

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 864**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/032** (2006.01)

**A61B 3/08** (2006.01)

**A61B 3/024** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2003 E 03722819 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2012 EP 1509121**

54 Título: **Aparato de visualización ocular para el tratamiento de enfermedades oculares**

30 Prioridad:

**04.05.2002 GB 0210288**

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

**28.02.2013**

73 Titular/es:

**THE UNIVERSITY OF NOTTINGHAM (100.0%)  
UNIVERSITY PARK  
NOTTINGHAM NG7 2RD, GB**

72 Inventor/es:

**SMART, PAULA;  
COBB, SUE;  
MOODY, AMANDA;  
EASTGATE, RICHARD;  
GRIFFITHS, GARETH;  
BUTLER, TOM;  
COMAISH, IAN;  
HAWORTH, STEPHEN;  
GREGSON, RICHARD;  
ASH, ISABEL y  
BROWN, SARAH**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 396 864 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**

Aparato de visualización ocular para el tratamiento de enfermedades oculares

5 Esta invención se refiere a un aparato de visualización ocular que puede ser utilizado para evaluar la función visual y la motilidad ocular, y para tratar enfermedades de las mismas. En concreto, la invención se refiere a un aparato de visualización ocular que presenta imágenes o entornos diferentes, aunque relacionados visualmente, a cada ojo, en los cuales hay al menos un objeto en movimiento. El aparato puede ser configurado como un aparato de visualización binocular interactivo. Asimismo, se refiere a procedimientos de evaluación de enfermedades oculares y a su tratamiento.

15 Hay una variedad de dolencias oculares habituales, en las cuales los ojos de una persona no trabajan correctamente combinados entre sí. Estas dolencias pueden dar como resultado una visión borrosa o doble, o la ausencia de una visión estereoscópica auténtica. Estas dolencias son el resultado a menudo de problemas físicos, esto es, estrabismo, conocido comúnmente como bizquera, que puede dar como resultado ambliopía, conocida comúnmente como "ojo vago".

20 Esta invención tiene particular relevancia para la evaluación y el tratamiento de la ambliopía u "ojo vago", sin embargo es aplicable al estudio y tratamiento de muchas dolencias oculares, y posiblemente de problemas de visión/coordinación relacionados con el cerebro, o problemas de desarrollo de rutas neurológicas.

25 La ambliopía es una dolencia del sistema visual en la cual un ojo no consigue desarrollar un nivel normal de agudeza visual durante el periodo de desarrollo de la visión en ausencia de una enfermedad ocular. La ambliopía puede ocurrir en sujetos que son estrábicos (tienen bizquera), o son ambliopes mixtos (tienen bizquera y anisometropía, tal que ambos ojos tienen errores refractivos diferentes, quedando un ojo desenfocado), o tienen cataratas lo que puede dar como resultado una ambliopía debida a la supresión de estímulos. La mala visión resultante de la ambliopía no puede ser corregida por medios ópticos. La ambliopía es una dolencia común de la infancia, que afecta quizás a un 2-3% de la población, y que puede ser arrastrada durante la vida adulta si se deja sin tratar. Aunque la mayoría de la gente se puede desenvolver con un ojo vago, pueden no tener función binocular, o tenerla reducida, y esto puede comprometer su capacidad de realizar ciertas tareas complejas, tales como volar un aeroplano o conducir un tren. Además, las personas con un ojo ambliópico que experimentan una lesión en su ojo "normal" forman una pequeña aunque significativa parte de los ciegos reconocidos.

35 Aunque se han intentado muchos tratamientos para la ambliopía, el más común continúa siendo el uso de un parche, lo que ha sido promovido durante décadas, de hecho su uso está documentado ya en el siglo XVIII. Más concretamente, el ojo no ambliópico es tapado con un parche diariamente durante periodos de tiempo prescritos (por ejemplo, varias horas al día), quizá durante varios meses, e incluso años. Tapar el ojo no ambliópico fuerza al usuario a utilizar, y por tanto a estimular, el ojo ambliópico. Un inconveniente importante del uso del parche es la adherencia del sujeto. Esto es, asegurar que el sujeto lleva el parche durante los periodos de tiempo prescritos. La mayoría de los sujetos son niños, muchos de los cuales no quieren llevar el parche ya que su visión es mucho peor cuando utilizan tan sólo el ojo vago, o son objeto de burlas cuando llevan el parche y por tanto se niegan a llevarlo. La no adherencia es una causa principal de fracaso en la técnica del parche para tratar a niños con ambliopía. Se cree que es mejor que los niños con ambliopía sean tratados antes los ocho años de edad.

45 Las búsquedas retrospectivas realizadas han identificado los siguientes documentos: GB 2 353 869, relativo a un sinoptóforo que utiliza un dispositivo de visualización computerizado para medir una bizquera; EP 0 830 839, relativo a un aparato de función de visión binocular y a un procedimiento de inspección; y US 4 756 305, relativo a un dispositivo de entrenamiento ocular.

50 El documento EP 1 082 939 divulga un sinoptóforo para la evaluación de pacientes con estrabismo.

55 La invención proporciona un aparato de visualización ocular para el tratamiento de la ambliopía, teniendo el aparato medios de presentación de imágenes adaptados para mostrar una primera imagen tan sólo a un ojo de un sujeto, y una segunda imagen diferente tan sólo al otro ojo del sujeto, siendo presentadas las imágenes primera y segunda al sujeto de modo que éste perciba una imagen compuesta, caracterizado porque la primera imagen comprende una primera sub-imagen y la segunda imagen comprende una segunda sub-imagen, produciendo las sub-imágenes cuando son superpuestas una imagen compuesta, en el que cada una de la primera sub-imagen y la segunda sub-imagen tiene un componente común superponible, visto por el sujeto, de modo que se vea como una única sub-imagen por el sujeto, y en el cual una de las sub-imágenes tiene asimismo al menos un rasgo adicional no presente en la otra sub-imagen, dispuesto el rasgo adicional para ser presentado al ojo que se comporta peor/mal con el fin de tratar la ambliopía; y en el que al menos una de las imágenes primera o segunda incluye un objeto en movimiento además de objetos estacionarios.

65 Preferiblemente, el sujeto está inmerso visualmente en las imágenes mostradas.

"Inmerso visualmente" significa que el sujeto ve sustancialmente tan sólo las imágenes mostradas. El sujeto no tiene

visión periférica significativa fuera de las imágenes mostradas, y no se distrae visualmente con facilidad por un movimiento accidental en su visión periférica. Esto es particularmente importante si los sujetos son niños, ya que éstos se distraen fácilmente.

5 El aparato puede ser denominado alternativamente como dispositivo de presentación de imágenes o dispositivo de producción de imágenes.

Preferiblemente, las imágenes son generadas por ordenador y pueden ser presentadas al sujeto utilizando una pantalla dividida o dos pantallas separadas, configuradas como un visor de sobremesa o de mano, o un casco. Las imágenes pueden ser percibidas como bidimensionales (2D), tridimensionales (3D) o de realidad virtual.

En al menos un modo de realización de la presente invención, el aparato utiliza tecnología de realidad virtual.

15 El aparato puede comprender medios de presentación de imágenes configurados como una o más pantallas. Preferiblemente, los medios de presentación de imágenes están configurados como unas pantallas primera y segunda sobre las cuales se muestran respectivamente las imágenes primera y segunda, que incluyen unos medios de barrera adaptados para permitir que cada ojo de un sujeto vea una pantalla respectiva primera o segunda, y para impedir que cada ojo del sujeto vea la otra de las pantallas primera o segunda. Alternativamente, las imágenes pueden ser presentadas en partes discretas de una única pantalla, siendo capaz cada ojo de ver tan sólo una de las imágenes respectivas.

Alternativamente, los medios de presentación de imágenes pueden incluir un proyector adaptado para proyectar las imágenes primera y segunda. Se pueden proporcionar pantallas primera y segunda, sobre las cuales se proyectan respectivamente las imágenes primera y segunda.

25 Alternativa o adicionalmente, la imagen puede ser generada de algún otro modo, por ejemplo utilizando una pantalla CRT, una pantalla de plasma o una LCD, etc.

30 La imagen puede ser generada sobre una pantalla pixelada en la cual los píxeles son controlados individualmente de modo electrónico, por ejemplo una que emplee una disposición de cuadrícula. Esto puede permitir mostrar en la pantalla un número prácticamente infinito de imágenes, y permite que el movimiento de un objeto en la pantalla aparezca suavizado al sujeto/observador (esto es, como un video en lugar de como saltos entre imágenes iluminadas).

35 El dispositivo puede comprender un visor estereoscópico que muestre una imagen diferente a cada ojo. El sistema puede ser utilizado para presentar al sujeto un intervalo de imágenes 2D o 3D estáticas o dinámicas.

Como el sujeto está inmerso visualmente, se puede estudiar todo su campo visual, en oposición al estudio tan sólo de su visión central y no de su visión periférica.

40 Preferiblemente, el movimiento en al menos una de las imágenes primera o segunda es percibido por el sujeto como suave/continuo.

45 Por objeto en movimiento se entenderá que esto incluye un objeto visual variable o cambiante en la imagen o escena, tal como unas manecillas sobre una esfera de reloj, personajes en movimiento de un dibujo animado, o un coche de carreras desplazándose a lo largo de una pista, etc. Este movimiento, o percepción de movimiento, puede ser logrado, por ejemplo, mostrando una secuencia de imágenes ligeramente diferentes en el tiempo, asumiendo que el intervalo entre las imágenes es lo suficientemente corto para que el observador perciba un objeto en movimiento en la imagen.

50 Se puede presentar simultáneamente una imagen diferente a cada ojo, o alternativamente las imágenes pueden ser presentadas en una rápida sucesión, alternadas, de modo que se muestren efectivamente como simultáneas, cuando son percibidas por el sujeto.

55 De hecho, las imágenes primera y segunda pueden diferir tan sólo en el color, contraste, intensidad o foco de al menos parte de una de las imágenes. Alternativamente, las imágenes pueden ser muy diferentes y no tener rasgos en común.

60 El movimiento puede ser en todo el campo visual del sujeto, o puede ser tan sólo en el campo visual central, o puede ser tan sólo en el campo visual periférico. El campo visual en el que ocurre el movimiento puede cambiar. Típicamente, si el objetivo es estimular un ojo vago, el movimiento será en el centro de la imagen mostrada al ojo vago. Si la intención es probar o ejercitar características periféricas de la visión de un sujeto, el movimiento puede ser en el campo periférico de visión del sujeto.

65 La imagen periférica puede ser mostrada a un ojo, y la imagen central puede ser mostrada al otro ojo. Esto permite la estimulación de la visión central. Esto es importante en el tratamiento de la ambliopía, en donde se puede mostrar

la imagen central más estimulante al ojo “vago”, y se muestra la imagen periférica al ojo “mejor”, forzando así al ojo vago a trabajar más intensamente.

5 Se puede mostrar a cada ojo una imagen con movimientos en distintas partes del campo visual. Lo que se mueve en la imagen, y la extensión en la cual se mueve, puede ser variado dependiendo de la dolencia del sujeto, por ejemplo, su grado de ambliopía, y para mantener al sujeto implicado constantemente visual y cognitivamente.

Preferiblemente, las imágenes se muestran al sujeto, y son vistas por el sujeto, a todo color.

10 Las imágenes no son vistas preferiblemente a través de prismas, ya que el uso de prismas introduce aberraciones cromáticas y degrada la imagen visual, y no se puede ver adecuadamente todo el color. Introducir un prisma o cualquier otro elemento óptico puede provocar una aberración cromática significativa.

15 Preferiblemente, las imágenes son presentadas al sujeto a lo largo de la dirección del eje visual de cada ojo, asumiendo cualquier bizquera que pueda tener el sujeto. Esto es, la imagen puede ser presentada al sujeto en un ángulo igual al ángulo de bizquera del sujeto. Cada ojo de un sujeto puede tener sus imágenes respectivas presentadas en diferentes ángulos (esto es, si cada ojo tiene un eje visual en una dirección diferente).

20 La percepción de la imagen por el sujeto será determinada por sus características oculares (esto es, si el sujeto tiene bizquera, torsión ocular u otra enfermedad visual). La posición de las imágenes primera y segunda puede tener que ser ajustada de un sujeto al siguiente con el fin de que cada sujeto perciba la misma imagen compuesta. El objetivo de muchos modos de realización es que todos los sujetos perciban la misma imagen compuesta, incluso aunque la posición de las imágenes primera y segunda pueda ser diferente.

25 Preferiblemente, el sujeto debe utilizar ambos ojos con el fin de ver la imagen compuesta. Si ambos ojos no se utilizan conjuntamente, el usuario no verá toda la imagen compuesta. Este aparato puede ser utilizado para fomentar el uso de un ojo vago, presentando más imágenes estimuladoras al ojo vago y fomentando que éste trabaje más intensamente, en un entorno más similar a la vida real, que cubriendo el ojo.

30 El aparato puede ser configurado de tal modo que se presente al menos un objeto en movimiento tan sólo a un ojo. Alternativamente, un objeto en movimiento diferente puede ser presentado separadamente a cada ojo.

Preferiblemente, el aparato está adaptado para mostrar imágenes primera y segunda que están relacionadas entre sí.

35 Preferiblemente la primera imagen tiene al menos un rasgo adicional que no está presente en la segunda imagen. Alternativamente, la primera imagen puede tener al menos un primer rasgo adicional que no está presente en la segunda imagen, y la segunda imagen puede tener al menos un segundo rasgo adicional que no está presente en la primera imagen.

40 Preferiblemente, la imagen global combinada es reconocible como un objeto conocido por el sujeto, por ejemplo un objeto, suceso, escenario, etc. conocidos.

45 El aparato permite que un sujeto vea un componente común a ambas sub-imágenes alineado/superpuesto como un único rasgo de la imagen combinada, y asimismo el rasgo adicional. El rasgo adicional puede ser presentado al ojo que funciona peor/mal. El rasgo adicional puede comprender un rasgo interesante, seductor, posiblemente el foco/centro de atención de la imagen combinada. Lo común a ambas sub-imágenes pueden ser rasgos aburridos, faltos de interés (en comparación con el rasgo adicional).

50 Preferiblemente, tanto la primera como la segunda imagen incluyen un objeto en movimiento (esto es, dinámico), tal que la imagen mostrada cambia en el tiempo.

55 El aparato puede ser adaptado asimismo para provocar que dicha primera imagen tenga objetos estacionarios y que dicha segunda imagen tenga al menos un objeto en movimiento. El aparato puede tener un control del objeto manipulable por el sujeto, que está adaptado para permitir el control del movimiento de al menos uno de los objetos en movimiento con relación a los objetos estacionarios.

60 Se puede proporcionar asimismo un aparato que pueda ser adaptado para provocar que dicha primera imagen tenga al menos un primer objeto en movimiento y dicha segunda imagen tenga al menos un segundo objeto en movimiento. El aparato puede tener un control del objeto manipulable por el sujeto o por un operario, adaptado para permitir que el movimiento de al menos uno de, o ambos de, los objetos en movimiento primero y/o segundo sea controlado. El operario puede no ser el sujeto, podría ser un médico, ortoptista o técnico.

