

# Impacto de la realización de terapia visual en niños con alteraciones neurológicas: evaluación preliminar

Cristina San Juan Bermejo<sup>1,2</sup>, Col. 10.309

Sara Serrano Pérez<sup>1</sup>. Psicóloga

Daniel Barroso Gutiérrez<sup>1</sup>. Profesor educación física

Daniel Cano Ott<sup>3</sup>, Profesor de Investigación

Eugenio Arribas García de la Granja<sup>1</sup>. Coordinadora de proyecto

David P. Piñero Llorens<sup>4,5</sup>, PhD, Col. 11.103

<sup>1</sup>Colegio de Celia y Pepe, Fundación Querer, Madrid

<sup>2</sup>Centro Optométrico, Terapia Visual y Baja Visión Salud Visión, Madrid.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas - CIEMAT, Madrid.

<sup>4</sup>Grupo de Óptica y Percepción Visual (GOPV), Departamento de Óptica,

Farmacología y Anatomía. Universidad de Alicante.

<sup>5</sup>Unidad de Optometría Clínica Avanzada, Departamento de Oftalmología,

Hospital Vithas Medimar Internacional, Alicante.

## Resumen

Este estudio piloto muestra el resultado de la implementación de un programa de terapia visual en 10 niños/as con trastornos del neurodesarrollo (TND) o alteraciones neurológicas de otra índole en el ámbito de un colegio especializado en el manejo de este tipo de niños/as y dentro de un equipo multidisciplinar. Tras un programa de terapia visual de una sesión semanal de 45 min y sesiones grupales integradas en actividades escolares de 15 min, se confirmó una mejoría significativa a nivel de vergencia fusional positiva en cerca, precisión de seguimientos y sacádicos, amplitud de acomodación y distintos aspectos del procesamiento visual como la discriminación visual, memoria visual y relaciones espaciales. Este estudio es un paso preliminar a futuras investigaciones comparando con un grupo control en los que no se aplica terapia visual.

**Palabras clave:** trastornos del neurodesarrollo, terapia visual, convergencia, visión binocular, acomodación, sacádicos

## PUNTOS CLAVE

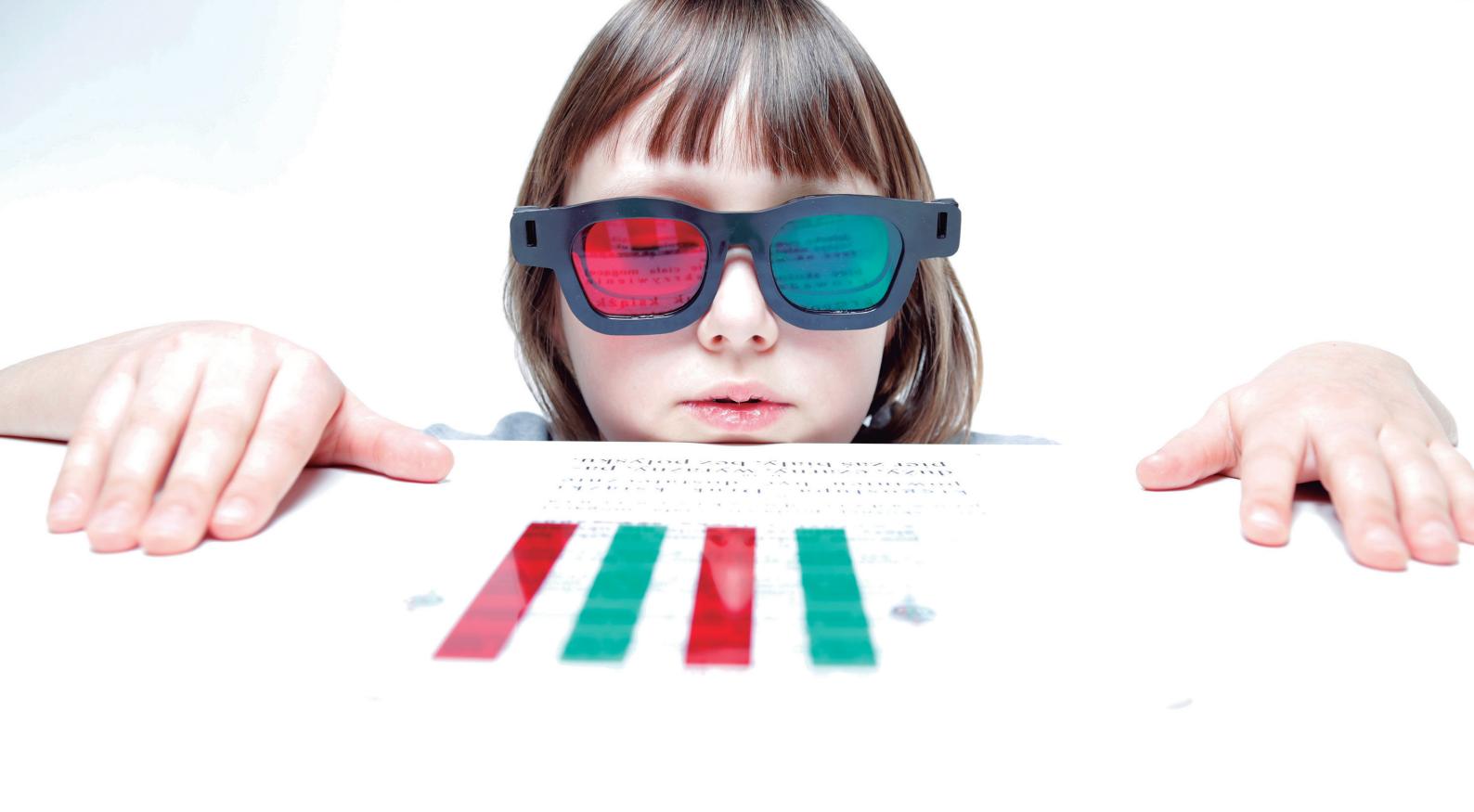
1. La terapia visual permite la mejora de alteraciones binoculares, acomodativas y oculomotoras en niños y niñas con trastornos del neurodesarrollo (TNDs) u otras alteraciones neurológicas.
2. La terapia visual en TNDs con anomalías binoculares, acomodativas y/u oculomotoras asociadas podría inducir modificaciones a nivel de percepción visual y desarrollo visuo-motor que deben investigarse en detalle en futuros estudios.
3. El uso de terapia visual en TNDs jamás debe plantearse como un tratamiento aislado, sino como una pieza más del puzzle del manejo multidisciplinar de este tipo de condiciones.

## Introducción

Las alteraciones neurológicas en niños tienen un gran impacto a nivel del desarrollo, incluyendo importantes efectos en el proceso de aprendizaje y el abordaje de la lectoescritura. Entre las potenciales anomalías neurológicas, se encuentran los trastornos del neurodesarrollo (TNDs), los cuales constituyen una de las causas más frecuentes del bajo rendimiento y fracaso escolar. Hay que tener en cuenta que el desarrollo es el proceso dinámico de interacción entre el organismo y el medio, que da como resultado la maduración orgánica y funcional del sistema nervioso, el desarrollo de funciones psíquicas y la estructuración de la personalidad<sup>1</sup>. Un TND debe considerarse como la desviación significativa del "curso" del desarrollo, que genera una incapacidad persistente y específica para adquirir de forma eficiente determinadas habilidades académicas, ya sea la lectura, escritura, cálculo, dibujo, etcétera, y que ocurren a pesar de que el niño tenga una inteligencia normal, siga una escolarización adecuada y su entorno sociocultural sea favorable<sup>2</sup>. Conforme al documento de consenso DSM-5<sup>2</sup>, los TNDs se pueden clasificar en discapacidades intelectuales, trastornos de la comunicación, trastorno del espectro autista (TEA), trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), trastornos del desarrollo motor, que incluye el trastorno del desarrollo de la coordinación (TDC) o trastorno de movimientos estereotipados, y los trastornos específicos del aprendizaje (TAp), que incluye los trastornos definidos por el DSM-IV como trastorno de lectura, trastorno de la expresión escrita y trastorno de cálculo, abarcando, por tanto, también a la dislexia.

Todas estas anomalías tienen asociadas frecuentemente comorbilidades visuales que deben ser consideradas y tratadas con el fin de evitar más dificultades<sup>3</sup>. De modo figurado, podemos decir que la eliminación de todas estas comorbilidades visuales supone un alivio del peso de la "mochila" de dificultades que arrastran estos niños. Entre dichas comorbilidades se han detectado anomalías en el patrón de movimientos de seguimiento y sacádicos, alteraciones vergenciales, inestabilidad de la fijación o incluso limitaciones a nivel acomodativo<sup>4-25</sup>. A pesar de la evidencia de estas comorbilidades visuales, son todavía escasos los estudios que tratan de investigar el efecto del entrenamiento visual para abordar dichas comorbilidades y el beneficio real sobre la no aplicación de dicha terapia<sup>26-34</sup>. No se podrá aseverar que con terapia visual se tratan problemas de aprendizaje asociados a TNDs, sino que, con dicha terapia, se mejorarán algunas de las dificultades del paciente. Más aún, la afirmación de que la terapia visual trata por completo problemas de aprendizaje genera reacciones muy negativas hacia esta disciplina por parte de varios de los profesionales del circuito interdisciplinar del manejo de los problemas de aprendizaje<sup>36,37</sup>.

