

## ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN CON USUARIOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, CALIDAD DEL AIRE Y CONFORT HIGROTÉRMICO EN SUS VIVIENDAS

*M. Lucas Bonilla, B. Montalbán Pozas, J. M. Lorenzo Gallardo*

Universidad de Extremadura, Cáceres, España

### RESUMEN

La importancia del confort y la calidad del aire en espacios interiores es crucial debido a que los individuos pasan la mayor parte de su tiempo en interiores, afectando directamente su salud y productividad. A pesar de los esfuerzos centrados en mejorar mediante rehabilitación el estado de la construcción de los edificios, se destaca la influencia significativa de la conducta de los usuarios en los parámetros de consumo y ahorro energético de los mismos. De este modo, hay que tener en cuenta la ciencia del Neuromarketing, que integra conocimientos de neurología, psicología y sociología para comprender las motivaciones y actitudes que guían el comportamiento del usuario. Además de ello, la introducción de edificios inteligentes resalta la importancia de que los usuarios conozcan los datos de comportamiento del edificio en tiempo real. En este contexto, se desarrolla el presente estudio, el cual propone diseñar estrategias de comunicación para mejorar la eficiencia energética, la calidad del aire y el confort higrotérmico de una muestra de viviendas, enfocándose en la concienciación sobre los hábitos de los usuarios. Para ello, se basa en los datos obtenidos de una muestra de 250 viviendas, participantes del proyecto I+D de monitorización de viviendas para la comunidad autónoma de Extremadura sobre eficiencia energética (Programa Operativo FEDER 2014-2020). En este proyecto se implementa un sistema de información que recoge, mediante sensorización, los datos dinámicos de calidad del aire, variables higrotérmicas y consumo energético de las viviendas y, a través de encuestas, los estáticos, relativos a la tipología y uso de las mismas. Así, tras su almacenamiento en diferentes bases de datos, se proporciona acceso a los usuarios a los mismos en tiempo real a través de una herramienta de visualización, en la cual se diseñan distintos paneles informativos, teniendo en cuenta los rangos de confort higrotérmico y calidad del aire, basados en normativas como el CTE DB-HE2 y el RITE, y los baremos de consumo eléctrico del IDAE. La información de las distintas variables se ha mostrado con valores instantáneos y series históricas, y se han establecido comparaciones con otras viviendas para incentivar la reducción del consumo. De este modo, se establecen como estrategias de comunicación los tableros de visualización, diseñados para que los usuarios comprendan fácilmente la información de sus viviendas y actúen en consecuencia. Otra estrategia de comunicación utilizada ha sido una plataforma de mensajería cuyo fin es mantener a los usuarios conectados al proyecto e informados, para ello se han utilizado píldoras explicativas y noticias sobre temas como la configuración de equipos, consumo en reposo o cambios de hábitos; también se han realizado charlas y reuniones para resolver consultas. Como fin último, se ha propuesto un enfoque integral del problema que incluye la monitorización de datos en tiempo real, y estrategias de comunicación y

concienciación a través de plataformas digitales, para persuadir y concienciar a los usuarios sobre cómo unos buenos hábitos pueden reducir el consumo de energía y aumentar el confort higrotérmico y la calidad del aire.

**PALABRAS CLAVE:** Estrategias de comunicación, Eficiencia energética, Confort higrotérmico, Calidad del aire, Persuasión

