

**Trabajo de Fin de Máster:**

“Efecto de 6 semanas de entrenamiento de equilibrio en el control postural, competencia motriz y nivel de independencia de personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA)”.

*“Effect of 6 weeks of balance training on postural control, motor competence and level of independence of people with Autism Spectrum Disorder (ASD)”.*

**Autora:** Saioa Agirre Elordui.

**Director:** Alejandro González de Agüero Lafuente.      **Área de conocimiento:** Ciencias de la Salud.

**Fecha:** 7 de junio del 2023.

**Resumen:**

*Introducción:* El control postural (CP) es un proceso de control sensoriomotor clave afectado en personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) que afecta a la competencia motriz (CM) y el nivel de independencia (NI) reduciendo su calidad de vida. El objetivo principal del estudio es analizar el efecto de seis semanas de entrenamiento de equilibrio con y sin integración de la información visual y propioceptiva en el CP, CM y NI de personas con TEA.

*Material y métodos:* Para realizar el estudio se reclutaron sujetos que precisaran de diagnóstico TEA a través de la “Asociación Autismo Huesca”. Tres sujetos de entre 16 y 32 años participaron en el estudio. El CP se evaluó mediante el CTSIB-M, la CM a través de las pruebas de locomoción (LCM) TGMD-3 y el NI con el cuestionario W-ADL. La intervención tuvo una duración de seis semanas y el entrenamiento de equilibrio fue incluido en las sesiones habituales de ejercicio físico de la asociación una vez a la semana. Para el análisis estadístico se realizaron pruebas para muestras relacionadas y se estudiaron correlaciones con el coeficiente Rho de Spearman.

*Resultados:* Tras la intervención de seis semanas, el CP y la LCM aumentaron sin diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.109$ ,  $p = 0.329$ ). El NI disminuye ligeramente sin ser una reducción estadísticamente relevante ( $p = 0.919$ ). Existen correlaciones entre las variables principales, diferentes condiciones de CP, IMC y edad de los participantes.

*Conclusiones:* No hubo diferencias significativas en ninguna de las variables principales entre antes y después de la intervención. Se necesitan estudios con mayor muestra y herramientas de valoración más sensibles para estudiar si el entrenamiento de equilibrio tiene efectos sobre el CP, CM y NI de personas con TEA.

**Palabras clave:** Trastorno del Espectro Autista, control postural, competencia motriz, nivel de independencia, integración sensorial.

## **Abstract:**

*Introduction:* Postural control (PC) is a key sensorimotor control process affected in people with Autism Spectrum Disorder (ASD) that affects motor skills (MS) and the level of independence (LI), reducing their quality of life. The main objective of the study is to analyse the effect of six weeks of balance training with and without the integration of visual and proprioceptive information on the PC, MS, and LI of people with ASD.

*Material and methods:* Subjects who required an ASD diagnosis were recruited through the “Asociación Autismo Huesca”. Three subjects between 16 and 32 years participated in the study. The PC, MS and LI were evaluated using the CTSIB-M, the TGMD-3 locomotion tests (LCM), and the W-ADL questionnaire, respectively. The intervention lasted six weeks and balance training was included in the association's usual physical exercise sessions once a week. For statistical analysis, tests for related samples were performed and correlations were studied with Spearman's Rho coefficient.

*Results:* After the intervention, PC and LCM increased without statistically significant differences ( $p = 0.109$ ,  $p = 0.329$ ). The LI decreased slightly without being a statistically relevant reduction ( $p = 0.919$ ). There were correlations between the main variables, different PC conditions, BMI, and age of the participants.

*Conclusions:* There were no significant differences in any of the main variables before and after the intervention. Studies with a larger sample and more sensitive assessment tools are needed to study whether balance training influences the PC, MS and LI of people with ASD.