Por todo ello, es crucial desarrollar más investigaciones en el ámbito de la aplicación de la



terapia visual en niños con TNDs o alteraciones neurológicas de otra índole. Fruto de esta necesidad, el presente describe la evolución de los primeros niños con alteraciones neurológicas tratados con terapia visual en un colegio especial dentro del proyecto de la Fundación Querer.

## Métodos

### Muestra de pacientes

Al inicio del estudio se examinó a 20 estudiantes del Colegio de Celia y Pepe de la Fundación Querer (Madrid, España), con edades comprendidas entre los 5 y los 16 años. Todos los participantes presentaban dificultades significativas de aprendizaje, diagnosticados con trastornos del neurodesarrollo (TND) o trastornos derivados de enfermedades raras de origen neurológico, incluyendo los síndromes de Landau-Kleffner, Triple X, Kabuki, Coffin-Siris y esclerosis tuberosa. Previo al inicio del estudio, se informó detalladamente a los padres sobre los objetivos y procedimientos del proyecto. Aquellos que aceptaron participar otorgaron su consentimiento informado por escrito para la inclusión de sus hijos, conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki. Asimismo, se llevó a cabo una capacitación específica dirigida al equipo de profesionales del centro educativo implicados en el trabajo cotidiano con los estudiantes, incluyendo docentes, logopedas, psicólogos y terapeutas ocupacionales.

### Criterios de inclusión y exclusión

De los 20 alumnos examinados, sólo se incluyó en el estudio a aquellos a los que se les detectó una anomalía binocular o acomodativa tratable con terapia visual, conforme a los criterios empleados por Bilbao y Piñero en su estudio sobre la distribución de anomalías acomodativas y/o binoculares en niños con TNDs<sup>8</sup>. Conforme a estos criterios, sólo 16 casos se beneficiaron de

un programa de terapia visual individualizado. Sin embargo, para el estudio estadístico, se han descartado seis casos por no completar la terapia o no poder analizar los mismos parámetros durante la evolución del caso. En particular, se excluyeron casos de estrabismos constantes, ya que el abordaje de terapia visual resultaba completamente diferente y requería del abordaje primero de las adaptaciones sensoriales.

### Evaluación preterapia

Los alumnos acudieron a un gabinete especializado (Salud Visión) de forma individualizada donde se les realizó la evaluación del rendimiento y percepción visual en un tiempo variable, en función de cada uno de ellos, entre 2 y 4 horas. Esta fase tuvo una duración de seis semanas, entre los meses de octubre y noviembre 2021. Esta evaluación incluyó los siguientes tests:

- Cuestionario inicial en consulta: cuestionario que se envió a los padres de los alumnos que formarían parte de este estudio, en el cual se recogía información acerca de historia médica, antecedentes familiares, historia del desarrollo, signos y síntomas relacionados con la visión y percepción, actividades cotidianas, y comportamiento general.
- Medida de la agudeza visual: se utilizó el test de preferencia de mirada, LEA, de números y/o de letras en función de la capacidad de respuesta del alumno, así como un oclusor en todos los casos.
- Refracción ocular: estimación inicial mediante retinoscopia y posteriormente realización de refracción subjetiva mediante procedimiento estándar.
- Motilidad ocular: se realizó con un cubo de fijación Lang y dos varillas de fijación para valorar cualquier desequilibrio oculomotor, seguimientos y sacádicos. La evaluación de los sacádicos y seguimientos se realizó mediante una escala subjetiva, en la que el 4 representa la máxima precisión y regularidad y 1 la incapacidad completa de realizar dichos movimientos. ↗

- Medida de la amplitud de acomodación, con el método de Donders, empleando un punto de fijación acomodativo, un oclusor y una regla para medir la distancia obtenida.
- Medida de la magnitud de la desviación mediante el cover test y con empleo de barra de prismas.
- Medida del punto próximo de convergencia (PPC) empleando punto de fijación acomodativo.
- Análisis del estado sensorial con el test de las luces de Worth.
- Medidas de las vergencias fusionales en cerca mediante el test a saltos con el uso de la barra de prismas y punto de fijación acomodativo.
- Medida de la estereopsis con los tests de Wirt y TNO.
- Exploración de la visión cromática con el test de Ishihara.
- Exploración del estado del segmento anterior con la lámpara hendidura SL-7F (Topcon).
- Análisis de la topografía corneal y la paquimetría con el sistema *Sirius* (CSO).
- Exploración del segmento posterior del ojo mediante retinografía con el sistema *Cobra Fundus Camera serial* (CSO).
- Análisis de la percepción visual con el test *TVPS IV* (*Test of Visual Perceptual Skills*), el cual permite evaluar las habilidades de percepción visual esenciales en siete áreas diferentes: discriminación visual, memoria visual, relaciones visuoespaciales, memoria visual secuencial, figura-fondo, constancia de forma y cierre visual.
- VMI: test evolutivo de integración visuomotora.
- Test *Wold visuo-motor*.

Todas estas evaluaciones fueron realizadas por la optometrista Cristina San Juan Bermejo. A su vez, el equipo especializado del colegio realizó otros tests para evaluar el nivel de integración visuomotora y el rendimiento motor:

- Test BOT-2: evalúa el rendimiento motor en las áreas de precisión motora fina, integración de la motricidad fina y destreza manual.
- Medida del índice visuoespacial: análisis de las relaciones visuoespaciales con los test *WISC-V* (niños mayores de 6 años) y *WPPSI-IV* (niños menores de 6 años).

#### **Programación de la terapia visual**

Tras obtener los resultados de la evaluación, se preparó un programa de terapia visual adaptado a las necesidades de cada uno de los niños. Se desarrolló según el protocolo específico y la autorización determinada, siendo responsable la óptico-optometrista colegiada. Consistió en actividades para realizar en las sesiones en el colegio y para realizar en casa con ayuda familiar. Las sesiones se llevaron a cabo en el centro escolar durante los meses de enero a junio 2022 en dos formatos:

- Una sesión individual a la semana con la optometrista Cristina San Juan Bermejo: terapia individual de 45 minutos.
- Sesiones grupales de ejercicios integrados en las actividades escolares: el resto de los días de la semana, los profesionales del colegio se encargaban de

implementar los ejercicios visuales que la terapeuta había diseñado para esa semana para cada niño en sesiones grupales de 10-15 minutos de duración. También se instaba a las familias a realizar estos mismos ejercicios en casa y se les dotaba del material necesario para realizarlos.

Las sesiones de terapia individual se realizaban en un aula del colegio destinada para ello, incluyendo los siguientes ejercicios que se seleccionaban de forma específica para cada caso en función de la condición y la evolución:

- Cartas de Hart numéricas.
- Balanceo con lentes.
- Pelota de Marsden.
- Flippers de lentes esféricas.
- Láminas de entrenamiento de movimientos oculares: flechas, bdpq...
- Ejercicios coordinación ojo-mano: pelotas, canicas, pinchitos, etcétera.

Durante el programa de terapia visual, el equipo realizaba reuniones mensuales para monitorear el avance de los niños y comprobar si existían problemáticas a resolver. Tras la finalización del programa, se volvieron a realizar las mismas pruebas que antes de iniciar la terapia. La reevaluación fue llevada a cabo por el mismo equipo de trabajo entre junio y julio 2022. Se entregó a cada familia un informe de evolución individual con recomendaciones.

#### **Análisis estadístico de los resultados**

Al tratarse de una muestra pequeña de sujetos, se aplicó en todo momento estadística no paramétrica. Para analizar la significación estadística de los cambios obtenidos con la terapia se empleó el test de los rangos de Wilcoxon, asumiendo dicha significación para  $p<0,05$ . Para las comparaciones en el cambio de sacádicos y seguimientos se empleó el test de Mann Whitney, asumiendo una significación de  $p<0,05$ .

## **Resultados**

### **Agudeza visual**

No se detectaron diferencias significativas a nivel de la agudeza visual (AV) de lejos de ojo derecho (OD) ( $p=0,100$ ), así como en la AV de cerca de OD ( $p=0,371$ ) y ojo izquierdo (OI) ( $p=0,174$ ) (Figura 1). En cambio, se detectó una mejora significativa en OI ( $p=0,035$ ) (Figura 1). En ojo derecho, de los cuatro participantes con valores de AV de lejos inferiores a 1, tres mejoraron su AV tras la terapia, llegando a una AV superior. En ojo izquierdo, de los cuatro participantes con valores de AV de lejos inferiores a 1, tres mejoraron notablemente su AV tras la terapia. En lo que respecta a cerca, ocho y siete de los alumnos presentaban una AV excelente desde el inicio del estudio en OD y OI, respectivamente, con valores 1 o próximos. El resto de los sujetos mejoraron su AV de cerca tras la terapia hasta aproximarse a la 1.

