

# CARIM: Un Modelo de Interacción para el Análisis de la QoE en Entornos Móviles

Pedro Mateo, Diego Sevilla y Gregorio Martínez

## Resumen

*Este artículo describe un nuevo enfoque para modelar la calidad de la experiencia de los usuarios (QoE) en entornos móviles. El modelo presentado tiene el nombre de CARIM, e intenta dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿cómo se puede medir la QoE en entornos móviles a partir del análisis de la interacción usuario-sistema? ¿cómo se pueden comparar y contrastar diferentes medidas de QoE? Para ello, CARIM utiliza un conjunto de parámetros con los que describe, paso a paso, la interacción entre el usuario y el sistema, el contexto en el cual se produce esta interacción, y el nivel de calidad percibido por los usuarios. Estos parámetros se estructuran dentro de un modelo, lo que proporciona*

*(1) una representación común de cómo transcurre el proceso de interacción en diferentes entornos móviles y (2) una base para calcular la QoE automáticamente así como para comparar diferentes registros de interacción. CARIM es un modelo en tiempo real que permite el análisis dinámico de la interacción, así como la toma de decisiones basadas en un cierto nivel de QoE en tiempo de ejecución. Esto es utilizado por ciertas aplicaciones durante la ejecución para adaptarse y así proporcionar una mejor experiencia a los usuarios. A modo de conclusión, CARIM proporciona un criterio unificado con el cual calcular, analizar y comparar la QoE en sistemas móviles de distinta naturaleza.*



# 1 Interfaces de Usuario Distribuidas

Los entornos móviles son aquellos en los que encontramos una serie de personas con sus dispositivos móviles, los cuales están continuamente en movimiento en un entorno difuso y cambiante [9]. En estos entornos participan numerosos elementos que pueden ser analizados. No sólo tenemos el usuario y el dispositivo móvil, sino también el propio proceso de interacción entre ellos, el contexto que los rodea y la calidad de la experiencia del propio usuario (i.e., la QoE). Por lo tanto, estos entornos plantean un nuevo desafío para el análisis de la interacción y las experiencias de los usuarios con sus dispositivos y aplicaciones móviles. A esto se une la existente y urgente necesidad de herramientas que nos permitan modelar y analizar la interacción y su contexto desde un punto de vista más genérico y uniforme [2].

La QoE es una medida subjetiva que mide la experiencia de un usuario con un servicio. Ésta se basa en los propios sentimientos de los usuarios cuando realizan una tarea específica [27, 5, 19] y engloba aspectos como el comportamiento de los usuarios y su estado cognitivo y psicológico, así como el contexto en el cual los servicios son proporcionados. El contexto es un elemento esencial en la experiencia de los usuarios con productos y servicios móviles [13]. Por contexto entendemos cualquier dato utilizado para caracterizar la situación de una entidad (e.g., persona, lugar, objeto) y que se considere relevante para el análisis de la interacción usuario-sistema.

Como podemos leer en [10], hasta el momento no se conoce ninguna metodología robusta que combine, por una parte procesos de análisis cualitativo para la evaluación de la usabilidad del sistema, y por otra parte procesos de análisis cuantitativo para la evaluación del rendimiento del usuario y la calidad del servicio. Para intentar dar solución a este problema, este trabajo propone incorporar información sobre el contexto y sobre la calidad percibida por los usuarios dentro de un método para el análisis de la interacción usuario-sistema.



Sin embargo, integrar este tipo de datos de naturaleza tan diferente no es tarea sencilla. Primero tenemos el problema de que existe un bajo nivel de estandarización a la hora de definir el contexto de una aplicación móvil [9]. Otro problema consiste en tratar la gran variedad y diversidad de datos sobre la interacción y el contexto, así como decidir cuáles de ellos son útiles para medir la QoE en escenarios móviles [19]. Finalmente, cómo integrar estos datos en un proceso automático para el análisis de la interacción usuario-sistema es también un problema a resolver [10].

