

## CONFORT EN ASIENTOS DE AUTOMÓVIL

*Jose S. Solaz Sanahuja, Rosa Porcar Seder*  
Instituto de Biomecánica de Valencia

**Comfort in automotive seat design**  
Requests of the users to the automotive industry are more and more demanding. As safety of the vehicles increases, there is a growing trend in the market to recognize comfort in automotive interiors as an added value. The seat plays a preponderant role in comfort perception and it is necessary to employ ergonomic criteria in a space of reduced dimensions with high functionality requirements. Some of the main factors affecting comfort, such as subjective aspects, physical seat attributes, pressure distribution, spinal support, internal load deflection, thermal attributes and vibrations transmitted to occupant, are presented in this article. Defining adequately comfort and determining the factors that make that a seat is considered comfortable by the user, without forgetting the rest of the attributes, will allow the manufacturer to offer products that will reach the requirements of nowadays drivers.

**LAS DEMANDAS DE LOS USUARIOS AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL SON CADA DÍA MÁS EXIGENTES.** A la vez que la seguridad de los vehículos es cada vez mayor, existe una tendencia creciente a apreciar el confort en el interior del habitáculo. En este sentido, el asiento del automóvil juega un papel preponderante para el que es necesario aplicar criterios ergonómicos a un entorno de dimensiones limitadas y elevada funcionalidad. En el presente artículo se comentan algunos de los factores de mayor influencia en el confort, como son los aspectos subjetivos, dimensiones y atributos físicos, distribución de presiones, soporte lumbar, rigidez estática, confort térmico y transmisión de vibraciones. Partiendo de la adecuada definición del confort, la determinación de los factores que hacen que un asiento sea considerado cómodo por parte del usuario, sin menoscabo del resto de cualidades, determinará la capacidad de los fabricantes para conseguir productos que se adecuen a los requerimientos de los conductores actuales.

### INTRODUCCIÓN

La obtención de diseños de asiento confortables en el sector del automóvil es un aspecto cada vez más tenido en cuenta a raíz del incremento de las exigencias de los usuarios, sin dejar por ello de seguir ofreciendo los

máximos requisitos de seguridad. Por ello, el diseño de asientos actualmente requiere equipos multidisciplinares en los que se vean implicados expertos en modelado biodinámico, ergonomía, factores humanos y mecánica estructural. >

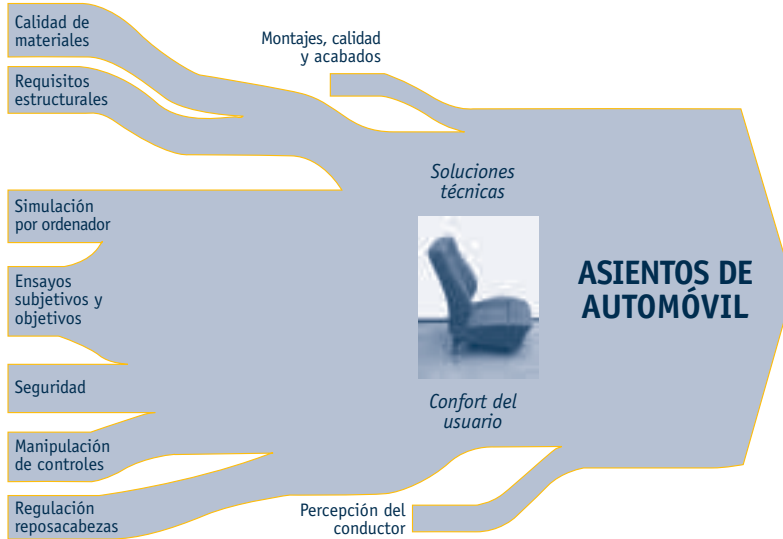


Figura 1. Esquema de integración de los aspectos de interés en asientos de automóvil.

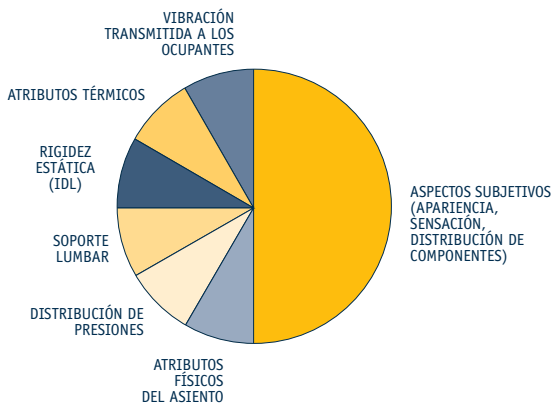


Figura 2. Elementos que influyen en el confort según Lear Seating Corp. (Runkle, V.A., 1994).