## 1. INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios se centran en la mejora de los edificios, en lo que respecta a sus materiales y sistemas [1], sin tener en cuenta a los usuarios de los mismos. Sin embargo, estudios indican que la conducta de los usuarios influye en gran medida sobre los parámetros de consumo y el ahorro [2], [3], en concreto, el “Proyecto SMART CAMPUS Building-User Learning Interaction for Energy Efficiency” [4] estima que un 75 % del 20 % del ahorro energético esperado se debe a transformaciones en las conductas de los usuarios. Así pues, se puede afirmar que el diseño eficiente de un espacio no garantiza el éxito si se ignora la opinión y la identificación emocional de los usuarios [5]; por lo que es importante concienciar a los usuarios en un uso eficiente de los edificios, ya que no se puede pedir a un usuario que tenga un determinado comportamiento eficiente y cívico si no se siente identificado con la idea [6]. De este modo, para afrontar el cambio de hábitos de los usuarios, es necesario estudiar y comprender su conducta, mediante un análisis profundo de las motivaciones, actitudes, emociones y fundamentos que rigen su comportamiento [7], [8]. Para abordar estos factores, una de las teorías más completas/ competentes es el Neuromarketing, una disciplina que une conocimientos de diversas áreas como neurología, psicología, anatomía, ergonomía y sociología [9], tratando estas dimensiones de manera conjunta. En este sentido, diferentes autores defienden que el neuromarketing desentraña los procesos que influyen en la toma de decisiones de los consumidores [10] presentando así importantes efectos en la sociedad, ya que las dimensiones que aborda resultan cruciales para generar persuasión y modificación de la conducta.

Por otro lado, las posibilidades de mejora aumentan si los usuarios conocen los datos de comportamiento del edificio en tiempo real [11], [12], por lo que surgen los edificios inteligentes (smart buildings), los cuales integran tecnologías de la información y la comunicación en sistemas de monitorización que almacenan y proporcionan al usuario las principales variables de funcionamiento [13]. En este sentido destaca el proyecto Energy Tic [14], como interesante precedente a nivel europeo aplicado a vivienda social, que con unas 1700 viviendas en Francia y España proveen a los usuarios finales de soluciones intuitivas, fácilmente entendibles, permitiéndoles monitorizar y adaptar sus necesidades de consumo de energía y agua. Así, para establecer estrategias adecuadas es necesario contar con información tanto de las viviendas, obtenida mediante la monitorización de una gran muestra de viviendas, como del comportamiento de los mismos usuarios, obtenida mediante encuestas [15], para concluir así en la identificación de patrones y perfiles de usuario que permitan establecer los canales y mensajes de comunicación óptimos. Finalmente, el actual desarrollo de las técnicas de comunicación permite utilizar recursos que garantizan alcanzar los objetivos de formación, concienciación y sensibilización de una manera rápida y eficaz y fomentar la participación del usuario.

Por todo lo expuesto anteriormente, nace el presente estudio, cuyo objetivo es diseñar estrategias de comunicación que facilite a los usuarios el acceso y la comprensión de la información de una manera sencilla y rápida, para mejorar la eficiencia energética, el confort higrotérmico y la calidad del aire de las viviendas mediante la concienciación sobre la importancia de llevar unos buenos hábitos de vida y consumo.

## 2. DESARROLLO / METODOLOGÍA

La metodología seguida en este artículo presenta una disposición cíclica, tal y como muestra la figura (Figura 1), que parte de una muestra de 250 vivienda, pertenecientes a trabajadores de la Administración Pública. Una vez determinada la muestra se diseña un sistema de información con el que monitorizar los datos higrotérmicos, de calidad del aire y de consumo energético, mediante la obtención, almacenamiento y visualización de los mismos. A continuación, se estudian las variables y se marcan unas consideraciones previas para, finalmente, definir estrategias de comunicación, que incluyen la creación tanto de tableros de visualización de datos como de canales de comunicación para concienciar e informar a los usuarios.