**Key words:** Autism Spectrum Disorder, postural balance, motor skills, activities of daily living, sensory gating.

## Índice

1. Introducción.....	1
1.1. Control postural.....	1
1.2. Deterioro del control postural en TEA .....	2
1.3. Intervenciones y estrategias para el manejo del control postural en TEA.....	4
1.4. Objetivos e hipótesis .....	4
2. Material y métodos .....	5
3. Resultados .....	8
4. Discusión .....	13
5. Limitaciones y fortalezas del estudio .....	16
6. Conclusiones .....	16
7. Referencias bibliográficas .....	17
8. Anexos.....	20

## Abreviaturas

Activ\_ayuda: número de actividades que se realizan con ayuda.

Activ\_indep: número de actividades que se realizan de manera independiente.

Activ\_no: número de actividades que no se realizan.

CM: competencia motriz.

CP: control postural.

CTSIB-M: Test Clínico de Interacción Sensorial en Equilibrio.

DSM-5: Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, 5ª edición.

IMC: índice de masa corporal.

Intent\_CP: número de intentos realizados en la prueba de control postural.

LCM: puntuación total de prueba de locomoción.

NI: puntuación total de nivel de independencia.

OA\_ME: Condición de ojos abiertos y medio estable.

OA\_MI: Condición de ojos abiertos y medio inestable.

OC\_ME: Condición de ojos cerrados y medio estable.

OC\_MI: Condición de ojos cerrados y medio inestable.

SNC: sistema nervioso central.

TEA: Trastorno del Espectro Autista.

TGMD-3: Test de Desarrollo Motor Grueso, 3ª edición.

W-ADL: Escala de Actividades de la Vida Diaria de Waisman.

## 1. Introducción

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno crónico (1) que comprende condiciones complejas del neurodesarrollo (2,3) y se estima que afecta a uno de cada treinta seis niños (4) siendo 4 veces más común en el sexo masculino que en el femenino (5).

De acuerdo con el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5), las personas con TEA son diagnosticadas según los siguientes criterios: capacidad disminuida para la interacción socio-comunicativa, interés restringido y/o patrones de comportamiento repetitivos (6). Además de los rasgos sociales y conductuales clásicos del trastorno, en las personas con TEA también se identifican anomalías sensoriales (1,7) que afectan y limitan el desarrollo y la habilidad motriz (3,8). A pesar de que las deficiencias sensoriales no forman parte de la definición central del trastorno, la clasificación del DSM-5 incluye la característica de hiper o hiporreactividad a la información sensorial o interés inusual en los aspectos sensoriales del entorno (5,9,10).

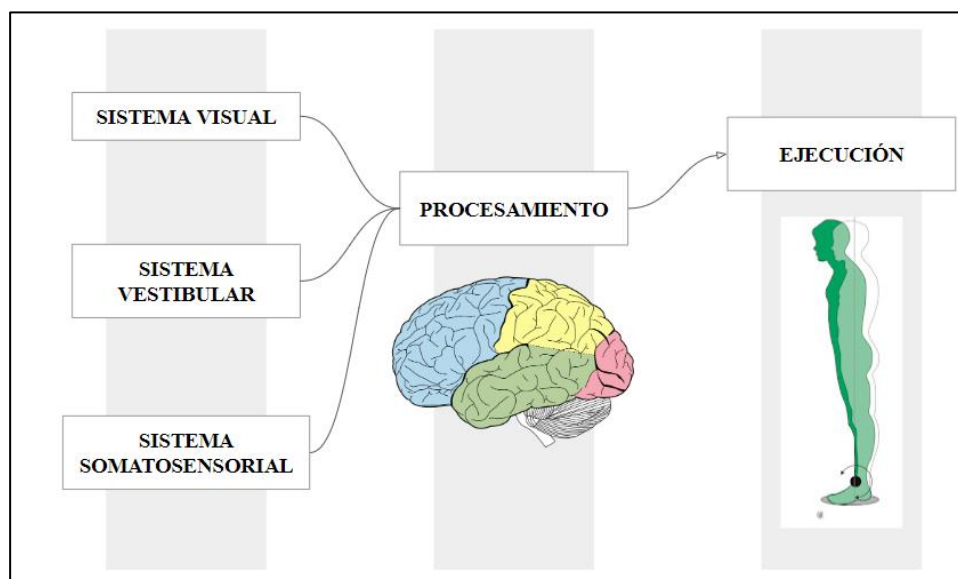
La función motora deteriorada ha sido asociada a su vez con un alto nivel de patrones de comportamiento repetitivos y un bajo nivel de lenguaje expresivo (1,11), características centrales del trastorno mencionadas anteriormente. Se estima que estas alteraciones motoras tienen una prevalencia de entre el 24% y el 79% en las personas con TEA (12). Por lo tanto, parece que las alteraciones sensoriales y motrices generan sospechas hacia el diagnóstico de TEA (1,10) pudiendo ser un factor determinante en la aparición de deficiencias socio-comunicativas (3,5). Son características que destacan por su valor clínico y se respalda su inclusión entre los criterios diagnósticos del DSM-5 en los TEA (1). Un proceso de control sensoriomotor clave afectado en niños y adultos con TEA es el control de la posición erguida o el control postural (CP) (2,3,5,9,10,13).