En este contexto, este trabajo presenta el diseño de CARIM, un modelo dinámico que integra diferentes parámetros para describir la interacción entre el usuario y el sistema paso a paso. CARIM también incluye parámetros para describir el entorno que rodea al usuario con el fin de permitir el análisis de la interacción móvil. Además, el modelo propuesto también incluye parámetros para describir la percepción de la calidad de los usuarios. Como resultado, las instancias de CARIM proporcionan una base común para calcular y comparar la QoE en sistemas de diferente naturaleza. Estas instancias también permiten la toma de decisiones en tiempo real con el objetivo de adaptar las aplicaciones y ofrecer así una mejor experiencia a los usuarios.

## 2 El Diseño De Carim

El diseño que proponemos en este trabajo está basado en PALADIN [16, 17, 18], un modelo destinado a cuantificar y describir de forma dinámica (i.e., paso a paso) el proceso de interacción en entornos multimodales. Este modelo fue resultado de un trabajo conjunto entre la Cátedra SAES de la Universidad de Murcia [4] y Telekom Innovation Laboratories [22].

El diseño de CARIM incluye datos sobre el proceso de interacción entre el usuario y el sistema (proporcionados por PALADIN) junto con datos sobre el contexto donde este proceso de interacción es realizado. También incluye valoraciones de los usuarios sobre la calidad del producto o servicio utilizado. Todos estos datos son estructurados en una representación común con el objetivo de servir como base para calcular, analizar y comparar la QoE de cualquier sistema.

La Figura 1 muestra una visión global de CARIM y los distintos tipos de parámetros que incluye. Estos parámetros se pueden dividir en tres categorías principales:

- **Interacción usuario-sistema:** parámetros usados para describir y cuantificar el proceso de interacción (e.g., número de datos proporcionados por el sistema, tiempo medio de reacción del usuario). Estos parámetros son heredados del modelo base PALADIN.
- **Contexto:** parámetros que describen el contexto donde se realiza el proceso de interacción (e.g., tamaño de la pantalla, localización del usuario, número de personas alrededor).
- **Valoraciones del usuario:** parámetros utilizados para medir la calidad que percibe el usuario sobre el producto o servicio que está utilizando (e.g., simplicidad de uso del sistema, aspectos del producto que motivan al usuario, calidad del aspecto exterior.)