### **Estado del alineamiento ocular**

No se apreciaron cambios estadísticamente significativos a nivel de la desviación en visión de lejos y ↗

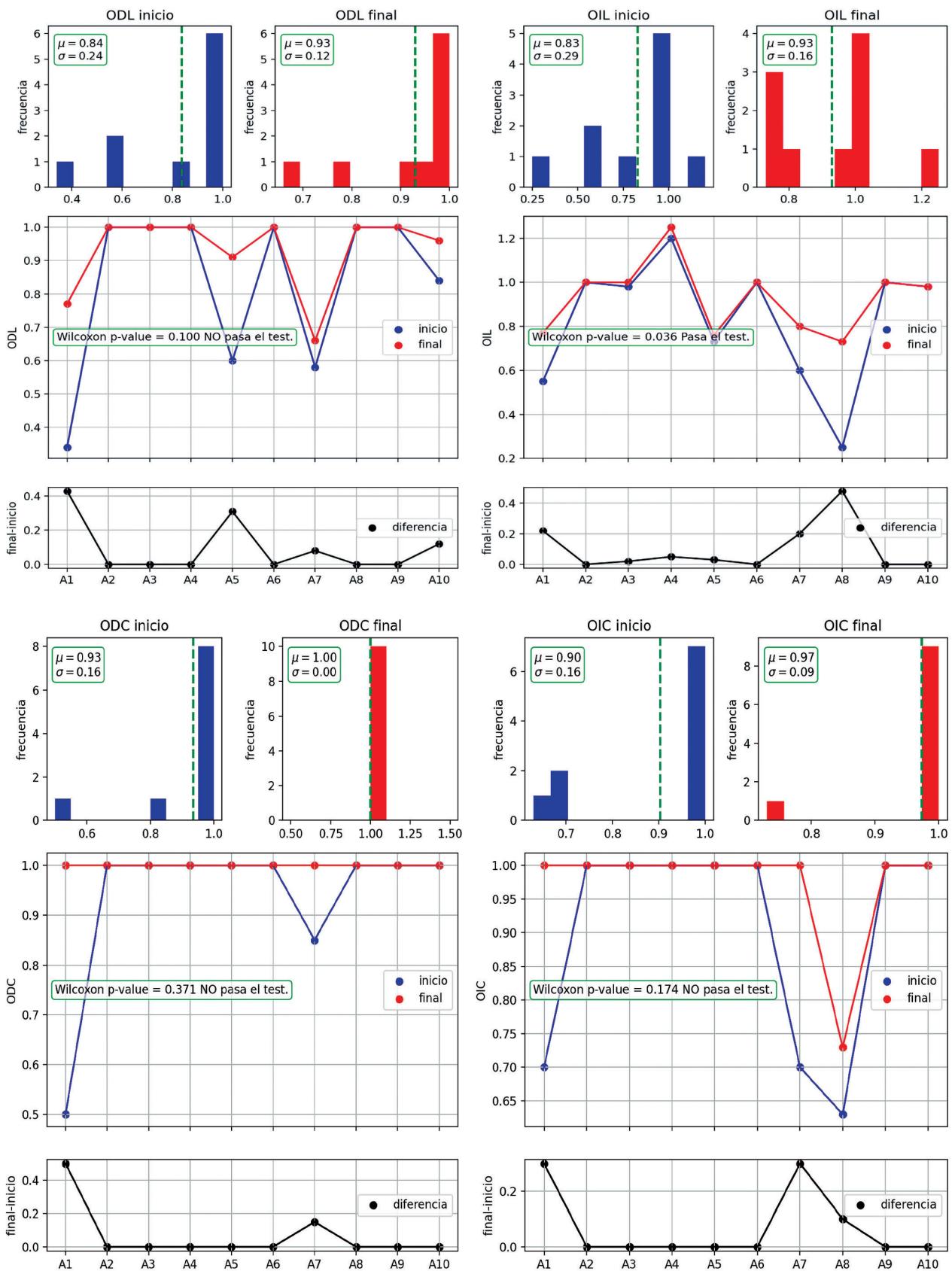


FIGURA 1

**Fila superior:** distribuciones de agudeza visual ojo derecho lejos (ODL), ojo izquierdo lejos (OIL), ojo derecho cerca (ODC) y ojo izquierdo cerca (OIC). Valores iniciales (en azul) y finales (en rojo). También se indican las medidas aritméticas ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de las distribuciones. **Fila intermedia:** comparativa de los valores iniciales y finales para cada participante. También se indica el valor-p del test de Wilcoxon. **Fila inferior:** diferencia entre los valores iniciales y finales para cada participante.

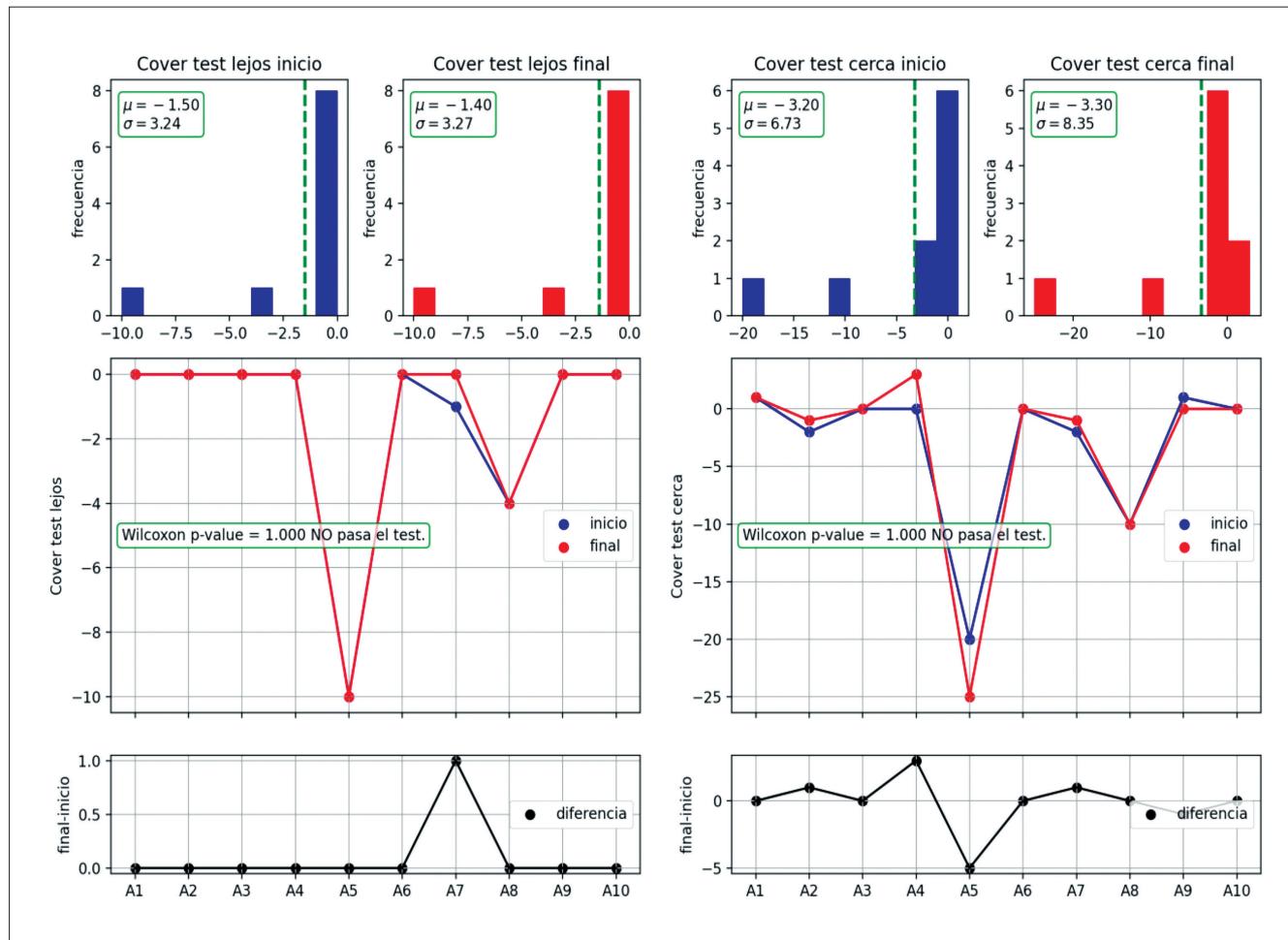


FIGURA 2

**Fila superior:** las distribuciones del Cover test lejos y cerca inicial (en azul) y final (en rojo), así como la media. También se indican las medidas aritméticas ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de las distribuciones. **Fila intermedia:** comparativa de los valores iniciales y finales para cada participante. También se indica el valor-*p* del test de Wilcoxon. **Fila inferior:** diferencia entre los valores iniciales y finales para cada participante.

