

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 380**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/16**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2013 PCT/US2013/074487**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014 WO14093546**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2013 E 13821539 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 2931126**

54 Título: **Sistemas y métodos para detectar inhibición de parpadeo como marcador de cautivación y prominencia de estímulo percibido**

30 Prioridad:

**11.12.2012 US 201261735865 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**31.03.2020**

73 Titular/es:

**KLIN, AMI (33.3%)  
2012 Carlotta Court  
Atlanta, Georgia 30345, US;  
JONES, WARREN (33.3%) y  
SHULTZ, SARAH (33.3%)**

72 Inventor/es:

**KLIN, AMI;  
JONES, WARREN y  
SHULTZ, SARAH**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 751 380 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistemas y métodos para detectar inhibición de parpadeo como marcador de cautivación y prominencia de estímulo percibido

5 CAMPO TÉCNICO  
 Los presentes sistemas y métodos están relacionados generalmente con medir el comportamiento de parpadeo de ojos e la inhibición de parpadeo de ojos como indicadores de cautivación de observador con estímulos visuales o auditivos, y están relacionados más particularmente con utilizar la temporización de inhibición de parpadeo durante  
 10 visión natural para valorar la cautivación de observador con estímulos, para valorar la percepción de observador de la prominencia relativa de estímulos, para valorar la potencia de un estímulo para cautivar observadores o grupos de observadores específicos, para identificar los rasgos espaciales y temporales más cautivadores de un estímulo, y para categorizar o calificar observadores en función de su cautivación con un estímulo dado para finalidades demográficas o de diagnóstico.

15 ANTECEDENTES  
 Cuando parpadeamos, el flujo de información visual entre el mundo y la retina se interrumpe temporalmente. En ese instante de parpadeo, se pierde la estimulación visual desde el mundo externo durante 150-400 milisegundos (ms). Como resultado, el adulto medio en el transcurso de un único día caminando empleará aproximadamente 44 minutos  
 20 con sus párpados cerrados perdiendo información visual. Durante esos momentos, una variedad de sistemas neurales que engloban el movimiento de los músculos oculomotores, actividad en campos oculares suplementarios y frontales, y actividad generalizada en áreas visuales, parietales y corticales prefrontales trabajan juntos para suprimir la señal visual real de un párpado cerrado. Estos sistemas crear la ilusión de continuidad perceptual, pero si se presenta nueva información visual en ese instante de parpadeo, se perderá.

25 Durante la recogida de datos de movimiento de ojos, los parpadeos de ojos se han considerado tradicionalmente como ruido o datos de artefacto y generalmente se consideran inútiles. Sin embargo, el parpadeo también está relacionado con estados cognitivos más allá de la mera función fisiológica. Generalmente también se sabe que individuos no son conscientes en gran medida de su parpadeo, aunque el parpadeo generalmente puede estar  
 30 relacionado con pausas de atención tanto explícitas como implícitas en contenido de tareas.

La identificación y la cuantificación de la cautivación de una persona con un estímulo visual pueden proporcionar percepciones para muchos campos diferentes. En pruebas cognitivas y de comportamiento, como para autismo,  
 35 trastorno de hiperactividad con déficit de atención (ADHD), incapacidades de desarrollo y otras condiciones cognitivas, medir cómo de cautivado está un observador con tipos específicos de contenido visual (o audible) puede proporcionar un biomarcador de estado de enfermedad/trastorno, progreso de enfermedad/trastorno, y/o respuesta a tratamiento. Por ejemplo, niños con discapacidades de desarrollo, que afectan a 1 de 10 de la población general, muestran adquisición retrasada de habilidades de habla y lenguaje. Una medida de la cautivación de un niño con señales de habla y lenguaje (por ejemplo, nivel de cautivación con caras hablando o gestos de comunicación, que  
 40 son precursores de la adquisición de lenguaje) puede ayudar en la identificación diagnóstica de un niño con discapacidades de desarrollo a una edad mucho más temprana de lo que ocurre la diagnosis de tales discapacidades convencionalmente.

En otro ejemplo, en industrias comerciales, una de las preocupaciones principales para muchas empresas de  
 45 marketing es medir la eficacia de diversas campañas de marketing. Los planteamientos tradicionales para determinar la eficacia visual de campañas de marketing incluyen realizar encuestas y cuestionarios al consumidor, analizar números de ventas, "ruido" en redes sociales, etc. Sin embargo, las empresas de marketing se beneficiarían de tener un mecanismo para determinar directamente del comportamiento de observador, sin informes o encuestas de segunda mano, la eficacia de una campaña de marketing visual al medir el nivel de la cautivación de un  
 50 observador o grupo de observadores para esa campaña de marketing durante ensayos de prueba antes de publicar la campaña o durante la campaña real. En otro ejemplo, los desarrolladores de material didáctico visual también se pueden beneficiar de tener una medida de niveles de cautivación de estudiante durante la fase de desarrollo del material didáctico. Otras industrias se podrían beneficiar de medir indicadores de cautivación a estímulos visuales, tales como desarrolladores de videojuegos, desarrolladores de simuladores de vuelo y conducción, etc.

55 Por lo tanto, se siente la necesidad por otro lado sin resolver de un sistema y un método que puedan valorar y medir cautivación de observador. Además, existe la necesidad de medir la cautivación con ciertos estímulos visuales y/o auditivos, tales como películas, espectáculos de televisión, campañas de marketing, anuncios impresos, páginas web, vídeos de emergencia, material didáctico, incluso ambientes y objetos físicos, etc. a fin de permitir la  
 60 optimización de los mismos. Además, existe la necesidad adicional de un sistema y un método para usar medidas de cautivación de observador como biomarcadores para valorar el estado de enfermedad/trastorno, progreso de enfermedad/trastorno, y/o respuesta a tratamiento en condiciones tales como autismo, ADHD, esquizofrenia, trastorno bipolar, depresión, y otros que efectúan cautivación con contenido circunscrito.

65 Se dirige la referencia a un documento titulado 'Inhibition of Eye Blinking Reveals Subjective Perceptions of Stimulus

Saliency' de Shultz et al. Proceedings of the National Academy of Sciences de los Estados Unidos de América 27 de diciembre de 2011, vol. 108, n.º 52 págs. 21270 - 21275, XPO02721389 ISSN: 1091 - 6490. Este documento describe un estudio en el que se midió la temporización de parpadeos e inhibición de parpadeo, así como escaneo visual en un grupo de niños típicos de dos años y un grupo de niños de dos años conocidos por reactividad atenuada a estímulos afectivos, específicamente deambuladores con Trastornos del Espectro Autista.

**BREVE COMPENDIO DE LA INVENCION**

La invención está definida por las reivindicaciones independientes a las que se debe hacer referencia.

Aspectos de la presente invención descritos brevemente, y según una realización, generalmente están relacionados con sistemas y métodos para valorar la inhibición de parpadeo y la respuesta de parpadeo como indicadores de cautivación con estímulos visuales. En particular, aspectos de la presente invención están relacionados con utilizar la temporización de inhibición de parpadeo durante visión natural y en respuesta a estímulos visuales para conseguir lo siguiente: valorar la cautivación de observador con estímulos, para valorar la percepción de observador de la prominencia relativa de estímulos, para valorar la potencia de un estímulo para cautivar observadores o grupos de observadores específicos, para identificar los rasgos espaciales y temporales más cautivadores de un estímulo, y para categorizar o calificar observadores en función de su cautivación con un estímulo dado para finalidades demográficas o de diagnóstico. Según una realización, los presentes sistemas y métodos proporcionan una herramienta para valorar la cautivación de observador sobre la base de la tasa de parpadeo y la temporización de parpadeo e inhibición de parpadeo, durante visión natural. En una realización, los presentes sistemas y métodos proporcionan una herramienta para cuantificar la cautivación momento a momento de observadores con contenido visual y el grado con el que la cautivación de observador varía dinámicamente. En otra realización, los presentes sistemas y métodos proporcionan una herramienta para cuantificar la cautivación momento a momento del oyente con contenido auditivo y el grado a con el que la cautivación de oyente varía drásticamente ya que está relacionada con la inhibición de parpadeo y datos de parpadeo.

Además, y según una realización, los presentes sistemas y métodos proporcionan un mecanismo para determinar, mediante un planteamiento de "minería de datos", los rasgos espaciales y temporales más cautivadores de un estímulo sobre la base de la cautivación de observador variable en el tiempo. Aspectos adicionales de la presente invención están relacionados con la manera en la que estas medidas de cautivación se pueden combinar con datos de punto de mirada de seguimiento de ojo para medir las partes específicas de un estímulo sobre el que se está fijando un observador en momentos de mayor o menor cautivación (por ejemplo, ubicaciones de fijación).

Aspectos adicionales de la presente invención están relacionados con sistemas para valorar el estado de enfermedad/trastorno (por ejemplo, presencia/ausencia de una condición), progreso de estado de enfermedad/trastorno, y/o respuesta a tratamiento en condiciones, por ejemplo pero sin limitación a esto, trastornos del espectro autista (ASD), ADHD, esquizofrenia, trastorno bipolar, depresión, trastorno de estrés posttraumático (PTSD), y otros que efectúan cautivación con contenido circunscrito o cautivación. En una realización, en investigación que lleva a la presente invención, los deambuladores con ASD, a diferencia de niños de comparación que se desarrollan típicamente, manifiestan inhibición de parpadeo notablemente retrasada en relación a acontecimientos visuales específicos. Los presentes sistemas y métodos indican que deambuladores típicos, respecto a los mismos acontecimientos visuales, inhiben su parpadeo antes que los deambuladores con ASD. Esta diferencia proporciona evidencia de procesos cognitivos intactos en deambuladores típicos y evidencia de que esos procesos están perturbados en deambuladores con ASD: deambuladores típicos inhibieron su parpadeo con anticipación activa al desarrollo de acontecimientos sociales prominentes, mientras que los deambuladores con ASD no lo hicieron. Estas mediciones proporcionan información que se puede usar para valorar el estado de diagnóstico así como para medir la gravedad de sintomatología. Se pueden implementar realizaciones relacionadas para medir el nivel de cautivación de, por ejemplo, drogadictos en recuperación con desencadenantes ambientales (por ejemplo, imágenes de alcohol, fármacos o ubicaciones en las que típicamente se consumen o se consiguen tales sustancias) a fin de valorar el riesgo de recaída.

En una realización, la presente invención describe un método para exponer la cautivación visual con el tiempo de una pluralidad de individuos con respecto a un estímulo visual dinámico. Esta realización incluye las etapas de recibir datos de parpadeo indicativos de respuestas de parpadeo al estímulo visual dinámico para cada uno de la pluralidad de individuos; recuperar datos de parpadeo de control de una base de datos; comparar los datos de parpadeo recibidos con los datos de parpadeo de control para identificar una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control; y generar una exposición de la una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

En un aspecto, el método comprende datos de parpadeo para cada uno de la pluralidad de individuos correspondientes a una tasa de cambio para cada tamaño de pupila y/o cierre de párpado del individuo.

En un aspecto, el método comprende la etapa de convertir los datos de parpadeo a formato binario para finalidades de comparación y la etapa de agregar los datos de parpadeo para la pluralidad de individuos. En ciertas

realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

5 En un aspecto, el método incluye datos de parpadeo de control que comprenden un promedio de tasa de parpadeo para la pluralidad de individuos cuando no hay presente estímulo visual dinámico, y/o un promedio de tasa de parpadeo para un grupo de individuos diferente de la pluralidad de individuos cuando no hay presente estímulo visual dinámico, y/o una distribución de probabilidad de promedios de tasa de parpadeo para la pluralidad de individuos obtenidos al permutar los datos de parpadeo de la pluralidad de individuos.

10 En un aspecto, el método comprende la etapa de permutar los datos de la pluralidad de individuos comprende desplazamiento circular con respecto a una temporización original de recogida de datos de parpadeo y/o la etapa de permutar los datos de la pluralidad de individuos comprende aleatorizar un orden de parpadeos e intervalos interparpadeos para cada individuo.

15 En un aspecto, el método comprende una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control que comprenden uno o más de lo siguiente: aumento de tasa de parpadeo en comparación con los datos de parpadeo de control, menor tasa de parpadeo en comparación con los datos de parpadeo de control, ausencia de parpadeos dentro de un periodo de tiempo predeterminado, superación de un número predeterminado de parpadeos dentro de un periodo de tiempo predeterminado y/o una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control es un marcador de un trastorno de desarrollo, cognitivo o mental.

20 En un aspecto, el método comprende la etapa de usar la exposición de la una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control en conexión con una diagnosis de un individuo, en donde la etapa anterior puede ser ejecutada por medio de software en un procesador.

25 En un aspecto, el método comprende además las etapas de sincronizar los datos de parpadeo recibidos con el estímulo visual dinámico; y/o generar una exposición de la una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control en conexión con el estímulo visual dinámico. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

30 En una realización, la presente invención incluye un método para exponer la cautivación visual con el tiempo de una pluralidad de individuos con respecto a un estímulo. Esta realización incluye las etapas de recibir datos de parpadeo indicativos de respuestas de parpadeo al estímulo para cada uno de la pluralidad de individuos; recuperar datos de parpadeo de control de una base de datos; comparar los datos de parpadeo recibidos con los datos de parpadeo de control para identificar una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control; y generar una exposición de la una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

40 En un aspecto, el método incluye las etapas de: recibir datos de movimiento de ojo indicativos de movimientos de ojos para cada uno de la pluralidad de individuos con respecto al estímulo; determinar a partir de los datos de movimiento de ojo una pluralidad de ubicaciones de fijación con respecto al estímulo para la pluralidad de individuos; sincronizar la pluralidad de ubicaciones de fijación y los datos de parpadeo recibidos con el estímulo; y generar una exposición de la pluralidad de ubicaciones de fijación en uno o más instantes correspondientes a la una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control.

45 En un aspecto, el método incluye la exposición de la pluralidad de ubicaciones de fijación que comprende una exposición tridimensional, en donde dos de las dimensiones corresponden a la pluralidad de ubicaciones de fijación para cada uno de la pluralidad de individuos y una de las dimensiones corresponde al tiempo. Además, en un aspecto, el método incluye la pluralidad de ubicaciones de fijación correspondientes a cada una de la pluralidad de ubicaciones de fijación de ojos del individuo con respecto a uno o más fotogramas del estímulo. En otro aspecto, el método incluye la pluralidad de ubicaciones de fijación correspondientes a datos de coordenadas de punto de mirada para cada uno de la pluralidad de individuos con respecto al estímulo. En un aspecto, el método incluye además la exposición de la pluralidad de ubicaciones de fijación que comprende un camino de escaneo tridimensional. Según un aspecto, el método incluye en donde la etapa de sincronizar comprende bloquear en el tiempo o correlacionar en el tiempo la pluralidad de ubicaciones de fijación con los datos de parpadeo recibidos.

50 En un aspecto, el método comprende los datos de parpadeo para cada uno de la pluralidad de individuos correspondientes a una tasa de cambio para cada tamaño de pupila del individuo. Según un aspecto, el método incluye los datos de parpadeo para cada uno de la pluralidad de individuos correspondientes a cierre de párpado.

60 En un aspecto, el método comprende además las etapas de convertir los datos de parpadeo a formato binario para finalidades de comparación; y/o convertir los datos de movimiento de ojo para coordinar datos para finalidades de comparación; y/o agregar los datos de parpadeo y los datos de movimiento de ojo para la pluralidad de individuos. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

65

- 5 En un aspecto, el método incluye los datos de parpadeo de control que comprenden un promedio de tasa de parpadeo para la pluralidad de individuos cuando no hay presente estímulo. Según un aspecto, el método incluye los datos de parpadeo de control que comprende un promedio de tasa de parpadeo para un grupo de individuos diferente de la pluralidad de individuos cuando no hay presente estímulo. En un aspecto, los datos de parpadeo de control que comprende una distribución de probabilidad de promedios de tasas de parpadeo para la pluralidad de individuos obtenidos al permutar los datos de parpadeo de la pluralidad de individuos.
- 10 En otro aspecto, el método incluye las etapas de permutar los datos de la pluralidad de individuos comprende desplazamiento circular con respecto a una temporización original de recogida de datos de parpadeo y/o permutar los datos de la pluralidad de individuos comprende aleatorizar un orden de parpadeos e intervalos inter-parpadeos para cada individuo, en donde las etapas pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.
- 15 En un aspecto, el método comprende una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control que comprenden uno o más de lo siguiente: aumento de tasa de parpadeo en comparación con los datos de parpadeo de control, menor tasa de parpadeo en comparación con los datos de parpadeo de control, ausencia de parpadeos dentro de un periodo de tiempo predeterminado, superación de un número predeterminado de parpadeos dentro de un periodo de tiempo predeterminado.
- 20 En un aspecto, el método comprende la una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control como marcador de un trastorno de desarrollo, cognitivo o mental.
- 25 En un aspecto, el método incluye las etapas de usar la exposición de la pluralidad de ubicaciones de fijación en uno o más instantes correspondientes a la una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control en conexión con una diagnosis de un individuo; y/o sincronizar en el procesador, los datos de parpadeo recibidos con el estímulo; y/o generar, una exposición de la una o más diferencias entre los datos de parpadeo recibidos y los datos de parpadeo de control en conexión con el estímulo. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.
- 30 En un aspecto, el método incluye el estímulo como estímulo auditivo, un estímulo visual dinámico y/o un estímulo visual estático. En otro aspecto, el método incluye el estímulo que comprende uno o más de lo siguiente: un estímulo dinámico, un estímulo visual dinámico, un estímulo visual prerregistrado, un estímulo auditivo prerregistrado, un estímulo audiovisual prerregistrado, un estímulo visual en vivo, un estímulo auditivo en vivo, un estímulo audiovisual en vivo, un estímulo bidimensional, o un estímulo tridimensional.
- 35 En una realización, la presente invención comprende un método para determinar una medida de cautivación de un individuo con respecto a un estímulo visual dinámico. Esta realización incluye las etapas de: recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo al estímulo visual dinámico; sincronizar los datos de parpadeo con el estímulo visual dinámico; identificar un patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados; y comparar el patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados con el estímulo visual dinámico para identificar una porción del estímulo visual dinámico contemporánea con el patrón de inhibición de parpadeo, por lo que el patrón de inhibición de parpadeo indica un marcador de cautivación del individuo con la porción contemporánea del estímulo visual dinámico. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.
- 40 En un aspecto, el método incluye el estímulo visual dinámico que comprende uno o más de lo siguiente: un estímulo visual prerregistrado, un estímulo audiovisual prerregistrado, un estímulo visual en vivo, un estímulo audiovisual en vivo, un estímulo bidimensional, o un estímulo tridimensional.
- 45 En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa media de parpadeo para el individuo durante el estímulo visual dinámico. En un aspecto, el método incluye además el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una comparación entre los datos de parpadeo del individuo y una probabilidad de parpadeo asociado con el individuo. En otro aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa de parpadeo momento a momento para el individuo. Según un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para el individuo. En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para un grupo de control.
- 50 En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en comparación con medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo. En otro aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de los datos de parpadeo sincronizados en comparación con datos de parpadeo de control. En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de inhibición de parpadeo respecto a un acontecimiento en el estímulo visual dinámico.
- 55 En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en comparación con medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo. En otro aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de los datos de parpadeo sincronizados en comparación con datos de parpadeo de control. En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de inhibición de parpadeo respecto a un acontecimiento en el estímulo visual dinámico.
- 60 En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en comparación con medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo. En otro aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de los datos de parpadeo sincronizados en comparación con datos de parpadeo de control. En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de inhibición de parpadeo respecto a un acontecimiento en el estímulo visual dinámico.
- 65

En un aspecto, la porción contemporánea del estímulo visual dinámico comprende la totalidad del estímulo visual dinámico. Según un aspecto, el método incluye el acontecimiento en el estímulo visual dinámico que comprende un acontecimiento físico o un acontecimiento afectivo.

5 En otro aspecto, el marcador de cautivación está relacionado con una porción prominente del estímulo visual dinámico.

10 Según un aspecto, el método incluye la etapa de sincronizar, que comprende bloquear en el tiempo o correlacionar en el tiempo los datos de parpadeo con el estímulo visual dinámico.

15 En un aspecto, el método incluye los datos de parpadeo correspondientes a una tasa de cambio del tamaño de pupila del individuo. En otro aspecto, el método incluye los datos de parpadeo correspondientes a cierre de párpado del individuo.

En otro aspecto, el método comprende además las etapas de convertir, por medio de software ejecutado en el procesador, los datos de parpadeo a formato binario para finalidades de comparación y/o categorizar, por medio de software ejecutado en el procesador, los datos de parpadeo según parámetros demográficos predeterminados.

20 En una realización, la presente invención comprende un método para determinar una medida de cautivación de un individuo con respecto a un estímulo. Esta realización incluye las etapas de: recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo al estímulo; sincronizar los datos de parpadeo recibidos con el estímulo; identificar, por medio de software ejecutado en el procesador, un patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados; y comparar el patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados con el estímulo para identificar una porción del estímulo contemporánea con el patrón de inhibición de parpadeo, por lo que el patrón de inhibición de parpadeo indica un marcador de cautivación del individuo con la porción contemporánea del estímulo. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores se pueden realizar por medio de software en un procesador.

30 En un aspecto, el método incluye las etapas de recibir datos de movimiento de ojo indicativos de los movimientos de ojos del individuo con respecto al estímulo; determinar a partir de los datos de movimiento de ojo una pluralidad de ubicaciones de fijación con respecto al estímulo; y comparar la pluralidad de ubicaciones de fijación con el estímulo en la porción contemporánea del estímulo. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

35 Según un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una comparación entre los datos de parpadeo del individuo y una probabilidad de parpadeo asociado con el individuo. En un aspecto, el método incluye el estímulo que comprende uno o más de lo siguiente: un estímulo dinámico, un estímulo visual dinámico, un estímulo visual prerregistrado, un estímulo auditivo prerregistrado, un estímulo audiovisual prerregistrado, un estímulo visual en vivo, un estímulo auditivo en vivo, un estímulo audiovisual en vivo, un estímulo visual o audiovisual bidimensional, o un estímulo visual o audiovisual tridimensional.

45 En un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa media de parpadeo para el individuo durante el estímulo. Según un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa de parpadeo momento a momento para el individuo. Según la invención, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para el individuo, o una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en comparación con medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo. En otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para un grupo de control. Según un aspecto, el método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de los datos de parpadeo sincronizados en comparación con datos de parpadeo de control predeterminados. En incluso otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de inhibición de parpadeo respecto a un acontecimiento en el estímulo.

55 En un aspecto, el método incluye la porción contemporánea del estímulo que comprende la totalidad del estímulo. En otro aspecto, el método incluye el acontecimiento en el estímulo que comprende un acontecimiento físico o un acontecimiento afectivo.

60 Según un aspecto, el método comprende las etapas de categorizar el individuo en una o más categorías predefinidas sobre la base del marcador de cautivación y/o sincronizar comprende bloquear en el tiempo o correlacionar en el tiempo los datos de parpadeo con el estímulo.

65 En un aspecto, el método comprende el marcador de cautivación relacionado con una porción prominente del estímulo.

En un aspecto, el método incluye además los datos de parpadeo corresponden a una tasa de cambio del tamaño de pupila del individuo. Según un aspecto, el método comprende los datos de parpadeo corresponden a cierre de párpado del individuo.

5 En un aspecto, el método comprende además las etapas de convertir los datos de parpadeo a formato binario para finalidades de comparación y/o categorizar los datos de parpadeo según parámetros demográficos predeterminados. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

10 En un aspecto, el método incluye un estímulo que comprende un estímulo auditivo, un estímulo visual dinámico, y/o un estímulo estático.

En una realización, la presente invención comprende un método para determinar prominencia de estímulo percibido por un individuo con respecto a un estímulo. Esta realización comprende las etapas de: recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo al estímulo; recibir datos de movimiento de ojo indicativos de movimientos de ojos para el individuo con respecto al estímulo; sincronizar los datos de parpadeo recibidos y los datos recibidos de movimiento de ojo con el estímulo; identificar un periodo de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados; y determinar para el periodo de inhibición de parpadeo identificado en los datos de parpadeo sincronizados, al menos una ubicación de fijación espacial para los datos sincronizados de movimiento de ojo para el individuo con respecto al estímulo, por lo que el periodo de inhibición de parpadeo y la al menos una ubicación de fijación espacial indican marcadores de prominencia temporal y espacial percibida con respecto al estímulo. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

25 En un aspecto, el método incluye la etapa de sincronizar, que comprende bloquear en el tiempo o correlacionar en el tiempo los datos de parpadeo recibidos y los datos recibidos de movimiento de ojo con el estímulo.

En un aspecto, el método comprende además las etapas de convertir los datos de parpadeo a formato binario para finalidades de determinación; y/o convertir los datos de movimiento de ojo para coordinar datos para finalidades de determinación. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

35 Según un aspecto, el método comprende además la etapa de identificar el periodo de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados además que incluye las etapas de: recuperar datos de parpadeo de control de una base de datos; y comparar los datos de parpadeo sincronizados con los datos de parpadeo de control para identificar una diferencia entre los datos de parpadeo sincronizados y los datos de parpadeo de control, por lo que la diferencia corresponde al periodo de inhibición de parpadeo. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

40 En un aspecto, el presente método incluye los datos de parpadeo de control que comprende un promedio de tasa de parpadeo para una pluralidad de individuos cuando no hay presente estímulo. En un aspecto, el presente método incluye la diferencia entre los datos de parpadeo sincronizados y los datos de parpadeo de control que comprende uno de lo siguiente: aumento de tasa de parpadeo para el individuo en comparación con los datos de parpadeo de control, menor tasa de parpadeo para el individuo en comparación con los datos de parpadeo de control, ausencia de parpadeos dentro de un periodo de tiempo predeterminado, superación de un número predeterminado de parpadeos dentro de un periodo de tiempo predeterminado. Según un aspecto, el presente método comprende la diferencia entre los datos de parpadeo sincronizados y los datos de parpadeo de control proporciona un marcador de un trastorno de desarrollo, cognitivo o mental del individuo. En una realización, el presente método incluye los datos de parpadeo correspondientes a una tasa de parpadeo para el individuo durante un periodo de tiempo definido.

50 Según un aspecto, el presente método incluye el estímulo que comprende un estímulo auditivo, un estímulo visual dinámico y/o un estímulo visual estático. En un aspecto, el presente método incluye el estímulo que comprende uno o más de lo siguiente: un estímulo visual prerregistrado, un estímulo auditivo prerregistrado, un estímulo audiovisual prerregistrado, un estímulo visual en vivo, un estímulo auditivo en vivo, un estímulo audiovisual en vivo, un estímulo bidimensional, o un estímulo tridimensional.

60 En una realización, la presente invención comprende un método para valorar una capacidad de un estímulo para cautivar a un individuo, que comprende las etapas de: presentar el estímulo a un individuo; recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo al estímulo; identificar una medida de inhibición de parpadeo para el individuo de los datos de parpadeo recibidos; y determinar, por medio de software ejecutado en el procesador, si la medida de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo recibidos cumple un umbral de valor de inhibición de parpadeo, por lo que el umbral de valor de inhibición de parpadeo indica la capacidad del estímulo para cautivar al individuo. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

65

En un aspecto, el presente método incluye la etapa de categorizar, por medio de software ejecutado en el procesador, los datos de parpadeo según parámetros demográficos predeterminados.

5 En un aspecto, el presente método incluye el estímulo que comprende uno o más de lo siguiente: un estímulo dinámico, un estímulo visual dinámico, un estímulo visual prerregistrado, un estímulo auditivo prerregistrado, un estímulo audiovisual prerregistrado, un estímulo visual en vivo, un estímulo auditivo en vivo, un estímulo audiovisual en vivo, un estímulo bidimensional, o un estímulo tridimensional.