> En los últimos veinticinco años ha habido importantes avances en el modelado biodinámico de ocupantes gracias, fundamentalmente, a los avances en aplicaciones informáticas tales como RAMSIS y LS-DYNA. Del mismo modo se han realizado, en diferentes empresas y universidades, análisis dirigidos a determinar qué elementos del asiento son los que afectan a la percepción del confort y cuáles son los valores adecuados para los mismos.

No obstante, definir qué es lo que hace confortable a un asiento de automóvil es un proceso complejo. De hecho, la influencia subjetiva es tan elevada que hace muy problemático explicar los elementos del confort de asiento.

A pesar de esta dificultad, las empresas fabricantes de asientos intentan aproximarse a la cuantificación de los elementos que los definen a través de encuestas y ensayos, tanto subjetivos como objetivos, del asiento y de los componentes del mismo por separado haciéndolos compatibles con el resto de requisitos del asiento como la calidad de los materiales y la seguridad entre otros (Figura 1).

Sin embargo, el paso inicial es reconocer los “elementos de confort” identificando la contribución de los mismos a la percepción por parte del usuario de un asiento confortable. En este sentido, análisis realizados por fabricantes de asientos de automóvil, teniendo en cuenta *benchmarking* de producto, investigación de mercado y ergonomía/ biomecánica han dado como resultado una primera estructuración de los factores que influyen en la percepción del confort (Figura 2):

- Aspectos subjetivos.
- Dimensiones y atributos físicos
- Distribución de presiones
- Soporte lumbar
- Rigidez estática
- Confort térmico
- Transmisión de vibraciones

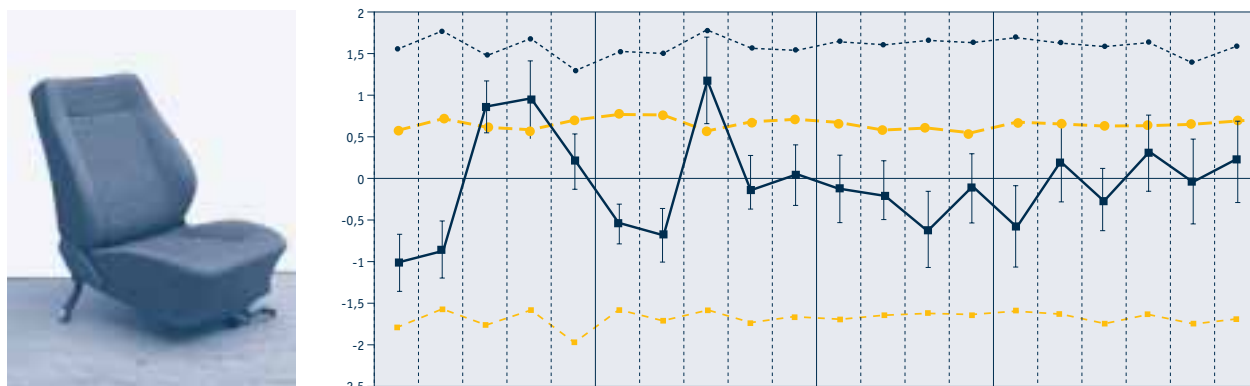


Figura 3. Formato hipotético del perfil semántico individual de un asiento de automóvil.

### ASPECTOS SUBJETIVOS

Un asiento de automóvil debe ser percibido como confortable en condiciones de funcionamiento variables. A diferencia del mobiliario doméstico o de oficina, el asiento de automóvil suele estar confinado en un espacio limitado y siempre sometido a condiciones dinámicas durante su uso.

Son múltiples los intentos de relacionar los valores objetivos obtenidos mediante la medición en diferentes condiciones con la opinión subjetiva de los usuarios sobre el confort percibido al usar distintos asientos de automóvil aunque no siempre es posible obtener resultados concluyentes. Así, en la mayoría de ocasiones se siguen empleando técnicas de ensayo y error, con el consiguiente consumo de tiempo y recursos debido, generalmente, a un enfoque parcial del problema.

Finalmente, la apariencia que percibe el usuario del asiento es igualmente importante ya que aunque el asiento posea un diseño correcto de sus parámetros físicos para conseguir una conducción confortable, si no parece atractivo, bien diseñado y confortable para los usuarios, no será calificado como tal (Figura 3).

### ATRIBUTOS FÍSICOS DEL ASIENTO

El asiento es un sistema complejo, de tal modo que son múltiples los elementos que pueden influir en el confort percibido por los usuarios. Entre ellos, los de mayor importancia son: el espesor y dureza de la espuma del acolchado, el contorno del respaldo, ángulo del respaldo, ángulo del asiento, suspensión de los muelles y la forma de los soportes laterales.

