

**[Innovación y desarrollo tecnológico]**

<http://dx.doi.org/10.22402/j.rdipycs.unam.3.2.2017.140.227-241>

## LA EVALUACIÓN PSICOFISIOLÓGICA CON IMAGEN TÉRMICA INFRARROJA EN LOS PROCESOS PSICOLÓGICOS

David Alberto Rodríguez-Medina y Benjamín Domínguez-Trejo  
Facultad de Psicología, UNAM  
México

### RESUMEN

La evaluación psicofisiológica tradicional utiliza instrumentos de medición que, si bien no son invasivos (no dañan tejido celular), pueden resultar obstrusivos, es decir, interferir con alguna conducta o implante médico en un participante de estudio. Recientemente se han desarrollado tecnologías no invasivas ni obstruyentes para evaluar la actividad autonómica. Una de estas herramientas es la imagen térmica infrarroja, útil para el monitoreo clínico y registro psicofisiológico que detecta los cambios de temperatura asociados a procesos cognitivos, afectivos y/o conductuales. El presente artículo de innovación tecnológica presenta los usos, la naturaleza, el funcionamiento y la utilidad en la aplicación de distintos protocolos de evaluación psicofisiológica afectiva en diversos grupos como participantes sanos, mujeres sobrevivientes de cáncer de mama y pacientes con dolor crónico. Se promueve el uso de la imagen infrarroja térmica para la evaluación de distintos procesos psicológicos, como la conducta facial (voluntaria e involuntaria), la medición de estrés cognitivo y social. Se sugiere como un biomarcador para valorar los alcances de las intervenciones psicológicas en el campo de la salud, interacciones sociales, cognición y emoción.

### Palabras Clave:

imagen infrarroja térmica, expresión facial, actividad simpática

## PSYCHOPHYSIOLOGICAL EVALUATION WITH INFRARED THERMAL IMAGING IN PSYCHOLOGICAL PROCESSES

### ABSTRACT

The traditional psychophysiological assessment uses measurement instruments that, while not invasive (they do not damage cellular tissues) may be obstructive, that is, interfere with some Behavior or medical implant in a study participant. Recently non-invasive or obstructive technologies have been developed to evaluate the autonomic activity. One of these tools is infrared thermal imaging, useful for clinical monitoring and psychophysiological recording that detects temperature changes associated with cognitive, affective and/or behavioral processes. The present article of technological innovation presents the uses, nature, functioning, and utility in the application of different protocols of affective psychophysiological evaluation in groups diverse of healthy subjects, women survivors of breast cancer and patients with chronic pain. The use of the thermal infrared image is promoted for the evaluation of different psychological processes, such as facial behavior (voluntary and involuntary), measurement of cognitive and social stress. It is suggested as a biomarker to assess the scope of psychological interventions in the field of health, social interactions, cognition and emotion.

### Keywords:

thermal infrared image, facial expression, sympathetic activity

### BITÁCORA DEL ARTÍCULO:

| Recibido: 1 de Agosto de 2017 | Aceptado: 1 Septiembre de 2017 | Publicado en línea: Julio-Diciembre de 2017 |

## AUTORÍA Y DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

# LA EVALUACIÓN PSICOFISIOLÓGICA CON IMAGEN TÉRMICA INFRARROJA EN LOS PROCESOS PSICOLÓGICOS

David Alberto Rodríguez-Medina y Benjamín Domínguez-Trejo  
Facultad de Psicología, UNAM  
México



David Alberto Rodríguez-Medina  
Facultad de psicología, UNAM  
Correo: [psic.d.rodriguez@comunidad.unam.mx](mailto:psic.d.rodriguez@comunidad.unam.mx)

Estudiante del programa de Doctorado en Psicología y Salud, Facultad de Psicología, UNAM. Diplomado en Psicofisiología Aplicada a la Psicología Clínica, INPRFM. Asesor clínico del servicio de Psicología del H. Ignacio Zaragoza, ISSSTE.



Benjamín Domínguez-Trejo  
Facultad de Psicología, UNAM  
Correo: [benjamin@unam.mx](mailto:benjamin@unam.mx)

Doctor en Psicología, Profesor Investigador de Tiempo Completo, nivel C, Facultad de Psicología. Investigador nivel I del Sistema Nacional de Investigadores. PRIDE nivel D. Ha escrito decenas de artículos nacionales e internacionales de investigación clínica, así como artículos de divulgación científica.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

David Alberto Rodríguez-Medina desarrolló el proyecto de investigación y la redacción de artículo. | Benjamín Domínguez-Trejo participó como tutor del proyecto de investigación.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Psic. Gabriela Jael Pérez García, Dr. Luis Alberto Morales Hernández, Mtro. Irving Cruz Albarrán, Dr. Juan Primo Rangel, (UAQ); Dra. Patricia Cortés Esteban (ISSSTE - CMN 20 de Noviembre), Dra. Patricia Zamudio Silva (ISSSTE Zaragoza); Dra. Beatríz Gómez (UAM-I); y Dr. Germán Palafox Palafox (UNAM). Grupo de investigación Mente - Cuerpo de la Facultad de Psicología, UNAM: Gerardo Leija, Li Erandi, Ricardo Márquez, Omar Chavarría, Sandra Vergara, Sara Pluma, Mariana Ortíz, Carolina Carreño, Erik Mateos y Esael Pineda. | Proyecto elaborado con el financiamiento del proyecto académico: PAPIIT, Clave IN304515. Biomarcadores (autónomos e inmunológicos) como indicadores del componente emocional en el Dolor Crónico.