10 Según un aspecto, el presente método incluye la medida de inhibición de parpadeo que comprende una tasa media de parpadeo para el individuo durante el estímulo. En un aspecto, el presente método incluye la medida de inhibición de parpadeo que comprende una tasa de parpadeo momento a momento para el individuo. En un aspecto, el presente método incluye la medida de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para el individuo, una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para un grupo de control, una medida de los datos de parpadeo recibidos en comparación con datos predeterminados de parpadeo de control, y/o una medida de inhibición de parpadeo respecto a un acontecimiento en el estímulo.

20 En un aspecto, el presente método incluye el acontecimiento en el estímulo que comprende un acontecimiento físico o un acontecimiento afectivo.

En un aspecto, el presente método incluye los datos de parpadeo correspondientes a una tasa de cambio del tamaño de pupila del individuo y/o cierre de párpado del individuo.

25 Según un aspecto del presente método, el método comprende además las etapas de, por medio de software ejecutado en el procesador, convertir los datos de parpadeo a formato binario para finalidades de determinación, categorizar los datos de parpadeo según parámetros demográficos predeterminados.

30 En un aspecto, el presente método comprende que el umbral de valor de inhibición de parpadeo indica un marcador para una condición mental. En otro aspecto, el presente método incluye el umbral de valor de inhibición de parpadeo seleccionado de un intervalo que abarca normalidad a psicopatología. En un aspecto, el presente método incluye el umbral de valor de inhibición de parpadeo correspondiente a una medida de diagnóstico para diagnosticar al individuo con una condición mental. En un aspecto, el presente método incluye el umbral de valor de inhibición de parpadeo correspondiente a una medida predeterminada de cautivación con el estímulo. En otro aspecto, el presente método incluye además el umbral de valor de inhibición de parpadeo correspondiente a una categoría predeterminada para categorizar el individuo.

40 En un aspecto, el presente método incluye la medida de inhibición de parpadeo para el individuo correspondiente a una porción del estímulo. En otro aspecto, el presente método incluye la medida de inhibición de parpadeo para el individuo correspondiente a una totalidad del estímulo.

Según un aspecto, el presente método incluye el estímulo como estímulo auditivo, un estímulo visual dinámico y/o un estímulo visual estático.

45 En una realización, la presente invención comprende un método para valorar el riesgo de una condición mental en un individuo que usa un dispositivo de monitorización de ojos. Esta realización comprende las etapas de: recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo a un estímulo visual dinámico expuesto al individuo, en donde los datos de parpadeo son recogidos por medio del dispositivo de monitorización de ojos; sincronizar los datos de parpadeo recibidos con el estímulo visual dinámico; identificar un patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados; recuperar datos de acontecimiento relacionados con el estímulo visual dinámico de una base de datos; y comparar un parámetro del patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados con un parámetro de los datos de acontecimiento relacionados con el estímulo visual dinámico para determinar al menos un parámetro delta, en donde el al menos un parámetro delta indica una probabilidad de que el individuo tenga un trastorno mental. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

50 En un aspecto, el presente método incluye el parámetro de los datos de acontecimiento que comprende un acontecimiento con marca de tiempo predeterminado. En otro aspecto, el presente método incluye los datos de acontecimiento que comprende un valor de tiempo.

60 En un aspecto, el presente método incluye el parámetro del patrón de inhibición de parpadeo que comprende un valor de tiempo. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una comparación entre los datos de parpadeo del individuo y una probabilidad de parpadeo asociado con el individuo. En otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa media de parpadeo para el individuo durante el estímulo visual dinámico. Además, en un aspecto, el presente método incluye



- 5 el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa de parpadeo momento a momento para el individuo. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para el individuo. En incluso otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para un grupo de control. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en comparación con una medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo.
- 10 En un aspecto, el presente método incluye el al menos un parámetro delta que comprende un valor de tiempo que supera un umbral de valor predeterminado. En un aspecto, el presente método incluye el al menos un parámetro delta que comprende un valor de tiempo que es menor que un umbral de valor predeterminado.
- 15 En un aspecto, no según la invención, el presente método comprende las etapas de proporcionar una diagnosis para el individuo sobre la base del al menos un parámetro delta y/o sincronizar, que comprende bloquear en el tiempo o correlacionar en el tiempo los datos de parpadeo recibidos con el estímulo visual dinámico.
- 20 En un aspecto, el presente método incluye la condición mental que comprende un trastorno de desarrollo o cognitivo.
- 25 En un aspecto, el presente método incluye los datos de acontecimiento correspondientes a uno o más de lo siguiente: acontecimientos físicos dentro del estímulo visual dinámico, acontecimientos afectivos dentro del estímulo visual dinámico, acontecimientos que se asume que provocan o inhiben el parpadeo sobre la base del estímulo visual dinámico.
- 30 En una realización, no según la invención la presente invención comprende un método para evaluar, monitorizar o diagnosticar un trastorno mental en un individuo que usa un dispositivo de monitorización de ojos. Esta realización comprende las etapas de: recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo a un estímulo, en donde los datos de parpadeo se recogen por medio del dispositivo de monitorización de ojos; sincronizar los datos de parpadeo recibidos con el estímulo; identificar, por medio de software ejecutado en el procesador, un patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados; recuperar datos de acontecimiento relacionados con el estímulo visual de una base de datos; y comparar un parámetro del patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados con un parámetro de los datos de acontecimiento relacionados con el estímulo visual para determinar un parámetro delta, en donde el parámetro delta indica una probabilidad de que el individuo tiene un trastorno mental. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.
- 35 En un aspecto, el presente método comprende además las etapas de: recibir datos de movimiento de ojo indicativos de los movimientos de ojos del individuo con respecto al estímulo; recibir datos de movimiento de ojo indicativos de movimientos de ojos de cada miembro de un grupo de control con respecto al estímulo; generar un camino de escaneo tridimensional sobre la base de los datos para cada uno de los miembros del grupo de control y para el individuo, en donde dos de las dimensiones del camino de escaneo corresponden a una posición de un punto de consideración para cada uno de los miembros y el individuo y una de las dimensiones corresponde al tiempo; identificar una convergencia de los caminos de escaneo de los miembros del grupo de control; y comparar por medio de software ejecutado en el procesador, el camino de escaneo del individuo con los caminos de escaneo de los miembros del grupo de control en la región de la convergencia. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.
- 40 En un aspecto, el presente método incluye en donde el parámetro de los datos de acontecimiento comprende un acontecimiento con marca de tiempo predeterminado. En un aspecto, el presente método incluye el parámetro de los datos de acontecimiento que comprende un valor de tiempo. En otro aspecto, el presente método incluye el parámetro del patrón de inhibición de parpadeo que comprende un valor de tiempo.
- 45 En un aspecto, el presente método incluye el parámetro delta que comprende un valor de tiempo que supera un umbral de valor predeterminado. En un aspecto, el presente método incluye el parámetro delta que comprende un valor de tiempo que es menor que un umbral de valor predeterminado.
- 50 En un aspecto, el presente método incluye el estímulo como estímulo auditivo, un estímulo visual dinámico y/o un estímulo visual estático.
- 55 En un aspecto, el presente método incluye los datos de acontecimiento correspondientes a uno o más de lo siguiente: acontecimientos físicos dentro del estímulo visual dinámico, acontecimientos afectivos dentro del estímulo visual dinámico, acontecimientos que se asume que provocan o inhiben el parpadeo sobre la base del estímulo visual dinámico.
- 60 En un aspecto, el presente método incluye la etapa de sincronizar que comprende bloquear en el tiempo o
- 65

correlacionar en el tiempo los datos de parpadeo recibidos con el estímulo.

En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una comparación entre los datos de parpadeo del individuo y una probabilidad de parpadeo asociado con el individuo. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa media de parpadeo para el individuo durante el estímulo. En otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa de parpadeo momento a momento para el individuo. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para el individuo. En incluso otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para un grupo de control. Además, en otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en comparación con medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo.

En una realización, no según la invención, la presente invención comprende un método para evaluar, monitorizar o diagnosticar una condición mental en un individuo que usa un dispositivo de monitorización de ojos. Esta realización comprende las etapas de: recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo a un estímulo visual dinámico expuesto al individuo, en donde los datos de parpadeo se recogen usando el dispositivo de monitorización de ojos; sincronizar los datos de parpadeo recibidos con el estímulo visual dinámico; identificar un patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados; recuperar un patrón de control de inhibición de parpadeo para el estímulo visual dinámico expuesto al individuo de una base de datos; y comparar el patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados con el patrón de control de inhibición de parpadeo para determinar si el patrón de inhibición de parpadeo cae fuera de un intervalo del patrón de control de inhibición de parpadeo y de ese modo indica una probabilidad de que el individuo tenga una condición mental. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

En un aspecto, el presente método incluye la condición mental que comprende un trastorno de desarrollo o cognitivo.

En un aspecto, el presente método que incluye además las etapas de sincronizar comprende bloquear en el tiempo o correlacionar en el tiempo los datos de parpadeo recibidos con el estímulo visual dinámico y/o convertir, por medio de software ejecutado en el procesador, los datos de parpadeo a formato binario para finalidades de identificación.

En un aspecto, el presente método incluye los datos de parpadeo para el individuo correspondiente a una tasa de cambio de tamaño de pupila para el individuo. En un aspecto, el presente método incluye los datos de parpadeo correspondientes a cierre de párpado para el individuo.

En un aspecto, el presente método incluye el patrón de control de inhibición de parpadeo que comprende un promedio de tasa de parpadeo para una pluralidad de individuos en respuesta al estímulo visual dinámico. Según un aspecto, el presente método incluye el patrón de control de inhibición de parpadeo que comprende una distribución de probabilidad de promedios de tasa de parpadeo para una pluralidad de individuos obtenido al permutar los datos de parpadeo de la pluralidad de individuos. Según un aspecto, el presente método incluye el patrón de control de inhibición de parpadeo que indica una gravedad de la condición mental.

En un aspecto, el presente método incluye las etapas de permutar los datos de la pluralidad de individuos que comprende desplazamiento circular con respecto a una temporización original de recogida de datos de parpadeo y/o la etapa de permutar los datos de la pluralidad de individuos que comprende aleatorizar un orden de parpadeos e intervalos inter-parpadeos para cada individuo.

En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa media de parpadeo para el individuo durante el estímulo visual dinámico. En otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa de parpadeo momento a momento para el individuo. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante y el patrón de control de inhibición de parpadeo que comprende una tasa instantánea de parpadeo para un grupo de control. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de control de inhibición de parpadeo que comprende un promedio de tasa de parpadeo para el individuo cuando no hay presente estímulo visual dinámico. En incluso otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de inhibición de parpadeo respecto a un acontecimiento en el estímulo visual dinámico.

En un aspecto, el presente método incluye el acontecimiento en el estímulo visual dinámico que comprende un acontecimiento físico o un acontecimiento afectivo.

En una realización, la presente invención comprende un método para valorar respuestas de usuario a un estímulo sobre la base de inhibición de parpadeo. Esta realización comprende las etapas de: recibir datos de parpadeo

5 indicativos de respuestas de parpadeo de un usuario a un estímulo; identificar un patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo; recuperar un patrón de control de inhibición de parpadeo para el estímulo de una base de datos, en donde el patrón de control corresponde a una categoría predefinida de usuario; y comparar el patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo con el patrón de control de inhibición de parpadeo para determinar si el usuario dentro de la categoría predefinida de usuario. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

10 En un aspecto, el presente método incluye que los datos de parpadeo se reciben por medio del uso de un dispositivo de monitorización de ojos.

15 En un aspecto, el presente método incluye el estímulo que comprende un estímulo auditivo, un estímulo visual dinámico y/o un estímulo visual estático. En un aspecto, el presente método incluye el estímulo que comprende uno o más de lo siguiente: un estímulo dinámico, un estímulo visual dinámico, un estímulo visual prerregistrado, un estímulo auditivo prerregistrado, un estímulo audiovisual prerregistrado, un estímulo visual en vivo, un estímulo auditivo en vivo, un estímulo audiovisual en vivo, un estímulo bidimensional, o un estímulo tridimensional.

20 En un aspecto, el presente método incluye los datos de parpadeo para el usuario correspondiente a una tasa de cambio de tamaño de pupila para el usuario. En otro aspecto, el presente método comprende que los datos de parpadeo corresponden a cierre de párpado para el usuario.

25 En un aspecto, el presente método incluye el patrón de control de inhibición de parpadeo que comprende un promedio de tasa de parpadeo para una pluralidad de usuarios en respuesta al estímulo. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de control de inhibición de parpadeo que comprende una distribución de probabilidad de promedio de tasas de parpadeo para una pluralidad de usuarios obtenido al permutar los datos de parpadeo de la pluralidad de usuarios.

30 En un aspecto, el presente método incluye las etapas de convertir, por medio de software ejecutado en el procesador, los datos de parpadeo a formato binario para finalidades de comparación, permutar los datos de la pluralidad de usuarios que comprende desplazamiento circular con respecto a una temporización original de datos de parpadeo recogida, y/o permutar los datos de la pluralidad de usuarios comprende aleatorizar un orden de parpadeos e intervalos inter-parpadeos para cada usuario.

35 En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa media de parpadeo para el usuario durante el estímulo. En otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una tasa de parpadeo momento a momento para el usuario. En un aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el usuario en cierto instante y el patrón de control de inhibición de parpadeo que comprende una tasa instantánea de parpadeo para un grupo de control. En otro aspecto, el presente método incluye el patrón de inhibición de parpadeo que comprende una medida de inhibición de parpadeo respecto a un acontecimiento en el estímulo.

40 En un aspecto, el presente método incluye el patrón de control de inhibición de parpadeo que comprende un promedio de tasa de parpadeo para el usuario cuando no hay presente estímulo.

45 En un aspecto, el presente método incluye que el acontecimiento en el estímulo dinámico visual comprende un acontecimiento físico o un acontecimiento afectivo.

50 En un aspecto, el presente método incluye las etapas de recibir datos adicionales de parpadeo para el usuario con el tiempo; identificar un patrón adicional de inhibición de parpadeo en los datos adicionales de parpadeo; comparar el patrón adicional de inhibición de parpadeo con el patrón de inhibición de parpadeo para determinar si el usuario permanece dentro de la categoría predeterminada de usuario. En ciertas realizaciones, las etapas anteriores pueden ser ejecutadas por medio de software en un procesador.

55 Estos y otros aspectos, rasgos y beneficios de la invención reivindicada se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada escrita de las realizaciones preferidas y aspectos tomados conjuntamente con los siguientes dibujos, aunque se pueden efectuar variaciones y modificaciones a la misma sin apartarse del espíritu y el alcance de los conceptos novedosos de la invención.

60 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Los dibujos adjuntos ilustran una o más realizaciones y/o aspectos de la invención y, junto con la descripción escrita, sirven para explicar los principios de la invención. Cuando sea posible, por todos los dibujos se usan los mismos números de referencia para referirse a los mismos elementos o semejantes de una realización, y en donde:

65 La figura 1A ilustra un diagrama de bloques ejemplar de un sistema de monitorización de ojos, según una realización de la presente invención.

La figura 1B ilustra datos indicativos de respuestas de movimiento de ojos a un estímulo visual, según un aspecto de la presente invención.

La figura 1C ilustra una exposición de porciones de un estímulo visual dinámico con el tiempo y datos indicativos de respuestas de movimiento de ojos al estímulo visual dinámico, según una realización de la presente invención.

La figura 1D muestra un generación ejemplar de exposición de una distribución de recursos visuales de un grupo, según una realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra una descripción general del proceso de recogida y valoración de datos de un sistema de monitorización de ojos, según una realización de la presente invención.

La figura 3 ilustra inhibición de parpadeo y de parpadeo estadísticamente significativo mientras se ve un estímulo visual, según una realización de la presente invención.

La figura 4 es una gráfica que ilustra una comparación ejemplar de tasa de parpadeo entre deambuladores típicos y deambuladores con trastorno del espectro autista, según una realización de la presente invención.

La figura 5A es una gráfica que ilustra una correlación ejemplar de tasas de parpadeo y edad en deambuladores típicos, según un aspecto de la presente invención.

La figura 5B es una gráfica que ilustra una correlación ejemplar de tasas de parpadeo y edad en deambuladores diagnosticados con trastorno del espectro autista, según un aspecto de la presente invención.

La figura 6 ilustra modulación dependiente de tarea de tasa de parpadeo de deambuladores típicos y deambuladores con ASD, según una realización de la presente invención.

La figura 6C ilustra modulación dependiente de tarea de tasa de parpadeo entre dos grupos de observadores diferentes, según una realización de la presente invención.

La figura 7A es una gráfica que ilustra datos de parpadeo de participantes frente al tiempo, según una realización de la presente invención.

La figura 7B es una gráfica que ilustra tasa instantánea de parpadeo frente al tiempo, según una realización de la presente invención.

La figura 7C es una gráfica que ilustra el percentil 95<sup>o</sup> y 5<sup>o</sup> de datos de parpadeo permutados frente al tiempo, según una realización de la presente invención.

La figura 7D es una gráfica que ilustra periodos de inhibición de parpadeo trazados con respecto a tiempo, según una realización de la presente invención.

La figura 8A es una gráfica que ilustra inhibición de parpadeo respecto a acontecimientos afectivos para deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 8B es una gráfica que ilustra inhibición de parpadeo respecto a acontecimientos físicos para deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 8C es una gráfica que ilustra respuesta de parpadeo respecto a acontecimientos no afectivos y no físicos para deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 8D ilustra fijación visual ejemplar relacionada con acontecimientos afectivos para deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 8E ilustra fijación visual ejemplar relacionada con acontecimientos físicos para deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 8F ilustra fijación visual ejemplar relacionada con acontecimientos no afectivos y no físicos para deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 8G es una gráfica que ilustra inhibición de parpadeo respecto a acontecimientos afectivos para deambuladores diagnosticados con trastorno del espectro autista, según una realización de la presente invención.

La figura 8H es una gráfica que ilustra inhibición de parpadeo respecto a acontecimientos físicos para deambuladores diagnosticados con trastorno del espectro autista, según una realización de la presente invención.

La figura 8I es una gráfica que ilustra respuesta de parpadeo respecto a acontecimientos no afectivos y no físicos para deambuladores diagnosticados con trastorno del espectro autista, según una realización de la presente invención.

La figura 8J ilustra fijación visual ejemplar relacionada con acontecimientos afectivos para deambuladores con trastorno del espectro autista, según una realización de la presente invención.

La figura 8K ilustra fijación visual ejemplar relacionada con acontecimientos físicos para deambuladores con trastorno del espectro autista, según una realización de la presente invención.

La figura 8L ilustra fijación visual ejemplar relacionada con acontecimientos no afectivos y no físicos para deambuladores con trastorno del espectro autista, según una realización de la presente invención.

La figura 8M es una gráfica que ilustra temporización de inhibición de parpadeo respecto a acontecimientos afectivos y físicos para deambuladores diagnosticados con trastorno del espectro autista y deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 8N es una gráfica que ilustra cambio porcentual en parpadeos por minuto respecto a acontecimientos afectivos y físicos para deambuladores diagnosticados con trastorno del espectro autista y deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 8O es una gráfica que ilustra fijación porcentual sobre objetos respecto a acontecimientos afectivos y físicos para deambuladores diagnosticados con trastorno del espectro autista y deambuladores típicos, según una realización de la presente invención.

La figura 9A es una gráfica que ilustra una función de distribución acumulativa empírica que comparan datos reales de deambulador típico con datos permutados de deambulador típico, según una realización de la presente invención.

La figura 9B es una gráfica que ilustra una función de distribución acumulativa empírica que compara datos reales de deambuladores diagnosticados con ASD con datos permutados de deambuladores diagnosticados con ASD, según un aspecto de la presente invención.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar para determinar actividad de cautivación, según una realización de la presente invención.

La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar para valorar el estado de enfermedad/trastorno, según una realización de la presente invención.

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar para valorar prominencia de estímulo percibido, según una realización de la presente invención.

La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar para identificar rasgos espaciales y temporales más cautivadores de un estímulo visual, según una realización de la presente invención.

La figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar de valoración de paciente/condición, según una realización de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Antes de una descripción detallada de la invención, se proporcionan las siguientes definiciones como ayuda para entender la materia de asunto y la terminología de aspectos de los presentes sistemas y métodos, son ejemplares, y no necesariamente limitadoras de los aspectos de los sistemas y métodos, que se expresan en las reivindicaciones. Tanto si un término está en mayúsculas como si no, no se considera definitivo o limitador del significado de un término. Tal como se usa en este documento, un término en mayúsculas tendrá el mismo significado que un término en minúsculas, a menos que el contexto del uso indique específicamente que se pretende un significado más restrictivo para el término en mayúsculas. Sin embargo, las mayúsculas o su ausencia dentro del resto de este documento no pretenden ser necesariamente limitativo a menos que el contexto indique claramente que dicha limitación es pretendida.

Por toda esta memoria descriptiva, el término "comprender" o variaciones tales como "que comprende" o "comprende" se entenderá que implica la inclusión de un entero indicado (o componente) o grupo de enteros (o componentes), pero no la exclusión de ningún entero (o componente) o grupo de enteros (o componentes).

La forma singular "un", "una", "el" y "la" incluye el plural a menos que el contexto lo dicte claramente de otro modo.

#### Definiciones/Glosario

M: media o promedio de un conjunto de valores numéricos dentro de un conjunto de datos.

SD: desviación típica, que indica la variación desde un promedio o valor medio de un conjunto de datos pertinente.

r: Coeficiente de correlación de Pearson producto-momento, que es una medida de la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables, normalmente dentro de un conjunto de datos relacionado.

t: valor estadístico de prueba de prueba de 1 o 2 muestras.

P: es un símbolo para porcentaje / percentil de algún conjunto de puntos de datos.

ANOVA: análisis de varianza, que es una colección de modelos estadísticos usados para analizar la diferencias entre medias de grupos (promedios) y variaciones asociadas de datos entre grupos.

SE: Error estándar, que es la desviación típica de la distribución de muestreo de una estadística.

F: prueba-f, que es una prueba estadística en la que la estadística de prueba tiene una distribución-F en la hipótesis nula, usada generalmente cuando se comparan modelos estadísticos que encajan en un conjunto de datos.

z: el resultado de una prueba-z que es una prueba estadística para la que la distribución de la estadística de prueba bajo la hipótesis nula se puede aproximar por una distribución normal dentro de un conjunto de datos dado.

#### Perspectiva General

Con la finalidad de promover el entendimiento de los principios de la presente invención, ahora se hará referencia a las realizaciones ilustradas en los dibujos y se utilizará un lenguaje específico para describir las mismas. No obstante, se entenderá que con ello no se pretende limitación del alcance de la invención; se contempla que al

experto en la técnica con la que está relacionada la invención normalmente se le ocurrirán alteraciones y modificaciones adicionales de las realizaciones descritas o ilustradas y aplicaciones adicionales de los principios de la invención que se ilustran en la misma. Todas las limitaciones del alcance deben ser determinadas según y como se expresa en las reivindicaciones.

5 Aspectos de la presente invención generalmente están relacionados con sistemas y métodos para valorar la inhibición de parpadeo y respuesta de parpadeo como indicadores de cautivación con estímulos visuales. En particular, aspectos de la presente invención están relacionados con utilizar la temporización de inhibición de parpadeo durante visión natural y en respuesta a estímulos visuales para: valorar la cautivación de observador con estímulos, para valorar la percepción de observador de la prominencia relativa de estímulos, para valorar la potencia de un estímulo para cautivar a observadores o grupos de observadores específicos, para identificar los rasgos espaciales y temporales más cautivadores de un estímulo, y para categorizar o tasar a observadores en función de su cautivación con un estímulo dado para finalidades demográficas o de diagnóstico. Según una realización, los presentes sistemas y métodos proporcionan una herramienta para valorar la cautivación de observador sobre la base de la tasa de parpadeo y la temporización de parpadeo e inhibición de parpadeo, durante visión natural. En una realización, los presentes sistemas y métodos proporcionan una herramienta para cuantificar la cautivación momento a momento de observadores con contenido visual y el grado con el que la cautivación de observador varía dinámicamente.

20 Además, y según una realización, los presentes sistemas y métodos proporcionan un mecanismo para determinar, mediante un planteamiento de "minería de datos", los rasgos espaciales y temporales más cautivadores de un estímulo sobre la base de la cautivación de observador variable en el tiempo. Aspectos adicionales de la presente invención están relacionados con la manera en la que estas medidas de cautivación se pueden combinar con datos de punto de mirada de seguimiento de ojo para medir las partes específicas de un estímulo sobre el que se está fijando un observador en momentos de mayor o menor cautivación (por ejemplo, ubicaciones de fijación).

Aspectos adicionales de la presente invención están relacionados con sistemas y métodos para valorar el estado de enfermedad/trastorno (por ejemplo, presencia/ausencia de una condición), progreso de estado de enfermedad/trastorno, y/o respuesta a tratamiento en condiciones, por ejemplo pero sin limitación a esto, trastornos del espectro autista (ASD), ADHD, esquizofrenia, trastorno bipolar, depresión, trastorno de estrés posttraumático (PTSD), y otros que efectúan la cautivación con contenido circunscrito o cautivación. En una realización, en investigación que lleva a la presente invención, los deambuladores con ASD, a diferencia de niños de comparación que se desarrollan típicamente, manifiestan inhibición de parpadeo notablemente retrasada en relación a acontecimientos visuales específicos. Los presentes sistemas y métodos indican que deambuladores típicos, respecto a los mismos acontecimientos visuales, inhiben su parpadeo antes que los deambuladores con ASD. Esta diferencia proporciona evidencia de procesos cognitivos intactos en deambuladores típicos y evidencia de que esos procesos están perturbados en deambuladores con ASD: deambuladores típicos inhibieron su parpadeo con anticipación activa al desarrollo de acontecimientos sociales prominentes, mientras que los deambuladores con ASD no lo hicieron. Estas mediciones proporcionan información que se puede usar para valorar el estado de diagnóstico así como para medir la gravedad de sintomatología. Se pueden implementar realizaciones relacionadas para medir el nivel de cautivación de, por ejemplo, drogadictos en recuperación con desencadenantes ambientales (por ejemplo, imágenes de alcohol, fármacos o ubicaciones en las que típicamente se consumen o se consiguen tales sustancias) a fin de valorar el riesgo de recaída.

45 Datos experimentales y análisis

La siguiente discusión ejemplar está relacionada con un experimento(s) conducido(s) para medir la inhibición de parpadeo como indicador de cautivación de observador con estímulos visuales. El experimento(s) utiliza(n) la temporización de inhibición de parpadeo de deambuladores durante visión natural de un estímulo para valorar diversos aspectos en conexión con niveles de cautivación. Detalles del experimento(s) conducido(s) junto con datos/parámetros asociados, ajustes ejemplares, los resultados asociados del experimento(s), implicaciones generales y realizaciones alternativas se entenderán mejor en la descripción y las figuras adjuntas proporcionadas en mayor detalle más adelante.

En las descripciones que sigue, el término "datos de parpadeo" está relacionado generalmente con una medición de la temporización y/o presencia/número de parpadeos de ojos durante visión natural de un estímulo visual, cómo se modulan parpadeos entre así como dentro de tareas, y cómo varía la temporización de parpadeos en función de cautivación de observador y diversos acontecimientos de estímulo. Ejemplos adicionales de datos de parpadeo pueden comprender la tasa de parpadeo antes, durante y después de una tarea, en donde se mide y se analiza la tasa de parpadeo en busca de variaciones en una pluralidad de intervalos por toda la visualización de un estímulo visual; en particular, antes, durante y después de ver el estímulo visual. Datos de parpadeo también pueden comprender mediciones de tasa instantánea de parpadeo ya que están relacionados con inhibición de parpadeo intratareas. Además, se entenderá que generalmente se usan datos de parpadeo para valorar diversos niveles de inhibición de parpadeo, temporización de inhibición de parpadeo, cautivación de observador con estímulos, percepción de observador de prominencia relativa de estímulos, capacidad de un estímulo para cautivar a un observador, etc. En otro aspecto, datos de parpadeo pueden estar relacionados con la medición de la temporización

y/o presencia/número de parpadeos de ojos durante la escucha de un estímulo auditivo. Similar a los diversos mecanismos relacionados con un estímulo visual, se pueden aplicar las mismas medidas mientras se escucha un estímulo auditivo.