**Figura 1.** Esquema del sistema de información de los datos

### 2.1. Arquitectura del sistema de información de datos

Inicia tomando datos de las viviendas participantes y de sus usuarios y los hábitos de los mismos a través de varios procedimientos. Por un lado, se han realizado encuestas a los usuarios para recoger los datos estáticos sobre la vivienda, como situación, tipología, antigüedad, sistemas constructivos y de climatización, reformas energéticas realizadas, configuración edificatoria etc., y sobre sus usuarios, como el número de ocupantes y miembros menores de edad, los horarios, hábitos de ventilación y uso de sistemas de climatización, sensación de confort, etc. Por otro lado, se monitorizan las condiciones higrotérmicas interiores y de calidad del aire con una periodicidad de un minuto, mediante un dispositivo que integra un sensor de concentración de partículas de CO<sub>2</sub> (SCD30) y CO (TGS 5141-P00) y otro de temperatura y humedad (DHT-22), y las condiciones higrotérmicas exteriores, cada 10 minutos, con un dispositivo que también integra un sensor DHT-22. Asimismo, se utiliza un dispositivo para controlar la intensidad de la corriente eléctrica en 3 fases mediante 3 pinzas amperimétricas STC-013-100 de 100 A, que toman datos cada 15 segundos durante el día (de 7:00 a 21:59 h) y cada 15

minutos durante la noche (de 20:00 a 6:59 h). Este dispositivo mide de manera aproximada la intensidad eléctrica utilizada, a partir de la cual se estima el consumo, por lo que puede no coincidir con los de la compañía suministradora. Estos dispositivos han recolectado datos desde junio de 2021.

Posteriormente, estos datos se envían y almacenan en distintas bases de datos del servidor central según su tipología. En este caso se utilizan PostgreSQL [3] para los datos estáticos recogidos de las encuestas o resultante de la monitorización, como la configuración de los dispositivos y los errores encontrados; e InfluxDB [5], específica para datos indexados a series temporales, para los dinámicos. Además, esta base de datos proporciona el acceso para que la información pueda ser consultada.

Finalmente, los datos pueden ser consultados por dos medios diferentes: por la centralita de cada vivienda, donde solo se ven los últimos datos registrados y el instante en el que han sido recibidos, y mediante la herramienta de visualización web Open source de Grafana, conectada directamente con la base de datos InfluxDB. Esta herramienta se ha utilizado dentro de las estrategias de comunicación para crear un tablero de visualización de datos para cada vivienda teniendo en cuenta las consideraciones previas.

## 2.2. Consideraciones previas

Para definir las estrategias de mejora de una manera adecuada es necesario estudiar las variables medidas con el fin de obtener las magnitudes y rangos definidos por la normativa.

En el caso de los valores higrotérmicos, se ha analizado la normativa de CTE DB-HE2, sobre condiciones de las instalaciones térmicas, y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE [8]), el cual fija las condiciones interiores de diseño; para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 15 % establece los rangos de la temperatura operativa y la humedad relativa indicados en la tabla (Tabla 1). Por otro lado, el Real Decreto-ley 14/2022, de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural [9], limita la temperatura de calefacción y refrigeración a 19 y 27 °C respectivamente, determinando así los rangos que se usan posteriormente en la definición de estrategias (Tabla 1).

**Tabla 1.** Rangos de confort higrotérmicos según RITE y corregidos según Real Decreto 14/2022

|                      | Según RITE |         | Según Real Decreto 14/2022 |         |
|----------------------|------------|---------|----------------------------|---------|
|                      | Invierno   | Verano  | Invierno                   | Verano  |
| Temperatura (°C)     | 21 - 23    | 23 - 25 | 19 - 23                    | 23 - 27 |
| Humedad relativa (%) | 40 - 50    | 45 - 60 | 30 - 70                    |         |

En el caso de la calidad del aire interior, se ha analizado la concentración de CO<sub>2</sub> mediante la norma CTE DB-HS3, sobre calidad del aire interior. Sin embargo, debido a que la normativa actual no puede ser aplicada a toda la muestra de viviendas por tener períodos constructivos anteriores, se ha tomado como valores de referencia los establecidos por el RITE para otro tipo de edificios, estableciendo como mínimo la calidad de aire moderada, IDA 3, la cual corresponde a 800 ppm (siendo 400 ppm la concentración media en el aire exterior y 1500 ppm el límite superior de las condiciones de bienestar).

