

# Journal of Experimental Psychology: Applied

## Lyin' Eyes: Medidas de Lectura de Movimiento Ocular Revelan Engaño

Anne E. Cook, Douglas J. Hacker, Andrea K. Webb, Dahvyn Osher, Sean D. Kristjansson, Dan J. Woltz y John C. Kircher

Primera publicación en línea, 30 de abril de 2012. doi: 10.1037/a0028307

### REFERENCIA:

Cook, A. E., Hacker, D. J., Webb, A. K., Osher, D., Kristjansson, S. D., Woltz, D. J., & Kircher, J. C. (30 de abril de 2012). Lyin' Eyes: Ocular-Motor Measures of Reading Reveal Deception. *Journal of Experimental Psychology: Applied*.

Publicación en línea avanzada. doi: 10.1037/a0028307

# Lyin' Eyes: Medidas de Lectura de Movimiento Ocular Revelan Engaño

Anne E. Cook y Douglas J. Hacker  
Universidad de Utah

Andrea K. Webb  
Laboratorio Draper, Cambridge, Massachusetts

Dahvyn Osher  
Universidad de Utah

Sean D. Kristjansson  
Escuela de Medicina, Univ. de Washington

Dan J. Woltz y John C. Kircher  
Universidad de Utah

Nuestra meta era evaluar una alternativa a los métodos actuales para detección de engaños en contextos de pruebas de seguridad. Aplicamos una nueva evaluación de engaño basada en conocimientos que midió las respuestas de movimiento ocular de los participantes (respuestas de pupila y lectura de comportamiento) mientras ellos leían y respondían a declaraciones en un cuestionario computarizado. En el Experimento 1, a los participantes de la comunidad de una Universidad se les asignó aleatoriamente ya fuera a un grupo "culpable" que cometió uno de dos crímenes falsos, o a un grupo "inocente" que solamente sabía del crimen. Los participantes, entonces, se reportaron para la evaluación, en donde se les administró un cuestionario completamente computarizado que hacía referencia a su posible involucramiento con los crímenes. El Experimento 2 también manipuló a los participantes incentivándolos a pasar la evaluación y dificultando las declaraciones de la evaluación. En ambos experimentos, los participantes culpables incrementaron su respuesta de pupila a las declaraciones que respondían falsamente; sin embargo, pasaron menos tiempo fijándose, leyendo y re-leyendo aquellas declaraciones respondidas verazmente. Estas medidas de movimiento ocular fueron ponderadas óptimamente en función de una discriminación que clasificó correctamente al 85% de los participantes ya fuera como culpable o inocente. Los hallazgos del Experimento 2 indicaron que el grupo de discriminación fue mejorado con mayores incentivos para pasar la prueba y el uso de declaraciones con una sintaxis simple. Los hallazgos aquí expuestos sugieren que dos procesos cognitivos se involucran en el engaño – vigilancia y estrategia- y que estos procesos son reflejados en diferentes medidas del movimiento ocular. La evaluación de movimiento ocular reportada aquí representa un nuevo enfoque para detectar engaños, que puede cubrir una importante necesidad en contextos de revisión de seguridad.

*Palabras clave:* detección de engaño, medidas de movimiento ocular, tamaño de pupila, carga cognitiva

---

Esta investigación fue financiada mediante un fondo de la Universidad de Utah a John C. Kircher y Douglas J. Hacker. Partes de esta investigación fueron conducidas por Dahvyn Osher y Andrea K. Webb como cobertura parcial de los requerimientos para sus grados PhD en la Universidad de Utah. Los Doctores Cook, Hacker, Woltz, y Kircher tienen intereses financieros en Credibility Assessment Technologies, que intenta desarrollar y llevar al Mercado la tecnología de detección de engaño. Esta compañía no fue formada sino hasta después de que la investigación fue realizada.

La correspondencia con respecto a este artículo debe ser dirigida a Anne E. Cook, Educational Psychology Department, 1705 Campus Center Dr., Rm. 113, University of Utah, Salt Lake City, UT 84115. E-mail: [Anne.Cook@utah.edu](mailto:Anne.Cook@utah.edu)

Muchas agencias de gobierno y corporativos particulares realizan, rutinariamente, evaluaciones de credibilidad para seleccionar a los candidatos a posiciones en inteligencia, seguridad nacional y privada, policía, inmigración y transporte público. Los errores en la clasificación de un individuo como confiable o falso en estos parámetros pueden tener serias consecuencias para el individuo y la sociedad. Actualmente las técnicas de selección confían, principalmente, en el polígrafo. Un reporte del Consejo de Investigación Nacional (NRC-National Research Council, por sus siglas en inglés) fue crítico para que el polígrafo fuera utilizado en la selección de pre-empleo y resaltó la necesidad de "un esfuerzo de investigación mayor dirigido a métodos de detección y disuasión de grandes amenazas de seguridad, incluyendo esfuerzos para mejorar las técnicas de control de

seguridad...” (National Research Council, 2003, p.8). Aunque otras técnicas han sido utilizadas, tales como un auto-reporte de medidas de integridad o personalidad, análisis de comportamiento, o análisis de contenido de discurso (Krapohl, 2002; Meesig & Horvath, 1995; Office of Technology Assessment, 1990; Sackett & Wanek, 1996; Vrij, 2008), su validez también ha sido cuestionada.

Los enfoques del polígrafo tradicional recaen en comparaciones internas del sujeto con respecto a sus respuestas psicofisiológicas a preguntas, presumiendo que las emociones de los examinados juegan un fuerte rol en estas respuestas. Más recientemente, han sido desarrolladas diferentes nuevas evaluaciones para el engaño basadas en el área cognitiva, de las cuales todas están basadas más o menos en la noción de que mentalmente es más difícil mentir que decir la verdad (p.e., Johnson, Barnhardt, & Zhu, 2005; Seymour et al., 2000; Vendemia, Buzan, & Green, 2005; Vrij et al., 2009; Vrij, Mann, Kristen, & Fisher, 2007; Walczyk, Mahoney, Doverspike, & Griffith-Ross, 2009; Walczyk, Roper, Seemann, & Humphrey, 2003). El propósito de los dos estudios actuales fue evaluar un estudio de movimiento ocular para el engaño que se sostienen en la hipótesis de la carga de trabajo cognitiva, así como otros previos hallazgos empíricos de la literatura en psicología de lectura (p.e., Just & Carpenter, 1993; Rayner, 1998). De forma específica, basamos nuestras decisiones con respecto a la verdad y el engaño en las respuestas de la pupila y los movimientos del ojo que ocurrieron al tiempo que los participantes leían y respondían a declaraciones con respecto a su posible involucramiento en un crimen falso.

El tamaño de la pupila refleja variaciones en la carga de procesamiento dentro de la tarea, entre la tarea, y entre los individuos (Kahneman, 1973). Las respuestas de pupila incrementadas se asocian con la dificultad incremental en una amplia variedad de tareas cognitivas, incluyendo el recuerdo y transformación de cadenas de dígitos (Kahneman & Beatty, 1966), multiplicación mental (Ahern & Beatty, 1979; Hess & Polt, 1964), procesamiento de oraciones (Just & Carpenter, 1993; Schlurhoff, 1982), procesamiento literario (Beatty & Wagoner, 1978), y traducción léxica (Hyona, Tommola, & Alaja, 1995).

Consistente con la hipótesis de carga de trabajo cognitivo, los investigadores del engaño han encontrado también incrementos en el tamaño de la pupila asociados con el engaño (Berrien & Huntington, 1943; Dionisio, Granholm, Hillix, & Perrine, 2001; Heilveil, 1976; Lubow & Fein, 1996). De hecho, la respuesta de pupila a las declaraciones en las pruebas de polígrafo pueden ser utilizadas para discriminar entre los participantes confiables y falsos (Bradley & Janisse, 1981) y pueden ser al menos tan diagnósticas como las respuestas electro dermales (Webb, Honts, Bernhardt, Kircher, & Cook, 2009). Debido a esto, predijimos que los participantes mostrarían mayores incrementos en el diámetro de la pupila en respuesta a declaraciones respondidas falsamente que a aquellas respondidas de forma veraz.

En la literatura de la lectura de psicología, la tecnología de seguimiento ocular ha sido utilizada para registrar la ubicación y duración de las fijaciones oculares al tiempo que las personas leían y respondían al texto (Just & Carpenter, 1980; McConkie, Hogaboam, Wolverton, Zola, & Lucas, 1979; Rayner, 1998). Los resultados de estos estudios han mostrado que, cuando las personas experimentan dificultad al leer una palabra o frase, sus fijaciones en el texto incrementan en frecuencia y duración, los intervalos *intersaccade* disminuyen, y las personas pasan más tiempo leyendo y releendo (Rayner, 1998; Rayner & Pollatsek, 1989). Los investigadores de lectura también han argüido que las fijaciones iniciales en un pasaje del texto reflejan los primeros intentos del lector de integrar y comprender información de entrada, al tiempo que las fijaciones subsecuentes pueden reflejar los intentos de los lectores para verificar la información en relación con otras fuentes de conocimiento (Cook & Myers, 2004; Garrod & Terras, 2000) u otras metas de procesamiento más estratégicas (Hyona & Nurminen, 2006; Long & Lea, 2005). Los efectos del engaño en tiempo de respuesta a las palabras presentadas visualmente en un monitor de computadora están bien establecidos (p.e., Seymour et al., 2000). Sin embargo, si los investigadores de lectura están correctos, el simple tiempo de respuesta puede reflejar una combinación de diferentes procesos de lectura que difieren en sensibilidad a los efectos de engaño. El presente estudio midió el tiempo de respuesta y también distinguió entre diferentes medidas de comportamiento lector que puede ocurrir dentro de una sola respuesta: frecuencia de fijación (número de fijaciones), tiempo inicial de lectura (duración del primer pase), y relectura subsecuente (duración del segundo pase).

Diferentes investigadores han utilizado los movimientos oculares para detectar engaño o intentos de los

participantes para ocultar información. Baker, Stern, y Goldstein (1992b) presentaron preguntas de evaluación en un monitor de computadora y encontraron que las duraciones de fijación fueron más largas para el engaño que las de los participantes veraces. Otros investigadores fueron capaces de detectar intentos de ocultar información mediante el análisis de patrones de los movimientos oculares al tiempo que los participantes veían imágenes de ubicaciones de crímenes (Ellson, Davis, Saltzman, & Burke, 1952) o estímulos familiares o no familiares (Althoff & Cohen, 1999). Basándose en estos hallazgos, nosotros predijimos que el engaño podría ser asociado con los incrementos en el número de fijaciones, duración del primer pase y duración del segundo pase.

Evaluamos estas predicciones en dos experimentos utilizando un paradigma de crimen falso. En cada experimento los participantes fueron asignados aleatoriamente a condiciones de tratamiento culpable e inocente. Los participantes culpables cometieron un robo simulado, mientras que los participantes inocentes fueron informados de los robos, pero no los cometieron. Elegimos informar a los participantes inocentes de los crímenes porque, en situaciones de evaluación de campo, los individuos inocentes a menudo tienen conocimiento de un crimen aun cuando no lo hayan cometido. De cualquier forma, ya que el experimentador que administró la prueba era inconsciente del estatus de culpabilidad de los participantes, todos los participantes fueron sospechosos de los robos y se les ofreció un bono económico para convencer al experimentador de su inocencia. Se les dijo a los participantes que negaran el haber cometido el crimen, y que debían de responder a las declaraciones de la prueba en forma tan rápida y precisa como fuera posible porque los retrasos en la respuesta o los errores podrían ser tomados como indicadores de engaño. A los participantes se les ajustó un rastreador de ojo en la cabeza y seleccionaron Verdadero o Falso como respuesta a las declaraciones que fueron neutrales o dirigidas a cada uno de los dos posibles crímenes falsos (p.e., “Yo no tomé los \$20 del bolso de mano de la secretaria”). El primer experimento evaluó predicciones en las que los participantes culpables mostrarían mayores incrementos en el diámetro de la pupila, fijaciones más grandes, y mayores tiempos de lectura en primer pase y Segundo pase como respuesta a las declaraciones respondidas falsamente, a comparación de aquellos que respondieron con la verdad. El segundo experimento fue diseñado para replicar y evaluar la confiabilidad de los resultados del primer experimento e investigar el rol de otras variables que podrían influenciar la precisión de una prueba de movimiento ocular para el engaño. Todos los procedimientos en los Experimentos 1 y 2 fueron aprobados por el Consejo de Revisión Institucional de la Universidad de Utah (University of Utah Institutional Review Board).