5 También se hace referencia en esta memoria, acontecimientos de estímulo en este ejemplo, sin limitación a otras posibles realizaciones del mismo, generalmente comprenden tres grupos: acontecimientos no afectivos/no físicos, acontecimientos físicos y acontecimientos afectivos. Los acontecimientos afectivos generalmente comprenden acontecimientos dentro del estímulo visual que tienen un efecto en el comportamiento emocional, tales como expresiones faciales y/o vocalizaciones que provocan afectación emocional intensificada. Los acontecimientos físicos típicamente están relacionados con acontecimientos en donde un objeto discreto dentro del estímulo visual se está moviendo, cambia de ubicaciones, cambia de estados, etc. Cualquier otra porción del estímulo visual que no se categoriza como acontecimiento afectivo o físico se categoriza como acontecimientos no afectivos/no físicos. Como entenderá el experto en la técnica, los términos acontecimientos afectivos, físicos, no afectivos y no físicos se usan meramente en la siguiente discusión ejemplar y no pretenden limitar el espíritu o el alcance de la presente invención.

15 Para el experimento(s) descrito(s) en esta memoria, se siguieron las siguientes metodologías, equipamiento de prueba, parámetros y estándares: (1) determinación de calificaciones de acontecimientos afectivos y físicos, (2) determinación de tasa instantánea de parpadeo, (3) diversas pruebas de permutación en conexión con valorar la tasa instantánea de parpadeo, y (4) determinación de datos de control de inhibición de parpadeo. Además, otras diversas metodologías experimentales utilizadas en la presente invención son similares a las usadas en patentes anteriores y documentos publicados de los mismos inventores de la presente solicitud, y se describen en al menos las siguientes patentes en particular: Patente de EE. UU. N.º 7.922.670, titulada System and Method for Quantifying and Mapping Visual Saliency, expedida el 12 de abril de 2011, patente de EE. UU. N.º 8.343.067, titulado System and Method for Quantifying and Mapping Visual Saliency, expedida el 1 de enero de 2013, y patente de EE. UU. N.º 8.551.015, titulada System and Method for Evaluating and Diagnosing Patients Based on Ocular Response, expedida el 8 de octubre de 2013.

30 Las referencias mencionadas anteriormente generalmente están relacionadas con sistemas y métodos para asignar y analizar prominencia visual (la medida de la atención visual de un observador dado ya que está relacionada con la atención visual, o destaca frente a esta, de otro) conforme un observador o grupo de observadores visualmente son cautivados con un estímulo visual. En particular, las referencias generalmente describen diversos métodos para registrar, analizar y exponer prominencia visual para un individuo o un grupo de individuos distribuidos o proporcionar un mecanismo para comparar respuestas visuales individuales de un individuo o un grupo de individuos seleccionados con un grupo conocido de respuestas visuales. En ciertas realizaciones, generalmente se usa un dispositivo de monitorización (u seguidor de ojos) conjuntamente con el estímulo visual para medir la ubicación física a la que está mirando una persona. Además, las divulgaciones anteriores describen métodos para coordinar datos de prominencia visual con un caso específico en el tiempo del estímulo visual. Esto proporciona información de diagnóstico según la que se sugieren datos de control o de un individuo típico en comparación con un individuo a prueba, grupo de individuos a prueba, o datos conocidos.

40 Todavía haciendo referencia a las patentes anteriores en una realización, cada conjunto de datos de un observador puede ponerse en un gráfico en un sistema de coordenadas de ejes x, y, z, en donde las dimensiones x e y generalmente representan un área en el estímulo visual o punto de relación en el que queda cautivado un observador (por ejemplo, ubicaciones de fijación espacial hacia las que se dirige la mirada de un observador). Además, el eje-z generalmente corresponde al tiempo y puede ser bloqueado en el tiempo (o correlacionado en el tiempo o sincronizado) con el estímulo visual. Por consiguiente, se pueden asignar múltiples conjuntos de datos o líneas sobre el mismo trazado para generar un conjunto de datos o camino de escaneo, tanto si un grupo de control (el grupo cuyos datos se conocen y usan como estándar) o el grupo/individuo que se está probando. Generalmente, surgen al menos dos tendencias cuando se analizan los datos de prominencia visual: (1) los datos de prueba (puntos) se distribuyen sueltamente y forman un gran radio (círculo) si los puntos se conectaran de manera circular, y (2) los datos de prueba o puntos se congregan cercanamente juntos formando una agrupación apretada y un radio pequeño (círculo) si los puntos se conectan de manera circular. En el primer caso, en donde se forma el círculo grande, esto se llama generalmente un conjunto divergente que significa que los puntos de datos son aleatorios y tienden a alejarse entre sí. El segundo caso, en donde se forma el círculo pequeño, se llama típicamente conjunto convergente que significa que los puntos de datos tienen una tendencia a trazarse cercanamente y gravitar unos hacia otros.

60 Además, las patentes anteriores referenciadas arriba describen aún más conjuntos de datos divergentes como caso particular en el tiempo o un fotograma particular donde la mayoría de individuos son cautivados en áreas diferentes en la pantalla. Por el contrario y según otra realización, un conjunto convergente describe un escenario donde la mayoría de individuos son cautivados por el estímulo visual en un área (eje x, y) en la pantalla durante un fotograma o un caso en tiempo particulares. Además, las líneas o conjuntos de datos de individuos se conectan radial y linealmente para formar una forma tridimensional variable que se asemeja a una colección de conos o colmenas conectados juntos horizontalmente (también se le hace referencia en esta memoria como embudo de atención). Las partes más anchas del cono representan conjuntos de datos divergentes y los segmentos más cercanos del cono

representan conjuntos de datos convergentes. Estas colecciones tridimensionales de puntos de datos se usan para analizar y comparar diversos individuos a prueba o grupos a prueba. En el escenario en el que un individuo a prueba no tiene puntos de datos de prominencia visual en conjuntos convergentes, se marca y anota el punto de datos. Si hay un patrón de puntos de datos existente fuera de los conjuntos convergentes, hay un aumento de probabilidad de que el individuo a prueba no sea cautivado con el estímulo según los datos de control. Detalles adicionales de las referencias mencionadas anteriormente se describirán con mayor detalle en conexión con las figuras 1B-1D.

Haciendo referencia ahora al experimento(s) específico(s) y datos de prueba descritos en esta memoria, metodologías de prueba comprendían la utilización de noventa y tres niños con una media (M) de edad cronológica de 2,3 años (SD = 0,55) participando en el experimento(s) descrito(s) en esta memoria. El estímulo visual comprende un vídeo que vieron los niños que incluía una interacción improvisada entre un niño y una niña que juegan junto en una carretilla de juguete (como se muestra representativamente en la figura 3). Ninguno de los participantes había visto previamente el vídeo. Además, en escenas improvisadas de interacción natural, el vídeo incluía diversos acontecimientos físicos y afectivos. Por ejemplo, un acontecimiento físico mostrado en el vídeo comprendía una puerta de apertura y cierre de carretilla. De manera similar, un acontecimiento afectivo mostrado en el vídeo comprendía una discusión entre el chico y la chica. Aunque, los acontecimientos físicos y afectivos no eran mutuamente exclusivos, las ubicaciones de la afección más grande estaban espacialmente discretas de aquellas de más movimiento, con expresiones faciales cargadas afectivamente separadas de la ubicación física de la puerta.

La distinción entre acontecimientos afectivos y físicos fue relevante para el diseño experimental porque los niños que miraron el vídeo estaban divididos en dos grupos que se esperaba que variaran en su respuesta a señales afectivas y físicas. El vídeo se mostró a 41 niños de dos años con trastornos del espectro autista (ASD) así como 52 niños típicos de dos años. Aquí, los niños con ASD proporcionan un grupo de comparación preferido porque los niños habían mostrado previamente patrones atípicos de atención visual a interacción social, reactividad atenuada a afección social variable y ausencia de respuesta diferencial a señales de atención social, pero también respuesta intacta a señales de atención física y capacidad intacta para predecir y atender a acontecimientos físicos. En el presente paradigma experimental, se probó la inhibición de parpadeo como marcador de prominencia de estímulo percibido, variando por membresía de grupo.

La figura 1A ilustra un sistema ejemplar de monitorización de parpadeo y/o de ojos 100 para cuantificar y asignar prominencia visual y para cuantificar la cautivación visual con el tiempo como el utilizado en un metodología de prueba. El sistema 100 mostrado en la figura 1 es una representación del sistema usado para probar los individuos en el experimento(s) descrito(s) en esta memoria. El sistema incluye al menos un procesador 102. El procesador 102 puede ser cualquier tipo de dispositivo diseñado para recibir y ejecutar programas de software, o que se diseña para ser modificado en funcionalidad por programas de software. Por ejemplo, el procesador 102 puede ser seleccionado de un grupo que comprende procesadores de señal digital, microcontroladores y microprocesadores, o un grupo que consiste en distribuciones de compuerta programables en campo y dispositivos lógicos programables por ordenador. La funcionalidad asociada con el procesador 102 puede estar centralizada o distribuida, ya sea localmente o a distancia.

En una realización, el procesador 102 incluye software que se ejecuta en el mismo para recibir datos indicativos de un grupo de respuestas de parpadeo del individuo a un estímulo visual 120. Por ejemplo, el procesador 102 puede recibir datos de ojos 112 de cualquier número de seguidores de ojos 110 o dispositivos de seguimiento de ojos. Cada seguidor de ojos 110 puede ser cualquier dispositivo para hacer seguimiento de la respuesta de parpadeo de al menos un ojo de un individuo (por ejemplo, individuo humano o cualquier otra especie/animal). En una realización, el seguidor de ojos 110 puede ser un dispositivo de seguimiento de ojos vídeo-oculografía por infrarrojos. En otra realización, el seguidor de ojos 110 es un seguidor de ojos binocular. En otra realización, el seguidor de ojos puede comprender un sistema de monitorización de parpadeo para identificar parpadeos realizados por un sujeto. En este tipo de realización, el procesador recibirá datos de parpadeo 112 indicativos de las respuestas de parpadeo del sujeto a un estímulo visual 120. En incluso otra realización, el seguidor de ojos 110 puede comprender una combinación de un dispositivo de seguimiento de ojos y un dispositivo de monitorización de parpadeo, en donde el seguidor de ojos 110 puede detectar datos de ojos y datos de parpadeo. Según otro aspecto, cada seguidor de ojos 110 puede generar datos de ojos 112 indicativos de respuestas de movimiento de ojos tales como movimientos, dirección, dilatación, rotación, mirada, parpadeo, etc. de ojos. Como entenderá un experto en la técnica, los datos de ojos pueden incluir datos de parpadeo para finalidades ejemplares y no pretende limitar el espíritu o el alcance de la presente invención.

En un aspecto basado en los datos de parpadeo de ojos 112, el procesador puede determinar y/o identificar una medición de la temporización y/o presencia/número de parpadeos de ojos, cómo se modulan los parpadeos entre así como dentro de tareas, y cómo varía la temporización de parpadeos en función de la cautivación de observador y diversos acontecimientos de estímulo. Adicionalmente el procesador puede determinar la tasa de parpadeo antes, durante y después de una tarea, en donde se mide y se analiza la tasa de parpadeo en busca de variaciones en una pluralidad de intervalos por toda la visualización de un estímulo visual; en particular, antes, durante y después de ver el estímulo visual. Datos de parpadeo también pueden comprender mediciones de tasa instantánea de parpadeo ya que están relacionados con inhibición de parpadeo intratareas.



En otro aspecto, sobre la base de los datos de ojos/parpadeo 112, el procesador 102 puede determinar y/o identificar puntos de consideración o puntos de fijación. Un punto de consideración (o punto de mirada o ubicación de fijación) es un punto en el que se enfoca un ojo y/o ambos ojos de un individuo. Un punto de consideración puede ser indicado como coordenada en el espacio (por ejemplo, x, y, z) o datos de coordenadas bidimensionales (por ejemplo, x, y) en una superficie o estímulo visual representado en una superficie. Un punto de consideración puede ser adicionalmente referenciado con un tiempo (t). Cada punto de consideración puede indicar un punto de fijación o cualquier punto en el que se enfoca un ojo independientemente de la longitud de tiempo o de la fijación en el punto.

En algunas realizaciones, el sistema incluye un estímulo visual 120. El estímulo visual 120 puede ser cualquier estímulo visual tal como una imagen fija (por ejemplo, anuncio impreso, página web, pintura, etc.), imágenes de vídeo, una imagen o vídeo 2-D, una imagen o vídeo 3-D, un vídeo en directo, un vídeo pregrabado, medios interactivos, etc. En una realización ejemplar, el estímulo visual 120 es un estímulo visual dinámico tal como un vídeo. El vídeo puede incluir cualquier imagen, difusión, grabación y/o representación de imágenes visuales de objetos estacionarios o en movimiento, incluyendo, pero sin limitación a esto, una ilustración en movimiento, un videojuego, y/o una grabación de un acontecimiento en directo. El vídeo puede plasmarse en cualquier forma de medios tales como película, cinta de vídeo, DVD, CD-ROM y/o almacenamiento digital (por ejemplo, almacenamiento 130). El estímulo visual 120 también puede ser un acontecimiento en directo (por ejemplo, representación teatral, interacción social, ejercicio de entrenamiento, etc.) o cualquier representación del mismo (ya sea bi- o tri-dimensional).

Además, en otras realizaciones, el estímulo puede comprender un estímulo auditivo (no se muestra), en donde un estímulo auditivo puede comprender una grabación en directo, mp3, un disco compacto, una banda sonora de DVD, audio en DVD sin la ilustración, o cualquier otro mecanismo semejante. Por consiguiente, los seguidores de ojos 110 monitorizarán y registrarán datos de ojos 112 conforme el aparato de prueba es cautivado con el estímulo auditivo. En un aspecto, los datos de ojos 112 comprenden diversas respuestas de movimiento de ojos para determinar diversas áreas de fijación, el nivel de cautivación de aparato de prueba con el estímulo, y diversos datos en conexión con parpadeo e inhibición de parpadeo. En otros aspectos, los datos de ojos 112 indicativos de diversas respuestas de movimiento de ojos para valorar la capacidad del estímulo para cautivar observadores o grupos de observadores específicos, para identificar los rasgos especiales y temporales más cautivadores de un estímulo, y para categorizar o indizar observadores en función de su cautivación con un estímulo dado, ya sea para finalidades demográficas o de diagnóstico.

Algunas realizaciones del sistema incluyen además software utilizado por el procesador 102 para recibir datos de estímulo 122 del estímulo visual 120 o estímulo auditivo (no se muestra). Los datos de estímulo 122 pueden ser, por ejemplo, datos que representan el estímulo visual 120 (por ejemplo, representación o grabación de vídeo de un acontecimiento en directo), un estímulo visual en vídeo completo 120, o cualquier porción de un estímulo visual 120 (por ejemplo, fotogramas y/o capturas de pantalla). De manera similar, los datos de estímulo 122 pueden comprender datos que representan un estímulo auditivo (por ejemplo, grabación de audio, grabación digital), una porción de un estímulo auditivo, etc. En algunos aspectos, los datos también pueden incluir información relacionada con el tiempo para permitir asignar o bloquear en el tiempo el estímulo a una pluralidad de datos de ojos y/o de parpadeo.

El sistema también puede incluir una base de datos 130. La base de datos 130 puede colocarse con el procesador 102 o puede ubicarse a distancia y ser accesible por medio de una red de comunicaciones. La base de datos 130 puede proporcionar almacenamiento temporal para el procesador 102 (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio) y/o almacenamiento permanente o semipermanente de datos, por ejemplo, para datos de ojos 112 o datos de estímulo 122. El sistema puede incluir además cualquier número de exposiciones 140. La exposición 140 también se puede ubicar ya sea local o remota del procesador 102. Por ejemplo, la exposición 140 puede ubicarse a distancia y recibir datos o información del procesador 102 por medio de internet. Como se describirá más adelante, datos que representan respuestas de parpadeo, valoraciones de parpadeo, puntos de consideración, distribuciones de recursos visuales, y/o una distribución de recursos visuales y/o cautivación de un grupo para el estímulo visual 120 se pueden presentar en la exposición 140.

La figura 1B muestra una tabla ejemplar 150 de datos indicativos de respuestas oculares a un estímulo visual, o datos de ojos 112. Se debe entender que los datos de ojos 112 pueden ser organizados y/o mantenidos en cualquier manera o formato y que la tabla es únicamente ejemplar. Como tal, la tabla 150 puede ser organizada de cualquier manera tal como en columnas 154, 156, 159 como se muestra. En la presente ilustración, los datos se referencian como coordenadas que describen puntos de consideración (o ubicaciones de fijación). Por ejemplo, un valor-x de 300 se muestra en 152 con un correspondiente valor-y de 111 en 158. La coordenada en el presente ejemplo incluye además un valor de tiempo en la columna 159, por ejemplo, haciendo referencia a un tiempo en el que se ha muestreado la coordenada particular de datos de ojos 112. El valor de tiempo puede además corresponder a un tiempo 164 de un estímulo visual 160. Cualquier número de categorías adicionales (por ejemplo, columnas) de datos de ojos 112 se puede representar tal como un valor-z haciendo referencia a una distancia para el punto de consideración.

Como se muestra en la figura 1B, un punto de consideración en la tabla 150 puede ser asignado al estímulo visual 160. Por ejemplo, el punto de consideración referenciado en 152 y 158 puede ser asignado a un punto 168 en una porción del estímulo visual, por ejemplo, usando un sistema de coordenadas 162. En algunas realizaciones, el sistema de coordenadas 162 puede estar relacionado con cualquier sistema de coordenadas de píxeles de vídeo (por ejemplo, 640x480 o 720x480). La porción del estímulo visual 160 puede ser una porción (por ejemplo, fotograma o panel) correspondiente al tiempo en el que se ha muestreado el punto de consideración.

Los datos de ojos 112 pueden incluir datos muestreados a cualquier tasa o frecuencia. Por ejemplo, los datos de ojos 112 pueden ser muestreados de un individuo a una frecuencia de muestreo de 60 Hz, 512 Hz, 1000 Hz, o cualquier otra frecuencia de muestreo. La tasa de visualización o presentación de datos de ojos puede ser aumentada o disminuida según se desee y/o ajustada sobre la base de una tasa de cambio del estímulo visual dinámico, por ejemplo, 160. Ambas tasas de análisis y tasas de presentación de datos de ojos también pueden basarse en análisis de segmentos significativos de vídeo aislados para escrutinio. Por ejemplo, si acontecimientos significativos en los estímulos ocurren a una tasa de 30 veces por segundo, tasas de muestreo, análisis y presentación podrían ser iguales o superiores a 30 Hz.

La figura 1C muestra una exposición 170 de varias porciones y/o fotogramas de un estímulo visual dinámico. Como se muestra, la exposición 170 incluye un eje de tiempo 182 y cualquier número de fotogramas, por ejemplo, 172, 174, correspondientes a diferentes tiempos del estímulo visual dinámico. Además en la exposición 170 se representan puntos de consideración, por ejemplo, 176, 178, 180, en el fotograma 172. Cada uno de los puntos de consideración puede ser determinado a partir de datos de ojos 112 muestreados de individuos diferentes. Como alternativa, cada punto de consideración puede ser determinado a partir de diferentes visualizaciones del mismo estímulo visual dinámico por un individuo.

Haciendo referencia a la figura 1D, el sistema 100 según la presente invención incluye además software para generar una exposición de la prueba distribución de recursos visuales de un grupo al estímulo visual. Las figuras 1Da-1Dh muestran un ejemplo de mecanismos mediante los cuales generar una exposición de la distribución de recursos visuales de un grupo según la presente invención. La figura 1Da muestra representaciones bidimensionales de una distribución de recursos visuales de un grupo de individuos (por ejemplo, 184) en tiempos particulares en respuesta a un estímulo visual. En la figura 1Db, se exponen topográficamente las distribuciones (por ejemplo, 186) sobre el mismo periodo de tiempo. Como será evidente para el experto en la técnica al leer la presente descripción, la distribución de recursos visuales de un grupo cambia en el periodo de tiempo ejemplar (es decir, de izquierda a derecha) de divergente a convergente (por ejemplo, identificando un área de atención intensificada). La figura 1Dc muestra la distribución de recursos visuales de un grupo en cada tiempo y un plano (por ejemplo, 190) en promedio de valor (por ejemplo, media o mediana) de prominencia relativa o valor de altura.

La figura 1Dd muestra cada plano (e. g. 190) y un área de prominencia máxima (por ejemplo, 192) proporcionado por el plano en cada tiempo. Las figuras 1De y 1Df muestran además las áreas de prominencia máxima (por ejemplo, 192) en cualquier número de tiempos. Para generar una exposición preferida de la distribución de recursos visuales de un grupo según la presente invención, las áreas se pueden conectar y/o extrudir para desarrollar un embudo de atención 195 en el periodo de tiempo como se muestra en la figura 1Dg. El embudo 195 puede ser asignado al estímulo visual y porciones (por ejemplo, fotograma 197) del estímulo visual incluirse en la exposición para mostrar las áreas del estímulo visual que corresponden a las áreas de prominencia máxima. Como se muestra, en el fotograma 197 se muestra una convergencia que indica un área de atención intensificada a los ojos del actor masculino. La figura 1Hd muestra el fotograma 197 así como dos fotogramas anteriores que llevan a la convergencia.

Cambiando ahora a una descripción de la recogida y valoración de datos de parpadeo en conexión con el experimento(s) descrito(s) en la presente invención, la figura 2 ilustra un proceso ejemplar de recogida y valoración de datos 200 como el descrito en el experimento(s) en esta memoria. Diversos aspectos del proceso ejemplar de recogida y valoración de datos se utilizaron una pluralidad de veces con los diversos participantes a prueba descritos en esta memoria. En una realización, el primer parámetro examinado utilizando el proceso ilustrado en la figura 2 y comenzando el presente experimento(s) fue la tasa de parpadeo y duración de parpadeo globales para probar diferencias fisiológicas en comportamiento de parpadeo de ojos entre deambuladores con ASD y deambuladores típicos. Se registraron datos de movimiento de ojos a la tasa de 60 Hz, y se registraron parpadeos como acontecimientos con una duración medible, se identificaron mediante un algoritmo automatizado, se suplementaron y se verificaron mediante grabación simultánea de vídeo en todos los participantes (como se describe en la etapa 204 de la figura 2), y se verificaron por separado mediante grabaciones simultáneas de electromiografía en un observador adulto.

Al principio de cada sesión de pruebas, los participantes vieron un vídeo de niño (por ejemplo, Baby Mozart, Elmo) reproducido en un monitor de ordenador (etapa 202 de la figura 2). El monitor de ordenador estaba montado dentro de un panel de pared, y la banda sonora se reprodujo a través de un conjunto de altavoces ocultos. Los deambuladores estaban sentados y abrochados en un asiento de coche sobre un elevador neumático de modo que

la altura de visualización (línea de visión) estaba estandarizada para todos los niños. Los ojos de los observadores estaban a 76,2 cm (30 in) del monitor de ordenador, que sustentaba aproximadamente una porción de 23° x 30° del campo visual de cada niño. Las luces en la sala estaban atenuadas de modo que únicamente se podían ver fácilmente las imágenes expuestas en el monitor de ordenador. Se usó un esquema de calibración de cinco puntos, que presentaba puntos de luz girando y/o destellando sí como dibujos animados, con un tamaño de 0,5° a 1,5° del ángulo visual, todos acompañados con sonidos. A la rutina de calibración le siguió verificación de calibración en la que se presentaron más animaciones en cinco ubicaciones en pantalla. Por todo el resto de la sesión de pruebas, se mostraron objetivos animados (como los usados en el proceso de calibración) entre vídeos experimentales para medir la deriva en los datos. De esta manera, se verificó la precisión del seguimiento de ojos y datos de parpadeo de ojos 112 antes de comenzar los ensayos experimentales y luego se comprobó repetidamente entre segmentos de vídeo conforme continuaban las pruebas. En caso que la deriva superaba 3°, se detenía la recogida de datos y se recalibraba al niño antes de presentar vídeos adicionales. Todos los aspectos del protocolo experimental fueron realizados por personal sin ver al estado de diagnóstico de los niños. La mayoría de aspectos de adquisición de datos y todos los aspectos de codificación, procesamiento y compendio de datos son automatizados, de manera que se aseguró la separación entre el protocolo de caracterización de diagnóstico y el protocolo experimental.

Para analizar inhibición de parpadeo como índice de prominencia de estímulo percibido, se mostró a los niños una escena de vídeo de un chico y una chica jugando juntos en una carretilla de juguete (algunos de esos fotogramas se muestran la figura 3). La escena de vídeo fue un extracto de vídeo de niños disponible comercialmente de Karen Brusco y Mary Richardson, *Deambulador Takes! Toma 1: Deambuladores jugando*. El vídeo fue presentado en modo de pantalla completa acompañado de una banda sonora de audio en un monitor de ordenador de 50,8 cm (20 in) 140 (tasa de refresco de 60 Hz no entrelazado), según la etapa 202 en la figura 2. Los fotogramas de vídeo fueron imágenes a color de ocho bits, 640 x 480 píxeles de resolución. La tasa de presentación de fotogramas de vídeo fue de 30 fotogramas por segundo. La banda sonora fue un único canal (mono) muestreado a 44,1 kHz. La banda sonora original contenía un caso de doblaje de narrador adulto; esto se retiró digitalmente para hacer la escena de vídeo lo más natural posible. La duración del vídeo fue de 1 min y 13,6 s. Se tomaron medidas individuales de tasa de parpadeo y duración de parpadeo (véanse las figuras 3 y 4) durante la visualización de vídeo, a diferencia de durante intervalos inter-ensayos.

Antes y después del vídeo, se presentó una señal de centrado en una pantalla de otro modo vacía para atraer la atención de los observadores a una ubicación de fijación común. La señal de centrado fue 1,5° en ángulo visual con secciones azules y blancas alternadas, rotando en tiempo con un sonido repiqueante. Durante la presentación de la señal de centrado, el 91,4 % de los niños cumplieron con mirar a la señal; no hubo diferencias entre grupos en la proporción de niños que cumplieron ( $z = 1,12$ ,  $P = 0,24$ ).

Se midieron patrones de fijación visual con equipamiento de seguimiento de ojos 110 usando hardware y software creado por ISCAN, Inc. (véase la etapa 204 de la figura 2). La tecnología de seguimiento de ojos se basaba en vídeo, usando una técnica de reflexión de oscura de pupila/cornea con datos de movimiento de ojos recogidos a la tasa de 60 Hz. Se realizó análisis de movimientos de ojos y codificación de datos de fijación con software en propiedad escrito en MATLAB (Math-Works). La primera fase de análisis fue una identificación automatizada de datos de no fijación, que comprendía parpadeos, sacudidas, y fijaciones dirigida lejos de la pantalla de presentación de estímulos (véase la etapa 204 de la figura 2). Esta tecnología de seguimiento de ojos es ejemplar únicamente, y no pretende limitar el espíritu o el alcance de la presente invención.