↗ cerca medida con el cover test ( $p=1,000$ ) (Figura 2). En lejos, ocho de los participantes presentan ortoforia o exoforia, sólo existiendo dos casos de exotropia. En cerca, se aprecia un resultado similar, aunque algún caso mostrando una leve endoforia (Figura 2).

#### Fusión sensorial

De los diez participantes, siete presentan fusión plana desde el inicio del estudio. De los tres participantes que no presentaban esta habilidad, uno logró desarrollar esta habilidad tras seis meses de terapia.

#### Estereopsis

Dos de los participantes no presentaban visión binocular y no presentaron estereopsis antes y después de la terapia. De los ocho restantes, cuatro presentaban valores de estereopsis normalizados desde el inicio del estudio y los otros cuatro mejoraron notablemente tras el tratamiento (Figura 3). De los diez participantes, cuatro presentaban estereopsis dentro de los 60 segundos de arco que definen la norma. En global, el

cambio no alcanzó significación estadística ( $p=0,059$ ) (Figura 3).

#### Capacidad de convergencia y divergencia

En lo que respecta al punto próximo de convergencia (PPC), se han encontrado mejoras en 4 de los participantes evaluados tanto en valores de rotura como recobro. Sin embargo, los cambios observados no alcanzaron significación estadística ni para el punto de ruptura ( $p=0,525$ ) ni para el recobro ( $p=0,293$ ) (Figura 4). En términos de rotura, de la muestra de diez participantes, ocho están dentro la norma y dos fuera de la misma. Tras la terapia, cuatro han mejorado y dos casos siguen fuera de la norma. En lo que respecta al recobro, también ocho sujetos muestran un PPC dentro de la norma y dos fuera de la misma.

En lo que respecta a las vergencias fusionales de cerca, se produjo una mejora estadísticamente significativa ( $p=0,033$ ) a nivel de la rotura en vergencia fusional positiva (VFP), medida con prismas base externa ↗

FIGURA 3

**Fila superior:** distribuciones de estereopsis inicial (en azul) y estereopsis final (en rojo). También se indican las medidas aritméticas ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de las distribuciones.

**Fila intermedia:** comparativa de los valores iniciales y finales para cada participante. También se indica el *valor-p* del test de Wilcoxon.

**Fila inferior:** diferencia entre los valores iniciales y finales para cada participante. Se ha representado con el valor “0” la ausencia de estereopsis.

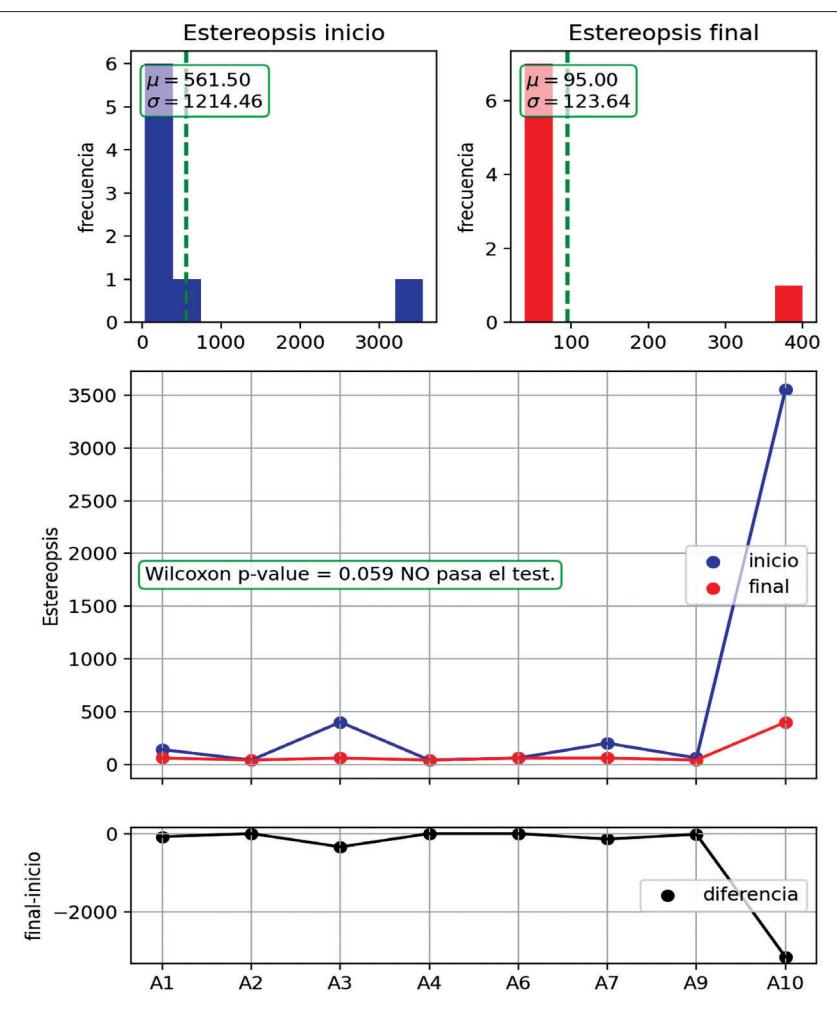
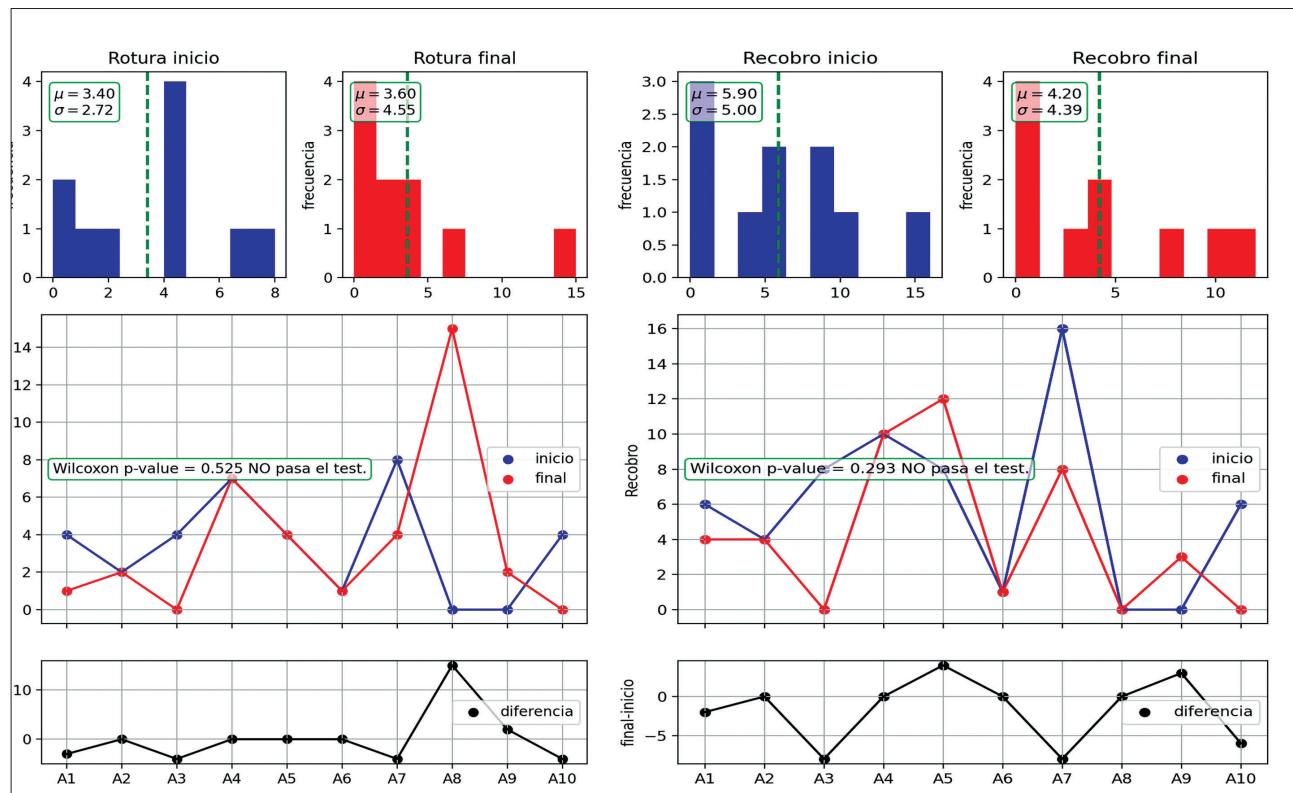


FIGURA 4

**Fila superior:** las distribuciones de la rotura y el recobro del punto próximo de convergencia inicial (en azul) y final (en rojo), así como la media. También se indican las medidas aritméticas ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de las distribuciones. **Fila intermedia:** comparativa de los valores iniciales y finales para cada participante. También se indica el *valor-p* del test de Wilcoxon.