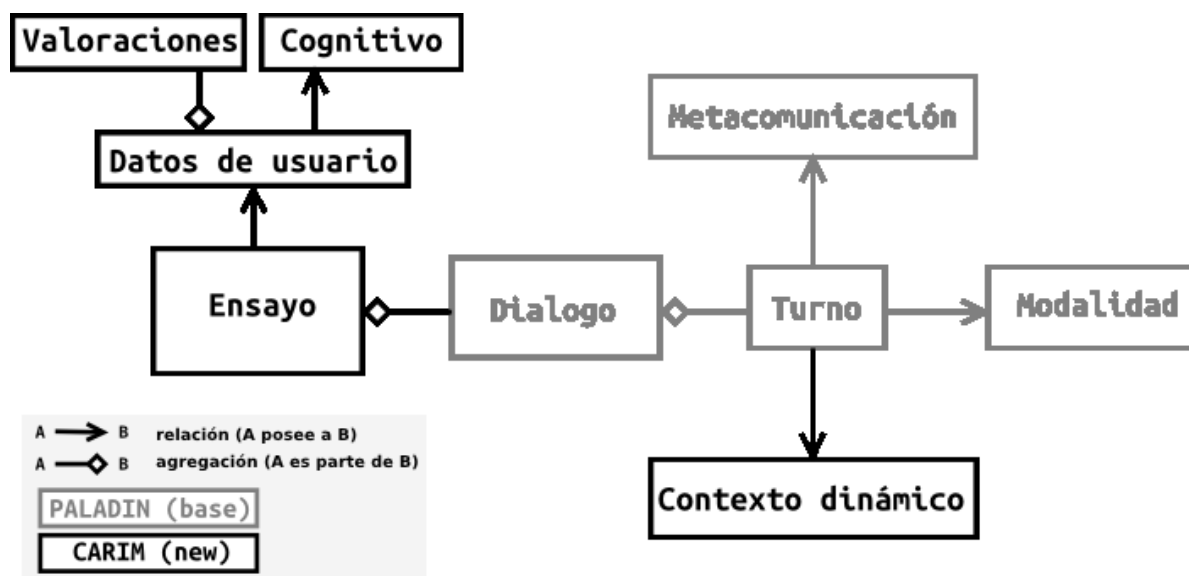


**Figura 1:** Distintas categorías de parámetros que incluye CARIM



La mayoría de estos parámetros pueden ser obtenidos de forma automática mientras el usuario interactúa con el sistema. Por ejemplo, se pueden utilizar herramientas de extracción del estilo de Android HCI Extractor [15]. Incluso aquellos parámetros basados en opiniones y juicios subjetivos del usuario pueden obtenerse automáticamente en el propio dispositivo mediante el uso de aplicaciones de cuestionario. En casos excepcionales puede que las limitaciones de la tecnología obliguen a que se requiera la anotación de algunos de los parámetros de forma manual.

La Figura 2 muestra una versión simplificada del diseño propuesto. CARIM está estructurado en torno al concepto de ensayo. Un ensayo se puede definir como “uno o varios diálogos pertenecientes a un mismo experimento destinado a medir una experiencia de uso concreta”. A su vez, un diálogo se puede definir como “una secuencia de turnos que son producidos alternativamente por cada una de las dos partes (usuario y sistema) que participan en el proceso de interacción” (Moller, [20]). Por otra parte, el sujeto del modelo (concepto introducido por Bolchini et al. en [3]) es el usuario. CARIM asume que existe un único usuario realizando una única tarea y utilizando un único dispositivo. Además, el contexto se describe desde el punto de vista del propio usuario (i.e., como si fuera percibido por él o ella).



**Figura 2:** Diseño propuesto para CARIM (versión simplificada).

Los parámetros relacionados con el usuario (e.g., edad, nivel cultural) y con su percepción de la calidad son de carácter más estático y por tanto se anotan a nivel de ensayo. Esto significa que, durante un experimento, estos

datos sólo se obtienen una vez (o más de una si fuese necesario) para el conjunto de diálogos que componen el experimento completo. Sin embargo, los parámetros de contexto suelen tener un carácter más dinámico (e.g., orientación de la pantalla, nivel de señal 3G) y por tanto se anotan a nivel de turno. Esto significa que se anotan paso a paso durante el proceso de interacción. Esto permite describir la evolución del contexto en el tiempo como proponía Jaroucheh et al. En [11] y nos permite analizarlo en todos los dominios que visita el usuario durante el experimento.

## **2.1 Partiendo de un Modelo de Interacción Multimodal: PALADIN**

CARIM está basado en PALADIN, el cual utiliza cuatro tipos de parámetros para describir el proceso de interacción en entornos multimodales (Figura 2, elementos coloreados en gris claro): (1) contenido de la comunicación, (2) meta-comunicación, (3) información sobre la entrada y salida y (4) información sobre las modalidades utilizadas. Al igual que se pretende con CARIM, PALADIN proporciona una descripción dinámica (i.e., turno a turno) de la interacción multimodal. Esto permite crear una relación entre los datos del modelo y el tiempo, lo que permite implementar distintos tipos de análisis dinámico del proceso de interacción.