## Experimento 1

### Método

**Diseño.** A un igual número de participantes se les asignó un diseño de tres celdas en un patrón de 3 X 3 X 3. La variable entre sujetos era la culpabilidad; se les asignó a los participantes una condición de culpable o inocente. Los Participantes Culpables fueron posteriormente divididos en condiciones de crimen de “Efectivo” o “Tarjeta”. Los dos factores de sujeto incluidos (neutral, efectivo y tarjeta) y la repetición (tres repeticiones de cada declaración). Las variables dependientes fueron cambiadas en diámetro de pupila, tiempo de respuesta, errores de respuesta, número de fijaciones, tiempo de lectura de primer pase, y tiempo de lectura de segundo pase.

**Participantes.** Cincuenta y cinco estudiantes universitarios y personal de staff fueron reclutados a través de volantes en el campus. Por diferentes razones (p.e., tamaño de pupila, forma del ojo, etc.) los movimientos oculares del 27% de los participantes prospectados no pudieron ser rastreados. A esos individuos se les pagaron \$15 y se les excusó del experimento. Los restantes participantes, 24 hombres y 16 mujeres, con rangos de edad entre los 18 y los 36 años ( $M = 22.35$ ,  $SD = 4.3$ ), fueron predominantemente caucásicos (82.5%), solteros (77.5%), y estudiantes en la Universidad Utah (92.5%). Los participantes fueron aleatoriamente asignados a condiciones de inocente ( $n = 20$ ), “Efectivo” ( $n = 10$ ), y “Tarjeta” ( $n = 10$ ).

**Aparato - Dispositivo.** Los movimientos oculares de los participantes fueron monitoreados utilizando un rastreador ocular Applied Sciences Laboratory (ASL) Modelo 501 montado en la cabeza. El rastreador tenía una interfaz hacia dos computadoras de escritorio Hewlett Packard de 1.8 GHz: Una realizaba el rastreo ocular y grababa la información, y la otra realizaba el experimento. Los participantes tenían libertad de movimiento en la

cabeza al utilizar el rastreador ocular. La visión era binocular, y el movimiento ocular se registró de los 60 movimientos por segundo del ojo derecho de cada participante (p.e., 60 Hz). Los movimientos de cabeza de cada participante y su orientación fueron registrados con un rastreador de cabeza, y esa información resultante fue almacenada con la posición del ojo y el diámetro de pupila a 60Hz. El monitor fue posicionado a aproximadamente 63.5 cm de los ojos de los participantes.

**Materiales.** Las 48 declaraciones fueron repetidas tres veces durante el experimento, en diferentes bloques de prueba. Las declaraciones fueron divididas en tres tipos: 16 declaraciones fueron neutrales, 16 dirigidas al crimen efectivo, y 16 dirigidas a crimen tarjeta. Cada tipo de declaración requirió un mismo número de respuestas verdaderas y falsas, y cada grupo de declaraciones Verdadera y Falsa fue subdividida en igual número de declaraciones con negación (p.e., “Yo no tomé los \$20 de la bolsa de mano de la secretaria.”) y sin negación (p.e., “Yo tomé los \$20 de la bolsa de mano de la secretaria”). La longitud media en caracteres (con espacios) de las declaraciones en las condiciones neutral, efectivo y tarjeta fue de 48.06 ( $SD = 9.33$ ), 57.25 ( $SD = 9.01$ ), y 65.56 ( $SD = 9.93$ ) caracteres, respectivamente. Las declaraciones neutras fueron más cortas que las de efectivo,  $t(30) = 2.83$ ,  $p = .01$ , o las declaraciones de tarjeta,  $t(30) = 4.26$ ,  $p = .01$ , pero las declaraciones de efectivo y tarjeta no presentaron diferencia en su longitud,  $t(30) = 1.58$ ,  $p = .12$ .

**Medidas.** Se obtuvieron medidas de tiempo de respuesta, precisión de respuesta, diámetro de pupila, y tres medidas de lectura (número de fijaciones, duración del primer pase y duración del segundo pase) de cada declaración y repetición. Todas las medidas fueron registradas solamente cuando los participantes habían fijado dentro de una región de interés rectangular que rodeaba cada declaración. La región de interés era de 32 mm de altura, comenzaba con el primer carácter, y terminaba con el último carácter de la declaración.

Se utilizaron cuatro criterios para definir una fijación (Eyenal Manual, Applied Sciences Laboratory, Bedford, MA). Primero, una fijación comenzó en la primera de seis muestras consecutivas que ocurrieron dentro del  $.5^\circ$  del ángulo visual. Segundo, cualquiera de las tres muestras de fijación consecutivas más allá de  $1^\circ$  del ángulo visual en dirección horizontal o vertical a partir de la ubicación media de las previas muestras al final de la fijación. Tercero, la posición de fijación final era la posición media de todas las muestras de fijación entre el periodo de fijación de comienzo y término, pero cualesquiera dos o menos muestras de fijación consecutivas que fueran más allá de las desviaciones estándar 1.5 a partir de la posición media fueron excluidas del cálculo de la posición final. Finalmente, cualquier duración de fijación más larga de 1 segundo fue considerada artificial, y borrada automáticamente (ver Rayner, 1998; Rayner & Pollatsek, 1989).

**Diámetro de pupila.** El inicio de la lectura fue definido como la primera muestra de la primera de cuatro fijaciones consecutivas en la región de interés. La diferencia en el diámetro de la pupila entre la primera muestra y cada muestra subsecuente por un período de 4 segundos proporcionó una curva de respuesta evocada de pupila y representó los cambios en la respuesta de pupila a través del tiempo desde el inicio del estímulo. Además de la curva de respuesta, el área bajo la curva fue computada para obtener una sola medida de la magnitud de respuesta de la pupila para análisis de confiabilidad, bi-variación y función de discriminación, descritos debajo. El área debajo de la curva de respuesta de pupila fue calculada desde el punto debajo del que siguió a la lectura de inicio hasta la respuesta de la pupila totalmente recuperada, o 4 segundos a continuación de la lectura de inicio, lo que ocurriera primero. El área bajo esta curva de respuesta era la suma de las diferencias positivas entre el punto bajo inicial y cada muestra subsecuente (Kircher & Raskin, 1988).

**Medidas de comportamientos de lectura.** El número de fijaciones fue el número de veces que un participante fijó la vista en la región de interés; esta medida es un indicador general de la dificultad de procesamiento. La duración del primer pase fue la suma de las duraciones de todas las fijaciones hechas desde el tiempo en que el participante fijó por primera vez en la declaración y hasta que él o ella fijaron en algún lugar fuera de la región de interés; esta medida refleja la cantidad de tiempo inicialmente utilizado en la lectura de una región. La duración del Segundo pase fue la suma de las duraciones de todas las fijaciones que el participante hizo mientras releía la declaración después de haber fijado la vista por vez primera fuera de la región de interés; esta medida de re-lectura puede reflejar una persistente dificultad asociada con un proceso de región y/o estratégico. Para ajustar las diferencias en la longitud como una función de tipo de declaración, el número fijaciones fue convertido al

número de fijaciones por carácter, y el tiempo de respuesta y los tiempos de pase primero y segundo fueron convertidos a ms por carácter. Esta es una práctica común para contralor diferencias de longitud en estímulos materiales dentro de la investigación psicológica de lectura (ver Rayner, 1998).

**Procedimiento.** A los participantes se les reclutó mediante la colocación de volantes para el estudio en diferentes ubicaciones alrededor del campus universitario. Además de proporcionar información de contacto, los volantes indicaban que los participantes recibirían \$30 (treinta dólares americanos) de paga y un posible bono de \$30 (treinta dólares americanos). Cuando llamaron, a los participantes prospectos se les dio una breve descripción del estudio, realizando un filtro con criterio de inclusión (p.e., mayor de 18 años, competente en el idioma inglés, y capaz de leer sin lentes correctivos) y se les asignó una cita. Posteriormente, se les envió por correo electrónico las instrucciones iniciales y un mapa del campus con la descripción de la ubicación del estudio. Se les llamó a los participantes el día previo a su cita agendada, recordándoles con respecto a la cita y proporcionando instrucciones acerca de dormir bien esa noche y no beber cafeína durante las dos horas previas a su cita.

Debido a sus instrucciones, cada participante se reportó solo en una habitación del campus, entró a la habitación, cerró la puerta, leyó y firmó el formato de consentimiento, y leyó las instrucciones proporcionadas por computadora. No hubo investigador presente en la ubicación inicial del estudio. Después de haber leído las instrucciones, a los participantes se les dio la opción de abandonar el estudio. A aquellos participantes que decidieron continuar se les asignó aleatoriamente una condición de inocente o una condición de culpable. Los participantes culpables fueron posteriormente subdivididos en condiciones de crimen de "Efectivo" y "Tarjeta". Los participantes culpables fueron informados de que tenían no más de 30 minutos para completar el crimen asignado. A los participantes en el crimen "Efectivo" se les instruyó robar \$20 (veinte dólares Americanos) del bolso de mano de una secretaria; los participantes en el crimen "Tarjeta" recibieron instrucciones para robar información de la tarjeta de crédito de la computadora de un alumno. A los participantes inocentes se les dieron descripciones generales de los crímenes, pero no participaron en ellos. A los participantes inocentes se les dijo se reportaran en el laboratorio de 20 a 35 minutos posteriores al momento en el que se les había agendado llegar a su cita. Esto fue para asegurar que los participantes culpables e inocentes llegaran al laboratorio aproximadamente al mismo tiempo para que el experimentador aplicando la evaluación permaneciera inconsciente de las condiciones que se les habían asignado.

Se hizo el intento para motivar a todos los participantes a pasar la evaluación. Tanto a los participantes culpables como a los inocentes se les prometió un bono de \$30 (treinta dólares americanos) adicionales a sus \$30 (treinta dólares americanos) de paga (\$60 dólares americanos en total) si aparecían como veraces a todas las declaraciones de la evaluación. Previo a su llegada al laboratorio, a todos los participantes se les dio la siguiente instrucción:

No deberás hacer que el examinador sospeche en ningún momento de la evaluación. La evaluación está basada en la idea de que la persona que cometió un crimen pasará por tiempos difíciles para responder rápida y honestamente a las preguntas con respecto al crimen. Puedes parecer sospechoso a los ojos del examinador si te lleva mucho tiempo responder las preguntas o si tienes muchos errores. Para parecer inocente debes responder en forma tan rápida y precisa como te sea posible.

Cerca de la hora de arribo al laboratorio, cada participante complete un breve cuestionario demográfico y fue sentado frente a un monitor de computadora. Se le colocó y calibró el rastreador ocular ASL. Los participantes, entonces, leyeron un conjunto de instrucciones en la pantalla de la computadora. Se les informó que las declaraciones serían presentadas individualmente en la pantalla de la computadora, y que ellos debían indicar si cada declaración era verdadera o falsa.

