



**Universidad
Europea** MADRID

TRABAJO FIN DE GRADO

**El “Efecto Pinocho”: la aportación de la termografía en la
detección de la mentira**

Autora: Azul Asenjo Pérez

Tutora: Celia Ibáñez del Prado

Grado en Psicología

**Facultad de Ciencias Biomédicas y Salud
Universidad Europea de Madrid**

Número de palabras: 6509

DEDICATORIA

A mi mamá y a mi papá, por agarrarme la mano aún más fuerte en los malos momentos.
Por apoyarme incondicionalmente siempre.
Por ser mi brújula cuando no me encuentro.
Por ser la sombra de mis pasos.
Os quiero infinito.

A mis abuelos, por ser luz, magia, vida y felicidad.
Deberíais ser eternos.
Os quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora Celia Ibáñez, por confiar en mí desde el primer momento, por acompañarme en este camino y darme la calma en mis momentos de tormenta.

A la empresa HIKmicro Division de HIKvision, por ceder de forma generosa la cámara térmica modelo G60 gracias a la cual ha sido posible realizar el experimento, y en especial a Gema Hu, a Javier Martín Montalbán, a Manuel González y a Juan Carlos Cabezón.

Al IES Gregorio Marañón, por las facilidades dadas para la realización del experimento en las instalaciones del Centro.

A Marta Rodríguez, por su ayuda desinteresada.

A Ana Ramírez, por su aportación en la logística del experimento.

A los todos los participantes en el experimento, por su actitud positiva.

A P., por muchos años más cantando a todo volumen en el coche y acabar riéndonos ante cualquier situación y en cualquier momento. Tu sonrisa y tu amistad me da vida.

A N., por nuestros planes de futuro que ojalá se conviertan en presente.

Y a Ivi, por su ayuda y su apoyo infinito, por sus abrazos curativos, por ser hogar, porque juntos somos el mejor equipo. Seguimos sumando, seguimos apostando.

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar las variaciones de temperatura registradas mediante la imagen térmica que se producen en la punta de la nariz como reacción fisiológica al mentir. Consiste en un experimento realizado en condiciones de laboratorio con un total de 55 personas de edades comprendidas entre los 18 y los 34 años en el que, de forma aleatoria, unos sujetos debían decir la verdad y otros mentir deliberadamente sobre el contenido de una caja a preguntas de un agente de la autoridad. El análisis de los resultados obtenidos arroja que en el 80% de las personas que mienten se mantiene o disminuye la temperatura de la punta de la nariz, que en dos de cada tres de estos sujetos se da un descenso medio de $0,59^{\circ}\text{C}$ y que en ningún caso en las personas que dicen la verdad se registra una bajada de la temperatura nasal. En conclusión, el estudio avala y profundiza en la reacción conocida popularmente como “Efecto Pinocho” que consiste en el enfriamiento de la punta de la nariz al mentir y reafirma las posibilidades que puede brindar el desarrollo de la termografía para contribuir a la detección de la mentira y la verdad, anticipando un futuro que ya es presente.

Palabras clave: mentira, termografía, Efecto Pinocho.

Abstract

The purpose of this work is to study temperature variations recorded by thermal image that occur at the tip of the nose as a physiological reaction to lying. The study consists of an experiment carried out under laboratory conditions with a total of 55 people between the ages of 18 and 34 in which, randomly, some subjects had to tell the truth and others had to deliberately lie about the contents of a box to questions asked by an authority. The analysis of the results shows that in 80% of the people who lie the temperature of the tip of the nose is maintained or decreased, that in two out of three of these subjects there is an average decrease of 0.59°C and that in no case in people who tell the truth is there a drop in nasal temperature. In conclusion, the study endorses and deepens in the reaction popularly known as the "Pinocchio Effect" consisting of the cooling of the tip of the nose when lying and reaffirms the possibilities that the development of thermography can offer to contribute to the detection of lies and for detecting the truth by anticipating a future that is already present.

Key words: lie, thermography, Pinocchio Effect.

ÍNDICE GENERAL

Contenidos	Página
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo General	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
1.2 Hipótesis	16
2. METODOLOGÍA	17
2.1 Diseño	17
2.2 Participantes	17
2.3 Instrumentos	18
2.4 Procedimiento	20
2.5 Análisis de datos	20
3. DISCUSIÓN	27
3.1 Limitaciones del estudio	30
3.2 Futuras líneas de investigación	30
4. CONCLUSIONES	31
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
6. ANEXOS	40
6.1 Anexo 1: Modelo de consentimiento informado de los participantes	40

6.2 Anexo 2: Imagen de la disposición de la sala en la que se realiza el experimento	41
6.3 Anexo 3: Imagen de la disposición de la sala contigua a la del experimento	41
6.4 Anexo 4: Consentimiento firmado por el I.E.S. Gregorio Marañón	42
6.5 Anexo 5: Imagen de la cámara térmica empleada (modelo G60 del fabricante HIKmicro Division de HIKvision)	43
6.6 Anexo 6: Imagen de las cajas a describir por los sujetos que dicen la verdad	43
6.7 Anexo 7: Desarrollo detallado del experimento y guión de la autoridad	44
6.8 Anexo 8: Hoja de instrucciones a seguir por los participantes que mienten	49
6.9 Anexo 9: Hoja de instrucciones a seguir por los participantes que dicen la verdad	50
6.10 Anexo 10: Modelo de cuestionario inicial	51
6.11 Anexo 11: Modelo de cuestionario final	51
6.12 Anexo 12: Algunos ejemplos de imágenes que registran la variación de la temperatura en los sujetos que mienten	52
6.13 Anexo 13: Algunos ejemplos de imágenes que registran la variación de la temperatura en los sujetos que dicen la verdad	54
6.14 Anexo 14: Algunos ejemplos de imágenes que registran el aumento de la temperatura en el cráneo y pecho mientras desciende la temperatura de la nariz al mentir	57
6.15 Anexo 15: Algunos ejemplos de imágenes que registran la variación de la superficie térmica en los sujetos que mienten	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1 – Datos descriptivos categóricos	22
Tabla 2 – Datos descriptivos cuantitativos	23
Tabla 3 – Medias y porcentajes de variación de la temperatura del grupo control y del grupo experimental	24
Tabla 4 – U de Mann Whitney	26
Tabla 5 – Correlaciones: Spearman y Pearson	27

1. INTRODUCCIÓN

La mentira es una afirmación consciente y deliberada de que lo que se está diciendo no es verdad, por ser falso o por ocultar u omitir información (Ekman, 2020); o en otras palabras, por presentar subjetivamente una información de forma distorsionada e interesada (Blandon-Gitlin et al., 2017). En la mentira hay un propósito intencionado de engañar, de decir algo contrario a lo que uno sabe, piensa o siente (Real Academia Española, s.f.) y al mismo tiempo conlleva un riesgo de que sea descubierta.

La mentira es una reacción adaptativa en la que se busca un beneficio en términos de obtención de algo positivo o de evitar un castigo (Ekman, 2020). Forma parte de la condición humana que se activa alrededor de los 3 años y que se desarrolla durante la primera infancia y se mantiene presente durante toda la vida (Górriz e Ibabe, 2021). Nietzsche (1873) sostiene que lo realmente inconcebible en el ser humano es que surja un impulso por la verdad. La mentira no solo se enmarca en una dimensión ética, mentira *versus* honestidad, también es una actividad social cotidiana cuya detección cobra interés en diferentes campos de la psicología y especial relevancia en ámbitos muy diversos como son los de la política, la economía o la seguridad.

Llegados a este punto la cuestión se centra en si existe la posibilidad de detectar cuándo una persona miente a partir de sus diferentes manifestaciones y alteraciones que pudieran producirse simultáneamente. Es evidente que a veces descubrimos el engaño, pero algo bien diferente es si existe la posibilidad de establecer un procedimiento o servirse de una máquina con un alto porcentaje de fiabilidad. A día de hoy la comunidad científica y jurídica aún no otorgan validez a los resultados obtenidos con distintas herramientas, al considerar incontrolables las múltiples variables que afectan a los resultados, como puede ser el estado

anímico de la persona en relación a su nerviosismo y distracción e incluso por razón de su sexo, limitando su utilidad al reconocimiento de factores asociados a la mentira (Medina y Gómez, 2019). En 2016, la APA (*American Psychology Association*) publicó un artículo en el que se aboga por el desarrollo de técnicas proactivas que los entrevistadores usen en un interrogatorio que delaten el engaño (Zimmerman, 2016).

A lo largo de la historia ha existido un interés por extraer la verdad utilizándose métodos diversos, entre los que cabe citar la tortura, la administración de fármacos y otras drogas para anular la voluntad del sujeto como el denominado suero de la verdad compuesto al 2% de clorhidrato mórfico y al 1% de bromhidrato de escopolamina, o incluso recurrir a la hipnosis (González y Manzanero, 2021).

La técnica Reid es uno de los procedimientos policiales más usados para el interrogatorio. Está formada por tres técnicas interrelacionadas: el BAI (*Behavior Analysis Interview*) consistente en una entrevista no acusatoria; el análisis de indicadores verbales y no verbales de engaño y, finalmente un interrogatorio inculpatario en el caso de que se haya evaluado y concluido una alta posibilidad de culpabilidad de la persona (González y Manzanero, 2021). Esta técnica de interrogatorio se fija no solo en las respuestas verbales sino también en el comportamiento no verbal a partir de un modelo que funciona como indicadores delatores de que esa persona pudiera estar mintiendo (Blair et al., 2004). Sin embargo, la técnica Reid plantea limitaciones ya que al focalizarse en aquellos indicios que pudieran determinar la mentira, predispone al interrogador en esta dirección, por lo que se apunta la necesidad de también entrenar a los policías para saber detectar testimonios veraces (Alonso et al., 2009).

En ocasiones hemos oído decir “me quedé helado al saber que...”, “me puse colorada cuando...”, etc. Estas frases populares dejan entrever que el procesamiento mental de ciertas informaciones provoca cambios fisiológicos en nuestro cuerpo. La incorporación de la tecnología para la detección de la mentira lleva planteándose desde hace tiempo con la finalidad de detectar los cambios psicofisiológicos que se producen cuando una persona miente. La oscilación de temperatura (termografía), las microexpresiones faciales (electromiografía y biometría), la tasa cardíaca y respiratoria (polígrafo), la dilatación pupilar (*eyedetect*), el registro de la actividad cerebral a través de la resonancia magnética (RMf) o de la actividad eléctrica mediante el electroencefalograma (EEG) están entre los indicadores biológicos (biomarcadores) sobre los que más se ha trabajado como respuesta o estado del individuo al mentir.

Desde 2016 la Unión Europea financia un proyecto piloto de detector de mentiras con inteligencia artificial para implementarlo en el control de fronteras (Barredo, 2018). La Comisión Europea subvenciona con 4,5 millones de euros el *iBorderCtrl* que se basa en un dispositivo portátil capaz de procesar datos biométricos: discernir entre 38 microgestos que se dan durante las respuestas a preguntas del agente tales como “¿qué llevas en la maleta?” (Comisión Europea [CORDIS], 2018). Este sistema debería cumplir los requerimientos de máximo nivel de seguridad combinado con costes operacionales mínimos, así como con la celeridad en los procedimientos (Crockett et al., 2017). Sin embargo, este proyecto no está exento de polémica pues la automatización de los procesos de control de viajeros mediante el uso de dispositivos abre la posibilidad de elaborar perfiles de viajeros resultante del tratamiento de los cada vez más datos disponibles, por lo que la tecnología deberá ser mucho más precisa para detallar el riesgo individual que representa cada persona (Stoklas, 2016).

En octubre de 2021 la Universidad de Tel Aviv (Israel) publicó un estudio bajo el título *Lie to my face: An electromyography approach to the study of deceptive behavior* (Shuster et al., 2021) en el que plantea la detección de la mentira a través de la monitorización e interpretación, mediante electrodos, de los cambios que se producen en los músculos faciales, principalmente en la zona de las cejas y las mejillas. Hablan de una tasa de éxito del 73%. Se plantean en un futuro próximo la sustitución de electrodos por cámaras de alta resolución asistidas por un software que detecte estas microexpresiones con un amplio abanico de posibilidades de implementación en aeropuertos, dependencias policiales y departamentos de recursos humanos.