El conjunto de parámetros que incluye PALADIN está basado parcialmente en el trabajo de Möller y Kühnel [14, 21]. PALADIN utiliza parámetros más genéricos y abstractos para que las diferentes modalidades puedan ser analizadas utilizando las mismas métricas. Al mismo tiempo, PALADIN utiliza una serie de parámetros más específicos destinados a describir las particularidades de cada una de las diferentes modalidades y así permitir un análisis más profundo cuando sea necesario. Como resultado, la interacción en diferentes modalidades se describe utilizando las mismas métricas, las cuales se organizan en una estructura común independientemente del sistema que estemos analizando. Esto permite a los diseñadores y desarrolladores comparar fácilmente diferentes registros de interacción sin importar de donde hayan sido obtenidos.

Por lo tanto, PALADIN proporciona una base idónea sobre la cual desarrollar nuestro nuevo modelo. Ya que el modelo base sólo describe la interacción entre el usuario y el sistema, en este trabajo se le añaden nuevos parámetros para medir la QoE en entornos móviles. Por una parte se le añaden parámetros para describir el contexto móvil donde tiene lugar el proceso



de interacción. Por otra parte se añaden nuevos parámetros que permiten medir la usabilidad del producto o servicio que se está usando.

## 2.2 Incorporando información sobre el Contexto

Se ha analizado el estado del arte con el objetivo de encontrar aquellos factores del contexto que puedan afectar a la experiencia de los usuarios en entornos móviles. Tras este análisis, se han seleccionado un conjunto de parámetros dividido en seis categorías inspiradas en las ocho que proponen Korhonen et al. en [13].

Como resultado, CARIM describe el contexto de interacción utilizando seis dimensiones diferentes: Contexto físico, Usuario, Contexto social, Contexto espacio-temporal, Dispositivo y Conectividad. La Tabla 1 muestra algunos ejemplos de estos atributos de contexto. Tras algunos experimentos pudimos confirmar que este conjunto de parámetros es suficiente para describir las condiciones externas que rodean al usuario mientras realiza una tarea o utiliza un servicio en su dispositivo móvil.

Dimensión del Contexto	Atributos
Entorno físico	Temperatura, clima,...
Usuario	Edad, género, nivel de educación,...
Contexto social	Compañía, tipo de entorno social,...
Contexto espacio-temporal	Localización, nivel de movilidad actual,...
Dispositivo	Tipo, tamaño de pantalla, carga de CPU,...
Conectividad	Tipo de acceso, fuerza de la señal,...

**Tabla 1:** Dimensiones del contexto y ejemplos de atributos.

El proceso de interacción es dinámico por naturaleza, especialmente en los entornos móviles. Este proceso puede describirse como un flujo de accio-

nes e intercambio de información entre el usuario y el sistema, el cual tiene lugar en un contexto que cambia en el tiempo. Esto queda reflejado en el diseño final de CARIM, cuya estructura está especialmente influenciada por el carácter estático o dinámico de los parámetros que describen el contexto de interacción.

### 2.3 Incorporando las Valoraciones de los Usuarios

El diseño de CARIM también incorpora la percepción de calidad de los usuarios. Como podemos leer en [10], las valoraciones de los usuarios son puramente subjetivas. Se trata de evaluaciones puntuales que son proporcionadas por los usuarios en base a la percepción obtenida tras un episodio concreto de uso de una aplicación o servicio.

CARIM utiliza un conjunto de parámetros para describir las impresiones y valoraciones de los usuarios, así como algunos factores que influyen en ellas. Como se puede ver en la Tabla 2, existen parámetros que se utilizan para evaluar la calidad percibida por los usuarios durante el proceso de interacción. Además podemos encontrar otros parámetros que se utilizan para describir algunas particularidades de la personalidad de los usuarios, así como su estado emocional durante el proceso de evaluación.