Cada declaración fue presentada en una sola línea al centro del monitor de computadora comenzando en el margen izquierdo de la pantalla. Para responder Verdadero o Falso, el participante utilizó un mouse para dar clic a uno de dos botones radiales que aparecieron al lado derecho de la pantalla adyacente a la declaración. El botón de radio seleccionado mostró la respuesta del participante durante 200 ms, y la declaración fue remplazada por la

siguiente declaración en la secuencia pre-programada 200 ms después.

Las 48 declaraciones fueron repetidas en tres bloques por separado mediante una evaluación no relacionada de conocimientos generales que requería 5-10 minutos para completarse. La presentación de las declaraciones fue aleatoria a través de los participantes con la provisión de que una declaración de un tipo era seguida por un mismo número de veces por una declaración de los otros dos tipos y nunca seguida inmediatamente por una declaración del mismo tipo.

Después de completar la evaluación, el rastreador ocular fue removido y al participante se le informó si había pasado la evaluación. Al momento de concluir la evaluación, el estatus de culpabilidad de cada participante fue automáticamente recuperado mediante una red local de la computadora utilizada para asignar a los participantes los tratamientos y administrar las instrucciones. Ya que ningún algoritmo había sido desarrollado para decidir si el participante era veraz o falso, a los participantes que se les asignó la condición de inocente se les pagó \$60, y a aquellos a quienes se les asignó una de las dos condiciones de culpable se les pagó \$30. A los participantes se les proporcionó una plática final con respecto al estudio y los procedimientos de pago y se les solicitó no compartir esta información con nadie que pudiera participar en el estudio

## Resultados

El nivel de importancia de todas las evaluaciones estadísticas se fijó al .05. Los niveles de importancia para evaluaciones que involucran factores inherentes a los sujetos fueron medidos de forma conservadora con grados de libertad ajustada de Huynh-Feldt.

**Efectos de repetición.** Evaluamos si los tiempos de lectura y respuesta de las declaraciones podrían disminuir a través de las repeticiones, y si podrían marcar una diferencia como una función del tipo de declaración y estatus de culpabilidad. Los análisis de variación de medidas repetitivas (RMANOVA - repeated measures analysis of variance) no revelaron efectos de repetición significativos en ninguna de las medidas resultantes, ni interacciones con el tipo de declaración o estatus de culpabilidad. Ya que los cambios en las repeticiones no fueron diagnosticados, las medias fueron computadas a través de repeticiones para todas las medidas resultantes.

**Errores en respuesta.** En general se manifestaron pocos errores. El análisis de la varianza reveló que no había efectos principales o de interacción significativos del estatus de culpabilidad en los errores de respuesta.

**Tiempo de respuesta.** Los resultados de tiempo de respuesta, así como las medidas de lectura, se reportan en la Tabla 1. Los análisis de tiempos de respuesta revelaron un efecto principal significativo por grupo,  $F(2, 37) = 4.24$ , parcial  $\eta^2 = .19$ . Los participantes culpables mostraron tiempos de respuesta más largos que los participantes inocentes a través del dominio de todas las declaraciones. Además, el análisis reveló una interacción significativa Grupo X Tipo de declaración,  $F(3.87, 71.63) = 3.18$ , parcial  $\eta^2 = .15$ . A los participantes que fueron culpables de robar el efectivo les tomó menos tiempo por carácter en las declaraciones de efectivo que en las declaraciones neutrales o de tarjeta. Por el contrario, a aquellos participantes culpables de robar la información de la tarjeta de crédito les tomó menos tiempo en las declaraciones de tarjeta que en las declaraciones de efectivo o neutrales. Los tiempos de respuesta de los participantes inocentes no difirieron como función del tipo de declaración.

**Diámetro de pupila.** Los cambios en el tamaño de la pupila por 4 s siguiendo a la presentación de la declaración son trazados para cada grupo a 10 Hz en la Figura 1. La disminución inicial del tamaño de pupila es una respuesta común al inicio de un estímulo visual (Reinhard, Lachnit, & Konig, 2006; Steinhauer & Hakerem, 1992). Los participantes inocentes (Figura 1c) mostraron mayor incremento en el tamaño de la pupila en respuesta a las declaraciones relevantes al crimen que en las declaraciones neutrales, pero la diferencia era relativamente pequeña, y sus respuestas a las declaraciones de efectivo y tarjeta fueron similares. Por el contrario, los participantes culpables del crimen (Figura 1a) mostró grandes incrementos en el tamaño de la pupila como respuesta a las declaraciones de efectivo, y respuestas más débiles a declaraciones de tarjeta y neutrales, mientras que los participantes culpables del crimen de tarjeta (Figura 1b) mostraron sus más fuertes respuestas a las declaraciones de tarjeta.

Tabla 1

*Tiempo de Respuesta Media, Número de Fijaciones y Duración del Primer y Segundo Pase como una Función de Grupo y Tipo de Declaración en Experimento 1*

Variable	Culpable - Efectivo						Culpable - Tarjeta						Inocente					
	Efectivo		Tarjeta		Neutral		Efectivo		Tarjeta		Neutral		Efectivo		Tarjeta		Neutral	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
TiempoRespuesta	50.1	1.2	54.8	1.5	51.8	1.2	51.2	1.0	47.9	0.8	53.0	1.0	42.9	0.9	42.6	1.2	41.6	0.9
No. de fijación.	19.6	3.2	21.8	3.9	20.4	3.4	19.1	3.0	17.8	2.4	19.4	2.4	17.2	2.9	17.3	3.9	16.9	2.9
Dura. 1ero pase	42.2	1.2	42.2	1.2	43.9	1.2	41.0	0.8	39.5	0.6	46.0	0.8	35.0	0.7	34.2	0.8	35.6	0.8
Dura. 2do pase	8.0	0.3	13.0	0.5	8.0	0.3	10.0	0.4	8.0	0.3	7.0	0.3	8.0	0.5	8.0	0.6	6.0	0.4

*Nota.* El número de fijaciones están reportadas por carácter, en donde el tiempo de respuesta, duración del primer pase, y la duración del segundo pase están reportados en ms por carácter. SDs para todas las medidas aparecen en paréntesis.

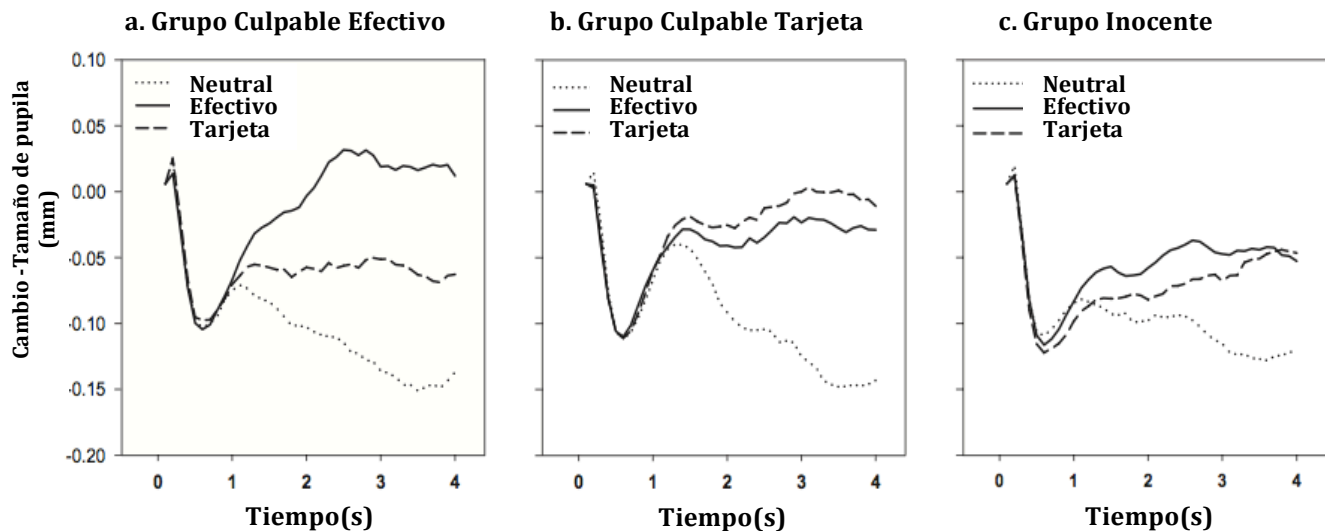


Figura 1. La media evocó la respuesta de pupila como una función del grupo y tipo de declaración para el Experimento 1.

El cambio en el tamaño de pupila a través de la duración de una respuesta fue analizado con RMANOVA con dos factores implícitos a los sujetos y un factor intergrupar. El tiempo fue uno de los factores implícito a los sujetos con 40 niveles (4 s a 10 Hz), el tipo de declaración fue un factor implícito a los sujetos con tres niveles (declaración neutral, efectivo y tarjeta), y la culpa fue un factor intergrupar con tres niveles (inocente, culpable de crimen de efectivo, culpable de crimen de tarjeta). La interacción del Tipo de Declaración X Culpa fue significativa,  $F(4, 74) = 5.30$ , parcial  $\eta^2 = .22$ . Los mayores incrementos en el diámetro de pupila ocurrieron cuando el participante era falso. La interacción Tipo de Declaración X Culpa está basada en diferencias en niveles de respuesta media a cada declaración a través de los grupos, en donde la interacción Tiempo X Tipo de Declaración X Culpa está basada en diferencias en las formas de curvas de respuesta para cada tipo de declaración a través de los grupos. Esta interacción de tres comportamientos también fue significativa,  $F(19.25, 356.06) = 4.16$ , parcial  $\eta^2 = .18$ . Los tres tipos de declaración evocaron cambios en la pupila sobre tiempo que difirió entre los grupos.



En la Figura 1, se refleja que la diferencia absoluta entre las declaraciones de efectivo y tarjeta fue mayor en los participantes que tomaron el efectivo que en aquellos que tomaron la información de la tarjeta de crédito. Esto fue evaluado con un RMANOVA utilizando solamente participantes culpables, en donde las respuestas a las declaraciones relevantes respondidas falsamente fueron comparadas con declaraciones relevantes respondidas verazmente. El análisis reveló que no hubo interacción de Engaño X Tipo de Declaración,  $p = .14$ . Sin embargo, la interacción de tres comportamientos de Tiempo X Engaño X Tipo de Declaración fue significativo,  $F(3.31, 78.67) = 2.49$ , parcial  $\eta^2 = .12$ . La diferencia en la respuesta de pupila asociada con la veracidad y el engaño fue mayor en los participantes en la condición de efectivo que en los de la condición de tarjeta. Además, los participantes inocentes reaccionaron más fuertemente en las declaraciones relacionadas al crimen que a las declaraciones neutrales. Las evaluaciones de seguimiento dentro del grupo inocente revelaron que la diferencia entre los tipos de declaración relacionados al crimen y neutrales fue significativa,  $F(1, 19) = 30.78$ , parcial  $\eta^2 = .62$ , como lo fue la interacción Tiempo X Tipo de Declaración,  $F(5.38, 102.21) = 20.97$ , parcial  $\eta^2 = .52$ .

**Medidas de Lectura.** Como se esperaba, los participantes culpables hicieron más fijaciones por carácter que las que hicieron los participantes inocentes; el principal efecto de culpabilidad fue significativo,  $F(2, 37) = 4.90$ , parcial  $\eta^2 = .21$ . Sin embargo, opuesto a las predicciones, los participantes culpables de tomar el efectivo hicieron menos fijaciones al leer las declaraciones con respecto al efectivo que cuando leyeron sobre la tarjeta de crédito, y los participantes culpables de tomar la información de la tarjeta de crédito hicieron menos fijaciones en las declaraciones sobre la tarjeta de crédito que sobre el efectivo (Tabla 1). En los participantes inocentes, el número de fijaciones fue relativamente consistente a través de los tipos de declaración. Esta interacción de Tipo de Declaración X Culpa fue significativa,  $F(3.92, 72.61) = 4.09$ , parcial  $\eta^2 = .18$ .