En el consumo de electricidad se han tenido en cuenta los baremos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) [16], [17], el cual marca un consumo medio anual de 3300 kWh aproximadamente, lo que corresponde a 275 kWh mensuales y 9 kWh diarios.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la metodología planteada anteriormente se plantean diversas estrategias de comunicación para mejorar la eficiencia energética, la calidad del aire y el confort, que se llevarán a cabo mediante tableros de visualización de datos y plataformas de mensajería.

#### 3.1. A través de tableros de visualización de datos

Se utiliza en este caso un método de acción individual, para ello se proporciona una herramienta a cada usuario con la que mejorar la situación personal de cada uno; mediante reclamos sobre el ahorro en la eficiencia energética y la mejora del confort el usuario puede actuar de forma individual. Cada usuario dispone de un tablero de visualización de datos especialmente diseñado para mostrar la información de los datos monitorizados de su vivienda en diferentes gráficas, que cuentan con textos emergentes con explicaciones sobre los parámetros, recomendaciones para ajustarlos a sus rangos de confort y advertencias. Así, se facilita al usuario la comprensión de los mismos y la toma de decisiones, a la vez que se conciencian sobre la mejora energética y de confort. El tablero final cuenta con varias partes: por un lado, los valores instantáneos de cada dispositivo y, por otro, los históricos de datos divididos a su vez en condiciones higrotérmicas y calidad del aire y electricidad.

##### 3.1.1. Valores instantáneos

En este caso se muestra el último valor recibido en los servicios centrales de cada variable y el momento en el que los sensores han tomado el último dato. Para ello se utilizan gráficos de ruedas con una escala de color según los rangos de idoneidad o no, según lo estudiado anteriormente. El rango de confort se muestra en verde y el de desconfort varían en función del parámetro: en rojo para la humedad, en rojo (calor) o azul (frío) para la temperatura (dependiendo de si se encuentra por encima o por debajo del rango de confort respectivamente) y amarillo o rojo para la concentración de CO<sub>2</sub>, según si la calidad de aire es media o baja (Figura 2). El objetivo principal es que el usuario sea consciente de la situación actual de su vivienda con una consulta rápida desde, por ejemplo, un teléfono móvil; y, en el caso de los valores higrotérmicos, los pueda comparar con la situación del exterior, y actuar en consecuencia.