65 Preferiblemente, el objeto u objetos en movimiento que pueden ser manipulados son controlados por el operario utilizando un joystick, paleta, dispositivo de control manual, pantalla táctil, teclado u otro dispositivo apropiado. La capacidad de manipular objetos permite la interacción del usuario con la imagen. Esta interacción puede ser

conseguida por la participación de un usuario en un juego, en el cual el usuario controla el movimiento de al menos uno de los objetos móviles. El movimiento de objetos puede estar asimismo bajo el control de un programa de ordenador.

5 La interacción o participación del sujeto requiere que ambos ojos se utilicen conjuntamente. La búsqueda activa de la imagen o escena visual por cada ojo independientemente con el fin de fundir las imágenes estimula la actividad binocular del cerebro. El uso de ambos ojos conjuntamente en un entorno visual interactivo puede ser utilizado como un ejercicio o tratamiento para la ambliopía, estimulando el uso de un ojo vago. En ausencia del requerimiento de que ambos ojos se usen conjuntamente con el fin de ver la imagen compuesta completa, los pacientes de ambliopía  
10 tienden a ver una imagen tan sólo con su ojo bueno.

El aparato puede comprender una pantalla de operario adaptada para mostrar a un operario las imágenes observadas por el sujeto, o representaciones de estas imágenes, o un indicador de la identidad de esas imágenes, y/o una indicación del tipo o grado de enfermedad ocular presente en el sujeto.  
15

Esto permite que el operario conozca lo que el sujeto está viendo, y posiblemente que haga preguntas, para establecer lo que es percibido por el sujeto. Tal realimentación por el sujeto puede ser proporcionada sin que un operario realice preguntas, la máquina puede preguntar al sujeto, ya sea auditiva o visualmente.

20 Preferiblemente, el aparato puede comprender medios de manipulación de imágenes adaptados para permitir que las imágenes primera y segunda sean manipuladas para presentarlas de modo que el sujeto perciba la imagen compuesta pretendida. Estos medios de manipulación pueden ser proporcionados al sujeto o al operario o a ambos. Un monitor de manipulación puede ser proporcionado, adaptado para proporcionar información del tipo y grado de manipulación de las imágenes requeridos para permitir que el sujeto perciba la imagen compuesta pretendida. El  
25 monitor de manipulación puede proporcionar esta información al operario, posiblemente en tiempo real cuando el sujeto utiliza el aparato. El monitor de manipulación puede comprender una pantalla de visualización, posiblemente un ordenador (por ejemplo un PC, o un ordenador portátil/laptop/de mano).

El aparato puede comprender asimismo un monitor adaptado para presentar dicha información sobre una pantalla de resultados. Estos resultados pueden ser suministrados asimismo como una copia en papel generada por el aparato.  
30

Los medios de movimiento de la imagen pueden ser proporcionados adaptados para provocar un movimiento relativo entre las imágenes primera y segunda de modo que se permita el ajuste de sus posiciones y/u orientaciones relativas.  
35

Se pueden realizar uno o más ajustes de la lista:

- 40 (i) mover las imágenes primera y/o segunda horizontalmente;
- (ii) movimiento de torsión de las imágenes primera y/o segunda;
- (iii) trasponer las posiciones de las imágenes primera y segunda;
- 45 (iv) mover las imágenes primera y/o segunda verticalmente.

Los medios de movimiento de la imagen pueden permitir alinear una primera porción de alineamiento de la primera imagen, vista por el sujeto, con una segunda porción de alineamiento de la segunda imagen. Con el fin de que el sujeto perciba la imagen compuesta pretendida, estas porciones de alineamiento deben ser percibidas por el sujeto como alineadas.  
50

Las porciones de alineamiento primera y segunda pueden ser proporcionadas en un componente común y un mencionado rasgo adicional, respectivamente. Así pues, un sujeto puede ver una configuración deseada reconociblemente alineada de algo presentado tan sólo a un ojo y de algo presentado a ambos ojos.  
55

Alternativamente, las porciones de alineamiento pueden ser presentadas separadamente a cada ojo. El usuario puede tener que alinear algo visto tan sólo con un ojo con algo visto tan sólo con el otro ojo: es decir, que las porciones de alineamiento primera y segunda pueden ser proporcionadas en elementos adicionales primero y segundo, respectivamente. Así pues, un sujeto puede ver una configuración deseada reconociblemente alineada de algo presentado tan solo a un ojo con otro algo presentado tan sólo al otro ojo.  
60

Cada una de las imágenes primera y segunda puede contener un objeto primero y segundo con porciones de alineamiento respectivamente, con el fin de que para que el sujeto perciba la imagen compuesta pretendida las porciones de alineamiento deben ser percibidas asimismo como alineadas.  
65

Medios de movimiento de la imagen permiten que las imágenes primera y/o segunda sean movidas hasta que el

sujeto perciba que la primera porción de alineamiento de la primera imagen está alineada con una segunda porción de alineamiento de la segunda imagen.

5 Preferiblemente, el aparato puede estar configurado para permitir un movimiento egocéntrico (en primera persona), de modo que aparezca para el sujeto como que se está moviendo realmente con la imagen mostrada.

10 Las imágenes presentadas pueden estar adaptadas para producir imágenes que son percibidas por el sujeto como 2D, 3D o realidad virtual (VR). En la VR tradicional, se presenta a cada ojo la misma imagen desde una perspectiva diferente. Sin embargo, en esta invención se presenta a cada ojo una imagen diferente, esto es, el contenido de cada imagen no es el mismo.

15 Preferiblemente, el aparato comprende una memoria de ordenador que tiene una librería de imágenes y un procesador de ordenador adaptado para recuperar imágenes y presentárselas a un sujeto. El aparato puede comprender un selector de imágenes accionable por el usuario, adaptado para permitir que sean presentadas diferentes imágenes al sujeto.

El aparato puede estar adaptado para presentar al sujeto una imagen compuesta que presente un juego, o una representación visualizable (por ejemplo, una película), o una prueba interactiva con el sujeto.

20 Por ejemplo, jugar un juego requiere la implicación interactiva del sujeto con las imágenes mostradas.

Preferiblemente, la interacción es en tiempo real, esto es, el sujeto observa una respuesta inmediata a sus acciones.

25 El aparato puede estar adaptado asimismo para proporcionar información indicativa de (a) la cantidad y tipo de movimiento correctivo de las imágenes requeridos para permitir que el sujeto vea una imagen compuesta pretendida, o (b) información relativa a defectos de visión de un sujeto, para una pluralidad de enfermedades oculares, al menos una o algunas de las cuales pertenecen a la lista:

30 1) ambliopía,

2) diplopía,

3) bizquera,

35 4) torsión ocular.

El aparato puede estar adaptado asimismo para medir la función visual, más concretamente, para medir al menos uno de:

40 1) agudeza visual;

2) efecto de "acumulación";

45 3) tiempo de percepción visual;

4) una bizquera en una posición primaria (en línea recta) o un desalineamiento ocular;

5) una bizquera en posiciones novena (o diversas) de la mirada;

50 6) torsión ocular;

7) movimientos del ojo;

55 8) área de visión binocular simple;

9) el límite de los movimientos oculares;

10) la densidad de supresión;

60 11) el área de supresión;

12) postura de la cabeza;

65 13) sacadas (movimientos rápidos del ojo);

14) diplopía postquirúrgica;

15) agudeza de visión binocular;

16) presencia de visión binocular simple;

17) intervalo de fusión;

18) visión en 3D/agudeza estereoscópica/estereopsis;

19) estereopsis de distancia; y/o

20) campo visual pediátrico.

El aparato puede ser capaz asimismo de realizar 2, 3, 4, 5 o más de los elementos (1) a (20).

El aparato puede estar adaptado para medir la función visual y para presentar al sujeto un juego, representación visualizable o prueba interactiva con el sujeto.

Preferiblemente, el sujeto u operario puede cambiar fácilmente entre modos de prueba, observación y juego. La capacidad de un único aparato para realizar múltiples modos de funcionamiento tiene la ventaja de proporcionar un aparato versátil que puede realizar muchas funciones diferentes, que ocupa menos espacio útil y que cuesta menos que tener un dispositivo diferente para cada función.

El aparato puede ser portátil. "Portátil" significa transportable por una única persona de 80 kilos sin dificultad excesiva, preferiblemente (aunque no necesariamente) utilizando una mano.

Preferiblemente, el aparato está dotado asimismo de un detector de dirección ocular; que puede comprender un monitor ocular adaptado para determinar la dirección en la cual están mirando uno o ambos ojos (esto es, un monitor de movimiento ocular).

El aparato puede ser adaptado para producir imágenes tridimensionales. Estas son útiles para evaluar la convergencia y estereopsis, y puede ser útil para estimular el interés visual.

Preferiblemente, el aparato de visualización ocular incluye un controlador computerizado, tal como un microprocesador, o un PC, configurado para controlar las imágenes mostradas al sujeto. Un profesional cualificado, tal como un ortoptista o un técnico puede operar el controlador computerizado, o de hecho puede ser que el sujeto pueda ser entrenado para operar el controlador y controlar las propias pruebas.

Las imágenes proporcionadas a cada ojo pueden ser cambiadas en uno o más de, o posiblemente todos los: contenido, color, resolución, contraste, intensidad, organización de foco y ángulo visual. El control de estos cambios puede estar bajo el control del usuario y/o el operario. Esto puede estimular y/o compensar la visión de los sujetos, y puede ser utilizado para diagnosticar o tratar una dolencia concreta de un sujeto. Además, la imagen mostrada a cada ojo puede ser selectivamente encendida o apagada (por ejemplo, "tapada"), o difuminada progresivamente. Las imágenes mostradas a cada ojo pueden ser transpuestas/intercambiadas.

El sujeto puede ser capaz de controlar los cambios a las imágenes.

Los cambios realizados pueden ser a la totalidad de la imagen o tan sólo a parte de la imagen, por ejemplo el cambio puede ser en el campo periférico de visión o en el campo central de visión. Estos cambios pueden ser realizados para variar los estímulos al sujeto.

El aparato de visualización ocular puede ser utilizado asimismo para ejercitar los ojos y mejorar la visión, por ejemplo fomentando el uso de un "ojo vago" en niños con ambliopía. Esto puede ser conseguido mostrando menos detalle al ojo no valgo, y detalles de más interés al ojo vago, haciendo así que éste trabaje más intensamente. El aparato puede comprender un aparato para medir el tipo y/o grado de rendimiento físico de un ojo u ojos.

El requerimiento de utilizar ambos ojos conjuntamente estimula la binocularidad, esto es, la capacidad de utilizar ambos ojos como una pareja. Esto es por oposición al tratamiento de parche convencional utilizado para pacientes de ambliopía que destruye la binocularidad, y que de hecho puede dar como resultado una marcada reducción de las células del cerebro sensibles a la binocularidad y el fracaso en el desarrollo de mecanismos neurofisiológicos normales, así pues la denominada visión binocular "normal" se puede ver afectada por el uso de parches. De hecho, en algunas circunstancias, el uso de parches puede inducir ambliopía en lo que era el ojo bueno.

El uso de ambos ojos durante el tratamiento, diagnóstico o ejercicio mantiene asimismo la fusión para-central de la imagen con el ojo bueno, incluso aunque el ojo peor pueda ser más estimulado que el bueno. Además, el uso de ambos ojos fomenta la fusión sensorial periférica y contribuye a la fusión motora en el largo plazo.

El aparato de visualización ocular descrito puede ser utilizado para realizar un abanico de pruebas de evaluación óptica, y para medir y diagnosticar de enfermedades oculares, de hecho el aparato puede ser utilizado incluso para ejercitar los ojos.

5 El aparato puede permitir realizar muchas pruebas, algunas de las cuales pueden ser pruebas complejas. Puede ser un equipo relativamente pequeño. El procedimiento de evaluación puede ser más rápido y sencillo, y puede eliminar la necesidad de la experiencia subjetiva de un especialista en las pruebas, lo que requiere un entrenamiento extensivo y experiencia.

10 La simplicidad del aparato significa que un técnico podría operar el aparato sin requerir de la información de un ortoptista cualificado. La interpretación de los resultados puede requerir, sin embargo, una información médica más especializada, tal como la de un ortoptista.

15 El aparato descrito es más amigable para el sujeto que los dispositivos o aparatos de pruebas ortópticas anteriores, y en particular es utilizable con niños así como con adultos. Muchas pruebas convencionales son demasiado complicadas o laboriosas para los niños.

20 El aparato puede ofrecer asimismo la oportunidad de incluir pruebas para dolencias clínicamente importantes para las cuales no existe actualmente ninguna prueba disponible. Esto incluye la evaluación de campos visuales pediátricos, estereopsis de distancia, y pruebas de diplopía postquirúrgica para desviaciones cíclicas.

25 Los procedimientos actuales para el diagnóstico de la ambliopía y otros defectos oculares requieren que el sujeto se someta a una batería de pruebas ortópticas, para estudiar la visión, binocularidad y motilidad ocular. Esto requiere de un personal médico altamente entrenado, una gran cantidad de equipo, cada uno con su propio y elevado coste de adquisición, instalación y mantenimiento, y requiere un espacio sustancial para instalar y utilizar el equipo. Además, la extensión y el número de pruebas puede ser algo excesivo para un niño.

30 Se prevé asimismo que el aparato puede ser utilizado como una herramienta prequirúrgica capaz de simular la visión que una persona experimentará tras una cirugía, tal como para la corrección de una bizquera. En algunas circunstancias, la cirugía correctiva da como resultado una visión doble, lo que puede ser considerado por la persona peor que el estado actual; mediante la comprobación prequirúrgica, este dispositivo puede ser capaz de predecir qué paciente sufrirá diplopía cuando se corrija su bizquera, incluyendo desviaciones cíclicas. En estas circunstancias puede ser aconsejable no operar. Asimismo esto ofrece a los pacientes una oportunidad de prepararse a sí mismos gradualmente para el cambio de visión. Las técnicas actuales requieren la inyección de una toxina botulínica que permite ajustes temporales en la posición del ojo. Esto es, por supuesto, invasivo y no es agradable sufrir una inyección en un músculo ocular.

40 Un modo de realización del aparato produce datos en forma electrónica que pueden ser fácilmente almacenados, o transmitidos a donde sea necesario. Por ejemplo, un optometrista privado podría realizar la prueba y a continuación enviar los datos al médico de familia del paciente para ser desviado al servicio ocular hospitalario.

45 El aparato puede ser utilizado asimismo para estimular la visión tridimensional manteniendo la binocularidad durante el tratamiento de la ambliopía, sin destruir los mecanismos involucrados en la fusión. Esto puede permitir algún desarrollo de la visión estereoscópica que no es posible normalmente con el tratamiento de parche convencional.