El análisis de información de la duración del primer pase reveló que los participantes culpables, en promedio, tuvieron mayores tiempos de lectura en el tiempo de primer pase que los participantes inocentes; el efecto principal de culpa fue significativo,  $F(2, 37) = 4.03$ , parcial  $\eta^2 = .18$ . La interacción de Tipo de Declaración X Culpa fue también significativa,  $F(4, 74) = 3.17$ , parcial  $\eta^2 = .15$ . Como se muestra en la Tabla 1, esta interacción reflejó el hecho de que los tiempos de lectura del primer pase en los participantes culpables fueron menores en las declaraciones acerca de los dos crímenes que en las declaraciones de contenido neutral, en donde las duraciones de primer pase de los participantes inocentes no difirieron como función del tipo de declaración.

No hubo efecto principal de culpabilidad en el análisis de las duraciones del segundo pase. La interacción Tipo de Declaración X Culpa, sin embargo, fue significativa,  $F(3.98, 73.66) = 3.65$ , parcial  $\eta^2 = .16$ . Los participantes culpables del crimen efectivo utilizaron menor tiempo en releer las declaraciones con respecto al efectivo, mientras que los participantes culpables del crimen tarjeta de crédito utilizaron menor tiempo releiendo las declaraciones referentes a la tarjeta de crédito. Los hallazgos de medida de lectura del primer y segundo pase fueron consistentes, aunque no independientes, de aquellos obtenidos por el número de fijaciones; como lo notó Rayner (1998), las medidas de frecuencia de fijación y duración de fijación tendieron a estar altamente correlacionadas.

**Análisis bi-variable y discriminante.** Los análisis bi-variables y discriminantes fueron realizados para evaluar el grado al que pueden ser utilizadas la curva de respuesta de pupila (respuesta de pupila), número de fijaciones, duración del primer pase, y duración del Segundo pase para diferenciar entre las tres condiciones del tratamiento. Para la medida de cada resultado, las respuestas a las declaraciones neutral, efectivo y tarjeta fueron utilizadas para derivar tres nuevas variables. Una variable fue el la respuesta media de Cambio en Tamaño de Pupila en declaraciones neutrales ( $N$ ). La respuesta a declaraciones neutrales proporcionó una medida general de vigilancia o precaución. Los efectos principales de culpabilidad observados en el número de fijaciones y tiempo de lectura de primer pase sugirieron que los participantes culpables generalmente fueron más cuidadosos que los participantes inocentes. La segunda variable fue la diferencia entre la respuesta media combinada entre las declaraciones de efectivo ( $R1$ ) y tarjeta ( $R2$ ) y la respuesta a declaraciones neutrales (p.e.,  $[R1 + R2]/2 - N$ ). Se esperaba que los participantes culpables mostraran mayores diferencias entre las declaraciones relacionadas al crimen y las neutrales que los participantes inocentes. La última variable fue la diferencia entre las respuestas a declaraciones

de efectivo y tarjeta (p.e., R1 – R2). Esperábamos que esta diferencia distinguiera entre los dos grupos culpables.

Se crearon dos variables indicadoras de pertenencia a grupos para distinguir entre los tres grupos. Dos variables de indicadores de pertenencia al grupo fueron creados para distinguir entre los tres grupos. Una variable indicadora (Culpable-Inocente) diferenció entre los participantes culpables (código + 1) y los participantes inocentes (-1). La segunda variable indicadora (Efectivo-Tarjeta) distinguía entre los grupos Tarjeta (-1) y Efectivo (+1); a los participantes inocentes se les dio el código 0. Las correlaciones de las variables indicadoras de grupo con las diferentes medidas de respuesta se presentan en la Tabla 2. Las correlaciones indican la extensión a la cual la medida de salida discrimina entre los grupos y puede ser vista como un índice de validez predictiva. Por ejemplo, en la variable indicadora Culpable-Inocente, una correlación positiva podría indicar que el grupo culpable tuvo una puntuación media mayor en la medida de respuesta que el grupo inocente.

Para las declaraciones neutrales, los participantes culpables tuvieron menores respuestas de pupila ( $r = -.43$ ), fijaron más frecuentemente ( $r = .48$ ), y dedicaron más tiempo a la lectura de declaraciones ( $r = .49$ ) que el utilizado por los participantes inocentes. No hubo diferencias significativas entre los dos grupos culpables en sus respuestas a declaraciones neutrales. Las diferencias entre las respuestas a declaraciones relacionadas con el crimen y las neutrales distinguieron entre los grupos culpable e inocente de medidas de respuesta de pupila ( $r = -.51$ ) y la duración de primer pase ( $r = .33$ ). Las diferencias entre las respuestas a las declaraciones de efectivo y tarjeta distinguieron entre las dos condiciones de culpabilidad en las medidas de respuestas de pupila ( $r = .61$ ), número de fijaciones ( $r = -.54$ ), y la duración del segundo pase ( $r = -.53$ ). Las respuestas falsas fueron precedidas por mayores incrementos en el diámetro de pupila, menores fijaciones, y tiempos de lectura de segundo pase más cortos.

Tabla 2

*Correlaciones entre las Medidas de Movimiento Ocular y los Indicadores de Pertenencia a Grupo en Experimento 1*

Variable	Culpable vs. Inocente	Efectivo vs. Tarjeta
	Declaraciones neutrales	
Respuesta de Pupila (AUC)	-.43**	.21
Número de fijaciones	.48**	-.11
Duración del primer pase	.49**	.08
Duración del segundo pase	.21	-.10
Declaraciones de Crimen vs Neutral		
Respuesta de Pupila (AUC)	.51**	.26
Número de fijaciones	-.17	-.21
Duración del primer pase	-.33*	-.33*
Duración del segundo pase	.03	-.01
Declaraciones de Efectivo vs. Tarjeta		
Respuesta de Pupila (AUC)	.27	-.61**
Número de fijaciones	-.06	.54**
Duración del primer pase	-.01	.12
Duración del segundo pase	-.09	.53**

Note. AUC indica el área bajo la curva. \*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

El análisis discriminante paso a paso fue utilizado para seleccionar subconjuntos de las medidas de movimiento ocular disponibles para clasificar los casos en los grupos efectivo, tarjeta e inocente (ver Kircher & Raskin, 1988, para una explicación detallada de este procedimiento). El análisis produjo dos funciones discriminantes significativas. La primera función discriminante utilizó la diferencia en la respuesta de pupila entre las declaraciones relacionadas con el crimen y neutrales, así como el número de fijaciones en las declaraciones

neutrales para discriminar entre los grupos culpable e inocente ( $R^2 = .49$ ,  $p < .01$ ). La segunda función discriminante utilizó la diferencia en la respuesta de pupila a las declaraciones efectivo y tarjeta y la diferencia en la relectura de segundo pase de las declaraciones para discriminar entre los dos grupos culpables ( $R^2 = .41$ ,  $p < .01$ ). Las funciones discriminantes clasificaron correctamente a nueve de 10 participantes de crimen, 8 de 10 participantes del crimen tarjeta, y 17 de 20 participantes inocentes. En conjunto, las medidas de movimiento ocular seleccionadas generaron 85% de clasificaciones correctas. La precisión media cayó del 85% al 80% con clasificaciones divididas. Las clasificaciones divididas se obtuvieron eliminando al primer participante de la matriz de datos y computando las funciones discriminantes utilizando los demás participantes N-1. Aquellas funciones fueron utilizadas para clasificar solamente al primer participante. Ya que los datos para ese participante no contribuyeron a la solución de las funciones discriminantes, la clasificación de ese individuo fue imparcial, o lo menos parcial posible, que la clasificación del mismo individuo mediante las funciones discriminantes basadas en todos los participantes N. La información para el primer participante fue entonces agregada nuevamente a la matriz de datos, los datos del segundo participante fueron removidos de la matriz y las funciones discriminantes fueron derivadas utilizando a los demás N-1 participantes (1, 3, 4, . . . N). El segundo individuo fue clasificado mediante las funciones basadas en los Participantes 1, 3, 4, . . . N. Este procedimiento fue repetido para cada participante en el estudio. Al final, cada participante fue clasificado por las funciones que fueron independientes de los datos de ese individuo.

## Discusión

En previos experimentos de laboratorio, el engaño fue asociado con un tiempo de respuesta mayor, mayores errores, y menores efectos de repetición (Baker et al., 1992b; Crosland, 1929; Seymour et al., 2000; Vendemia et al., 2005; Walczyk et al., 2009, 2003). De forma consistente con previa investigación y la hipótesis de la carga de trabajo cognitivo, los participantes culpables respondieron más lentamente que los participantes inocentes. Sin embargo, no encontramos efectos de engaño en la precisión de respuesta o en los efectos de repetición ya fuera en el tiempo de respuesta o precisión de respuesta.

Como en investigaciones previas, el engaño en este experimento fue asociado con mayores incrementos en el tamaño de la pupila (p.e, Bradley & Janisse, 1981; Webb, Honts, et al., 2009). Los participantes que robaron \$20 (veinte dólares americanos) mostraron mayores respuestas de pupila a las declaraciones acerca de los \$20 (veinte dólares americanos), mientras los participantes que robaron información de la tarjeta de crédito mostraron mayores respuestas de pupila a las declaraciones con respecto a la tarjeta de crédito. Además, los participantes inocentes reaccionaron más fuertemente a las declaraciones relacionadas al crimen que a las declaraciones neutrales, aunque sus respuestas a todas las declaraciones fueron veraces. Horowitz, Kircher, Honts, y Raskin (1997) reportaron un hallazgo similar en los participantes inocentes en un estudio de polígrafo. Este efecto de los participantes inocentes puede ser atribuido al reconocimiento de su parte en el significado de las preguntas relacionadas al crimen.

Los datos de pupila indicaron que los participantes inocentes respondieron más fuertemente a declaraciones de efectivo que a las declaraciones de tarjeta de crédito. De forma similar, la diferencia absoluta entre las declaraciones de efectivo y tarjeta de crédito fue mayor en los participantes que tomaron el efectivo que en los participantes que descargaron la información de tarjeta de crédito. El por qué esto ocurrió no está claro, ya que los dos tipos de declaraciones fueron igualmente importantes para la respuesta. Una posibilidad es que los participantes percibieran el robo de los \$20 (veinte dólares americanos) de la bolsa de una secretaria como una ofensa más grande que la descarga de información de una tarjeta de crédito. Aunque intentamos igualar los dos conjuntos de declaraciones relacionadas al crimen, también es posible que las declaraciones de efectivo fueran semánticamente más complejas y requirieran más esfuerzo cognitivo para ser procesadas. La complejidad de declaración fue manipulada en el Experimento 2.

Las respuestas electro dermales mediadas de forma favorable durante las evaluaciones de polígrafo habitúan

rápido a las repeticiones de preguntas de pruebas (Ben-Shakhar & Furedy, 1990; Kristjansson, Kircher, & Webb, 2007). Sin embargo, no se observó ningún efecto en las respuestas de pupila en el Experimento 1 (para un hallazgo similar, ver Webb, Honts, et al., 2009). Los presentes resultados pueden indicar que los cambios en la pupila en estas pruebas de engaño fueron mediados por el sistema nervioso parasimpático y refleja cambios mayormente en la carga cognitiva (Bradley et al., 2008). De forma alternativa, las tres repeticiones de las declaraciones pueden haber provisto insuficiente oportunidad para observar efectos en las pruebas de las respuestas de pupila provocadas. Este tema fue investigado más adelante en el Experimento 2.

