

BIOSEÑALES COMO APORTE AL DIAGNÓSTICO DE MATERIALES Y PRODUCTOS SOSTENIBLES

BAZOBERRI, Javier Alejandro

javierbazoberri@gmail.com

Centro de Investigaciones Proyectuales y Acciones de Diseño
Industrial (CIPADI), FAUD - UNMDP
Centro de Proyecto, Diseño y Desarrollo (CEPRODIDE),
FADU -UBA

Resumen

Mediante el avance de metodologías basadas en la Experiencia del Usuario (método Kansei), el campo del neuromarketing y la ergonomía toman gran relevancia. Gracias a la incorporación de herramientas analíticas como el seguimiento ocular, la respuesta galvánica de la piel, la termografía y el decibelímetro (entre otros), se logran obtener con precisión respuestas cuantitativas de estas experiencias. En consecuencia, se indaga sobre la Ingeniería Kansei y sobre bioseñales, como aportes a la línea de diagnóstico de Diseño Sostenible. Cabe reflexionar sobre las propiedades estéticas y sensoriales de este tipo de productos, ya que podrían caracterizarse como “diferenciales” ante aquellos bienes convencionales. Esto debido a su principal elaboración mediante el uso de residuos sólidos. Se evidencia la importancia de saber si el cambio de estas características (como el olor, los colores, las texturas) en productos de uso habitual, será igualmente aceptado por el consumidor habitual. Esta ponencia estudia casos de Diseño Sostenible en su fase de uso en el que las

propiedades sensoriales fueron decisivas acorde a la problemática planteada, e investiga la potencialidad de las bioseñales en el diagnóstico de cada uno de estos casos. De los resultados se demuestra la oportunidad y pertinencia de estas herramientas para la toma de datos específicamente - cuantitativos – en la problemática del factor emocional en la fase de uso de productos sostenibles.

Palabras clave

Diseño Sostenible, Experiencia del Usuario, Bioseñales, Diagnóstico de Diseño, Sensorialidad

Introducción

El proceso proyectual contemporáneo contempla de forma incremental el modelo de desarrollo que propone la economía circular (Ellen Macarthur Foundation, 2014). Con el criterio puesto en investigar y evaluar el impacto socio/ambiental del producto desde la concepción de la idea hasta que se lo desecha y recicla (Milton & Rodgers, 2013).

La premisa de mejorar la calidad de vida bajo el enfoque del Diseño Sostenible propone al análisis de productos, servicios o experiencias como parte de un esquema circular, para generar un desempeño compatible con el contexto socio/ambiental y económico de ese circuito. Por otro lado, la Experiencia del Usuario (en adelante UX por su acrónimo en inglés) con la incorporación de herramientas desde el neuromarketing y la ergonomía, plantea mejorar la calidad de vida con un análisis introspectivo del producto en relación al usuario. La UX observa concretamente aspectos que aluden al desempeño funcional, de usabilidad y emocional de los productos diseñados con tal de mejorar las experiencias con los usuarios y su competitividad en el mercado.

Aunque a primera vista las líneas teóricas presentadas parezcan enfocarse de manera casi opuesta, la presente investigación propone evaluar coincidencias teórico/metodológicas. Complementar la generalidad y accesibilidad del Diseño Sostenible con la fidelidad y precisión de la Experiencia del Usuario según las nuevas herramientas incorporadas desde el neuromarketing y la ergonomía, como aporte al proceso de diseño de productos y materiales emergentes.

La dimensión humana del Diseño Sostenible.

Se puede establecer que la discusión de la dimensión social en la sostenibilidad comienza con el entendimiento del ciclo de vida de los productos (Fiksel, 1996) y particularmente en su relación con la dimensión técnico-ambiental (Chambouleyron & Pattini, 2004). En paralelo, el concepto de “Constitución no moderna” de Latour (2007) deja entrever que la naturaleza y la sociedad deben considerarse totalmente inherentes. Una posición concordante con aquellos referentes de la sostenibilidad que entienden la importancia de los hábitos humanos en el diseño intemporal y en el diseño para extender de la vida útil de los productos (Viñolas, 2005; Fletcher & Grose, 2012).

Resulta escaso el estudio teórico- metodológico que incorpore el aspecto afectivo concretamente para el desarrollo de materiales y productos sostenibles. Una metodología multicriterio específicamente para la selección de materiales sostenibles incorpora esta problemática (Huang, Zhan, Liu, & Sutherland, 2011), pero aún la evaluación estético-sensorial (y afectiva) está ligada a evaluaciones cualitativas basadas en la experiencia de expertos y no sobre el segmento de consumo o grupo de usuarios meta.

Particularmente se hace alusión al trabajo colaborativo entre el campo del diseño, la sociedad y la ciencia de los materiales, ya que esta tríada facilitaría la atribución de los significados deseados a los materiales y productos sostenibles. En este sentido cabe profundizar desde el área de la Experiencia de los Materiales ya que existen mayores avances en ese sentido (Parisi, Rognoli, & Garcia, 2016; Sauerwein, Karana, & Rognoli, 2017; Camere, Schifferstein, & Bordegoni, 2018; Rognoli & Ayala Garcia, 2018).