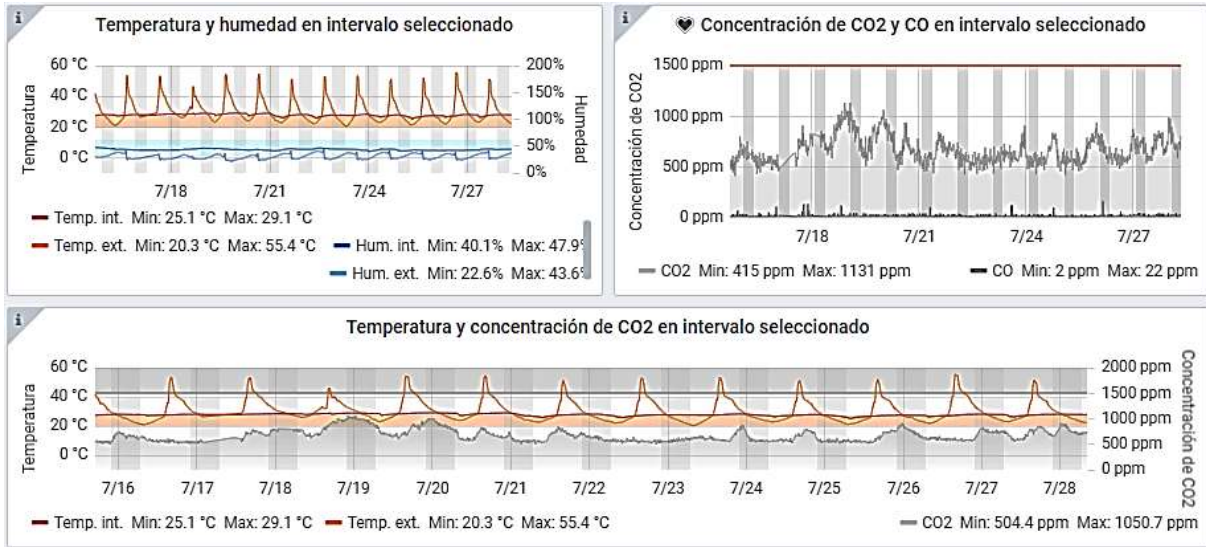


**Figura 2.** Tablero de visualización, valores instantáneos, últimos datos de condiciones de la vivienda

### 3.1.2. Valores de series temporales

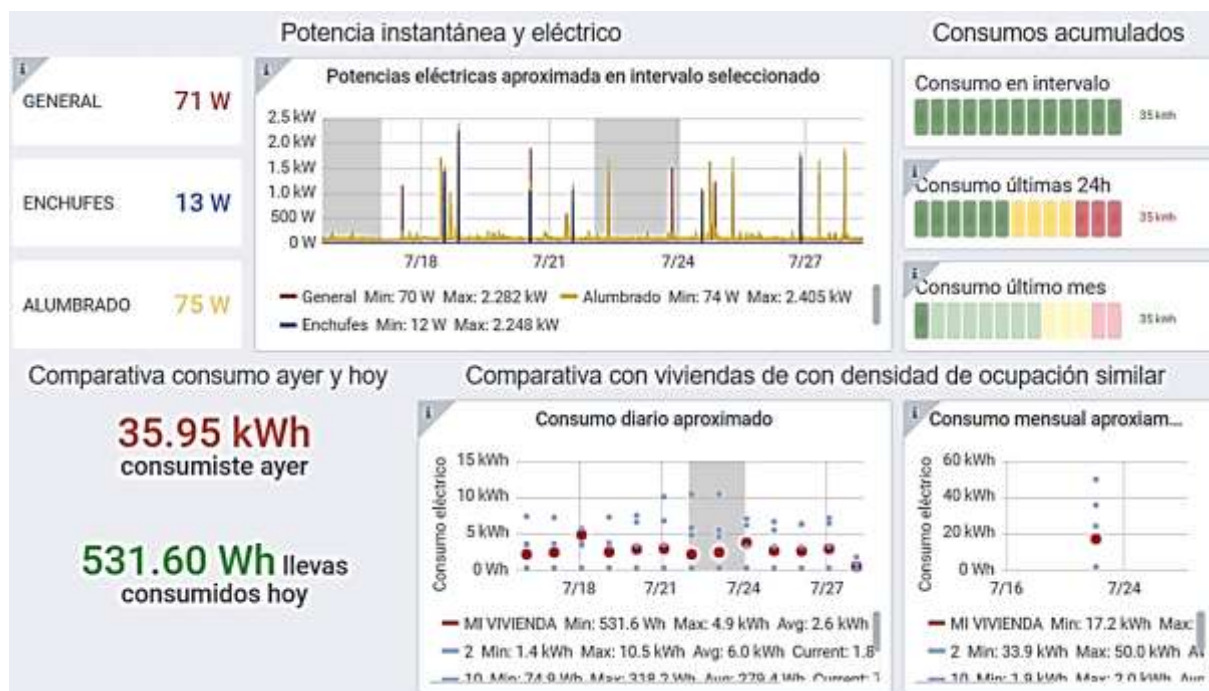
En este caso se utilizan gráficas complejas, con diferentes medidas y periodos de tiempo, y de gran tamaño, por lo que están pensadas para pantallas de visualización grandes, como tablets u ordenadores. Esto mejora el análisis de la situación de la vivienda y la toma de decisiones.