50 Dispositivos visuales conocidos, incluyendo dispositivos de realidad virtual, suministran la misma imagen o entorno virtual a cada ojo. Es conocido presentar distintas perspectivas de la misma escena a cada ojo con el fin de conseguir un efecto tridimensional, pero esto no es lo mismo que ofrecer objetos "ausentes" para un ojo, esto es, poner algunos de los objetos interesantes que se pretende que vea un sujeto tan sólo en un ojo.

55 Se ha desarrollado un programa de ordenador para proporcionar tratamiento en forma de pruebas, concursos, competiciones, juegos de video interactivos, fragmentos de películas y dibujos animados, los cuales ofrecen presentaciones familiares e interactivas con las que los niños pueden disfrutar activamente mientras mejoran simultáneamente su visión. Proporcionar una representación para ser vista, o un suceso interactivo, tal como una prueba/juego mental, es más atractivo psicológicamente para un paciente que someterse a procedimientos más tradicionales. Al hacer el tratamiento más divertido, la adherencia mejoraría.

60 De acuerdo con otro aspecto de la invención, un portador de datos que porta un programa, que cuando corre en un procesador hace que el procesador controle la presentación de una primera imagen tan sólo a un ojo de un sujeto, y una segunda imagen diferente tan sólo al otro ojo del sujeto, siendo presentadas las imágenes primera y segunda al sujeto de modo que éste perciba una imagen compuesta, caracterizado porque la primera imagen comprende una primera sub-imagen y la segunda imagen comprende una segunda sub-imagen, produciendo las sub-imágenes, cuando son superpuestas, una imagen compuesta, en el que tanto la primera sub-imagen como la segunda sub-imagen tienen un componente común superponible, visto por un sujeto, de modo que se vea tan sólo como una sub-imagen por el sujeto, y en el que al menos una de las sub-imágenes tiene asimismo al menos un rasgo adicional que

no está presente en la otra sub-imagen, dispuesto el rasgo adicional para ser presentado al ojo que funciona peor/mal con el fin de tratar la ambliopía; y en el que al menos una de las imágenes primera o segunda incluye un objeto en movimiento además de objetos estacionarios.

5 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un producto de programa de ordenador configurado para su uso con un aparato de visualización ocular para controlar un ordenador que comprende medios para mostrar una primera imagen tan sólo a un ojo de un sujeto, y una segunda imagen diferente tan sólo al otro ojo del sujeto, siendo presentadas las imágenes primera y segunda al sujeto de modo que éste perciba una imagen compuesta, caracterizado porque la primera imagen comprende una primera sub-imagen y la segunda imagen  
10 comprende una segunda sub-imagen, produciendo las sub-imágenes, cuando son superpuestas, una imagen compuesta, en el que tanto la primera sub-imagen como la segunda sub-imagen tienen un componente común superponible, visto por un sujeto, de modo que se vea tan sólo como una sub-imagen por el sujeto, y en el que al menos una de las sub-imágenes tiene asimismo al menos un rasgo adicional que no está presente en la otra sub-  
15 imagen, dispuesto el rasgo adicional para ser presentado al ojo que funciona peor/mal con el fin de tratar la ambliopía; y en el que al menos una de las imágenes primera o segunda incluye un objeto en movimiento además de objetos estacionarios.

Ahora se describirán en más detalle modos de realización de la invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos que se acompañan, de los cuales:

20 la figura 1 muestra esquemáticamente un aparato de visualización ocular/de imágenes para su uso en el estudio de la función visual y de la motilidad ocular;

la figura 2 muestra las imágenes visibles a cada ojo en la figura 1 superpuestas;

25 las figuras 3A a 3C muestran esquemáticamente un aparato de visualización ocular/de imágenes alternativo al de la figura 1;

la figura 4 muestra esquemáticamente un aparato de visualización ocular/de imágenes portátil;

30 la figura 5A muestra un aparato de visualización ocular/de imágenes configurado como un casco;

la figura 5B muestra un aparato de visualización ocular/de imágenes de mano;

35 la figura 6 muestra una pantalla/interfaz de control de ordenador utilizada para operar el dispositivo de visualización de imágenes de las figuras 1, 3A a 3C, 5 y 5B;

la figura 7 muestra una vista ampliada de una parte de la pantalla/interfaz de control de ordenador de la figura 6;

40 las figuras 8A a 8C muestran detalles de un juego del tipo Pac Man™, diseñado para su uso con el aparato de visualización ocular/de imágenes de las figuras 1, 3A a 3C, 5A y 5B;

las figuras 9A a 9C muestran detalles de un juego de carreras de coches diseñado para su uso con el aparato de visualización ocular/de imágenes de las figuras 1, 3A a 3C, 5A y 5B;

45 las figuras 10A a 10C muestran un ejemplo de imágenes utilizadas para visualizar una película con el aparato de visualización ocular/de imágenes de las figuras 1, 3A a 3C, 5A y 5B;

50 las figuras 11a a 11C muestran imágenes utilizadas con el aparato de visualización ocular/de imágenes de las figuras 1, 3A a 3C, 5A y 5B para estudiar el intervalo de fusión;

las figuras 12A a 12C muestran imágenes utilizadas con el aparato de visualización ocular/de imágenes de las figuras 1, 3A a 3C, 5A y 5B para estudiar la visión periférica;

55 las figuras 13 y 14 muestran gráficamente los resultados de experimentos en los cuales niños con ambliopía han utilizado el aparato de visualización ocular de acuerdo con la invención.

60 La figura 1 muestra una representación esquemática de un aparato de visualización ocular o de imágenes 10, configurado para presentar imágenes de diferente contenido visual simultáneamente a cada ojo. El aparato 10 comprende un alojamiento 12, en el cual mira un sujeto utilizando orificios oculares 14, 15 en la pared 21 del alojamiento para visualizar imágenes 17 y 18 mostradas sobre una pantalla en la pared 20 opuesta. Cada ojo ve, utilizando los orificios oculares 14 y 15, diferentes imágenes mostradas 17 y 18, respectivamente. Una pared divisoria central 24 impide que cada ojo vea la imagen mostrada al otro ojo.

65 Los orificios oculares 14, 15 pueden incluir oculares (no mostrados) similares a aquellos ilustrados en la figura 5B que sirven para asegurar que el sujeto está inmerso visualmente en las imágenes mostradas, y para reducir el riesgo

de distracciones por sucesos que ocurran en la visión periférica del sujeto fuera de las imágenes mostradas.

El alojamiento 12 se muestra en la figura 1 como que es transparente para permitir que la configuración interna del aparato 10 sea ilustrada, sin embargo, en uso, el alojamiento será típicamente opaco para impedir interferencias de estímulos visuales externos.

En la figura 1, unos pequeños proyectores 26 y 27 en el aparato proyectan imágenes 17 y 18 sobre la pared trasera o pantalla 20 del dispositivo. Los proyectores 26, 27 están controlados por el controlador 29.

En la prueba sencilla mostrada en la figura 1, se requiere que el sujeto sitúe las dos imágenes 17 y 18 mostradas, que son vistas cada una por un ojo, de tal modo que queden superpuestas y sólo se perciba una imagen. Por ejemplo, el ojo izquierdo que mira a través del orificio ocular 14 verá una primera imagen 17 de las manecillas de un reloj, y el ojo derecho, que mira a través del orificio ocular 17, verá una segunda imagen 18 de una esfera de reloj, la pared divisoria 24 impide que el ojo izquierdo vea la esfera del reloj 18 y que el ojo derecho vea las manecillas del reloj 17. El objeto de la prueba es que el sujeto perciba las imágenes superpuestas como una imagen compuesta, esto es, las manecillas del reloj sobre la esfera del reloj, como se muestra en la figura 2. Una vez que las imágenes son alineadas y superpuestas, las manecillas puede moverse lo que requiere que el sujeto mantenga el alineamiento de las imágenes con el fin de decir la hora a partir de la imagen compuesta. Además, el sujeto debe utilizar ambos ojos conjuntamente con el fin de decir la hora. Si sólo se utiliza un ojo, el sujeto será capaz de ver tan sólo las manecillas o tan sólo la esfera y no será capaz de decir la hora.

Dependiendo de las características visuales/oculares de los sujetos, el alineamiento y superposición de las imágenes primera y segunda puede requerir ajustar la posición o ángulo de las imágenes. Típicamente, las imágenes se muestran a lo largo del eje visual de cada uno de los ojos del sujeto.

La presentación de las imágenes 17 y 18 está controlada por el controlador 29. El controlador 29 está configurado para responder a la imagen percibida por el sujeto, y para ajustar la posición de las imágenes primera y segunda consecuentemente, hasta que el sujeto percibe la imagen compuesta de las manecillas sobre la esfera del reloj, como en la figura 2. La capacidad de ajustar el ángulo de la imagen vista permite al sujeto con bizquera utilizar ambos ojos conjuntamente y resolver la imagen de las manecillas sobre la esfera del reloj.

Se puede alimentar información al controlador manualmente, en este ejemplo como respuesta a una realimentación verbal del sujeto en relación a lo que ve realmente. Esto es, por ejemplo el sujeto informa de que puede ver la totalidad de la esfera del reloj 18, aunque tan sólo la punta de una manecilla 17 está tocando el borde de la esfera del reloj, esta información puede ser alimentada a continuación al controlador para efectuar el movimiento de la imagen proyectada de las manecillas 17 horizontalmente hasta que el sujeto percibe las manecillas del reloj sobre la esfera del reloj, permitiendo así la toma de mediciones objetivas.

Alternativamente, dispositivos sofisticados de seguimiento ocular 11, 13 pueden ser incorporados en el aparato de visualización ocular/de imágenes, que monitorizan y comunica electrónicamente al controlador 29 movimientos oculares, más concretamente la dirección en la cual está mirando cada ojo, y de aquí lo que está siendo percibido por el sujeto. El operario puede ajustar a continuación la imagen mostrada consecuentemente hasta que el sujeto percibe ambas imágenes completamente alineadas y las manecillas están sobre la esfera del reloj.

Analizando el grado y naturaleza del movimiento de las imágenes mostradas requerido con el fin de que el sujeto perciba las imágenes en el alineamiento correcto (las manecillas sobre la esfera del reloj), se pueden extraer conclusiones en relación a la función visual y motilidad ocular del sujeto. Esta información puede ser mostrada en una pantalla asociada o ser impresa.

La figura 3A muestra un aparato de visualización ocular/de imágenes 30 alternativo al de las figuras 1, 3B y 3C. En esta representación, el aparato 30 comprende un visor remoto 32 conectado a un controlador, en este caso un ordenador 33. El visor 32 puede estar conectado por cable 34 al ordenador 33 o comunicado mediante una conexión infrarroja (no mostrada). De nuevo, el aparato podría ser equipado con oculares como los mostrados en la figura 5B, con el fin de fomentar la inmersión visual. Un operario que utilice el ordenador 33 puede controlar y analizar las imágenes observadas por el sujeto en el visor 32. De hecho, puede ocurrir que el sujeto o el operario puedan utilizar un joystick 35, un teclado 36 u otro dispositivo adecuado para mover las imágenes proyectadas hasta que se perciba la deseada superposición de imágenes. El ordenador monitorizará, y posiblemente grabará, la extensión del movimiento de las imágenes.

La figura 3B muestra un visor alternativo al mostrado en la figura 3A. El sujeto 41 se muestra sentado delante del visor 40. Utilizando orificios oculares 40 y 43, el sujeto 41 observa una imagen 45 y 46 diferente con cada ojo. De nuevo, el ocular de la figura 5B podría ser ajustado al visor. Las imágenes 45, 46 se muestran inicialmente giradas 90° sobre una pantalla 44 situada en la parte posterior del visor 40, una serie de espejos reflejan las imágenes 47, 48 de la pantalla de modo que puedan ser vistas en la orientación correcta por el sujeto 41. Flechas 49, 50 y 51 indican cómo es reflejada la imagen 45. La figura 3C es una vista alternativa del visor 40 mostrado en la figura 3B.

La figura 4 muestra un aparato de visualización ocular/de imágenes portátil 37, que puede ser utilizado en cualquier sitio. Éste tiene la ventaja de que un sujeto no necesita desplazarse hasta un gran hospital con el fin de utilizar el aparato 37, de hecho el aparato podría ser utilizado en la propia casa del sujeto, en una clínica de médico de familia, o en una óptica comercial. Los resultados de las pruebas podrían ser enviados por correo electrónico al hospital/consultorio.

La figura 5A muestra un aparato de proyección ocular/de imágenes 40 adicional alternativo al de las figuras 1 y 3A a 3C, configurado como un casco para ser llevado por un sujeto. El aparato comprende una pareja de gafas 41, con lentes 43, 44 que se sitúa en una cabeza del sujeto utilizando una banda 45. Oculares 42, 46 se proyectan desde las lentes 44, 43 y permiten que el sujeto esté inmerso visualmente de modo sustancial en las imágenes mostradas cuando lleva el aparato. Una vez situado en la cabeza del sujeto, se muestra simultáneamente a cada ojo una imagen proyectada 47, 48 diferente, utilizando típicamente dos pantallas de visualización de ordenador en miniatura en el casco. De nuevo, las imágenes mostradas son de manecillas de reloj 48 y de una esfera de reloj 47 y el objetivo es que el sujeto sitúe las imágenes de tal modo que las manecillas se perciban como que están sobre la esfera del reloj, como se muestra en la figura 2. La presentación de las imágenes en el casco está controlada por el controlador 49. El controlador puede estar en comunicación con un ordenador remoto que envía información relativa a qué imágenes deben ser mostradas y a cualquier movimiento requerido de las imágenes.

La figura 5B muestra todavía un aparato de proyección ocular/de imágenes 180 adicional alternativo al de las figuras 1, 3A a 3C y 5A, configurado para ser sostenido con la mano por el sujeto. El aparato comprende una carcasa 182 que aloja los medios de visualización (no mostrados), configurados para presentar una imagen diferente a cada ojo del sujeto. El sujeto sitúa los oculares 184, 185 alrededor de sus ojos y a continuación mira a través de las lentes 186, 187 para visualizar las imágenes mostradas.

Los oculares 184, 185 típicamente hacen contacto con la cara del sujeto alrededor del ojo, reduciendo así el riesgo de distracciones visuales por la actividad en el campo periférico de visión fuera del aparato. Esencialmente, los oculares 184, 185 contribuyen a asegurar que el sujeto está inmerso visualmente en las imágenes mostradas. Esto permite que el aparato sea utilizado para examinar y ejercitar la totalidad del campo visual de los sujetos.

