, Cambridge, MA.

Pignatiello M., Camp C., Rasar L., 1986. Musical mood induction: An alternative to the Velten technique. *Journal of Abnormal Psychology*, 95, 295-297.

Pole N., 2000. Client appraisals of danger and safety in psychotherapy and its physiological, facial, and subjective correlates. Doctoral dissertation, University of California, Berkeley. *Dissertation Abstracts International*, 61, 2217.

Plutchik R., 1980. A general psychoevolutionary theory of emotion. R. Plutchik, H. Kellerman (Eds), *Principles of psychophysiology: Physical, social, and inferential elements*, 253-294. New York: Cambridge University Press.

Pressman S.D., Cohen S., 2005. Does Positive Affect Influence Health? *Psychological Bulletin*, 131 (6), 925-971.

Prieto Sancho D., Buiz Bueno C., Etxeberria Arritxabal I., González Pérez M.F., Galdona Erquiza N., Urdaneta Artola E., Yanguas Lezaun J., 2008. Emociones y envejecimiento. *Fundación Viure i Conviure de la Obra Social de Caixa Catalunya*.

Prkachin K.M., Williams-Avery R.M., Zwaal C., Mills D.E., 1999. Cardiovascular changes during induced emotion: an application of Lang's theory of emotional imagery. *Journal of Psychosomatic Research*, 47 (3), 255-267.

Rainville, P., Bechara, A., Naqvi, N., Damasio, A.R., 2006. Basic emotions are associated with distinct patterns of cardiorespiratory activity. *International Journal of Psychophysiology*, 61 (1), 5-18.

Richards J.M., 2001. Emotion regulation and memory (Doctoral dissertation, Stanford University, 2001). *Dissertation Abstracts International*, 61, 5059.

Risikind J.H., Gotay C.C., 1982. Physical posture: Could it have regulatory or feedback effects on motivation and emotion? *Motivation and Emotion*, 6, 273-298.

Roberts N.A., Tsai J.L., Coan J.A., 2007. Emotion Elicitation Using Dyadic Interaction Tasks. Chapter 7 of *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Coan, Allen (Eds), Oxford University Press, 2007.

Roth D.L., 1989. Acute emotional and psychophysiological effects of aerobic exercise. *Psychophysiology*, 26, 593-602.

Rottenberg J., Dayd R.D., Gross J.J., 2007. Emotion Elicitation Usign Films. Chapter 1 of Handbook of Emotion Elicitation and Assessment. Coan, Allen (Eds.), Oxford University Press, 2007.

Rottenberg J., Gross J.J., Wilhelm F.H., Najmi S., Gotlib I.H., 2002. Crying theshold and intensity in major depressive disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 302-312.

Schachter S., Singer J.E., 1962. Cognitive, social, and physioulogical determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.

Schnall S., Laird J.D., Campbell L., Hwang H, Silverman S., Sullivan D., 2000. More than meets the eye: Avoiding gaze makes you feel guilty. *The Annual Meeting of the Society for Personality and Social Psychology*, Nashville, TN.

Schwarz N., Clore G.L., 1996. Feelings and phenomenal experiences. E.T. Higgins, A. Kruglanski (Eds), *Social psychology: handbook of basic principles*. Nova York: Builford, 1996, 433-465.

Shortt J.W., Gottman J.M., 1997. Closeness in young adult sibling realtionships: Affective and physiological processes. *Social Development*, 6 (2), 142-164.

Siegmán A.W., Boyle S., 1993. Voices of fear and anxiety and sadness and depression: The effects of speech rate and loudness on fear and anxiety and sadness and depression. *Journal of Abnormal Psychology*, 102, 430-437.

Sloman A., 1998. Damasio, descartes, alarms and metamanagement. *International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC98)*, 2652–2657.

Strongman K.T., 1996. *The psychology of emotion: theories aof emotion in perspective*. Chichester: Wiley.

Suedfeld P., Eich E., 1995. Autobiographical memory and affect under conditions of reduced environmental stimulation. *Journal of Enviornmental Psychology*, 15, 321-326.

Sutherland G., Newman B., Rachman S., 1982. Experimental investigations of the raltions between mood and intrusive unwanted cognitions. *British Journal of Medical Psychology*, 55, 127-138.

Schwartz G.E., Fair P.L., Salt P., Mandel M.R., Klerman G.L., 1976. Facial muscle patterning to affective imagery in depressed and nondepressed subjects. *Science*, 192, 489–491.

Schwartz G.E., Fair P.L., Salt P., Mandel M.R., Klerman G.L., 1976. Facial expression and imagery in depression: an electromyographic study. *Psychosomatic Medicine*, 38, 337–34.

Terninko J, 1997. *Step-by-Step QFD: Customer-Driven Product Design*. CRC Press.

Tomkins S.S., 1962. *Affect, imagery, and consciousness: Vol.1 The positive affects*. New York: Springer.

Tomkins S.S., 1963. *Affect, imagery, and consciousness: Vol. 2 The positive affects*. New York: Springer.

Tooby J., Cosmides L., 1990. The past explains the present: Emotional adaptations and the structures of ancestral environment. *Ethology and Sociobiology*, 11, 375-424.

Tsai J.L., Levenson R.W., 1997. Cultural influences on emotional responding: Chinese American and European American dating couples during interpersonal conflict. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 28 (5), 600-625.

Vastfjall D., 2002. Emotion induction through music: A review of the musical mood induction procedure. *Musicae Scientiae, Special Issue 2001/2002*, 173-211.

Velten E., 1968. A laboratory task for induction of mood states. *Behaviour Research and Therapy*, 6, 473-482.

Wiens S., Fransson P., Ingvar M., Öhman A., 2004. Activation of fusiform gyrus to masked neutral faces at brief (10-60 ms) duration. The 10th annual meeting of the organization for human brain mapping, Budapest, Hungary.

Wiens S., Öhman A., 2005. Visual masking in magnetic resonance imaging. *NeuroImage*, 27 (2), 465-467.

Wiens S., Öhman A., 2007. Probing Unconscious Emotional Processes: On Becoming a Successful Masketeer. Chapter 5 of *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Coan, Allen (Eds.), Oxford University Press, 2007.

Witvliet C.V., Vrana S.R., 1995. Psychophysiological responses as indexes of affective dimensions. *Psychophysiology* 32 (5), 436–443.

Wright J., Mischel W., 1982. Influence on affect on cognitive social learning variables. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, 901-914.

Yerkes R.M., Donson J.D., 1908. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459-482.

Zajonc R., 1984. On the Primacy of Affect. *American Psychologist*, 39, 117-124.

Zamora, T. 2003 Requisitos de Seguridad de los Pavimentos Para Evitar y Amortiguar las Caídas y Establecimiento de Ensayo para su Valoración.. Informe Técnico. Instituto de Biomecánica de Valencia.

Zamora, T., Alcántara, E. 2006 Resultados del estudio de Percepción (CERGOCIVIS). Informe Técnico. Instituto de Biomecánica de Valencia.

ANEXOS

Anexo1. Cuestionario para valorar orden de preferencia

ORDENE LOS SIGUIENTES PAVIMENTOS POR ORDEN DE PREFERENCIA	
	CÓDIGO DEL PRODUCTO
1° MÁS PREFERIDO	
2°	
3°	
4°	
5°	
6°	
7°	
8°	
9° MENOS PREFERIDO	