**Fila inferior:** diferencia entre los valores iniciales y finales para cada participante.



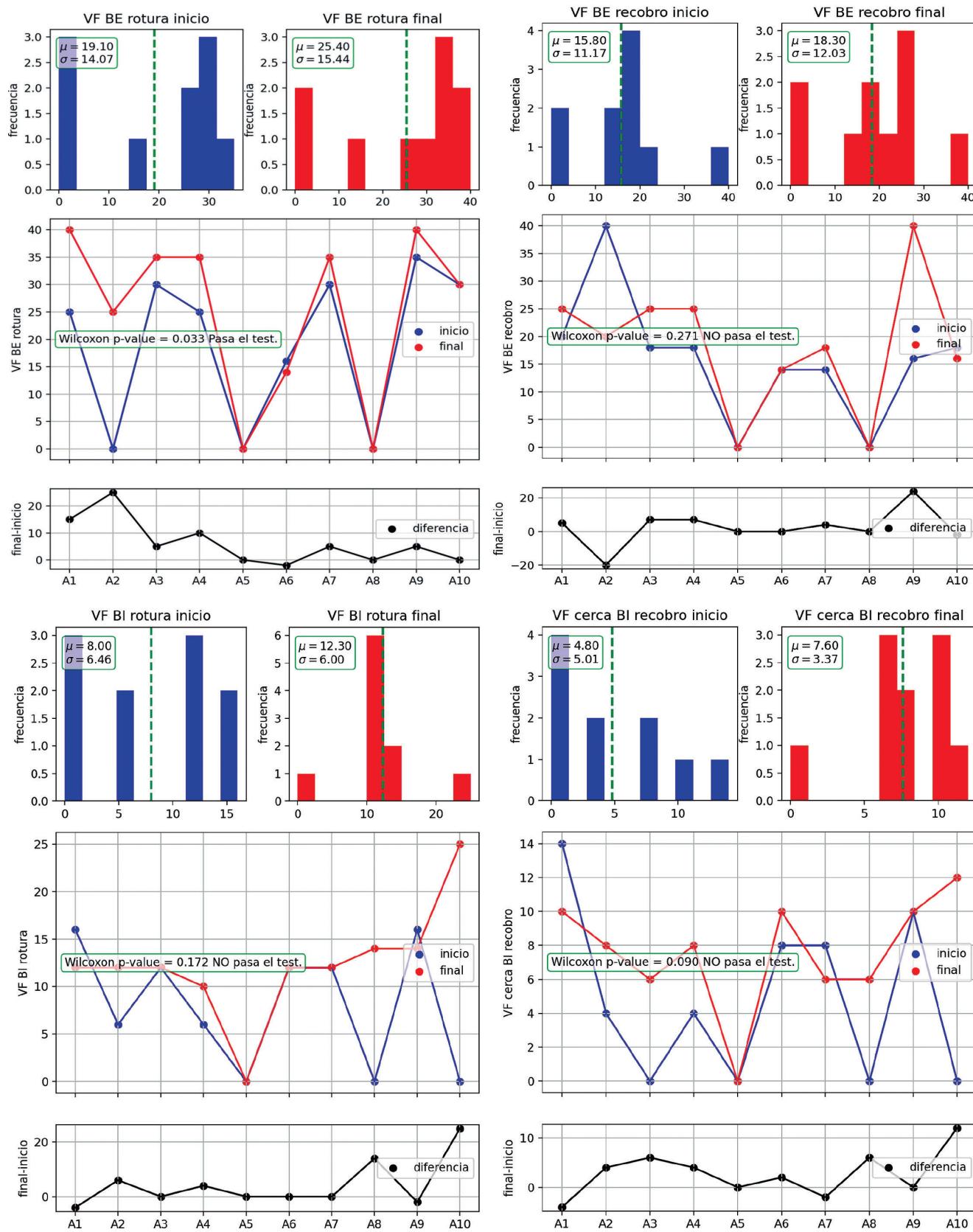


FIGURA 5

**Fila superior:** las distribuciones de las vergencias fusionales rotura y recobro Base Externa, así como rotura y recobro Base Interna inicial (en azul) y final (en rojo), así como la media. También se indican las medidas aritméticas ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de las distribuciones.

**Fila intermedia:** comparativa de los valores iniciales y finales para cada participante. También se indica el valor-*p* del test de Wilcoxon.

**Fila inferior:** diferencia entre los valores iniciales y finales para cada participante.

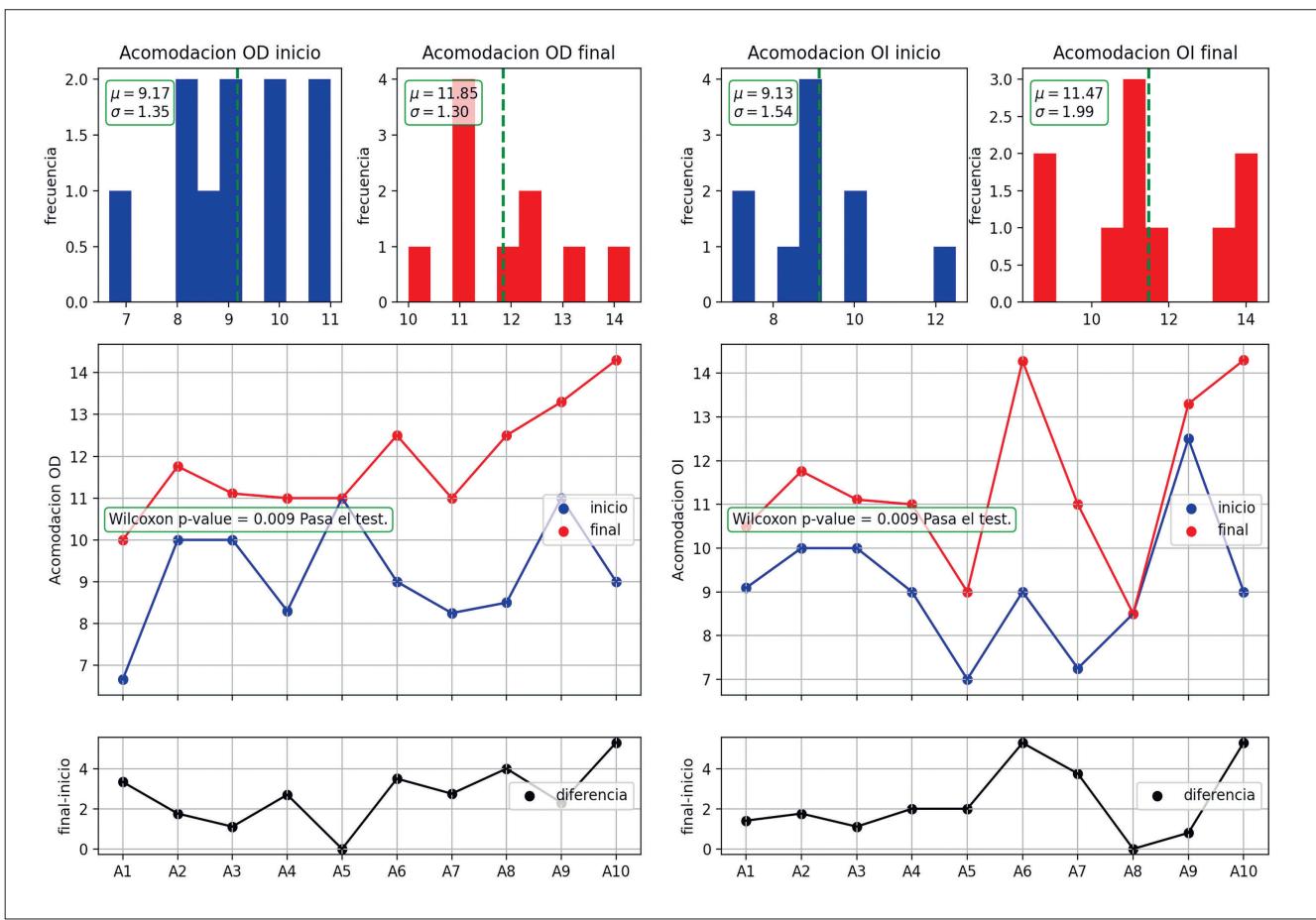


FIGURA 6

**Fila superior:** distribuciones de Amplitud de Acomodación OD y OI inicial (en azul) y final (en rojo). También se indican las medidas aritméticas ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de las distribuciones. **Fila intermedia:** comparativa de los valores iniciales y finales para cada participante. También se indica el *valor-p* del test de Wilcoxon. **Fila inferior:** diferencia entre los valores iniciales y finales para cada participante.

👉 (BE). En cuanto al recobro de VFP, se produjo mejoras en 5 de los casos, pero el cambio no alcanzó significación estadística ( $p=0,271$ ). Tampoco los cambios a nivel de rotura ( $p=0,172$ ) y recobro ( $p=0,090$ ) en vergencia fusional negativa (VFN), medida con prismas base interna (BI), alcanzaron significación estadística (Figura 5).