Se identificaron parpadeos mediante un algoritmo automatizado que medía oclusión de la pupila mediante tasa de cambio en diámetro de pupila y mediante desplazamiento vertical del centro de pupila medido. Como se entenderá y apreciará se podrían usar otros métodos para detectar parpadeos, tales como cierre de párpado, movimiento cierto de párpado, y similares. El algoritmo de detección de parpadeo fue complementado por grabación simultánea de vídeo en todos los participantes y verificado por codificación manual de los datos de vídeo en el 10 % de los datos de los participantes. El algoritmo también fue verificado mediante grabación simultánea de vídeo y electromiografía (EMG) en un observador adulto. En comparación con grabaciones de vídeo, el algoritmo detectó con precisión el 95,0 % de todos los parpadeos identificados por codificación manual de imágenes de vídeo. En comparación con grabaciones de EMG, el algoritmo detectó con precisión el 96,4 % de parpadeos grabados con EMG. Acontecimientos identificados por el algoritmo como parpadeos pero más cortos de 166,7 ms o más largos de 566,7 ms fueron excluidos del análisis según estudios anteriores de duración de parpadeo y de acuerdo con inspección visual de las imágenes de vídeo (parpadeos en la figura 7, que parecen más largas de 566,7 ms, son realmente múltiples parpadeos separados por fijaciones breves, enturbiada por la resolución de trazado). Duración mediciones comparando parpadeos detectados por el algoritmo y parpadeos detectados por EMG fueron diferentes en menos de 10 ms (es decir, menos del umbral de detección de muestreo del seguidor de ojos). Se identificaron sacudidas por velocidad de ojo usando un umbral de velocidad de 30° por segundo. Fijaciones fuera de pantalla, cuando un participante miraba lejos de la pantalla de vídeo, fueron identificadas por coordenadas de fijación a ubicaciones más allá de los límites de la pantalla. Por todos los datos de visualización, la proporción de datos de no fijación (sacudidas + parpadeos + fijaciones fuera de pantalla) no era significativamente diferente entre los grupos ASD ( $M = 24,25$  %,  $SE = 1,2$ ) y típicos ( $M = 24,7$  %,  $SE = 1,5$ ) [ $t(91) = 0,22$ ,  $P = 0,82$ ] (véase la etapa 204 de la figura 2).

No se encontró diferencia en parpadeos por minuto (bpm) entre deambuladores con ASD (M = 5,58 bpm, SD = 3,88) y deambuladores típicos (M = 5,18 bpm, SD = 3,66) [t(91) = 0,519, P = 0,60](figura 4). Adicionalmente, no se encontró diferencia en duración de parpadeo entre deambuladores con ASD (M = 300,0 ms, SD = 98,7) y deambuladores típicos (M = 301,3ms, SD = 98,0) [t(91) = -0,23, P = 0,82]. Estable con investigación anterior en la ontogenia del parpadeo, tasas de parpadeo de individuo (bpm) se correlacionaron positivamente con edad cronológica en ambos grupos (r = 0,33, p < 0,05 para la deambuladores con ASD y r = 0,27, P < 0,05 para deambuladores típicos) No hubo diferencia entre grupos en la fuerza o dirección de esta correlación (z = 0,28, P > 0,05).

También se probó observación de variación en tasa de parpadeo durante los intervalos inter-ensayo antes y después cada ensayo experimental (la escena de vídeo) (véase la figura 6A). Durante estos intervalos, se presentó una señal de centrado en una pantalla de otro modo vacía para atraer la atención de los observadores a una ubicación de fijación común. Sobre la base de observaciones anteriores, mediante los indicadores se pronosticó que la tasa de parpadeo disminuía durante el ensayo experimental respecto a intervalos inter-ensayos.

Como se muestra en la figura 6B, la tasa media de parpadeo de ambos deambuladores con ASD y deambuladores típicos disminuyó durante el ensayo experimental respecto a periodos pre- y pos-ensayo. Dado el sesgo positivo de la variable dependiente (bpm), con mayor varianza que la media, se realizaron repetidas medidas de análisis de varianza (ANOVA) [grupo de diagnóstico (2 niveles) x tipo de ensayo (3 niveles: pre-ensayo, durante ensayo, y poste-ensayo)] con supuestas distribuciones binomiales subyacentes negativas. La ANOVA produjo un efecto principal significativo de tipo de ensayo (Wald  $X^2 = 18,70$ , df = 2, P < 0,001). Comparaciones post hoc indicaron que la media bpm pre- y pos-ensayo no fueron significativamente diferentes entre sí (Wald  $X^2 = 0,64$ , df = 1, P = 0,42), pero la tasa de parpadeo durante cada una de esas condiciones fue significativamente mayor que la tasa de parpadeo durante el ensayo experimental (Wald  $X^2 = 20,58$ , df = 1, P < 0,001 y Wald  $X^2 = 14,57$ , df = 1, P < 0,001, respectivamente). No hubo efecto principal de diagnosis (Wald  $X^2 = 0,002$ , df = 1, P = 0,97) y no hubo interacción significativa de diagnosis por condición (Wald  $X^2 = 0,003$ , df = 2, P = 0,99).

También se probó una determinación de tasa instantánea de parpadeo ya que está relacionada con los datos de parpadeo. La tasa instantánea de parpadeo se computa como función de densidad. Se grabaron datos para cada individuo como serie en el tiempo a 60-Hz. Se registraron valores binarios que indican si un individuo dado ha parpadeado o no en cada punto en la serie de tiempo (0 para no parpadeo y 1 para parpadeo, con una secuencia contigua de 1's (unos) que indica un parpadeo completo con duración igual a la longitud de esa secuencia contigua) como se describe en 206 de la figura 2. En cada tiempo, t, en la serie de tiempo, se calculó la tasa instantánea de parpadeo según la siguiente ecuación:

$$bpm_i(t) = \frac{1}{\Delta t} \times \frac{n_b(t)}{N_v(t)}$$

donde bpm(t) es la tasa instantánea de parpadeo (parpadeos por minuto) en el tiempo t,  $\Delta t$  es el intervalo de muestreo (1/60 s para muestreo a 60 Hz, convertido a minutos como 1/3, 600 min),  $n_b(t)$  es la suma de parpadeos (es decir, sumado en individuos) que ocurren en el tiempo t, y  $N_v(t)$  es el número total de observadores ya sea parpadeo o mirando a la pantalla en el tiempo t. Finalmente, la función de densidad de tasa instantánea de parpadeo fue suavizada con una ventana gaussiana (300 ms en anchura completa mitad de máximo) seleccionada para hacer coincidir la duración media de parpadeo de individuo.

Cabe señalar que en un experimento(s) de visualización libre,  $N_v(t)$  se debe excluir a cualquier participante que mire lejos de la pantalla en el tiempo t. También, obsérvese que  $n_b$  es un recuento fraccional de parpadeos totales: un único parpadeo dura 300 ms, medido en muestras de 60 Hz, abarcaría 18 muestras en la serie de tiempo y contaría como 1/18 de un parpadeo en cada tiempo t.

Además, para probar si la tasa instantánea de parpadeo era modulada significativamente durante la visualización de vídeo, se usaron pruebas de permutación. En cada una de 1.000 iteraciones, los datos binarios de parpadeo de serie de tiempo para cada niño (0 = no parpadeo, 1 = parpadeo) se permutaron por desplazamiento circular, siguiendo la ecuación:

$$b_{j,c}(t) = b_j(t - s_j, \text{módulo } T)$$

escrito como

$$b_{j,c}(t) = b_j((t - s_j)_T),$$

que, para  $s_j \geq 0$ , es igual a

$$b_{j,c}(t) = \begin{cases} b_j [t - s_j], & s_j < 1 \leq T \\ b_j [T - s_j + t], & 0 \leq 1 \leq s_j \end{cases}$$

donde  $b_j$  son los datos medidos de serie de tiempo de parpadeo para cada participante,  $j$ ;  $b_{j,c}$  son los datos de serie de tiempo de parpadeo desplazados circularmente para el mismo participante  $j$ ;  $t$  es un instante en la serie de tiempo definido sobre el intervalo  $0 < t < T$ ;  $T$  es la duración total del estímulo (en el presente caso, la duración de la película entera mostrada a participantes); y  $s_j$  es el tamaño del desplazamiento circular, en las mismas unidades de tiempo que  $t$ , para cada participante  $j$ . El tamaño del desplazamiento circular para cada participante se dibujó independientemente de un generador de números aleatorios con distribución uniforme, con posibles valores que van de  $-T$  a  $T$ . Tras el desplazamiento circular, para cada iteración,  $i$ , se calculó la tasa instantánea de parpadeo como se ha descrito anteriormente:

$$bpm_i(t) = \frac{1}{\Delta t} \times \frac{n_{b_c}(t)}{N_{v_c}(t)}$$

De esta manera, en cada iteración, se preservaron duraciones de parpadeos e intervalos inter-parpadeo para cada individuo pero la temporización de cada parpadeo se hizo aleatoria en relación a la cronología real de contenido de vídeo y en relación a la temporización del parpadeo de otros participantes. Mediante este planteamiento, en los datos permutados, la tasa media de parpadeo de participantes permanece sin cambiar durante toda la tarea (y específico de tarea), pero la temporización cuando se aumenta o disminuye la tasa instantánea de parpadeo se hace aleatoria.

El proceso de permutación se repitió en 1.000 iteraciones y luego se midió contra la distribución estadística de tasa de parpadeo en todas las iteraciones en cada punto en la serie de tiempo. En cada instante por todas las iteraciones, se usó el quinto percentil de datos permutados como umbral no paramétrico para identificar instantes de inhibición significativa de parpadeo. Esto permitió la comparación de patrones reales de parpadeo de ojo con patrones de ocasión de parpadeo de ojo, permitiendo la hipótesis nula de que la temporización de parpadeos de ojos no estaba relacionada con contenido de escena a probar.

Sobre la base del experimento(s) anterior(es), se encontró que se inhibió significativamente la tasa de parpadeo para deambuladores típicos, exhibiendo valores menores que el umbral de 0,05 de datos mezclados) durante el 8,8 % del tiempo de visualización de vídeo y que se inhibió significativamente la tasa de parpadeo para el grupo ASD durante el 7,0 % de tiempo de visualización. La diferencia entre tasas de parpadeo observadas y datos permutados para cada grupo se probó mediante pruebas de Kolmogorov-Smirnov en dos pruebas, encontrando diferencias significativas para cada ( $D = 0,22$ ,  $P < 0,001$  para deambuladores típicos y  $D = 0,28$ ,  $P < 0,001$  para deambuladores con ASD).

La figura 9 muestra gráficas de las funciones de distribución acumulativa empírica que comparan datos de parpadeo reales con datos permutados. Estos trazados muestran tanto un aumento en tasas de parpadeo bajas (la separación entre datos reales y datos permutados en el extremo izquierdo de abscisa) así como aumento en tasas de parpadeo (separación entre datos reales y datos permutados en el extremo derecho de abscisa).

Se probó si la tasa instantánea de parpadeo se modulaba significativamente durante el propio vídeo (véase la figura 7A). Se registraron datos de individuo como serie en el tiempo a 60 Hz (los valores binarios en cada punto en la serie indican si un individuo dado estaba parpadeando o no). Para cada grupo se computó la tasa instantánea de parpadeo en todos los individuos. Para probar la hipótesis nula de que la temporización de inhibición de parpadeo no estaba relacionada con contenido de escena, se usó prueba de permutación. En cada una de 1.000 iteraciones, para cada grupo, los datos de parpadeo binarios en serie de tiempo para cada niño se permutaron por desplazamiento circular, con tamaño de desplazamiento para cada niño dibujado independientemente de un generador de números aleatorios con distribución uniforme. Entonces se calculó la tasa instantánea de parpadeo en los datos de individuo desplazados. Como los datos de cada individuo habían sido desplazados independientemente, la temporización de cada serie en tiempo de parpadeo desplazado fue aleatoria en relación a la cronología real de contenido de vídeo y aleatoria en relación a la temporización del parpadeo de otros participantes. Mediante este planteamiento, en los datos permutados, la tasa media de parpadeo de participantes permanece sin cambiar durante toda la tarea (y específico de tarea), pero la temporización cuando se aumenta o disminuye la tasa instantánea de parpadeo se hace aleatoria.

Esto permitió una prueba de permutación básica con probabilidades exactas: en cada instante, el quinto percentil de todos los datos permutados sirvió como umbral estadístico ( $P = 0,05$ ) para identificar periodos de inhibición de parpadeo estadísticamente significativos (véanse las figuras 7C y 7D). Si la temporización de parpadeos medidos reales era aleatoria con respecto a contenido de vídeo en curso, se esperaba que la tasa instantánea de parpadeo medida para cada grupo difiriera de la de los datos permutados no más del 5 % del tiempo. En contraste, en los datos reales se encontró que la tasa de parpadeo para deambuladores típicos fue inhibida significativamente

(exhibiendo valores menores que el umbral de 0,05 de datos permutados) durante el 8,8 % del tiempo de visualización de vídeo y que la tasa de parpadeo para el grupo ASD fue inhibida significativamente durante el 7,0 % de tiempo de visualización de vídeo. Esta diferencia se probó entre tasas de parpadeo observadas y datos permutados para cada grupo mediante pruebas de Kolmogorov-Smirnov en dos pruebas, encontrando diferencias significativas para cada (D = 0,22, P < 0,001 para deambuladores típicos y D = 0,28, P < 0,001 para deambuladores con ASD).

Como parte de la correlación de inhibición de parpadeo al estímulo visual 120, se identificó una pluralidad de segmentos del estímulo visual como contenido afectivo y contenido físico (también se le hace referencia en esta memoria como acontecimientos afectivos y acontecimientos físicos). Diez adultos calificaron el contenido afectivo de la escena de vídeo en un proceso de dos fases. Primero, el vídeo entero se dividió en 15 segmentos, y se preguntó a los observadores que clasificaran los segmentos de más afectivo a menos afectivo. El coeficiente de concordancia entre evaluadores para estos rankings fue sumamente significativo (Kendall's W = 0,879,  $X^2 = 123,02$ , df = 14, P < 0,0001). Los ocho segmentos clasificados más altamente se usaron entonces para identificar temporización precisa de los acontecimientos afectivos. Para hacerlo, evaluadores adultos examinaron cada uno de los ocho segmentos más afectivos fotograma a fotograma y seleccionaron el instante en el que empezó el acontecimiento afectivo y el instante en el que terminó el acontecimiento afectivo. La SE de los tiempos de inicio y de final en todos los evaluadores fue de 152 ms. Se promediaron los tiempos de inicio y de final para cada segmento afectivo en los 10 evaluadores, dando como resultado ocho acontecimientos afectivos. Se definieron acontecimientos físicos como todos instantes en los que una puerta de carretilla estaba en movimiento (con puntos de inicio y final establecidos por la inicio y la parada del movimiento de la puerta). Como entenderá generalmente un experto en la técnica, los acontecimientos no necesariamente se tienen que categorizar como acontecimientos afectivos o físicos, y tales categorizaciones se usan meramente como finalidades ejemplares para el presente experimento(s) y invención. Es más, se puede utilizar una pluralidad de mecanismos para determinar y medir cambios en la tasa de parpadeo en relación a cualquier clase de acontecimiento.

Habiendo confirmado que el parpadeo fue inhibido en niveles mayores que los esperados por casualidad e inhibidos en tiempos específicos durante visualización sin restricción de escenas naturales, se probó si la inhibición de parpadeo variaba selectivamente con respecto a contenido de vídeo, fijación visual, y grupo de observadores. Como se ha descrito anteriormente, el paradigma experimental presentó dos categorías de contenido (acontecimientos afectivos y físicos) a dos poblaciones de niños conocidos por atención diferencial a esas categorías (niños con ASD y deambuladores típicos). En el vídeo mostrado a participantes, el chico en el vídeo quiere dejar la puerta de carretilla abierta, mientras que la chica quiere que esté cerrada; este escenario creado convenientemente variando niveles de contenido afectivo (el desacuerdo entre el chico y la chica) y una acción física repetida (el cierre o la apertura de la puerta de carretilla).

Para operacionalizar la designación de acontecimientos afectivos y físicos en un vídeo de interacción natural improvisada, 10 observadores adultos calificaron el nivel de afición por todo el vídeo, identificando ocho segmentos dentro del vídeo en los que expresiones faciales y/o vocalizaciones mostraron mayor afecto emocional (por ejemplo, periodos de tiempo cuando el chico o la chica en el vídeo se enfadaron visiblemente). El coeficiente de concordancia para un ranking afectivo entre evaluadores fue sumamente significativo (Kendall's W = 0,879,  $X^2 = 1223,02$ , df = 14, P < 0,00001). Se operacionalizaron acontecimientos físicos como tiempos cuando la puerta de carretilla estaba en movimiento. Los dos tipos de acontecimiento no fueron mutuamente exclusivos pero, por los evaluadores independientes, se solapó menos del 25,18% del tiempo.

Los segmentos restantes del vídeo fueron clasificados como acontecimientos no afectivos/no físicos. Se pronosticó que los observadores inhibirían su parpadeo durante momentos percibidos como particularmente importantes para el proceso y aumentarían su parpadeo durante momentos percibidos como menos importantes. Para examinar cómo variaba la temporización de inhibición de parpadeo con respecto a acontecimientos afectivos y físicos, se usaron histogramas de tiempo (PSTH) de periestímulo (o "perieacontecimiento"). Los PSTH se construyeron alineando segmentos de datos de parpadeo de serie de tiempo de individuos como el comienzo de acontecimientos y entonces computando recuentos de parpadeos de un individuo que ocurrían en bins de 33,3 ms en una ventana circundante de 2.000 ms (como se muestra en la etapa 208 en la figura 2). Se computaron recuentos de bins para cada participante en todos los acontecimientos y luego se promediaron en todos los participantes para obtener media de grupo.

Para probar si los cambios observados en la tasa de parpadeo diferían de los esperados por casualidad, se computó un segundo conjunto de PSTH de datos de parpadeo permutados. Como antes, se permutaron secuencias de parpadeos de individuos mediante desplazamiento circular de datos de individuos 1.000 veces. Luego se computaron los PSTH en cada uno de esos conjuntos de datos permutados. La tasa instantánea de parpadeo media, durante cada bin, en todos los 1.000 PSTH de datos permutados cuantificó la tasa de parpadeo que se observaría si la tasa de parpadeo fuera aleatoria con respecto a acontecimientos en pantalla. Si, por otro lado, se bloqueaba en el tiempo la tasa de parpadeo en acontecimientos en pantalla y no aleatorios, se esperaba ver desviaciones significativas respecto la distribución de datos permutados. Los percentiles 5º y 95º de tasa instantánea de parpadeo en todos los PSTH de datos permutados sirvió como P = 0,05 nivel de confianza con el que comparar

tasas de parpadeo en los datos reales (comparaciones de una cola). Para probar diferencias entre grupos, se computaron intervalos de confianza (CI) de datos bootstrapped para cada grupo, como se señala en la etapa 216 de la figura 2.

5 Como se muestra en la figura 8A y se describe en la etapa 218 de la figura 2, los PSTH para deambuladores típicos revela un 32,4 % de reducción en tasa de parpadeo para acontecimientos afectivos, llegando a su mínimo 66 ms antes del atraso cero. Esto indica inhibición de parpadeo estadísticamente significativa en deambuladores típicos ( $P < 0,05$ ), bloqueado en el tiempo a la aparición de acontecimientos con alta valencia afectiva. Deambuladores con ASD también muestran una reducción en tasa de parpadeo (35,8 %), pero esa reducción es la más grande 599 ms después del atraso cero de acontecimientos afectivos (véase la figura 8G).

10 La diferencia entre grupos en temporización es sumamente significativa, porque los CI de datos de atraso bootstrapped para cada grupo no se solapan (véase la figura 8M, tiempo de atraso para tasa de parpadeo mínimo en deambuladores típicos:  $CI_5 = -230$  ms,

15  $CI_{95} = 0$  ms; tiempo de atraso para tasa de parpadeo mínimo en deambuladores con ASD:  $CI_5 = 33$  ms,  $CI_{95} = 700$  ms). La diferencia observada en temporización no fue atribuible a un retraso más general en velocidad o frecuencia de movimientos de ojos, porque no se encontraron diferencias entre grupos en latencia a desplazar la mirada [deambulador típico:  $M = 1,09$  s ( $SE = 0,20$ ), deambuladores con ASD:  $M = 0,96$ s ( $SE = 0,28$ );  $t(91) = 0,40$ ,  $P = 0,69$ , medido como tiempo de reacción para iniciar una primera sacudida ocular tras el comienzo de la película] o en duración o frecuencia de fijaciones [duración para deambuladores típicos:  $M = 442$  ms ( $SE = 16,4$ ), duración para deambuladores con ASD:  $M = 492$  ( $SE = 29,4$ );  $t(91) = -1,57$ ,  $P = 0,12$  y frecuencia para deambuladores típicos:  $M = 2,04$  fijaciones por segundo ( $SE = 0,09$ ), frecuencia para deambuladores con ASD:  $M = 1,93$  ( $SE = 0,11$ );  $t(91) = 0,85$ ,  $P = 0,40$ ].

20 Cada grupo muestra una reducción numérica, aunque no estadísticamente significativa, en tasa de parpadeo por tipo de acontecimiento (véase la figura 8N): Los deambuladores típicos exhiben mayor reducción en tasa de parpadeo durante acontecimientos afectivos que en físicos (32,4 % vs. 25,4 %, figuras 8A y 8B), mientras que los deambuladores con ASD exhiben el patrón inverso, con un 41,7 % de reducción para acontecimientos físicos y un 35,8 % de reducción para acontecimientos afectivos (véanse las figuras 8G y 8H). Ambos grupos de deambuladores muestran un aumento significativo en tasa de parpadeo respecto a acontecimientos no afectivos y no físicos (véanse las figuras 8C y 8I). Para ayudar a desambiguar la cuestión de cautivación diferencial está el patrón de fijaciones visuales de cada grupo durante los dos tipos de acontecimiento (véase la figura 8O). Los deambuladores típicos emplearon significativamente menos tiempo mirando a objetos que los deambuladores con ASD durante ambos tipos de acontecimiento [ $F_{1,91} = 12,01$ ,  $P = 0,001$ , medidas repetidas ANOVA con diagnóstico (2 niveles) x acontecimiento (afectivo vs. físico)], y la interacción entre diagnóstico y tipo de acontecimiento fue significativa (véase la figura 8O) ( $F_{1,91} = 5,99$ ,  $P = 0,016$ ).  $t$  pruebas de muestras emparejadas confirmaron que los deambuladores típicos no mostraron diferencia en porcentaje de fijación en objetos durante acontecimientos afectivos vs. físicos ( $t_{1,51} = 0,85$ ,  $P = 0,4$ ;  $M_{afectivo} = 25,5$  %,  $SD = 14,21$  vs.  $M_{físico} = 26,5$  %,  $SD = 16,7$ ), pero que los deambuladores con ASD aumentaron la fijación en objetos, tales como la puerta de carretilla en movimiento, durante acontecimientos físicos (véase la figura 8O) [ $M$  ( $SD$ ) = 33,9(16,7) para afectivos vs. 40,0(17,2) físicos;  $t_{1,40} = 3,57$ ,  $P = 0,001$ ].

25 En resumen, la inhibición de parpadeo para deambuladores típicos fue (i) la más reducida justo antes del atraso cero de acontecimientos, (ii) numéricamente mayor para acontecimientos afectivos en lugar de físicos, y (iii) no relacionada con el nivel de fijación en objetos (marcado en cambio por fijación mayor del 73 % en personas durante ambos tipos de acontecimiento). En contraste, para deambuladores con ASD, la inhibición de parpadeo fue (i) la más reducida tras el atraso cero de acontecimientos, (ii) numéricamente mayor para acontecimientos físicos en lugar afectivos, y (iii) marcados por un aumento significativo en fijación en objetos durante acontecimientos físicos (véase la etapa 220 de la figura 2).

30 Haciendo referencia ahora a varias de las figuras, en una realización, la figura 6C ilustra una realización ejemplar de modulación dependiente de tarea de parpadeo entre dos grupos de observadores diferentes (grupo de observadores A y grupo de observadores B), en particular, una comparación ejemplar de tasa de parpadeo entre dos grupos de observadores diferentes (véase la figura 6E) que observan tres estímulos diferentes de acontecimiento (véase la figura 6D). En una realización, el grupo de observadores A y el grupo de observadores B no exhiben inhibición de parpadeo mientras se ve un acontecimiento A. Según un aspecto y como se ilustra en la figura 6C, como ambos grupos de observadores son cautivados con el acontecimiento A, ningún grupo inhibió su tasa de parpadeo ya que bpm de ambos grupos permaneció entre aproximadamente 9 y 13 parpadeos por minuto.

35 Según un aspecto ilustrado en la figura 6C, en conexión con el acontecimiento B, la inhibición de parpadeo del grupo de observadores B se modula mientras el grupo de observadores es cautivado con el acontecimiento B del estímulo visual. Como alternativa, la inhibición de parpadeo del grupo de observadores A no es modulada y generalmente planea alrededor de 9-13 parpadeos por minuto. En un aspecto, esto demuestra que el nivel de cautivación del grupo de observadores B aumenta en particular durante cautivación con acontecimiento B; mientras que el nivel de cautivación del grupo de observadores A generalmente no cambia.

Además, en otro aspecto, los niveles de cautivación de ambos grupos de observadores permanecen estables durante la visualización de acontecimiento A dentro del estímulo visual. La inhibición de parpadeo permanece relativamente cerca para ambos grupos de observadores alrededor de 9-13 parpadeos por minuto. El ejemplo de discusión de la figura 6C demuestra diversos niveles de cautivación entre grupos de gente en respuesta a ciertos acontecimientos (por ejemplo, acontecimientos dentro de un estímulo dado, o entre diferentes estímulos enteramente, etc.). Por ejemplo, una firma de marketing puede usar este tipo de valoración para determinar la potencia de una campaña de marketing para cautivar un objetivo demográfico. Por consiguiente, si una campaña de marketing está pensada para fijar como objetivo un demográfico de mujeres de 30-40 años, específicamente durante segmentos predeterminados de un estímulo visual, el grupo de observadores A puede comprender hombres de 30-40 años y el grupo de observadores B puede comprender mujeres de 30-40 años. Si el acontecimiento B comprende el segmento predeterminado diseñado para atrapar individuos que pertenecen al grupo de observadores B, entonces en esta descripción ejemplar la campaña de marketing puede ser exitosa al aumentar el nivel de cautivación (valorado al medir la tasa de parpadeo e inhibición de parpadeo) para el grupo de observadores B durante acontecimiento B. Como se entenderá generalmente, la descripción mencionada anteriormente es para finalidades ejemplares y no pretende limitar el espíritu o el alcance de la presente invención.

La figura 7 ilustra una representación ejemplar de inhibición de parpadeo estadísticamente significativa durante visión natural de una escena de vídeo, en donde se trazan datos con el tiempo de manera que ocurre un bloqueo en el tiempo con el estímulo visual para análisis adicional de los datos de parpadeo, según una realización de la presente invención. En una realización, la figura 7A ilustra un trazado ráster ejemplar que representa parpadeos de ojos hechos por deambuladores típicos mientras miran una escena de vídeo ejemplar. De manera similar, en otra realización, la figura 7B ilustra tasa instantánea de parpadeo bloqueado en el tiempo con el estímulo visual. Según un aspecto, los puntos más altos en la curva de la figura 7B representan cuando los observadores exhibieron cantidades de parpadeo significativas (por ejemplo, generalmente puntos más cerca de 17-20 parpadeos por minuto) mientras que puntos en la curva que están más bajos representan puntos en el tiempo cuando el observador no parpadea tan a menudo (por ejemplo, generalmente puntos más cerca de 0-2 parpadeos por minuto).