## DATOS DE FILIACIÓN DE LOS AUTORES

División de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Psicología, UNAM



Copyright: © 2017 Rodríguez-Medina, D. A., & Domínguez-Trejo, B.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial -CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), por lo que su contenido gráfico y escrito se puede compartir, copiar y redistribuir total o parcialmente sin necesidad de permiso expreso de sus autoras con la única condición de que no se puede usar con fines directamente comerciales y los términos legales de cualquier trabajo derivado deben ser los mismos que se expresan en la presente declaración. La única condición es que se cite la fuente con referencia a la [Revista Digital Internacional de Psicología y Ciencia Social](https://www.revista.unam.mx/) y a sus autoras.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>231</b>
<b>NATURALEZA DE LA INNOVACIÓN</b>	<b>232</b>
Medición de la temperatura periférica, 232	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN</b>	<b>232</b>
Evaluación psicofisiológica térmica con diferentes cámaras, 232	
Cualidades y condiciones generales de registro de infrarrojo térmico, 233	
<b>RANGO DE APLICACIÓN DE LA INNOVACIÓN</b>	<b>233</b>
Protocolos de evaluación psicofisiológica con infrarrojo térmico, 233	
Investigación psicofisiológica con imagen térmica infrarrojo térmico en México, 233	
<b>FUNCIONAMIENTO DE LA INNOVACIÓN</b>	<b>234</b>
Evaluación categórica del termograma con imagen infrarroja térmica, 234	
Evaluación intervalar del termograma con imagen infrarroja térmica, 234	
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>235</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>23</b>

## INTRODUCCIÓN

La regulación de la temperatura corporal depende de las interacciones entre el sistema nervioso central, en particular, el hipotálamo, y el sistema nervioso periférico. La actividad autonómica térmica ha sido objeto de análisis de diversos estudios de investigación psicofisiológica clínica y básica. Uno de los factores que modifican la temperatura corporal, mediante los termorreceptores de la piel (temperatura periférica), es la conducta (Rustemeyer, Radtke & Bremerich, 2007). Asimismo, la temperatura periférica se ha utilizado para evaluar procesos afectivos y cognitivos (Ioannou, Gallese & Merla, 2014).

Diversos modelos de organización autonómica en emociones han evaluado la dirección de los cambios de temperatura de acuerdo con diferentes paradigmas. En un artículo de revisión, Kreibig (2010) describe los cambios de temperatura en los dedos de las manos asociados a distintas emociones, tanto positivas como negativas. La revisión de Ioannou et al. (2014) menciona la dirección de los cambios de temperatura en las distintas partes del rostro en cada condición experimental afectiva. De manera general, las situaciones afectivas negativas producen decrementos de temperatura, y los eventos positivos generan un incremento de temperatura.

Estudios más recientes han evaluado los cambios de temperatura periférica en el rostro ante diversas situaciones emocionales experimentales (dolor, estrés, activación sexual, ansiedad, culpa y alegría, entre otros). Diversas investigaciones en humanos (Gómez et al., 2015) y en animales (Ioannou et al., 2014; Kano, Hirata, Deschner, Behringer & Call, 2016; Kuraoka & Nakamura, 2011) han reportado cambios de temperatura en distintas áreas del rostro (regiones de interés observables, RIO) en monos Rhesus de acuerdo con situaciones desagradables, particularmente en la nariz. Cuando una situación emocional se percibe negativa, la nariz tiende a enfriarse por un proceso de vasoconstricción de la actividad nerviosa autonómica simpática. De manera opuesta, cuando el sujeto experimenta serenidad se asocia con una predominancia parasimpática, la cual genera un proceso de vasodilatación y con ello un incremento de temperatura nasal (Rodríguez, Domínguez, Cortés, Cruz, Morales & Leija, 2017).

De acuerdo con Gómez et al. (2015) y Sillero, Fernández, Arnaiz & Bouzas (2016), los protocolos de evaluación termográfica en humanos dependen de fac-

tores ambientales (como la temperatura y humedad de la habitación), factores técnicos (como las propiedades de la cámara térmica, la selección de las RIO, validez y confiabilidad de las mediciones, el protocolo de investigación y tipo de análisis estadístico) y factores individuales (como la edad, el sexo, valores antropométricos, ciclo circadiano, historia médica, tasa metabólica, emociones, terapia clínica y actividad física).

El uso de una cámara de imagen infrarroja térmica ha sido reportado en las revistas más importantes de investigación experimental como *Nature*; por ejemplo, en la evaluación de la actividad autonómica asociada a estrés (Tyler et al., 2015). El costo de estos equipos de registro de imagen infrarroja térmica oscila, de acuerdo con las características de la imagen térmica (en función de la cantidad de píxeles), entre los 1,200 y los 75,000 dólares estadounidenses. Para la investigación psicológica en México se oferta como una opción atractiva si se realiza interdisciplinariamente con los grupos de investigación que utilizan estos equipos tecnológicos. Uno de ellos es el de Visión Artificial de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), campus San Juan de Río, encabezado por el doctor Luis Morales Hernández y el doctorante Irving Cruz Albarrán. Este grupo de investigación maneja diferentes equipos de imagen infrarroja térmica. Los estudios psicológicos que se muestran en el presente artículo son un ejemplo de su colaboración interdisciplinaria.

El presente manuscrito propone la evaluación psicofisiológica con imagen infrarroja térmica aplicada a diversos protocolos de investigación psicológica, como la expresión facial (voluntaria e involuntaria), la respuesta afectiva del paciente con dolor crónico, y la evaluación térmica de estrés cognitivo-afectivo<sup>1</sup>. Se enfatiza el uso de esta herramienta de medición para valorar los cambios psicofisiológicos que subyacen a procesos psicológicos; sin embargo, no es objeto mostrar al lector los resultados cuantitativos de cada una de las investigaciones reseñadas sobre los patrones de temperatura encontrados en las distintas poblaciones de estudio (los cuales están sometidos en revistas especializadas en termología y psicofisiología), pero sí el abanico de posibilidades para su aplicación en la investigación psicológica en México.

<sup>1</sup> De acuerdo con cada proyecto de investigación, los autores de este artículo del Grupo Mente-Cuerpo de la Facultad de Psicología de la UNAM trabajaron en conjuntamente con el grupo de investigación del doctor Morales, de la UAQ; el servicio de Oncología encabezado por la doctora Patricia Cortés Esteban, y la Clínica del Dolor, con el doctor Rafael Hernández Santos, ambos servicios del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE; y el servicio de Psicología, con la doctora Patricia Zamudio Silva, del Hospital Regional Ignacio Zaragoza, ISSSTE. Psicología.