En esta misma línea en 2022 ha salido publicado el estudio titulado *Brain Fingerprinting and Lie Detection: A Study of Dynamic Functional Connectivity Patterns of Deception Using EEG Phase Synchrony Analysis* (Gao et al., 2022), que se fundamenta en el análisis de la actividad bioeléctrica cerebral contrastando las gráficas de las diferentes ondas *delta, theta, alfa, beta* y *gamma* que se obtienen entre una persona que miente y otra que dice la verdad.

Los sistemas de integración híbrida hombre-máquina se presentan como una posibilidad altamente fiable para la detección de la mentira (Kleinberg y Verschuere, 2021). Reseñar los estudios llevados a cabo por la Sección de Análisis de la Conducta de la Policía Nacional en la detección de las conductas criminales desde la experiencia y conocimiento de los analistas asignados al caso que se sirvieron de la tecnología de manera suplementaria consistente en el análisis de la expresión facial a través de un software de codificación (Martínez et al., 2018).

Desde principios del siglo actual, se lleva estudiando los cambios de temperatura asociados a la mentira mediante la termografía. Golaszewski, Zajac y Widacki (2015) hacen una recopilación de los principales experimentos y aportaciones realizados con registro de imágenes térmicas cuando se da el engaño. En un primer momento se vio la posibilidad de utilizarse de manera complementaria al polígrafo (Pavlidis y Levine, 2002) a los que siguieron otros estudios que hacían hincapié en la variación de la temperatura frontal al mentir (Zhu et al., 2007), centrados en los cambios de temperatura en condiciones experimentales (Panasiti et al., 2016) y con la vista puesta en posibilidades prácticas para el control del tránsito de pasajeros en los aeropuertos (Warmelink et al., 2011). En España reseñar los estudios llevados a cabo durante los últimos años por la Universidad de Granada (Moliné et al., 2017) que plantean que cuando un sujeto miente, la temperatura de la nariz y de la frente varían respecto a su estado inicial, fenómeno popularizado bajo el nombre de “Efecto Pinocho”.

La técnica de la termografía consiste en registrar mediante imágenes las variaciones de calor emitidas por una superficie, en concreto de la piel (Real Academia Española, s.f.). Hay autores que afirman que al mentir, el individuo realiza un esfuerzo cognitivo adicional (Martín, 2021) aunque hay otros que lo tildan de falsa creencia y sostienen que no siempre es más complejo mentir que decir la verdad (Blandon-Gitlin et al., 2017). La detección de la mentira a través de un aumento de carga cognitiva, entre otras técnicas animando a los entrevistados a explayarse y a responder a preguntas inesperadas conseguiría un mejor resultado por lo que se establecería una diferencia en el tiempo que tarda una persona al decir la verdad o al mentir ante diferentes preguntas (Vrij et al., 2016). En cualquier caso, hay una coincidencia general de que se producen diferencias psicofísicas entre las personas que dicen la verdad y las que mienten, bien sea por el mayor esfuerzo cognitivo que puede requerir mentir o por las emociones generadas asociadas a dicha situación. Por lo tanto, siendo la temperatura un

indicador fisiológico, podría emplearse también como un marcador psicológico (Salazar y Gómez-Milán, 2016).

Una de las cuestiones a tener en cuenta reside en qué punto facial se debe de tomar la temperatura. La mayoría de los experimentos eligen los extremos de los ojos más próximos a la nariz (Rajoub y Zwigelaar, 2014), es decir, el punto lacrimal (Bedoya-Echeverry et al., 2017), las zonas orbitales de los ojos (Tsiamyrtzis et al., 2007), en las comisuras de los labios (Jain et al., 2012), la frente o la punta de la nariz (Moliné et al., 2017) y en las comisuras de los labios (Jain et al., 2012). Tampoco hay una unanimidad en cuanto a la horquilla de variación de temperatura que pudiera producirse entre la temperatura final y la inicial durante el proceso en el que las personas mienten. Hay estudios que la sitúan en un variación de casi 3 grados centígrados de diferencia (Warmelink et al., 2011), otros la sitúan en 1,2 grados centígrados (Bedoya-Echeverry et al., 2017) e incluso menor (Moliné et al., 2017). Es necesario considerar que los resultados están ligados a las características técnicas de las cámaras relativas a los sensores de captación de infrarrojos y a la resolución o número de píxeles que genera el sensor en una superficie. Por ende, la creciente mejora de la tecnología de las cámaras permitirá una mayor exactitud y precisión en los datos obtenidos y superar este hándicap que recorre las conclusiones de los estudios realizados hasta la fecha (Park et al., 2013).

La detección de la mentira a través de la utilización de la tecnología y en concreto de la inteligencia artificial en asuntos de criminalidad es un tema de actualidad que trasciende por sus consecuencias jurídicas. Así lo evidencia el informe elaborado por la Comisión de Libertades Civiles, Justicia y Asuntos de Interior (LIBE) titulado *Report on artificial intelligence in criminal law and its use by the police and judicial authorities in criminal matters*

refrendado por el Parlamento Europeo en 2021 donde se que plantean interrogantes sobre los límites y usos de estas tecnologías.

Hoy en día, la tecnología como herramienta para la detección del engaño carece de validez jurídica en nuestro país. Así lo recoge la jurisprudencia española en la sentencia del 1 de febrero de 2017 de la Sala Segunda de lo Penal del Tribunal Supremo (STS 1008/2016) afirmando que

“Desde la óptica material debemos tener presente que un instrumento de detección de mentiras carece de homologación científica oficial en nuestro país, como tampoco existe titulación oficial que avale su utilización y la fiabilidad de los resultados. Además -como certeramente aporta el Fiscal en su informe- la utilización de tales instrumentos, como de otras técnicas similares, ya sean exámenes o pruebas psicológicas, tendrían una dudosa constitucionalidad en atención al derecho a no declararse culpable proclamado en nuestra Carta Magna, que podría verse afectado, al tiempo que se pretendería de ese modo sustituir la función de valoración de la prueba, incluida la credibilidad del acusado, competencia exclusiva y excluyente de jueces y tribunales.”

Mientras tanto, subrayar el hecho de que el futuro va en la línea de fabricar cámaras con las que se puedan registrar simultáneamente imágenes térmicas, microexpresiones y la actividad cerebral incluidas en otros dispositivos que también incorporen nuevos biomarcadores; *big datas* que harán posible la gestión de un sinfín de datos cada vez en menos tiempo y la aplicación de la inteligencia artificial por la que estos equipos aprenderán de su pasado con el objetivo de conseguir discernir con fiabilidad en diversos escenarios entre las personas que mienten y las que dicen la verdad.

1.1 Objetivos

En el marco de la detección de la mentira a través de sistemas tecnológicos integrados y en concreto las aportaciones que pudiera hacer el uso de la termografía, se plantean los siguientes objetivos en el presente estudio.

1.1.1 Objetivo General

Estudiar en condiciones de laboratorio si se producen alteraciones en la temperatura nasal y en concreto en la punta de la nariz en las personas mayores de edad como reacción fisiológica al mentir. Estas variaciones referirían al contenido de un mensaje consciente y deliberado de que lo que se está diciendo no es verdad.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Registrar los cambios en la temperatura nasal que pudieran producirse en los sujetos que mienten y en los que dicen la verdad, considerando un estado inicial y uno final.
- Analizar las diferencias de los registros de temperatura nasal entre las personas que mienten y las que dicen la verdad.
- Comparar el tiempo empleado en el relato entre las personas que mienten y las que dicen la verdad.
- Estudiar la correlación que pudiera darse entre la variación en la temperatura nasal y las variables de sexo, nerviosismo inicial y distracción inicial.

1.2 Hipótesis

- Cuando un sujeto miente, se produce una disminución de la temperatura en la punta de la nariz.

- Cuando un sujeto dice la verdad, no se produce un descenso de la temperatura en la punta de la nariz.
- Los sujetos que mienten tardan más tiempo en su relato que las personas que dicen la verdad.
- La alteración de la temperatura nasal y las variables de sexo, nerviosismo inicial y distracción inicial no influyen en los resultados.

2. METODOLOGÍA

2.1 Diseño

Esta investigación consiste en un estudio experimental realizado en condiciones de laboratorio en el que se medirán y compararán las variaciones de temperatura nasal, y más concretamente en la punta de la nariz, que pudieran producirse respecto al estado inicial de los sujetos al mentir (grupo experimental) y al decir la verdad (grupo control).

2.2 Participantes

Este estudio está compuesto por población general mayor de edad y residente en Madrid. No se establece ningún criterio de inclusión ni de exclusión más allá de la mayoría de edad y la voluntariedad y conformidad de los participantes para formar parte del experimento firmando previamente un consentimiento informado (ver anexo 1). Inicialmente se cuenta con una muestra de 60 participantes: uno se elimina por daltonismo, otro por haber consumido sustancias estimulantes, un tercero por tener fiebre y otros dos que tampoco estaban en condiciones adecuadas por mostrarse alterados tras una discusión. En resumen, se cuenta con una muestra final válida de N=55.

2.3 Instrumentos

El experimento se lleva a cabo en dos salas contiguas acondicionadas (ver anexo 2 y anexo 3) cedidas por el I.E.S Gregorio Marañón de Madrid (ver anexo 4).

La cámara termográfica utilizada en este experimento es el modelo G-60 de *Hikmicro Division* de *HIKvision* (ver anexo 5), uno de los principales fabricantes mundiales que diseña y manufactura sus propias cámaras. Es un equipo de alta gama con una resolución de 640x480 píxeles. Incorpora el propio sensor del fabricante y además cuenta con una lente que deja pasar los rayos infrarrojos sin filtrarlos. La cámara dispone de un sistema electrónico para obtener registros precisos. Así, se ha configurado que el coeficiente de emisividad del cuerpo humano que es de 0,97¹. La sensibilidad térmica de esta cámara (*NETD, noise equivalent temperature difference*) consigue discriminar entre variaciones de 0,004 grados de temperatura entre un pixel y otro; dato que reviste especial importancia porque las cámaras termográficas alcanzan su mayor precisión al medir, no temperaturas absolutas, sino variaciones mínimas de temperaturas. El sistema electrónico también ofrece la posibilidad de calibrar la resolución espacial (*IFOV, instantaneous field of view*) o área mínima que puede “ver” cada pixel y que depende de su tamaño (resolución), la lente u objetivo y la distancia de la cámara al objeto². Por último, reseñar los modos de enfoque automático y manual para obtener imágenes nítidas. La captura de imágenes se ha hecho a distancia por *wifi*, a través del control de disparo con un dispositivo auxiliar o tableta con sistema operativo *Android* y así evitar la presencia de una persona detrás de la cámara enfrente de la persona entrevistada que pudiera generarle cierta distracción. Las fotos tomadas se archivan en formato RAW y son radiométricas; es decir, en

¹ La emisividad se define como la cantidad de calor que emite un cuerpo por estar a una temperatura mayor a 0 grados que depende de su estructura atómica y de su apariencia superficial (las superficies mates tienen mayor emisividad que las satinadas o brillantes). Se determina entre 0 y 1 siendo 1 un cuerpo ideal o “cuerpo negro” que no emitiría nada.

² En el presente experimento las personas estaban situadas a 2 metros de distancia de la cámara.

cada imagen queda grabada la información de temperatura concreta de cada píxel, a la que se puede acceder posteriormente, lo que permite un análisis ulterior de la foto con el software propio del fabricante (*Hikmicro Wever*)

Además, se cuenta con dos cajas en las que se introducirán los objetos a describir por los sujetos (ver anexo 6).

El instrumental complementario necesario para asegurar las mismas condiciones entre los participantes comprende:

- Un medidor de CO2 marca Protmex, Item: PTH- 5.
- Un medidor de la temperatura ambiental marca Protmex, Item: PTH- 5
- Un guión de preguntas a seguir por la autoridad (ver anexo 7)
- Una hoja de instrucciones previas a seguir por los participantes (ver anexo 8 y anexo 9).
- Hoja de cuestionario inicial (ver anexo 10).
- Hoja de cuestionario final (ver anexo 11).

Otro material tecnológico para un correcto desarrollo del experimento incluye:

- Una cámara de video marca Sony modelo Handycam HDR – PJ810 (24,5 mega píxeles).
- Dos trípodes de sujeción.
- Ordenador portátil marca Lenovo Thinkpad, sistema operativo *Android*, con procesador Inter Core i5 – 10210U CPU @ 1.60GHz, 2.11 GHz.
- Tableta portátil marca Lenovo Quad Core 2.0 GHz, Dual Band 2.4/GHz.