#### Acomodación

La amplitud de acomodación (AA) mejoró significativamente tanto en OD ( $p=0,009$ ) como en OI ( $p=0,009$ ). En concreto, se han apreciado mejoras en nueve de los participantes (Figura 6). Los diez participantes presentaban una AA por debajo de la norma, lo cual se resuelve tras la terapia visual.

#### Movimientos sacádicos y de seguimiento

Al no disponer de un sistema de *eye tracker*, la evaluación de la motilidad ocular fue totalmente subjetiva. Se confirmó una mejora significativa de la evaluación subjetiva de seguimientos ( $p=0,002$ ) y sacádicos ( $p=0,043$ ) tras la terapia visual. En cuanto a seguimientos, 9 de los 10 participantes

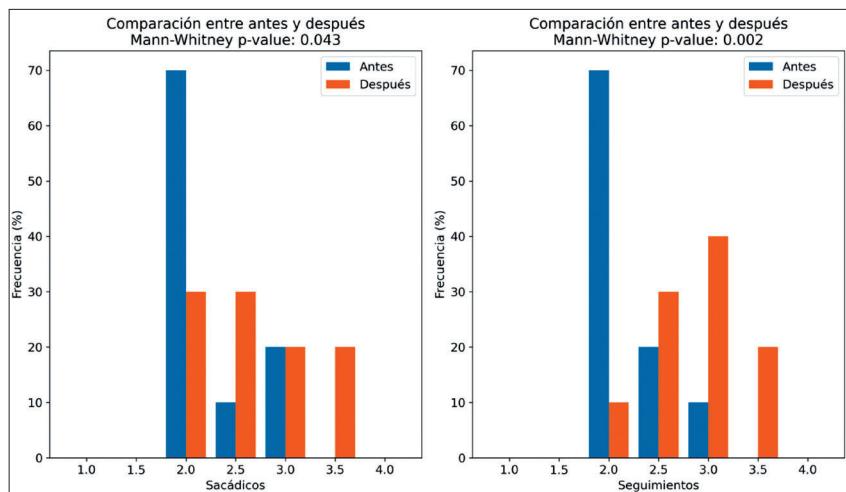


FIGURA 7

Distribución de las evaluaciones subjetivas de seguimientos y sacádicos en la población evaluada.

mejoraron la precisión de sus movimientos. En cuanto a los sacádicos, seis de los diez participantes mejoraron la calidad de sus movimientos y los 4 restantes se mantuvieron sin cambios.👉

### Análisis de la percepción visual

Con test TVPS, se analizaron distintos aspectos a nivel de percepción visual, obteniéndose sólo cambios estadísticamente significativos a nivel de los percentiles discriminación visual ( $p=0,002$ ), memoria visual ( $p=0,036$ ) y relaciones visuoespaciales ( $p=0,009$ ) (*Figura 8*). Específicamente, a nivel de discriminación visual, todos los participantes mejoraron su percentil, quedando tras la terapia sólo dos casos con el percentil por debajo de la media. A nivel de memoria visual, cinco participantes han mejorado su percentil y otros cinco lo han mantenido. Asimismo, en lo que respecta a relaciones visuoespaciales, nueve de diez participantes han aumentado su percentil. En cambio, los cambios a nivel de los percentiles para constancia de forma ( $p=0,375$ ), memoria visual secuencial ( $p=0,123$ ), figura-fondo ( $p=0,432$ ) y cierre visual ( $p=0,058$ ) no experimentaron modificaciones estadísticamente significativas a pesar de detectarse mejoría de los percentiles para cada aspecto de la percepción visual en la mayoría de los casos (constancia de forma: incremento percentil 6/10; memoria visual secuencial: incremento percentil 8/10; figura-fondo: incremento percentil 7/10; cierre visual: incremento percentil 7/10).

### Otros aspectos evaluados

Se detectó un caso de anomalía cromática con el test de Ishihara. Asimismo, el equipo multidisciplinar del colegio evaluó otros aspectos con tests neuropsicológicos específicos, observándose cambios significativos a otros niveles:

- Test BOT2: componente motor total ( $p=0,042$ ), destreza manual ( $p=0,012$ ), componente motor fino ( $p=0,042$ ), coordinación manual ( $p=0,034$ ), destreza manual ( $p=0,011$ ), coordinación de miembros superiores ( $p=0,020$ ) y coordinación bilateral ( $p=0,012$ )
- Test VMI: se observa aumento de los percentiles obtenidos en la evaluación visuomotora realizada con el VMI, pero no alcanza significación estadística ( $p=0,131$ ).
- Índice visuoespacial (WISC-V y WPPSI-IV): mejora estadísticamente significativa tras la terapia ( $p=0,015$ ).

### Discusión

Este estudio piloto evalúa el papel de la terapia visual en niños/as con TNDs o problemas neurológicos de otra índole para mejorar las comorbilidades visuales. Se trata de una muestra pequeña de casos de un colegio especializado en el manejo de niños con problemas de aprendizaje, planteándose esta experiencia como un paso preliminar para valorar la incorporación de la terapia visual como un elemento adicional a incluir en el abordaje de este tipo de niños/as. Por ejemplo, la terapia visual en casos de TDAH permite resolver problemas binoculares, acomodativos y oculomotores que puedan existir asociados a dicho TND, pero jamás tratar los problemas atencionales. De hecho, el grupo CITT-ART<sup>38</sup> confirmó en un ensayo clínico controlado y aleatorizado en sujetos con insuficiencia de convergencia que la terapia acomodativa, vergencial y oculomotoria no tenía ningún impacto sobre los procesos

atencionales en niños y, por tanto, jamás puede ser ese su objetivo.

En nuestra muestra, se han detectado mejoras significativas en distintos parámetros visuales, como son la AV de lejos, la rotura de VFP en cerca, la AA en ambos ojos y la precisión evaluada subjetivamente de movimientos sacádicos y seguimientos. Todo ello concuerda con estudios previos que confirman la mejora de este tipo de aspectos con terapia visual<sup>26-34</sup>, ya que la alteración de dichos parámetros se halla asociado a la presencia de anomalías binoculares y/o acomodativas<sup>4-25</sup>. Peyre y colaboradores<sup>29</sup> comprobaron en un ensayo clínico controlado y aleatorizado que el uso de terapia visual computerizada de entrenamiento de sacádicos generaba en niños con dislexia un incremento significativo de la precisión sacádica, pero sin afectar a las habilidades lectoras. Bucci y colaboradores<sup>28</sup> evaluaron el efecto de terapia visual oculomotora (8 semanas, 4 ejercicios que suponían 15 min/día a realizar entre 5 y 7 días/semana) en 16 niños/as con dislexia (edad media:  $10,2 \pm 0,3$  años), obteniendo una reducción de la velocidad de lectura en 10/16 y del tiempo de fijación en 13/16. Similarmente, Jafarou et al<sup>30</sup> compararon 15 niños/as con dislexia que habían realizado entrenamiento oculomotor (8 semanas, 1 h 2 veces/semana), con 15 niños/as con dislexia no entrenados y 20 niños/as sin dislexia, obteniendo un impacto significativo de la terapia visual en las respuestas oculomotoras, sin que hubiera diferencias tras la terapia entre niños disléxicos entrenados y no disléxicos. Ramsay et al 2014<sup>31</sup> realizaron en 12 niños/as (13-14 años) con dislexia entrenamiento de vergencias computerizado ( $11,8 \pm 2,5$  sesiones), obteniendo una mejoría tras la terapia en el número de palabras por minuto leídas, cambio que no se observa en grupo control. También, Fischer y Hartnegg<sup>35</sup> reportaron los resultados en 85 niños/as (8-15 años) con dislexia del entrenamiento de la fijación y sacádicos durante 3-8 semanas, observándose una mejoría de la capacidad perceptual y el control voluntario del sacádico. En TDAH, también se ha evaluado el efecto de la terapia visual. Lee y colaboradores<sup>32</sup> compararon los cambios en 8 niños/as tratados con terapia visual acomodativo-vergencial (12 semanas) con los obtenidos en otros 8 niños/as no entrenados, existiendo sólo en los entrenados una mejoría significativa del PPC, VFP en cerca y la sintomatología, así como una reducción significativa de la exoforia en cerca. Igualmente, Coetzee y Piennaar<sup>33</sup> comprobaron en 32 niños/as (7-8 años) con trastorno del desarrollo de la coordinación (TDC) como la realización de una sesión de terapia visual en consulta semanal de 40 min durante 18 semanas generaba una mejoría del 75-100% en seguimientos oculares, fijación, alineamiento ocular y convergencia.