En otra realización, la figura 7C ilustra un trazado ejemplar de los percentiles 5º y 95º de datos permutados (mecanismos para determinar datos permutados se han tratado previamente en detalle adicional en esta memoria) para deambuladores típicos. En un aspecto, el percentil 95º representa aumento de parpadeo y la percentil 5º representa disminución de parpadeo. Datos trazados mostrados en la figura 7C que corresponden al percentil 5º de tasa instantánea de parpadeo se usan para generar la figura 7D, en donde la figura 7D ilustra un trazado ejemplar de casos de inhibición de parpadeo asignado (sincronizado) con tiempos particulares en la escena de vídeo según otra realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 7, tiempos correspondientes de inhibición de parpadeo 705, 710, 715, y 720 se pueden ver en cada uno de los trazados de las figuras 7A-D. De manera similar, diversos mecanismos asociados con bloquear en el tiempo un estímulo visual a datos de parpadeo, un estímulo auditivo puede ser bloqueado en el tiempo con datos de parpadeo para determinar además periodos de inhibición de parpadeo ya que está relacionado con el estímulo auditivo.

La figura 8 ilustra datos ejemplares en conexión con parpadeos bloqueados en el tiempo (sincronizados) e inhibición de parpadeo durante visión natural, junto con ejemplo de datos de fijación visual, según una realización de la presente invención. En algunos aspectos, el presente experimento(s) midió bloqueo en el tiempo de parpadeos e inhibición de parpadeo respecto a acontecimientos afectivos (véanse las figuras 8A y 8G), acontecimientos físicos (véanse las figuras 8B y 8H), y acontecimientos no afectivos/no físicos (véanse las figuras 8C y 8I) al construir varios PSTH. Los PSTH muestran el cambio porcentual en bpm respecto a la media de datos de parpadeo permutados. Líneas horizontales de trazos marcan los CI 0,05 y 0,95; el cambio porcentual en bpm más allá de estos niveles representa un cambio en bpm mayor que el esperado por probabilidad (una cola,  $P < 0,05$ ). Los CI se escalan inversamente con el número de acontecimientos (con aproximadamente el doble de número de acontecimientos en la categoría no afectivo no físico).

Según aspectos adicionales, cambios absolutos mínimo y máximo en bpm están resaltados con cuadrados negros en cada trazado. Datos de fijación visual ejemplares durante cambio en tasa de parpadeo para deambuladores típicos y deambuladores con ASD se ilustran relacionados con acontecimiento afectivo en las figuras 8D y 8J, relacionados con acontecimientos físicos en las figuras 8E y 8K, y relacionados con acontecimientos no afectivos/no físicos en las figuras 8F y 8L, respectivamente. Tres trazados de columna muestran un fotograma fijo del vídeo (primera columna, muestreado en la disminución mínima absoluta en bpm); trazado de densidad de núcleo de datos de fijación en el mismo momento (segunda columna, con colores más cálidos que denotan mayor densidad); y el mismo trazado de densidad de núcleo escalado de negro a transparente, superpuesto sobre el fotograma original (tercera columna). El color de los trazados de densidad de fijación está escalado respecto al tamaño de muestra de cada grupo, de manera que densidades posibles máxima y mínima tienen los mismos valores de color para cada grupo a pesar de diferencias en tamaño de muestra. La figura 8M ilustra temporización de inhibición de parpadeo para acontecimientos afectivos vs. físicos. La figura 8N ilustra disminución porcentual en bpm para acontecimientos afectivos vs. físicos. La figura 8O ilustra fijación porcentual en objetos para acontecimientos afectivos vs. físicos.



La figura 10 ilustra una descripción general 1000 de un proceso ejemplar para determinar el nivel de actividad de cautivación de observador con respecto a un estímulo dado. El proceso ejemplar de determinación de actividad de cautivación de observador utiliza mecanismos similares como se describe en conexión con la figura 2. Por ejemplo, el proceso generalmente se inicia al exponer un estímulo visual a un observador (véase la etapa 1002). Como se ha descrito anteriormente, un estímulo visual puede comprender una pluralidad de formas de medios, incluyendo: un DVD, medios de almacenamiento digital, un videojuego, etc. Posteriormente, un procesador 102 recibe y graba datos de parpadeo (véase la etapa 1004) correspondientes a un observador mientras simultáneamente recibe datos de estímulo 122 que corresponden al estímulo visual. Generalmente los datos de parpadeo se capturan por medio de un seguidor de ojos o dispositivo de monitorización de ojos 110 antes de propagar al procesador. El procesador típicamente comprende software que permite transformar los datos de parpadeo a un formato utilizable y accesible ejecutado en el proceso 1006.

Además, el procesador 102 generalmente comprende software a trabar en el tiempo datos de estímulo 122 a un formato utilizable y valorable de datos de parpadeo (véase la etapa 1008). Como se ha tratado previamente, bloquear en el tiempo datos de parpadeo con datos de estímulo 122 permite la valoración de comportamiento de parpadeo e inhibición de parpadeo respecto a diversos indicadores dentro del estímulo visual. En algunos casos, el proceso de determinar la actividad de cautivación de observador puede implicar recopilar datos para uno o una pluralidad de observadores, en donde generalmente para valorar una pluralidad de observadores se repiten las etapas mencionadas anteriormente 1002-1010 hasta obtener el grupo de observadores deseado. Es más, se pueden categorizar los observadores en diversas demografías según la intención y el espíritu del objetivo de experimento(s) (etapa 1012). Por ejemplo, se puede crear un estímulo de proyección de sustancias ilegales, en donde se prueba el nivel de cautivación de un observador conforme ve diversas sustancias ilegales para categorizar potencialmente como usuario o ex-usuario de sustancias ilegales.

Adicionalmente en la etapa 1014, el procesador 102 generalmente comprende software para agregar datos bloqueados en el tiempo o de parpadeo sincronizados, por ejemplo, al combinar y permutar los datos para muchos observadores. En una realización, los datos de parpadeo agregados bloqueados en el tiempo son valorados generalmente para una pluralidad de indicadores, incluyendo: determinar la tasa instantánea de parpadeo de un individuo, la probabilidad de si un individuo ha parpadeado o parpadeará, etc. Generalmente, estos indicadores se sincronizan con uno o múltiples puntos en el tiempo con respecto al estímulo visual 120. Al utilizar los datos de parpadeo agregados y analizados, los resultados son valorados para identificar diversos patrones de inhibición de parpadeo (véase la etapa 1016) y son comparados con indicadores predeterminados dentro de los datos de estímulo y otros factores predeterminados (véase la etapa 1018). Posteriormente, se pueden hacer una valoración general en relación con el nivel de cautivación de los observadores ya que está relacionada con diversos acontecimientos dentro del estímulo visual (véase la etapa 1020). Por ejemplo, cuando se cautiva a un observador en relación con proyección de sustancias ilegales, un usuario de fármaco puede variar su nivel de cautivación o temporización de parpadeo cuando se le muestra una sustancia ilegal versus alguien que no usa sustancias ilegales.

En una realización, la figura 10 también puede describir un proceso similar para determinar la actividad de cautivación ya que está relacionada con escuchar un estímulo auditivo, en donde en la etapa 1002 un oyente escucha/oye un estímulo auditivo. Por consiguiente, las etapas restantes del proceso descrito en la figura 10 generalmente serían similares a las utilizadas para un estímulo visual. De manera similar, una medida de inhibición de parpadeo del oyente determina el nivel de cautivación del oyente al estímulo auditivo. Por ejemplo, los profesores pueden querer que los estudiantes escuchen un estímulo auditivo para enseñar un idioma extranjero. Los profesores pueden utilizar este proceso ejemplar para valorar cómo de cautivados están los estudiantes para ayuda a la enseñanza.

Según una realización de la presente invención, la figura 11 ilustra una descripción general de un proceso ejemplar 1100 para categorizar o calificar observadores en función de su cautivación con un estímulo dado para valorar el estado de enfermedad/trastorno, en donde la valoración de estado de enfermedad/trastorno generalmente comprende la presencia/ausencia de una condición, progreso de estado de enfermedad/trastorno, y/o respuesta a tratamiento en conexión con una diagnosis anterior. Similar a algunos otros procesos en la presente invención, el proceso para valorar el estado de enfermedad/trastorno 1100 generalmente comienza exponiendo un estímulo visual (véase la etapa 1102) a un observador en un dispositivo de monitor 140, recibiendo y grabando en el procesador 102 datos de parpadeo para el observador (véase la etapa 1104), y conversión de datos de parpadeo a formato valorable (véase la etapa 1106) en el procesador.

El procesador 102 recupera datos de acontecimiento predeterminados con marca de tiempo (etapa 1108) correspondientes al estímulo visual 120 de la base de datos 130. Los datos de acontecimiento predeterminados con marca de tiempo pueden estar relacionados con varios parámetros. Por ejemplo, los datos pueden comprender datos de control que describen patrones de momentos en los que observadores típicos o atípicos aumentan o disminuyen su nivel de cautivación según diversos indicadores de acontecimiento. Por ejemplo, los acontecimientos con marca de tiempo están relacionados con acontecimientos físicos o afectivos en los estímulos visuales. Los datos de parpadeo registrados de observador se bloquean en el tiempo entonces al estímulo visual y se comparan con los datos predeterminados con marca de tiempo (véase la etapa 1110) para identificar diversos patrones de inhibición

de parpadeo y además para determinar niveles de cautivación durante todo el estímulo visual. Además en ciertas realizaciones (descritas en mayor detalle más adelante), además de comparar el nivel de cautivación en puntos particulares en el tiempo, se hace una comparación con ubicaciones de fijación visual según diversos tiempos dentro del estímulo visual. La comparación se puede usar para identificar áreas de convergencia y divergencia dentro de los conjuntos de datos de manera que se puede generar una valoración para determinar si los datos de parpadeo del observador existen dentro/afuera de los límites de los intervalos predeterminados de datos aceptables (véase la etapa 1112). Posteriormente, se puede hacer una valoración adicional (véase la etapa 1114) en cuanto al estado de enfermedad/trastorno del observador utilizando la comparación de los datos de control y los datos de inhibición de parpadeo del observador. Por ejemplo, si se inhibe parpadeo antes de un acontecimiento predeterminado, entonces un deambulador puede ser categorizado como típico, pero si se inhibe parpadeo después de un acontecimiento predeterminado, entonces un deambulador puede mostrar potencialmente señales tempranas de ASD.

Como entenderá generalmente un experto en la técnica, se valoraron deambuladores típicos y deambuladores diagnosticados con ASD durante el experimento(s) descrito(s) por aspectos de la presente invención, pero puede ser dirigido a cualquier grupo de observadores puede y ser analizado para diversos niveles de cautivación de observador usando los mecanismos descritos de recopilación y análisis de datos de ojo. Por ejemplo, un grupo de observadores puede comprender un grupo de adolescentes para investigación de marketing, un grupo de estudiantes universitarios para un experimento(s) psicológico(s), un grupo de adultos para pruebas médicas, etc.

El proceso descrito en conexión con la figura 11 puede ser utilizado también para clasificar y/o categorizar observadores dependiendo del nivel de cautivación de un observador. En una realización, sobre la base del nivel de cautivación valorado de un observador, se puede hacer una valoración adicional en conexión con categorizar el observador. En un aspecto, es posible utilizar datos de parpadeo para determinar el nivel de cautivación de observadores con un estímulo, en donde los diversos niveles de cautivación pueden proporcionar un ranking de observadores o se puede usar además conjuntamente con un índice predeterminado para clasificar o categorizar observadores. Por ejemplo, se puede desarrollar un simulador de vuelo para cautivar candidatos potenciales de escuela de vuelo y generar informes que valoran y categorizan los candidatos potenciales según una tasa potencial de éxito para escuela de vuelo.

Según un aspecto similar al proceso descrito en conexión con la figura 11, en conexión con categorizar un observador o grupo de observadores en función de su cautivación con un estímulo dado, se pueden repetir las etapas 1102-1112 para recopilar y comparar datos de parpadeo. Por consiguiente, similar a la etapa 1114, se puede proporcionar una valoración en cuanto a un nivel de índice del observador, capacidad nominal o categoría en función de cautivación de observador. Por ejemplo, se pueden clasificar estudiantes en una escuela sobre la base de su nivel de cautivación con una clase, de manera que los profesores sepan y entiendan qué estudiantes necesitan más atención sobre la base de su nivel de cautivación.

En una realización, la figura 11 también puede describir un proceso similar para valorar/categorizar ya que está relacionada con escucha de un estímulo auditivo, en donde la etapa 1102 un oyente oye/escucha un estímulo auditivo. Por consiguiente, las etapas restantes del proceso descrito en la figura 11 generalmente serían similares a las utilizadas para un estímulo visual. De manera similar, una medida de inhibición de parpadeo del oyente determina el nivel de cautivación del oyente al estímulo auditivo. Por ejemplo, un estímulo auditivo puede comprender un mecanismo para valorar el estado de enfermedad/trastorno de diversos individuos. Como se pueden conocer patrones de parpadeo predeterminados, si un oyente no sigue o no se correlaciona con los datos de parpadeo predeterminados, el individuo puede ser categorizado en cierto grupo ya que está relacionado con un estado de una enfermedad/trastorno/condición mental. Además una enfermedad/trastorno/condición mental puede comprender una enfermedad/trastorno/condición cognitiva o de desarrollo.

En un aspecto similar al proceso descrito en conexión con la figura 11, en lo que concierne a analizar la medida de la capacidad de un estímulo para cautivar a un observador, los datos de parpadeo pueden ser comparados con un índice predeterminado que correlaciona la cautivación de observador con la potencia de un estímulo para cautivar a un observador o grupo de observadores. En otro aspecto, el procesador 102 puede recuperar datos predeterminados de acontecimiento de tiempo y usando un algoritmo determinar la capacidad de un estímulo para cautivar observadores. Por ejemplo, una empresa de marketing puede tener un índice predeterminado de cautivación de observador que dictamina la predicción de éxito de una campaña de marketing. Durante ensayos que mostraban diversas campañas de marketing, si la campaña de marketing no alcanza el índice predeterminado mínimo de cautivación de observador al cautivar con éxito a observadores, no se lanzará para marketing.

Según otra realización, los datos de inhibición de parpadeo pueden proporcionar un estándar de medición cuantificable para el nivel de eficacia que un estímulo visual puede tener al utilizar una medida de prominencia visual percibida. En un aspecto, la eficacia de un estímulo visual puede comprender usar un índice de cautivación de observador para determinar si el estímulo visual posee el efecto deseado o no deseado de atrapar a un observador. Como se ha descrito anteriormente y según un aspecto, el nivel de cautivación de observador puede ser analizado con datos de parpadeo y ser bloqueado en el tiempo con puntos particulares en el estímulo visual (por ejemplo, fotograma a fotograma, segmentos predeterminados, etc.). Por lo tanto, según un aspecto, determinar el nivel de

cautivación de un observador en puntos particulares ayudará a determinar cómo de cautivador es un estímulo visual en ese punto o segmento particular para un audiencia u observador. De manera similar, el nivel de cautivación de un observador puede ayudar a identificar la eficacia de un estímulo visual global o completo para atrapar una audiencia o individuo. Por ejemplo, una empresa de marketing puede utilizar tendencias de nivel de cautivación por medio de capturar medias de datos de parpadeo durante pruebas de ensayo de campañas de marketing como indicación de la capacidad de una campaña para cautivar. Una empresa de marketing también puede utilizar datos de parpadeo para determinar si el estímulo A es más eficaz que un estímulo B para verificar teorías no demostradas/probadas.

En una realización, se pueden utilizar datos de inhibición de parpadeo un proceso similar para determinar la potencia de un estímulo auditivo para cautivar ya que está relacionada con un oyente que escucha a un estímulo auditivo, en donde la etapa inicial un oyente oye/escucha un estímulo auditivo. Por consiguiente, las etapas restantes de los procesos mencionados anteriormente generalmente serían similares a las utilizadas para un estímulo visual. De manera similar, una medida de inhibición de parpadeo del oyente determina el nivel de cautivación del oyente al estímulo auditivo. Por ejemplo, los profesores pueden querer que los estudiantes escuchen un estímulo auditivo para enseñar un idioma extranjero. Los profesores pueden utilizar este proceso ejemplar para valorar cómo de cautivados están los estudiantes para ayuda a la enseñanza.

En una realización y como se ha descrito anteriormente, datos de parpadeo correlacionados con nivel de cautivación de observador que se utiliza para categorizar un observador pueden usarse además en conexión con determinar la eficacia de un estímulo visual. Por ejemplo, se puede dirigir un estímulo visual particular para chicas de 10-14 años. Al probar una muestra de un objetivo de audiencia, datos de parpadeo pueden ayudar además a identificar la eficacia del estímulo visual pensado para un objetivo de audiencia. Además, se puede hacer una comparación entre chicas de 6-10 años y chicas de 10-14 años por ejemplo, para asegurar la precisión de la cautivación de observador.

La figura 12 ilustra una realización de la presente invención que comprende un proceso ejemplar 1200 para recoger y valorar diversos tipos de datos, incluyendo valorar la prominencia de estímulo percibido de un estímulo visual. En un aspecto, el seguidor de ojos 110 puede comprender una combinación de un seguidor de ojos y un monitor de parpadeo, en donde el seguidor de ojos registra datos de movimiento de ojos (por ejemplo, sacudidas, fijaciones, dilataciones de pupila, etc.) y el monitor de parpadeo registra datos de parpadeo. En otro aspecto, el sistema de monitorización de ojos puede comprender un seguidor de ojos y un monitor de parpadeo separados que trabajan conjuntamente para enviar datos de ojos y de parpadeo 112 al procesador 102 para valoración. Según un aspecto de la presente realización, se pueden utilizar datos de ojos 112 recibidos por el procesador 102 (véase la etapa 1205) para crear embudos de atención (como se ha descrito anteriormente en esta memoria) para cuantificar y asignar prominencia visual para valorar además el nivel de cautivación de un observador.

Como se ha descrito anteriormente, el seguidor de ojos puede recibir y grabar datos de parpadeo y datos de ojos de manera similar a otros procesos descritos en la presente invención (véanse las etapas 1204 y 1205). Datos de movimiento de ojos y de parpadeo se pueden convertir a formatos valorables (véase la etapa 1206), tales como datos binarios de parpadeo y datos de coordenadas de puntos de consideración (punto de mirada) y el procesador 102 puede recuperar acontecimientos predeterminados con marca de tiempo para el estímulo visual 120 (véase la etapa 1208). Similar al proceso descrito en conexión con la figura 2, se pueden recoger de ojo y parpadeo para muchos observadores en un grupo y los observadores se pueden categorizar opcionalmente sobre la base de demografía deseada de cautivación u otros criterios de categoría (véanse las etapas 1210 y 1212).

Por consiguiente, el procesador 102 puede crear un asignación de prominencia visual percibida, comparar datos bloqueados en el tiempo de ojos a datos predeterminados, y proporcionar una valoración de prominencia de estímulo percibido. En una realización, un asignación cuantificado de prominencia visual percibida describe un punto de fijación o de consideración del observador, en donde el punto generalmente determina la ubicación en un estímulo en el que se enfoca su atención. En un aspecto, se pueden usar datos de ojos 112 correspondientes a un grupo de control o datos de control para crear un embudo de atención (descrito anteriormente en conexión con la figura 1D) que delimitan áreas de convergencia y divergencia. Como se ha descrito anteriormente, áreas de convergencia generalmente representan casos particulares en tiempo donde la mayoría de distribución de observadores de punto de consideración está dentro de una pequeña área bidimensional en un estímulo. Estos datos y/o exposición se pueden superponer o bloquear en el tiempo a datos de parpadeo para el mismo estímulo, que permite confirmar métodos de diagnóstico, etc. Este mecanismo se utiliza para valorar observadores que no siguen la distribución de convergencia y además tal vez puedan proporcionar una valoración de estado de enfermedad/trastorno.

En una realización ilustrada en la figura 13, se ilustra un proceso 1300 para identificar los rasgos temporales y espaciales más cautivadores dentro de un estímulo. De manera similar al proceso descrito en la figura 12, se puede exponer un estímulo a uno o más observadores (etapa 1302), pueden registrarse datos de movimiento de ojos y de parpadeo (etapas 1304 y 1305) y convertirse a un formato valorable (etapa 1306), y el movimiento de ojos y datos de parpadeo se pueden sincronizar en el tiempo al estímulo visual (etapa 1308).

Además, los datos de ojo y de parpadeo bloqueados en el tiempo pueden ser permutados para cuantificar la

probabilidad de respuesta de parpadeo durante la visualización del estímulo visual para participar observadores (véase la etapa 1312). Como se ha descrito anteriormente, permutar datos de parpadeo permite un análisis preciso de la respuesta de parpadeo; por tanto, permitir identificar periodos de inhibición de parpadeo para un observador o grupo de observadores dados (véase la etapa 1314).

A través del proceso mencionado anteriormente para cuantificar la prominencia visual, se valoran los datos de movimiento de ojo para determinar áreas de fijación y se correlaciona con periodos de inhibición de parpadeo para identificar los rasgos temporales y espaciales más cautivadores de un estímulo visual (véanse las etapas 1316 y 1318). En particular, si se supone que un observador es cautivado con un vídeo que exhibe inhibición de parpadeo, entonces identificar la ubicación de datos de fijación puede indicar ubicaciones espaciales y temporales del vídeo que son las más cautivadoras. A través de un proceso de "minería de datos" que ejecutan numerosos ensayos para recoger una pluralidad de datos, valorar el nivel de cautivación de observador a un estímulo visual, y específicamente a diversos rasgos dentro del estímulo, puede ayudar a valorar los rasgos temporales y espaciales más cautivadores del estímulo sobre la base de la cautivación de observador variable en el tiempo.

La figura 14 ilustra un proceso ejemplar 1400 para valorar el estado de condición de paciente, según una realización de la presente invención. De manera similar al proceso descrito en conexión con la figura 11, se registran datos de parpadeo (etapa 1404), convertidos a formato valorable (etapa 1406), y se comparan con acontecimientos con marca de tiempo para identificar diversos patrones de parpadeo (etapa 1410). Se realiza una valoración adicional en relación con el nivel de patrones de parpadeo respecto a intervalos predeterminados para identificar gravedad, suavidad o cambio de estado de condición (véase la etapa 1412). Por ejemplo, un observador puede ser diagnosticado previamente con una condición cognitiva y se valora rutinariamente para monitorizar el estado de esa condición cognitiva. Además, los datos predeterminados con los que se comparan los datos de parpadeo adquiridos recientemente pueden comprender datos anteriores del observador en una fase temprana de su condición diagnosticada. Según la medida de gravedad de condición, se pueden recoger datos longitudinales para determinar la medida de cambio en el estado de la presente condición (véase la etapa 1416).

#### Análisis adicional

Según algunas realizaciones de la presente invención (en particular, el experimento(s) descrito(s) anteriormente), patrones de inhibición de parpadeo y la distribución de fijaciones visuales se asignan sobre diferencias entre grupos bien establecidas, pero también revelan diferencias más sutiles en la valoración subjetiva de prominencia de estímulo. Por ejemplo, según un aspecto, cuando se alinearon en el tiempo datos con escenas de mayor contenido afectivo (figura 6A), los deambuladores típicos mostraron una inhibición persistente de parpadeo que tuvo un pico antes del atraso de acontecimiento cero. Deambuladores con ASD, en contraste, exhibieron un pico en inhibición de parpadeo que ocurrió más de 0,5 s tras el atraso de acontecimiento cero.

Que los deambuladores típicos inhiben su parpadeo antes que los deambuladores con ASD muestra la posibilidad inesperada de que los deambuladores típicos se anticipan activamente al desarrollo de acontecimientos prominentes. Los datos de fijación visual cuentan una historia similar: Los deambuladores con ASD miran más en objetos físicos en la escena de vídeo y selectivamente aumentan su fijación en esos objetos cuando los objetos se mueven (esto es, durante los acontecimientos físicos designados). Por consiguiente, utilizar datos bloqueados en el tiempo de inhibición de parpadeo y/o de fijación visual se pueden usar para valorar diagnosis de diversos trastornos o degradaciones cognitivos.

En contraste, la atención de los deambuladores típicos a señales socialmente relevantes, tales como mirada de ojos, expresión facial, y postura de cuerpo, puede permitirles anticipar acciones que incluso no han sucedido pero pueden estar a punto de suceder (como cuando expresiones faciales de enfado preceden a un grito o el cierre de golpe de la puerta de carretilla). Estas señales ayudan a los deambuladores típicos a generar expectativas acerca de cómo se desarrollaran posteriormente acciones en el mundo. Para deambuladores con ASD, sin embargo, inhibición de parpadeo, como reacción tras el hecho, se puede ver como que refleja ausencia de sensibilidad a esas señales ambientales (y, en particular, sociales). Sugiere una cautivación con estímulos afectivos y físicos separados del contexto social en los que son percibidos típicamente: aunque los deambuladores típicos pueden ser cautivados por el cierre de golpe de la puerta de coche debido a su relevancia a la interacción social en curso entre los personajes, la cautivación de los deambuladores con ASD puede ser como reacción a las propiedades físicas prominentes de tales acontecimientos.

Estas hipótesis en relación con diferencias entre grupos en cómo fueron percibidos acontecimientos de película subrayando el punto de que aunque acontecimientos de película pueden clasificarse como afectivos o físicos, es improbable que sean percibidos como dualidades mutuamente exclusivas. Uno de los principales objetivos del experimento(s) era probar la inhibición de parpadeo usando estímulos naturalistas semiestructurados. En tales situaciones, fronteras categóricas de afectivo y físico se difuminan, deambuladores típicos, por ejemplo, es probable que perciban la significancia social y el significado afectivo detrás de cerrar de golpe una puerta de carretilla. Este difuminarse de categorías afectivas y físicas puede considerar por qué reducciones en tasa de parpadeo tendían en las direcciones esperadas pero no alcanzaban significancia estadística en este análisis particular, con deambuladores típicos que muestra una reducción más grande en respuesta a acontecimientos afectivos, mientras

que deambuladores con ASD mostraron mayor reducción a acontecimientos físicos. Además, acontecimientos no necesariamente tienen que ser categorizados en acontecimientos afectivos ni físicos para determinar un nivel de cautivación, como entenderá el experto en la técnica.

5 Los resultados demuestran que los patrones de inhibición de parpadeo pueden proporcionar una incursión en un aspecto de experiencia afectiva social que estaba ausente en el campo de investigación de autismo y en muchos estudios neurológicos de percepción visual en general: una medida no únicamente de lo que alguien está mirando sino de cómo de cautivado está con lo que está mirando. Aunque el trabajo anterior ha mostrado que los niños con ASD destinan menos recursos de atención a estímulos socialmente relevantes que sus iguales que se desarrollan típicamente, estos estudios no han sabido capturar cómo de cautivados están los niños en lo que se están fijando.

Además, las medidas de inhibición de parpadeo son muy idóneas para proporcionar índices precisos en el tiempo de prominencia de estímulo percibido durante presentaciones naturalistas a ritmo rápido de contenido visual. En comparación a otras respuestas autonómicas tradicionalmente usadas en estudios sicofisiológicos, tales como actividad electrodérmica y cardiovascular, la inhibición de parpadeo compara bien para medir la reactividad a estímulos emocionales: respuestas electrodérmicas y cardiovasculares son sumamente multi-determinadas, impidiendo fuertes inferencias acerca de su relación a actividad mental; adicionalmente, su latencia y periodos refractarios socavan marcas temporales precisas de su mediciones respecto a estado afectivo o cognitivo. La inhibición de parpadeo, en contraste, es intrínseca al sistema visual en lugar de una función periférica; su parámetros de inicio y finalización son precisos y sensibles en el tiempo a presentaciones de ritmo rápido ecológicamente válidas de contenido; y, finalmente, la inhibición de parpadeo se puede medir con cámaras enteramente no invasivas, incluso ocultadas, de seguimiento de ojos, u otros dispositivos, eludiendo la necesidad de equipamiento demasiado visible que alteraría la validez etológica de otras medidas.