La Experiencia de los Materiales como aporte metodológico al Diseño Sostenible

Desde el ámbito académico se observan avances teóricos centrados en la Experiencia del Usuario (Larson y Csikszentmihaly, 1983; Jordan, 2000; Kahneman et al., 2004) que han posibilitado el estudio introspectivo de la interacción usuario-producto/servicio a fin de identificar la diferenciación según el grado de satisfacción que se provoque (Desmet y Hekkert, 2007). Resulta ser un método dinámico, subjetivo y dependiente del contexto circundante (Law, et. al., 2009), cuya definición genérica comprende “las percepciones y respuestas de una persona que resultan del uso o uso anticipado de un producto, sistema o servicio” en los aspectos cognitivos y afectivos (ISO DIS, I. 9241-210:2010, 2009). Desde esta perspectiva y con mayor aporte al Desarrollo Sostenible, en la Experiencia de los Materiales o “Materials Experience” se definen las experiencias que los usuarios tienen con los

materiales de un producto y mediante ellos. En una primera instancia se identifican los tres componentes experienciales generales, la experiencia estética (sensorial), de significado (semántica), y emocional (sentimientos). Consecuentemente Giaccardi y Karana (2015) amplían esta definición al agregar el carácter performativo. Es decir, reconocer el papel activo de los materiales no sólo en la configuración de nuestros diálogos internos con los artefactos, sino también en la configuración de las formas de hacer y las prácticas. Es sabido que, desde el campo del diseño, sea a través del Diseño Sostenible o del Diseño UX, los datos de los usuarios son principalmente cualitativos y dependientes de un contexto circundante. Y para el grado de personalización buscado (particularmente en el diseño de productos tangibles) aún existe el desafío de saber si los usuarios realmente desearán el concepto del material o del producto en las etapas de desarrollo industrial (Parisi, Rognoli, & Garcia Ayala, 2016), esto por las imprecisiones o subjetividades que aún acarrearán los métodos tradicionales de focus group, lead user, entre otros (Fenko & van Rompay, 2018).

Como eje central de esta investigación cabe analizar los últimos antecedentes en cuanto a metodologías de la UX para el desarrollo industrial de nuevos productos sostenibles desde su materialidad, y que trasvasen el entendimiento subjetivo del usuario hacia uno cuantitativo compatible con otros métodos del Desarrollo Sostenible. Según esta problemática, cabe focalizar en el perfil metodológico requerido para poder lograr una cuantificación de las emociones de forma que se puedan obtener decisiones de diseño. La metodología más completa y ampliamente utilizada para lograr estas proposiciones es la Ingeniería Kansei (Nagamachi, 1995) que se encuentra vigente en estudios de UX.

Metodología Kansei

Kansei, cuyo término japonés hace referencia a la capacidad que tiene un producto de generar placer en su uso, tiene como objetivo sustraer y cuantificar la respuesta de los usuarios bajo los términos de satisfacción según los métodos de Diferencial Semántico (DS) y Método Kano (MK).

Diferencial Semántico (extracción de conceptos semánticos)

El DS tiene como objetivo cuantificar datos (significados psicológicos o emociones) a partir de opiniones subjetivas según la lógica de “adjetivos opuestos”. En este sentido se les solicita a los usuarios que valoren la experiencia según una escala de valoraciones que se encuentra entre estos adjetivos opuestos. Esta herramienta no escapa de las metodologías convencionales de escala hedónica o análisis cognitivo. Pero sí encuentra una manera particular de cruzar datos según el “espacio semántico” y la “distancia

semántica” que permiten cartografiar las experiencias de los usuarios según los atributos de un producto.

Método Kano (extracción de requerimientos funcionales y emocionales)

El Método Kano indaga sobre una serie de preguntas en cuanto a la funcionalidad y la satisfacción del producto. Se rige por un sistema de preguntas que busca resultados de forma menos sesgada. De este método se desprenden requerimientos atractivos (atributos que curiosamente aumentan la satisfacción independientemente de la función del producto), los unidimensionales (atributos que mejoran la función – sin ser esenciales- y consecuentemente la satisfacción), los obligatorios (la satisfacción depende plenamente de su existencia) y los indiferentes (la satisfacción no depende de estos requisitos).

Actualmente a la Ingeniería Kansei se incorporan herramientas del neuromarketing y la ergonomía que tienden a reducir aún más la incertidumbre en el análisis de experiencias de los usuarios, estas herramientas brindan bioseñales.

Bioseñales

El concepto teórico que se utiliza para la implementación de bioseñales en la UX es el Modelo Circumplejo (Russell, 1980). Este modelo bidimensional se compone de las dimensiones de valencia (agradable-desagradable) y activación (excitado - calmo) cuyas magnitudes se miden por dominancia (alta-baja). A medida que se avanza en la obtención de datos duros sobre la valencia y activación se puede avanzar en la determinación de distintas emociones de los usuarios (Figura 1). Por ejemplo, si se detecta una alta valencia (agradable) y una alta activación (excitado) se puede deducir que la persona está (según el grado de dominancia) en una situación de alerta o felicidad. Por el contrario, si se detecta baja valencia y baja excitación es probable que la persona se encuentre en una situación de depresión, tristeza, fatiga. En lo que respecta a las herramientas de bioseñales, cabe decir que estas generalmente pueden medir de forma eficaz solo una de las dimensiones anteriores. Si se utiliza sólo una herramienta, es probable que el estudio se deba complementar con el enfoque tradicional cognitivo (entrevista) para suplir la variable faltante. En este sentido es común encontrar estudios combinados bajo el uso de herramientas que sirvan para medir valencia (Electromiografía (EMG)), para medir activación (Electroencefalografía (EEG) o Respuesta Galvánica de la Piel (GSR)) y para mejorar la certeza en la dominancia de ambas variables (Eyetracking, Termografía, Decibelímetro).