La figura 6 muestra un ejemplo de una pantalla/interfaz de control de un ordenador o una pantalla de operario 50 utilizada por un operario para controlar las imágenes mostradas en un aparato de visualización ocular/de imágenes asociado, tal como el ilustrado en las figuras 1, 3A a 3C, 5A y 5B, para permitir una evaluación de la función visual y movilidad ocular de los sujetos. El operario puede ser un médico, ortoptista o técnico, o puede ser incluso el sujeto. La pantalla/interfaz de control 54 incluye una representación de las distintas imágenes que están siendo mostradas a cada ojo. En este ejemplo, un ojo está viendo la imagen superior 52 y el otro ojo está viendo la imagen inferior 53. Las imágenes cuando son vistas por el sujeto están orientadas en horizontal. El objetivo es situar las imágenes de tal modo que el sujeto las perciba como superpuestas. En este ejemplo, una antena es el objeto alineado "combinado", y el sujeto tiene que alinear las porciones de alineamiento del objeto 55, 56 de tal modo que el sujeto perciba una antena completa. Esta pantalla/interfaz de control 54 permite que el operario vea lo que está viendo sujeto.

La figura 7 muestra una vista ampliada de parte de la pantalla/interfaz de control del ordenador u operario mostrada en la figura 6. El panel de control o monitor de manipulación 50 incluye una serie de botones, accionados típicamente utilizando un ratón/cursor, teclas de control en un teclado, o una pantalla táctil, lo que permite ajustar la posición de la imagen proyectada para compensar las condiciones oculares/visuales concretas. El panel de control permite realizar diversos ajustes sobre las imágenes mostradas, tales como ajuste del ángulo de visión para cada ojo, ya sea independientemente o conjuntamente, ajuste de la distancia intraocular efectiva de las imágenes y visualización selectiva de imágenes bien al ojo bueno o al ojo vago o ambos ojos.

Por ejemplo, los botones 61, 62 permiten que la imagen presentada al ojo izquierdo sea ajustada contrahoraria y horariamente, respectivamente, para compensar la rotación del ojo. El grado de rotación viene dado como un indicador numérico 63. En este ejemplo, la imagen mostrada al ojo izquierdo no ha sido girada, y se observa una lectura de 0.

Los botones 65 y 66 permiten que la imagen presentada al ojo izquierdo sea girada hacia la izquierda y la derecha, respectivamente, para compensar la torsión del ojo izquierdo, el grado de torsión viene dado como un indicador numérico 67.

Los botones 68 y 69 permiten que la imagen presentada al ojo izquierdo sea ajustada verticalmente hacia arriba y hacia abajo, respectivamente, para compensar cualquier desalineamiento vertical. El grado de movimiento viene dado como un indicador numérico 71.

Los botones 72 a 77 reflejan ajustes de la imagen con relación al ojo derecho para aquellas consideraciones discutidas con referencia a los botones 61, 62, 65, 66, 68 y 69, respectivamente.

Los botones 81 y 82 permiten que las imágenes sean movidas simultáneamente en horizontal, el botón 81 provocará

que las imágenes se mueva acercándose entre si, y el botón 82 separará las imágenes. Esto permite corregir cualquier bizquera horizontal latente o manifiesta, así como permitir estudios de convergencia y divergencia.

5 Los botones 84 y 85 permiten que las imágenes sean girada simultáneamente. El botón 84 girará ambas imágenes “hacia dentro”, esto es, la imagen del ojo izquierdo será girada en dirección horaria y la imagen del ojo derecho será girada en dirección contrahoraria. En correspondencia, el botón 85 girará ambas imágenes “hacia fuera”, esto es, la imagen del ojo izquierdo será girada en dirección contrahoraria, y la imagen del ojo derecho será girada en dirección horaria.

10 Asimismo existen las opciones de difuminar una de las imágenes vista por el sujeto, botón 88, y de cubrir un ojo con un parche, los botones 91 y 92 cubren respectivamente el ojo derecho y el izquierdo.

15 Finalmente, al finalizar una sesión, el ordenador producirá un informe, en este caso una lectura numérica de las características visuales del sujeto, tales como el grado de bizquera o torsión de un ojo, y la capacidad del sujeto de converger, estos datos pueden ser almacenados digitalmente o impresos como copia en papel. Los datos suministrados pueden ser utilizados para ayudar al diagnóstico.

20 El panel de control 50 incluye asimismo opciones para cambiar entre diferentes imágenes y modos de uso, esto es, entre modos de prueba, visualización y juego. El botón 101 seleccionaría las imágenes de la esfera del reloj y manecillas mostradas en la figura 1. El botón 102 seleccionaría una gráfica de agudeza visual logMAR tradicional. El botón 103 seleccionaría un juego de carreras de coches y el botón 104 seleccionaría un juego del tipo Pac Man™. El botón 105 seleccionaría una opción de película. En todas las acciones anteriores se mostraría simultáneamente una imagen diferente a cada ojo.

25 El cambio puede ser realizado por el sujeto o por el operario, si este no es el sujeto.

30 Las figuras 8A a 8C muestran el juego tipo Pac Man™, diseñado para su uso con el aparato de visualización ocular/de imágenes de las figuras 1, 3A a 3C y 5. Una imagen diferente se muestra simultáneamente a cada ojo, lo que requiere que ambos ojos trabajen conjuntamente con el fin de que el juego sea jugado. El juego requiere la interacción y participación del sujeto.

35 En más detalle, la imagen 110 (figura 8A) se muestra tan sólo a un ojo e incluye el laberinto 111 y los “puntos” 112, los cuales cuando son comidos por el Pac Man™ 115 dan como resultado la obtención de puntos. Simultáneamente, la imagen 114 (figura 8B) es mostrada al otro ojo. Esta imagen 114 incluye el Pac Man™ 115 y los “fantasmas” 116. Cuando las imágenes son proyectadas correctamente de tal modo que el sujeto perciba ambas imágenes 110 y 115, una con cada ojo, superpuestas de modo preciso, el sujeto observará la imagen 120 (figura 8C). Una vez que el sujeto ve la imagen como 120, el juego puede ser jugado, siendo el objetivo desplazar el Pac Man™ a lo largo del laberinto 111 comiendo tantos puntos 112 como sea posible, a la vez que se evitan los fantasmas 116 que destruirán a Pac Man™ 115. El juego requiere que ambos ojos sean utilizados simultáneamente, y puede ser utilizado como un tratamiento para la ambliopía. Jugar el juego requiere una participación activa por el sujeto, siendo esta interacción preferiblemente en tiempo real, ya que el juego responde inmediatamente a los requerimientos de los sujetos, por ejemplo para mover el Pac Man™ a izquierda o derecha. El juego puede ser utilizado como una alternativa al parche o en combinación con el parche. Tales ejercicios son más efectivos que el parche, ya que el sujeto, habitualmente un niño, está más interesado en jugar un juego y así pues su adherencia es más probable.

45 Además, este ejercicio requiere que ambos ojos funcionen como una pareja, fomentando la binocularidad, así como tratando la ambliopía forzando el uso del ojo vago más débil.

50 Las figuras 9A a 9C muestran un juego alternativo al mostrado en las figuras 8A a 8C, en el cual el sujeto conduce un coche 138 a lo largo de una pista de circuito/carreras 136. De nuevo, el juego requiere la interacción y participación del sujeto, se muestra simultáneamente una imagen diferente a cada ojo y se requiere que ambos ojos trabajen conjuntamente con el fin de que el juego pueda ser jugado.

55 Una imagen 130 (figura 9A) se muestra a un ojo, mostrando el fondo de la pista de carreras 136 y la mitad derecha 132 de los coches de carreras, estando uno de los coches de carreras bajo el control del sujeto. Simultáneamente, se muestra al otro ojo una imagen diferente 135 (figura 9B), mostrando de nuevo el fondo de la pista de carreras 136, pero esta vez se muestra la mitad izquierda 133 de los coches de carreras. Cuando ambos ojos están trabajando conjuntamente, y las imágenes están situadas correctamente, el sujeto percibe coches de carreras completos 138, 139 en la pista de carreras 136, como se muestra en la figura 9C. El sujeto es capaz entonces de conducir su coche, por ejemplo el 138, contra el ordenador u otro jugador. De nuevo, este juego requiere la participación del usuario y está diseñado para fomentar que ambos ojos trabajen conjuntamente y fomentar la binocularidad.

60

65 Las figuras 10A a 10C muestran un uso alternativo del dispositivo de proyección de imágenes configurado para permitir que el sujeto vea una película, dibujos animados o la televisión. De nuevo, cada ojo ve simultáneamente diferentes imágenes.

Más concretamente, se mostrará típicamente una imagen estática al ojo bueno, tal como un aparato de televisión 150 con una pantalla en blanco 149 (figura 10B). Por otro lado, se mostrará al ojo vago una imagen en movimiento 140 de un aparato de televisión 141 encendido, con imágenes en movimiento situadas sobre la pantalla estática 144 (figura 10A), tales como una película, dibujos animados o un programa de televisión. Cuando las imágenes están situadas correctamente para el sujeto, el sujeto percibirá ambas pantallas superpuestas de modo preciso 156 (figura 10C) y podrá ver la película. Para asegurar que el sujeto está utilizando ambos ojos se pueden incluir otros elementos periféricos, cuya presencia (cuando un paciente sea interrogado por un médico) confirmarán que ambos ojos están siendo utilizados. Por ejemplo, la imagen 140 incluye partes de una antena 145, cuyo componente central 148 está mostrado en la imagen 147. Cuando ambos ojos son utilizados conjuntamente y las imágenes 140 y 147 están superpuestas, se percibe una antena 154 completa. Alternativamente, la imagen 147, proyectada al ojo bueno, incluye un bloque 152, cuya presencia mientras se está viendo la película confirma que el sujeto está utilizando ambos ojos, por ejemplo el bloque puede ser coloreado, por ejemplo en rojo, y se le podría preguntar al paciente “¿de qué color es la luz en la televisión?”. Si no lo sabe, no está utilizando el equipo adecuadamente, y el médico sabe que debe corregir el modo en el que el sujeto está utilizando el equipo y/o comprobar que está funcionando adecuadamente. Mediante “chequeos” o “testigos” o controles de lo que se observa, el médico puede asegurar que el sujeto está viendo lo que se supone que tiene que ver.

Las figuras 11A a 11C muestran una prueba alternativa que puede ser llevada a cabo utilizando el aparato de visualización ocular/de imágenes de esta invención, en el cual no hay necesariamente movimiento en las imágenes mostradas. En este caso, se muestra a un ojo una imagen de un reloj 160 con tan solo una manecilla 161, figura 11A, y se muestra una imagen al otro ojo del mismo reloj 162 con un minuterio 163, figura 11B, cuando se alinean correctamente el sujeto percibe un reloj 165 con un minuterio 166 y una manecilla de hora 167, figura 11C, y el sujeto puede decir la hora. Esta prueba puede ser utilizada para medir intervalos de fusión, esto es, la combinación de intervalos de convergencia y divergencia.

Las figuras 12A a 12C muestran una prueba alternativa que puede ser llevada a cabo utilizando el aparato de visualización ocular/de imágenes de esta invención para estudiar la visión periférica de un sujeto. La imagen de un conejo 182 mostrada en la figura 12A se muestra a ambos ojos y está situada en el centro del campo visual del sujeto. Las imágenes pueden tener que ser alineadas para asegurar que sólo se ve un conejo. Típicamente, este objeto, en este caso un conejo 182, se mueve o cambia de color con el fin de retener la atención del sujeto. Objetos adicionales, en este ejemplo zanahorias 184, se introducen a continuación en la imagen en el campo periférico de visión de los sujetos, como se ilustra en las figuras 12B y 12C. Las imágenes pueden ser introducidas en ambas o tan sólo en una imagen, comprobando así uno o ambos ojos. Se pregunta al sujeto que comunique cuándo ve un objeto en su visión periférica, esto puede ser verbalmente o electrónicamente, por ejemplo presionando un teclado. Analizando cuando un sujeto ve y no ve los objetos adicionales, se puede crear un mapa del campo periférico de visión de los sujetos.

El aparato de visualización ocular/de imágenes puede ser utilizado para realizar un cierto número de funciones de evaluación ortóptica, incluyendo:

Medidas de visión: por ejemplo utilizando los últimos gráficos de precisión logMAR;

Medidas del efecto de “agrupamiento”: por ejemplo, utilizando gráficos de precisión logMAR modificados. El agrupamiento provoca visión reducida en algunas dolencias oculares, dando como resultado la incapacidad de discriminar letras empaquetadas apretadamente;

Tiempo de percepción visual: medida de la velocidad a la cual un objeto es visto (por ejemplo, una letra de un cierto tamaño es vista). La letra (u objeto) podría ser mostrada tan sólo a un ojo, o letras de distinta intensidad podrían ser mostradas a los distintos ojos, de modo que se hace trabajar más intensamente a uno que al otro;

Medición de la bizquera en posición primaria (en línea recta) o desalineamiento ocular: importante si se va a realizar una cirugía, ya que puede ayudar a determinar la extensión de la cirugía requerida;

Medición de la bizquera en nueve (o varias) posiciones de la mirada: para entender bizqueras en las cuales la desviación es la misma en todas las posiciones de la mirada, actualmente esto requiere el uso del sinoptóforo o pruebas de prisma y oclusión, que son muy laboriosas;

Medición de la torsión ocular: en la posición primaria y en otras posiciones de la mirada se mide la torsión en grados, y es un síntoma común de sujetos con diplopía que tiene un elemento torsional (ciclo torsión);

Representación pictórica, o “mapeo”, de los movimientos oculares: utilizando una pantalla Lees modificada, por ejemplo: útil para sujetos con enfermedades complejas del movimiento ocular;

Mapeo del área de visión binocular simple: esto es, el área en la cual un sujeto ve visión binocular singular, esto se determina habitualmente utilizando un analizador de campo Goldman;

Mapeo del límite de los movimientos oculares: particularmente útil para sujetos con movimiento ocular fuertemente restringido;

5 Medición de la densidad de supresión: niveles reducidos de supresión pueden indicar que una oclusión puede causar una diplopía intratable. La supresión se mide actualmente con la barra Sbisá que comprende filtros coloreados de intensidad creciente;

Medición del área de supresión: habitualmente realizada utilizando un sinoptóforo;

10 Medición de una postura anormal de la cabeza: algunos sujetos controlan una bizquera moviendo su cabeza, no existe actualmente un modo fácil de medir esto, sin embargo, se podría utilizar un casco para medir la postura de la cabeza en grados (por ejemplo, el casco podría tener un giróscopo/otros sensor, o se podrían tomar imágenes del mismo y la imagen de la cabeza del usuario más el dispositivo de casco/monitor analizada para determinar la posición de la cabeza);

15 Medición de sacadas (movimientos oculares rápidos): podrían ser medidas sacadas tanto horizontales como verticales. Actualmente, esto se determina pidiendo un sujeto que mire entre dos bolígrafos sostenidos en su línea ocular a cada lado de la cabeza. Nosotros podríamos proyectar imágenes y medir objetivamente movimiento/velocidad ocular, en comparación con evaluaciones subjetivas;

20 Prueba de diplopía postquirúrgica, incluyendo bizqueras torsionales: realizada para evaluar el riesgo de diplopía intratable tras la corrección de una bizquera, la prueba se realiza normalmente con prismas, sin embargo la distorsión inducida por grandes prismas puede introducir imprecisiones;

25 Medición de binocularidad y campo visual pediátrico;

Presencia de visión binocular simple: determina cómo de bien trabajan los ojos conjuntamente, y es indicativa de una bizquera y del nivel de control de la misma. La binocularidad potencial puede ser determinada en el ángulo de desviación se corrige primero. La binocularidad periférica puede ser determinada, por ejemplo, utilizando gafas de Bagolini delante de los oculares;

30 Medición del intervalo de fusión: consiste en determinar el intervalo de convergencia y divergencia y permite determinar el mantenimiento de la binocularidad;

35 Medición de la visión 3D: puede ser determinada midiendo la estéreo precisión utilizando estéreo pruebas;

Medición de la estereopsis de distancia: determinada como la visión 3D excepto en que la diana está más lejos;

40 Evaluación del campo visual pediátrico: cuando una persona fija la vista en línea recta, la cantidad de visión a los lados es conocida como el campo visual. Los defectos del campo visual pueden ser indicativos de problemas con la trayectoria visual. Las pruebas actuales tales como el analizador de campo de Humphrey son demasiado difíciles para la mayoría de los niños y se consume mucho tiempo probando la capacidad de concentración de un niño. Las pruebas para niños se realizan generalmente utilizando el procedimiento de confrontación, que detecta sólo defectos groseros. El aparato de visualización ocular de acuerdo con la invención permite representar el campo visual sencilla y rápidamente.