### 1.1. Control postural

El CP es una habilidad motora que, a través de la integración de la información percibida en el sistema nervioso central (SNC), produce respuestas posturales para mantener el equilibrio requerido para una tarea o para las demandas ambientales (9,14–16).

El sistema sensoriomotor es el sistema que combina los procesos sensoriales y neuromusculares que permiten interactuar con el entorno a través del movimiento (Figura 1). Mediante el sistema sensoriomotor, el SNC recibe, combina y organiza la información y la transforma en respuestas o impulsos motores por medio de tres subsistemas: sistema visual, vestibular y somatosensorial. Este último se desarrolla en base a tres tipos de receptores; los exteroceptores (captan la información exterior como la sensibilidad táctil, térmica y nociceptiva), los enteroceptores (captan la información interior como cambios en la frecuencia cardíaca o presión arterial) y los propioceptores (captan información acerca de la posición corporal) (14,15,17).

**Figura 1.** Mecanismo de control postural.



Concretamente, el CP se basa en la información sensorial de los canales visual, vestibular y propioceptivo, que por medio de procesos de retroalimentación desarrolla respuestas musculares correctivas (17). El control en esta tarea no se apoya por igual en los tres canales, sino que la información de cada canal se pondera según su confiabilidad (14). Asimismo, en ambientes oscuros la información recibida a través del canal visual es menos confiable y demanda mayor necesidad de los sistemas vestibular y propioceptivo; al igual que, en un medio o superficie inestable, los canales visual y vestibular obtienen mayor protagonismo para producir los ajustes posturales necesarios al reducirse la confiabilidad del canal propioceptivo (15).

Por lo tanto, el CP es una habilidad fundamental que subyace a todo comportamiento motor, y consecuentemente, las personas con CP deficiente pueden tener dificultades para mantenerse de pie, caminar, o realizar actividades cotidianas (2,3,18).

## 1.2. Deterioro del control postural en TEA

A pesar de que, el mecanismo subyacente al deterioro del CP en personas con TEA sigue siendo incierto (2), algunos estudios sugieren que la confiabilidad de la información sensorial de los tres canales y la forma en la que se integra esta información son dos factores clave que contribuyen a los déficits de CP en esta población (9,13).

Particularmente, la evidencia señala que las dificultades de CP en los TEA pueden surgir de deficiencias en el procesamiento visual y somatosensorial (2,19). No obstante, los déficits de CP en los TEA se han identificado principalmente mediante pruebas clínicas y de diagnóstico (10), con muy pocos estudios que examinen específicamente la integración sensorial de la visión y la propiocepción en este trastorno (9).