Figura 1: Modelo Circumplejo



Fuente: Russell (1980).

Medición objetiva de la Valencia

Electromiografía (EMG)

La EMG mide la actividad eléctrica de los músculos. En particular para el estudio de las emociones se utiliza la Electromiografía Facial que a partir de pequeños electrodos ubicados superficialmente en el músculo corrugador superficial (ceño) y el cigomático mayor (mejilla) se pueden determinar mínimas variaciones eléctricas de ambos músculos (medidas en Hz). Si existe mayor actividad en el ceño quiere decir que prevalecen sentimientos de valencia con baja dominancia (gesto del enojo). Si existe mayor actividad en la mejilla, prevalecen sentimientos de valencia con alta dominancia (gesto de la sonrisa). Concretamente para el diseño de productos existe un estudio realizado para evaluar las emociones provocadas por distintos pisos cerámicos bajo EMG (Laparra-Hernández, Belda-Lois, Medina, Campos, & Poveda, 2008). El principal resultado sobre este método arrojó que los estimulantes de emociones (en este caso el piso cerámico) deben ser lo suficientemente llamativos para generar variaciones eléctricas significativas en los músculos mencionados, de lo contrario el método será poco eficiente. Cabe decir que resulta de gran

aporte a la Ingeniería Kansei para contrastar el placer según los valores cognitivos estudiados tanto desde el DS como desde el método Kano.

Medición objetiva de la Activación

Electroencefalografía (EEG)

La EEG es un método de monitoreo electrofisiológico que permite registrar la actividad eléctrica del cerebro. El método utilizado para medir la experiencia del usuario es la EEG Scalp, cuya actividad se registra desde el cuero cabelludo con una gorra que permite posicionar electrodos en distintas zonas de la cabeza. La EEG detecta señales desde 0,5 a 100 Mhz. Según los rangos de frecuencia se pueden concebir distintos estados de activación. Las bandas que se establecen desde la neurología son las delta, theta, alfa, beta y gamma (la alfa por ejemplo determina estado de relajación, y la beta estado de atención). Según este método, se realizó un estudio para medir la concepción de “estilo” según las emociones provocadas a partir de distintos indumentos (Wang, 2019). Concretamente se pudo determinar la eficacia de este método para medir la excitación o activación. Con apoyo de estudios cognitivos (para encontrar la valencia), se pudo determinar la respuesta emocional ante distintos conceptos (casual, elegante, liviano, de moda). Este método también contribuye globalmente al método Kansei para aportar datos objetivos a la medición de respuestas emocionales que se quieren inducir o deducir como erróneas. Por otro lado, un estudio sobre la calidad percibida de relojes masculinos (Guo, Li, Hu, & Li, 2019), determinó que bajo una relación determinada de frecuencias Gamma y Alpha se pudieron agrupar percepciones de relojes de baja calidad percibida, sobre las de media y alta.

Respuesta Galvánica de la Piel o Galvanic Skin Response (GSR)

La GSR provee información continua sobre el cambio de las propiedades eléctricas de la piel. Los dos sensores deben estar ubicados preferentemente en los dedos de las manos. Esta herramienta detecta variaciones muy sensibles sobre el nivel de excitación del cuerpo y su unidad de medida se da en GSR que abarca una escala de 0 a 1. Un experimento relacionado al estudio de la semántica de productos basados en la naturaleza (Kim, Bouchard, Bianchi-Berthouze, & Aoussat, 2011) determinó su eficacia, junto a mediciones cognitivas, en la similitud de emociones que existen entre el campo semántico del objeto (por ejemplo, reacción a la foto de un escarabajo) y la reacción a su producto análogo (el auto Volkswagen Beetle). En cuanto a la posibilidad de aplicación en la Ingeniería Kansei debe decirse que según el estudio mencionado esta herramienta beneficia principalmente al Diferencial Semántico, ya que para hacer exploraciones sobre la estructura del producto (método kano) las limitaciones de las manos y la necesidad de plena quietud

no permiten poder explorar un producto de forma dinámica (al menos en la fase de estudio de prototipos).

Mejora en la certeza de la Dominancia

Seguimiento ocular o Eyetracking

El sistema de Eyetracking permite medir la atención del usuario por medio de distintos comportamientos del ojo humano. Los comportamientos mesurables que mejores resultados han dado por esta tecnología son tres, la medición de fijaciones, de sacadas y de las rutas de exploración. Las fijaciones son intervalos de tiempo en los que el ojo descansa, que es donde asimila o codifica información. Las sacadas son movimientos oculares rápidos que se dan entre fijaciones. Finalmente, las rutas de exploración son secuencias que se dan entre fijación-sacada. Los datos objetivos son graficados a partir de estas rutas de exploración que se asemejan a un mapa de red neuronal donde se evidencian con líneas las sacadas y con puntos las fijaciones en un rango de tiempo determinado. A partir de un análisis en tiempo real o posterior (según la tecnología) estas gráficas también pueden ser sintetizadas por mapas de calor.