## NATURALEZA DE LA INNOVACIÓN

### Medición de la temperatura periférica

En el campo de registro psicofisiológico existen dos vertientes principales de evaluación: las medidas centrales (que corresponden a la actividad del sistema nervioso central) y las medidas periféricas (utilizadas para la evaluación del sistema nervioso periférico: somático y autónomo). La temperatura periférica se inserta en la actividad autonómica. Se ha utilizado como un indicador del estado de salud de un paciente, el tono afectivo y el balance autonómico. La termografía ha sido correlacionada con la actividad electroencefalográfica y se ha llegado a conclusiones integrales entre los procesos cognitivos y las respuestas autonómicas. Su medición ha evolucionado desde los termómetros de mercurio, cristal termolíquido, termisores electrónicos, hasta la imagen infrarroja térmica.

Los termómetros convencionales se han utilizado en una amplia variedad de problemas psicofisiológicos asociados a la actividad autonómica simpática (como el dolor, el estrés y migrañas, entre otras).

La imagen infrarroja térmica, a diferencias de los equipos de registro térmico, supone tres ventajas técnicas para el registro psicofisiológico: 1) no requiere contacto con la piel del sujeto de estudio, permitiendo evaluar procesos psicológicos cognitivos, afectivos y/o conductuales; 2) el área de evaluación es considerablemente mayor al de los termómetros convencionales que sólo miden un punto en particular; un termograma permite analizar y comparar los cambios de temperatura durante un proceso psicológico (conducta, cognición o emoción) en las RIO de interés para el investigador, así como sus interacciones entre sí; por ejemplo, la relación entre la temperatura de los dedos de las manos y la nariz (figura 1), o la relación inversa entre la temperatura del músculo corrugador y la nariz durante un proceso estrés-relajación (Rodríguez-Medina et al., 2017), y 3) como ventaja adicional de equipo de registro psicofisiológico, la termografía presenta un costo-beneficio de portabilidad y reducción de presupuestos económicos para un grupo de investigación si se comparan con equipos comerciales de biofeedback con sensibilidad y especificidad similar; para abatir el costo, sólo se requiere diseñar, programar y/o adaptar el software de la cámara termográfica para valorar la sensibilidad, de acuerdo con la cantidad de píxeles que posea la imagen térmica.



Figura 1.

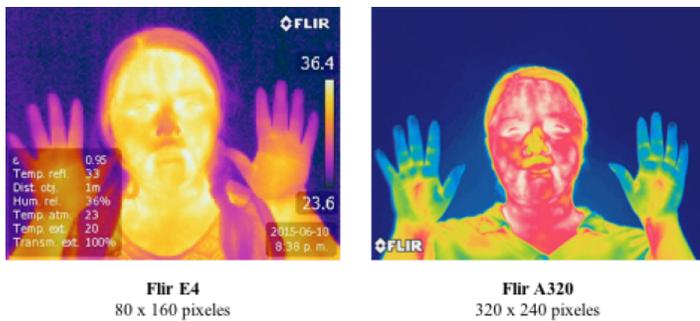
Diferentes regiones de interés observables (RIO), mano izquierda, mano derecha y nariz.

## CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

### Evaluación psicofisiológica térmica con diferentes cámaras

Para evaluar la temperatura y sus efectos clínicos o de investigación sobre una RIO existen dos maneras de hacerlo: 1) de forma visual-categorica, mediante el uso de la paleta de colores que se encuentra a un costado de la imagen térmica (cada color corresponde a una temperatura, indicando los valores máximos y mínimos de temperatura de cada termograma) y 2) de manera cuantitativa, donde cada píxel en una imagen térmica representa un valor de temperatura; de acuerdo al nivel de resolución de la cámara, se puede hacer una valoración confiable de la temperatura de una RIO.

Para hacer una valoración clínica rápida, como herramienta de gabinete en cualquier consultorio de hospital, clínica o centro de salud, basta con una cámara con una resolución de 80 x 160 píxeles. El costo del equipo aproximado es de 1,200 euros sin el software de sensibilidad para evaluación clínica. Para estudios de investigación conviene utilizar un equipo de mayor resolución, como uno de 320 x 240 píxeles, cuyo valor aproximado en el mercado es de 3,600 euros, y también requiere la programación de un software con sensibilidad y especificidad (Figura 2). Sin el software específico adaptado a las variaciones de temperatura del cuerpo humano, las cámaras térmicas tienen una sensibilidad de cambio que oscila entre 0.06 y 0.15 °C.



**Figura 2.**  
Diferentes cámaras de infrarrojo térmico: Flir A320 y Flir E4.

### Cualidades y condiciones generales de registro de infrarrojo térmico

Para propósitos de evaluación clínica, una resolución de 80 x 160 píxeles es suficiente para el monitoreo de una RIO en un paciente. Su utilidad clínica es superior a la de un termómetro electrónico cuya sensibilidad sólo se registra en la superficie de contacto, y es similar a la de equipos de registro psicofisiológico como los de biofeedback de coherencia de la variabilidad de la frecuencia cardiaca. Sin embargo, una de las características de la imagen infrarroja térmica es que no son invasivos ni obstructivos con la piel del paciente, es decir, no es necesario adherir ningún sensor al cuerpo del sujeto. Esto permite, además, un cuidado del equipo de infrarrojo térmico menor respecto al manejo de la instrumentación de los equipos de registro psicofisiológico convencionales que utilizan cables, optimizando el tiempo de medición tanto para la evaluación con el sujeto como para el guardado de los instrumentos.

Otra cualidad del equipo de imagen infrarroja térmica es su portabilidad, debido a que la cámara se puede transportar con facilidad al lugar de evaluación. Tiene un peso aproximado de 500 g, y se puede colocar en un tripíe a una distancia de un metro del sujeto.