45 Un protocolo para estudiar campos visuales en niños utilizando el aparato de visualización ocular/de imágenes comprende situar una pequeña diana central de interés para el niño, tal como un personaje de dibujos animados, en el centro del campo visual del niño. Esta figura podría cambiar o moverse para mantener el interés. Un seguidor ocular (tal como el ISCAN™) se ajusta para monitorizar el movimiento tan sólo de un ojo y para confirmar que el niño está mirando de hecho a la diana de fijación central. Otra imagen visualmente estimulante se presenta a continuación aleatoriamente en la periferia del campo visual. Esta diana debe ser lo suficientemente pequeña para ser periférica pero lo suficientemente prominente para ser vista fácilmente, esto es, brillante y de gran contraste. Esta aparición de la diana es típicamente aleatoria con relación a cuándo y dónde aparece en el campo visual, y la diana de fijación central permanece típicamente presente de principio a fin. El observador/ordenador recoge la aparición de una imagen diana en el campo periférico y la respuesta del sujeto a la misma.

50 Si el niño ve la segunda diana en la periferia del campo visual, el mirará a la misma de modo reflejo. El seguidor ocular registrará el movimiento ocular sacádico (oscilación rápida) del niño para ver la segunda diana y el ordenador/observador registrará la diana como vista, y recogerá que esa parte del campo visual está intacta.

60 Una serie de dianas secundarias están presentes típicamente en los cuatro cuadrantes del campo visual. Para asegurar que la prueba es corta, sencilla y fiable, se utilizará un número mínimo de dianas. De este modo, se puede construir un mapa sencillo del campo visual del niño que muestre áreas en las que éste está intacto, y áreas en la que es deficiente.

65

En adultos (o niños), variar la intensidad de las diana secundarias para determinar umbrales de defectos de campo visual podría refinar la prueba.

5 Además, el aparato de visualización ocular/de imágenes puede ser utilizado asimismo para tratar dolencias visuales, y para proporcionar ejercicios, incluyendo:

10 Tratamiento de la ambliopía: utilizando ejercicios para fomentar el uso del ojo vago al mismo tiempo que el ojo bueno. Estos ejercicios pueden comprender hacer que los ojos miren en ángulos/posiciones diferentes en las pantallas de visualización, mostrando al ojo “malo” el objeto de atención, bien más intensamente/claramente que al ojo “bueno”, o excluyendo el ojo bueno, o de tal modo que sólo utilizando ambos ojos sea visible/comprendible la escena en absoluto;

15 Tratamiento de la insuficiencia de convergencia y de fusión reducida: utilizando programas para estimular y ejercitar los músculos del ojo para aumentar la capacidad de los ojos de trabajar conjuntamente para “fundir” objetos en diferentes distancias cuando esta capacidad está reducida a normalmente;

20 Ejercicios ortópticos: el dispositivo puede ser utilizado para realizar ejercicios para mejorar la convergencia, fusión, o movimientos oculares de ducción. Una incapacidad de converger puede dar como resultado síntomas oculares graves, y el aparato de visualización ocular/de imágenes puede ser utilizado para presentar un estímulo binocular para fomentar la convergencia visual. Los ejercicios convencionales se llevan a cabo típicamente en la actualidad durante 2 a 5 minutos tres a seis veces al día, se prevé que 10-15 minutos de uso del dispositivo de proyección de imágenes serán de igual valor. Se pueden realizar asimismo ejercicios de ducción, típicamente en sujetos con enfermedades oculares distiroideas. Los ejercicios de ducción requieren que un sujeto siga una diana de lado a lado o de arriba a abajo dependiendo de la dirección de la mirada que necesita ser ejercitada. Igualmente podrían ser realizados ejercicios para sujetos con fusión reducida y tensión ocular sintomática/dolores de cabeza.

30 A modo de ejemplo tan sólo, se muestran a continuación los resultados de un estudio en el cual seis niños con ambliopía utilizaron el aparato de visualización ocular/de imágenes de acuerdo con la invención anteriormente descrita.

35 Se escogieron para el estudio seis niños menores de ocho años, todos los cuales mostraban diversas formas de ambliopía. El estudio requería que los niños acudieran a la clínica oftalmológica con regularidad y usaran el aparato de visualización ocular. El aparato usado se basaba en el mostrado en las figuras 3B y 3C, configurado de tal modo que se muestra una primera imagen a un ojo y una segunda imagen, diferente, al otro ojo, en el que al menos una imagen contiene un objeto que se mueve. Con el fin de percibir la imagen completa el niño tenía que utilizar ambos ojos.

40 Típicamente, el niño veía una película utilizando el aparato de visualización ocular, siendo mostrada la película al ojo vago más débil, sin embargo se requería ver ciertos rasgos periféricos de la imagen mostrada sólo al ojo bueno, asegurando así que ambos ojos estaban siendo usados.

Además, el niño jugó a un juego del tipo Pac Man™, y a un juego de carreras de coches similares a aquellos descritos en las figuras 8A a 9C.

45 Cada niño realizó hasta 12 visitas a la clínica y utilizó el aparato de visualización ocular hasta 300 minutos (cinco horas) en total. Tras cada visita, la visión del niño fue evaluada utilizando una prueba normalizada logMAR.

50 El cambio en la agudeza visual en el ojo ambliópico del niño tras cada visita fue registrado y presentado gráficamente en la figura 13 (S1 a S6 son los niños estudiados). Una disminución en la lectura de agudeza visual refleja una mejora en la visión. Los resultados demostraron que cinco de los seis niños estudiados mostraron una mejora la visión en el ojo ambliópico tras el uso del aparato de visualización ocular de acuerdo con la invención.

55 El cambio en la visión global de los niños fue recogido asimismo tras cada visita y es presentado gráficamente en la figura 14. Los gráficos representan el número de visitas frente a mejora en el número de letras de la carta logMAR que cada niño pudo ver. De nuevo, cinco de los niños mostraban una mejoría en el número de letras que podían ver, en el mejor caso se observó una mejoría de 5 a 24 letras durante el transcurso del estudio.

60 Puede verse de estos resultados que se puede observar una marcada mejoría en la visión de los niños con ambliopía tras menos de 300 minutos utilizando el aparato de visualización ocular de esta invención. Las técnicas de parche convencionales pueden requerir 400 o más horas de tratamiento para observar resultados similares.

Puede ser útil revisar en más detalle el estado de la técnica conocido.

65 En concreto, el documento EP 0 830 839 divulga un dispositivo que utiliza una pantalla lenticular, que no funcionaría si el sujeto fuera ambliópico. El ángulo de visión de una pantalla lenticular es importante asimismo para determinar la posición de las imágenes percibidas por el observador. Esto no ocurre con los modos de realización de la presente

invención. No hay discusión de la utilización de este dispositivo para tratar enfermedades visuales, ni se prevé control por el usuario del movimiento, como se requiere en el modo activo de juego de la presente solicitud.

5 El documento GB 2 353 869 A divulga un sinóptoro y realiza sólo las funciones de un sinóptoro tradicional: no se prevé movimiento en las imágenes presentadas.

10 El documento US 4 756 305 (Mateik) divulga un dispositivo de entrenamiento ocular configurado para mostrar una imagen diferente a cada ojo, sin embargo, las imágenes mostradas en US 4 756 305 no son verdaderamente dinámicas, son imágenes estáticas LCD que saltan entre posiciones alternativas: son discontinuas, no dinámicas. Las imágenes en US 4 756 305 son vistas a través de un prisma, lo que introduce una aberración cromática y degrada la imagen visual, no son posibles imágenes a todo color. No hay control por el médico o monitorización remota en US 4 756 305. US 4 756 305 no prevé un cambio rápido de la imagen vista y sólo puede mostrar un tipo de imagen, esto es, no se puede cambiar fácilmente entre, por ejemplo, una prueba ocular, una película y un juego, como permite la presente solicitud o cambiar el contenido de la imagen para un ojo. El uso del dispositivo US 4 756 15 305 para tratar, medir o corregir una bizquera no está previsto.

Una lista no limitativa de diferencias significativas entre el estado de la técnica conocido y algunos modos de realización de la presente invención incluye:

- 20 • inmersión visual: en algunos modos de realización de la presente invención, el sujeto no tiene visión periférica significativa fuera de la imagen mostrada, de modo que no se distrae, y se puede estudiar la totalidad del campo visual;
- 25 • movimiento dinámico: en algunos modos de realización de la presente invención, la totalidad del campo visual puede moverse; lo que se mueve, y en qué medida, puede ser variado dependiendo de las condiciones de los sujetos, esto es, el grado de ambliopía, asimismo debe ser capaz de cambiar el movimiento para asegurar que el sujeto está implicado cognitivamente;
- 30 • las imágenes se muestran a todo color en algunos modos de realización de la presente invención;
- las imágenes pueden ser presentadas a lo largo de la dirección de cualquier eje visual en algunos modos de realización de la presente invención;
- 35 • algunos modos de realización de la presente invención permiten la implicación interactiva del usuario con las imágenes, tales como la participación en un juego;
- algunos modos de realización de la presente invención permiten la monitorización/control por el operario de las imágenes mostradas;
- 40 • algunos modos de realización de la presente invención permiten el control de las imágenes, o partes de las imágenes, lo que abarca la visión periférica y central;
- algunos modos de realización de la presente invención permiten la capacidad de variar los estímulos, esto es, lo que se mueve;
- 45 • algunos modos de realización de la presente invención permiten un movimiento egocéntrico (en primera persona), de modo que parece que el sujeto (observador) se está moviendo realmente; y
- 50 • la versatilidad del dispositivo de algunos modos de realización de la presente invención permite que el usuario o el operario cambie fácilmente entre modos de prueba, visualización y juego.

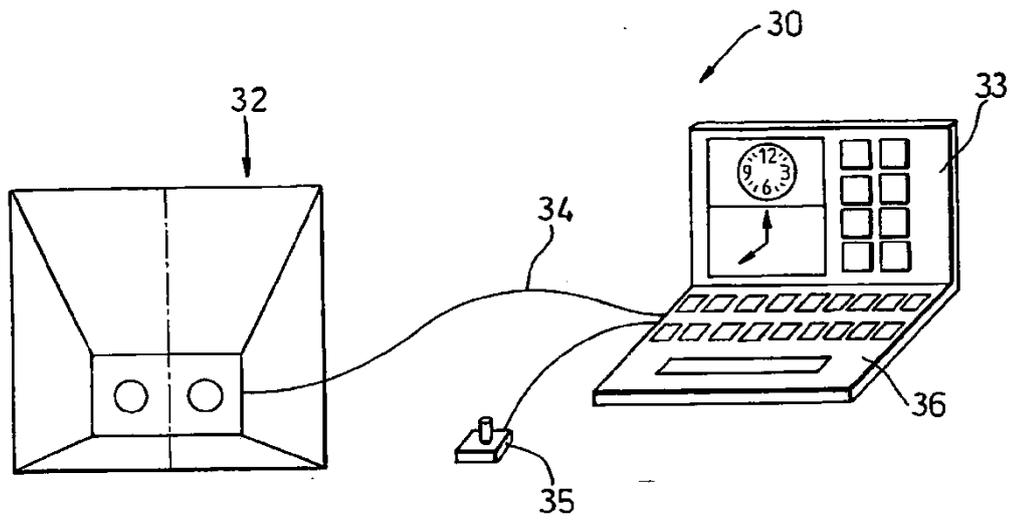
**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de visualización ocular para el tratamiento de la ambliopía, teniendo el aparato medios de presentación de imágenes adaptados para visualizar una primera imagen (147), tan sólo a un ojo de un sujeto, y una segunda imagen, diferente, tan sólo al otro ojo del sujeto (140), estando presentadas las imágenes primera y segunda (140, 147) al sujeto de modo que éste perciba una imagen compuesta, en el que la primera imagen (147) comprende una primera sub-imagen y la segunda imagen (140) comprende una segunda sub-imagen, produciendo las sub-imágenes, cuando están superpuestas, una imagen compuesta (153), en el que la primera sub-imagen y la segunda sub-imagen tienen, cada una, un componente común (141, 150) superponible, según se ve por un sujeto, como para ser visto como sólo una sub-imagen por el sujeto, y en el cual una de las sub-imágenes tiene también al menos un rasgo adicional (144) no presente en la otra sub-imagen, dispuesto el rasgo adicional (144) para ser presentado al ojo que funciona peor/mal con el fin de tratar la ambliopía; y caracterizado porque al menos una de las imágenes primera o segunda incluye un objeto en movimiento además de objetos estacionarios.
2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el sujeto está inmerso visualmente en las imágenes visualizadas.
3. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual las imágenes (140, 147) son generadas por ordenador.
4. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, adaptado para producir imágenes (140, 147) que son percibidas como bidimensionales, tridimensionales o de realidad virtual.
5. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual los medios de presentación de imágenes incluyen una o más pantallas.
6. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el movimiento del objeto se le aparece al sujeto como suavizado.
7. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el movimiento del objeto está en el campo visual periférico, el campo visual central o en todo el campo visual.
8. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual las imágenes (140, 147) están visualizadas y vistas a todo color.
9. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual las imágenes (140, 147) están presentadas a lo largo del eje visual del sujeto.
10. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuesto para permitir que el sujeto perciba un movimiento egocéntrico, en el cual las imágenes (140, 147) están presentadas de tal modo que al sujeto le parece que se están moviendo en la imagen compuesta visualizada.
11. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que usa tecnología de realidad virtual
12. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual dicha primera imagen (147) incluye tan sólo objetos estacionarios y dicha segunda imagen (140) incluye al menos un objeto en movimiento, y el cual tiene un control del objeto, adaptado para permitir el control del movimiento de al menos uno de los objetos en movimiento.
13. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual dicha primera imagen (147) incluye al menos un primer objeto en movimiento y dicha segunda imagen (140) incluye al menos un segundo objeto en movimiento, y el cual tiene un control del objeto adaptado para permitir el control del movimiento de al menos uno de los objetos en movimiento primero y/o segundo, o de ambos.
14. Aparato de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en el cual el control del objeto es manipulable por el sujeto y/o por un operario y/o por un programa.
15. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un visualizador de operario adaptado para visualizar para un operario las imágenes (140, 147), o la representación de las imágenes (140, 147), vistas por el sujeto.
16. Aparato de acuerdo con la reivindicación 15, adaptado para visualizar para un operario una indicación del tipo o grado de enfermedad ocular presente en el sujeto.
17. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios de manipulación de la imagen adaptados para permitir la manipulación de las imágenes primera y segunda para presentarlas de

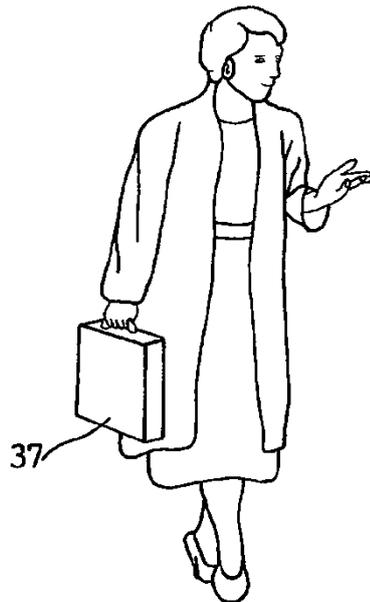
modo que un sujeto perciba la imagen compuesta pretendida (153).