En el análisis de productos, existen estudios que indican la potencialidad de esta herramienta para trabajar con el nivel estructural del producto (método kano) en la ingeniería Kansei, ya que la ruta de exploración permite interpretar la atención en las partes constitutivas del objeto más relevantes y las de menos interés (Köhler, Falk, & Schmitt, 2015). Por otro lado, existen estudios que indican la factibilidad de jerarquizar la calidad percibida de distintas alternativas de diseño en fases tempranas del proyecto, esto combinado también con métodos de medición de activación como lo es la EEG y métodos cognitivos para la medición de la valencia. De la medición cuantitativa se ha determinado que el Eyetracking permite mejorar el grado de certeza de las estadísticas que indican la dominancia de activación en un producto determinado (Guo, Li, Hu, & Li, 2019).

Termografía

El sistema termográfico permite graficar la distribución de temperatura en la superficie de cualquier producto, estudiar la conductividad térmica y la percepción táctil según el mapeo de transferencia de temperatura. La cámara termográfica es similar a cualquier cámara convencional salvo que esta captura la radiación infrarroja térmica emitida por el movimiento vibratorio de las moléculas que componen el material sometido a medición. Esta tecnología es ampliamente utilizada en el campo de la ingeniería y la arquitectura para encontrar fugas de gas o agua, transferencia térmica en aislantes, entre otras

aplicaciones. El dato duro de la termografía es este mapeo que permite saber los distintos rangos de temperatura según su jerarquización mediante un mapa de calor. Existen distintos estudios de objetos de diseño que trabajan con el indicador de emisividad (Silva & Mira, 2016), es decir la cantidad de radiación generada por un objeto en comparación con la cantidad reflejada por él. Esto ha sido utilizado en estudios ergonómicos de dos formas diferentes. La primera para medir la emisividad, cuya huella térmica permitió entender las zonas que no estaban siendo utilizadas. Entonces se mejoró morfológicamente el producto para aumentar la zona de contacto y en consecuencia aumentar la zona de confort (caso de una silla y un mouse). La segunda para medir productos donde la concentración de temperatura para el confort es más relevante como en botas de ski (disminución de conductividad térmica) o cascos de trabajo (aumento de conductividad térmica) (Durán & Cravajal, 2016).

Como en el Eyetracking, esta metodología puede aportar datos al cálculo de dominancia con apoyo de otras herramientas, pero su novedad es que permite estudiar una etapa más avanzada en el proyecto de diseño, ya que trabaja con el sentido del tacto y esto permite probar medios tangibles (sean prototipos o alternativas físicas de producto). Los estudios han demostrado su aporte desde el concepto global de confort, y en la metodología Kansei se involucra directamente con el diseño estructural / funcional del producto. El mayor aporte de la termografía está orientado al método Kano.

Decibelímetro

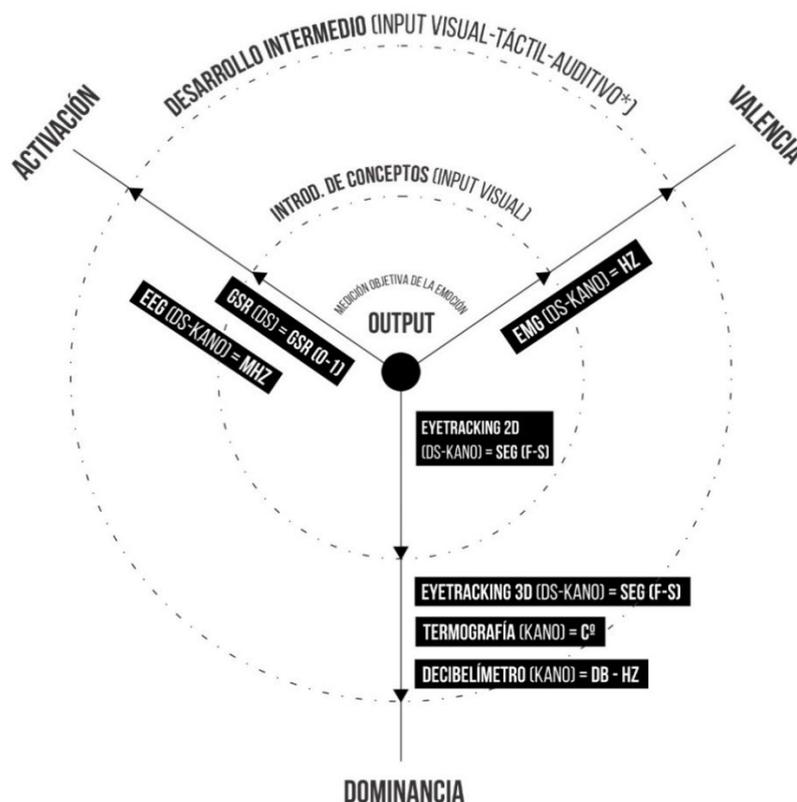
El decibelímetro es un dispositivo similar a un micrófono utilizado para realizar ensayos de absorción, reducción y pérdida de transmisión de sonido en distintos materiales (puede medir tanto decibeles como frecuencias). El principal indicador para entender la calidad de sonido a partir de estas variables son los decibeles, es decir la relación entre dos valores de presión sonora. Pero existen estudios que indican la relación entre las emociones y dos variables inherentes al sonido, el volumen y la nitidez. El volumen corresponde a la percepción sonora que el ser humano tiene sobre la potencia de un determinado sonido (dB). La nitidez es la sensación causada por componentes de alta frecuencia (Hz) en un ruido dado, su unidad es el ACUM o FON. Un ejemplo concreto es el estudio de las emociones dentro de un avión a partir del sonido causado (Västfjäll, Kleiner, & Gärling, 2002), donde se determinó que el volumen puede brindar información sobre el estado de activación y la nitidez sobre el estado de valencia. Esto resulta novedoso ya que se obtienen mediciones objetivas que permiten brindar decisiones de diseño en un área tan poco presente como lo son las emociones en relación al ruido de los productos.