En las variables higrotérmicas y de calidad del aire se han utilizado tres gráficas de evolución lineal que unen distintas variables: la primera una temperatura y humedad (interior y exterior), la segunda concentración de CO y CO<sub>2</sub> y la tercera temperatura y concentración de CO<sub>2</sub>. (Figura 3). En todas ellas se ha usado el mismo código de color: temperatura interior y exterior en tonos naranjas, humedad interior y exterior en tonos azules y concentración de CO y CO<sub>2</sub> en tonos grises. Además, se han destacado en franjas horizontales los rangos de confort de temperatura y humedad o el límite de calidad del aire, y, en franjas verticales los periodos de fin de semana. Asimismo, cada gráfica cuenta con una leyenda con los valores máximos y mínimos de cada variable en el periodo de tiempo seleccionado. La primera gráfica sirve para conocer en qué situación higrotérmica se encuentra la vivienda con respecto al exterior y si cuenta con un aislamiento efectivo, mientras que con la tercera es posible analizar e identificar en qué momento es más conveniente ventilar, ya que muestra al mismo tiempo las temperaturas y la concentración de CO<sub>2</sub>. Por su parte, la segunda gráfica, de calidad del aire, cuenta con una alerta que avisa al usuario cuando la concentración de CO<sub>2</sub> supera las 1500 ppm o la de CO las 200 ppm.



**Figura 3.** Gráficas de series históricas: Temperatura y humedad, Concentración de CO2 y CO y Temperatura y concentración de CO2

Los datos eléctricos, se han organizados en 4 apartados: potencia instantánea y eléctrica, consumos acumulados, comparativa de consumo ayer y hoy y comparativa de consumo con otras viviendas. El primer apartado muestra conjuntamente dos paneles de visualización: el valor de la potencia que se está utilizando en el último momento del tiempo seleccionado y una gráfica de evolución lineal de la potencia eléctrica utilizada en el mismo tiempo, lo que permite al usuario conocer consumos anómalos, picos de consumo elevado y una aproximación de la base de consumo de su vivienda, mientras aparecen los fines de semana destacados en gris. En ambas visualizaciones se muestran las 3 líneas monitorizadas con los mismos colores: rojo para la línea general, amarillo para alumbrado y azul para enchufes. En el apartado 2 se exponen en gráficas de barras el consumo del intervalo seleccionado, el de las últimas 24 horas y el del último mes. Estas utilizan distintos colores dependiendo si el valor es bajo (verde), medio (amarillo) o alto (rojo), teniendo en cuenta los consumo del IDAE estudiados anteriormente. Los apartados 3 y 4 sirven para crear una visión crítica del estado de la vivienda, mediante la comparación. En el primer caso, se compara el consumo de hoy con el de ayer utilizando diferente color dependiendo si este es bajo (verde), medio (amarillo) o alto (rojo); de este modo, se pretende que el usuario reduzca su consumo. En el segundo caso (apartado 4), se muestran dos gráficas de punto donde se compara el consumo diario y mensual de nuestra vivienda (en rojo y con gran grosor) con otras de densidad de ocupación similar (en azul). Así, se crea una competencia que promueve la disminución progresiva del consumo para que sea menor al de viviendas similares a la propia. También sirve para ver la evolución del consumo diario o mensual propio y comprobar el margen de mejora disponible. (Figura 4). En este caso, no se han considerado datos económicos, ya que el coste energético es variable entre los distintos usuarios, dependiendo este del precio contratado por cada participante en su compañía suministradora, por lo que se trata de un valor no comparable.