Los efectos en las medidas de lectura fueron parcialmente consistentes con las expectativas. Como se esperaba, los participantes culpables en general realizaron mayores fijaciones y les tomó más leer las declaraciones de las pruebas que a los participantes inocentes. Contrariamente a las predicciones, sin embargo, los participantes culpables realizaron menores fijaciones y dedicaron menor tiempo a la lectura y relectura cuando respondieron falsamente que al responder de forma veraz. Aunque estos patrones de efectos fueron evidentes en las dos muestras independientes de los participantes culpables, las muestras fueron pequeñas, y los efectos fueron inconsistentes con las predicciones basadas en investigación previa de lectura (Rayner, 1998) y la detección del engaño (Baker et al., 1992b). Por lo tanto, otra meta del Experimento 2 fue determinar si los patrones de los efectos observados en el Experimento 1 eran confiables, especialmente aquellos obtenidos en los tiempos de lectura de primer y segundo pase.

## Experimento 2

El meta-análisis de la investigación de crímenes falsos en técnicas de polígrafo (Kircher, Horowitz, & Raskin, 1988) y los estudios de engaño (De Paulo et al., 2003) sugieren que la motivación al engaño incrementa la validez del diagnóstico de las medidas de engaño. Aunque las bases psicológicas subyacentes de las pruebas de polígrafo y movimiento ocular para el engaño pueden diferir, es posible que la motivación de aparecer inocente afectara el comportamiento de los examinados. Para probar con efecto de motivación en el Experimento 2, la mitad de los participantes fue motivada con un bono de \$30 (treinta dólares americanos) (como en el Experimento 1), y para los demás participantes este bono fue reducido a \$1 (un dólar americano).

El contenido de declaración en el Experimento 1 fue contrabalanceado en respuestas verdadera/falsa y para redacción positiva o negativa. En algunos casos, la combinación de estos factores resultaron en declaraciones simples y fáciles de comprender (p.e., *Yo no tomé el efectivo de la bolsa de mano de la secretaria.*), y, en otros casos, resultó en declaraciones complejas y difíciles de comprender (p.e., *La pretensión de que yo no tomé los \$20 de la bolsa de mano es incorrecta.*). Podría ser que el esfuerzo cognitivo requerido para comprender y responder correctamente a las declaraciones complejas estuviera confundido y por lo tanto disminuyera nuestra habilidad para distinguir entre los grupos. Si fuera de esta forma, las diferencias entre los individuos engañosos y veraces debiera ser más pronunciada cuando solamente son incluidas en la prueba las declaraciones simples. Alternativamente, Vrij y sus colegas encontraron que incrementando la carga cognitiva asociada con una tarea de recuerdo, ellos eran más capaces de distinguir entre respuestas engañosas y no engañosas (Vrij et al., 2007; 2009). Si esos hallazgos aplican a la prueba de movimiento ocular, las diferencias entre los participantes engañosos y veraces debiera ser mayor cuando la prueba contiene declaraciones complejas que cuando solamente contiene declaraciones simples. Para probar estas dos explicaciones, a la mitad de nuestros participantes se les presentó un conjunto mixto de declaraciones simples y complejas, y a la otra mitad se les presentaron solamente declaraciones simples.

Ya que el patrón general de respuestas en las declaraciones de crimen cometido y crimen no cometido era consistente a través de los grupos de efectivo y tarjeta en el Experimento 1, simplificamos el diseño y utilizamos solamente un crimen en el Experimento 2; los participantes eran ya sea inocentes o culpables de robar \$20 (veinte dólares americanos) de la bolsa de mano de una secretaria. Sin embargo, para retener una condición de comparación no neutral para las declaraciones acerca del crimen cometido, a los participantes se les condujo a creer que algunos participantes habían robado un examen de la oficina de un profesor, y ellos serían cuestionados también a ese respecto. Debido a esto, se presentaron a los participantes tres tipos de declaraciones:

declaraciones neutrales, declaraciones con respecto al crimen que ellos habían cometido, y declaraciones con respecto al crimen que ellos no habían cometido.

Hubo tres diferencias adicionales entre el Experimento 1 y el Experimento 2. Primero, una investigación previa ha mostrado que los parpadeos se suprimen bajo condiciones de carga cognitiva y ocurren cuando el enfoque de atención termina (Siegle, Ichikawa, & Steinhauer, 2008; Stern, Walrath, & Goldstein, 1984). En nuestra prueba, los parpadeos pueden ser suprimidos mientras los individuos leen y responden a las declaraciones falsamente, comparado con las declaraciones respondidas verazmente. Para probar esta predicción, utilizamos un diferente rastreador ocular que permitía la medida de los parpadeos. Si los individuos engañosos suprimían los parpadeos mientras leían y respondían falsamente a alguna declaración, también podrían recuperarse en la declaración subsecuente. Esto es, ellos pueden parpadear más en las declaraciones que siguen una respuesta falsa que en las declaraciones que siguen una respuesta verdadera (cf. Baker, Goldstein, & Stern, 1992a). Registramos parpadeos para cada declaración, y para cada declaración subsecuente, como una función tanto de grupo como de tipo de declaración. También incluimos el género como una variable en nuestro diseño y análisis debido a que el tamaño de los grupos era muy pequeño para probar efectos de género en el Experimento 1. Finalmente, incrementamos el número de repeticiones de declaraciones a cinco.

## Método

**Diseño.** Igual número de participantes hombres y mujeres se asignaron de manera aleatoria a una de ocho celdas en un diseño mixto de 2 X 2 X 2 X 2(3 X 5). Las variables entre sujetos eran culpabilidad (culpable vs. Inocente), motivación (\$30 vs. \$1), dificultad de la declaración (mixta de declaraciones simples y complejas vs. declaraciones simples solamente), y género (masculino vs. femenino) Los dos factores intra-sujetos eran tipo de declaración (neutral, efectivo y examen) y repetición (cinco repeticiones de cada declaración). Las variables dependientes fueron cambiadas a diámetro de pupila, tiempo de respuesta, errores de respuesta, número de fijaciones, tiempo de lectura de primer pase, tiempo de lectura de segundo pase, rango de parpadeo, y rango de parpadeo en el siguiente reactivo.

**Participantes.** Ciento treinta y seis estudiantes universitarios y miembros de staff fueron reclutados mediante volantes colocados en el campus. De estos 136 participantes, ocho prefirieron no participar después de saber su condición experimental, cinco no siguieron las instrucciones y dos se perdieron debido a errores del experimentador. Además, los movimientos oculares de nueve participantes (6.6%) no se pudieron registrar adecuadamente. Los demás participantes, 56 hombres y 56 mujeres, en los rangos de 18 a 67 años ( $M = 25.90$ ,  $SD = 7.18$ ), fueron predominantemente caucásicos (79.5%), solteros (72.3%), y estudiantes (85.7%).

**Aparato - Dispositivo.** Un dispositivo Arrington ViewPoint Eye Tracker (Arrington Research, Inc, Scottsdale, AZ) fue utilizado para registrar los movimientos oculares y el diámetro de pupila a 30 Hz. El rastreador ocular fue fijado a un par de gafas de seguridad plásticas sin lentes. La visión fue binocular, sin embargo, solamente fueron registrados el movimiento ocular y el diámetro de pupila del ojo derecho. Las declaraciones de la prueba fueron presentadas en una sola línea en el centro de un monitor de pantalla plana NEC MultiSync FE 950 + CRT de 19 pulgadas comenzando en el lado izquierdo de la pantalla. El monitor fue posicionado aproximadamente a 50.8 cm de los ojos del participante.

**Materiales.** Los participantes respondieron a 48 declaraciones en cinco ocasiones. Dieciséis declaraciones pertenecían al robo de los \$20 (veinte dólares americanos), 16 pertenecían al robo del examen, y 16 eran neutrales. Había igual número de declaraciones Verdaderas y Falsas dentro de cada tipo. La mitad de los participantes recibieron un conjunto mixto de declaraciones que contenía declaraciones tanto simples como complejas, y la otra mitad recibieron solamente declaraciones simples. Las declaraciones complejas incluían una cláusula relativa (p.e. "Los 20 dólares *que estaban en la oficina* no están en mi posesión.").

Las declaraciones de dificultad mixta eran más largas que las declaraciones simples,  $F(1, 95) = 6.15$ ,  $p = .02$ . Dentro del conjunto de dificultad mixta, la longitud media de los caracteres para las declaraciones neutral, efectivo, y examen fue 48.06 ( $SD = 9.33$ ), 55 ( $SD = 10.21$ ), y 53.81 ( $SD = 11.63$ ), respectivamente. Las declaraciones

neutrales eran marginalmente más cortas que las declaraciones de efectivo,  $t(30) = 2.01, p = .05$ , pero ningún otro contraste fue significativo,  $ps > .13$ . Dentro del conjunto de declaraciones simples, la longitud media en los caracteres para las declaraciones neutral, efectivo y examen fue de 44.31 ( $SD = 9.39$ ), 49.5 ( $SD = 7.44$ ), y 48.38 ( $SD = 8.42$ ), respectivamente. Nuevamente, las declaraciones neutras fueron marginalmente más cortas que las declaraciones de efectivo,  $t(30) = 1.73, p = .09$ , pero ningún otro contraste fue significativo,  $ps > .2$ .

**Medidas.** El Experimento 2 incluyó todas las medidas resultantes en el Experimento 1 y agregó dos medidas de rango de parpadeo: el *rango de parpadeo* fue el número de parpadeos por Segundo para cada declaración y el *rango de parpadeo de la siguiente declaración* fue el número de parpadeos por segundo en la declaración que seguía.

**Procedimientos.** Los procedimientos fueron los mismos que aquellos en el Experimento 1 con las siguientes excepciones. A los participantes se les dijo que algunos individuos debían descargar un examen de la computadora de un profesor en un disco, pero realmente ninguno cometió ese crimen. En lugar de utilizar el mouse para responder verdadero o falso a las declaraciones de la prueba, los participantes presionaron la tecla '1' o '3' en el teclado de la computadora, y estas teclas fueron etiquetadas V y F respectivamente. Los participantes completaron cinco repeticiones de las declaraciones de la prueba en lugar de tres. Por último, los participantes completaron un cuestionario posterior a la sesión para dar un rango a la importancia del bono monetario en una escala del 1 (*en absoluto*) a 5 (*extremadamente*).

## Resultados

Un efecto principal de la interacción de Tipo de Declaración X Culpa son las dos fuentes de información diagnóstica que pueden ser utilizadas para decidir si el individuo era engañoso en la prueba. Una meta del Experimento 2 era determinar si cualquiera de estos efectos era moderado por género, motivación a pasar la prueba, complejidad de declaración, o repeticiones. Dada la naturaleza multi-factor del diseño del Experimento 2, cada RMANOVA tuvo más de 60 fuentes de varianza. Para simplificar la presentación de los resultados, solamente las pruebas del principal efecto de culpabilidad, la interacción del Tipo de Declaración X Culpa, y las interacciones en tres sentidos que incluían el tipo de declaración y culpabilidad son reportadas. Un listado completo de los efectos significativos puede ser encontrado en Webb (2008). Las estadísticas descriptivas del tiempo de respuesta, el número de fijaciones, la duración del primer y segundo pase, el rango de parpadeo, y el rango de parpadeo de la siguiente declaración son presentadas en la Tabla 3.

Tabla 3

*Tiempo Medio de Respuesta, Número de Fijaciones, Duración del Primer y Segundo Pase, Rango de Parpadeo, y Rango de Parpadeo de la Siguiente Declaración como Función de Grupo y Tipo de Declaración en Experimento 2*

Variable	Culpable-efectivo						Inocente					
	Efectivo		Examen		Neutral		Efectivo		Examen		Neutral	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Tiempo de respuesta	56.93	1.51	65.24	1.71	64.54	1.53	54.44	1.64	61.00	2.77	55.01	1.37
Número de fijaciones	16.30	3.63	18.45	4.16	18.40	3.74	16.77	4.50	17.18	4.95	16.46	3.60
Duración del primer pase	42.78	1.06	48.53	1.06	48.93	1.08	43.13	1.31	44.14	1.35	44.07	1.16
Duración del segundo pase	4.19	4.19	5.61	0.42	5.02	0.45	3.23	0.39	4.15	0.39	2.50	0.24
Rango de parpadeo	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05
Rango parpadeo de sig. declaración	0.07	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05

*Nota.* El número de fijaciones está reportado por carácter, en donde el tiempo de respuesta, duración del primer pase y duración del Segundo pase están reportados en ms por carácter. El rango de parpadeo y el rango de parpadeo de la siguiente declaración están presentados en parpadeos por Segundo.