Como lo es en la termografía, el decibelímetro requiere de un prototipo físico para su estudio, o de los materiales constitutivos. En este sentido su mayor aporte se da en la estructura del producto en el ámbito del método Kano.

Síntesis sobre bioseñales adecuadas a Kansei

Los antecedentes postulados desde distintos ámbitos se presentan como potenciales herramientas para el diseño orientado a la Experiencia del Usuario. Concretamente se ha detallado su eficiencia para cuantificar distintas dimensiones de las emociones (activación, valencia y dominancia) a partir de distintos inputs (visual, táctil, auditivo). Estos datos habitualmente son medidos en unidades conocidas como Hertz, Grados Centígrados, Decibeles o unidades especiales como Respuesta Galvánica de la Piel en rango de 0 a 1 o segundos entre fijación-sacada. Como lo detalla la Figura 2 las herramientas son más o menos eficientes según la etapa de diseño. En la primera etapa donde los inputs son meramente visuales (elaboración gráfica de conceptos), las herramientas más eficientes son el EMG para medir valencia, el GSR y EEG para medir activación y el Eyetracking en 2D para ajustar la dominancia. En el caso de un desarrollo intermedio de producto donde es factible contar con alternativas en prototipo físico, se entiende que los inputs no solo serán visuales, sino táctiles, auditivos y en algunos casos olfativos (en raros casos gustativos). En esta fase, algunas herramientas son limitantes por el grado de restricción física que requieren (como el GSR), pero se añaden herramientas específicas para cada sentido: Eyetracking 3D para recorrido visual, Termografía para exploración táctil y Decibelímetro para exploración auditiva. En casos donde entra en juego el olor o el gusto, pueden servir herramientas como EEG y EMG. Concretamente para Kansei, la Figura 2 pasa en limpio el análisis de cada herramienta e indica en cada una si guarda relación con el Diferencial Semántico (DS) y con Kano.

Figura 2: Incidencia de bioseñales y sensores según etapas del proyecto de diseño UX



* PARA PRODUCTOS SOSTENIBLES, EL OLOR Y EN ALGUNOS CASOS EL SABOR PUEDEN SER INPUTS RELEVANTES, HERRAMIENTAS COMO EEG, EMG, SGR PUEDEN SERVIR PARA ANALIZAR ESTOS DATOS.

Fuente: elaboración propia.

Potencial aporte de bioseñales a la experiencia de materiales y productos sostenibles

Se ha visto que la búsqueda de indicadores sobre la percepción humana en el Diseño Sostenible es fundamental para medir las experiencias dinámicas de la relación usuario-producto. Esto como aporte a metodologías que se desempeñan en el estudio de la fase de uso para la extensión de la vida útil. La búsqueda se justifica a partir del entendimiento original de estos productos ya que, basados en una economía circular, los materiales constitutivos cambian

radicalmente tanto en aspectos técnicos como estéticos, y esto claramente afecta a las emociones y conductas de una sociedad globalizada y acostumbrada al mundo objetual perfeccionista, al menos el occidental. Es por esta razón que la manera más lógica de abordar el problema de los indicadores emocionales en el Diseño Sostenible sea a través del estudio experiencial de estos “materiales imperfectos” emergentes de la economía circular. Estos nuevos materiales pueden presentar variaciones en colores, texturas visuales y táctiles, olores y nuevas cualidades sonoras que en muchos casos pueden no agradar. En este sentido, al problema de obsolescencia percibida preexistente, se deben contemplar las controversias técnico/estéticas que esta línea de nuevos materiales agrega a la discusión sobre indicadores humanos en el Diseño Sostenible.

A continuación, se proponen casos de análisis sobre la estética de materiales sostenibles cuyos resultados podrían verse ampliamente beneficiados por la medición de bioseñales.

Bio-plásticos.

La masificación de bioplásticos se da por los perjuicios ambientales que genera el plástico convencional (uso de recursos no renovables y contaminación ambiental), principalmente por aquellos productos denominados de “un solo uso”. Los bioplásticos son derivados principalmente de recursos renovables, como aceite vegetal, almidón de maíz, biomasa residual, celulosa, entre otros. Sobre estos existen estudios que trabajan por una búsqueda de identidad propia, que vayan a favor de la sostenibilidad y de la calidad (Karana, 2012; Karana & Noortje, 2014). Lo interesante de esta búsqueda es que bajo métodos cognitivos basados en el análisis de la visión y el tacto se han logrado avances teóricos en línea con un diseño único imperfecto, por medio del “diseño difuso” que incorpore la aleatoriedad, el cambio constante en el tiempo y la interacción. En este sentido un estudio sobre la relación entre “naturalidad” y “alta calidad” en carcasas de celulares (Karana & Noortje, 2014), concluye que el manejo de la aleatoriedad de las fibras, con atención a la percepción de las superficies y en el brillo pueden mejorar la percepción de calidad en bioplásticos. Sin embargo, se deja en claro que, por cuestiones subjetivas del ensayo realizado bajo los métodos tradicionales dependientes del contexto y la subjetividad de las respuestas, los resultados no se pueden trasladar a otros materiales o a otros productos.