2.4 Procedimiento

El estudio consiste en una investigación experimental que se fundamenta en una descripción real o imaginaria de lo que contienen unas cajas. Primero, se le presenta a la persona una caja en cuyo interior hay varios llaveros entrelazados, después se le muestra una segunda caja vacía. El sujeto que dice la verdad (grupo control) describirá con veracidad y detalle el contenido de la primera caja o responderá que no hay nada en el interior de la segunda caja. El sujeto que miente (grupo experimental) dirá que hay algo diferente sobre lo que tendrá que improvisar una descripción detallada. De forma genérica, una persona puede mentir de dos formas: a través de la falsedad o a través de la ocultación. En el presente experimento se trata la primera, es decir, cuando un individuo realiza un relato ficticio, deliberadamente erróneo.

El grupo experimental no tendrá tiempo para preparar la mentira ya que desconoce sobre lo que debe de mentir mientras que el grupo control no debe tener ninguna dificultad para describir el objeto común que tiene a la vista. Los sujetos pertenecientes a ambos grupos serán asignados al azar.

En el experimento se ha introducido un elemento de autoridad: una persona uniformada será la que pregunte de manera guionizada al sujeto por el contenido de la caja y la descripción del objeto en sí. Los posibles cambios de temperatura nasal del sujeto serán registrados mediante imágenes térmicas tomadas cada 20 segundos; si bien, se analizarán y por ende compararán la primera y la última imagen.

2.5 Análisis de datos

Para el análisis y el tratamiento de los datos, en primer lugar, se emplea la hoja de cálculo de Excel (versión 18.0) con el objetivo de organizar los resultados. A continuación se

hace uso del programa JASP (*Jeffrey's Amazing Statistics Program*, versión 0.15.00) para hacer un análisis descriptivo de la muestra y un análisis estadístico más exhaustivo de los datos.

2.5.1 Composición de la muestra

En el experimento han participado un total de 55 sujetos; 27 mujeres (50,90%) y 28 hombres (49,10%) (ver tabla 1), con edades comprendidas entre los 18 y los 34 años, siendo 20,9 años la media de edad (ver tabla 2). De forma aleatoria, 30 sujetos debían mentir (54,50%), mientras que los 25 restantes debían decir la verdad (45,50%) (ver tabla 1). Respecto a la consideración de la experiencia previa de los participantes con la autoridad, 14 sujetos declararon haber tenido un contacto previo (25,50%) repartidos por igual (12,70%) entre los que dan una valoración positiva de ese contacto y los que por contra, consideraron su experiencia negativa (ver tabla 1).

El tiempo empleado por los participantes en el experimento ha oscilado entre 102 segundos y 406 segundos, siendo la media de 202,20 segundos (ver tabla 2). Cada participante se autoevaluó en una escala de 1 (tranquilo) a 5 (nervioso) su estado de nerviosismo inicial siendo 1 el valor más repetido entre los participantes, que ascendió a 4 como indicador de nerviosismo al finalizar el experimento (ver tabla 2). Referido al nivel de distracción, en el que se valoraba de 1 (concentrado) a 5 (distráido), se obtuvo inicialmente una moda de 3 que disminuyó a un valor de 1 al concluir el experimento (ver tabla 2). La temperatura media de los participantes registrada en la punta de la nariz al comienzo y al finalizar el experimento fue de 25,40°C y de 25,62°C respectivamente. La temperatura inicial mínima fue de 20,90°C y la máxima inicial alcanzó los 32,00°C mientras que la temperatura final mínima se situó en 21,30°C y la máxima llegó a 32,70°C (ver tabla 2). La diferencia media de temperaturas entre la final y la inicial fue de 0,20°C (ver tabla 2).

Tabla 1*Datos descriptivos categóricos*

Variable		Frecuencia	Porcentaje (%)
Sexo	Mujer	27	50.90
	Hombre	28	49.10
TOTAL (N = 55)			
Contacto previo con la autoridad	Sí	14	25.50
	No	41	74.50
TOTAL (N = 55)			
En caso de contacto previo con la autoridad: contacto positivo o contacto negativo	Positivo	7	12.70
	Negativo	7	12.70
TOTAL (N = 14)			
Mentir o decir la verdad	Mentir	30	54.50
	Decir la verdad	25	45.50
TOTAL (N = 55)			

Tabla 2*Datos descriptivos cuantitativos*

Variable	N	Moda	Mediana	\bar{X}	σ (S.d.)	Mín.	Máx.
Edad	55	19,00	20,00	20,93	3,32	18,00	34,00
Nerviosismo inicial (0 – 5)	55	1	2	2,26	1,14	1	5
Nerviosismo final (0 – 5)	55	4	3	3,24	1,35	1	5
Distracción inicial (0 – 5)	55	3	2	2,16	1,03	1	5
Distracción final (0 – 5)	55	1	2	2,13	1,19	1	5
Tiempo total (seg.)	55	^a	192,00	202,20	56,63	102,00	406,00
Temperatura inicial (°C)	55	22,00	25,10	25,40	2,94	20,90	32,00
Temperatura final (°C)	55	23,80	25,30	25,62	3,05	21,30	32,70
Diferencias de temperaturas (°C)	55	0,00	0,00	0,20	0,89	- 2,30	2,30

^a Se registran tres modas: 106 segundos, 192 segundos y 234 segundos.

2.5.2 Medias y porcentajes de variación de la temperatura de los sujetos que dicen la verdad y de los que mienten

La media de la variación de la temperatura entre la final y la inicial en los sujetos que mienten desciende una media de 0,23°C (ver anexo 12) mientras que esta variación es más acusada en los sujetos que dicen la verdad al incrementarse en 0,72°C de media (ver anexo 13), misma tendencia que sigue la desviación típica (ver tabla 3); por lo que la diferencia media de temperatura registrada en el experimento es 0,93°C entre los sujetos que dicen la verdad y los que mienten.

En los sujetos que dicen la verdad, destaca el dato de que en ninguno de ellos se produce un descenso de la temperatura de la punta de la nariz, mientras que en el 84% se constata un ascenso. El 66,66% de total de las personas que mienten, apuntan un descenso de la temperatura nasal; el 80% registran una bajada o mantenimiento de la temperatura

Tabla 3

Medias y porcentajes de la variación de la temperatura

Variable	N	\bar{X} de	σ	% sujetos	% sujetos	% sujetos
		diferencias de	(S.d.)	baja la	sube la	mantiene la
		temperaturas		temperatura	temperatura	temperatura
Decir la verdad	25	0,72	0,78	0,00%	84,00%	16,00%
Mentir	30	- 0,23	0,73	66,66%	20,00%	13,33%
TOTAL (N = 55)						

NOTA. La temperatura se mide en °C.

2.5.3 Variaciones de temperatura dentro del grupo de los sujetos que mienten y les baja la temperatura nasal³

De los 30 participantes que mienten durante el experimento, en 20 de ellos se registra una bajada de temperatura media de 0,59°C, apuntando una diferencia de - 2,20°C entre el participante al que más le baja la temperatura y al que menos le desciende dentro del grupo mencionado.

³ De los 30 sujetos que mienten en el experimento: a 20 les baja la temperatura nasal; 4 mantienen estable la temperatura nasal y a 6 participantes les sube la temperatura nasal.

2.5.4 Variaciones de la temperatura dentro del grupo de los sujetos que dicen la verdad y les sube la temperatura nasal⁴

De los 25 participantes que dicen la verdad en el experimento, en 21 de ellos se registra una subida media de temperatura de 0,85°C y una diferencia de 2,20°C entre el participante al que más le sube la temperatura y al que menos le aumenta dentro del grupo mencionado.

2.5.5 Variaciones de tiempo total en realizar las descripciones de los contenidos de las cajas entre el grupo control y el grupo experimental

Los sujetos que describen los contenidos de la caja de forma veraz (grupo control) emplean una media de 217,44 segundos frente a los 189,50 segundos de media que tardan los participantes en mentir acerca de las descripciones de los contenidos de las cajas (grupo experimental), por lo que la diferencia media de tiempo empleado en realizar el experimento entre ambos grupos es de 27,94 segundos a favor del grupo control.

El sujeto que más tarda describir los objetos de forma veraz lo hace en 406 segundos y el que menos tiempo necesita para su descripción se reduce a 102 segundos, lo que supone una diferencia de 304 segundos. En el caso de los participantes que mienten, el sujeto que más tarda en su exposición emplea 272 segundos y el que menos 139 segundos, por lo que se observa que no hay tanta variación en el tiempo empleado entre los sujetos de este grupo que es de 133 segundos.

⁴ De los 25 sujetos que dicen la verdad durante el experimento: a ninguno le desciende la temperatura nasal; 4 mantienen estable la temperatura nasal y a 21 sujetos les sube la temperatura nasal.

2.5.6 Prueba no paramétrica U de Mann–Whitney

Con el objetivo de comprobar si los supuestos paramétricos se violan o no, se debe realizar el test de Shapiro–Wilk para las diferencias de temperatura entre los sujetos que mienten y los participantes que dicen la verdad. Para el primer grupo (sujetos que mienten), se obtiene una p de 0.113, mientras que para el segundo grupo (sujetos que dicen la verdad) el nivel de significancia p es menor a 0.001. Por ende, al ser el segundo grupo significativo, se debe considerar el uso del test no paramétrico de U de Mann–Whitney.

Atendiendo a esta prueba no paramétrica, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas relativas a la variable de diferencia de temperatura entre los sujetos que mienten y aquellos que dicen la verdad ya que se obtiene un valor en el significante estadístico (p) menor a 0.001 (ver tabla 4).

Tabla 4

U de Mann–Whitney

	p
Diferencia de temperaturas	< 0,001

2.5.7 Correlaciones de Spearman y de Pearson

Para el análisis de las correlaciones entre las variables “diferencia de temperatura”, “sexo”, “nerviosismo inicial” y “distracción inicial” se ha empleado la correlación de Spearman (ρ) y la de Pearson (r) mostrándose que la correlación entre estas variables es baja o muy baja. Por lo tanto, no se debe tener en cuenta la vinculación entre las variables mencionadas y los resultados obtenidos ya que ningún dato en valores absolutos supera 0,40 (ver tabla 5).

Tabla 5*Correlaciones: Spearman y Pearson*

Variable	Sexo	Nerviosismo inicial	Distracción inicial
Diferencia de temperatura	Spearman's rho 0,25 (p 0,07)	Pearson's r 0,21 (p 0,12)	Pearson's r 0,19 (p 0,17)
Sexo		Spearman's rho 0,26 (p 0,06)	Spearman's rho 0,04 (p 0,76)
Nerviosismo inicial			Pearson's r 0,14 (p 0,31)

NOTA. La diferencia de temperaturas se mide en °C.

2.5.8 Resultados clínicamente relevantes

A partir de la observación de las imágenes registradas se ha visto que en algunas personas que mienten se registra un aumento de la temperatura del cráneo y del pecho a la vez que desciende la temperatura de la nariz (ver anexo 14). Además, en otras ocasiones no solo ocurre una disminución de la temperatura en la punta de la nariz sino también una extensión de la superficie de enfriamiento nasal (ver anexo 15).

3. DISCUSIÓN

Entre los estudios realizados hasta la fecha que se centran en el potencial de la imagen térmica y su contribución como biomarcador para la detección de la mentira, nos centramos en establecer una discusión con el referente que sirvió de punto de partida para la realización de nuestro experimento para establecer similitudes y diferencias: *The Pinocchio effect and the Cold Stress Test: Lies and thermography* (Moliné et al., 2017)⁵. El experimento consistió en

⁵ Experimento 4: mentir (versión 1)

que, en condiciones de laboratorio, los participantes pertenecientes al grupo experimental debían llamar por teléfono a un allegado y mentir sobre dónde y qué estaba haciendo en ese momento, mientras que el grupo control debía decir la verdad sobre su participación en el experimento. Tanto en el estudio de 2018 de Moliné et al., como en el actual, la muestra está compuesta por jóvenes mayores de edad y la zona principal en la que mide la temperatura es en la punta de la nariz. El equipo empleado en el experimento de Moliné et al. (2017), fue la cámara *Flir ThermoVision A320G* con una resolución de 320 x 240 píxeles mientras que para el presente experimento se dispone de la cámara térmica modelo G60 del fabricante *HIKmicro Division de Hikvision* que alcanza una resolución 640 x 480 píxeles. En relación a la muestra de los sujetos que participaron en el experimento, en este estudio se incrementa a 55 participantes en vez de los 20 con los que contaron Moliné et al. en 2017.