En una realización, los presentes sistemas y métodos proporcionan un mecanismo para valorar comportamiento de observador, rasgos de estímulos y la interacción entre comportamiento de observador y estímulos. Específicamente y según un aspecto, como el parpadeo interrumpe el flujo de información visual a un observador, y como la inhibición de parpadeo asegura que el flujo de información visual no será perturbado, las mediciones de la temporización preciso de cuando individuos inhiben o no su parpadeo pueden proporcionar robustos índices cuantitativos de cautivación de observador y la valoración subjetiva de prominencia de estímulo percibido, aunque los individuos no son conscientes en gran medida de su propio parpadeo durante situaciones diarias. Por lo tanto, los sistemas y los métodos descritos en esta memoria para cuantificar respuesta de parpadeo e inhibición de parpadeo proporcionan mediciones momento a momento de cautivación de observador al medir lo que está cautivando o no suficientemente para justificar la inhibición de parpadeo de los observadores.

Una realización de la presente invención describe medidas de escaneo visual, movimientos de ojos, datos de parpadeo, y datos de temporización de parpadeo para derivar una medida de cómo de cautivada está una persona con lo que está mirando. En un aspecto, los datos relacionados con parpadeo como medida de cautivación de observador proporcionan un mecanismo para determinar los aspectos espaciales y temporales más cautivadores de un estímulo. Según otro aspecto, medidas de inhibición de parpadeo proporcionan un índice prometedor de reactividad autonómica y diferencial de cautivación, bloqueado en el tiempo a momentos prominentes dentro de exposiciones visuales de ritmo rápido que cambian rápidamente. Al medir con precisión la temporización de inhibición de parpadeo respecto a contenido desarrollado, se puede determinar, momento a momento, la valoración subjetiva de un observador de la importancia de lo que está viendo.

Por consiguiente, se entenderá que diversas realizaciones del presente sistema descrito en esta memoria se implementan generalmente como ordenador de uso especial o finalidad general que incluye diverso hardware de ordenador como se trata con mayor detalle más adelante. Realizaciones dentro del alcance de la presente invención también incluyen medios legibles por ordenador para llevar o tener instrucciones ejecutables por ordenador o estructuras de datos almacenadas en el mismo. Tales medios legibles por ordenador pueden ser cualesquiera medios disponibles a los que se pueda acceder con un ordenador de uso general o finalidad especial, o descargable a través de redes de comunicación. A modo de ejemplo, y no limitación, tales medios legibles por ordenador pueden comprender medios de almacenamiento físico tales como RAM, ROM, memoria flash, EEPROM, CD-ROM, DVD, u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, cualquier tipo de memorias no volátiles extraíbles tales como Secure Digital (SD), memoria flash, pendrive, etc., o cualquier otro medio que se pueda usar para llevar o almacenar código de programa informático en forma de instrucciones ejecutables por ordenador o estructuras de datos y a los que se pueda acceder con un ordenador de uso general o finalidad especial, o un dispositivo móvil.

Cuando se transfiere o proporciona información por una red u otra conexión de comunicaciones (ya sea cableada, inalámbrica, o una combinación de cableada o inalámbrica) a un ordenador, el ordenador ve apropiadamente la conexión como medio legible por ordenador. Así, cualquier conexión de este tipo se denomina apropiadamente y se considera un medio legible por ordenador. Combinaciones de lo anterior también deben ser incluidas dentro del alcance de medios legibles por ordenador. Instrucciones ejecutables por ordenador comprenden, por ejemplo, instrucciones y datos que provocan que un ordenador de uso general, ordenador de uso especial, o dispositivo de

procesamiento de uso especial tal como un procesador de dispositivo móvil realice una función específica o un grupo de funciones.

Los expertos en la técnica entenderán los rasgos y aspectos de un entorno informático adecuado en el que se pueden implementar aspectos de la invención. Aunque no es requerido, las invenciones se describen en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador, tales como módulos o motores de programa, como se describe antes, ya sean ejecutados por ordenadores en ambientes en red. Tales módulos de programa a menudo se reflejan e ilustran mediante diagramas de flujo, diagramas de secuencia, exposiciones ejemplares en pantalla y otras técnicas usadas por los expertos en la técnica para comunicar cómo hacer y usar tales módulos de programa informático. Generalmente, módulos de programa incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc. que realizan tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares, dentro del ordenador. Las instrucciones ejecutables por ordenador, las estructuras de datos asociados y los módulos de programa representan ejemplos del código de programa para ejecutar etapas de los métodos descritos en esta memoria. La secuencia particular de tales instrucciones ejecutables o estructuras de datos asociadas representan ejemplos de actos correspondientes para implementar las funciones descritas en tales etapas.

Los expertos en la técnica también apreciarán que la invención puede ser puesta en práctica en entornos informáticos en red con muchos tipos de configuraciones de sistema informático, incluidos ordenadores personales, dispositivos de mano, sistemas multi-procesador, electrónica basada en microprocesador o programable de consumo, PC en red, miniordenadores, ordenadores centrales y similares. La invención se pone en práctica en entornos informáticos distribuidos donde tareas son realizadas por dispositivos locales y remotos de procesamiento que están vinculados (ya sea por enlaces cableados, enlaces inalámbricos o por una combinación de enlaces cableados o inalámbricos) a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, se pueden ubicar módulos de programa en dispositivos de almacenamiento en memoria locales y remotos.

Un sistema ejemplar para implementar las invenciones, que no se ilustra, incluye un dispositivo informático de finalidad general en forma de un ordenador convencional, que incluye una unidad de procesamiento, una memoria de sistema y un bus de sistema que acopla diversos componentes de sistema, incluida la memoria de sistema a la unidad de procesamiento. El ordenador típicamente incluirá una o más unidades de discos duros magnéticos (también llamados "almacenes de datos" o "almacenamiento de datos" u otros nombres) para leer y escribir en ellos. Las unidades y sus medios legibles por ordenador asociados proporcionan almacenamiento no volátil de instrucciones ejecutables por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa y otros datos para el ordenador. Aunque el entorno ejemplar descrito en esta memoria emplea un disco duro magnético, un disco magnético extraíble, discos ópticos extraíbles, se pueden usar otros tipos de medios legibles por ordenador para almacenar datos, incluidos cartuchos magnéticos, tarjetas de memoria flash, discos de vídeo digital (DVD), cartuchos Bernoulli, RAM, ROM y similares.

El código de programa informático, que implementa la mayoría de la funcionalidad descrita en esta memoria comprende típicamente uno o más módulos de programa que se pueden almacenar en el disco duro u otro soporte de almacenamiento. Este código de programa, como es conocido por los expertos en la técnica, usualmente incluye un sistema operativo, uno o más programas de aplicación, otros módulos de programa y datos de programa. Un usuario puede introducir órdenes e información en el ordenador a través de teclado, dispositivo señalador, un script que contiene código de programa informático escrito en un lenguaje scripting u otros dispositivos de entrada (no se muestran), tales como un micrófono, etc. Estos y otros dispositivos de entrada a menudo se conectan a la unidad de procesamiento a través de conexiones conocidas eléctricas, ópticas o inalámbricas.

El ordenador principal que efectúa muchos aspectos de las invenciones típicamente funcionará en un entorno en red usando conexiones lógicas a uno o más ordenadores remotos o fuentes de datos, que se describen adicionalmente más adelante. Los ordenadores remotos pueden ser otro ordenador personal, un servidor, un router, un PC en red, un dispositivo igual u otro nodo de red común, y típicamente incluyen muchos o todos los elementos descritos anteriormente respecto al sistema informático principal en la que se plasman la invenciones. Las conexiones lógicas entre ordenadores incluyen una red de área local (LAN), una red de área ancha (WAN), y LAN inalámbricas (WLAN) que se presentan aquí a modo de ejemplo y no limitación. Tales entornos en red son lugares comunes en redes informáticas por oficinas o empresas, intranets e internet.

Cuando se usa en un entorno en red LAN o WLAN, el sistema informático principal que implementa aspectos de la invención se conecta a la red local a través de una interfaz o adaptador de red. Cuando se usa en un entorno en red WAN o WLAN, el ordenador puede incluir un módem, un enlace inalámbrico u otros mecanismos para establecer comunicaciones en la red de área amplia, tal como internet. En un entorno en red, módulos de programa representados respecto al ordenador, o porciones del mismo, pueden ser almacenados en un dispositivo remoto de almacenamiento en memoria. Se apreciará que las conexiones de red descritas o mostradas son ejemplares y se pueden usar otros mecanismos para establecer comunicaciones en redes de área amplia o internet.

En vista de la descripción detallada anterior de realizaciones preferidas de la presente invención, los expertos en la técnica entenderán fácilmente que la presente invención es susceptible de amplia utilidad y aplicación. Si bien se

5 han descrito diversos aspectos en el contexto de una realización preferida, aspectos, rasgos y metodologías adicionales de la presente invención serán fácilmente discernibles a partir de la descripción en esta memoria, por expertos en la técnica. Muchas realizaciones y adaptaciones de la presente invención distintas a las descritas en esta memoria, así como muchas variaciones, modificaciones y disposiciones y metodologías equivalentes, serán evidentes o razonablemente sugeridas por la presente invención y la descripción anterior de las mismas, sin salir del alcance de la presente invención. Es más, cualquier secuencia(s) y/u orden temporal de etapas de diversos procesos descritos y reivindicados en esta memoria son los considerados el mejor modo contemplado para llevar a cabo la presente invención. También se debe entender que, aunque etapas de diversos procesos pueden ser mostrados y descritos como que están en una secuencia u orden temporal preferidos, las etapas de cualquiera de tales procesos no se limitan a ser llevadas a cabo en cualquier secuencia u orden particulares, ausente una indicación específica de tales para lograr un resultado pretendido particular. En la mayoría de casos, las etapas de tales procesos pueden ser llevadas a cabo en una variedad de diferentes secuencias y órdenes, mientras todavía se encuentran dentro del alcance de las presentes invenciones. Adicionalmente, algunas etapas pueden ser llevadas a cabo simultáneamente.

15 Las realizaciones se han elegido y descrito a fin de explicar los principios de las invenciones y su aplicación práctica en cuanto permitir a otros expertos en la técnica en la técnica utilizar las invenciones y diversas realizaciones y con diversos modificaciones ya que son idóneas para el uso particular contemplado. Realizaciones alternativas se harán evidentes a los expertos en la técnica a los que atañe las presente invenciones sin apartarse de su alcance. Por consiguiente, el alcance de las presentes invenciones es definido por las reivindicaciones anexas en lugar de la descripción anterior y las realizaciones ejemplares descritas en la misma.

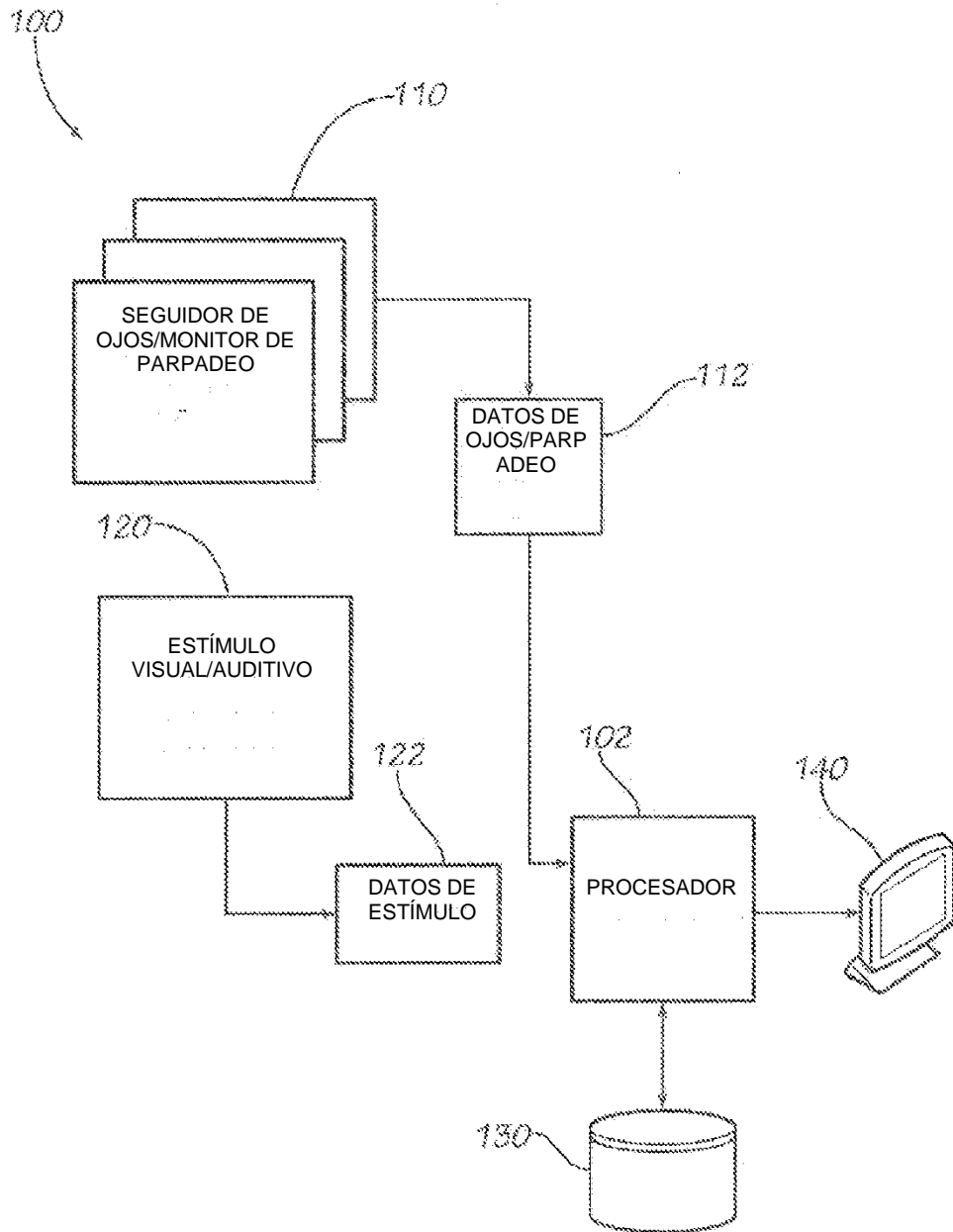
20

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para determinar una medida de cautivación de un individuo con respecto a un estímulo, el método no es un método en sentido estricto para diagnóstico médica, que comprende las etapas de:
- 10 recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo al estímulo;  
sincronizar, por medio de software ejecutado en un procesador, los datos de parpadeo recibidos con el estímulo;  
10 identificar, por medio de software ejecutado en el procesador, un patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados;  
en donde identificar el patrón de inhibición de parpadeo comprende determinar una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para el individuo,  
15 o en donde identificar el patrón de inhibición de parpadeo comprende determinar una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en comparación con medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo;  
comparar, por medio de software ejecutado en el procesador, el patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados con el estímulo para identificar una porción del estímulo contemporánea con el patrón de inhibición de parpadeo,  
20 por lo que el patrón de inhibición de parpadeo indica un marcador de cautivación del individuo con la porción contemporánea del estímulo; y  
categorizar el individuo en una o más categorías predefinidas sobre la base del marcador de cautivación.
- 25 2. Un sistema (100) para determinar una medida de cautivación de un individuo con respecto a un estímulo, que comprende:
- 30 un procesador (102); software para ejecutar en el procesador para recibir datos de parpadeo indicativos de las respuestas de parpadeo del individuo al estímulo;  
software para ejecutar en el procesador para sincronizar los datos de parpadeo recibidos con el estímulo;  
software para ejecutar en el procesador para identificar un patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados;  
en donde identificar el patrón de inhibición de parpadeo comprende determinar una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para el individuo, o en donde identificar el patrón de inhibición de parpadeo comprende determinar una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en comparación con medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo;  
35 software para ejecutar en el procesador para comparar el patrón de inhibición de parpadeo en los datos de parpadeo sincronizados con el estímulo para identificar una porción del estímulo contemporánea con el patrón de inhibición de parpadeo,  
40 por lo que el patrón de inhibición de parpadeo indica un marcador de cautivación del individuo con la porción contemporánea del estímulo; y  
software para ejecutar en el procesador para categorizar el individuo en una o más categorías predefinidas sobre la base del marcador de cautivación.
- 45 3. El método de la reivindicación 1 o el sistema de la reivindicación 2, que comprende además:
- 50 recibir, o software para ejecutar en el procesador para recibir, datos de movimiento de ojo indicativos de los movimientos de ojos del individuo con respecto al estímulo;  
determinar, por medio de software ejecutado en el procesador, o software para ejecutar en el procesador para determinar, a partir de los datos de movimiento de ojo una pluralidad de ubicaciones de fijación con respecto al estímulo; y  
comparar, por medio de software ejecutado en el procesador, o software para ejecutar en el procesador para comparar la pluralidad de ubicaciones de fijación con el estímulo en la porción contemporánea del estímulo.
- 55 4. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el estímulo comprende uno o más de lo siguiente: un estímulo dinámico, un estímulo visual dinámico, un estímulo visual prerregistrado, un estímulo auditivo prerregistrado, un estímulo audiovisual prerregistrado, un estímulo visual en vivo, un estímulo auditivo en vivo, un estímulo audiovisual en vivo, un estímulo visual o audiovisual bidimensional, o un estímulo visual o audiovisual tridimensional.
- 60 5. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la medida, el patrón o el periodo de inhibición de parpadeo comprenden o son determinados a partir de una tasa media de parpadeo para el individuo durante el estímulo.
- 65



6. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la porción contemporánea del estímulo comprende la totalidad del estímulo.
- 5 7. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la medida, el patrón o el periodo de inhibición de parpadeo comprenden o son determinados a partir de una tasa de parpadeo momento a momento para el individuo.
- 10 8. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la medida, el patrón o el periodo de inhibición de parpadeo comprenden o son determinados a partir de una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo o una medida de varianza en una tasa media de parpadeo para el individuo.
- 15 9. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la medida, el patrón o el periodo de inhibición de parpadeo comprenden o son determinados a partir de una medida de una tasa instantánea de parpadeo para el individuo en cierto instante en comparación con una tasa media de parpadeo para un grupo de control.
- 20 10. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la medida o el patrón de inhibición de parpadeo comprenden una medida de los datos de parpadeo sincronizados en comparación con datos de parpadeo de control predeterminados, o una medida de inhibición de parpadeo respecto a un acontecimiento en el estímulo.
- 25 11. El método o sistema de reivindicación 10, en donde el acontecimiento en el estímulo comprende un acontecimiento físico o un acontecimiento afectivo.
- 30 12. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el marcador de cautivación está relacionado con todo, una porción o una porción prominente del estímulo.
- 35 13. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde la etapa de sincronizar comprende, o el software para sincronizar comprende además software para ejecutar en el procesador para bloquear en el tiempo o correlacionar en el tiempo los datos de parpadeo con el estímulo.
- 40 14. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde los datos de parpadeo corresponden a una tasa de cambio del tamaño de pupila del individuo, o a cierre de párpado del individuo.
- 45 15. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende además la etapa de convertir, por medio de software ejecutado en el procesador, o que comprende software para ejecutar en el procesador para convertir, los datos de parpadeo a formato binario para comparación.
16. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, que comprende además la etapa de categorizar, por medio de software ejecutado en el procesador, o software para ejecutar en el procesador para categorizar, los datos de parpadeo según parámetros demográficos predeterminados.
17. El método o sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en donde el estímulo es un estímulo auditivo, un estímulo visual dinámico o un estímulo visual estático.



SISTEMA EJEMPLAR DE MONITORIZACIÓN DE PARPADEO Y/O DE OJOS

FIG. 1A

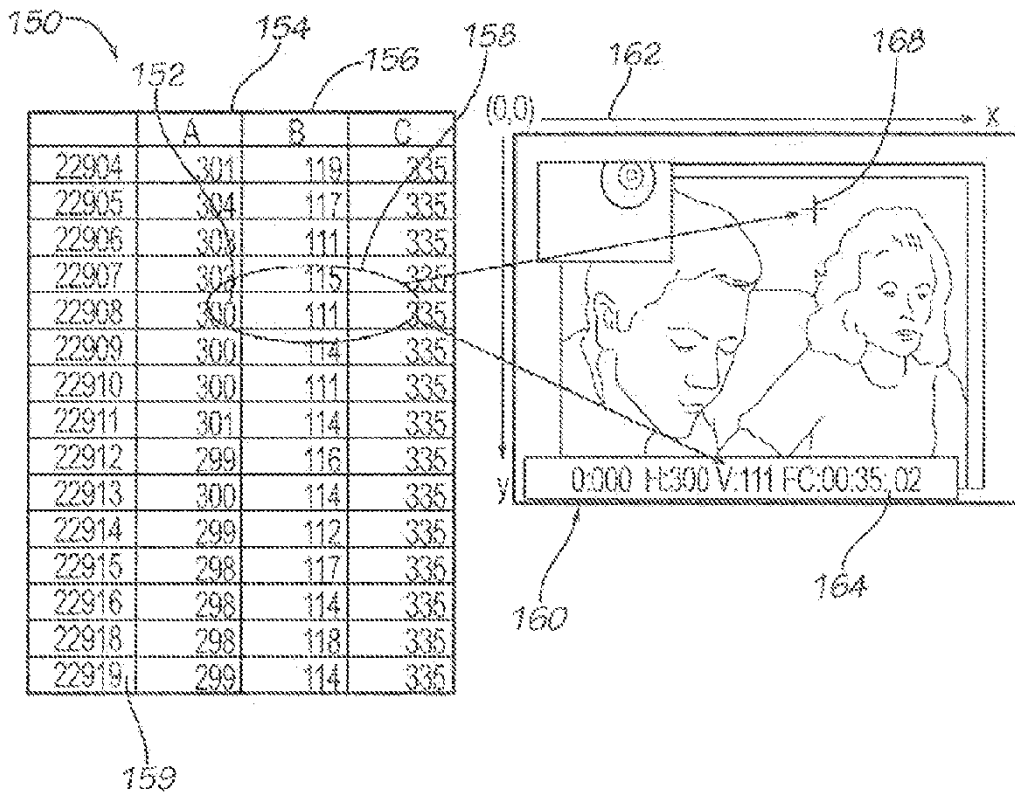
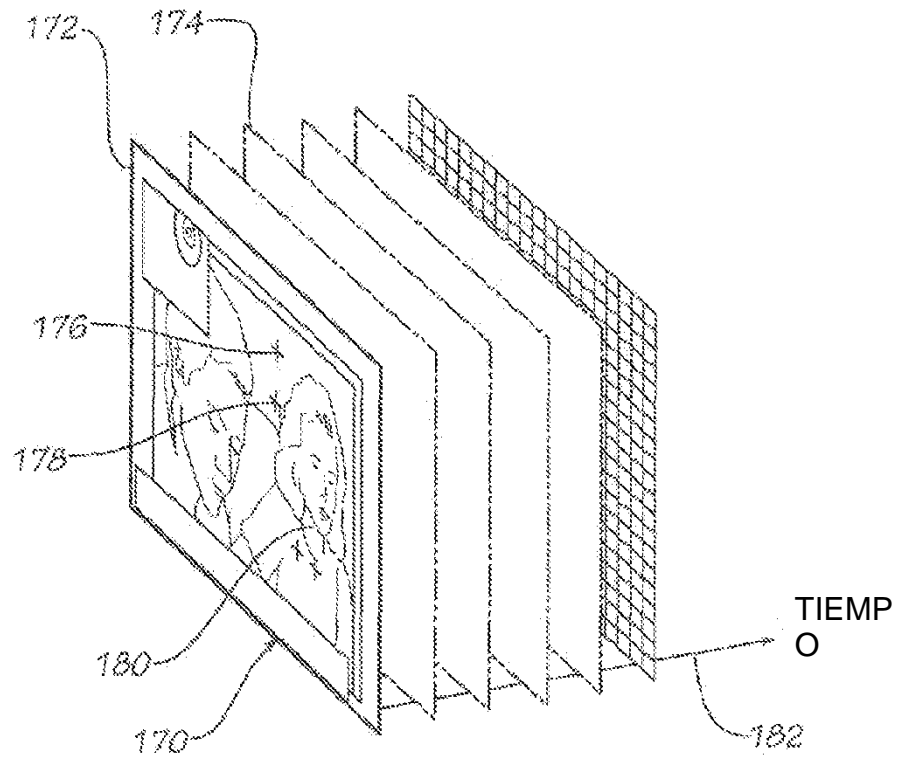


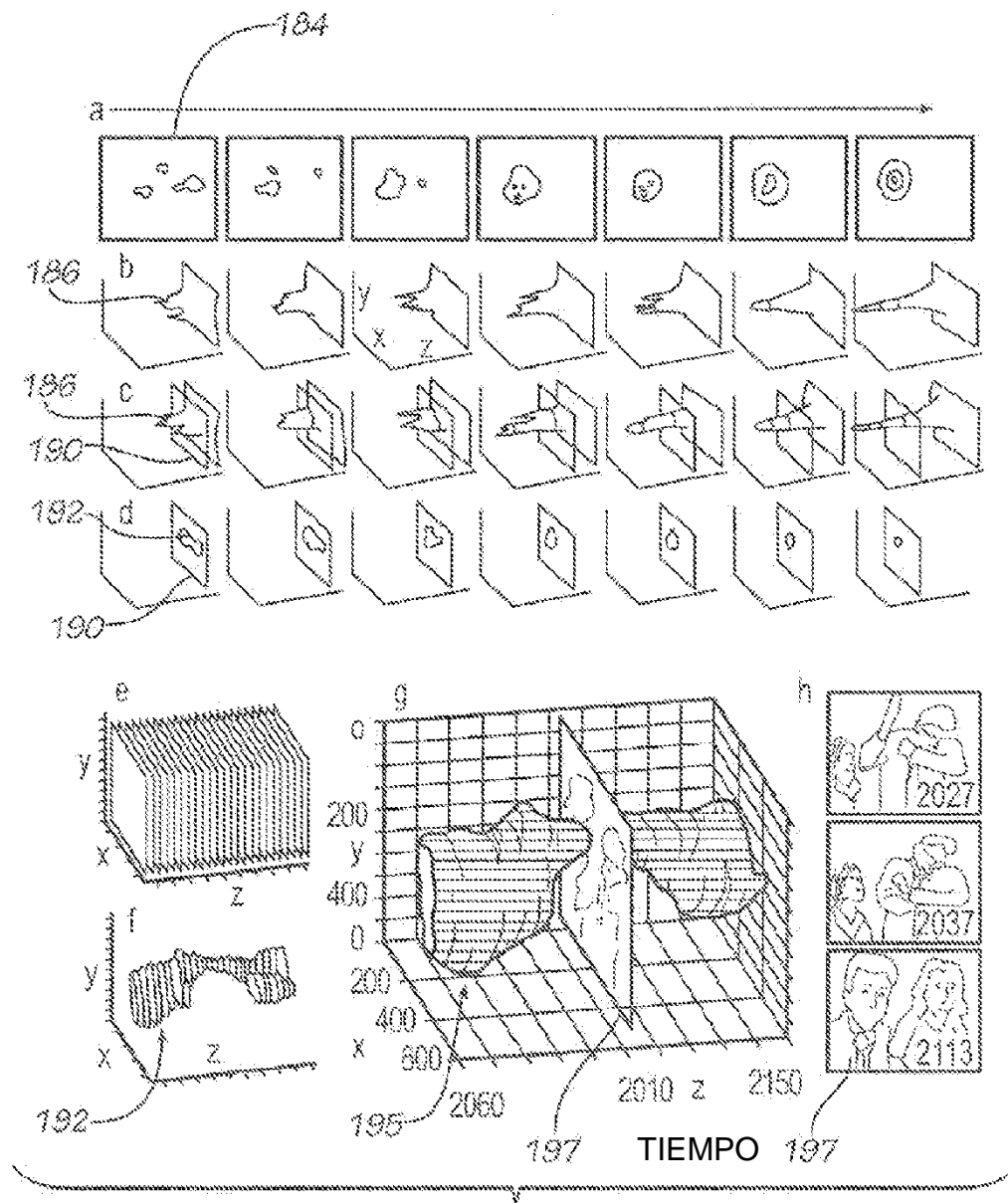
FIG. 1B

DATOS EJEMPLARES INDICATIVOS DE RESPUESTA OCULAR (MOVIMIENTO DE OJO)