18. Aparato de acuerdo con la reivindicación 17, en el cual los medios de manipulación son proporcionados al sujeto o al operario o a ambos.
- 5 19. Aparato de acuerdo con la reivindicación 17 o la reivindicación 18, que comprende un monitor de manipulación adaptado para proporcionar información del tipo y grado de manipulación de las imágenes requeridos para permitir que el sujeto perciba una imagen compuesta pretendida (153).
- 10 20. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, adaptado para presentar una imagen compuesta (153) que presenta al sujeto un juego, o una representación visible, o una prueba interactiva con el sujeto.
- 15 21. Aparato de acuerdo con la reivindicación 20, en el cual un juego requiere la interacción / participación interactiva del sujeto.
22. Aparato de acuerdo con la reivindicación 21, en el cual la interacción es en tiempo real.
- 20 23. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, adaptado para medir la función visual.
24. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, adaptado para medir la función visual y para presentar al sujeto un juego, una representación visible o una prueba interactiva con el sujeto.
- 25 25. Aparato de acuerdo con la reivindicación 24, en el que el sujeto o un operario puede cambiar fácilmente entre modos de prueba, visionado o juego.
26. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el cual es portátil.
27. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un dispositivo que monitoriza el movimiento del ojo.
- 30 28. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un aparato para ejercitar un ojo u ojos.
- 35 29. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuesto como una herramienta quirúrgica para simular la visión que el sujeto experimentará tras la operación.
- 40 30. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la primera imagen (147) contiene una primera porción de alineamiento (145) la cual, cuando el sujeto percibe la imagen compuesta pretendida, está alineada con una segunda porción de alineamiento (148) en la segunda imagen (140).
- 45 31. Un soporte de datos que porta un programa, el cual, cuando corre en un procesador, provoca que el procesador controle la visualización de una primera imagen (147) tan sólo a un ojo de un sujeto, y una segunda imagen (140), diferente, tan sólo al otro ojo del sujeto, siendo presentadas las imágenes primera y segunda (140, 147) al sujeto de modo que éste percibe una imagen compuesta (153), caracterizado porque la primera imagen (147) comprende una primera sub-imagen, y la segunda imagen (140) comprende una segunda sub-imagen, produciendo las sub-imágenes, cuando están superpuestas, una imagen compuesta (153), en el que la primera sub-imagen y la segunda sub-imagen tienen cada una un componente común (141, 150) superponible, según se ve por un sujeto, como para ser visto como sólo una sub-imagen por el sujeto, y en el cual al menos una de las sub-imágenes tiene también al menos un rasgo adicional (144) no presente en la otra sub-imagen, dispuesto el rasgo adicional (144) para ser presentado al ojo que funciona peor/mal con el fin de tratar la ambliopía; y caracterizado porque al menos una de las imágenes primera o segunda incluye un objeto en movimiento además de objetos estacionarios.
- 50 32. Un producto de programa de ordenador, configurado para uso con aparato de visualización ocular, para controlar un ordenador que comprende medios para visualizar una primera imagen (147) tan sólo a un ojo de un sujeto, y una segunda imagen (140), diferente, tan sólo al otro ojo del sujeto, siendo presentadas las imágenes primera y segunda (140, 147) al sujeto de modo que éste percibe una imagen compuesta (153), caracterizado porque la primera imagen (147) comprende una primera sub-imagen, y la segunda imagen (140) comprende una segunda sub-imagen, produciendo las sub-imágenes, cuando están superpuestas, una imagen compuesta (153), en el que la primera sub-imagen y la segunda sub-imagen tienen cada una un componente común (141, 150) superponible, según se ve por un sujeto, como para ser visto como sólo una sub-imagen por el sujeto, y en el cual una de las sub-imágenes tiene también al menos un rasgo adicional (144) no presente en la otra sub-imagen, dispuesto el rasgo adicional (144) para ser presentado al ojo que funciona peor/mal con el fin de tratar la ambliopía; y caracterizado porque al menos una de las imágenes primera o segunda incluye un objeto en movimiento además de objetos estacionarios.
- 55 60 65