Otro aspecto de los bioplásticos, es que no sólo se debe observar el aspecto visual y táctil, sino también el olfativo y sonoro. Casos regionales dan cuenta de la particularidad de ciertos plásticos por tener características olfativas propias de los residuos utilizados, como aquellos a base de pescado o de distintos

aceites vegetales¹, estos casos también son medidos bajo métodos cognitivos convencionales.

Cabe presentar finalmente el caso de la “primer bolsa biodegradable y compostable” de snacks, lanzada por la empresa PepsiCo en 2010, que tuvo muy baja aceptación no por el alimento contenido sino por su ruidoso envase. Factible de llegar a 95 decibeles esta prometedora bolsa realizada con un poliácido láctico vegetal se podría descomponer en 14 semanas (bajo entorno controlado), pero debió ser retirada del mercado por esta característica que no es comúnmente atendida en el diseño de envases (Vrainca, 2010).

De estos extensos estudios, que entre publicaciones dan cuenta de un trabajo de varios años, cabe reflexionar sobre los recursos metodológicos utilizados. Tal y como lo aclaran los investigadores, un análisis sobre el contraste de dos palabras no puede concluir satisfactoriamente en la predicción del comportamiento del consumidor, sobre múltiples materiales, productos, sociedades o regiones. Donde además se incorporan a la discusión otros sentidos omitidos como el olfativo o el auditivo. Es por esto que, ante la urgencia del Desarrollo Sostenible, se esperen métodos más rápidos, eficientes y holísticos como lo proponen las bioseñales.

Materiales desde el desecho

Por otro lado, existen estudios sobre la calidad de materiales realizados exclusivamente por diseñadores a partir de residuos. Esta creciente tendencia también resulta en un crisol de alternativas valoradas y no tan valoradas por los usuarios. Existen posturas tendientes a fomentar buenas prácticas de diseño en base a desechos teniendo en cuenta la perspectiva del consumidor: el estudio de Sauerwein et. al. (2017) trabaja aún con esta dualidad visual – táctil, donde se hipotetiza que la existencia de dicotomías entre lo que se ve y lo que se siente resulta una potencial estrategia para contribuir a experiencias amenas por los usuarios. Concretamente tienen en cuenta las premisas de “unidad” y “variedad” como fundamentales en este tipo de materiales donde la simetría, simpleza y similitud de la unidad, deben encontrarse con la incertidumbre, el contraste y originalidad de la variedad.

Como resultado de estos análisis semánticos cognitivos se encuentran datos favorables a esta hipótesis donde aspectos contrastantes de unidad y variedad entre la experiencia táctil y visual fueron mejor valorados que aquellos materiales fuera de este parámetro. Sin embargo, existió un porcentaje de personas que encontró belleza en estos materiales sin darle mayor valor a las variaciones táctiles o visuales, ya que simplemente no le encontraron

¹ Datos basados en entrevistas al grupo de Eco materiales del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), Argentina.

explicación desde esta hipótesis. Entonces los investigadores llegaron a la conclusión que ante la novedad del material y la generación de sensaciones positivas también es factible aumentar la aceptación de este tipo de materiales. Sin embargo, este último escenario resulta aún difuso para la metodología utilizada. Por esto se posiciona nuevamente la necesidad de metodologías cuantitativas donde lo que se midan no sean cuestiones semánticas sino sensaciones en el orden cuantitativo.

Do It Yourself (DIY) - Micelios

Bajo esta tendencia de valorar lo irregular como algo genuino y espontáneo, encontramos la lógica Do It Yourself o Hazlo Tú Mismo, donde no sólo se encuentra en actuación el campo profesional del diseño, sino que además está abierto al espíritu creativo de cualquier persona. Por lo que se presenta como un método abierto transdisciplinar.

Dentro de este modelo se enmarcan propuestas materiales presentadas desde la biología, donde el micelio resulta ser protagonista. El micelio es el aparato vegetativo de los hongos y se constituye como tendencia en materiales vivos y espontáneos. A su vez se enmarca en este concepto estético de diseño difuso basado en la aleatoriedad y cambio constante en el tiempo. El estudio presentado por Parisi et.al. (2016) indaga sobre esta metodología de diseño abierto y evalúa la situación emocional de los diseñadores a partir de un proceso de experimentación. Destacan que los micelios son potenciales materiales para representar lo natural a partir de su textura fibrosa, superficie mate y formas y crecimiento orgánico. Sin embargo, esta potencialidad no ha sido evaluada todavía por un nicho de mercado particular. En este sentido se plantean ciertas desventajas. En primer lugar, el método DIY tiene un concepto muy cercano al proceso artesanal, por lo que se discute su aplicabilidad al mercado de consumo masivo. En segundo lugar, los estudios realizados parten por análisis cognitivos bajo la respuesta subjetiva de los participantes. En tercer lugar, el estudio de la micofobia (patología psicológica asociada) o de la alergia a los hongos no ha sido profundamente estudiado en el campo de la ergonomía de este tipo de productos. En consecuencia, caben rescatar algunas situaciones que hacen de las bioseñales potenciales herramientas para la medición de materiales hechos a base de micelios. En primer lugar, como se han presentado en los casos anteriores, la actitud del diseñador frente al diseño de materiales va en ascenso y con ello la necesidad de comprobar la aceptación de estas nuevas propuestas por parte de la sociedad. Cabe decir que al plástico tal como hoy lo conocemos le llevó por lo menos 20 años adecuarse a la sociedad, nada indica que estas nuevas propuestas vayan por un camino de aceptación más corto, o al menos para llegar al éxito que supo causar el plástico. En este sentido, los estudios realizados son experimentales, basados en respuestas cognitivas. Esto no garantiza que sus resultados sean replicables en otros productos, regiones, sociedades, etc. O que por cuestiones

patológicas estas propuestas vayan a ser autorizadas para su consumo masivo.