**Cheque de manipulación.** El bono monetario fue calificado como más importante por aquellos participantes a quienes se les prometieron \$30 por un resultado veraz ( $M = 2.87$ ,  $SE = .11$ ) que en los participantes a quienes solamente se les prometió \$1 (un dólar americano) por un resultado veraz ( $M = 1.75$ ,  $SE = .11$ ),  $F(1, 96) = 49.61$ , parcial  $\eta^2 = .34$ . Los auto-informes de los participantes fueron consistentes con nuestra intención de manipular los niveles de motivación para pasar la prueba.

**Efectos de género.** El género moderó la interacción Tipo de Declaración X Culpa en el rango de parpadeo (parcial  $\eta^2 = .04$ ). Debido a que el efecto fue pequeño y el género no interactuó con la culpa o moderó la interacción de Tipo de Declaración X Culpa en ninguna otra medida de respuesta, no se discute más adelante.

**Efectos de repetición.** RMANOVA no reveló interacciones de culpa con las repeticiones o interacciones de Culpa por Tipo de Declaración X Repetición para ninguna de las medidas de resultado. Como consecuencia, todos los siguientes análisis se basan en medidas calculadas a través de repeticiones.

**Errores de respuesta.** Un participante inocente calificó 7.01 desviaciones estándar del gran rango de error de la media y fue eliminado del análisis. El principal efecto de culpa en los errores de respuesta fue significativo,  $F(1, 95) = 5.73$ , parcial  $\eta^2 = .06$ . Los participantes culpables tuvieron un mayor rango de error ( $M = .06$ ,  $SD = .01$ ) que los participantes inocentes ( $M = .05$ ,  $SD = .01$ ). El efecto de culpa interactuó con la dificultad de la declaración,  $F(1, 95) = 4.37$ , parcial  $\eta^2 = .04$ . Los participantes culpables cometieron más errores con declaraciones simples que con declaraciones mixtas, en donde los participantes inocentes cometieron menos errores con declaraciones simples que con declaraciones mixtas. La interacción Tipo de Declaración X Culpa no fue significativa.

**Tiempo de respuesta.** Aunque el efecto principal de la culpa no fue significativo para el tiempo de respuesta,  $F(1, 96) = 3.25$ ,  $p = .07$ , hubo una pequeña pero significativa interacción Tipo de Declaración X Culpa,  $F(1.47, 141.29) = 3.57$ , parcial  $\eta^2 = .04$ . La interacción se debió principalmente al hallazgo de que los participantes culpables respondieron más rápidamente cuando mintieron a las declaraciones concernientes al robo de los \$20 (veinte dólares Americanos) que cuando respondieron verazmente a las declaraciones neutrales o las declaraciones con respecto al otro crimen.

**Diámetro de pupila.** Los cambios en el diámetro de pupila siguientes a las declaraciones de efectivo, examen, y neutral son mostradas a 10 Hz en la Figura 2 para los participantes culpables e inocentes, respectivamente. La interacción de Tipo de Declaración X Culpa fue significativa,  $F(1.87, 179.18) = 20.62$ , parcial  $\eta^2 = .18$ , así como la interacción de tres tipos de Tiempo X Tipo de Declaración X Culpa,  $F(4.24, 406.80) = 13.13$ , parcial  $\eta^2 = .12$ . En los participantes culpables, las respuestas de pupila a las declaraciones de efectivo fueron mayores que las declaraciones de examen,  $F(1, 55) = 20.13$ , parcial  $\eta^2 = .27$ . Aunque no se esperaba una diferencia entre las respuestas a las declaraciones de efectivo y las declaraciones de examen en los participantes inocentes, las respuestas de pupila a las declaraciones de examen fueron mayores que las respuestas a las declaraciones de efectivo,  $F(1, 55) = 11.54$ , parcial  $\eta^2 = .17$ . La diferencia entre las respuestas de pupila a las declaraciones relacionadas con el crimen y las declaraciones neutrales fue significativa con respecto a los participantes culpables,  $F(1, 55) = 118.71$ , parcial  $\eta^2 = .68$ , y los participantes inocentes,  $F(1, 55) = 65.36$ , parcial  $\eta^2 = .66$ .

**Medidas de lectura.** Aunque el principal efecto de culpa en el número de fijaciones no fue significativo, hubo una interacción Tipo de Declaración X Culpa significativa,  $F(1.81, 174.65) = 19.86$ , parcial  $\eta^2 = .17$ . Esta interacción nuevamente se debió a que los individuos engañosos realizaron menos fijaciones durante la lectura de declaraciones con respecto al crimen que cometieron que en las declaraciones acerca del otro crimen o de contenido neutral. La interacción Tipo de Declaración X Culpa X Motivación también fue significativa,  $F(1.82, 174.65) = 3.34$ , parcial  $\eta^2 = .03$ . Por el número de fijaciones, hubo menor diferencia entre los participantes culpables e inocentes en la condición de baja motivación que en la condición de alta motivación. Es interesante notar que la manipulación de incentive tuvo un mayor efecto en los participantes inocentes que en los participantes culpables. Los participantes inocentes en la condición de baja motivación hicieron más fijaciones que los participantes inocentes en la condición de alta motivación. Además, hubo fijación más frecuentemente en

declaraciones mixtas que en declaraciones simples,  $F(1, 96) = 4.60$ , parcial  $\eta^2 = .05$ . Sin embargo, la dificultad de la declaración no tuvo que ver con la interacción Tipo de Declaración X Culpa.

Aunque no hubo un efecto significativo de culpa en la duración del primer pase, la interacción Tipo de Declaración X Culpa fue significativa,  $F(1.95, 187.21) = 18.71$ , parcial  $\eta^2 = .16$ . Los participantes culpables tuvieron duraciones de primer pase más cortas cuando fueron engañosos que cuando fueron veraces. En los participantes inocentes las duraciones de primer pase fueron similares a través de todos los tipos de declaración.

El principal efecto de culpa en las duraciones de Segundo pase fue significativo,  $F(1, 96) = 4.93$ , parcial  $\eta^2 = .05$ , como lo fue la interacción Tipo de Declaración X Culpa,  $F(2, 192) = 6.24$ , parcial  $\eta^2 = .06$ . A través de los tipos de declaración, los participantes culpables realizaron más relectura que los participantes inocentes. Los participantes culpables realizaron menos relectura cuando fueron engañosos que cuando fueron veraces, mientras que las duraciones de relectura de los participantes inocentes variaron menos a través de los tipos de declaración.

Como se predijo, los rangos de parpadeo fueron menores en los participantes culpables cuando leyeron las declaraciones con respecto al crimen que habían cometido,  $F(2, 192) = 3.12$ , pero el efecto fue pequeño, parcial  $\eta^2 = .03$ . Los efectos de interés en el rango de parpadeo de la siguiente declaración no fueron significativos.

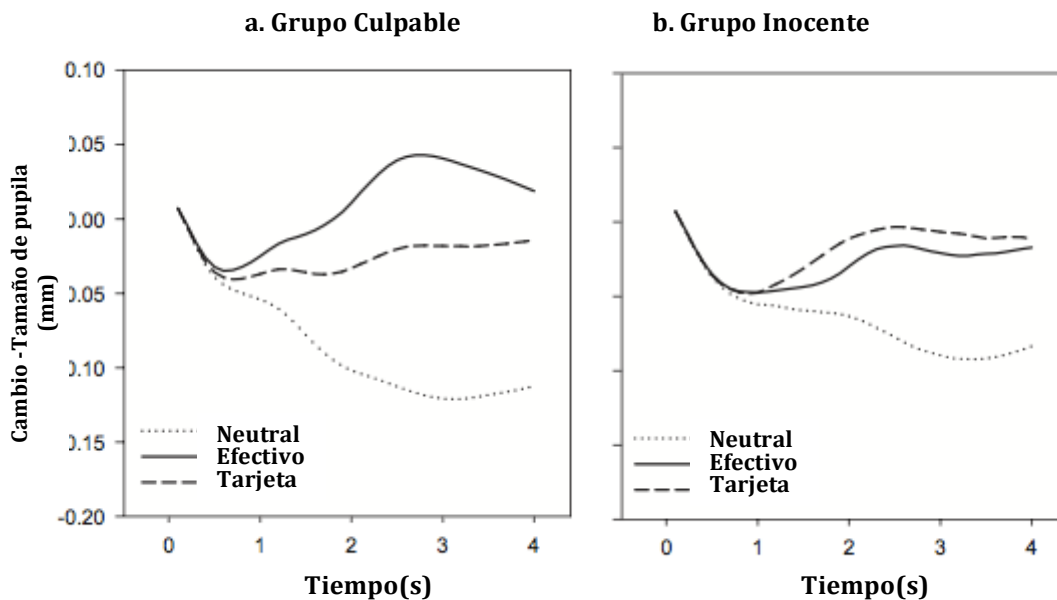


Figura 2. Media representada de respuesta de pupila como función del grupo y tipo de declaración en el Experimento 2.

**Análisis bivariable y discriminante.** Fue creado un indicador de pertenencia a grupo que distinguía entre los participantes culpables (+1) e inocentes (-1). La variable del indicador fue correlacionada con las medidas para las declaraciones neutrales, la diferencia entre las declaraciones relacionadas con el crimen y las declaraciones neutrales, y la diferencia entre las preguntas de efectivo y examen. Las correlaciones para cada medida de movimiento ocular están presentadas en la Tabla 4. Doce de 18 medidas fueron significativamente correlacionadas con la pertenencia al grupo. La medida más diagnóstica fue la diferencia entre la media de la duración del primer pase para las declaraciones de efectivo y examen ( $r = .53$ ).

Se desarrolló un análisis discriminativo lineal paso a paso con las 12 medidas que correlacionaban con la pertenencia al grupo. Cuatro variables fueron seleccionadas para la función discriminante. Estas incluían la diferencia entre la duración el primer pase para las declaraciones de efectivo y examen, la diferencia entre respuestas de pupila a declaraciones de efectivo y examen, la diferencia entre las duraciones de Segundo pase para las declaraciones de crimen neutrales, y la diferencia entre los rengos de parpadeo de la siguiente



declaración para las declaraciones de crimen y neutral. La función correctamente clasificación 46 de los 56 participantes culpables (82.2%) y 50 de los 56 participantes inocentes (89.3%). Los mismos resultados fueron obtenidos con clasificaciones divididas (en general 85.7% correctas). Cuando las cuatro variables seleccionadas en el Experimento 1 fueron utilizadas para clasificar los casos en el Experimento 2, la precisión cayó cerca de un 5% a 78.6% para los participantes culpables y 82.1% para los participantes inocentes (80.4% en general).

## Discusión

Los patrones de resultados del Experimento 2 replicaron y extendieron aquellos en el Experimento 1. Comparados con los participantes inocentes, los participantes culpables tuvieron, en general, mayores tiempos de respuesta, más fijaciones y más largos tiempos de lectura y relectura. Los participantes culpables también tuvieron mayores incrementos en el diámetro de pupila, realizaron menos fijaciones, utilizaron menor tiempo para la lectura y relectura de declaraciones, y realizaron menores parpadeos al leer las declaraciones respondidas engañosamente que las declaraciones respondidas verazmente.