Dimensión de las valoraciones	Atributos
Calidad percibida: - calidad pragmática (PQ) - calidad hedónica (HQ) - atractivo (ATT)	Práctico, predecible,... Estilizada, premium, fascinante,... Bonito, bueno,...
Estado de humor del usuario	Se mide con una escala gráfica que va desde el 0 (muy triste) hasta el 4 (muy feliz)
Actitud hacia el uso de la tecnología	Cuestionario de 5 preguntas

**Tabla 2:** Parámetros utilizados para medir las valoraciones de los usuarios.

Con el objetivo de evaluar la calidad de la interacción CARIM utiliza la versión “mini” de AttrakDiff [8]. Este cuestionario está basado en el modelo de experiencia del usuario propuesto por Hassenzahl, el cual usa 10 pares de adjetivos opuestos para evaluar la calidad pragmática (i.e., la usabilidad), la





calidad hedónica (i.e., cómo de estimulante es un producto y en que medida el producto permite a los usuarios identificarse con él) y el atractivo del producto que se está utilizando. Cada uno de estos pares de adjetivos se evalúa utilizando una escala Likert de siete puntos. AttrakDiff proporciona un mecanismo adecuado y fiable para evaluar la calidad percibida por el usuario en sistemas monomodales y multimodales [24, 23].

Sin embargo, la QoE es individual para cada usuario y depende de su personalidad y su estado actual en el momento en que ésta es cuantificada [6]. Algunos autores demostraron que tanto el estado de humor de los usuarios como su actitud hacia el uso de la tecnología son dos de los factores que más influyen en la percepción de la calidad de una persona [12, 1, 25]. Por lo tanto, estos dos parámetros también fueron incorporados a modelo que proponemos en este trabajo.

Para medir el estado de humor de los usuarios CARIM utiliza una escala de expresiones faciales (i.e., escala gráfica que muestra diferentes estados de humor). Este método ha sido bastante utilizado en la literatura para medir el estado de humor o el dolor en usuarios y pacientes. En este trabajo se creó una versión adaptada de la escala propuesta por Wong en [6]. La nueva escala se compone de cinco expresiones faciales en vez de las seis originales, y sus valores van desde “muy triste” a “muy contento”. Esto nos permite tener una escala mejor balanceada, incluyendo una expresión neutral que representa el “centro” de la escala, lo que nos permite simplificar el proceso de medición.

Para medir la actitud de los usuarios hacia el uso de la tecnología usamos una versión adaptada de ATTIS, una escala de seis elementos propuesta por Hassad en [7]. La nueva escala se compone de cinco elementos, e incluye preguntas más genéricas y orientadas a evaluar el uso de la tecnología en un contexto más amplio que la escala original. Cada una de las cinco preguntas evalúa una faceta diferente: (1) utilidad percibida, (2) afabilidad percibida, (3) integración de la tecnología, (4) eficacia e intencionalidad y (5) confort percibido. Cada uno de estos elementos se evalúa utilizando una escala Likert de cinco puntos.

### 3. Conclusiones Y Trabajo Futuro

Este trabajo describe un modelo dinámico destinado a (1) describir y cuantificar la interacción entre el usuario y el sistema, (2) describir el contexto que les rodea y su evolución en el tiempo y (3) recoger la percepción de calidad del producto o servicio por parte del usuario.

Este modelo está basado en un conjunto de parámetros que describen la interacción entre el usuario y el sistema. Estos parámetros son integrados en una representación genérica y reutilizable (i.e., el modelo) lo que proporciona un criterio único para describir, analizar y comparar el proceso de interacción en diferentes entornos y sistemas móviles. Las instancias de CARIM pueden ser analizadas y/o comparadas independientemente de la aplicación o servicio que se esté testando, del entorno de interacción, e incluso de las distintas modalidades que se estén utilizando para la entrada y salida de información.

La naturaleza runtime de CARIM crea un enlace entre el tiempo, los datos de interacción y contexto, y las valoraciones de los usuarios. Esta característica abre nuevas posibilidades de análisis dinámico de la QoE de los usuarios. Como resultado, la QoE calculada para un usuario (cálculo basado en una instancia del modelo) puede analizarse e interpretarse en términos de qué acciones realizó el usuario y cómo las llevó a cabo, en qué condiciones, y cuál era su estado emocional y su percepción de la calidad en ese preciso instante. Esto también permite a las aplicaciones sensibles al contexto tomar decisiones de adaptación en base a valores actuales de QoE, y así proporcionar una mejor experiencia a los usuarios.