Para realizar un registro de infrarrojo térmico es necesario mantener la temperatura constante de 22 °C  $\pm$  2°C de la sala de registro; el sujeto no debe haber ingerido estimulantes o depresores entre 6 y 2 horas previas al registro, y 3 horas sin alimentos. Además, es necesario que el sujeto permanezca en reposo cuando menos 10 minutos antes de iniciar el registro de la línea base o medición pretest, con el objetivo de asegurar que los cambios de temperatura se deban a la manipulación del experimentador. Lo que se pretende evaluar son los cambios físicos de temperatura debidos a los procesos psicológicos que el sujeto experimenta, o las condiciones que interfieren en la actividad autonómica. Para una revisión completa

de las condiciones de registro véase Fernández-Cuevas et al. (2015), Gómez et al. (2015) y Sillero et al. (2016).

## RANGO DE APLICACIÓN DE LA INNOVACIÓN

### Protocolos de evaluación psicofisiológica con infrarrojo térmico

Existen numerosas investigaciones del uso de la imagen térmica infrarroja como herramienta de evaluación psicofisiológica de procesos psicológicos, como la carga mental<sup>2</sup> (Gómez et al., 2015), la supresión de estrés psicofisiológico<sup>3</sup> (Tyler et al., 2015), la relajación<sup>4</sup> en un paciente con dolor crónico (Rodríguez-Medina et al., 2017), el estrés agudo<sup>5</sup> (Herborn et al., 2015), el tono psicofisiológico afectivo<sup>6</sup> (Cardone & Merla, 2014), regulación de las emociones interpersonales<sup>7</sup> (Güney, Sattel, Cardone & Merla, 2015), las tareas cognitivas (Pinti, Cardone & Merla, 2015), y la evaluación emocional (en adultos) de la respuesta a infantes (Esposito et al., 2014), entre otros estudios.

### Investigación psicofisiológica con imagen térmica infrarrojo térmico en México

En México los registros de termografía en el campo de la salud sólo se habían restringido a estudios en oncología o medicina interna. A partir de junio de 2015 se han realizado estudios psicofisiológicos pioneros en México con imagenología infrarroja térmica con el propósito de trasladar los estudios de laboratorio al campo de la psicología de la salud. Las líneas de investigación se han centrado en los cambios autonómicos térmicos asociados a la conducta facial (expresión facial emocional voluntaria e involuntaria) en sujetos médicamente sanos, mujeres sobrevivientes cáncer de mama y pacientes con dolor crónico; estrés cognitivo, mediante el paradigma de facilitación emocional; estrés social, con el uso del Trier Social Stress Test.

<sup>2</sup> Se define como la cantidad de esfuerzo mental en la memoria de trabajo.

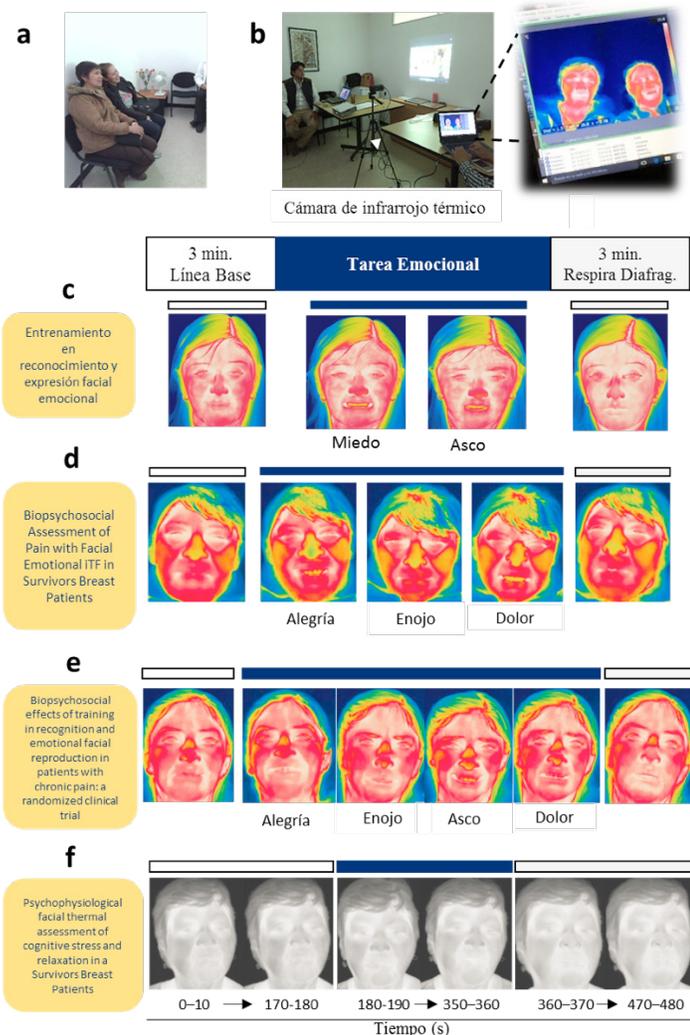
<sup>3</sup> Durante una respuesta de estrés se contraen vasos sanguíneos, inhibiendo su flujo y reduciendo la temperatura.

<sup>4</sup> La respuesta de relajación promueve un reflejo parasimpático vasodilatador.

<sup>5</sup> Referido como una respuesta de estrés durante una tarea de laboratorio (física o psicológica).

<sup>6</sup> La temperatura periférica (rostro, manos, pies) en sincronía con otros indicadores de estrés-relajación; por ejemplo, una temperatura elevada con una frecuencia cardiaca o presión arterial normal.

<sup>7</sup> Las relaciones afectivas agradables producen una sensación de "calidez", aumentando la temperatura periférica; caso opuesto si una persona se encuentra en una situación desagradable.



Enfoque experimental. (a) Colocación del sujeto para el registro psicofisiológico. (b) Registro térmico de la actividad autónoma de acuerdo con los paradigmas experimentales. (c) Conducta facial emocional voluntaria en sujetos clínicamente sanos (Rodríguez et al., 2015; datos inéditos). (d) Conducta facial emocional voluntaria en pacientes sobrevivientes de cáncer de mama (Rodríguez et al., 2015; datos inéditos). (e) Conducta facial emocional espontánea (Rodríguez et al., 2016; datos inéditos). (f) Estrés cognitivo (Rodríguez et al., 2017).