Sin confirmar que el registro por bioseñales permitirá resultados replicables, se puede decir que sí pueden brindar celeridad en este tipo de estudios, dados los beneficios desde su sistematicidad, velocidad de registro, donde además permiten registrar claramente cuestiones tanto fisiológicas como psicológicas, que en este caso resultan importantes.

Síntesis

Esta investigación encuentra en los avances de la Ingeniería Kansei un punto de contacto entre la problemática sostenible y los avances en medición por bioseñales. Esto tras el punto de anclaje en los métodos Kano y Diferencial Semántico. Provenientes de distintos campos de estudio (neuromarketing, ergonomía, y finalmente UX) las bioseñales se pueden adaptar a la medición de emociones Kansei. Como se ha estudiado en esta ponencia dependiendo de la herramienta bajo la teoría de valencia, activación y dominancia, se puede aportar a los métodos Kano y Diferencial Semántico (Figura 2). Por consecuencia, y siendo el método Kansei similar a los métodos de análisis convencionales, junto con las herramientas de medición de bioseñales (por antecedentes) se podría generar un gran aporte de datos cuantitativos (Hz, dB, C°, Seg x Fijación-sacada, GSR (0-1)) a la problemática del factor humano emocional en el análisis de Diseño sostenible en su Fase de Uso (Figura 3).

Figura 3: Síntesis sobre indicadores cuantitativos para el Diseño Sostenible en su fase de uso

INDICADORES DE IMPACTO DEL FACTOR HUMANO FASE DE USO DE PRODUCTOS (EXTENSIÓN DE VIDA ÚTIL - DISEÑO TEMPORAL - DISEÑO EMOCIONAL)	ESTÉTICA DIFUSA - ALEATORIEDAD - CAMBIO TEMPORAL - INTERACCIÓN	PROBLEMÁTICAS DETECTADAS	ANTECEDENTES MÉTODO	INDICADOR	RELACIÓN KANSEI	SENTIDOS	RELACIÓN BIOSEÑALES	POTENCIALES MÉTODO	INDICADOR
		"NATURALIDAD" VS "CALIDAD"	ENTREVISTA COGNITIVA	SEMÁNTICO SUBJETIVO	KANO DS	VISUAL TÁCTIL	VALENCIA ACTIVACIÓN DOMINANCIA	EMG EEG/ GSR EYETR2D / TERMOG.	HZ HZ / GSR SEG (F-S) / C°
SENTIDOS EXCLUIDOS	ENTREVISTA COGNITIVA	SEMÁNTICO SUBJETIVO	KANO	OLFATIVO AUDITIVO	VALENCIA ACTIVACIÓN DOMINANCIA	EMG EEG/ GSR DECIBELÍMETRO	HZ HZ / GSR DB -HZ		
RELACIÓN "UNIDAD" Y "VARIEDAD"	ENTREVISTA COGNITIVA	SEMÁNTICO SUBJETIVO	KANO DS	VISUAL TÁCTIL	VALENCIA ACTIVACIÓN DOMINANCIA	EMG EEG/ GSR EYETR2D / TERMOG.	HZ HZ / GSR SEG (F-S) / C°		
ACEPTACIÓN DE MICELIOS	INTERACCIÓN ENTREVISTA COGNITIVA	SEMÁNTICO SUBJETIVO	KANO DS	VISUAL TÁCTIL OLFATIVO	VALENCIA ACTIVACIÓN DOMINANCIA	EMG EEG/ GSR EYETR2D / TERMOG.	HZ HZ / GSR SEG (F-S) / C°		
MICOFOBIA	S/A	S/A	KANO	INICIALMENTE VISUAL	VALENCIA ACTIVACIÓN DOMINANCIA	EMG EEG/ GSR EYETR2D / TERMOG.	HZ HZ / GSR SEG (F-S) / C°		

Fuente: elaboración propia.

Conclusión

Se ha evidenciado que tanto el campo de la Experiencia del Usuario como el de Diseño Sostenible confluyen en la búsqueda de indicadores para medir la respuesta emocional de los Usuarios. Según el presente estudio se ha realizado una profunda búsqueda de antecedentes en ambos campos para encontrar coincidencias y disidencias que sirvan de aporte al Desarrollo Sostenible, principalmente en el análisis de indicadores de factor humano para el estudio en la fase de uso de los productos. En este sentido se ha evidenciado que es crucial tomar decisiones acertadas en las fases de proyecto de diseño, momento donde se presenta la potencialidad del Diseño Sostenible y de las bioseñales (Figura 2).

En este sentido la Figura 3 presenta la síntesis y validación de esta hipótesis. Con el encuadre en la problemática de Diseño Sostenible (extensión de vida útil) se presentan las problemáticas detectadas acorde a las emociones en la fase de uso de un producto o material. Entre ellas se evidencia la dicotomía entre un producto natural y de calidad, la exclusión de algunos sentidos humanos en el análisis de datos, la validación de ciertos recursos proyectuales como esta relación de unidad en la variedad y las problemáticas referidas concretamente a los micelios. Luego se muestran los métodos e indicadores encontrados como recursos para poder indagar sobre estas problemáticas. En su totalidad corresponden a métodos de medición tradicionales basados en entrevistas cognitivas, validadas a partir de un campo semántico o escala hedónica. Por ello los resultados sufren sesgos subjetivos, tienen cierta complejidad en su proceso o sólo miden cuestiones muy particulares del problema.