**Figura 1.** Gráficas de series históricas: Potencia instantánea, Consumos acumulados, Comparativa de consumos ayer y hoy y Comparativa con viviendas de densidad de ocupación similar

### 3.2. A través de plataforma de mensajería

Tras la programación e instalación de los dispositivos y la recolección de datos estáticos, se crea un grupo de participación voluntaria a través de la plataforma de mensajería Telegram, en el que actualmente hay 57 participantes, 3 de ellos informadores, cuyo fin es contribuir a la concienciación de los usuarios sobre confort, calidad del aire y eficiencia energética. Así, desde el 27 de enero de 2023, momento de su creación, se mantiene una interacción constante y fluida en el tiempo con más de un centenar de mensajes, con noticias de interés, campañas de persuasión e información y píldoras explicativas para mejorar la interacción con los usuarios. Además, se han realizado charlas y reuniones para resolver consultas. Entre los temas tratados en los mensajes se encuentran la configuración e instalación de los equipos, la configuración de las alertas y las incidencias causadas al respecto, el consumo de calefacción en Extremadura y la crisis energética (con noticia adjunta), cómo saber cuánto consume un aparato, potencia instantánea, el consumo ‘en reposo’ y cómo calcularlo, cambios de hábitos para optimizar el uso de la energía, recomendaciones sobre diversos electrodomésticos, la calibración de las lecturas de las pinzas, obras de eficiencia energética, deducciones fiscales sostenibles aplicables a la Declaración de la Renta (con noticia adjunta), etc. Respecto a las píldoras informativas se han grabado y enviado 3, con una duración aproximada de 5 minutos, en las que se explican los parámetros estudiados: concentración de CO<sub>2</sub>, condiciones higrotérmicas y consumo eléctrico; en qué consisten, cómo varían en función de otros parámetros, se generan y reducen y los rangos de confort (teniendo en cuenta las distintas épocas del año). También incluye cómo interpretar las gráficas en las que aparece dicho parámetro y las alertas, si las tuviera. Este método pretende la colaboración

conjunta y colectiva, además, con la comunicación abierta en el grupo, se persigue el apoyo y las interrelaciones entre los usuarios, lo que fomenta la mejora del trabajo final.

#### 4. CONCLUSIONES

Gracias a todo lo anterior, se puede interpretar que es posible diseñar estrategias adaptadas a la comunicación de cada variable, incluyendo información clara, directa y completa, que facilite el aprendizaje y la actuación en determinadas situaciones. De este modo, es posible conseguir beneficios colectivos o individuales. Asimismo, cabe destacar la importancia tanto del mensaje como de cómo dar dicho mensaje, ya que los usuarios perciben la información de diferente manera. La comparativa entre diferentes variables hace que los usuarios se planteen las condiciones de su vivienda bajo un prisma multivariable o de codependencia conjunto, en el que unas variables influyen sobre otras, teniendo en consideración, por ejemplo, los parámetros ambientales como un conjunto a la hora de actuar sobre la vivienda para la mejora del confort en la misma.

Por otro lado, crear un sentimiento de grupo mejora la interacción y la participación de los usuarios, a la vez que promueve un aprendizaje pasivo en el que las dudas de los demás resuelven interrogantes propias y establecen incertidumbres no planteadas con anterioridad, las cuales promueven que el usuario se cuestione sus propias decisiones con el fin de mejorar en sus hábitos. De este modo, cabe mencionar la importancia de los buenos hábitos para la óptima gestión de los espacios, la mejora del confort en los mismos y el ahorro energético.