Los parámetros incluidos en CARIM han sido cuidadosamente escogidos para que puedan ser obtenidos de forma automática y utilizando las capacidades ofrecidas por los dispositivos actuales. Con esto se intenta evitar el uso de sensores especiales y otros métodos con alto coste. Herramientas del estilo de Android HCI Extractor [15] facilitan la incorporación del modelo propuesto en aplicaciones reales y en dispositivos tales como tablets,



smartphones, smart TV, etc. De la misma forma se evita que la realización de experimentos quede reducida sólo a entornos de laboratorio [9].

Existen todavía algunos problemas por resolver antes de poder llevar a cabo la implementación final de CARIM. Uno de ellos es lidiar con la gran cantidad, variedad y diversidad de parámetros de contexto disponibles. Se debe escoger un conjunto de parámetros lo más pequeño posible pero suficiente para permitir el análisis del contexto que rodea al usuario y al sistema en entornos móviles. También es necesario escoger un nivel de abstracción adecuado para estos parámetros (e.g., considerar al usuario en una coordenada geográfica vs. considerar al usuario en un entorno como la oficina, su casa, etc.) Otro problema importante consiste en obtener automáticamente los datos cognitivos y subjetivos que forman parte del modelo, i.e., el estado emocional del usuario, su percepción de la calidad y su actitud frente al uso de la tecnología. Finalmente, el problema de la privacidad de los usuarios también debería ser tratado.

Una vez resueltos estos problemas, el objetivo final de este trabajo de investigación es proporcionar una implementación open-source de CARIM así como de todas aquellas librerías y herramientas necesarias para que pueda ser fácilmente integrado en proyectos reales de análisis de la experiencia del usuario. La evolución de este proyecto puede ser seguida en esta web: <http://www.catedrasaes.org/wiki/Carim>

## 4. Agradecimientos

Este artículo ha sido parcialmente financiado por la Cátedra SAES de la Universidad de Murcia [4], una iniciativa conjunta entre SAES (<http://www.electronica-submarina.com>) y la Universidad de Murcia (<http://www.um.es>) con el objetivo de trabajar en software de código abierto, herramientas de pruebas y en sistemas de información en tiempo real.

## 5. Bibliografía

**1. Bowen, J., Reeves, S.: [1] A. D. Angeli, J. Hartmann, and A. G. Sutcliffe. The effect of brand on the evaluation of web-sites.** In T. Gross, J. Gulliksen, P. Kotzé, L. Oestreicher, P. A. Palanque, R. O. Prates, and M. Winckler, editors, INTERACT (2), volume 5727 of Lecture Notes in Computer Science, pages 638–651. Springer, 2009.

**[2] C. Bolchini, C. A. Curino, E. Quintarelli, F. A. Schreiber, and L. Tanca.** A data-oriented survey of context models. SIGMOD Rec., 36:19–26, December 2007.

**[3] C. Bolchini, C. A. Curino, E. Quintarelli, F. A. Schreiber, and L. Tanca.** A data-oriented survey of context models. volume 36, December 2007.

**[4] Cátedra SAES Laboratories, University of Murcia, Spain.** <http://www.catedrasaes.org>.

**[5] K.-T. Chen, C.-J. Chang, C.-C. Wu, Y.-C. Chang, and C.-L. Lei.** Quadrant of euphoria: a crowdsourcing platform for qoe assessment. IEEE Network, 24(2):28–35, 2010.

**[6] M. Fiedler, S. Moller, and P. Reichl.** Quality of experience: From user perception to instrumental metrics (dagstuhl seminar 12181). Dagstuhl Reports, 2(5):1–25, 2012.