Aunque, como se ha mencionado, el confort es en cierto modo subjetivo la capacidad para realizar ciertas tareas mientras se está sentado en un asiento de automóvil, particularmente en el puesto de conductor, no lo es tanto.

De hecho, existen multitud de criterios geométricos establecidos como normas de posturas y soporte adecuadas, relacionadas con la inclinación del asiento, ángulo formado entre el respaldo y el asiento, así como dimensiones para alcanzar a los percentiles 5 de mujeres y 95 de hombres entre otros (Figura 4). Estas recomendaciones son seguidas generalmente por los fabricantes de automóvil como guías genéricas aunque la interacción con el resto de factores que resultan del uso del asiento es muy elevada, por lo que por sí mismas no garantizan el confort.

### DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES

Esta medida indica la condición del contacto entre el ocupante y el asiento de tal modo que no sólo afecta al ajuste percibido, una distribución de presiones inadecuada puede obstruir la circulación sanguínea, provocando entumecimiento localizado o sensación de fatiga. >



Figura 4. Asiento de automóvil con maniquí de carga.

> En la mayor parte de los estudios realizados sobre el confort en asientos de automóvil se emplean técnicas de medida de las presiones en la interfase entre el sujeto y el asiento o el respaldo. Para ello suele emplearse una alfombrilla compuesta por pequeños sensores de presión, colocados en forma de matriz (Figura 5). Los resultados son analizados mediante un software específico para su interpretación. El patrón de distribución de presiones estáticas puede ser correlacionado con las diferencias entre asientos confortables y no confortables. No obstante, la sensación de confort o disconfort no sólo está relacionada con la existencia de sobrepresiones en determinadas zonas. Presiones muy bajas, debido a formas del asiento que conduzcan a posturas incorrectas o incómodas durante la conducción, pueden dar lugar a valoraciones negativas del mismo.

### SOPORTE LUMBAR

La ergonomía del asiento afecta tanto a la forma en la que el ocupante puede conducir como a la salud de su columna y órganos internos, e influye también en el confort y la seguridad. El asiento debe proveer el soporte lumbar adecuado debiendo poseer también un reposacabezas pasivo que no interfiera la visión posterior.

La existencia de un soporte lumbar tiene una elevada influencia positiva en la percepción del confort en un asiento por parte del usuario. Una lordosis adecuada es fundamental para mantener el torso derecho o reclinado y los ojos en el nivel de visión adecuado. Sin soporte lumbar, los músculos de la espalda deben trabajar para mantener la capacidad de movimiento hacia delante y de rotación del tórax y sostener el peso. Por el contrario, un soporte adecuado proporciona estabilidad a la pelvis y adicionalmente reduce las cargas en los discos intervertebrales.

El diseño del soporte lumbar no es un aspecto independiente del resto de características del asiento ya que la combinación de un ajuste efectivo del apoyo lumbar con un respaldo suficientemente elástico que pueda amoldarse a cada individuo en lugar de soportes excesivamente rígidos consigue el tipo de apoyo que suelen preferir los usuarios.

De modo análogo a lo que sucede con la distribución de presiones, la calidad del asiento puede ser estimada mediante el análisis de la distribución de carga en la dirección vertical, siendo preferibles aquellos asientos en los que existe una variación de presión a lo largo de la forma del cuerpo alrededor de los nodos isquiáticos.

Otros aspectos posturales que suelen ser considerados en la evaluación del respaldo de los asientos de automóvil son, además de las medidas de la curvatura lumbar, la rotación de la pelvis y los ángulos de las articulaciones, para lo cual se emplean sistemas de medida tales como inclinómetros, goniómetros y el raquímetro desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) (Figura 6).

### RIGIDEZ ESTÁTICA

Dependiendo del tamaño y forma del cuerpo del conductor, entre un 60% y un 75% de la masa estática del sujeto es

soportada por el acolchado del asiento. Dinámicamente, el acolchado se comprime con fuerzas mayores que el respaldo debido a las aceleraciones verticales. El diseño del acolchado del asiento y del método de suspensión determinan tanto la distribución dinámica de las presiones como la cantidad de energía absorbida por la columna vertebral.

No obstante, el valor de la rigidez estática no es suficiente para determinar si el asiento es o no confortable. En general, existe una combinación de elevada rigidez estática con valores de presión medios o altos en las tuberosidades que dan como resultado una percepción de bajo confort del asiento. Así, la firmeza del acolchado debe ser evaluada empleando, al menos, la rigidez estática, el contorno del asiento y la distribución de presiones para alcanzar una mejor comprensión de las preferencias del usuario.