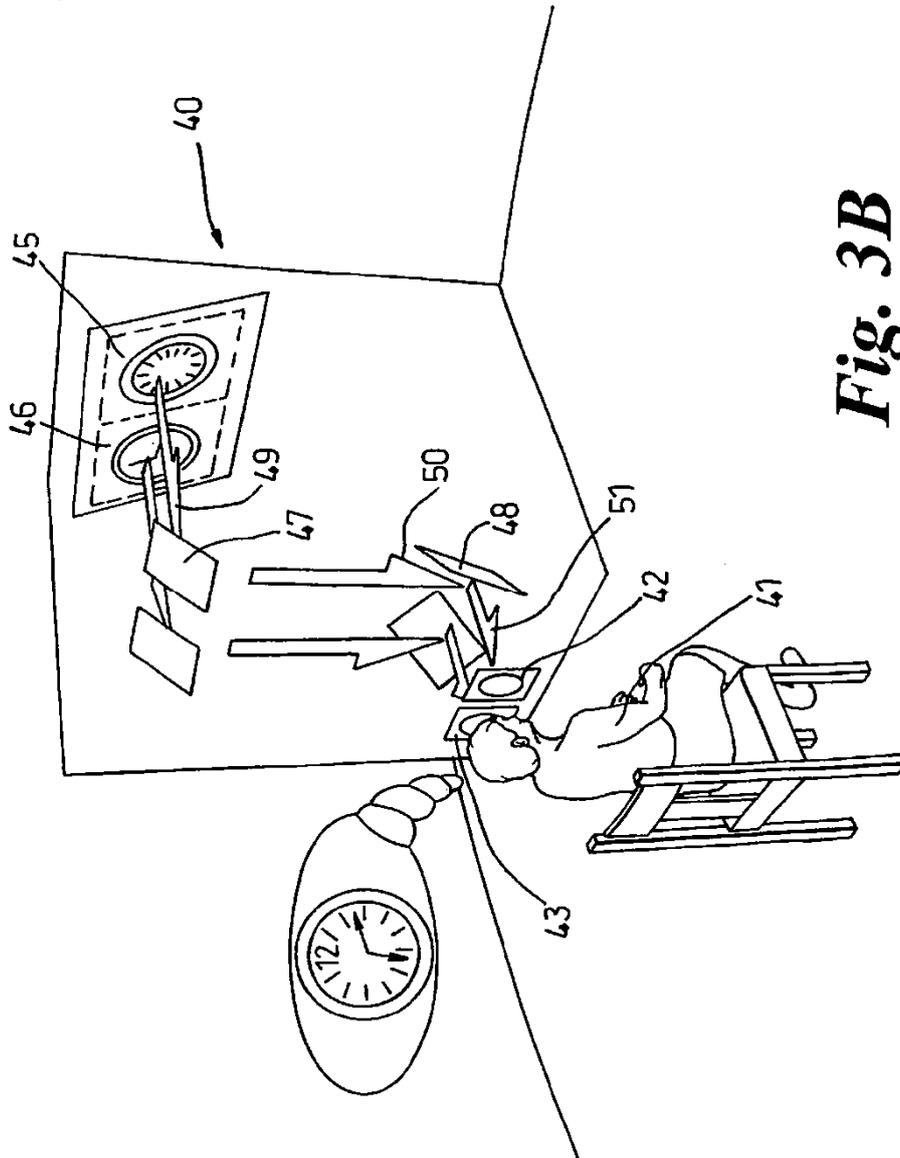




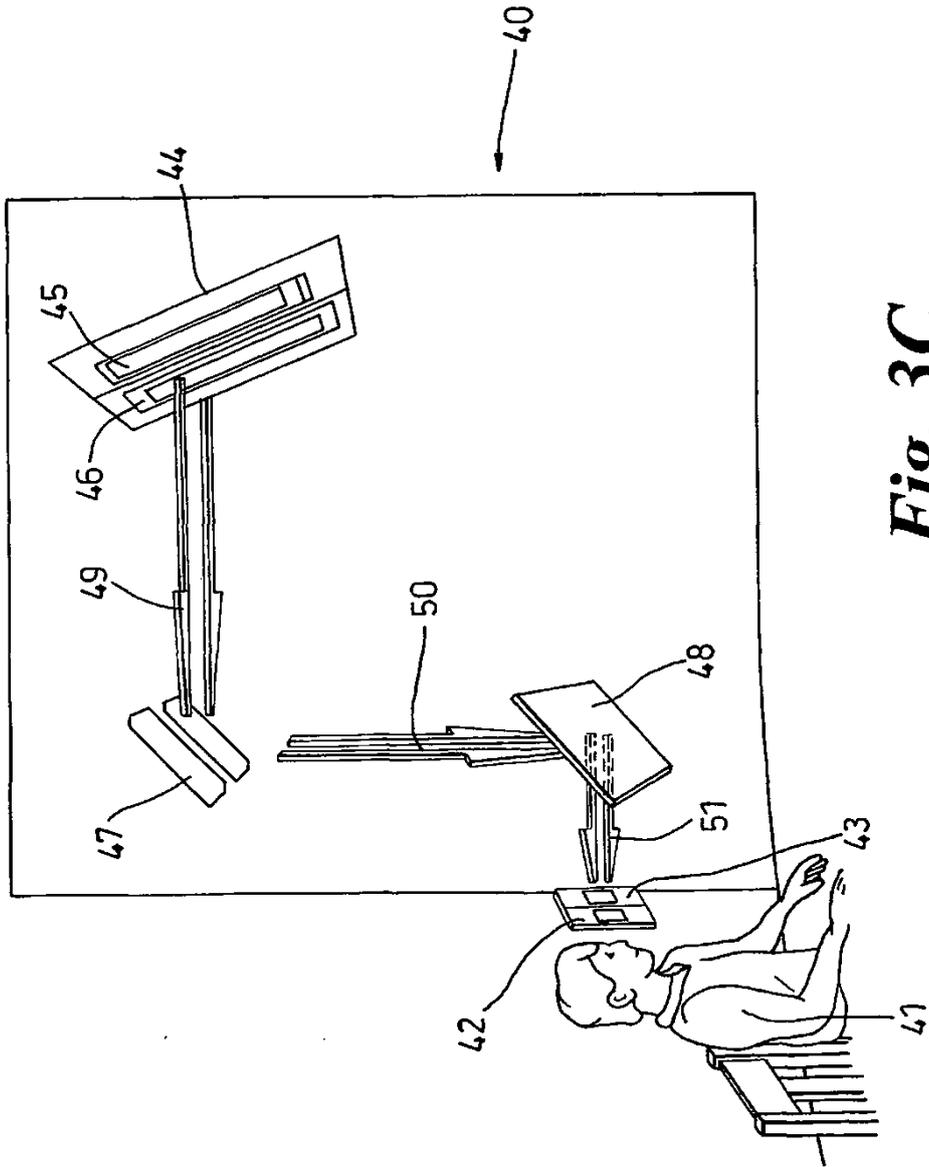
**Fig. 3A**



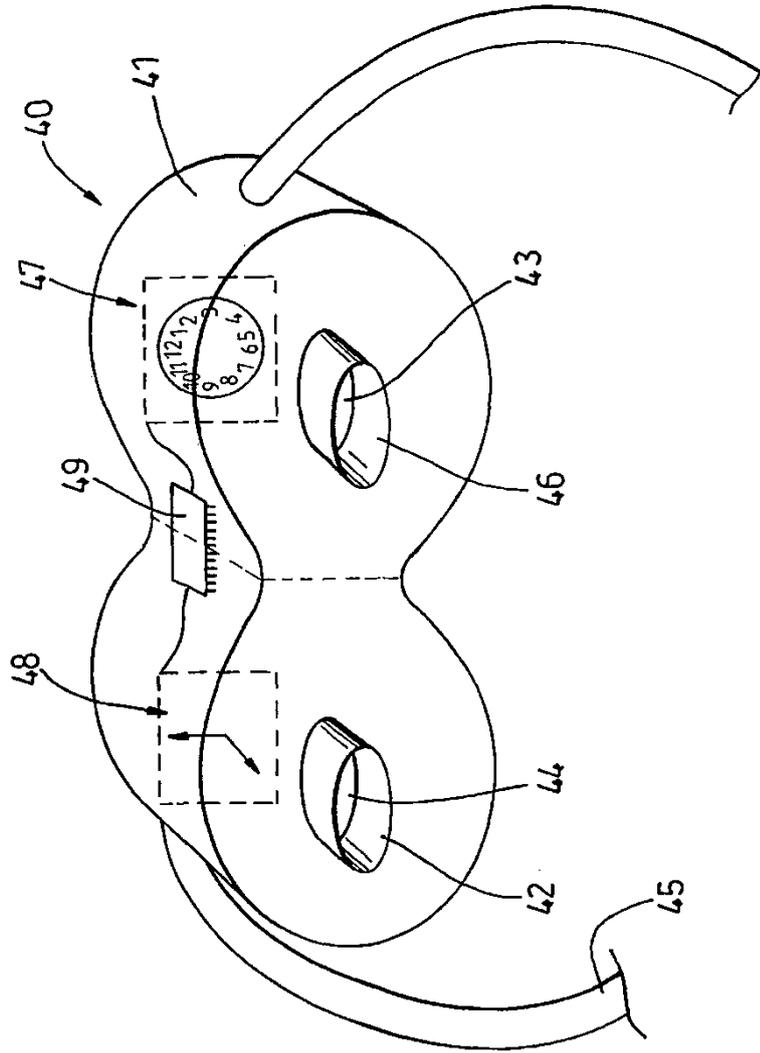
**Fig. 4**



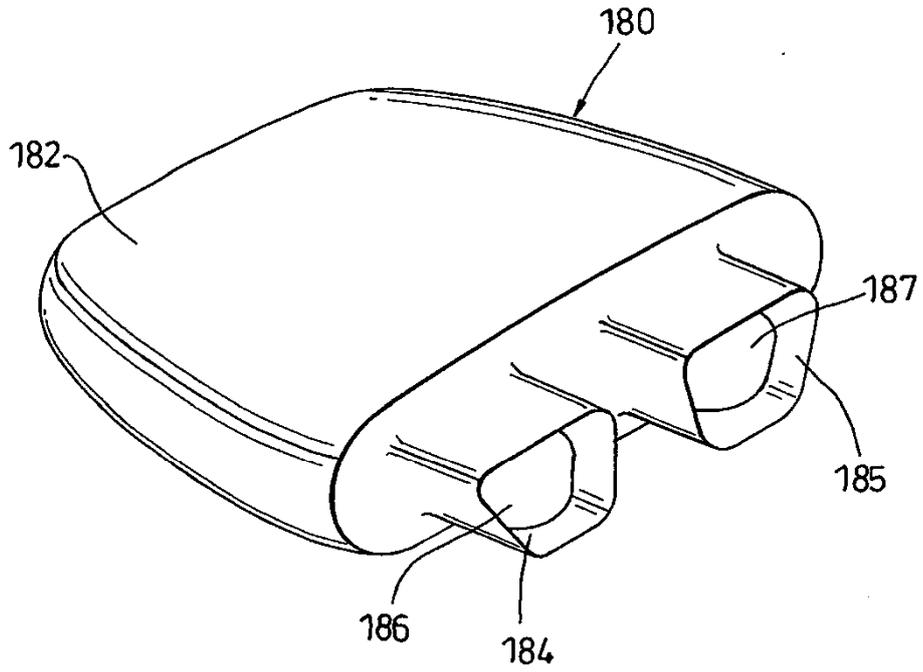
**Fig. 3B**



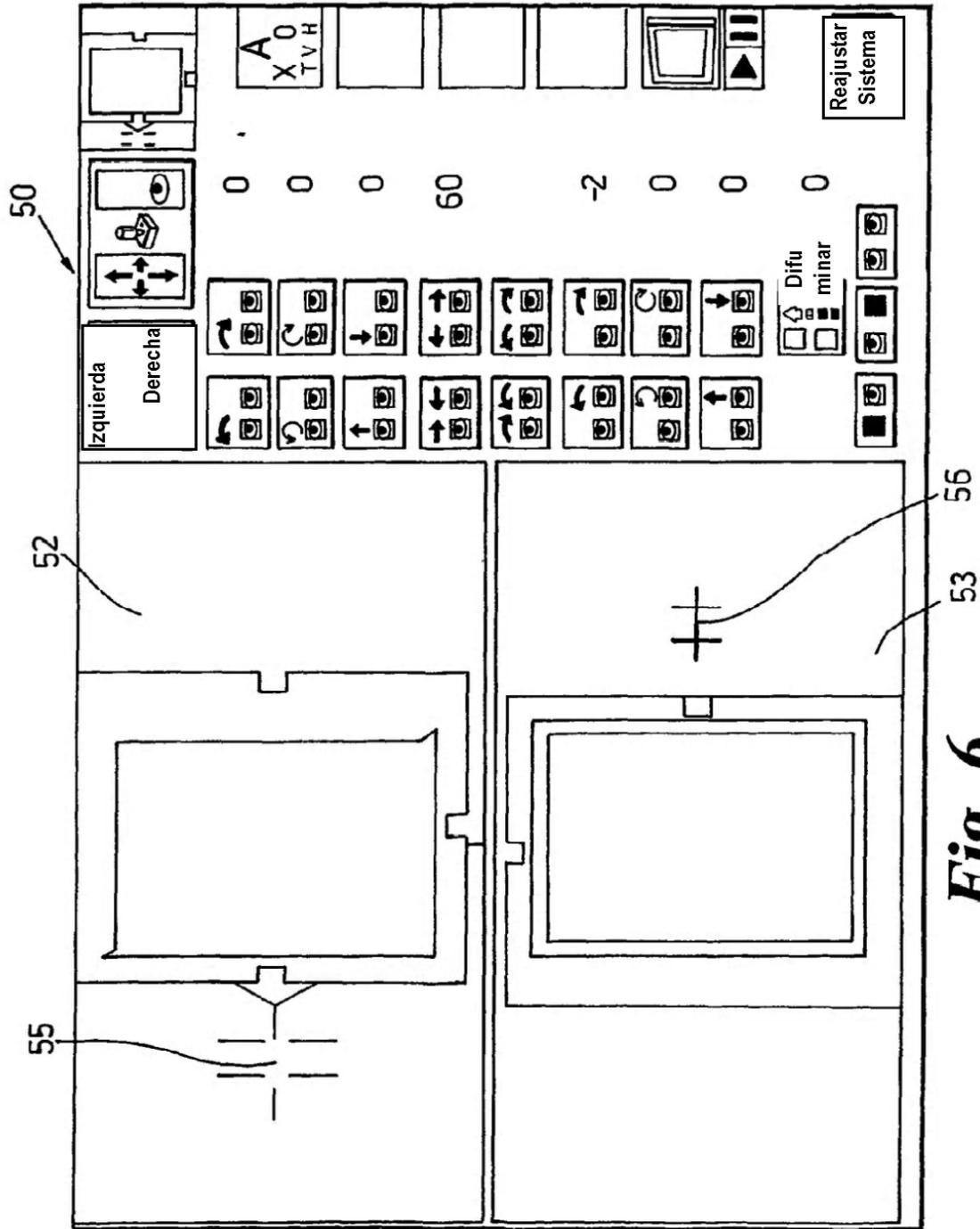
**Fig. 3C**



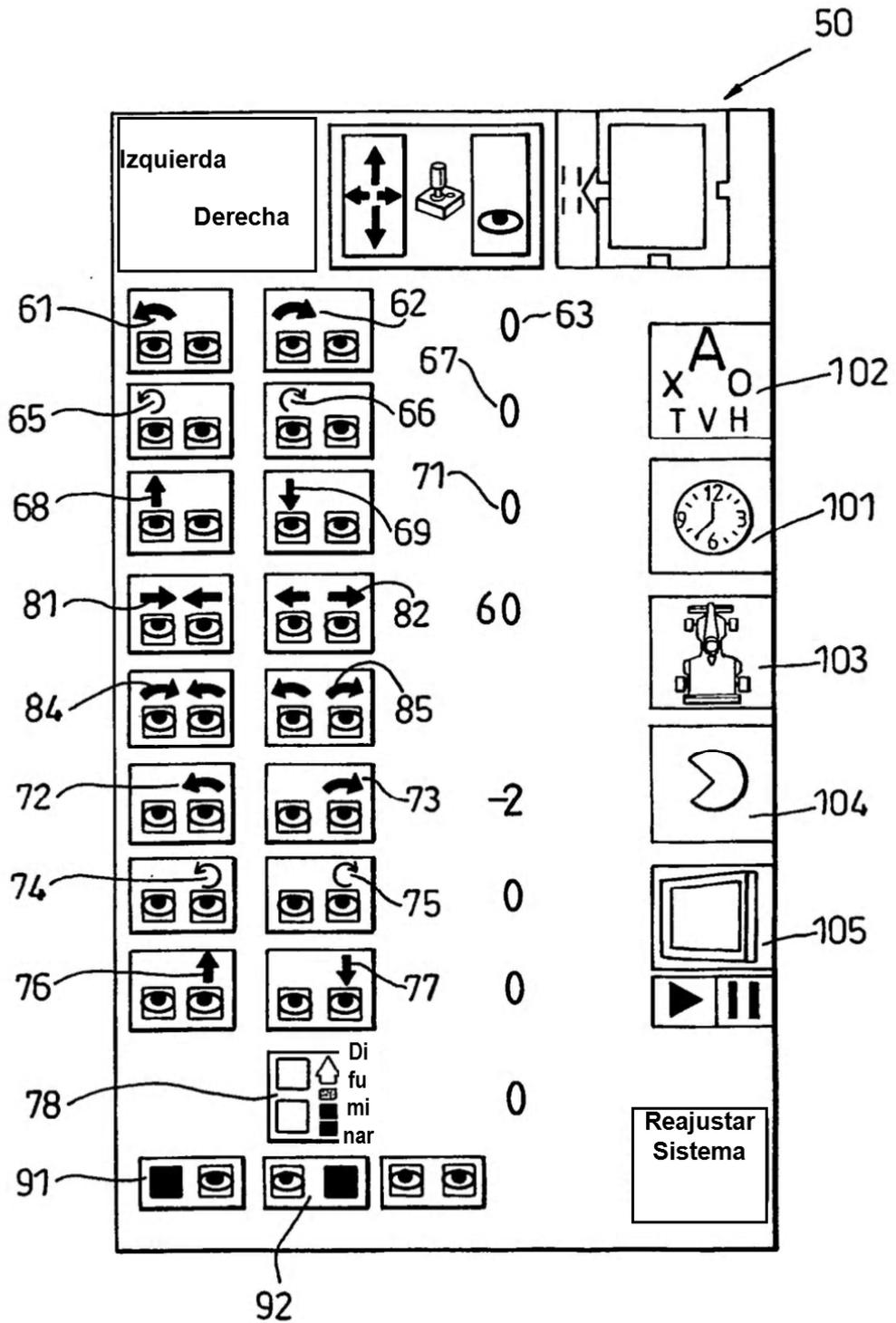
**Fig. 5A**



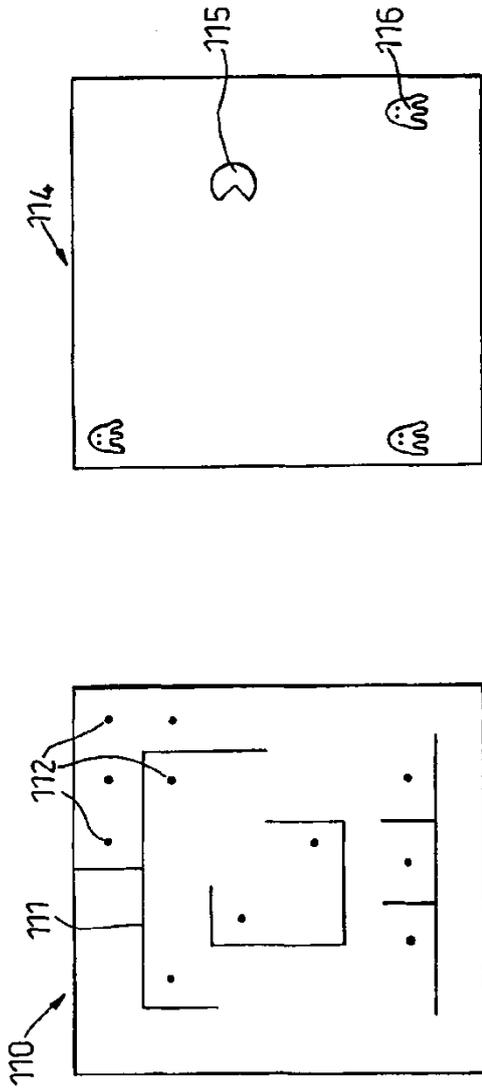
***Fig. 5B***



**Fig. 6**

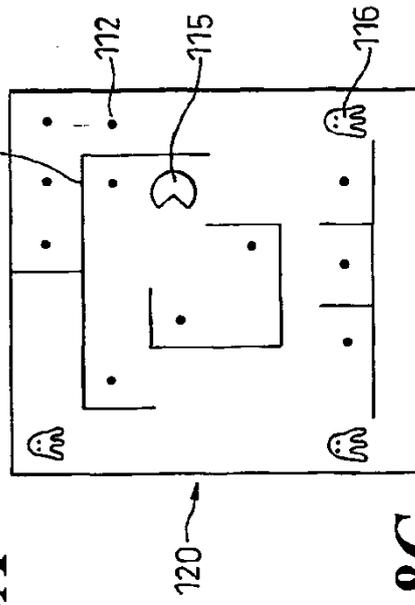


**Fig. 7**

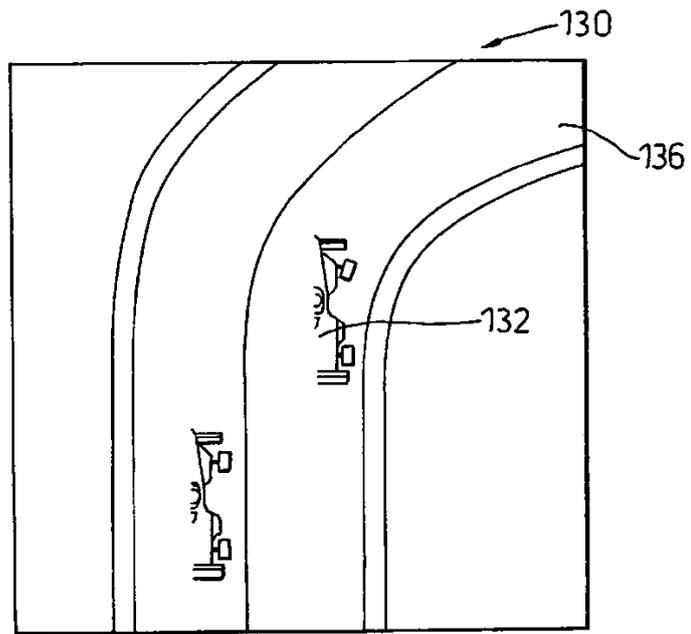


**Fig. 8B**

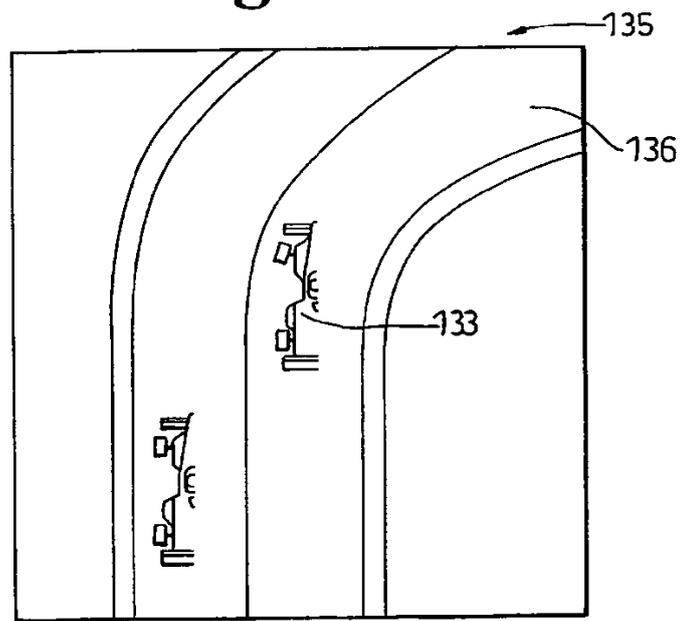
**Fig. 8A**



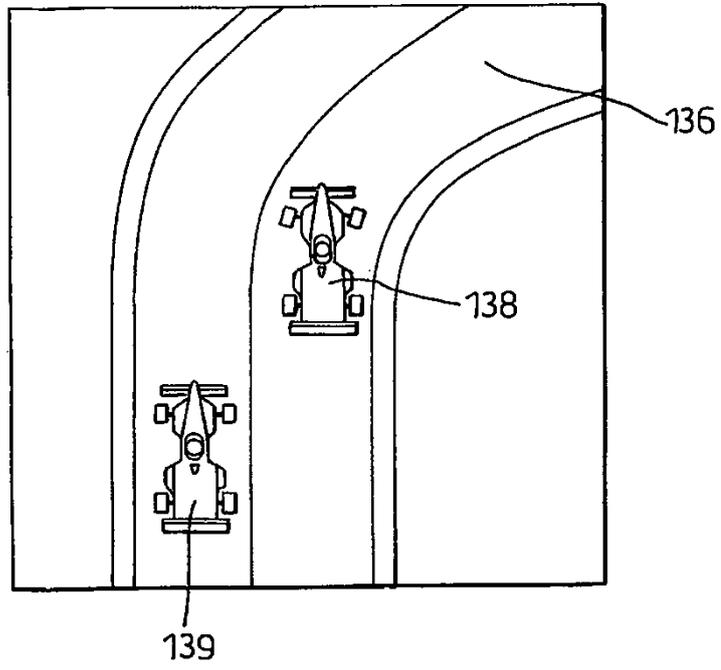