En cuanto a la comparación de los resultados obtenidos entre ambos estudios, existen similitudes y diferencias. En este estudio se ha corroborado la primera hipótesis establecida (cuando un sujeto miente, se produce una disminución de la temperatura en la punta de la nariz), afirmación ya planteada por Moliné et al. (2017) que recogió que esta disminución de la temperatura nasal ocurría en el 80% de las personas que mentían; sin embargo, en este estudio tal porcentaje englobaría a las personas que mintiendo, bien les disminuye o se le mantiene estable la temperatura de dicha zona, reduciéndose al 66,66% a aquellos sujetos que propiamente les desciende. En 2017, Moliné et al. cifraron en $-0,40^{\circ}\text{C}$ la diferencia de temperatura nasal que registraron las personas que mintieron. Este “Efecto Pinocho” se muestra más acusado en el actual experimento con una variación de $-0,59^{\circ}\text{C}$.

La segunda hipótesis planteada se basa en determinar los cambios de temperatura que se producen en las personas que dicen la verdad y que constituían el grupo control. Moliné et

al. (2017), expusieron que en su estudio no se constataron cambios significativos o hubo un aumento de la temperatura de la nariz de $0,30^{\circ}\text{C}$ de media en el 30% de las personas de este grupo. Si bien, este estudio apunta que en la totalidad de los sujetos que dicen la verdad se mantiene estable o se incrementa la temperatura de la punta de la nariz; en el 84% de este grupo de participantes que sí les sube la temperatura nasal se da un incremento de $0,85^{\circ}\text{C}$, por lo que hipótesis inicial queda confirmada.

Otro elemento a considerar se fundamenta en la posibilidad de que hubiera diferencias significativas en la duración del relato entre las personas que mienten y las que dicen la verdad planteando la hipótesis de que el grupo experimental (sujetos que mienten) dedicaría más tiempo. Moliné et al. (2017), no hicieron referencia a este supuesto limitando a 180 segundos el tiempo que debían emplear los 20 participantes. Sin embargo, en el experimento objeto de este trabajo, el tiempo era abierto teniendo la posibilidad de dedicar cada participante el que considerase oportuno. El total de los participantes emplea una media de 202,20 segundos; las personas que dicen la verdad (grupo control) dedican una media de 217,44 segundos mientras que los sujetos que deben mentir (grupo experimental), lo hacen en 187,50 segundos de media. En el grupo control se registran unos valores extremos de 406 segundos como máximo y 102 segundos como mínimo (con un rango de 304 segundos); dato superior al del grupo experimental (con un rango de 133 segundos), siendo 272 segundos el tiempo máximo y 139 segundos el tiempo mínimo empleado por los sujetos. En definitiva, la hipótesis no se ha visto corroborada con los resultados obtenidos ya que en todo caso, en la exposición de la verdad se dedica mayor tiempo que en un relato falso.

Finalmente, se ha visto confirmada la última hipótesis relativa a la ausencia de relación entre ciertas variables y los resultados, en la medida que, atendiendo tanto a la correlación de

Pearson como a la de Spearman, al no superar el 0,40 en valores absolutos, no existe ninguna correlación significativa entre las diferencias de temperatura y las variables de sexo, nerviosismo y distracción inicial de los participantes.

3.1 Limitaciones del estudio

La principal limitación de este estudio gira en torno a la falta de estudios que versen sobre el tema que nos ocupa, así como la ausencia de estudios realizados con una amplia muestra de población. Otra limitación viene determinada por las dificultades para dotar a este trabajo de validez ecológica, pues habría que estudiar si los resultados obtenidos en condiciones de laboratorio en las que se ha llevado a cabo el experimento serían similares en un escenario real. Por otra parte, las características de la población que ha participado en el experimento (edad, nivel sociocultural, entorno urbano/rural, etc.) pueden determinar los resultados obtenidos en el estudio. Además, se ha de valorar la tecnología utilizada y la declaración honesta de los participantes y por tanto, no extrapolables de forma automática a la generalidad de situaciones e individuos.

3.2 Futuras líneas de investigación

Moliné et al. (2017), constataron que en el 60% de los casos el descenso de la temperatura de la nariz al mentir se acompaña de un aumento de la temperatura de la frente de 0,50°C. El presente estudio sugiere abrir nuevas puertas que relacionen la variación de la temperatura nasal con otras partes del cuerpo como el cráneo y/o el pecho, donde se ha visto ocasionalmente que a la par que baja la temperatura de la nariz se incrementa en las zonas citadas. También, a raíz de este estudio y como novedad, se detecta que en algunas personas que mienten no solo hay una variación de la temperatura en la punta de la nariz respecto al estado inicial sino también un aumento en la superficie de enfriamiento nasal.

Ambas situaciones demandan un análisis futuro más detallado y exhaustivo sobre si existe una posible relación con el tema que nos ocupa. Asimismo, se abre la posibilidad a un nuevo enfoque de la cuestión al haberse constatado que aquellas personas que hacen una descripción veraz les sube la temperatura o se les mantiene estable pero en ningún caso les disminuye.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo y circunscrito al estudio realizado, se fijan las siguientes conclusiones:

- En condiciones de laboratorio se produce una alteración térmica cuando las personas mienten y también en aquellas que dicen la verdad a la hora de describir un objeto real o imaginario frente a una persona uniformada de autoridad policial. De los 55 participantes, 47 varían su temperatura final respecto a la inicial (85,50%) y 8 sujetos la mantienen estable durante todo el experimento (14,50%).
- 202,20 segundos es el tiempo medio que dedica la muestra para la realización del experimento.
- Los sujetos que dicen la verdad emplean una media de 28 segundos más que aquellos que mienten.
- La diferencia de la temperatura inicial de la punta de la nariz entre unas personas y otras llega a alcanzar los 11,10°C. La diferencias en la temperatura final en este mismo punto llega a oscilar 11,00°C referido al total de los participantes.
- En la mayoría de los participantes que mienten (80%) se registra un mantenimiento o bajada de la temperatura de la punta de la nariz.
- Dos de cada tres personas que mienten (66,66%) acusan una bajada media de temperatura en la punta de la nariz de 0,59°C.

- Hay una diferencia de 2,20°C entre el sujeto que miente y más le baja la temperatura y el participante al que menos le desciende.
- A la totalidad de las personas que dicen la verdad (100%) se le mantiene estable la temperatura de la punta de la nariz o se le incrementa, pero en ningún caso se le disminuye.
- Dentro del grupo de personas que dicen la verdad y les sube la temperatura, la media de ascenso es de 0,85°C.
- En algunas personas que mienten, el enfriamiento de la punta de la nariz va acompañado de un calentamiento del cráneo y/o del pecho.
- En algunas personas que mienten, el enfriamiento de la punta de la nariz se extiende al resto de la superficie de la nariz.
- Los resultados obtenidos de variación o diferencias de temperatura son independientes y por ende no están determinados por el sexo, el nerviosismo inicial o la distracción inicial.

Finalmente se concluye que el análisis de la imagen térmica puede aportar información útil para establecer un nivel de probabilidad en la detección de la mentira de forma autónoma o contribuyendo como un elemento adicional incluido en sistemas integrados que incorporen otras tecnologías de detección. Finalmente, el hecho de que en ningún caso se haya observado una bajada de la temperatura nasal en las personas que dicen la verdad permite avanzar hacia el empleo de la imagen térmica para la detección de la verdad.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, H., Masip, J., Garrido, E. y Herrero, C. (2009). El entrenamiento de los policías para detectar mentiras. *Estudios Penales y Criminológicos*, 29, 7-60. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3138779>
- Barredo, A. (5 de noviembre 2018). Un detector de mentiras con inteligencia artificial para quien quiera entrar a la UE. *La Vanguardia*. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20181105/452736330313/detector-mentiras-inteligencia-artificial-quiera-entrar-ue.html>
- Bedoya-Echeverry, S., Belalcázar-Ramírez, H., Loaiza-Correa, H., Nope-Rodríguez, S. E., Pinedo-Jaramillo, C. R. y Restrepo-Girón, A. D. (2016) Detection of lies by facial thermal imagery analysis. *Rev. Fac. Ing*, 26 (44), 47-59. Recuperado de <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/5771/4714>
- Blair, J.P y Kooi, B. (2004). The gap between training and research in the detection of deception. *International Journal of Police Science & Management*, 6 (2), 77-83. Recuperado de <https://journals.sagepub.com/doi/10.1350/ijps.6.2.77.34465>
- Blandón-Glitlin, I., López R.M. y Palleja J.M., Fenn E. (2017). Cognición, emoción y mentira: implicaciones para detectar el engaño. *Anuario de Psicología Jurídica*, 27 (1), 96-106. Recuperado de <https://journals.copmadrid.org/apj/art/j.apj.2017.02.004>

Comisión Europea. (2018). *Periodic Reporting for period 2 – iBorderCtrl (Intelligent Portable Border Control System)*. Recuperado de <https://cordis.europa.eu/project/id/700626/reporting/es>

Crockett, K., Zoltán, S., O'shea, J., Szklarski, T., Malamou, A., y Bouladakis, G. (2017). Do Europe's borders need multi-faced biometric protection? *Biometric Technology Today*, 7, 5-8. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969476517301376?via%3Dihub>

Ekman, P. (2020). *Cómo detectar mentiras: una guía para utilizar en el trabajo, la política y la familia*. Paidós.

Gao, J., Gu, L., Min, X., Lin, P., Li, C., Zhang, Q. y Rao, N. (2022). Brain Fingerprinting and Lie Detection: A Study of Dynamic Functional Connectivity Patterns of Deception Using EEG Phase Synchrony Analysis. *IEEE J Biomed Health Inform*, 26 (2), 600-613. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34232900/>

Golaszewski, M., Zajac, P. y Widacki, J. (2015). Thermal vision as a method of detection of deception: a review of experiences. *European Polygraph*, 9 (1), 5-24. Recuperado de <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=589813>

González, J. L. y Manzanero, A. L. (2021). *Obtención y valoración del testimonio. Protocolo holístico de evaluación de la prueba testifical (HELPT)*. Pirámide.

- Górriz S. e Ibabe, I. (2021). El papel de las prácticas de crianza en la mentira antisocial infantil: una revisión sistemática. *Papeles del psicólogo*, 42 (2), 152-159. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/778/77868003007/html/>
- Jain, U., Tan, B. y Li, Q. (2012). Concealed knowledge identification using facial thermal imaging. *IEEE*, 1677-1680. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/6288219>
- Kleinberg, B. y Verschuere, B. (2021). How humans impair automated deception detection performance. *Acta Psychologica*, 213. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001691820305746?via%3Dihub>
- Martín J. L. (2021). *Miénteme...si te atreves: las claves de la detección de la mentira*. Aguilar.
- Martínez, S., López, R., Soto, J. E., Tamborim, A. y Juárez, A. (2018). Utilidad de la tecnología de reconocimiento automático de expresión facial aplicada al análisis de conducta criminal. Un estudio de caso. *Behavior & Law Journal*, 4 (1), 1-8. Recuperado de <https://behaviorandlawjournal.com/BLJ/article/view/45/62>
- Medina, C. y Gómez, L.C. (2019). Detección de la mentira y credibilidad del testimonio: una revisión histórica hasta la actualidad de técnicas, instrumentos y protocolos más utilizados. *Skopein*, (20), 70-85. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7319544>

- Moliné, A., Gávez-García, G., Fernández-Gómez, J., De la Fuente, J., Iborra, O., Tornay, F., Mata-Martín, J.L., Puertollano, M. y Gómez-Milán, E. (2017). The Pinocchio effect and the Cold Stress Test: Lies and thermography. *Psychophysiology*, 54 (11), 1621-1631. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/psyp.12956>
- Nietzsche, F. (1873). *Sobre verdad y mentira en sentido extramoral*. Simón Royo Hernández. Recuperado de <https://www.lacavernadeplaton.com/articulosbis/verdadymentira.pdf>
- Panasiti, M. S., Cardone, D., Pavone, E. F., Mancini, A., Merla, A. y Aglioti, S. M. (2016). Thermal signatures of voluntary deception in ecological conditions. *Scientific Report*, 6 (1). Recuperado de <https://www.nature.com/articles/srep35174>
- Park, K. K., Suk, H. W., Hwang, H. y Lee, J-H. (2013). A functional analysis of deception detection of a mock crime using infrared thermal imaging and the concealed information test. *Frontiers in human neuroscience*, 7 (70). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/235885257_A_Functional_Analysis_of_Deception_Detection_of_a_Mock_Crime_using_Infrared_Thermal_Imaging_and_the_Concealed_Information_Test
- Parlamento Europeo. (2021). *Report on artificial intelligence in criminal law and its use by the police and judicial authorities in criminal matters*. Recuperado de https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0232_EN.pdf