EXPOSICIÓN EJEMPLAR DE PORCIONES DE UN ESTÍMULO VISUAL DINÁMICO

FIG. 1C



GENERACIÓN EJEMPLAR DE EXPOSICIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS VISUALES

FIG. 1D

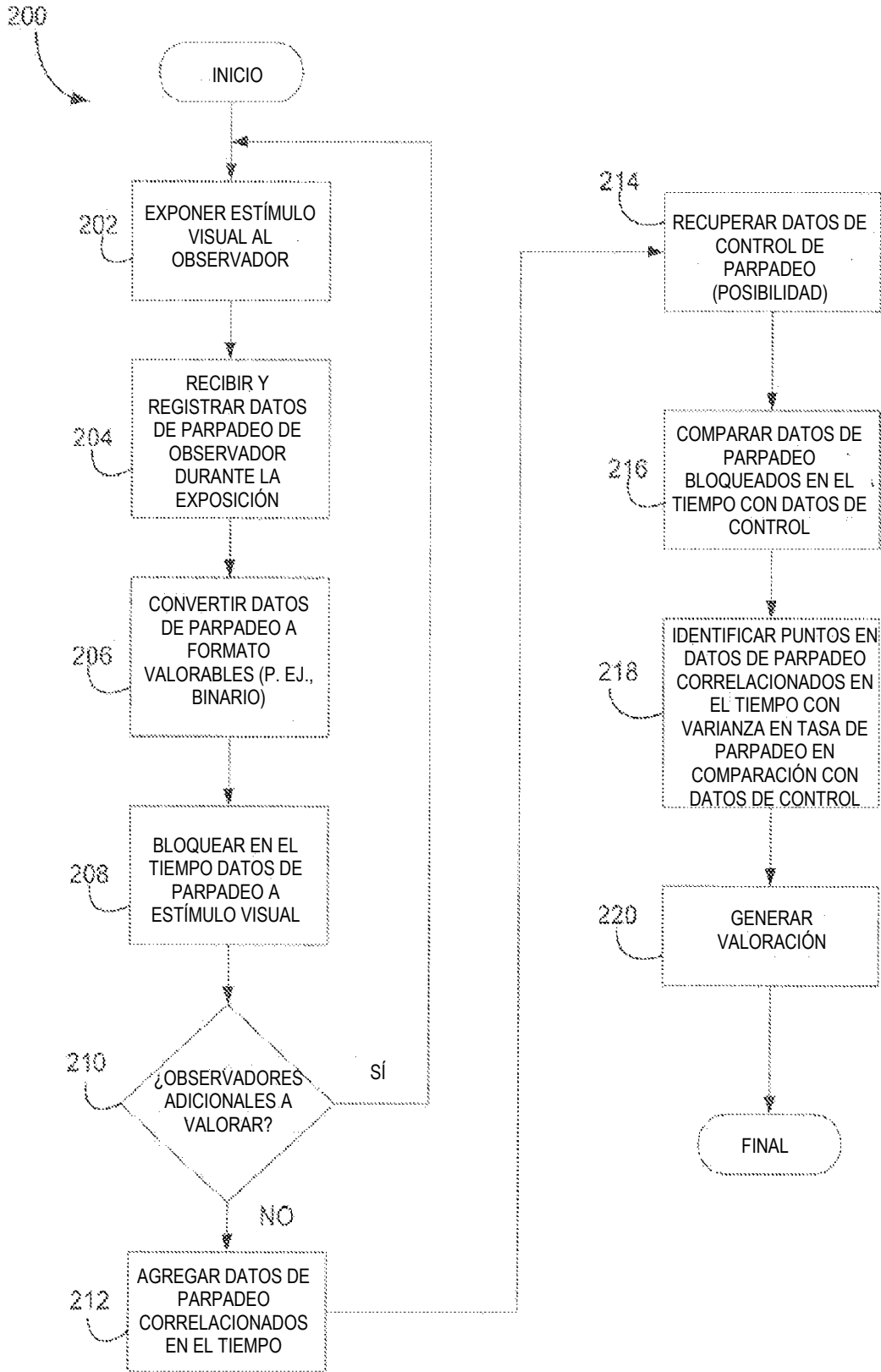
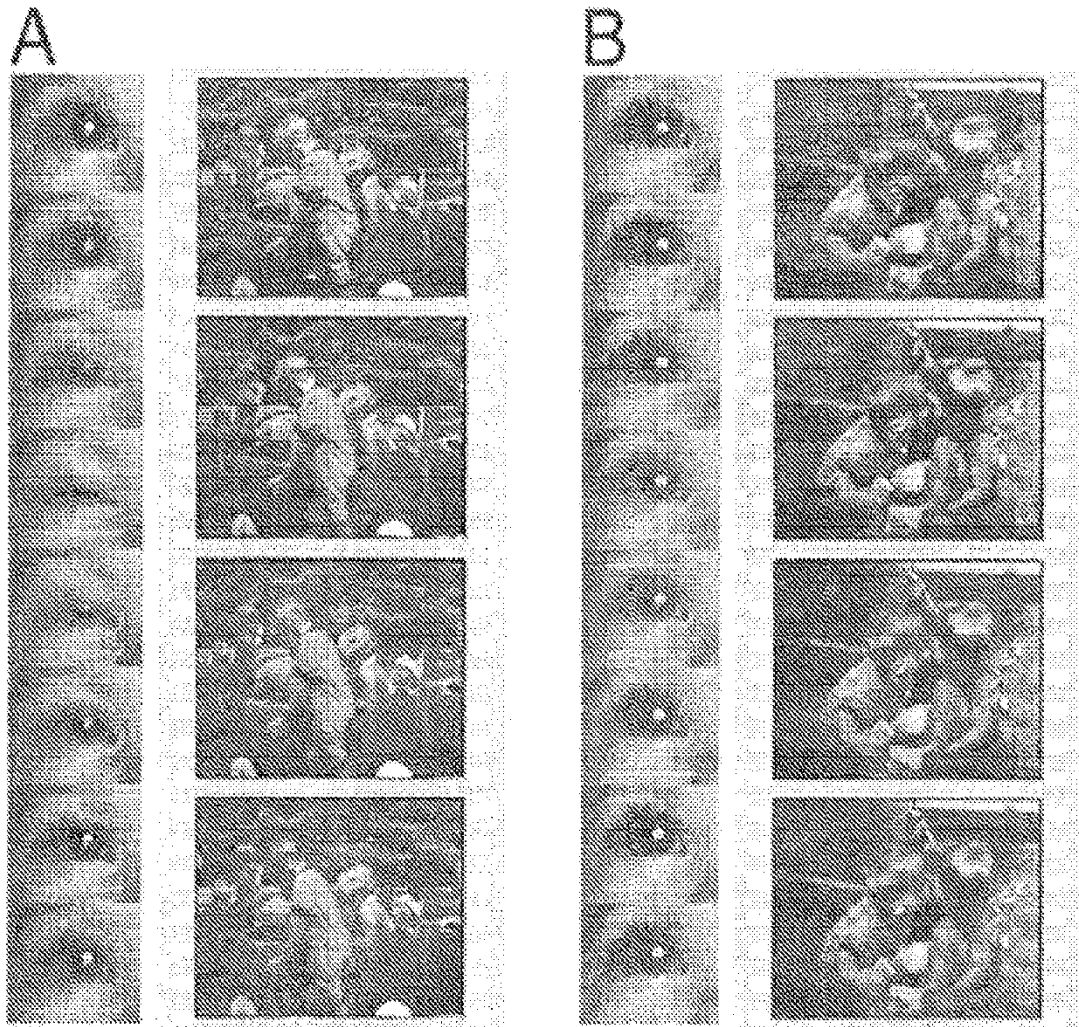
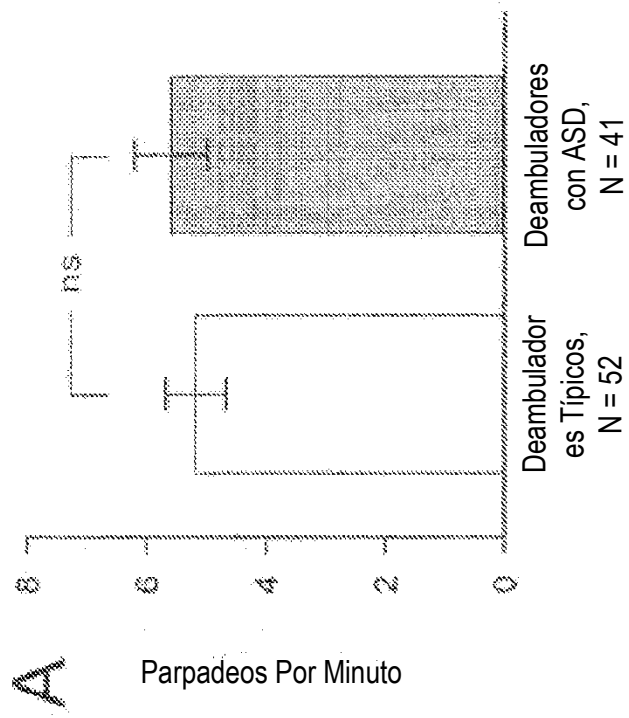


FIG 2 - PROCESO EJEMPLAR DE RECOGIDA Y VALORACIÓN DE DATOS



**FIG 3** - INHIBICIÓN DE PARPADEO Y DE PARPADEO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO MIENTRAS SE VISUALIZA UN ESTÍMULO VISUAL



**FIG. 4 - COMPARACIÓN DE TASA DE PARPADEO ENTRE DEAMBULADORES TÍPICOS Y DEAMBULADORES CON ASD**



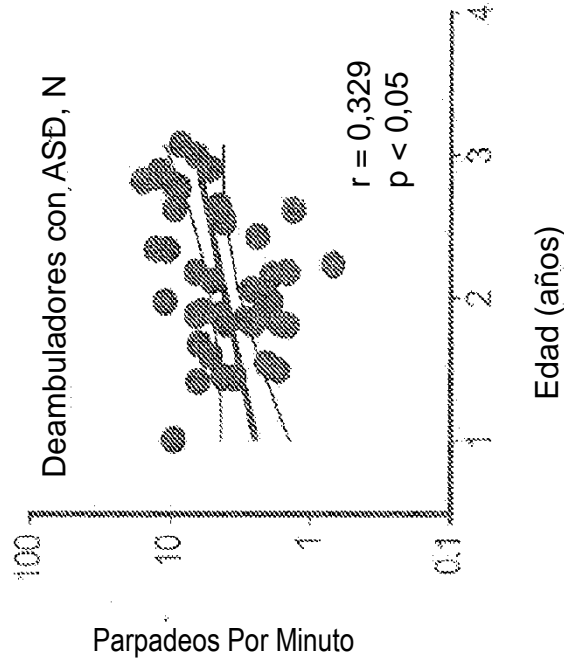


FIG. 5B

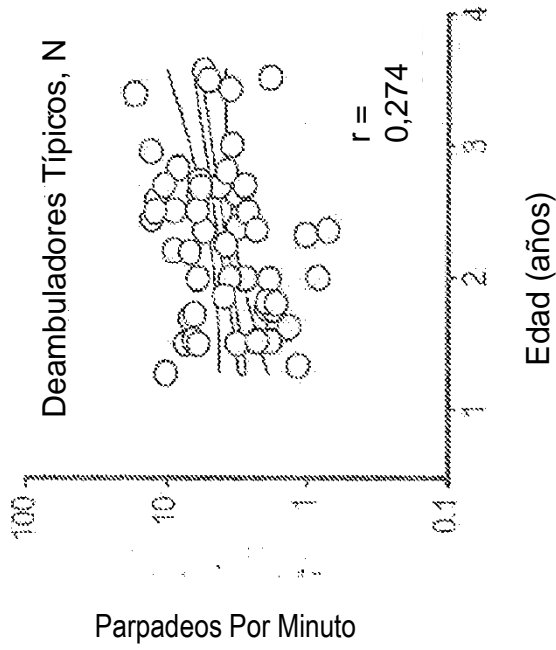


FIG. 5A

TASAS DE PARPADO DE DEAMBULADORES CORRELACIONADA CON EDAD

FIG. 5

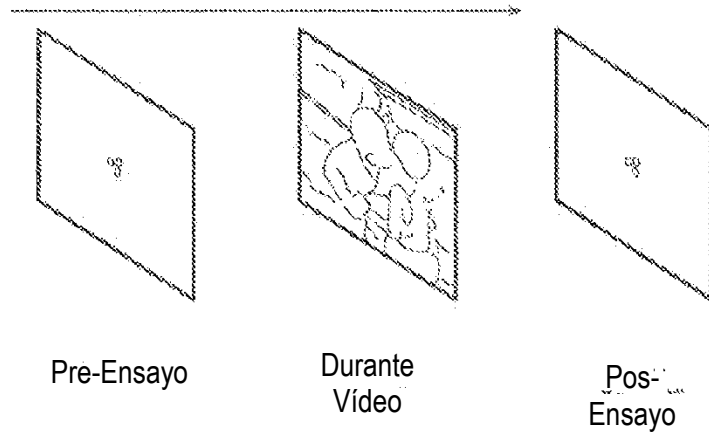


FIG. 6A

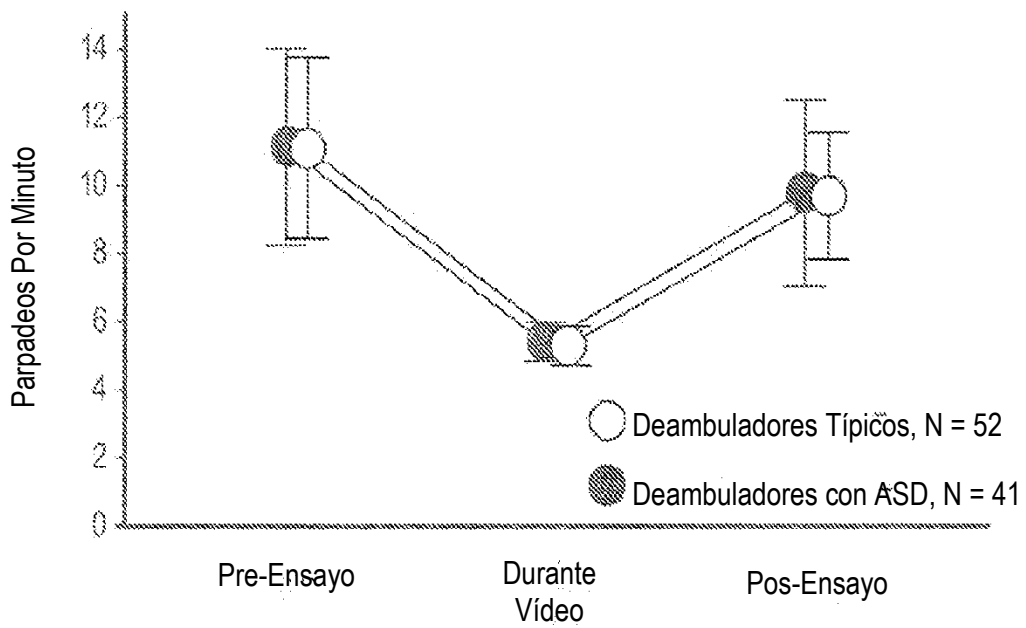


FIG. 6B

MODULACIÓN DE PARPADEO DEPENDIENTE DE TAREA

FIG. 6

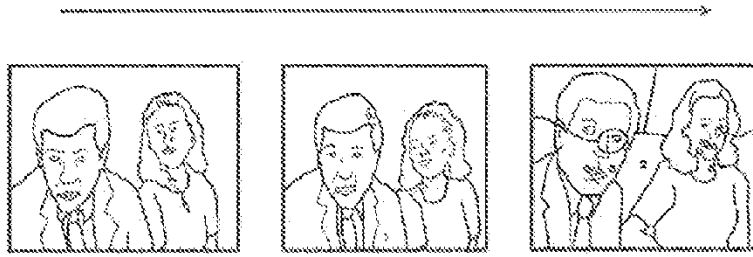


FIG. 6D

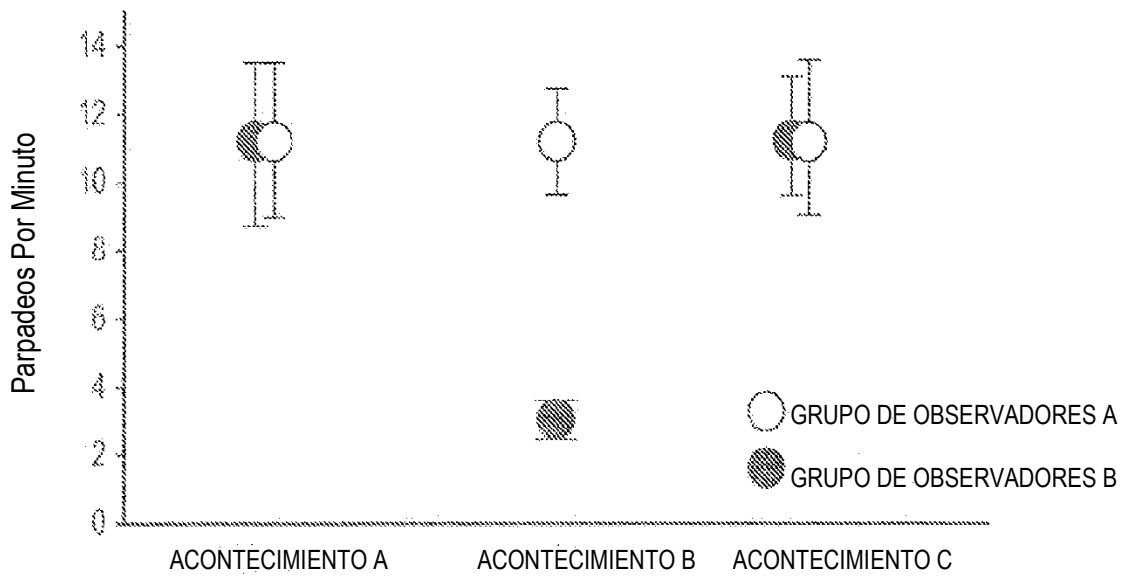
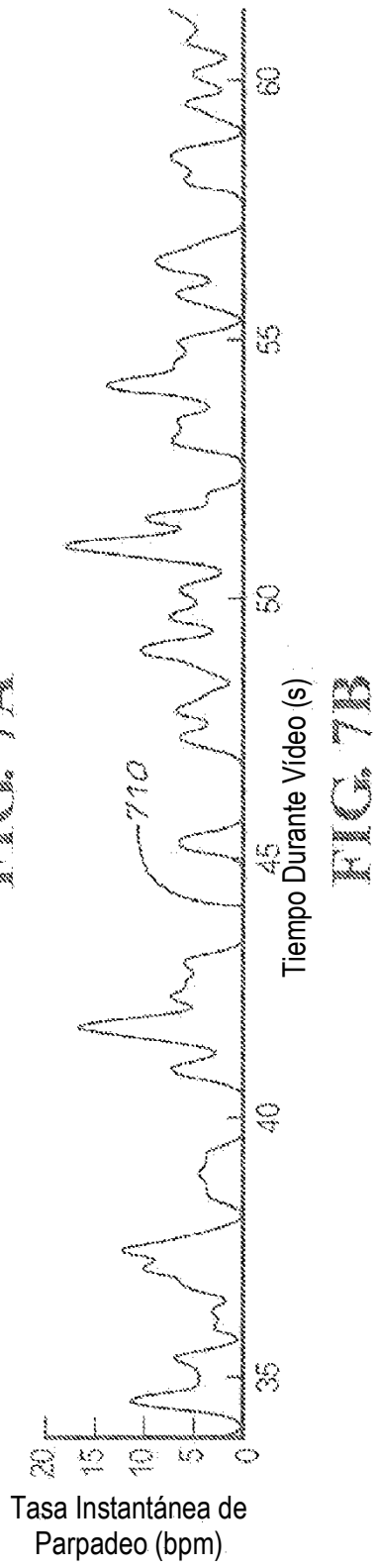
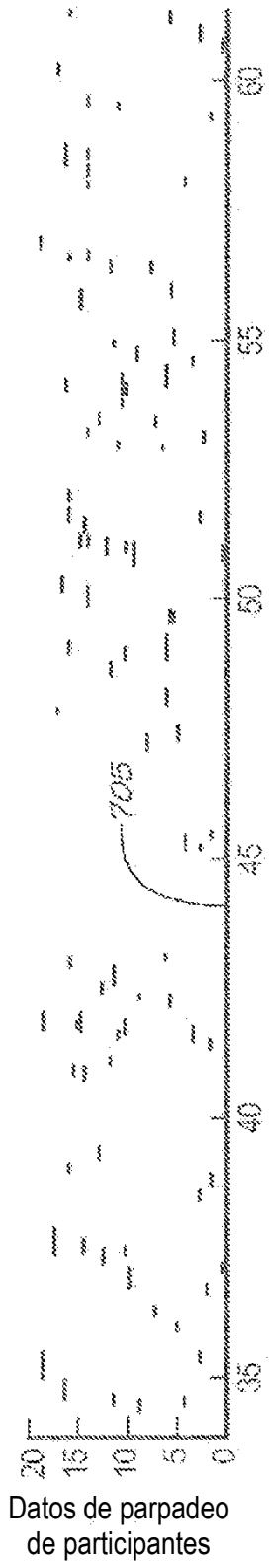