Las mejoras reportadas en la mayoría de los estudios a nivel de AA, PPC, VFP en cerca, sacádicos binoculares y sintomatología pueden ser debidas a la mayor prevalencia de problemas de insuficiencia de convergencia e insuficiencia de acomodación en niños/as con TNDs u otras anomalías neurológicas<sup>4-25</sup>. Sin embargo, en

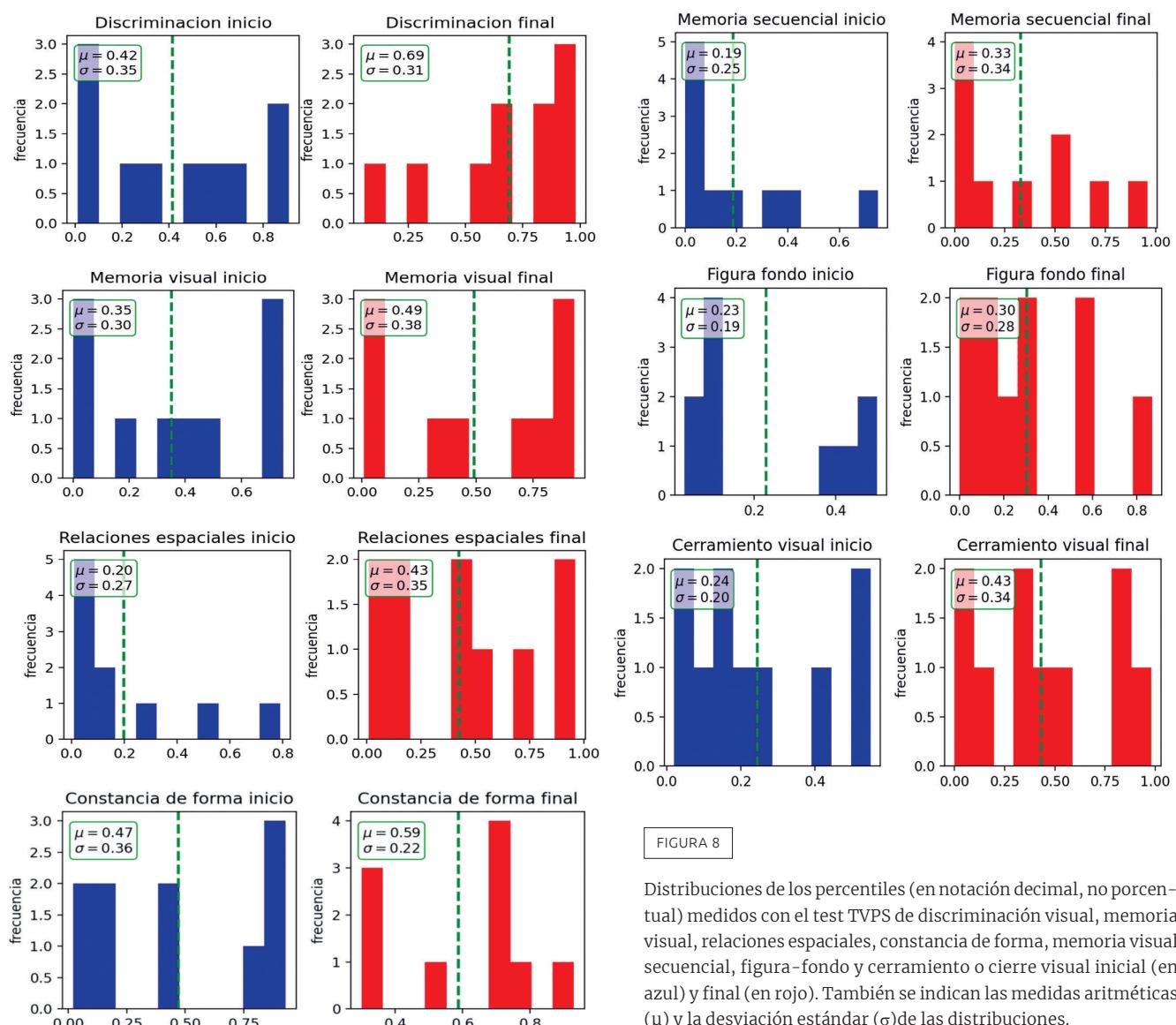


FIGURA 8

Distribuciones de los percentiles (en notación decimal, no porcentual) medidos con el test TVPS de discriminación visual, memoria visual, relaciones espaciales, constancia de forma, memoria visual secuencial, figura-fondo y cerramiento o cierre visual inicial (en azul) y final (en rojo). También se indican las medidas aritméticas ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de las distribuciones.

nuestra muestra, a pesar de haber una tendencia a la mejora del PPC, esta no alcanzó significación estadística lo que probablemente pudo deberse al limitado tamaño muestral y a la gran variabilidad de este parámetro en la muestra. En cuanto a la sintomatología, el empleo de cuestionarios validados hubiera sido un elemento adicional para complementar los resultados obtenidos. Sin embargo, no se realizó, lo cual puede considerarse una limitación, aunque hay que tener en cuenta que no existen cuestionarios hasta la fecha para evaluar sintomatología en niños/as como los evaluados en nuestra muestra.

Además de lo mencionado anteriormente, estos resultados coinciden con los publicado por Hussaindeen et al<sup>3</sup>, que llevaron a cabo un interesante estudio en un grupo de 94 niños/as con trastornos de aprendizaje, de los cuales 20 presentaban una visión binocular y un sistema acomodativo normal y 46 presentaban disfunciones acomodativas y/o binoculares no estrábicas. De estos 46, a 22 se les aplicó terapia visual (10 sesiones) y a 24 no. Sólo en el grupo terapia, se pudieron constatar tras el entrenamiento mejoras significativas en PPC (ruptura y recobro), en VFP en cerca y lejos (ruptura y

recobro) y en flexibilidad acomodativo. Estos resultados muestran el beneficio potencial de la terapia visual en este tipo de niños/as, pero en el texto del artículo no se caracteriza en detalle el tipo de trastorno conforme a los criterios del DSM-V, sólo indicándose que 11 presentaban como comorbilidad TDAH y que todos/as presentaban problemas de escritura, lectura y deletreo. Como novedad en este estudio piloto, también se ha evaluado el impacto de la terapia visual en distintos aspectos de la percepción visual analizados mediante el test validado TVPS<sup>39</sup>. En concreto, se ha evidenciado un positivo beneficioso en general en todos los ámbitos evaluados, aunque el cambio alcanzó significación estadística sólo para las categorías discriminación visual, memorial visual y relaciones espaciales. Estos cambios pueden deberse a múltiples factores, incluyendo desde la mejora del niño con el abordaje integral de su caso y el avance del curso hasta el impacto de la mejora de binocularidad y acomodación, aunque este factor puede ser relativamente limitado<sup>40</sup>. Son necesarios más estudios en el futuro que permitan definir con claridad el verdadero impacto a nivel de procesamiento visual de los distintos ejercicios de entrenamiento visual que ↗



se pueden realizar en un programa de terapia visual en TNDs. De hecho, en este estudio, también se han hallado cambios con la terapia visual a nivel de otros parámetros visuomotores, lo cual debe ser investigado más en detalle. Sería ideal llevar a cabo un ensayo clínico controlado y aleatorizado que compare un grupo de niños/as con TNDs que realicen terapia visual frente a otro que no lo realice y analizar el mismo número de parámetros visuomotores empleados en el presente estudio. De ese modo, existiendo sólo diferencias entre grupos únicamente en la realización del programa de terapia, podremos saber si las diferencias a nivel visuomotor son debidas al propio programa.

Este estudio no está exento de limitaciones, las cuales queremos mencionar, que incluyen el análisis de una muestra pequeña de pacientes, la ausencia de un grupo control (niños/as sin terapia visual), la evaluación subjetiva de los movimientos sacádicos y de seguimiento y no usar un cuestionario validado para el registro de la sintomatología visual. También hay que mencionar que se han incluido distintos TNDs o alteraciones neurológicas con diferentes anomalías binoculares, oculomotoras y/o acomodativas. Sin embargo, a pesar de las limitaciones, es un estudio que muestra cómo se puede implementar un programa de terapia visual en niños con TNDs y se proporciona unos primeros indicios del beneficio potencial de dicha terapia, incluyendo potenciales efecto incluso a nivel visuo-motor.

En conclusión, el uso de un programa de terapia visual en el programa de manejo de niños/as con TNDs parece ser beneficioso si existe un problema binocular, oculomotor y/o acomodativo asociado, pudiendo incluso tener un beneficio potencial a nivel visuomotor, aun-

que son necesarias investigaciones más consistentes al respecto en el futuro.