Pavlidis, I. y Levine, J. (2002). Thermal image analysis for polygraph testing. *EEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 21 (6), 56-64. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/1175139/authors#authors>

Rajoub, B. A y Zwiggelaar, R. (2014). Thermal facial analysis for deception detection. *IEEE*, 9 (6), 1015-1023. Recuperado de <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1109/TIFS.2014.2317309>

Real Academia Española. (s.f.). Mentira. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 20 de marzo 2022, de <https://dle.rae.es/mentira>

Real Academia Española. (s.f.). Termografía. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 20 de marzo 2022, de <https://dle.rae.es/termograf%C3%ADa>

Salazar, E. y Gómez-Milán, E. (2016). La piel subjetiva: estudio de las emociones a través de la termografía. *Ciencia Cognitiva*, 10 (1), 8-11. Recuperado de <http://www.cienciacognitiva.org/files/2015-21.pdf>

Sentencia del Tribunal Supremo 1008/2016, de 1 de febrero de 2017. Recuperado de <https://vlex.es/vid/666090917>

Skotlas, J. (2016). *Europäischer Grenzschutz 2.0 – Ein Überblick über datenschutzrechtliche Herausforderungen*. Recuperado de <https://www.repo.uni-hannover.de/handle/123456789/4588>

Shuster, A., Inzelberg, L., Ossmy, O., Izakson, L., Hanein, Y. y Levi, D.J. (2021). Lie to my face: An electromyography approach to the study of deceptive behavior. *Brain and Behavior*, 11 (12). Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34677007/>

Tsiamyrtzis, P., Dowdall, J., Shastri, D y Pavlidis I. (2007). *International Journal of Computer Vision*, 71 (2), 197-214. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/225472302_Imaging_Facial_Physiology_for_the_Detection_of_Deceit

Vrij A., Fisher, R. P., Blank H., Leal, S. y Mann, S. (2016). A cognitive approach to elicit verbal and nonverbal cues to deceit. *Legal and Criminological Psychology*, 284-302. Recuperado de <https://www.cambridge.org/core/books/abs/cheating-corruption-and-concealment/cognitive-approach-to-elicite-verbal-and-nonverbal-cues-to-deceit/F644C81616503047AC227D85FA0AEF4E>

Warmelink, L., Vrij, A., Mann, S., Leal, S., Forrester, D., & Fisher, R. P. (2011). Thermal imaging as a lie detection tool at airports. *Law and Human Behavior*, 35(1), 40–48. Recuperado de <https://doi.apa.org/doiLanding?doi=10.1007%2Fs10979-010-9251-3>

Zhu, Z., Tsiamyrtzis, P. y Pavlidis, I. (2007). Forehead thermal signature extraction in lie detection. *EEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 243-246. Recuperado <https://ieeexplore.ieee.org/document/4352269>

Zimmerman, L. (2016). Deception detection: researchers have developed new strategies to help police and other investigators catch liars in the act. *American Psychological Association*, 47 (3), 46. Recuperado de <https://www.apa.org/monitor/2016/03/deception>

6. ANEXOS

6.1 Anexo 1: Modelo de consentimiento informado de los participantes



Declaración de consentimiento informado

Por medio de la presente, yo, _____, mayor de edad y nacido el ____ - ____ - ____ alumno/a que curso estudios en el I.E.S GREGORIO MARAÑÓN durante el curso escolar 2021 – 2022, manifiesto que he leído y entendido la hoja de información que se me ha entregado, se me han explicado las características y el objetivo del estudio, así como los posibles beneficios y riesgos del mismo. He contado con el tiempo y la oportunidad para realizar preguntas y plantear las dudas que poseía. Todas las preguntas fueron respondidas a mi entera satisfacción. Comprendo que mi participación es totalmente voluntaria, que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en futuras participaciones. Por ello,

PRESTO LIBREMENTE MI CONFORMIDAD PARA PARTICIPAR en la investigación experimental que Azul Asenjo Pérez, alumna de la Universidad Europea de Madrid (nº de expediente 21718548) lleva a cabo para la realización de su Trabajo de Fin de Grado del Grado de Psicología tutelado por la profesora D^a. Celia Ibáñez del Prado. Consistente en la realización de una entrevista, la toma de la temperatura, la captación de imágenes térmicas y la grabación en video. Su duración no superará los 20 minutos y no reviste ningún riesgo físico ni psicológico. Cada participante recibirá un cheque regalo en concepto de colaboración, por un importe de 3 euros a canjear en productos de la cafetería del centro.

He sido también informado/a de que se mantendrá la confidencialidad de mis datos y que éstos serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con las garantías del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), que entró en vigor el 25 de mayo de 2018 que supone la derogación de Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre referidos a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales. Además, los videos serán destruidos una vez finalizados el estudio.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO para cubrir los objetivos especificados en el proyecto.

En Madrid, ____ de _____ del _____

Firma del participante

6.2 Anexo 2: Imagen de la disposición de la sala en la que se realiza el experimento



6.3 Anexo 3: Imagen de la disposición de la sala contigua a la del experimento



6.4 Anexo 4: Consentimiento firmado por el I.E.S. Gregorio Marañón.



Autorización para el uso de las instalaciones de I.E.S Gregorio Marañón

Por medio de la presente, yo Ignacio Asenjo Salcedo, director del IES GREGORIO MARAÑÓN doy mi consentimiento a Azul Asenjo Pérez, alumna de la Universidad Europea de Madrid (21718548) a que realice un experimento para su Trabajo de Fin de Grado tutelado por D^a Celia Ibáñez del Prado en las instalaciones del Centro entre el día 20 y 25 de abril del 2022 en el que participarán de manera voluntaria alumnos mayores de edad.

La alumna se compromete y se responsabiliza a hacer buen uso de las instalaciones corriendo por su cuenta los desperfectos que pudieran originarse y las responsabilidades que conlleva la realización de la actividad.

He sido también informado/a de que se mantendrá la confidencialidad de mis datos y que éstos serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con las garantías del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), que entró en vigor el 25 de mayo de 2018 que supone la derogación de Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre referidos a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO para cubrir los objetivos especificados.

En Madrid, a 8 de abril de 2022

Firma del director



6.5 Anexo 5: Imagen de la cámara térmica empleada (modelo G60 del fabricante HIKmicro Division de HIKvision)



6.6 Anexo 6: Imagen de las cajas a describir por los sujetos que dicen la verdad



6.7 Anexo 7: Desarrollo detallado del experimento y guión de la autoridad

DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

PASOS GENERALES: Comunes al grupo control (dicen la verdad) y al grupo experimental (mienten)

Sección y citación

Las personas que componen tanto el grupo control como el grupo experimental serán designadas al azar.

- Paso 1 → Una persona ajena al experimento se pone en contacto con el sujeto para citarle.
- Paso 2 → Dicha persona le acompaña la sala de espera contigua que tendrá las mismas condiciones de temperatura, CO₂, de tamaño, orientación, mobiliario e iluminación idénticas a la sala del experimento en la que permanecerán 5 minutos.

Instrucciones:

Cuando el sujeto entre en la sala contigua deberá rellenar un breve cuestionario compuesto por preguntas generales. A continuación se le explicará al sujeto que pasará a una sala con dos sillas enfrentadas y que en primer lugar se le tomarán una serie de datos personales. Después, se le explicará que se le entregarán dos cajas: primero una y después otra en cuyo interior habrá un objeto cotidiano y que se trata de jugar contra un contrincante quien le hará unas preguntas que tendrá que responder. No se puede tocar el objeto, ni mover la caja, ni enseñar el contenido.

Instrucciones para el grupo control: El sujeto en todo momento mientras dure el experimento tendrá que responder diciendo SIEMPRE VERDADES. El entrevistador no sabe qué contiene la caja, por lo que su objetivo es que le crea.

Instrucciones para el grupo experimental: El sujeto en todo momento mientras dure el juego, tendrá que responder diciendo SIEMPRE MENTIRAS. El entrevistador no sabe qué contiene la caja, por lo que su objetivo es que le crea.

Una vez que se ha sentado el sujeto, aparecerá la autoridad para sentarse enfrente de él y registrados sus datos personales comienza la actividad.

Autoridad: “Abre la caja 1”.

PASOS CONCRETOS DEL GRUPO CONTROL Y DEL GRUPO EXPERIMENTAL	
<u>Caja 1:</u> Preguntas a realizar por el entrevistador	
La caja 1 guarda en su interior un llavero.	
GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
<u>Autoridad:</u> “¿Qué hay en la caja?” El sujeto responde	<u>Autoridad:</u> “¿Qué hay en la caja?” El sujeto responde
<u>Autoridad:</u> “Mírala bien. ¿Qué me has dicho que hay en la caja?” El sujeto responde	<u>Autoridad:</u> “Mírala bien. ¿Qué me has dicho que hay en la caja?” El sujeto responde

<p><u>Autoridad:</u> “Describe con el mayor número de detalles cómo es el objeto que me has dicho que hay en la caja.”</p>	<p><u>Autoridad:</u> “Describe con el mayor número de detalles cómo es el objeto que me has dicho que hay en la caja.”</p>
<p>El sujeto responde</p>	<p>El sujeto responde</p>
<p><u>Autoridad:</u> “A continuación, aunque ya me lo hayas dicho cuéntame: ¿de qué color es el objeto?”</p>	<p><u>Autoridad:</u> “A continuación, aunque ya me lo hayas dicho cuéntame: ¿de qué color es el objeto?”</p>
<p>El sujeto responde</p>	<p>El sujeto responde</p>
<p><u>Autoridad:</u> “Explícame qué forma tiene.”</p>	<p><u>Autoridad:</u> “Explícame qué forma tiene”.</p>
<p>El sujeto responde</p>	<p>El sujeto responde</p>
<p><u>Autoridad:</u> “Dime para qué utilizarías el objeto.”</p>	<p><u>Autoridad:</u> “Dime para qué utilizarías el objeto.”</p>
<p>El sujeto responde</p>	<p>El sujeto responde</p>
<p><u>Autoridad:</u> “dime dónde podría comprar el objeto.”</p>	<p><u>Autoridad:</u> “dime dónde podría comprar el objeto.”</p>
<p>El sujeto responde</p>	<p>El sujeto responde</p>
<p><u>Autoridad:</u> “dime de qué material está hecho.”</p>	<p><u>Autoridad:</u> “dime de qué material está hecho.”</p>
<p>El sujeto responde</p>	<p>El sujeto responde</p>
<p><u>Autoridad:</u> “dime qué textura tiene.”</p>	<p><u>Autoridad:</u> “dime qué textura tiene.”</p>
<p>El sujeto responde</p>	<p>El sujeto responde</p>
<p><u>Autoridad:</u> Muchas gracias. Procedemos a presentarte una segunda caja.</p>	<p><u>Autoridad:</u> Muchas gracias. Procedemos a presentarte una segunda caja.</p>

<p><i>Observaciones caja 1: El sujeto realizará una descripción de lo que está viendo.</i></p> <p><i>Se le retira al sujeto la caja 1 y se le da la caja 2.</i></p>	<p><i>Observaciones caja 1: El sujeto se inventará algo que no hay sobre lo que tendrá que realizar una descripción ficticia.</i></p> <p><i>Se le retira al sujeto la caja 1 y se le da la caja 2.</i></p>
<p><u>Caja 2: Preguntas a realizar por el entrevistador</u></p> <p>La caja 2 está vacía.</p>	
<p>GRUPO CONTROL</p>	<p>GRUPO EXPERIMENTAL</p>
<p><u>Autoridad:</u> “¿Qué hay en la caja?”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “Mírala bien. ¿Seguro que está vacía?”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “Muchas gracias. El experimento ha finalizado.”</p>	<p><u>Autoridad:</u> “¿Qué hay en la caja?”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “Mírala bien. ¿Qué me has dicho que hay en la caja?”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “Describe con el mayor número de detalles cómo es el objeto que me has dicho que hay en la caja.”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “A continuación, aunque ya me lo hayas dicho cuéntame: ¿de qué color es el objeto?”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “Explícame qué forma tiene.”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p>

	<p><u>Autoridad:</u> “Dime para qué utilizarías el objeto.”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “dime dónde podría comprar el objeto.”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “dime de qué material está hecho.”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> “dime qué textura tiene.”</p> <p style="text-align: right;">El sujeto responde</p> <p><u>Autoridad:</u> Muchas gracias. El experimento ha finalizado.</p>
<p><i>Observaciones: El sujeto dirá que no hay nada.</i></p>	<p><i>Observaciones: El sujeto se inventará algo que no hay sobre lo que tendrá que realizar una descripción ficticia.</i></p>

6.8 Anexo 8: Hoja de instrucciones a seguir por los participantes que mienten



INSTRUCCIONES: PARTICIPANTE QUE MIENTE

Buenas tardes,

En primer lugar gracias por participar en este experimento. **Necesitamos que colabores plenamente y que pongas todo de tu parte.** Si es así, podemos continuar.