**Figura 3.**  
Protocolos de evaluación psicofisiológica térmica.

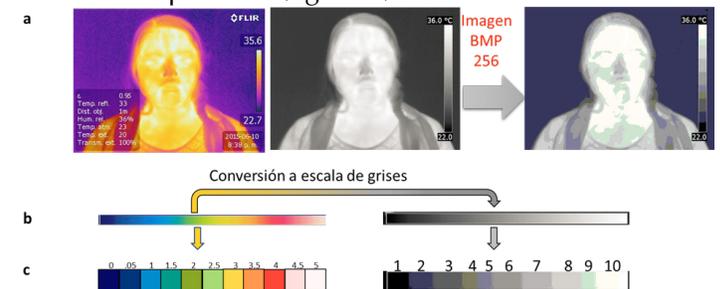
En la figura 3 se muestran los protocolos (de manera general) y algunos de los resultados de la actividad autónoma térmica de cada proyecto. Similar a Ioannou et al. (2014), se han identificado algunos patrones de temperatura en rostro (nariz, frente, barbilla y mejillas) y en manos de acuerdo con el estado afectivo; sin embargo, los cambios autónomos térmicos están más pronunciados en personas cuya respuesta inflamatoria (actividad inmunológica) es menor respecto a los cambios térmicos observados en participantes con un alto nivel de actividad inflamatoria (pacientes con dolor crónico, estrés crónico).

## FUNCIONAMIENTO DE LA INNOVACIÓN

### Evaluación categórica del termograma con imagen infrarroja térmica

De acuerdo con los objetivos del clínico o investigador, puede hacer una lectura visual de los datos de temperatura en las diferentes RIO que desee examinar mediante el uso de la paleta de colores que el termograma provee. Esta evaluación permite el monitoreo en tiempo real de la temperatura de un paciente o un sujeto en condiciones experimentales.

Para realizar un examen más detallado que la inspección, se puede optar por una evaluación categórica por medio de la conversión de cada termograma a un formato de imagen BMP 256, que indica que cada pixel de la imagen térmica se transforma en un rango de 256 colores que distingue el ojo humano. Éstos pueden agruparse en 10 intervalos (convirtiendo la imagen a una escala de grises, se pueden visualizar con claridad) y asignarse valores de acuerdo con el color que representa un nivel de temperatura (figura 4).



(a) El termograma se convierte en una escala de grises y se guarda en formato BMP 256. (b) La paleta de colores se cambia unidimensionalmente de negro a blanco con los diferentes matices del gris. (c) Una vez guardada la imagen en formato BMP, se agrupan los píxeles y se pueden distinguir visualmente en 10 intervalos, donde se les puede asignar un valor categórico.

**Figura 4.**  
Evaluación categórica. Conversión de un termograma a una imagen de BMP 256.

### Evaluación intervalar del termograma con imagen infrarroja térmica

Para realizar la evaluación intervalar de la imagen térmica es necesario un software adaptado para la medición de la temperatura en el cuerpo humano. En uno de los proyectos del Ingeniería en Mecatrónica (Benítez, Cruz & Morales, 2016) de la UAQ, se desarrolló un software capaz de registrar la temperatura de un termograma en el orden de cienmilésimas de grados centígrados. Cada termograma se compone de entre 300,000-400,000 píxeles. Cada pixel representa un dato de temperatura. Para tener una idea del número de píxeles de una RIO (por ejemplo, la nariz), contiene entre 1,500 a 1,800 datos de tempera-

tura por cada termograma. En las figuras 5 y 6 se resume el funcionamiento general del software.



El software es propiedad intelectual de los Ingenieros Benitez, Cruz & Morales [2016] de la UAQ.



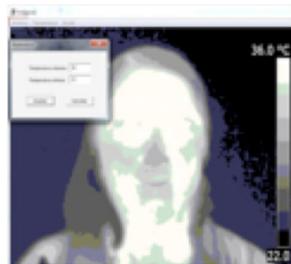
1

Selección de la imagen térmica en formato BMP.



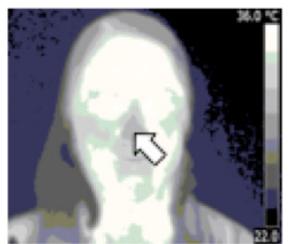
2

Abrir la imagen térmica en formato BMP.



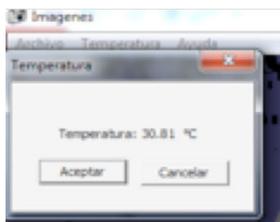
3

Abrir *Parámetros* para colocar el rango de temperatura máxima y mínima.



4

Seleccionar punto o área de la RIO.



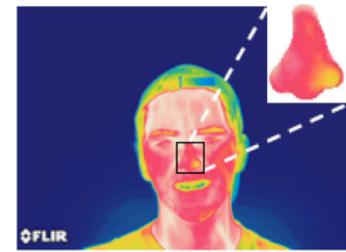
5

Ir a *temperatura* para obtener el valor térmico de la RIO.

**Figura 5.** Pasos para medir la temperatura periférica en una RIO en un punto en particular.

1

Abrir y guardar el termograma en formato BMP 256. Seleccionar el área de la RIO y guardarla en formato BMP 256.



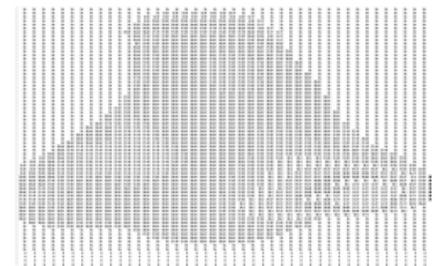
2

Abrir la imagen térmica en formato BMP 256 con el software Sistema de visión artificial para detección de termobiomarcadores (Benitez, Cruz & Morales, 2016).