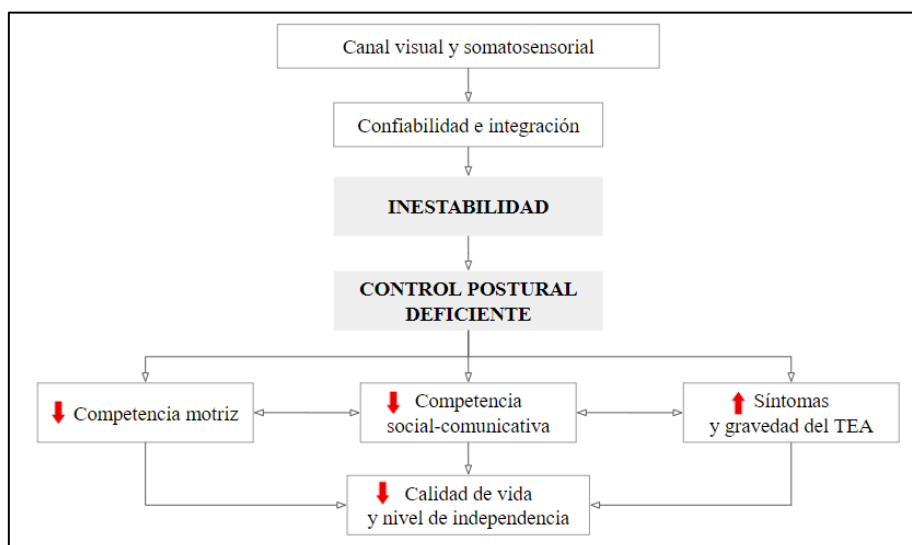
La alteración de cualquiera de estos sistemas o de la integración de la información proporcionada por los mismos, puede afectar la capacidad de mantener el equilibrio, también conocido como inestabilidad postural (17,19).

Debido a que aún no se conoce la etiología del TEA, también se desconoce el patrón particular y la fuente de las alteraciones motoras en este grupo, pero parece que pueden estar directamente relacionado con las deficiencias observadas en la estabilidad postural de las primeras etapas de crecimiento dificultando un desarrollo general adecuado (19). Esto, es algo que se había propuesto en estudios anteriores donde se indicó que un sistema de CP inmaduro es un factor limitante en el desarrollo de otras habilidades motoras básicas (10).

Los déficits en la competencia motriz (CM) tienen como resultado limitaciones en la participación de actividades cotidianas y deportivas dificultando la interacción con el entorno y contribuyendo a un desarrollo social deficiente (20). Además, parece que estas alteraciones posturales también pueden ser predictoras de la sintomatología y gravedad del trastorno (21). Concretamente, los resultados de algunos estudios sugieren que el menor rendimiento en tareas equilibrio coincide con una mayor gravedad del TEA (22). Las implicaciones de estos hallazgos son de gran alcance, ya que una fuerte relación entre la inestabilidad postural y la gravedad de los síntomas puede indicar un vínculo de desarrollo entre las deficiencias sensoriomotoras y socio-comunicativas en las personas con TEA (5). Asimismo, un mayor control motor, y por lo tanto, mayor CP, también han sido asociados a una disminución de la gravedad de los síntomas centrales del TEA, no solo en edades tempranas sino que también en la adultez (23).

Por consiguiente, las dificultades motoras y socio-comunicativas presentes en personas con TEA parecen estar estrechamente relacionadas con el deterioro del CP comprometiendo su calidad de vida y nivel de independencia (NI) (Figura 2) (3).

**Figura 2.** Proceso de deterioro del control postural en TEA.



### 1.3. Intervenciones y estrategias para el manejo del control postural en TEA

En la actualidad, siguen existiendo desacuerdos acerca del mecanismo tras el que se encuentra el origen del déficit de CP en los TEA, provocando que los estudios aborden el problema mediante diferentes de tipos de intervención y estrategias sin llegar a un claro consenso acerca de cuál es la herramienta o el tratamiento óptimo para el manejo del CP en esta población (1,3).