Te voy a contar en qué consiste lo que tienes que hacer:

1. Después de leer esto rellenarás un breve cuestionario que tienes que responder con total sinceridad. Te recuerdo que es anónimo y no se va a relacionar a las personas participantes con las respuestas obtenidas.
2. A continuación pasarás a otra sala,
 - 2.1 Allí una entrevistadora te hará unas preguntas muy fáciles para que contestes correctamente.
 - 2.2 Después, la entrevistadora te anunciará que a partir de ese momento empieza propiamente el experimento. Desde entonces hasta que te digan que has finalizado el experimento **DEBES DECIR EN TODO MOMENTO MENTIRAS Y SOLO MENTIRAS.** Te explico:

Te enseñarán unas cajas y te preguntarán sobre lo que contienen en su interior. Recuerda, **DEBES MENTIR INVENTÁNDOTE QUE HAY COSAS DIFERENTES DE LO QUE EN REALIDAD HAY EN LAS CAJAS.**

HAZ TODO LO POSIBLE PARA CONVENCER A TU ENTREVISTADOR DE TAL MANERA QUE CONSIGAS QUE TE CREA.

3. Finalizado el experimento volverás a la sala contigua para contestar nuevamente unas preguntas que ya sí debes hacerlo de nuevo con sinceridad diciendo ahora la verdad.
4. Recuerda el reto al que te enfrentas:

**¿ERES CAPAZ DE CONSEGUIR QUE EL
ENTREVISTADOR SE TRAGUE TOTALMENTE TUS MENTIRAS?**

Dime si ya estás preparado. Si es así podemos empezar.

MÁXIMA CONFIDENCIALIDAD

Queda prohibido compartir, difundir o hablar con el resto de compañeros sobre el contenido de este experimento y tu experiencia hasta pasados 10 días.

6.9 Anexo 9: Hoja de instrucciones a seguir por los participantes que dicen la verdad



INSTRUCCIONES: PARTICIPANTE QUE DICE LA VERDAD

Buenas tardes,

En primer lugar gracias por participar en este experimento. **Necesitamos que colabores plenamente y que pongas todo de tu parte.** Si es así, podemos continuar.

Te voy a contar en qué consiste lo que tienes que hacer:

1. Después de leer esto rellenarás un breve cuestionario que tienes que responder con total sinceridad. Te recuerdo que es anónimo y no se va a relacionar a las personas participantes con las respuestas obtenidas.

2. A continuación pasarás a otra sala,

2.1 Allí una entrevistadora te hará unas preguntas muy fáciles para que contestes correctamente.

2.2 Después, la entrevistadora te anunciará que a partir de ese momento empieza propiamente el experimento. Desde entonces hasta que te digan que has finalizado el experimento **DEBES DECIR EN TODO MOMENTO LA VERDAD Y SOLO LA VERDAD.** Te explico:

Te enseñarán unas cajas y te preguntarán sobre lo que contienen en su interior. Recuerda, **DEBES DECIR LA VERDAD DESCRIBIENDO LO QUE VES QUE HAY EN LAS CAJAS.**

3. Finalizado el experimento volverás a la sala contigua para contestar nuevamente unas preguntas que ya sí debes hacerlo de nuevo con sinceridad diciendo ahora la verdad.

Dime si ya estás preparado. Si es así podemos empezar.

MÁXIMA CONFIDENCIALIDAD

Queda prohibido compartir, difundir o hablar con el resto de compañeros sobre el contenido de este experimento y tu experiencia hasta pasados 10 días.

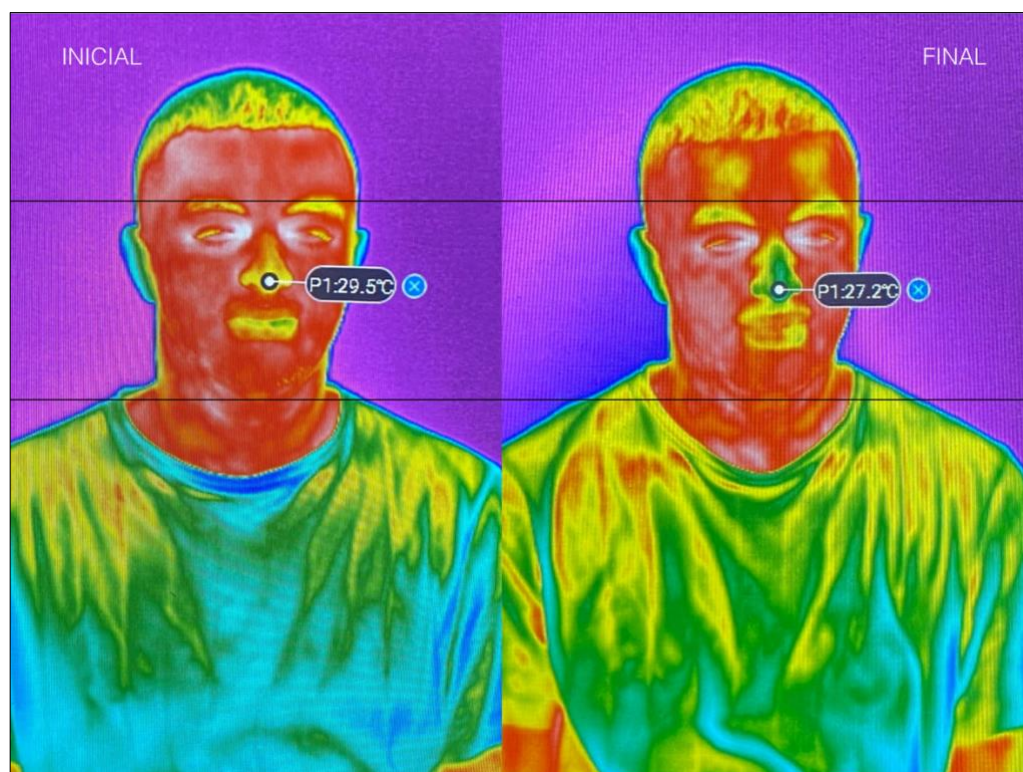
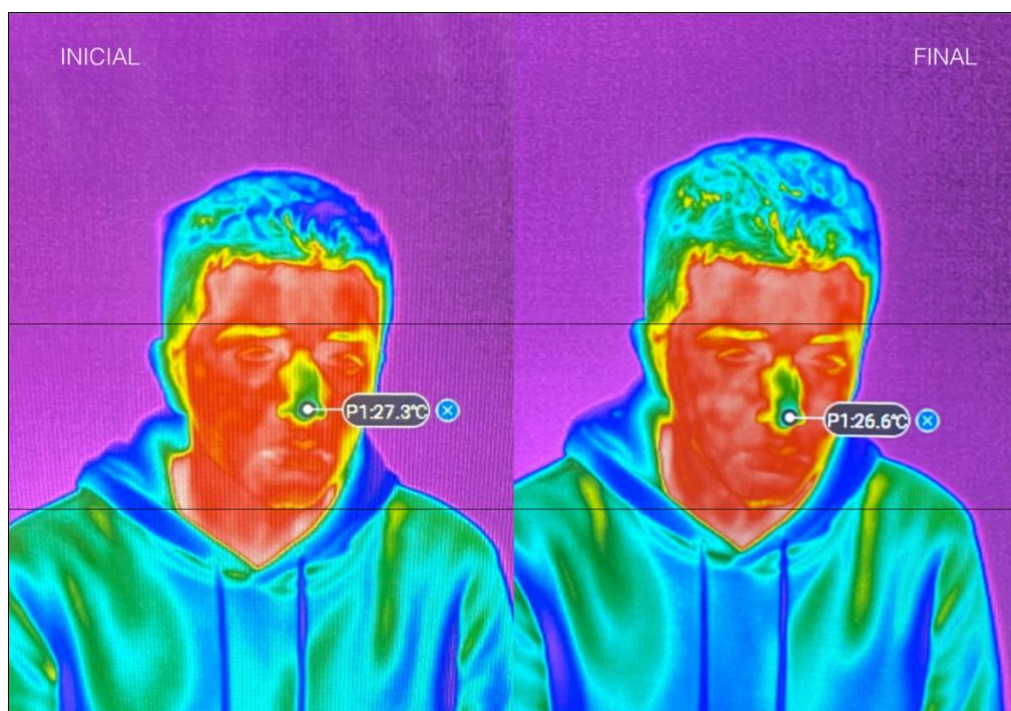
6.10 Anexo 10: Modelo de cuestionario inicial

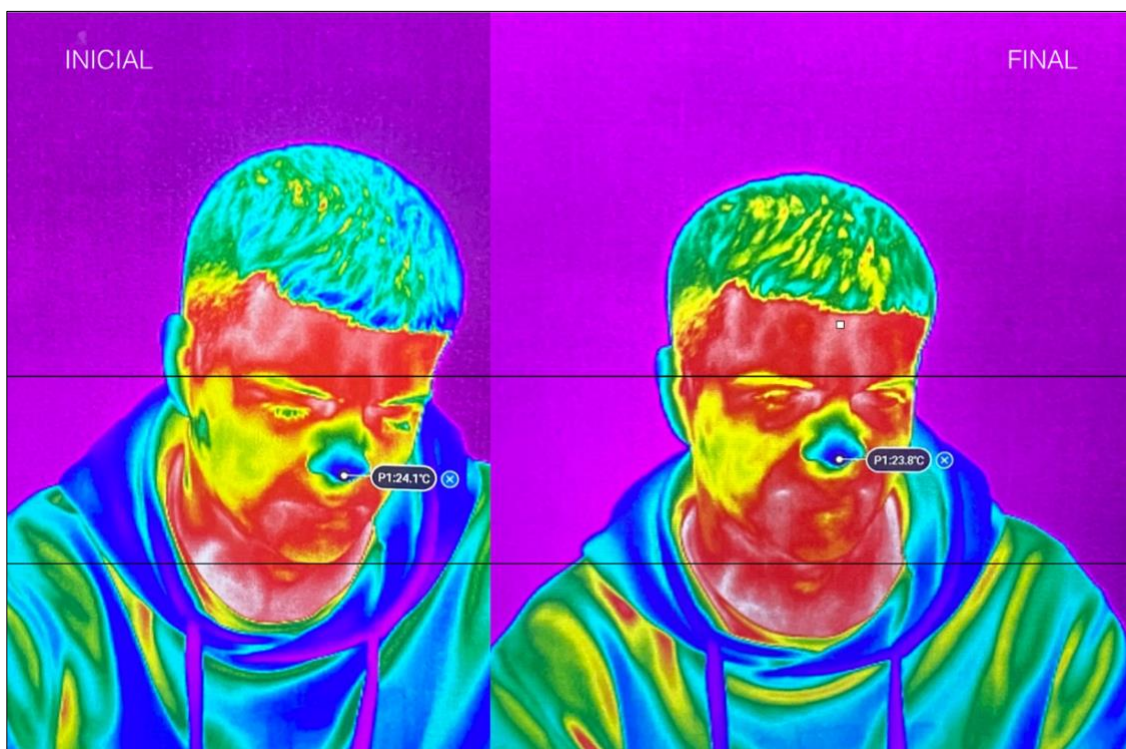
Datos de interés previos al experimento	Datos de interés previos al experimento
<p>Las preguntas con asterisco (*) son obligatorias.</p> <p>1. Mi número de participante es:*</p> <p>_____</p> <p>Sección 2 – Datos sociodemográficos</p> <p>2. ¿Cuál es tu edad? *</p> <p>17 o menos <input type="checkbox"/></p> <p>18 <input type="checkbox"/></p> <p>19 <input type="checkbox"/></p> <p>20 <input type="checkbox"/></p> <p>21 <input type="checkbox"/></p> <p>22 <input type="checkbox"/></p> <p>23 <input type="checkbox"/></p> <p>24 <input type="checkbox"/></p> <p>25 <input type="checkbox"/></p> <p>26 o más <input type="checkbox"/></p> <p>3. ¿Cuál es tu género? *</p> <p>Mujer <input type="checkbox"/></p> <p>Hombre <input type="checkbox"/></p> <p>Otro <input type="checkbox"/></p> <p>4. ¿Has tenido algún contacto previo con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado? *</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"><small>En el caso de seleccionar "no", pasa a la pregunta 6.</small></p> <p>Sección 3 – En caso de haber tenido contacto previo con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado</p> <p>5. ¿El contacto resultó positivo o negativo? *</p> <p>Positivo <input type="checkbox"/></p> <p>Negativo <input type="checkbox"/></p>	<p>Sección 4 – Indica la presencia o ausencia de lo siguiente:</p> <p>6. ¿En las últimas 24 horas, he recibido alguna mala noticia fuera de lo normal? *</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>7. ¿En las últimas 24 horas, he recibido alguna buena noticia fuera de lo normal? *</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>8. ¿En las últimas 24 horas, he discutido notablemente con alguien? *</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>9. ¿En las últimas 24 horas, he consumido gran cantidad de alcohol u algún otro tipo de sustancia estimulante? *</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>10. ¿En las últimas 24 horas, he tenido fiebre? *</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>11. ¿En las últimas 24 horas, me he encontrado enfermo? *</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Sección 5 – Marca la opción que más se aproxime a como te sientes antes de iniciar el experimento</p> <p>12. Me siento... *</p> <p>Tranquilo <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 Nervioso</p> <p>13. Me siento... *</p> <p>Concentrado <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 Distráido</p>