Finalmente, según el tipo de sensores y bajo el modelo circunplejo, se demuestra que las bioseñales pueden aportar datos duros a los métodos Kano y Diferencial Semántico (Figura 2). Que en consecuencia, podrían generar un gran aporte de datos cuantitativos (Hz, dB, C°, Seg x Fijación-sacada, GSR (0-1)) a la problemática del factor humano emocional en el análisis de Diseño sostenible en su Fase de Uso.

Bibliografía

- Camere, S., Schifferstein, H., & Bordegoni, M. (2018). From Abstract to Tangible: Supporting the Materialization of Experiential Visions with the Experience Map. *International Journal of Design*, 51-73.
- Chambouleyron, M., & Pattini, A. (2004). Design and the ecological imperative. *Huellas*, 84-91.

- Durán, J., & Cravajal, L. (2016). Aplicación de la termografía para la toma de decisiones de diseño y desarrollo de productos desde la ergonomía. 22^a *Semana de la Salud Ocupacional* (págs. 1-14). Medellín: Semana de la Salud Ocupacional.
- Ellen Macarthur Foundation. (2014). *Towards the circular economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*. Cowes: Ellen Macarthur Foundation.
- Fenko, A., & van Rompay, T. (2018). Consumer-Driven Product Design. *Methods in Consumer Research*, 427-462.
- Fiksel, J. (1996). *Ingeniería de Diseño Medioambiental*. Madrid: DfE. Mc Graw Hill.
- Fletcher, K., & Grose, L. (2012). *Gestionar la sostenibilidad en la moda*. Barcelona: Blume.
- Guo, F., Li, M., Hu, M., & Li, F. (2019). Distinguishing and quantifying the visual aesthetics of a product: An integrated approach of eye-tracking and EEG. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 47-56.
- Huang, H., Zhan, L., Liu, Z., & Sutherland, J. (2011). Multi-criteria decision making and uncertainty analysis for materials selection in environmentally conscious design. *The international Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 421-432.
- ISO DIS, I. 9241-210:2010. (2009). Ergonomics of human system interaction-Part 210: Human-centred design for interactive systems. Suiza: International Standardization Organization (ISO).
- Karana, E. (2012). Characterization of "natural" and "high-quality" materials to improve perception of bio-plastics. *Journal of Cleaner Production*, 316-325.
- Karana, E., & Noortje, N. (2014). Fiberness, reflectiveness and roughness in the characterization of natural and high quality materials. *Journal of Cleaner Production*, 252-260.
- Kim, J., Bouchard, C., Bianchi-Berthouze, N., & Aoussat, A. (2011). Measuring semantic and emotional responses to bio-inspired design. *SAM - Science Arts et Métiers*, 1-6.
- Köhler, M., Falk, B., & Schmitt, R. (2015). Applying Eye-tracking in Kansei Engineering Method for Design Evaluations in Product Development. *International Journal of Affective Engineering*, 241-251.
- Laparra-Hernández, J., Belda-Lois, J., Medina, R., Campos, N., & Poveda, R. (2008). EMG and SGR signals for evaluating user's perception of different types of ceramic flooring. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 326-332.
- Latour, B. (2007). *Nunca fuimos modernos. Ensayo de antropología simétrica (Traducción de Victor Goldstein)*. Buenos Aires: Siglo XXI.

- Milton, A., & Rodgers, P. (2013). *Métodos de Investigación para el Diseño de Producto*. Barcelona: Blume.
- Nagamachi, M. (1995). Kansei engineering: a new ergonomic consumer-oriented technology for product development. *Int. J. Ind. Ergon*, 3-11.
- Parisi, S., Rognoli, V., & Garcia Ayala, C. (2016). Designing materials through passing of time - Material driven design method applied to mycelium based composites. *Celebration & Contemplation, 10th International Conference on Design & Emotion*, (págs. 239-255). Amsterdam.
- Rognoli, V., & Ayala Garcia, V. (2018). Materia emocional. Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. *Revista Chilena de Diseño: creación y pensamiento*, 2-15.
- Russell, J. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1161-1178.
- Sauerwein, M., Karana, E., & Rognoli, V. (2017). Revived Beauty: Research into Aesthetic Appreciation of Materials to Valorise Materials from Waste. *Sustainability*, 1-20.
- Silva, J., & Mira, M. (2016). Thermography: supporting tool in the material research and product design. *Systems & Design: Beyond Processes and Thinking*, 1-18.
- Västfjäll, D., Kleiner, M., & Gärling, T. (2002). *Affective Reactions to Interior Aircraft Sounds*. Sweden: Göteborg University.
- Viñolas, M. (2005). *Diseño Ecológico*. Barcelona: Blume.
- Vrainca, S. (18 de Agosto de 2010). Snack Attack: Chip Eaters Make Noise About a Crunchy Bag. *The Wall Street Journal*, pág. 1.
- Wang, J. (2019). EEG-based Quantitative Analysis of Aesthetic Emotion in Clothing Design. *Translational Neuroscience*, 44-49.