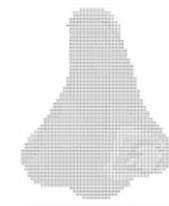
3

Ir al menú *Parámetros* para ingresar las temperaturas máxima y mínima. Posteriormente, seleccionar la superficie de la RIO. Ir a *Temperatura* y luego a *Área*. Esto abrirá un archivo .txt en la carpeta donde se guardó la imagen BMP 256.



4

En el archivo .txt filtrar las temperaturas máximas, mediante el menú de *Seleccionar y reemplazar con*, dejar el recuadro vacío.



**Figura 6.** Pasos para medir la temperatura periférica en una RIO en un área en particular.

## CONCLUSIONES

La evaluación de los cambios autonómicos asociados a distintas actividades psicológicas se ha documentado en diversas investigaciones (Kreibig, 2010). Los estudios psicológicos exploratorios México que se presentaron siguen esta misma ruta bidireccional entre las bases biológicas de la actividad autonómica-inmunológica y su utilidad clínica en pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles, y evaluar las interacciones entre el sistema nervioso autónomo y la actividad inflamatoria, como en el caso pacientes con dolor crónico oncológico y no oncológico.

La termografía aplicada a la evaluación psicofisiológica de procesos psicológicos (cognitivos, afectivos, conductuales, sociales) constituye una opción viable para la investigación psicológica de economías emergentes

como la de México. Su rango de aplicación es amplio, y se sugiere su incorporación en diversos contextos como en el campo de la Psicología Clínica y de la Salud, para trastornos afectivos (Herborn et al., 2015), psicofisiológicos (como el dolor crónico) (Güney et al., 2015; Rodríguez-Medina et al., 2017) y de regulación emocional; en materia de Psicología Social Experimental, para evaluar las interacciones socioafectivas (Esposito et al., 2014); en Psicología Educativa para valorar procesos cognitivos del aprendizaje y su carga afectiva asociada (Pinti et al., 2015); en el terreno de la Psicología Fisiológica, para la evaluación de la influencia de un fármaco o sustancia en temperatura de animales o humanos bajo condiciones experimentales (Tyler et al., 2015).

Debido a su amplia utilidad en la investigación básica, aplicada y clínica, se sugiere continuar explorando las fortalezas de esta herramienta tecnológica y, en su caso, documentar las limitaciones en diversos protocolos de evaluación psicológica. Desde esta perspectiva, se propone la colaboración interdisciplinaria en proyectos de investigación clínica (Ingeniería en Mecatrónica, Medicina y Biomedicina, entre otras), mediante el uso de biomarcadores que muestren un nivel de evidencia para la evaluación de procedimientos psicológicos. Dentro de sus limitaciones se encuentra el costo elevado de los equipos importados de infrarrojo térmico. Para suplir esa complicación, actualmente se desarrollan prototipos de cámara infrarroja térmica portátiles con resolución 80 x 120 píxeles y 160 x 240 píxeles gracias a la colaboración interdisciplinaria. Otra limitación importante para el estudio de los cambios autonómicos es la necesidad de que el participante no haya ingerido alimentos o cualquier tipo de estimulante (cafeína, tabaco) entre 24, 12 o 2 horas previas al estudio, de acuerdo con el objetivo del mismo. Este punto destaca en el contexto hospitalario donde la adherencia de los pacientes es fundamental para hacer el registro adecuado. No obstante, por ser una tecnología no invasiva, el paciente no se siente incómodo, haciendo amigable el monitoreo psicofisiológico para él y para el clínico. ■

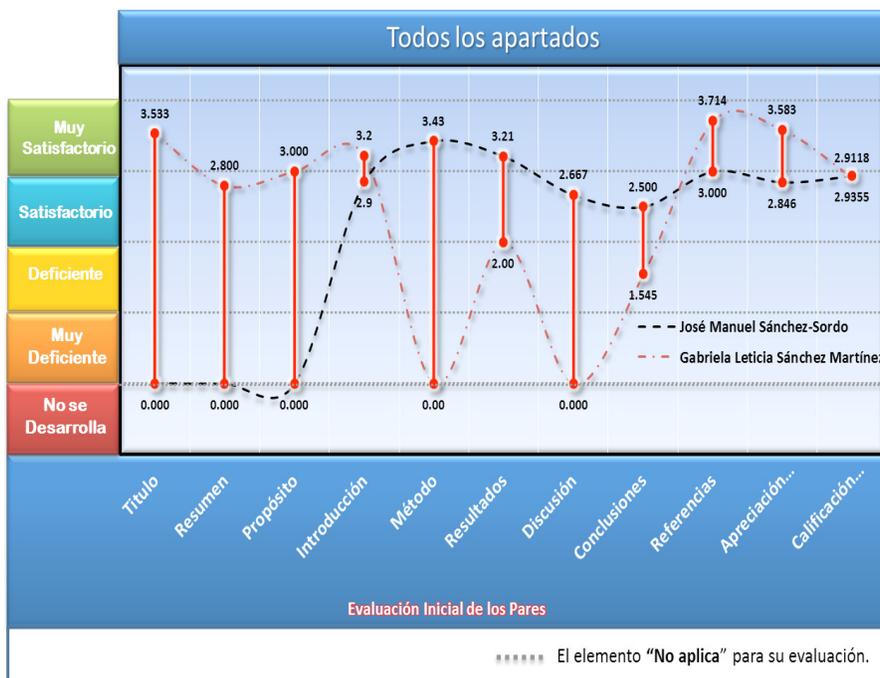
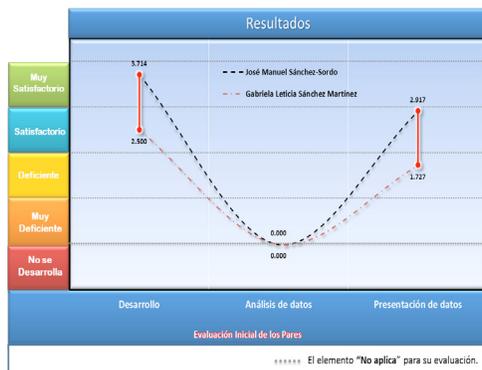
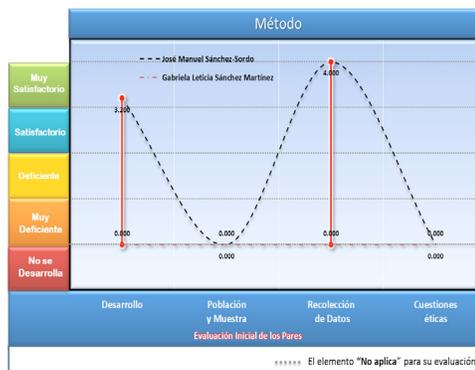
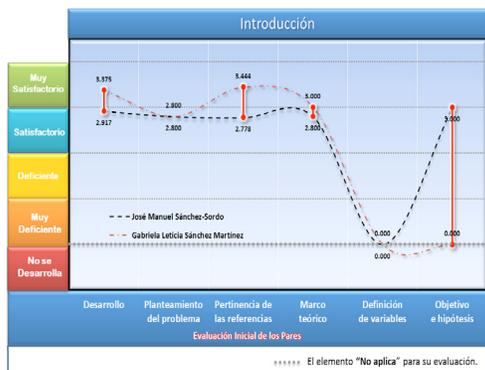
## REFERENCIAS