**[7] R. Hassad.** Faculty attitude toward technology-assisted instruction for introductory statistics in the context of educational reform. In IASE 2012. Technology in Statistics Education: Virtualities and Realities, Cebu City, The Philippines, 2012.

**[8] M. Hassenzahl, M. Burmester, and F. Koller.** Attrakdiff: Ein fragebogen zur messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer qualitat. (a questionnaire for measuring perceived hedonic and pragmatic quality). In G. Szwillus and J. Ziegler, editors, Mensch & Computer, pages 187–196. Teubner, 2003.



**[9] J. Hong, E. Suh, and S. Kim.** Context-aware systems: A literature review and classification. *Expert Systems with Applications*, 36(4):8509 – 8522, 2009.

**[10] S. Ickin, K. Wac, M. Fiedler, L. Janowski, J.-H. Hong, and A. K. Dey.** Factors influencing quality of experience of commonly used mobile applications. *IEEE Communications Magazine*, 50(4):48–56, 2012.

**[11] Z. Jaroucheh, X. Liu, and S. Smith.** Recognize contextual situation in pervasive environments using process mining techniques. *J. Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 2(1):53–69, 2011.

**[12] D. Kahneman, E. Diener, and N. Schwarz.** Well-being: The foundations of hedonic psychology. Russell Sage Foundation Publications, 2003.

**[13] H. Korhonen, J. Arrasvuori, and K. Väananen-Vainio-Mattila.** Analysing user experience of personal mobile products through contextual factors. In M. C. Angelides, L. Lambrinos, M. Rohs, and E. Rukzio, editors, MUM, page 11. ACM, 2010.

**[14] C. Kühnel, B. Weiss, and S. Möller.** Parameters describing multimodal interaction - Definitions and three usage scenarios. In T. Kobayashi, K. Hirose, and S. Nakamura, editors, Proceedings of the 11th Annual Conference of the ISCA (Interspeech 2010), pages 2014–2017, Makuhari, Japan, 2010. ISCA.

**[15] P. Mateo.** Android HCI Extractor for API11. <https://github.com/pedromateo/android-hci-extractor-AHE11>, 2013. [Online accessed Apr. 2014].

**[16] P. Mateo and S. Hillmann.** Model-based Measurement of Human-Computer Interaction in Mobile Multimodal Environments. In NordiCHI. ACM, 2012.

**[17] P. Mateo and S. Hillmann.** PALADIN: a Run-time Model for Automatic Evaluation of Multimodal Interfaces. <http://www.catedrasaes.org/wiki/MIM>, 2012. [Online accessed Apr. 2014].

**[18] P. Mateo and S. Hillmann.** PALADIN metamodel implementation. <https://github.com/pedromateo/paladin>, 2012. [Online accessed Apr. 2014].

**[19] K. Mitra, A. B. Zaslavsky, and C. Ahlund.** A probabilistic context-aware approach for quality of experience measurement in pervasive systems. In W. C. Chu, W. E. Wong, M. J. Palakal, and C.-C. Hung, editors, SAC, pages 419–424. ACM, 2011.

**[20] S. Moller.** Quality of Telephone-Based Spoken Dialogue Systems. Springer, New York, United States, 2005. [21] S. Moller. Parameters describing the interaction with multimodal dialogue systems. ITU-T Recommendation Supplement 25 to P-Series Rec., International Telecommunication Union, Geneva, Switzerland, January 2011.

**[22] Telekom Innovation Laboratories, Berlin, Germany.** <http://www.laboratories.telekom.com>.

**[23] I. Wechsung, K.-P. Engelbrecht, A. B. Naumann, S. Schaffer, J. Seebode, F. Metze, and S. Moller.** Predicting the quality of multimodal systems based on judgments of single modalities. In INTERSPEECH, pages 1827–1830. ISCA, 2009.