Se han realizado estudios exitosos de acuerdo a mejorar la inestabilidad de personas con TEA mediante intervenciones basadas en artes marciales (24), actividades acuáticas (25), actividades con acompañamiento de animales (26), terapia vestibular (27) y estimulación transcraneal (28). Además, también se ha sugerido que la actividad “Square-Stepping Exercise” utilizada comúnmente en personas mayores con deterioro del equilibrio, puede ser una herramienta útil para el manejo del déficit de CP en personas con TEA (29). Sin embargo, se recomienda el uso del entrenamiento del equilibrio como una herramienta de intervención que, además de demostrar los beneficios potenciales y la aplicabilidad para mejorar la estabilidad y CP en TEA (21), es efectiva para reducir la gravedad de los síntomas de los TEA, incluyendo por lo tanto, mejoras a nivel motor y socio-comunicativo (5).

### 1.4. Objetivos e hipótesis

El objetivo principal del presente estudio es analizar el efecto de seis semanas de entrenamiento de equilibrio con y sin integración de la información visual y propioceptiva en el CP, CM y NI de personas con TEA. Como objetivo secundario se pretende conocer posibles diferencias en el CP entre distintas condiciones: (a) ojos abiertos y medio estable (OA\_ME), (b) ojos cerrados y medio estable (OC\_ME), (c) ojos abiertos y medio inestable (OA\_MI), (d) ojos cerrados y medio inestable (OC\_MI). También se analizarán posibles asociaciones entre las variables principales y entre estas y las características generales de los sujetos. La principal hipótesis es que el CP, CM y NI de los sujetos mejorará tras 6 semanas de intervención y que las condiciones con manipulación sensorial serán las más afectadas.



## 2. Material y métodos

### Participantes

Para realizar el estudio se reclutaron sujetos que precisaran de diagnóstico TEA a través de la Asociación Autismo Huesca. Estos sujetos pertenecen a un grupo orientado al ocio y la práctica deportiva donde realizan sesiones dirigidas de ejercicio físico todas las semanas. Al tratarse de una muestra de conveniencia, en el estudio fueron incluidos aquellos sujetos con TEA que formaran parte de la asociación y que pertenecieran al grupo orientado al ejercicio físico mencionado anteriormente independientemente de la edad y el sexo. Los participantes podían ser menores de edad bajo consentimiento previo de padres/madres o tutores legales.

Se redactó una hoja de información y consentimiento informado dirigido a los representantes legales de los sujetos (anexo 1) y otra adaptada a los propios participantes con TEA (anexo 2). Todos los participantes y sus familias y/o tutores fueron informados acerca de los posibles riesgos de su participación en el estudio y firmaron el consentimiento por escrito.

Finalmente 4 sujetos participaron en la intervención, de los cuales solo 3 fueron incluidos en el análisis del estudio por la imposibilidad de realizar la última medición de uno de los participantes.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón (C.I. PI22/596, anexo 3) y el Departamento de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza (N<sup>a</sup> ref<sup>a</sup>.: RAT 2023-10).

### Medidas

Para la evaluación del CP se llevó a cabo el "*Clinical Test of Sensory Interaction in Balance (CTSIB-M)*". El CTSIB-M consiste en mantener el equilibrio durante 30 segundos en diferentes condiciones. La primera, corresponde a la condición OA\_ME; la segunda, a OC\_ME; la tercera, a OA\_MI; y finalmente, la cuarta, a OC\_MI. Para el medio inestable se utilizó una colchoneta gruesa. Se contó con tres intentos en cada condición para llegar a realizar 30 segundos sin interrupción o incumplimiento de la posición. Concretamente, se dejó de contabilizar el tiempo cuando los participantes (a) abrían los ojos en las condiciones de ojos cerrados, (b) levantaban los brazos a los lados para equilibrarse, o (c) requerían de asistencia para evitar una caída. Si los participantes eran capaces de completar los 30 segundos en el primer intento se pasó a realizar la siguiente condición directamente. Para el resultado final se aplicó el mejor tiempo de los tres intentos posibles y se sumó el tiempo de cada condición para lograr una puntuación total de la prueba.