- Benítez, J., Cruz, I., & Morales, L. (2016). Sistema de visión artificial para detección de termobiomarcadores. México.
- Cardone, D., & Merla, A. (2014). The thermal dimension of psychophysiological and emotional responses revealed by thermal infrared imaging. 2014 IEEE International Conference On Image Processing (ICIP). <http://dx.doi.org/10.1109/icip.2014.7025389>
- Esposito, G., Nakazawa, J., Ogawa, S., Stival, R., Putnick, D., & Bornstein, M. (2014). Using infrared thermography to assess emotional responses to infants. *Early Child Development and Care*, 185(3), 438-447. <http://dx.doi.org/10.1080/03004430.2014.932153>
- Fernández-Cuevas, I., Bouzas Marins, J., Arnáiz Lastras, J., Gómez Carmona, P., Piñonosa Cano, S., García-Concepción, M., & Sillero-Quintana, M. (2015). Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans. *Infrared Physics & Technology*, 71, 28-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007>
- Gómez, E., Salazar, E., Domínguez, E., Iborra, O., de la Fuente, J., & de Córdoba, M. (2015). Neurotermografía y termografía psicósomática (1a. ed.). Granada: Ediciones Fundación Internacional Artecittà.
- Güney, Z., Sattel, H., Cardone, D., & Merla, A. (2015). Assessing embodied interpersonal emotion regulation in somatic symptom disorders: a case study. *Frontiers In Psychology*, 6(68), 1 - 14. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00068>
- Herborn, K., Graves, J., Jerem, P., Evans, N., Nager, R., McCafferty, D., & McKeegan, D. (2015). Skin temperature reveals the intensity of acute stress. *Physiology & Behavior*, 152, 225-230. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.09.032>
- Ioannou, S., Gallese, V., & Merla, A. (2014). Thermal infrared imaging in psychophysiology: Potentialities and limits. *Psychophysiology*, 51(10), 951-963. <http://dx.doi.org/10.1111/psyp.12243>
- Kano, F., Hirata, S., Deschner, T., Behringer, V., & Call, J. (2016). Nasal temperature drop in response to a playback of conspecific fights in chimpanzees: A thermo-imaging study. *Physiology & behavior*, 155, 83-94.
- Kreibig, S. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion. *Biological Psychology*, 84(3), 394-421. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.03.010>
- Kuraoka, K., & Nakamura, K. (2011). The use of nasal skin temperature measurements in studying emotion in macaque monkeys. *Physiology & behavior*, 102(3), 347-355.
- Pinti, P., Cardone, D., & Merla, A. (2015). Simultaneous fNIRS and thermal infrared imaging during cognitive task reveal autonomic correlates of prefrontal cortex activity. *Scientific Reports*, 5(1). <http://dx.doi.org/10.1038/srep17471>
- Rodríguez-Medina, D., Cruz, I., Domínguez, B., Morales, L., Leija, G., & Cortés, P. (2017). Psychophysiological facial thermal assessment of the relaxation in a patient with osteoarthritis. *Pan American Journal Of Medical Thermology*, 3(1), 33-36. <http://dx.doi.org/10.18073/2358-4696/PAJMT.V3N1P33-36>
- Rustemeyer, J., Radtke, J., & Bremerich, A. (2007). Thermography and thermoregulation of the face. *Head & Face Medicine*, 3(1). <http://dx.doi.org/10.1186/1746-160x-3-17>
- Sillero, M., Fernández, I., Arnáiz, J., & Bouzas, J. (2016). Protocol for thermographic assessment in humans. Pre-Congress XIII EAT Congress Course on "Medical applications of human thermography (pp. 1-57). Madrid. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1749.2969>
- Tyler, W., Boasso, A., Mortimore, H., Silva, R., Charlesworth, J., & Marlin, M. et al. (2015). Transdermal neuromodulation of noradrenergic activity suppresses psychophysiological and biochemical stress responses in humans. *Scientific Reports*, 5(1). <http://dx.doi.org/10.1038/srep13865>