También probamos si la motivación influenciaba la habilidad de distinguir entre los participantes culpables e inocentes. Los participantes altamente motivados realizaron menores fijaciones que los participantes con baja motivación. Por el contrario, no hubo diferencia entre los grupos culpables motivados de forma alta o baja en cuanto al número de fijaciones. Esto sugiere que los participantes culpables podrían estar intrínsecamente motivados para evitar la detección, mientras que los participantes inocentes invirtieron un mayor esfuerzo para ganar una mayor recompensa que una menor.

La única evidencia que relaciona la dificultad de la declaración con el grupo y tipo de declaración estuvo en la precisión de la respuesta. Contrario a las predicciones basadas en los hallazgos de Vrij et al. (2007, 2009), la diferencia entre los participantes culpables e inocentes fue mayor cuando la prueba contuvo únicamente declaraciones simples que cuando contuvo una mezcla de declaraciones simples y complejas.

Tabla 4 - Correlaciones Entre los Indicadores de Medidas de Movimiento Ocular y Pertenencia al Grupo en Experimento 2

Variable	Culpable-Inocente
Declaraciones neutras	
Respuesta de Pupila (AUC)	0.10
Número de fijaciones	-.26**
Duración del primer pase	-.21*
Duración del segundo pase	-.34**
Rango de parpadeo	0.03
Rango de parpadeo de la siguiente declaración	0.09
Declaraciones de crimen vs. neutral	
Respuesta de Pupila (AUC)	-.29**
Número de fijaciones	.32**
Duración del primer pase	.25**
Duración del segundo pase	-.28**
Rango de parpadeo	.25**
Rango de parpadeo de la siguiente declaración	.22*
Declaraciones de efectivo vs. Examen	
Respuesta de Pupila (AUC)	-.46**
Número de fijaciones	.53**
Duración del primer pase	.53**
Duración del segundo pase	0.12
Rango de parpadeo	0.07
Rango de parpadeo de la siguiente declaración	-.08

Nota. AUC = área por debajo de la curva de respuesta.

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ .

## Discusión General

Nuestro propósito era evaluar una nueva prueba para detectar engaños que se basaba en la suposición de que el engaño es más demandante cognitivamente que el ser veraz. Los participantes culpables e inocentes en dos diferentes experimentos respondieron ya fuera verdadero o falso a las declaraciones presentadas en una computadora. Las declaraciones fueron repetidas en diferente orden tres o cinco veces. La precisión de las medidas de respuesta, tiempo de respuesta, diámetro de pupila, comportamiento de lectura, y rangos de parpadeo fueron obtenidos para evaluar las diferencias hipotéticas en la carga de trabajo cognitivo. Los resultados de la presente investigación generalmente fueron consistentes con la hipótesis de la carga de trabajo cognitiva.

Los participantes culpables mostraron claras diferencias de los participantes inocentes. A los participantes culpables a quienes se les dieron declaraciones de prueba sintácticamente simples cometieron más errores que los participantes inocentes, les llevó mayor tiempo responder, realizaron más fijaciones en el texto, tuvieron mayores tiempos de lectura y, en el Experimento 2, también tuvieron mayores tiempos de relectura. Estos hallazgos son consistentes con y amplían previas investigaciones en los efectos de engaño en errores de respuesta y tiempo de respuesta (Baker et al., 1992b; Crosland, 1929; Seymour et al., 2000; Vendemia et al., 2005; Walczyk et al., 2003, 2009). Además, los participantes culpables parpadearon significativamente menos al tiempo que procesaban las declaraciones respondiendo falsamente que cuando procesaron declaraciones respondidas verazmente (ver Siegle et al., 2008; Stern et al., 1984). Aunque previos investigadores reportaron diferencias en la precisión de los efectos de repetición de individuos culpables e inocentes en el tiempo de respuesta (Baker et al., 1992b) y la precisión de respuesta (Vendemia et al., 2005), no hubo evidencia de estos efectos ya fuera en el Experimento 1 o 2.

Consistente con investigaciones previas, los participantes culpables mostraron mayores incrementos en el diámetro de pupila en las declaraciones respondidas engañosamente que en las declaraciones respondidas verazmente, en ambos experimentos (p.e., Berrien & Huntingdon, 1943; Bradley & Janisse, 1981; Dionisio et al., 2001; Heilveil, 1976; Kircher, Podlesny, Bernhardt, Bell, & Packard, 2000; Lubow & Fein, 1996; Webb, Honts, et al., 2009). Los comportamientos de lectura de los participantes culpables fueron más sorprendentes, sin embargo. Habíamos predicho que los participantes culpables experimentarían la mayor dificultad leyendo declaraciones subsecuentemente respondidas engañosamente y que esa dificultad sería indicada mediante relativamente largos tiempos de respuesta y tiempos de primer y segundo pase con respecto al crimen que cometieron que en las declaraciones acerca de otro crimen o declaraciones neutrales. Aunque estos efectos no eran esperados, han sido replicados en otros dos grupos independientes de participantes culpables en un experimento de crimen falso (Webb, Hacker, et al., 2009).

Los datos de pupila y los principales efectos de culpa en la lectura de datos soportan la hipótesis de que el engaño es más cognitivamente demandante que ser veraz. Sin embargo, el hallazgo de que los participantes culpables releyeran menos cuando encontraban declaraciones incriminatorias sugiere que dos procesos cognitivo son asociados con el engaño. Primero, el engaño es una tarea cognitivamente demandante que requiere planificación, comparación y la ejecución de respuestas resueltamente incorrectas (Vrij, 2008). La vigilancia adicional requerida por los resultados falaces en mayor carga de trabajo cognitivo, es reflejada en mayores errores de respuesta, mayor tiempo de respuesta, y mayor tiempo de lectura en general. El segundo tipo de procesamiento involucrado en el engaño es más estratégico. Todos los participantes de nuestros experimentos fueron informados de que debían responder tan precisa y rápidamente como fuera posible o aparecerían como culpables y fallarían en la prueba. Los participantes engañosos parecieron comprender esta instrucción cuando encontraron declaraciones con respecto al crimen que habían cometido. Para evitar la detección, ellos probablemente intentaron leer estas declaraciones rápidamente, y podrían haber suprimido comportamientos de relectura deliberadamente para evitar aparecer como engañosos. Este hallazgo es consistente con la visión de que los participantes pueden ejercer cierto control consciente sobre sus comportamientos de lectura para implementar estrategias específicas de lectura (Hyona & Nurminen, 2006). Sin embargo, el procesamiento

diferencial de las declaraciones de prueba incriminatorias de los participantes culpables trae una consecuencia. El esfuerzo adicional requerido para controlar la lectura de las declaraciones respondidas engañosamente puede haber contribuido para observar el incremento en el diámetro de pupila en esas declaraciones. La idea de que el engaño requiere tanto precaución como estrategias es consistente con otras cuentas teóricas del engaño (Johnson et al., 2005; Kircher, 1981; Steller, 1987) y la investigación acerca de estrategias cognitivas en general (Nelson & Narens, 1990). Por lo tanto, nuestros hallazgos se construyeron sobre previas pruebas de engaño con base cognitiva para mostrar que es importante incluir no solamente índices generales de dificultad de procesamiento (p.e., tiempo de respuesta, diámetro de pupila, y número de fijaciones), y también miden esa distinta dificultad de procesamiento inicial y retrasada (p.e., tiempo de relectura de primer y segundo pase, respectivamente).

Cuando las medidas fueron combinadas en un análisis de función discriminante, produjeron rangos de precisión que son comparables a aquellos del polígrafo (Krapohl, 2002). Los rangos generales de precisión de clasificación fueron aproximadamente 85% en el Experimento 1 y 86% para el Experimento 2. La precisión alcanzada en el Experimento 1 se hace más evidente cuando se compara contra la probabilidad de oportunidad de una decisión correcta de 37.5% (vs. 50% en el Experimento 2). Dado que el análisis discriminante paso a paso se fundamenta en la oportunidad, es esperado que la precisión e clasificación de estas funcione pudiera caer si se probaba en una nueva muestra de casos. Cuando la función discriminante desarrollada en el Experimento 1 fue aplicada a los datos del Experimento 2, la precisión de la clasificación cayó a aproximadamente 80%.

Diversos factores pueden influenciar la precisión de la prueba para engaño de movimiento ocular. Primero, encontramos en el Experimento 2 que los participantes inocentes a quienes se ofrecieron incentivos para aparecer veraces respondieron más rápido y leyeron y releeron menos, haciéndoles más fácil de discriminar de los participantes culpables. Proporcionando los incentivos adecuados para que los individuos inocentes pasaran la prueba, pudo ser posible reducir el porcentaje de decisiones falsas positivas hechas por la prueba. Segundo, el equipo de rastreo ocular pudo influenciar la precisión de la prueba. Cuando cambiamos a un rastreador ocular que era más simple de calibrar y permitido para el cálculo de rangos de parpadeo, menos participantes se perdieron debido a los problemas de equipo y ganamos la posibilidad de una medida de respuesta de rango de parpadeo valiosa. Aunque podría argüirse que los rastreadores oculares utilizados en ambos experimentos eran invasivos, el uso de un dispositivo de monitoreo al examinado podría agregar excitación a los experimentados en general, y por lo tanto a la motivación general para aparecer inocentes durante una prueba. Si esta hipótesis es correcta, entonces el uso de tales dispositivos de monitoreo puede ser no solo más efectivo que un monitoreo encubierto con rastreadores oculares remotos, sino que podría también mitigar los riesgos y preocupaciones éticas de recolección de datos de individuos no informados. Finalmente, aunque las pruebas que están basadas en hipótesis de carga de trabajo cognitiva pueden ser predominantemente cognitivas, estas pruebas probablemente también incluyan un componente emocional. Los investigadores han notado asociaciones entre la respuesta de pupila y la excitación emocional, con mayores diámetros de pupila asociados a una mayor excitación (Bradley, Micolli, Escrig, & Lang, 2008; Partala & Surakka, 2003; Stern, Ray, & Quigley, 2001). El hallazgo de que los participantes inocentes mostraron agrandamiento de pupila en respuesta a declaraciones con respecto al crimen es consistente con la idea de que los estímulos de amenaza (p.e., incriminación potencial) pueden provocar respuestas autónomas más fuertes que un estímulo neutro aun cuando las respuestas sean veraces (Horowitz et al., 1997). Investigaciones futuras deben continuar la evaluación de la influencia de estas y otras variables en la precisión de la prueba.

En conclusión, los presentes hallazgos sugieren que los comportamientos de lectura pueden ser utilizados para detectar engaño y pueden complementar o proveer una alternativa a las medidas del polígrafo o auto-reporte en algunas condiciones de campo. Una combinación preliminar de medidas de respuesta con diámetro de pupila, número de fijaciones y tiempos de lectura de primer y segundo pase permitidas para una clasificación diferencial de participantes culpables e inocentes con precisiones al menos tan altas como aquellas alcanzadas por la proyección del polígrafo y técnicas de auto-reporte. Se requiere mayor investigación para (a) evaluar las contribuciones relativas de los procesos cognitivo y emocional con respecto a los efectos observados en el tamaño

de pupila y comportamientos de lectura, (b) determinar si los efectos obtenidos en estos experimentos de laboratorio pueden ser generales en condiciones de campo, y (c) determinar qué medidas adversas pueden ser utilizadas para anular la prueba de movimiento ocular.