La valoración de la CM se realizó mediante la prueba de locomoción (LCM) del *"Test of Gross Motor Development-Third Edition (TGMD-3)"*. Se llevaron a cabo las subpruebas que corresponden a: correr, galopar, saltar a un pie, saltos alternos, salto horizontal y deslizamiento. Estas pruebas fueron grabadas para ser analizadas posteriormente. Se realizaron dos intentos en cada una de las subpruebas y se contabilizaba el total de los ítems establecidos que cumplían entre ambos intentos. Para la puntuación total se sumó las puntuaciones obtenidas en cada subprueba.

Para evaluar el NI de los participantes se utilizó el cuestionario *"Waisman Activities of Daily Living Scale (W-ADL)"*. Este cuestionario consta de 17 ítems sobre la capacidad de realizar tareas cotidianas y lo deben de cumplimentar los familiares o responsables de la persona que está siendo evaluada. Cada uno de los ítems se puntúa del 0 al 2 siendo 2 "realiza la tarea de forma independiente", 1 "realiza la tarea con ayuda" y 0 "no realiza la tarea". La puntuación total corresponde a la suma de lo indicado en cada ítem.

Además, se realizaron mediciones de medidas básicas tales como peso y altura mediante una báscula de obesidad SECA 634 con plataforma grande y un tallímetro de pared telescópico SECA 216 respectivamente. Estos datos también fueron utilizados para representar el Índice de Masa Corporal (IMC).

### Procedimiento

Los participantes fueron citados en dos ocasiones, la primera, previa a la intervención (pre), y la segunda, una vez concluida la misma (post). Primero, se tomaron las medidas básicas de talla y peso, y después, se procedió a realizar un calentamiento previo a las pruebas de LCM y CP respectivamente. Todas las pruebas fueron aplicadas de manera individual y se alternaron los turnos entre intentos. Para finalizar, se llevaron a cabo unos ejercicios de respiración habituales en sus sesiones con la asociación y se pidió a las familias que cumplimentaran el cuestionario de NI. El estudio tuvo una duración total de ocho semanas, de las cuales en seis fue aplicado el entrenamiento basado en el trabajo de equilibrio. El entrenamiento fue incluido una vez por semana en la parte principal de las sesiones de actividad física habituales con el grupo de la asociación.

### Intervención

La intervención de entrenamiento de equilibrio fue basada en la propuesta del estudio de Cheldavi et al. (30), donde se incluían los ejercicios descritos en la tabla 1. Además, se llevaron a cabo las progresiones propuestas por estos mismos autores en función de la capacidad y disposición de los participantes. Las progresiones incluían diferentes condiciones de ojos abiertos y ojos cerrados, medio estable e inestable, recorrido lineal o curvo, y movimientos de flexión-extensión y abducción-aducción de la pierna.

Se dispuso de una colchoneta gruesa como superficie inestable y se utilizaron bandas elásticas y conos para delimitar el espacio establecido para los ejercicios caminando, y de esta manera, facilitar la comprensión del ejercicio.

**Tabla 1.** Intervención de entrenamiento del equilibrio.

Ejercicio	Descripción	Repeticiones/Duración	Progresiones
Equilibrio a una pierna	Mantener el equilibrio sobre una única pierna en diferentes condiciones estáticas.	2 repeticiones de 30 segundos a cada pierna.	1. OA_ME. 2. OA_MI. 3. OC_ME. 4. OC_MI.
Caminar	Completar recorrido marcado en diferentes condiciones de marcha.	2 repeticiones de ida y vuelta.	1. Recorrido lineal. 2. Recorrido curvo. 3. Posición tándem. 4. Talón-punta.
Equilibrio dinámico	Mantener el equilibrio sobre una única pierna en condiciones dinámicas.	2 series de 10 repeticiones a cada pierna.	1. Flexión-extensión. 2. Abducción-aducción.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el programa SPSS versión 25.0, con estadísticas descriptivas calculadas para cada variable y expresadas como media/mediana  $\pm$  desviación estándar (DS) y rango (min- máx.). Para determinar la normalidad de los datos se llevó a cabo la prueba de Shapiro-Wilk ( $n < 50$ ). Se aplicó la prueba t student para muestras relacionadas para estudiar posibles diferencias entre las medias de CP, LCM y NI observadas antes de la intervención y las obtenidas después de esta. Si las variables no cumplían con la normalidad se aplicó su alternativa no paramétrica para muestras relacionadas, el test de Wilcoxon. También se analizaron correlaciones mediante el coeficiente Rho de Spearman. La significación estadística para todos los análisis se fijó al 95% de confianza ( $p < 0,05$ ).