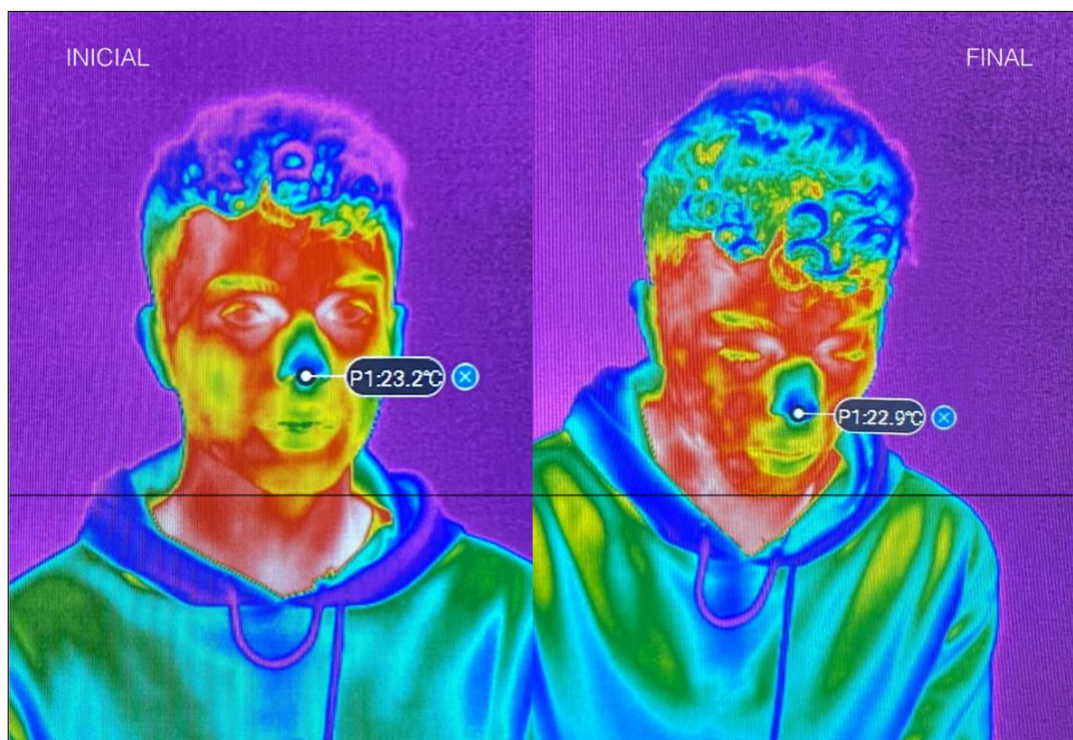
6.11 Anexo 11: Modelo de cuestionario final

Datos de interés posteriores al experimento	
MI NÚMERO DE PARTICIPANTE ES _____	
Marca la opción que más se aproxime a como te sientes al finalizar el experimento.	
Tranquilo	Nervioso
1 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
2 <input type="checkbox"/>	
3 <input type="checkbox"/>	
4 <input type="checkbox"/>	
Concentrado	Distráido
1 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
2 <input type="checkbox"/>	
3 <input type="checkbox"/>	
4 <input type="checkbox"/>	
MÁXIMA CONFIDENCIALIDAD	
Queda prohibido compartir, difundir o hablar con el resto de compañeros sobre el contenido de este experimento y tu experiencia hasta pasados 10 días.	

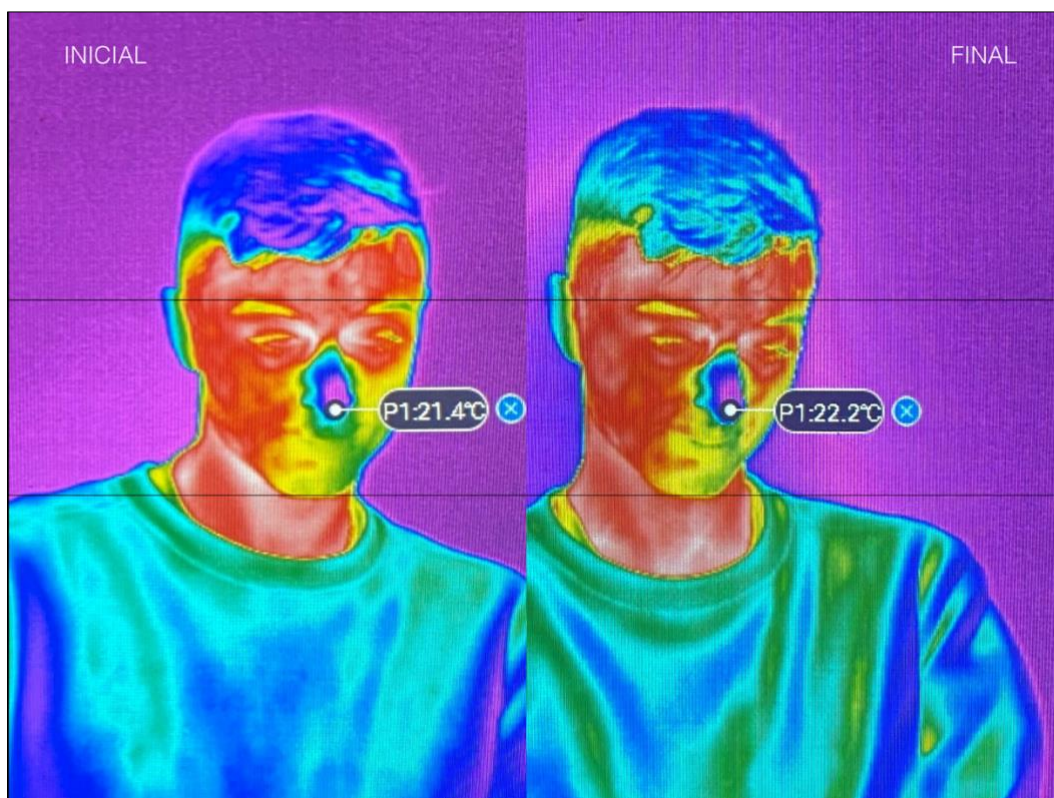
6.12 Anexo 12: Algunos ejemplos de imágenes que registran la variación de la temperatura en los sujetos que mienten

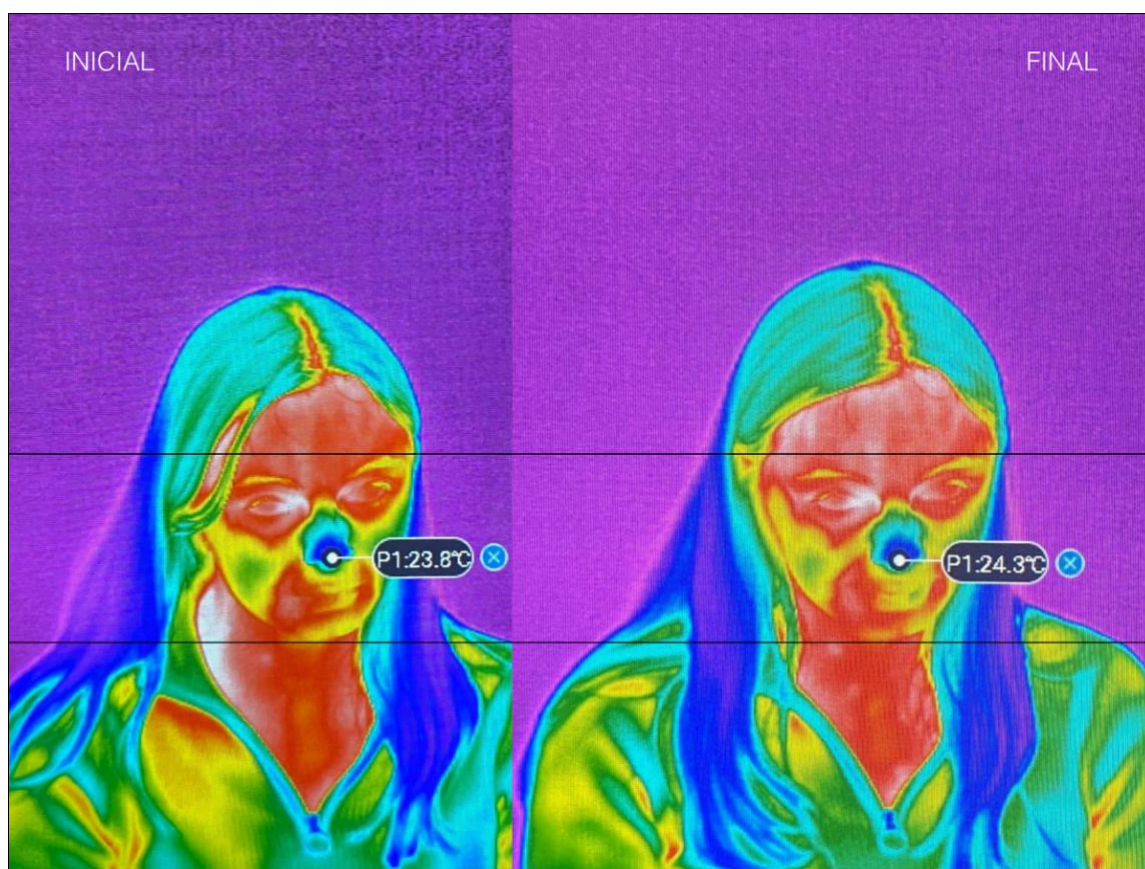
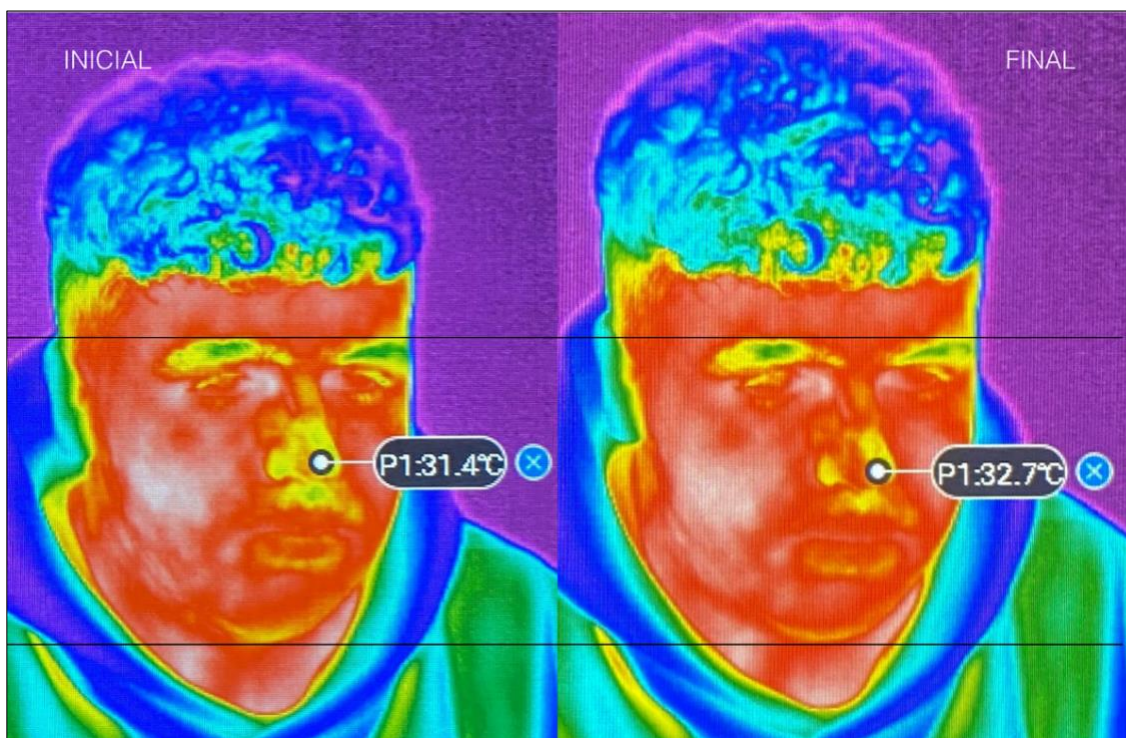