## Referencias

1. Santrock J. *Psicología del desarrollo: el ciclo vital*. Madrid: McGraw-Hill, 2006.
2. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*, 5th ed.; American Psychiatric Association: Washington, DC, USA, 2013.
3. Hussaindeen JR, Shah p, Ramani KK, Ramanujan L. Efficacy of vision therapy in children with learning disability and associated binocular vision anomalies. *J Optom* 2018; 11: 40-8.
4. Forbes EJ, Tiego J, Langmead J, Unruh KE, Mosconi MW, Finlay A, Kallady K, MacLachlan L, Moses M, Cappel K, Knott R, Chau T, Sindhu VPM, Bellato A, Groom MJ, Kerestes R, Bellgrove MA, Johnson BP. Oculomotor function in children and adolescents with autism, ADHD or co-occurring autism and ADHD. *J Autism Dev Disord*. 2025 Jan 24. doi: 10.1007/s10803-024-06718-3. Online ahead of print.
5. Clavé L, Torrents A. Convergence insufficiency prevalence in attention deficit and hyperactivity disorder children depends on the diagnosis criteria. *Ophthalmic Physiol Opt* 2025; 45: 23-30.
6. Bilbao C, Carrera A, Otin S, Piñero DP. Eye tracking-based characterization of fixations during reading in children with neurodevelopmental disorders. *Brain Sci* 2024; 14: 750.
7. Sumner E, Hill EL. Oculomotor differences in adults with and without probable developmental coordination disorder. *Front Hum Neurosci* 2024; 18: 1280585.
8. Bilbao C, Piñero DP. Distribution of visual and oculomotor alterations in a clinical population of children with and without neurodevelopmental disorders. *Brain Sci* 2021; 11: 351.

## NOTAS DE APLICACIÓN PRÁCTICA

- Se puede lograr una resolución de forma efectiva y segura de las alteraciones binoculares, acomodativas y oculomotoras mediante terapia en niños con trastornos del neurodesarrollo (TNDs) u otras alteraciones neurológicas.
- La aplicación de un programa de terapia visual en el programa de abordaje multidisciplinar de sujetos con TNDs puede generar un impacto positivo a nivel de percepción visual y del desarrollo visuomotor, lo cual debe investigarse más a fondo en futuros estudios controlados con grupo control.
- Debe considerarse la inclusión del óptico-optometrista en los equipos multidisciplinares para el abordaje de niños con TNDs e incluso otras anomalías neurológicas, implementando programas de rehabilitación visual eficaces y con base científica.

9. Coulter RA, Bade A, Jenewein EC, Tea YC, Mitchell GL. Near-point findings in children with autism spectrum disorder and in typical peers. *Optom Vis Sci* 2021; 98: 384-93.
10. Bilbao C, Piñero DP. Objective and subjective evaluation of saccadic eye movements in healthy children and children with neurodevelopmental disorders: a pilot study. *Vision* 2021; 5: 28.
11. Jiménez EC, Avella-Garcia C, Kustow J, Cubbin S, Corrales M, Richarte V, Esposito FL, Morata I, Perera A, Varela P, Cañete J, Faraone SV, Supèr H, Ramos-Quiroga JA. Eye vergence responses during an attention task in adults with ADHD and clinical controls. *J Atten Disord* 2021; 25: 1302-10.
12. Karaca I, Demirkılıç Biler E, Palamar M, Özbaran B, Üretmen Ö. Stereoacuity, fusional vergence amplitudes, and refractive errors prior to treatment in patients with attention-deficit hyperactivity disorder. *Turk J Ophthalmol* 2020; 50: 15-9.
13. Caldani S, Steg S, Lefebvre A, Atzori P, Peyre H, Delorme R, Bucci MP. Oculomotor behavior in children with autism spectrum disorders. *Autism* 2020; 24: 670-9.
14. Warlop G, Vansteenkiste P, Lenoir M, Deconinck FJA. An exploratory study of gaze behaviour in young adults with developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci* 2020; 73: 102656.
15. Ward LM, Kapoula Z. Differential diagnosis of vergence and saccade disorders in dyslexia. *Sci Rep* 2020; 10: 22116.
16. Bilbao C, Piñero DP. Clinical characterization of oculomotoricity in children with and without specific learning disorders. *Brain Sci* 2020; 10: 836.
17. Sumner E, Hutton SB, Kuhn G, Hill EL. Oculomotor atypicalities in Developmental Coordination Disorder. *Dev Sci* 2018; 21: e12501.
18. Raghuram A, Gowrisankaran S, Swanson E, Zurakowski D, Hunter DG, Waber DP. Frequency of visual deficits in children with developmental dyslexia. *JAMA Ophthalmol* 2018; 136: 1089-95.
19. González CC, Mon-Williams M, Burke S, Burke MR. Cognitive control of saccadic eye movements in children with developmental coordination disorder. *PLoS One* 2016; 11: e0165380.
20. Shirama A, Kanai C, Kato N, Kashino M. Ocular fixation abnormality in patients with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord* 2016; 46: 1613-22.
21. Robert MP, Ingster-Moati I, Albuison E, Cabrol D, Golse B, Vaivre-Douret L. Vertical and horizontal smooth pursuit eye movements in children with developmental coordination disorder. *Dev Med Child Neurol* 2014; 56: 595-600.
22. Bucci MP, Nassibi N, Gerard CL, Bui-Quoc E, Seassau M. Immaturity of the oculomotor saccade and vergence interaction in dyslexic children: evidence from a reading and visual search study. *PLoS One* 2012; 7: e33458.
23. Jainta S, Kapoula Z. Dyslexic children are confronted with unstable binocular fixation while reading. *PLoS One* 2011; 6: e18694.
24. Bucci MP, Brémont-Gignac D, Kapoula Z. Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008; 246: 417-28.
25. Kapoula Z, Bucci MP, Jurion F, Ayoun J, Afkhami F, Brémont-Gignac D. Evidence for frequent divergence impairment in French dyslexic children: deficit of convergence relaxation or of divergence per se? *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007; 245: 931-6.
26. Selaskowski B, Asché LM, Wiebe A, Kannen K, Aslan B, Gerding TM, Sanchez D, Ettinger U, Kölle M, Lux S, Philipsen A, Braun N. Gaze-based attention refocusing training in virtual reality for adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *BMC Psychiatry* 2023; 23: 74.
27. Arabi M, Saberi Kakhki A, Sohrabi M, Soltani Kouhbanani S, Jabbari Nooghabi M. Is visuomotor training an effective intervention for children with autism spectrum disorders? *Neuropsychiatr Dis Treat* 2019; 15: 3089-3102.
28. Bucci MP, Carzola B, Fiucci G, Potente C, Caruso L. Computer based oculomotor training improves reading abilities in dyslexic children: results from a pilot study. *Sports Inj Med* 2018; 1: 100030.
29. Peyre H, Gérard CL, Dupong Vanderhorst I, Larger S, Lemoussu C, Vesta J, Bui Quoc E, Gouleme N, Delorme R, Bucci MP. [Computerized oculomotor training in dyslexia: A randomized, crossover clinical trial in pediatric population]. *Encephale* 2018; 44: 247-55.
30. Jafarloo F, Jarollahi F, Ahadi M, Sadeghi-Firoozabadi V, Haghani H. Oculomotor rehabilitation in children with dyslexia. *Med J Islam Repub Iran* 2017; 31: 125.
31. Ramsay MW, Davidson C, Ljungblad M, Tjärnberg M, Brautaset R, Nilsson M. Can vergence training improve reading in dyslexics? *Strabismus* 2014; 22: 147-51.
32. Lee SH, Moon BY, Cho HG. Improvement of vergence movements by vision therapy decreases K-ARS scores of symptomatic ADHD children. *J Phys Ther Sci* 2014; 26: 223-7.
33. Coetzee D, Pienaar AE. The effect of visual therapy on the ocular motor control of seven- to eight-year-old children with developmental coordination disorder (DCD). *Res Dev Disabil* 2013; 34: 4073-84.
34. Hurst CMF, Van de Weyer S, Smith C, Adler PM. Improvements in performance following optometric vision therapy in a child with dyspraxia. *Ophthalmic Physiol Opt* 2006; 26: 199-210.
35. Fischer B, Hartnegg K. Effects of visual training on saccade control in dyslexia. *Perception* 2000; 29: 531-42.
36. Wang B, Kuwera E. Vision therapy: a primer and caution for pediatricians. *Children (Basel)* 2022; 9: 1873.
37. Handler SM, Fierson WM, Section on Ophthalmology, Council on Children with Disabilities, American Academy of Ophthalmology, American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus, American Association of Certified Orthoptists. Learning disabilities, dyslexia, and vision. *Pediatrics* 2011; 127: e818-56.
38. CITT-ART Investigator Group. Effect of vergence/accommodative therapy on attention in children with convergence insufficiency: a randomized clinical trial. *Optom Vis Sci* 2021; 98: 222-33.
39. Ho WC, Tang MM, Fu CW, Leung KY, Pang PC, Cheong AM. Relationship between vision and visual perception in Hong Kong preschoolers. *Optom Vis Sci* 2015; 92: 623-31.
40. Argilés M, Gispets J, Lupón N, Sunyer-Grau B, Rovira-Gay C, Pérez-Ternero M, Berta-Cabañas M. Impact of strabismus and binocular dysfunctions in the developmental eye movement test and test of visual perception skills: A multicentric and retrospective study. *J Optom* 2023; 16: 277-83.