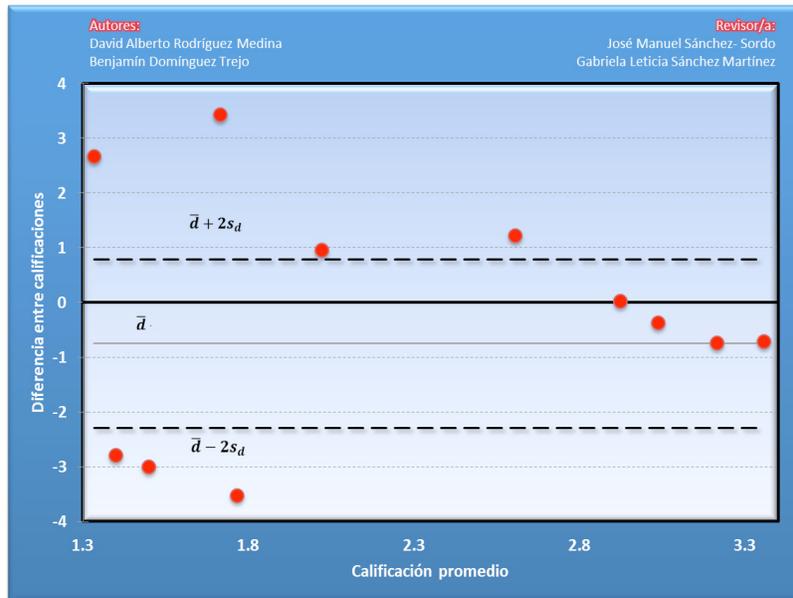


## DIMENSIÓN CUANTITATIVA

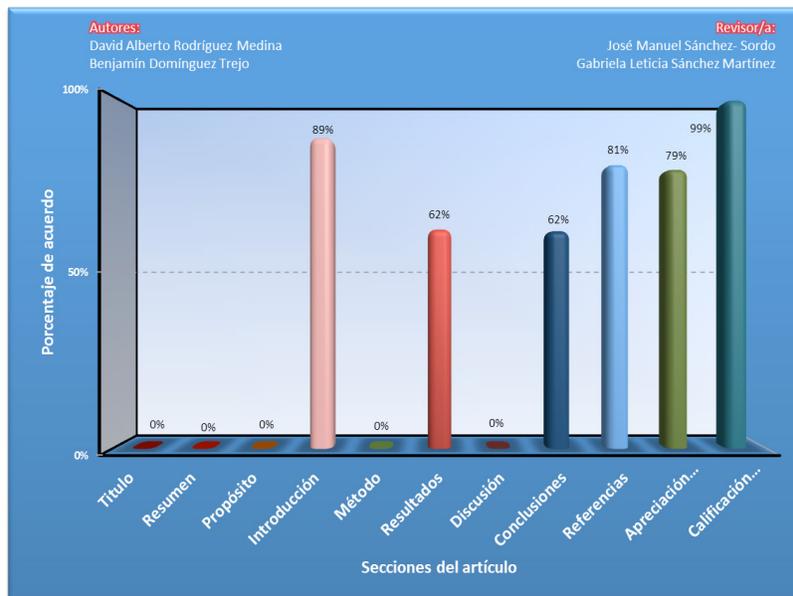
### Perfil de Evaluación entre pares



## Índice de Concordancia



## Índice de Acuerdo



## DIMENSIÓN CUALITATIVA

Revisor 1	Revisor 2
José Manuel Sánchez-Sordo	Gabriela Leticia Sánchez Martínez
<b>Título/Autoría</b>	
	El título es general, abarca el tema central del trabajo; pero habría que revisar las palabras clave. En el título no se menciona la expresión facial ni la actividad simpática. Del mismo modo, faltaría especificar un poco más sobre la temática del trabajo. Revisar datos de los autores, p.ej. el correo electrónico del segundo autor.
<b>Resumen</b>	
	No hay división en párrafos dentro del resumen. Dentro del resumen se habla sobre personas sanas, con cáncer de mama y dolor crónico, pero no se hace referencia a ello de en el título del trabajo; tampoco se mencionan estrés cognitivo y social. El título es más general y parece que aquí se acota la temática, aunque tampoco se ve reflejado dentro de las palabras clave; sin embargo, al estar dentro del resumen da la impresión de que son puntos importantes del trabajo.
<b>Propósito del Estudio</b>	
	El documento es de revisión teórica. Se propone el uso de Imagen infrarroja térmica, sin embargo, no se profundiza en el tema. Se mencionan algunos estudios de manera muy general.
<b>Introducción</b>	
Todo bien.	El trabajo es de revisión teórica, no presenta como tal hipótesis ni objetivos. Falta profundizar en la revisión teórica, menciona varios datos pero falta relacionarlos con el título, y las palabras clave. Menciona otros temas, que no se mencionan dentro del resumen.
<b>Método</b>	
Varios apartados no aplican para este tipo de artículo.	No lo hay. Es un documento de revisión teórica.

Revisor 1	Revisor 2
<b>Resultados</b>	
Presenta imágenes ilustrativas.	Pese a ser una revisión teórica, faltaría explicar los resultados de las investigaciones que se mencionan en el marco teórico, más allá de mostrar las imágenes. Sería importante mencionar si hay patrones térmicos identificados con base a la expresión emocional, al dolor, etc. No queda claro el porque mencionar de inicio en el resumen el dolor crónico y el cáncer de mama; así como el estrés. Se entiende que hay cambios térmicos con base a diferentes situaciones; sin embargo, habría que identificar diferencias o considerar correlaciones entre p.ej. la emoción y la temperatura registrada; el dolor y los cambios térmicos, etc. Las imágenes son ilustrativas, pero p.ej. en el caso de la figura 3, se ven diferentes expresiones emocionales de diferentes grupos; sin embargo, no se menciona más al respecto: si hay o no diferencias, en dónde radican; si es igual sin importar la condición de la persona evaluada, etc.
<b>Discusión</b>	
Debería problematizar más el uso de esta tecnología.	El documento no presenta discusión.
<b>Conclusiones</b>	
Debería de tener más datos empíricos ya que con pocos datos proponen el uso de imagen térmica como la mejor opción sin mencionar sus contras.	Se revisaron varias investigaciones dentro del marco teórico; sin embargo, no se retoman en las conclusiones. Falta concretar los resultados de la revisión teórica y con base en ello redactar las conclusiones del trabajo. El tema puede explotarse más.
<b>Referencias</b>	
Bien.	Revisar que el formato general cumpla en todas con los criterios del APA.