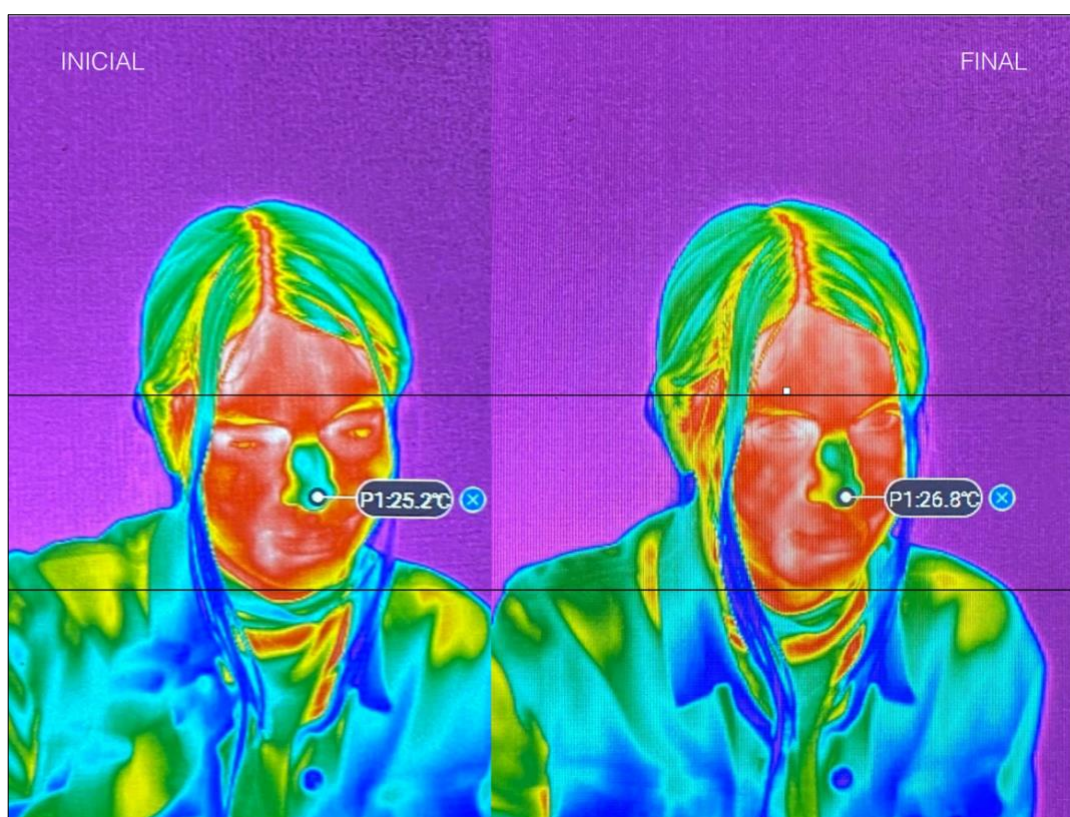
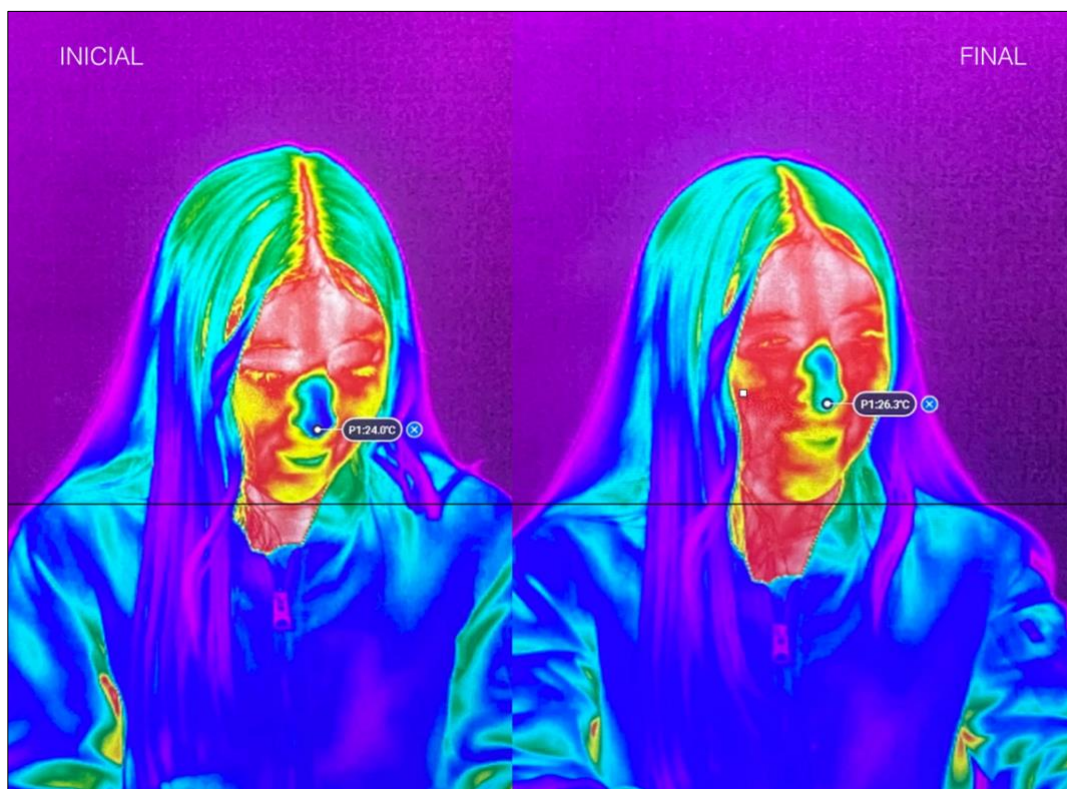


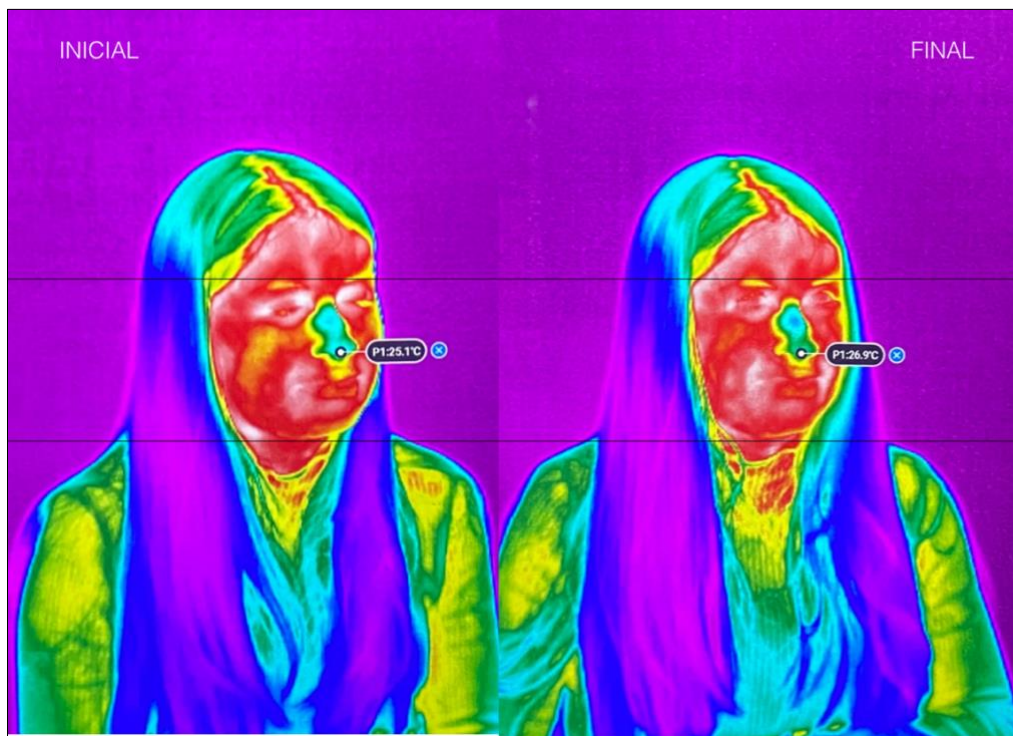


6.13 Anexo 13: Algunos ejemplos de imágenes que registran variación de la temperatura en los sujetos que dicen la verdad

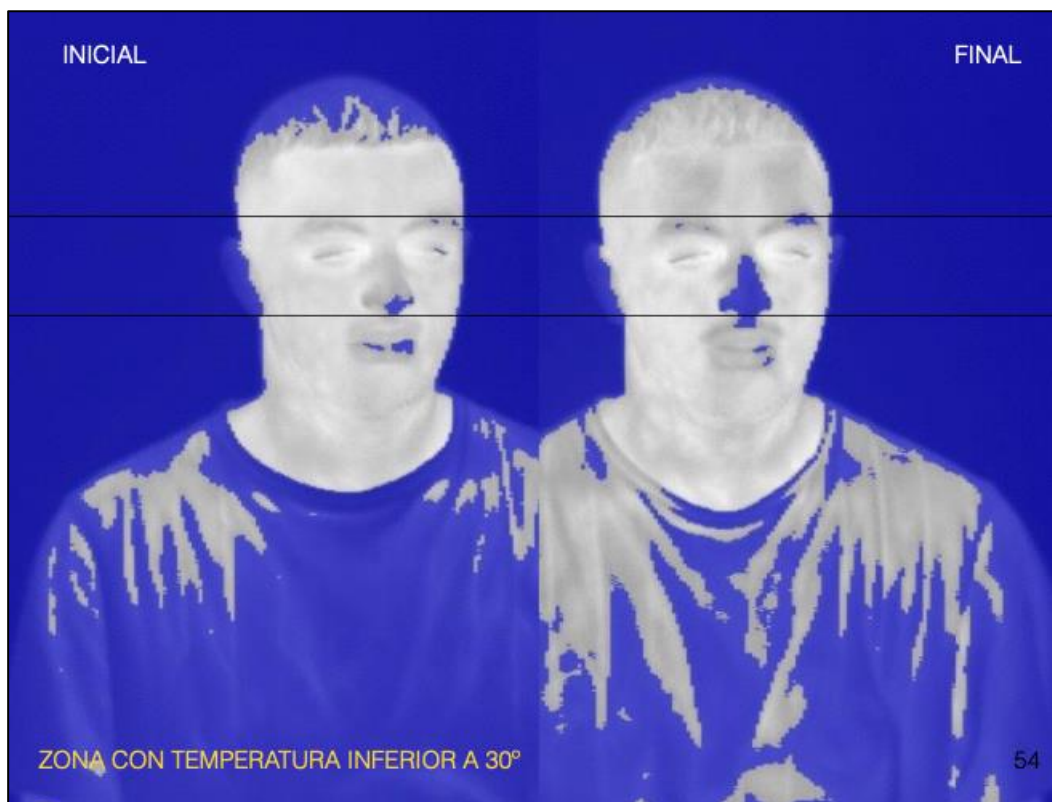








6.14 Anexo 14: *Ejemplo de imagen que registra el aumento de la temperatura en cráneo y pecho mientras desciende la temperatura de la nariz al mentir*



6.15 Anexo 15: Algunos ejemplos de imágenes que registran la variación de la superficie térmica en los sujetos que mienten