Sin embargo, es preciso continuar con la investigación monitorizando cada variable de una manera exhaustiva y continuada en el tiempo y realizando comparativas entre las situaciones anteriores y posteriores a las estrategias de comunicación, para la confirmación de dicha hipótesis y la determinación de la tendencia de mejora. Además, es importante controlar y validar los datos tomados y el correcto emplazamiento de los dispositivos de medición, de manera que cumplan unos requisitos mínimos como la ausencia de radiación solar directa en el caso de los sensores de temperatura ambiental exterior ya que son colocados y mantenidos por los usuarios.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido posible gracias al convenio entre la Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda y la Universidad de Extremadura, dentro del Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER 2014-2020 (Temática 4: Hacia una economía baja en emisiones de carbono) y dentro del proyecto sobre eficiencia energética en viviendas, para la mejora, desarrollo y análisis de explotación de datos del proyecto I+D de monitorización de viviendas para la comunidad autónoma de Extremadura.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. D'Agostino, B. Cuniberti, and P. Bertoldi, "Energy consumption and efficiency technology measures in European non-residential buildings," *Energy and Buildings*, vol. 153, pp. 72–86, Oct. 2017, DOI: 10.1016/J.ENBUILD.2017.07.062.
- [2] F. Stazi, F. Naspi, and M. D'Orazio, "A literature review on driving factors and contextual events influencing occupants' behaviours in buildings," *Building and Environment*, vol. 118, pp. 40–66, Jun. 2017, DOI: 10.1016/J.BUILDENV.2017.03.021.
- [3] S. D'Oca, A. L. Pisello, M. De Simone, V. M. Barthelmes, T. Hong, and S. P. Corgnati, "Human-building interaction at work: Findings from an interdisciplinary cross-country survey in Italy," *Building and Environment*, vol. 132, pp. 147–159, Mar. 2018, DOI: 10.1016/J.BUILDENV.2018.01.039.
- [4] C.-P. Actions, "SMART CAMPUS -Building-User Learning Interaction for Energy Efficiency." 2012.
- [5] J. G. Alonso, "Comportamiento del consumidor. Decisiones y estrategias de marketing.," 2004.
- [6] P. ; K. K. Kotler, "Dirección de marketing. Madrid," *Addison-Wesley*, 2012.
- [7] L. L. L. Schiffman, L; LazarL. Schiffman, "Comportamiento del consumidor," México, 2010.
- [8] J. F. y D. B. Ojeda, "Conclusiones sobre áreas metropolitanas y sostenibilidad," *Los Procesos Metropolitanos: materiales para una aproximación inicial*, pp. 103–105, 2006.
- [9] N. Braidot, "Neuromarketing: ¿Por qué tus clientes se acuestan con otros si dicen que les gustas tú?," *Gestión 20.2000*.
- [10] Z. I. A. y T. M., "Neuromarketing Research—A Classification and Literature Review," *Res. J.Recent Sci*, vol. 2(8), pp. 95–102, 2013.
- [11] C. Fan, F. Xiao, and C. Yan, "A framework for knowledge discovery in massive building automation data and its application in building diagnostics," *Automation in Construction*, vol. 50, pp. 81–90, Feb. 2015, DOI: 10.1016/j.autcon.2014.12.006.
- [12] W. T. Agarwal Y., Balaji B., Gupta R., Lyles J., Wei M., "Occupancy-driven energy management for smart building automation," in *2nd ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Building*, 2010, pp. 1–6.
- [13] M. W. Ahmad, M. Mourshed, D. Mundow, M. Sisinni, and Y. Rezugui, "Building energy metering and environmental monitoring – A state-of-the-art review and directions for future research," *Energy and Buildings*, vol. 120, pp. 85–102, May 2016, DOI: 10.1016/J.ENBUILD.2016.03.059.
- [14] J. Fernandez-Aguera, S. Domínguez-Amarillo, and M. Campano Laborda, "Practical Application of ICT Solutions for Energy and Water Savings at Condominium Level," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 448–453, pp. 1202–1206, Mar. 2013, DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.448-453.1202.
- [15] Z. Deme Belafi, T. Hong, and A. Reith, "A critical review on questionnaire surveys in the field of energy-related occupant behaviour," *Energy Efficiency*, vol. 11, no. 8. Springer Netherlands, pp. 2157–2177, Dec. 01, 2018. DOI: 10.1007/s12053-018-9711-z.

- [16] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, "IDAE." [Online]. Available: <https://www.idae.es/>
- [17] "Guía Práctica de la Energía," 2010. [Online]. Available: [www.idae.es](http://www.idae.es)