## Referencias

- Ahern, S., & Beatty, J. (1979). Pupillary responses during information processing vary with Scholastic Aptitude Test scores. *Science*, *205*, 1289–1292. doi:10.1126/science.472746
- Althoff, R. R., & Cohen, N. J. (1999). Eye-movement-based memory effect: A reprocessing effect in face perception. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *25*, 997–1010. doi:10.1037/0278-7393.25.4.997
- Baker, L., Goldstein, R., & Stern, J. A. (1992a). *Saccadic eye movements in deception: Final report to the U.S. Government (Contract #91-P-0003)*. St. Louis, MO: Washington University, Department of Psychology.
- Baker, L., Stern, J. A., & Goldstein, R. (1992b). *The gaze control system and the detection of deception: Final report to the U.S. Government (Contract #90-F131400)*. St. Louis, MO: Washington University, Department of Psychology.
- Beatty, J., & Wagoner, B. L. (1978). Pupillometric signs of brain activation vary with level of cognitive processing. *Science*, *199*, 1216–1218. doi:10.1126/science.628837
- Ben-Shakhar, G., & Furedy, J. J. (1990). *Theories and applications in the detection of deception: A psychophysiological and international perspective*. New York, NY: Springer-Verlag Publishing. doi:10.1007/978-1-4612-3282-7
- Berrien, F. K., & Huntington, G. H. (1943). An exploratory study of papillary responses during deception. *Journal of Experimental Psychology*, *32*, 443–449. doi:10.1037/h0063488
- Bradley, M. T., & Janisse, M. P. (1981). Accuracy demonstrations, threat, and the detection of deception: Cardiovascular, electrodermal, and pupillary measures. *Psychophysiology*, *18*, 307–315. doi:10.1111/j.1469-8986.1981.tb03040.x
- Bradley, M. M., Micolli, L., Escrig, M. A., & Lang, P. J. (2008). The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation. *Psycho-physiology*, *45*, 602–607. doi:10.1111/j.1469-8986.2008.00654.x
- Cook, A. E., & Myers, J. L. (2004). Processing discourse roles in scripted narratives: The influences of context and world knowledge. *Journal of Memory and Language*, *50*, 268–288. doi:10.1016/j.jml.2003.11.003
- Crosland, H. R. (1929). *The psychological methods of word-association and reaction-time as tests of deception*. Eugene, OR: University of Oregon Publications.
- DePaulo, B. M., Lindsay, J. J., Malone, B. E., Muhlenbrook, L., Charlton, K., & Cooper, H. (2003). Cues to deception. *Psychological Bulletin*, *129*, 74–118. doi:10.1037/0033-2909.129.1.74
- Dionisio, D. P., Granholm, E., Hillix, W. A., & Perrine, W. F. (2001). Differentiation of deception using pupillary responses as an index of cognitive processing. *Psychophysiology*, *38*, 205–211. doi:10.1111/1469-8986.3820205
- Ellson, D. G., Davis, R. C., Saltzman, I. J., & Burke, C. J. (1952). A report of research on detection of deception. *Technical report prepared for Office of Naval Research (Contract N6onr-18011)*. Bloomington, IN: Indiana University.
- Garrod, S., & Terras, M. (2000). The contribution of lexical and situational knowledge to resolving discourse roles: Bonding and resolution. *Journal of Memory and Language*, *42*, 526–544. doi:10.1006/jmla.1999.2694
- Heilveil, I. (1976). Deception and pupil size. *Journal of Clinical Psychology*, *32*, 675–676. doi:10.1002/1097-4679(197607)32:3<675::AID-JCLP2270320340>3.0.CO;2-A
- Hess, E. H., & Polt, J. M. (1964). Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving. *Science*, *143*, 1190–1192. doi:10.1126/science.143.3611.1190
- Horowitz, S. W., Kircher, J. C., Honts, C. R., & Raskin, D. C. (1997). The role of control questions in physiological detection of deception. *Psychophysiology*, *34*, 108–115. doi:10.1111/j.1469-8986.1997.tb02421.x
- Hyona, J., & Nurminen, A-M. (2006). Do adult readers know how they read? Evidence from eye movement patterns and verbal reports. *British Journal of Psychology*, *97*, 31–50. doi:10.1348/000712605X53678

- Hyona, J., Tommola, J., & Alaja, A-M. (1995). Pupil dilation as a measure of processing load in simultaneous interpretation and other language tasks. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *48A*, 598–612.
- Johnson, R., Jr., Barnhardt, J., & Zhu, J. (2005). Differential effects of practice on the executive processes used for truthful and deceptive responses: An event-related brain potential study. *Cognitive Brain Research*, *24*, 386–404. doi:10.1016/j.cogbrainres.2005.02.011
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, *87*, 329–354. doi: 10.1037/0033-295X.87.4.329
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1993). The intensity of dimension of thought: Pupillometric indices of sentence processing. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *47*, 310–339. doi:10.1037/h0078820
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kahneman, D., & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, *154*, 1583–1585. doi:10.1126/science.154.3756.1583
- Kircher, J. C. (1981). *Psychophysiological processes in the detection of deception*. Department of Psychology, University of Utah, Salt Lake City, UT. Unpublished manuscript.
- Kircher, J. C., Horowitz, S. W., & Raskin, D. C. (1988). Meta-analysis of mock crime studies of the control question polygraph technique. *Law and Human Behavior*, *12*, 79–90. doi:10.1007/BF01064275
- Kircher, J. C., Podlesny, J. A., Bernhardt, P., Bell, B., & Packard, T. (2000). Blood pressure and pupil diameter measures of deception [abstract]. *Psychophysiology*, *37*, S19.
- Kircher, J. C., & Raskin, D. C. (1988). Human versus computerized evaluations of polygraph data in a laboratory setting. *Journal of Applied Psychology*, *73*, 291–302. doi:10.1037/0021-9010.73.2.291
- Krapohl, D. J. (2002). The polygraph in personnel screening. In M. Kleiner (Ed.), *Handbook of polygraph testing* (pp. 217–236). San Diego, CA: Academic Press.
- Kristjansson, S. D., Kircher, J. C., & Webb, A. K. (2007). Multilevel models for repeated measures research designs in psychophysiology: An introduction to growth curve modeling. *Psychophysiology*, *44*, 728–736. doi:10.1111/j.1469-8986.2007.00544.x
- Long, D. L., & Lea, R. B. (2005). Have we been searching for meaning in all the wrong places? Defining the “search after meaning” principle in comprehension. *Discourse Processes*, *39*, 279–298.
- Lubow, R. E., & Fein, O. (1996). Pupillary size in response to a visual guilty knowledge test: New technique for the detection of deception. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *2*, 164–177. doi:10.1037/1076-898X.2.2.164
- McConkie, G. W., Hogaboam, T. W., Wolverton, G. S., Zola, D. W., & Lucas, P. A. (1979). Toward the use of eye movements in the study of language processing. *Discourse Processes*, *2*, 157–177. doi:10.1080/01638537909544463
- Meesig, R., & Horvath, F. (1995). A national survey of practices, policies and evaluative comments on the use of pre-employment polygraph screening in police agencies in the United States. *Polygraph*, *24*, 57–136.
- National Research Council. (2003). *The polygraph and lie detection*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and some new findings. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 26, pp. 125–173). New York, NY: Academic Press.
- Office of Technology Assessment. (1990). *The use of integrity tests for pre-employment screening (OTA-SET-442)*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Partala, T., & Surakka, V. (2003). Pupil size variation as an indication of affective processing. *International Journal of Human-Computer Studies*, *59*, 185–198. doi:10.1016/S1071-5819(03)00017-X
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, *124*, 372–422. doi: 10.1037/0033-2909.124.3.372
- Rayner, K., Pollatsek, A. (1989). *The psychology of reading*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Reinhard, G., Lachnit, H., & Konig, S. (2006). Tracking stimulus processing in Pavlovian pupillary conditioning. *Psychophysiology*, *43*, 73–83. doi:10.1111/j.1469-8986.2006.00374.x

- Sackett, P. R., & Wanek, J. E. (1996). New developments in the use of measures of honesty, integrity, conscientiousness, dependability, trust-worthiness, and reliability for personnel selection. *Personnel Psychology, 49*, 787–829. doi:10.1111/j.1744-6570.1996.tb02450.x
- Schlurhoff, M. (1982). Pupil responses to grammatical complexity of sentences. *Brain and Language, 17*, 133–145. doi:10.1016/0093-934X(82)90010-4
- Seymour, T. L., Seifert, C. M., Shafto, M. G., & Mosmann, A. L. (2000). Using response time measures to assess “guilty knowledge”. *Journal of Applied Psychology, 85*, 30–37. doi:10.1037/0021-9010.85.1.30
- Siegle, G. J., Ichikawa, N., & Steinhauer, S. (2008). Blink before you think: Blinks occur prior to and following cognitive load indexed by pupillary responses. *Psychophysiology, 45*, 679–687. doi:10.1111/j.1469-8986.2008.00681.x
- Steinhauer, S. R., & Hakerem, G. (1992). The pupillary response in cognitive psychophysiology and schizophrenia. In D. Friedman & G. Bruder (Eds.), *Psychophysiology and experimental psychopathology: A tribute to Samuel Sutton* (Vol. 658, pp. 182–204). New York, NY: Annals of the New York Academy of Sciences.
- Steller, M. (1987). *Psychophysiologische Aussagebeurteilung* [Psychological assessment]. Hogrefe: Gottingen.
- Stern, R. M., Ray, W. J., & Quigley, K. S. (2001). *Psychophysiological recording* (2nd ed.). New York, NY: Oxford University Press.
- Stern, J. A., Walrath, L. C., & Goldstein, R. (1984). The endogenous eyeblink. *Psychophysiology, 21*, 22–33. doi:10.1111/j.1469-8986.1984.tb02312.x
- Vendemia, J. M. C., Buzan, R. F., & Green, E. P. (2005). Practice effects, workload, and reaction time in deception. *The American Journal of Psychology, 118*, 413–429.
- Vrij, A. (2008). *Detecting lies and deceit: Pitfalls and opportunities* (2nd ed.). West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Vrij, A., Leal, S., Granhag, P. A., Mann, S., Fisher, R. P., Hillman, J., & Sperry, K. (2009). Outsmarting the liars: The benefit of asking unanticipated questions. *Law and Human Behavior, 33*, 159–166. doi:10.1007/s10979-008-9143-y
- Vrij, A., Mann, S., Kristen, S., & Fisher, R. P. (2007). Cues to deception and ability to detect lies as a function of police interview styles. *Law and Human Behavior, 31*, 599–518. doi:10.1007/s10979-006-9066-4
- Walczyk, J. J., Mahoney, K. T., Doverspike, D., & Griffith-Ross, D. A. (2009). Cognitive lie detection: Response time and consistency of answers as cues to deception. *Journal of Business and Psychology, 24*, 33–49. doi:10.1007/s10869-009-9090-8
- Walczyk, J. J., Roper, K. S., Seemann, E., & Humphrey, A. M. (2003). Cognitive mechanisms underlying lying to questions: Response time as a cue to deception. *Applied Cognitive Psychology, 17*, 755–774. doi: 10.1002/acp.914
- Webb, A. K. (2008). *Effects of motivation and item difficulty on oculomotor and behavioral measures of deception*. University of Utah. Unpublished doctoral dissertation.
- Webb, A. K., Hacker, D. J., Osher, D., Cook, A. E., Woltz, D. J., Kristjansson, S., & Kircher, J. C. (2009). Eye movements and pupil size reveal deception in computer administered questionnaires. In D. D. Schmorow, I. V. Estabrooke, & M. Grootjen (Eds.), *Foundations of augmented cognition: Neuroergonomics and operational neuroscience* (pp. 553–562). Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Webb, A. K., Honts, C. R., Bernhardt, P., Kircher, J. C., & Cook, A. E. (2009). Effectiveness of pupil diameter in a probable-lie comparison question test for deception. *Legal and Criminological Psychology, 14*, 279–292. doi:10.1348/135532508X398602

Recibido el 21 de octubre de 2011

Revisión recibida el 7 de marzo de 2012

Aceptada el 23 de marzo de 2012