FIG. 6E

COMPARACIÓN DE MODULACIÓN DEPENDIENTE DE TAREA DEL PARPADEO ENTRE DOS GRUPOS DE OBSERVADORES DIFERENTES

FIG. 6C



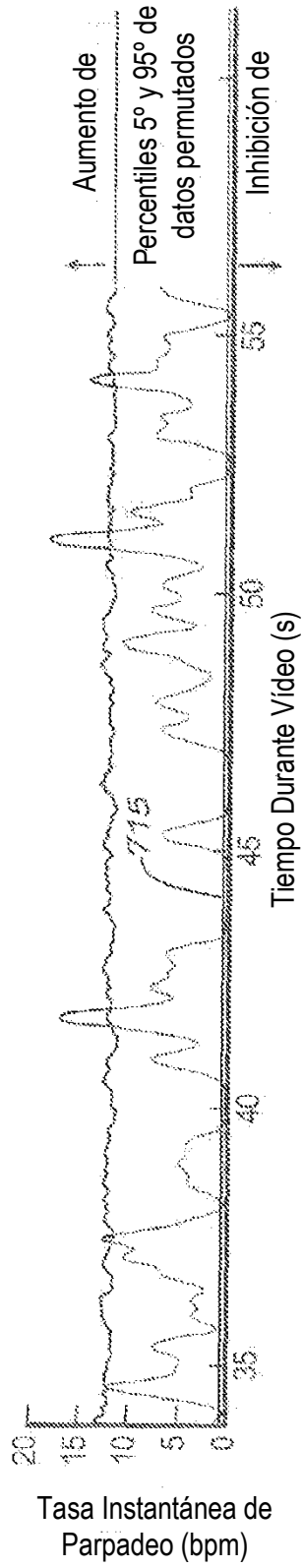


FIG. 7C

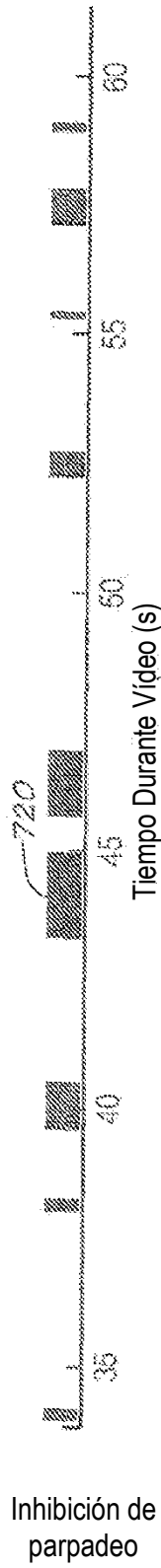


FIG. 7D

DATOS DE INHIBICIÓN DE PARPADEO CORRELACIONADOS CON  
FIG. 7

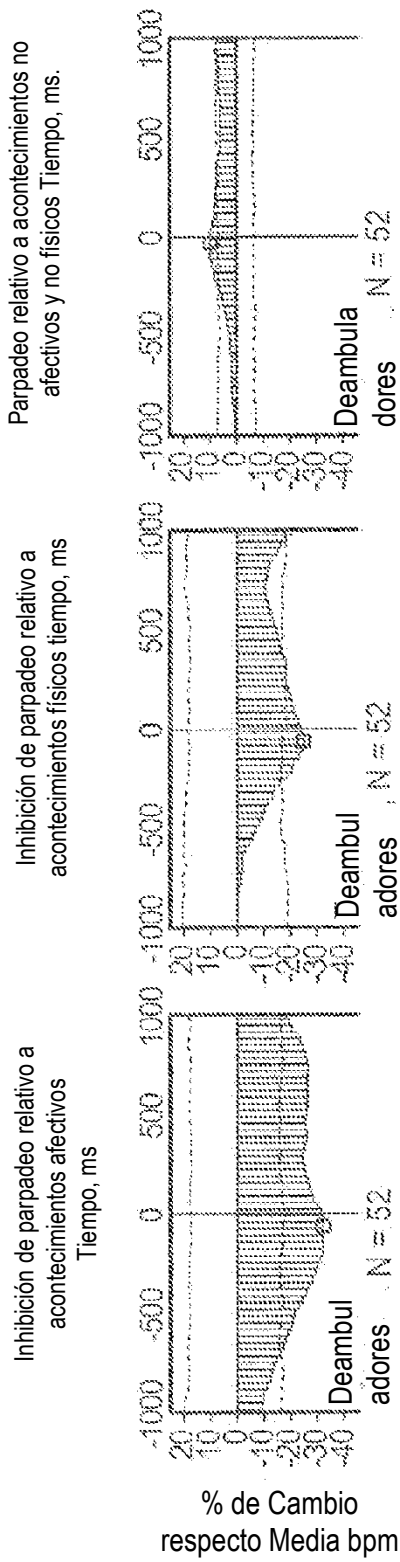


FIG. 8A

FIG. 8B

FIG. 8C

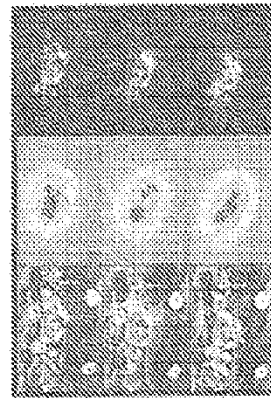


FIG. 8D

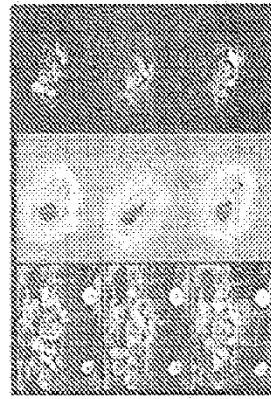


FIG. 8E

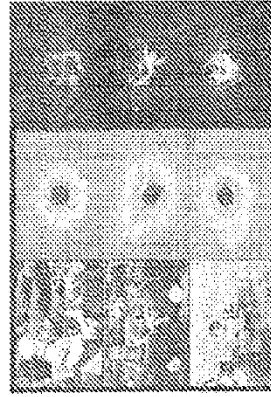


FIG. 8F

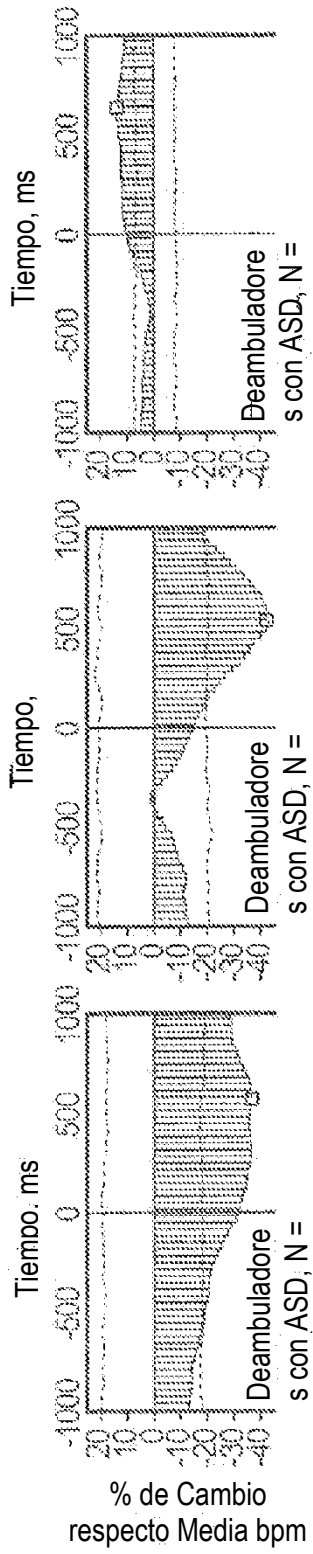


FIG. 8I

FIG. 8H

FIG. 8G

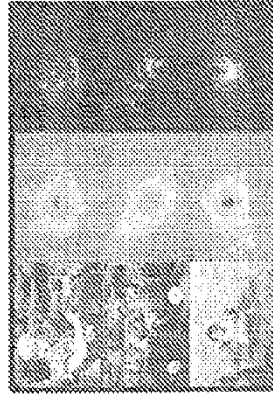


FIG. 8L

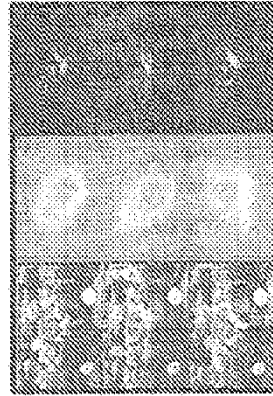


FIG. 8K

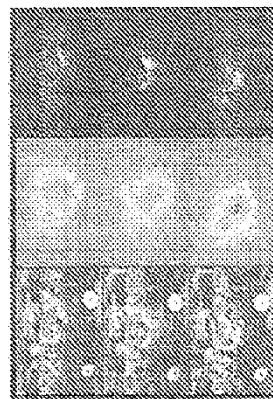


FIG. 8J

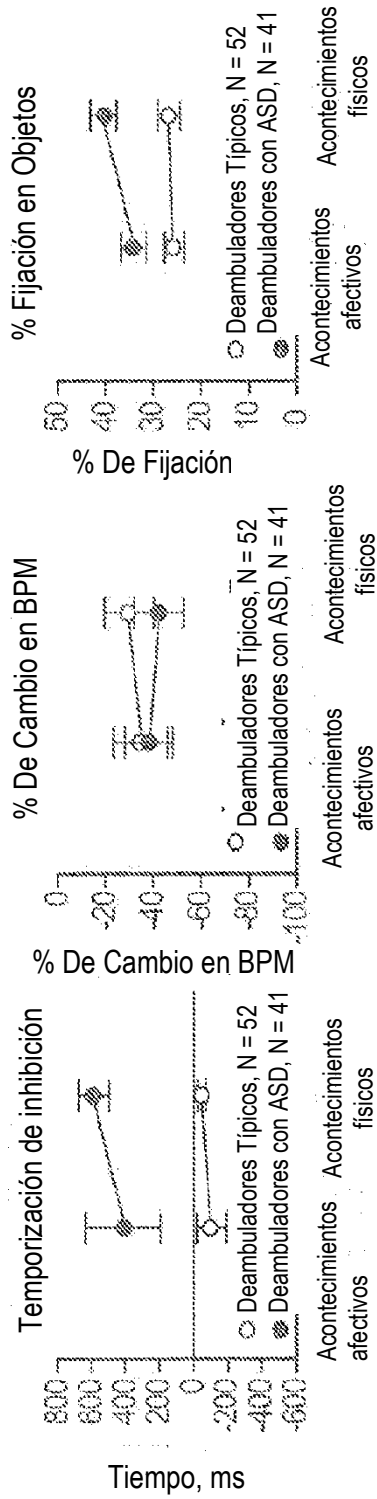


FIG. 8O

FIG. 8N

FIG. 8M

INHIBICIÓN DE PARPADEO. COMPARACIÓN CORRELACIONADA CON DIVERSOS ACONTECIMIENTOS  
 FIG. 8



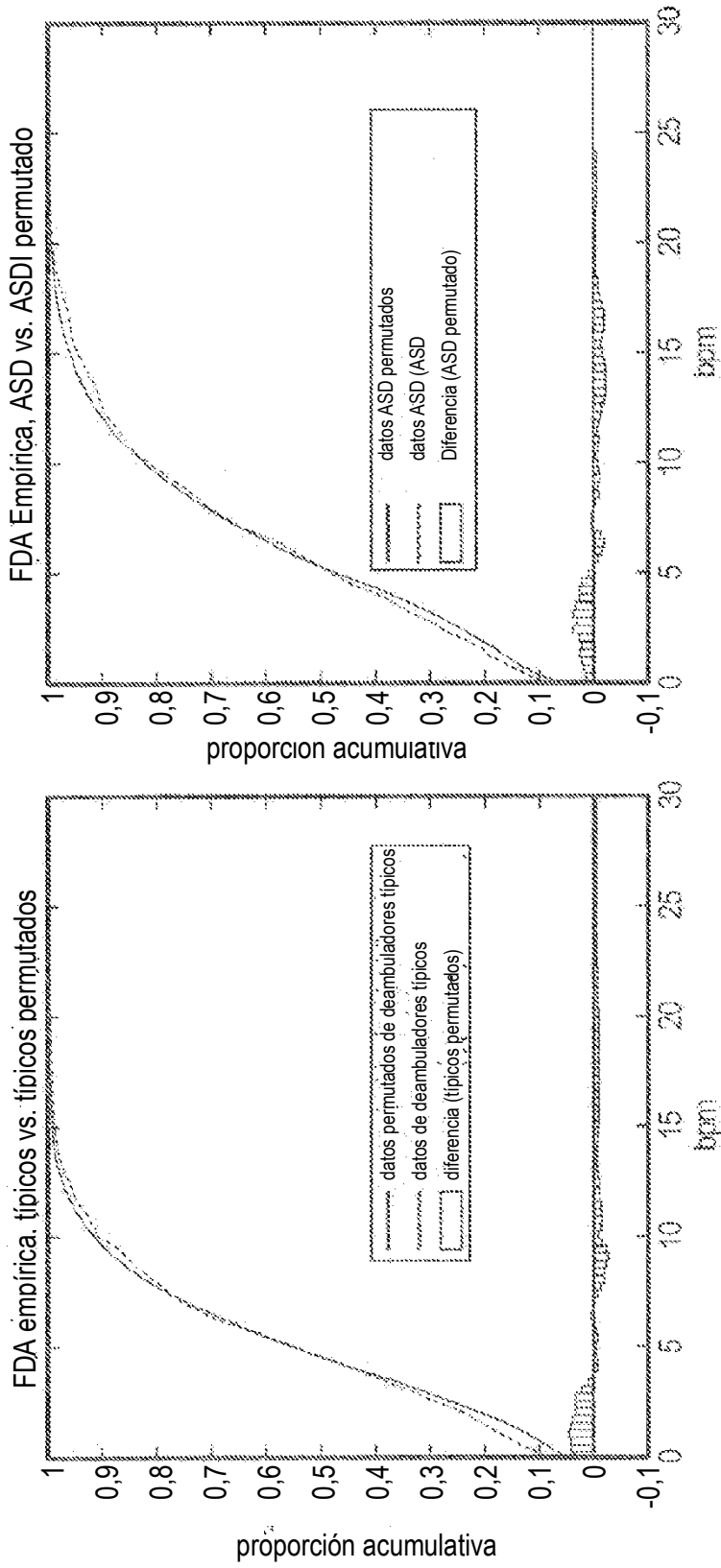


FIG. 9A

FIG. 9B

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA EMPÍRICA COMPARANDO DATOS DE PARPADEO REALES CON DATOS PERMUTADOS

FIG. 9

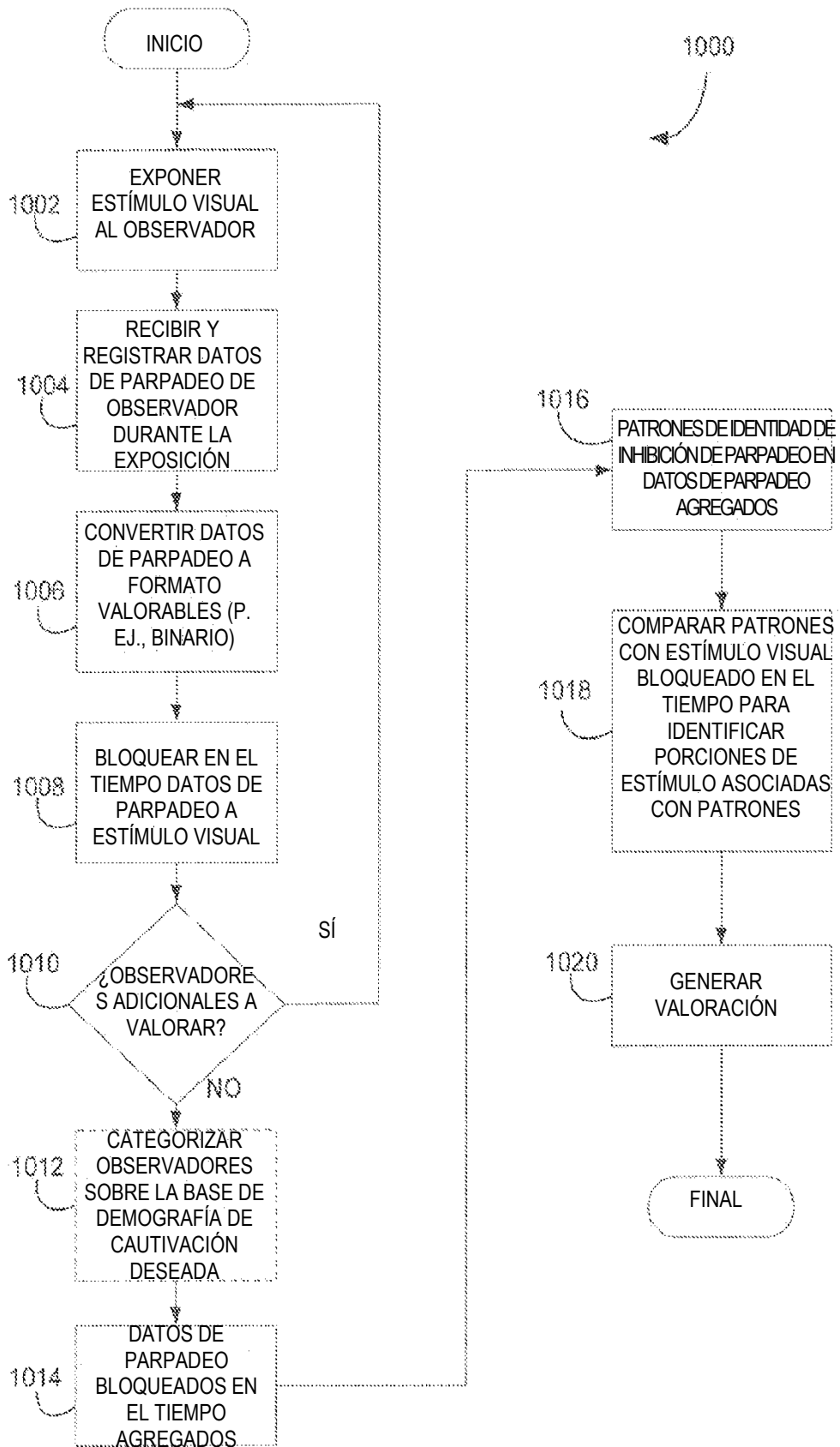


FIG. 10 - PROCESO EJEMPLAR PARA DETERMINAR ACTIVIDAD DE CAUTIVACIÓN

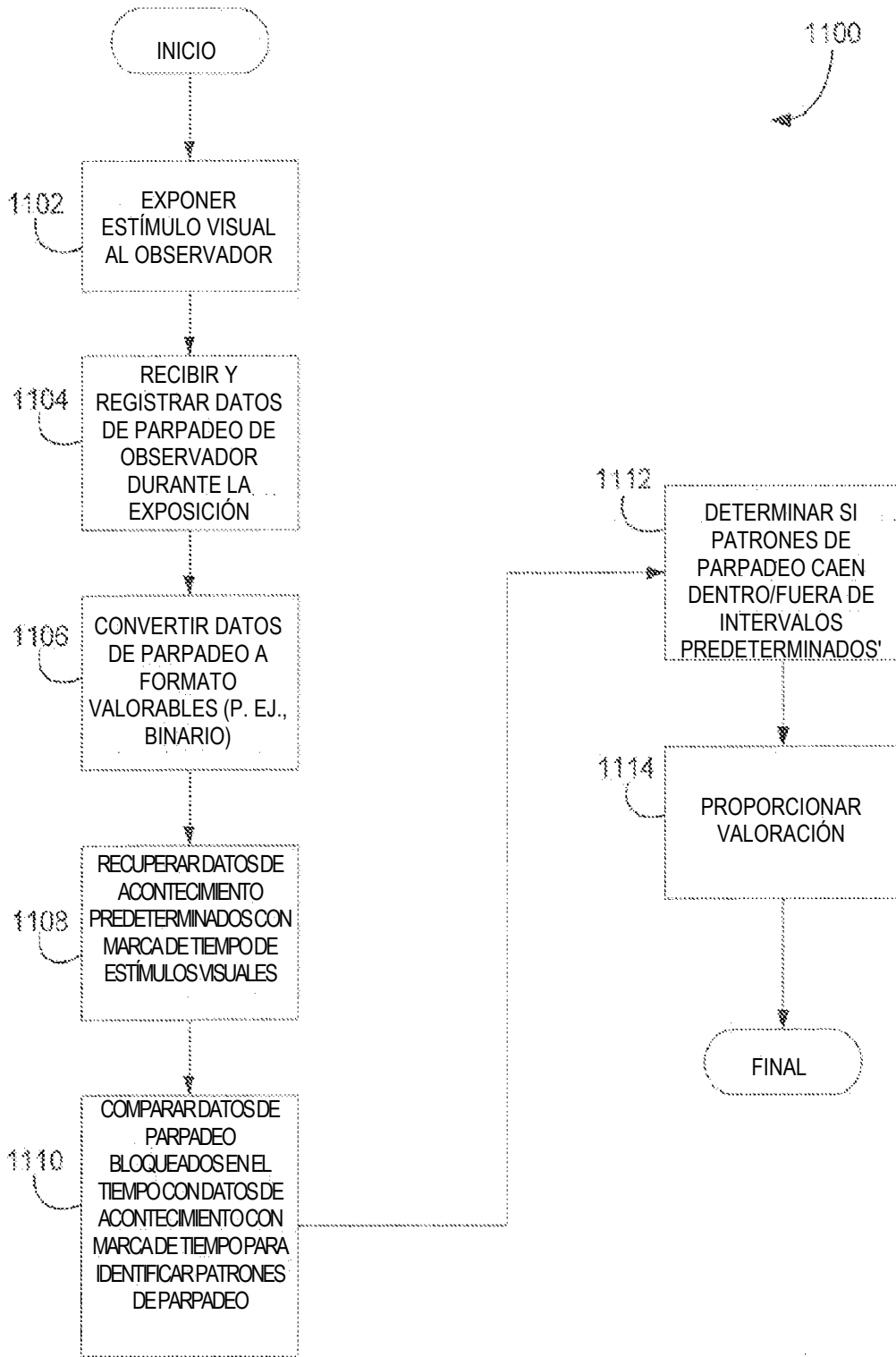


FIG. 11 - PROCESO EJEMPLAR PARA VALORAR/CATEGORIZAR OBSERVADOR

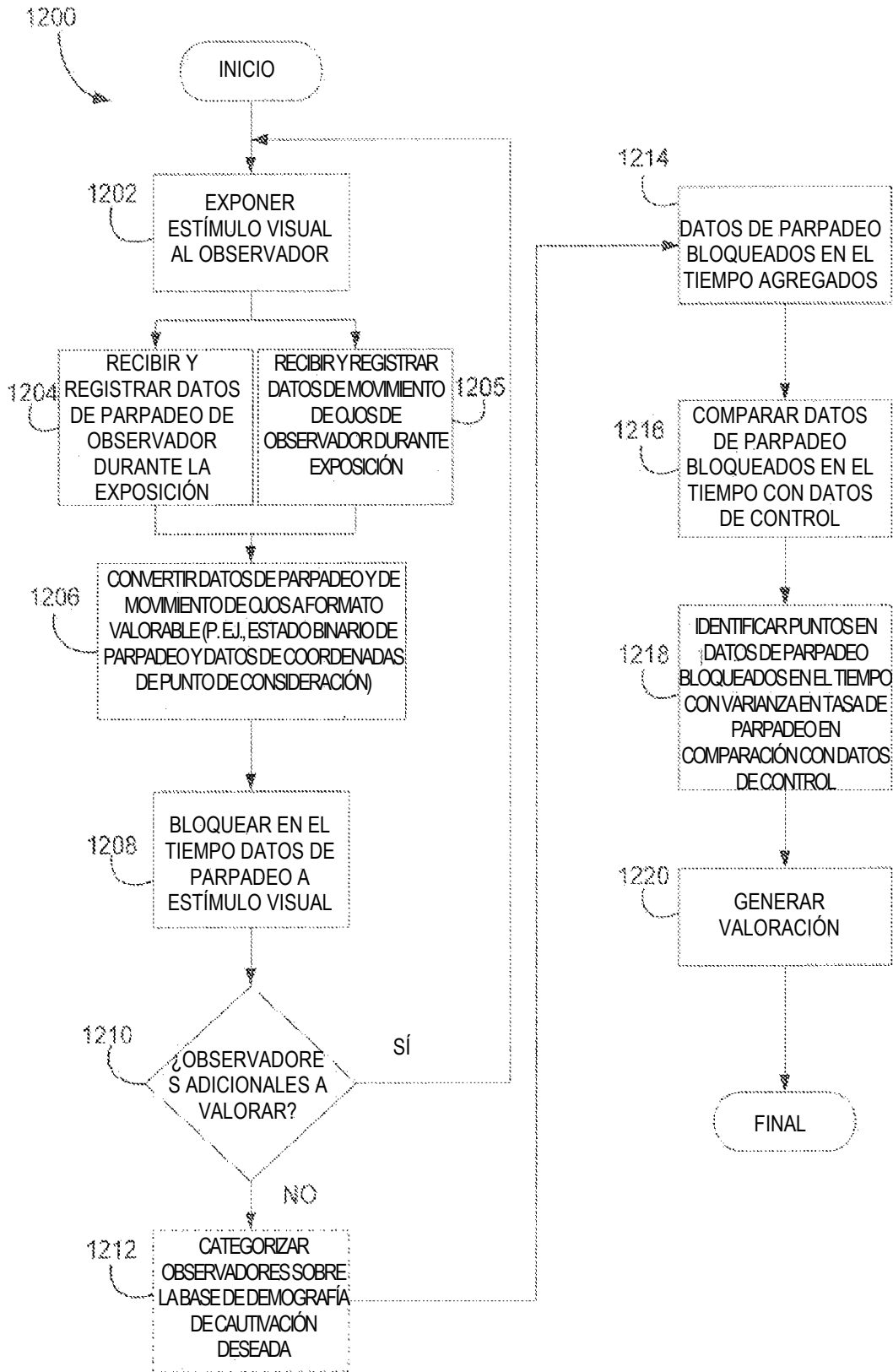


FIG. 12 - PROCESO EJEMPLAR DE RECOGIDA Y VALORACIÓN DE DATOS DE PARPADEO Y DE MOVIMIENTO DE OJOS

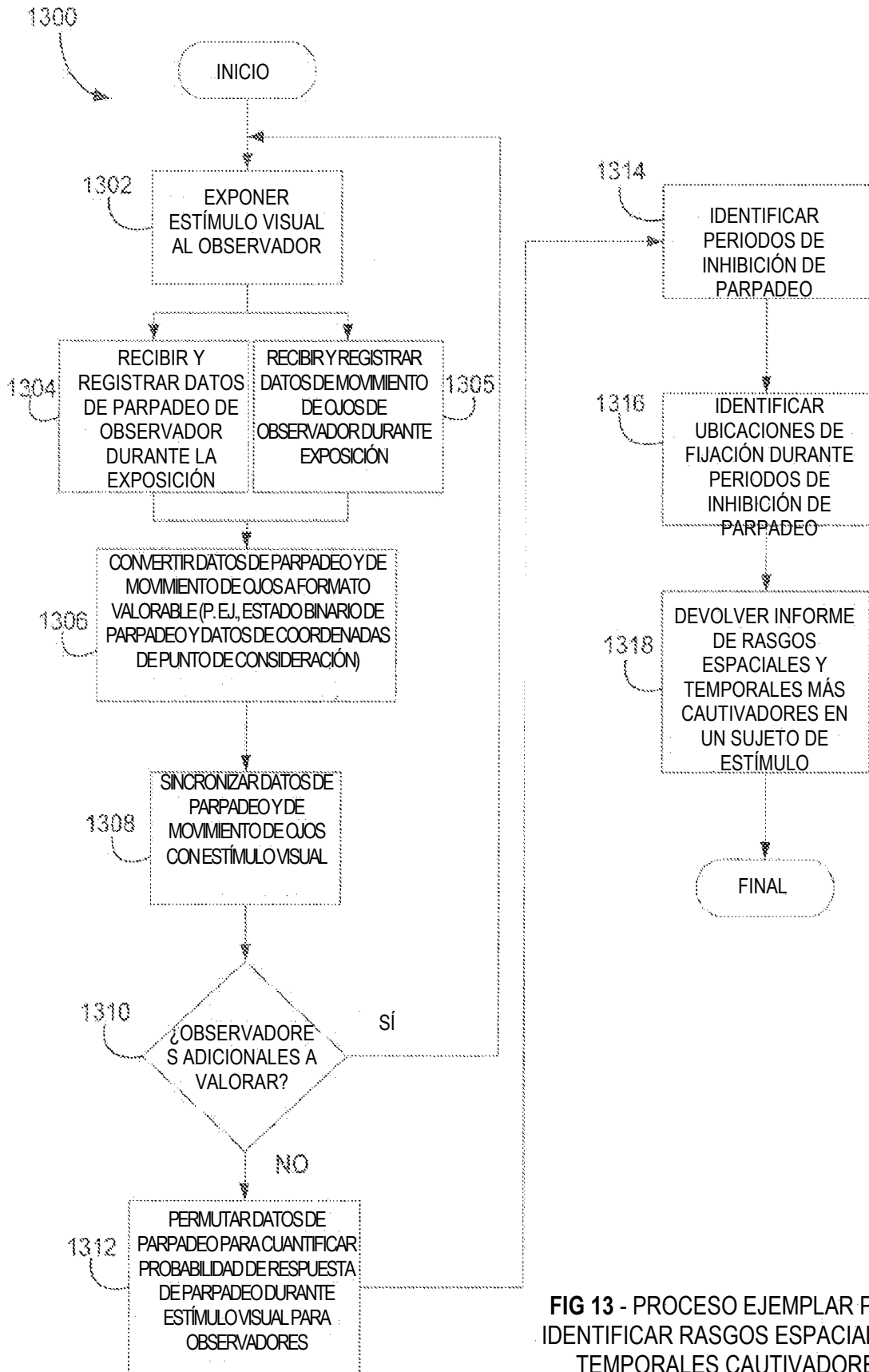


FIG 13 - PROCESO EJEMPLAR PARA IDENTIFICAR RASGOS ESPACIALES Y TEMPORALES CAUTIVADORES

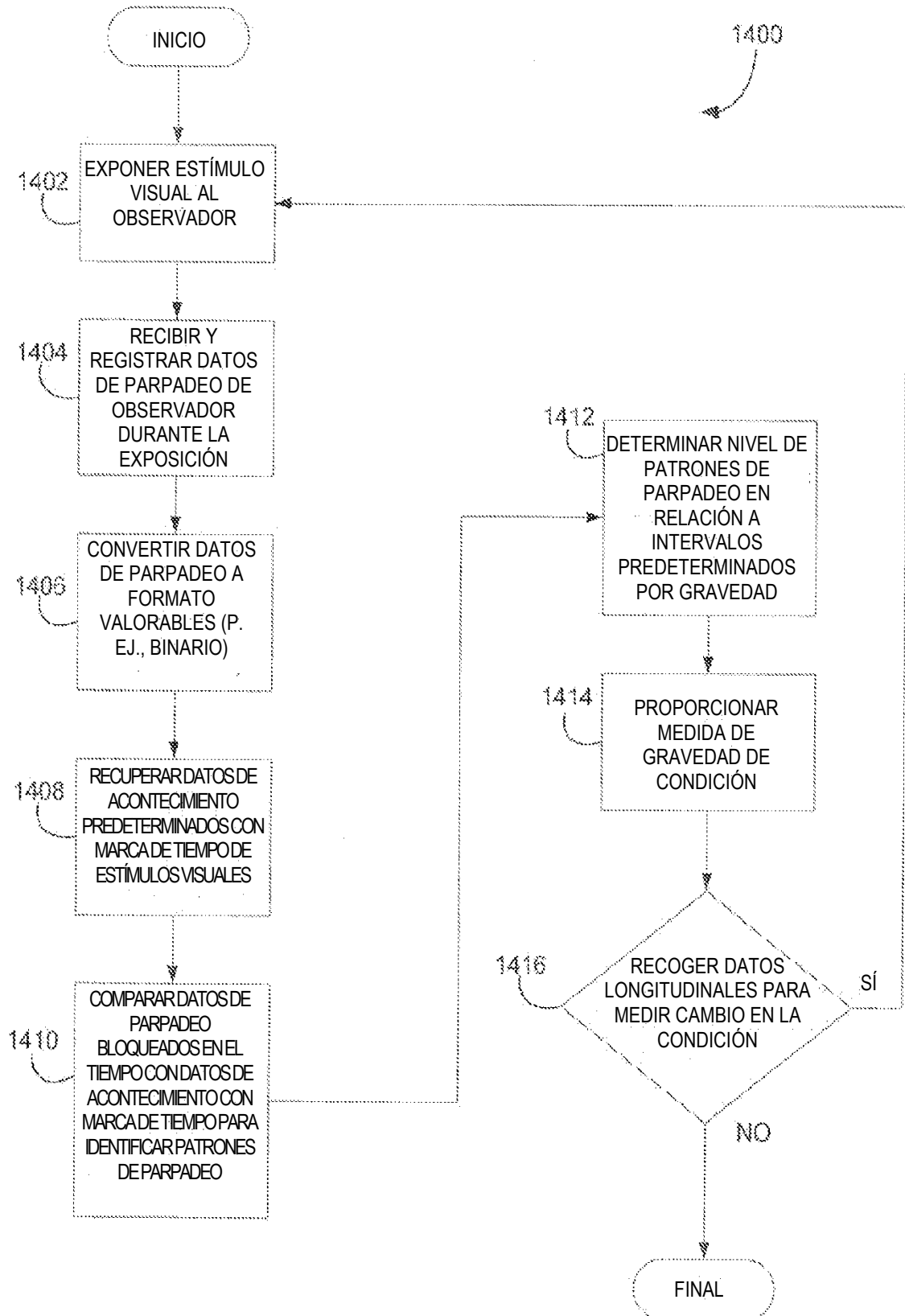


FIG. 14 - PROCESO EJEMPLAR DE VALORACIÓN DE PACIENTE/CONDICIÓN