**[24] I. Wechsung and A. Naumann.** Evaluation methods for multimodal systems: A comparison of standardized usability questionnaires. In E. Andr e, L. Dybkjaer, W. Minker, H. Neumann, R. Pieraccini, and M. Weber, editors, PIT, volume 5078 of Lecture Notes in Computer Science, pages 276–284. Springer, 2008.

**[25] I. Wechsung, M. Schulz, K.-P. Engelbrecht, J. Niemann, and S. Moller.** All users are (not) equal - the influence of user characteristics on perceived quality, modality choice and performance. In R. L.-C. Delgado and T. Kobayashi, editors, Proceedings of the Paralinguistic Information and its Integration in Spoken Dialogue Systems Workshop, pages 175–186. Springer New York, 2011.

**[26] D. Wong and C. Baker.** Pain in children: comparison of assessment scales. IJL, 50:7, 1988.

**[27] W. Wu, M. A. Arefin, R. Rivas, K. Nahrstedt, R. M. Sheppard, and Z. Yang.** Quality of experience in distributed interactive multimedia environments: toward a theoretical framework. In W. Gao, Y. Rui, A. Hanjalic, C. Xu, E. G. Steinbach, A. El-Saddik, and M. X. Zhou, editors, ACM Multimedia, pages 481–490. ACM, 2009.



# Sobre los autores

**Pedro Mateo** es Ingeniero en Informática por la Universidad de Murcia (UMU) donde realiza su doctorado en “Calidad del Software y Calidad de la Interacción Humano-Máquina” a la vez que trabaja en la Cátedra SAES para I+D+i. Ha participado en distintos proyectos de investigación y desarrollo relacionados con las pruebas de software (QA) y con el análisis de la interacción entre el usuario, los sistemas y el entorno que los rodea.

*pedromateo@um.es*

**Diego Sevilla Ruiz** es Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad de Murcia (UMU) donde trabaja como profesor. Sus áreas de trabajo e investigación se centran en los sistemas distribuidos, el desarrollo de software basado en modelos, la programación funcional y el testing de interfaces de usuario.

*dsevilla@um.es*

**Gregorio Martínez** es Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad de Murcia (UMU) donde trabaja como profesor. Ha participado en distintos proyectos e iniciativas relacionados con las comunicaciones distribuidas y la seguridad de las mismas y desde hace unos pocos años se ha incorporado una línea de trabajo relacionada con la mejora de las interacciones humano-máquina.

*gregorio@um.es*





© Leonardo Infante

## CARIM: Un Modelo de Interacción para el Análisis de la QoE en Entornos Móviles

*Este artículo describe un nuevo enfoque para modelar la calidad de la experiencia de los usuarios (QoE) en entornos móviles. El modelo presentado tiene el nombre de CARIM, e intenta dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿cómo se puede medir la QoE en entornos móviles a partir del análisis de la interacción usuario-sistema? ¿cómo se pueden comparar y contrastar diferentes medidas de QoE?*

*Para ello, CARIM utiliza un conjunto de parámetros con los que describe, paso a paso, la interacción entre el usuario y el sistema, el contexto en el cual se produce esta interacción, y el nivel de calidad percibido por los usuarios. Estos parámetros se estructuran dentro de un modelo, lo que proporciona (1) una representación común de cómo transcurre el proceso de interacción en diferentes entornos móviles y (2) una base para calcular la QoE automáticamente así como para comprar diferentes registros de interacción.*

*CARIM es un modelo en tiempo real que permite el análisis dinámico de la interacción, así como la toma de decisiones basadas en un cierto nivel de QoE en tiempo de ejecución. Esto es utilizado por ciertas aplicaciones durante la ejecución para adaptarse y así proporcionar una mejor experiencia a los usuarios.*

*A modo de conclusión, CARIM proporciona un criterio unificado con el cual calcular, analizar y comprar la QoE en sistemas móviles de distinta naturaleza.*