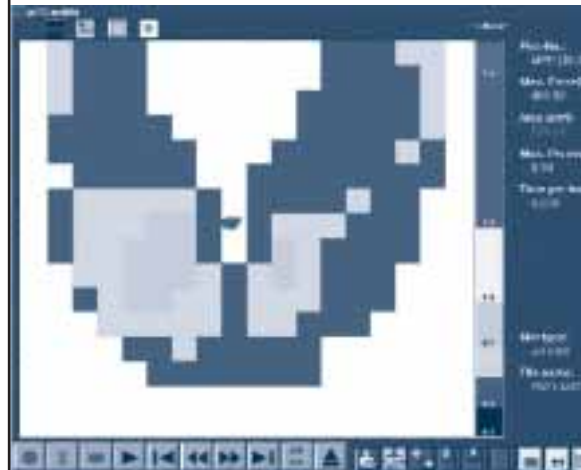


Figura 5. Distribución de presiones en un asiento (arriba) y maniquí fisiológico para realizar ensayos (abajo).



Figura 6. Colocación del raquímetro en un sujeto de ensayo.

### ATRIBUTOS TÉRMICOS

Otros conceptos ligados al confort están relacionados con la capacidad del asiento para mantener una temperatura y humedad adecuada del conductor, que pueden ser medidos sin necesidad de emplear sujetos mediante el “*Sweat Impulse Test*”, evitando así la variabilidad y el tiempo de ensayo necesario al medir la absorción y dispersión del sudor durante la conducción. Este método emplea un tejido, que es humedecido con un patrón determinado para simular las condiciones del sudor humano. El tejido es colocado sobre el asiento a ensayar y cubierto por un bloque a temperatura que simula la del cuerpo, ejerciendo una presión similar al peso corporal. El método es efectivo para examinar si el asiento es confortable o no para los usuarios cuando se conduce en condiciones de calor, y funciona de un modo más efectivo que en el caso de emplear *dummies* con sudoración simulada constante o mediciones termográficas en las que no se conocen las condiciones de humedad de la zona de contacto (Figura 7).

### VIBRACIÓN TRANSMITIDA A LOS OCUPANTES

Es de gran importancia que el acolchado del asiento atenúe las vibraciones, especialmente en el rango de 4 a 6 Hz, cercanas al modo propio del sistema. Además de proveer absorción de energía ante impactos, el asiento también debe ser capaz de absorber las irregularidades del pavimento para garantizar el confort en las condiciones dinámicas de la conducción.

De hecho, estudios realizados en sujetos muestran relación entre la sensación de amortiguación del asiento y los parámetros frecuencia natural y ratio de transmisión obtenidos experimentalmente. Dichos estudios muestran que un buen asiento posee un ratio de transmisión bajo, algunos hercios por encima de la frecuencia de resonancia mostrando además una baja frecuencia natural.

Para determinar la capacidad de los asientos para limitar la transmisión de vibraciones a los usuarios se emplea un acelerómetro triaxial, pudiendo hacer uso de la normativa ISO-2631 (*Guide for the evaluation of human exposure to vibration*) que provee un procedimiento para evaluar la vibración translacional en el rango de frecuencias entre 1 y 80 Hz (Figura 8).

No obstante, existen una serie de variables dependientes en el estudio de las vibraciones que interactúan entre sí como: la naturaleza de las carreteras, la velocidad y las características de la suspensión del vehículo que, generalmente, no son tenidas en cuenta en la evaluación de la amortiguación de los asientos y hacen que los resultados obtenidos en los ensayos no sean directamente aplicables.

Finalmente, además del confort estático y dinámico, existen otros aspectos del confort ligados al automóvil que también debieran ser tenidos en cuenta, como “el confort transitorio” que es el percibido durante cambios de postura o movimiento en el asiento y está relacionado con las propiedades del material si los requerimientos de postura se satisfacen.

### CONCLUSIONES

–Existen muchas técnicas de medida objetivas, aun así, ninguna de las técnicas empleadas facilita, por sí misma, una predicción adecuada del confort del asiento. Una combinación de las mismas puede llevar a una mejor comprensión de cómo diseñar un asiento confortable.

–No existe una vía única conducente al diseño de un asiento de automóvil confortable, sino que el confort puede ser alcanzado a través de una gran variedad de tamaños, formas y firmezas. No obstante, incluso aunque el asiento sea diseñado con todos los parámetros físicos para alcanzar un confort adecuado, si éste no parece atractivo, bien diseñado y aparentemente cómodo para los usuarios, puede no ser calificado como un asiento de confort excelente. •



Figura 7. Distribución de temperaturas en el antebrazo determinada mediante termografía.



Figura 8. Acelerómetro triaxial colocado sobre el asiento (arriba) y registro de aceleraciones en Z por frecuencia (abajo).