**Fig. 8C**



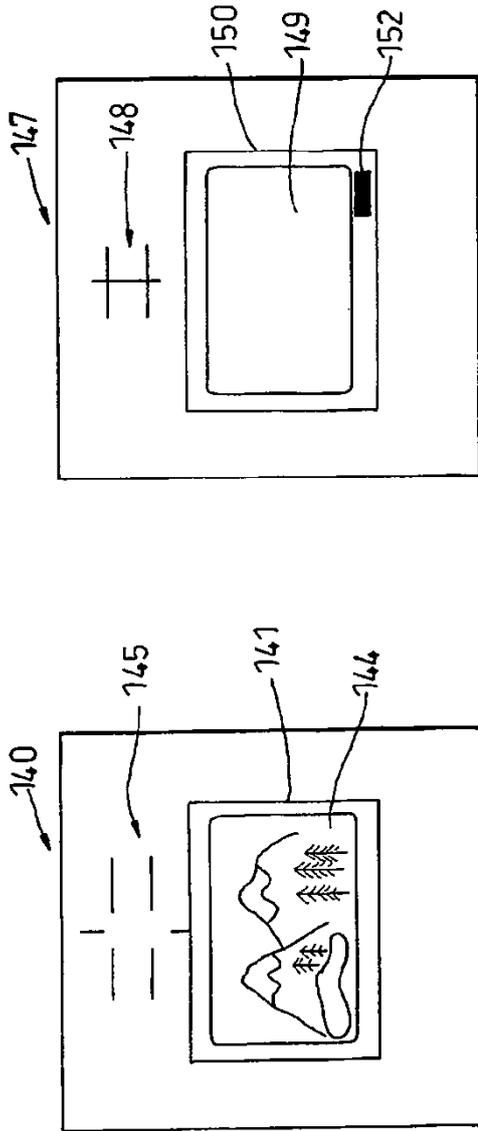
**Fig. 9A**



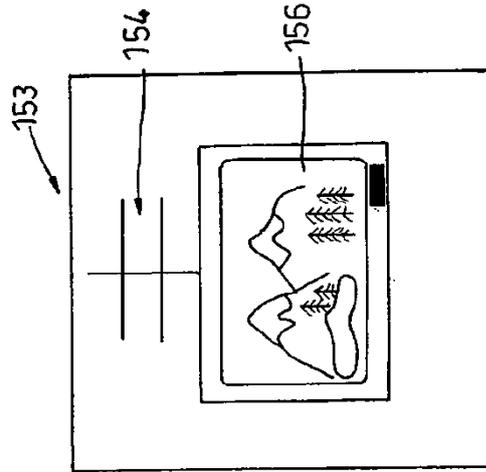
**Fig. 9B**



***Fig. 9C***

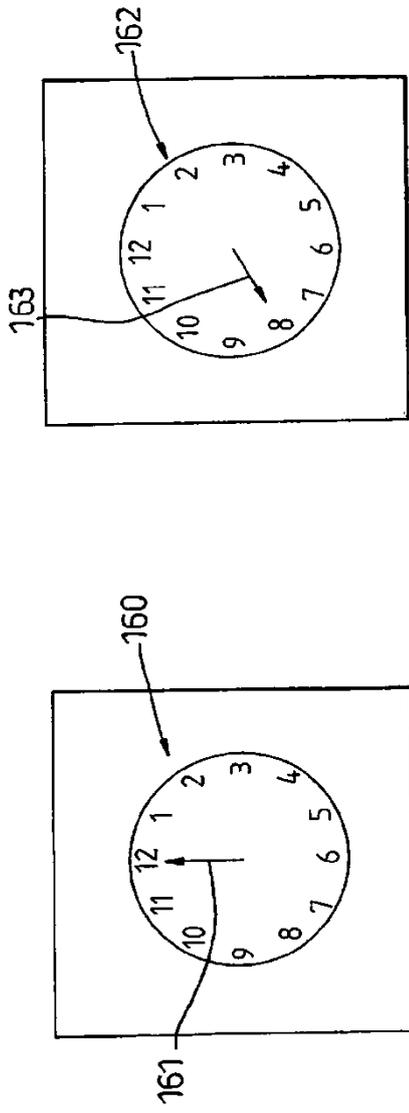


**Fig. 10B**



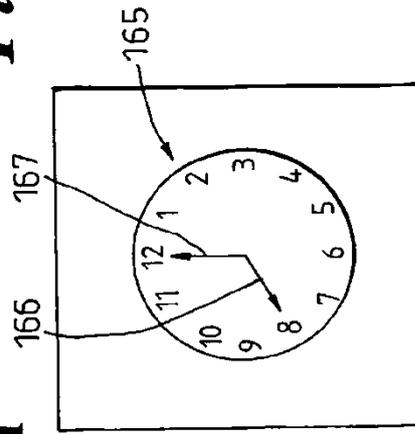
**Fig. 10A**

**Fig. 10C**

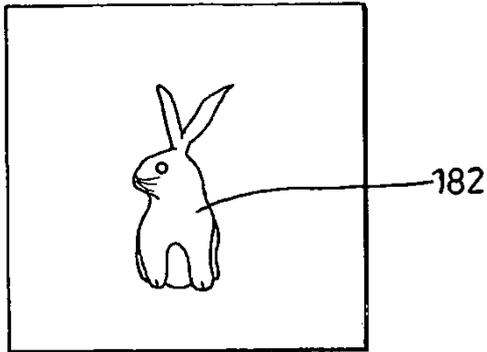


**Fig. 11B**

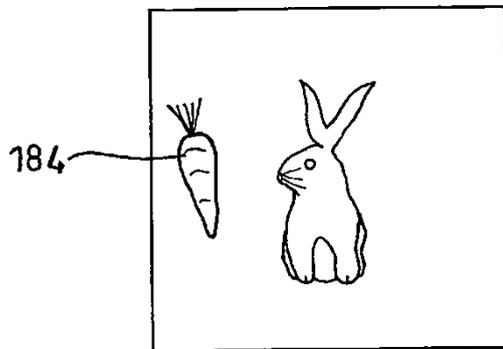
**Fig. 11A**



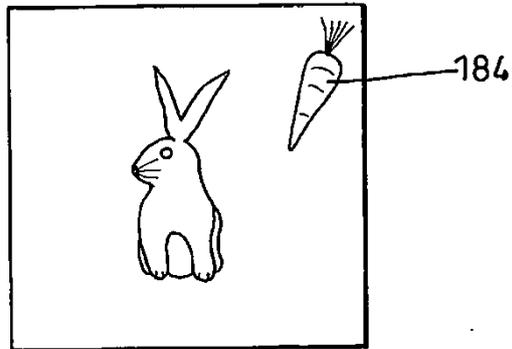
**Fig. 11C**



***Fig. 12A***



***Fig. 12B***



***Fig. 12C***

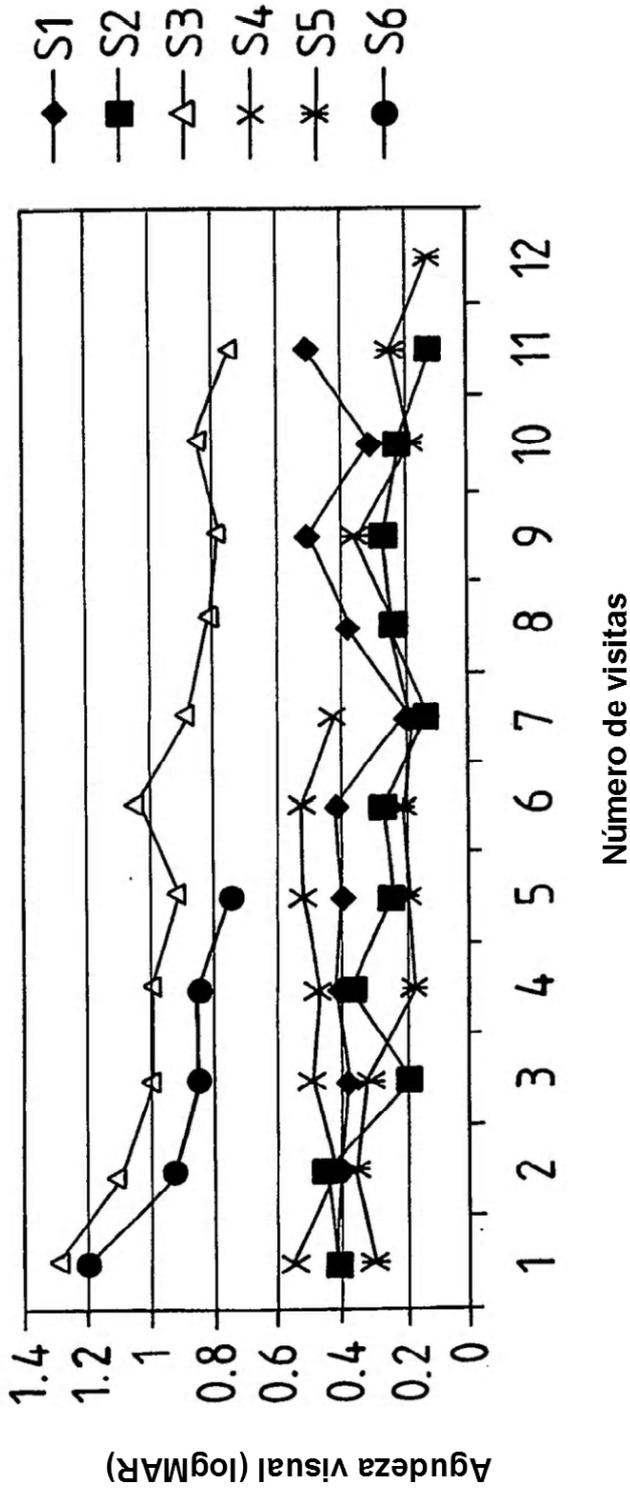
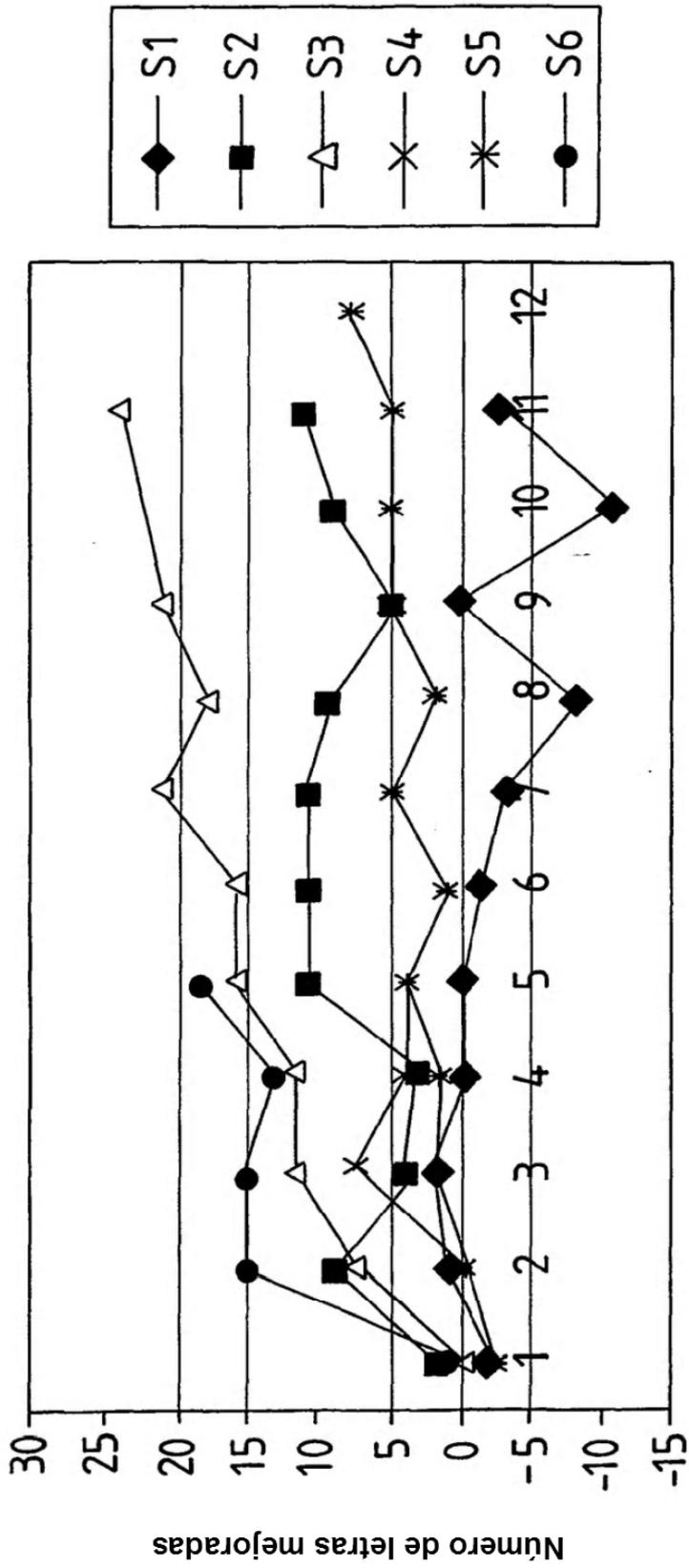


Fig. 13



Número de visitas

Fig. 14