### 3. Resultados

Finalmente, 3 sujetos masculinos de edades comprendidas entre 16 y 32 años participaron en el estudio. Las características generales de los participantes se indican en la tabla 2.

**Tabla 2.** Características generales de los participantes.

N = 3	Media	DS	Mín.	Máx.	Rango
Edad (años)	21.67	$\pm 8.9663$	16	32	16
Altura_pre (m)	1.79	$\pm 0.14799$	1.69	1.96	0.27
Altura_post	1.80	$\pm 0.15588$	1.71	1.98	0.27
Peso_pre (kg)	66.47	$\pm 13.6990$	51.1	77.4	26.3
Peso_post	67.03	$\pm 14.4473$	51.2	79.5	28.3
IMC_pre (kg/m <sup>2</sup> )	20.67	$\pm 3.07033$	17.89	23.97	6.07
IMC_post	20.62	$\pm 3.29646$	17.51	24.08	6.57

DS, desviación estándar; Máx., máximo; Mín., mínimo.

Los resultados principales del estudio se observan en la tabla 3. Tras la intervención de seis semanas, el tiempo de la prueba de CP aumentó de 110 segundos (DS  $\pm 40.526$ ) a 120 segundos (DS  $\pm 31.754$ ) sin ser esta mejora estadísticamente significativa (p 0.109).

Asimismo, el número de intentos que se realizaron en esta misma prueba también mejoró de 8 (DS  $\pm 1.155$ ) a 6 intentos (DS  $\pm 2.000$ ) sin diferencias estadísticamente significativas (p 0.102).

**Tabla 3.** Diferencias entre pares de las variables principales.

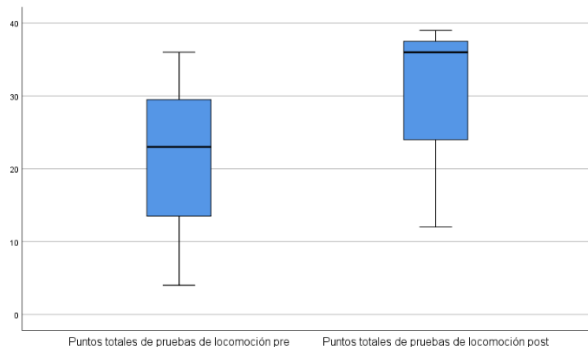
	Media/Mediana	DS	Mín.	Máx.	Sig.
CP_pre	110 segundos	$\pm 40.526$	43 seg.	116 seg.	.109
CP_post	120 segundos	$\pm 31.754$	65 seg.	120 seg.	
LCM_pre	21 puntos	$\pm 16.093$	4 puntos	36 puntos	.329
LCM_post	29 puntos	$\pm 14.799$	12 puntos	39 puntos	
NI_pre	17.33 puntos	$\pm 2.517$	15 puntos	20 puntos	.919
NI_post	17.00 puntos	$\pm 2.646$	15 puntos	20 puntos	

CP\_post, tiempo total de la prueba de control postural después de la intervención; CP\_pre, tiempo total de la prueba de control postural antes de la intervención; DS, desviación estándar; LCM\_post, puntuación total de prueba de locomoción después de la intervención; LCM\_pre, puntuación total de prueba de locomoción antes de la intervención; Máx., máximo; Mín., mínimo; NI\_post, puntuación total de nivel de independencia después de la intervención; NI\_pre, puntuación total de nivel de independencia antes de la intervención; seg., segundos; sig., significación al 95% de confianza.

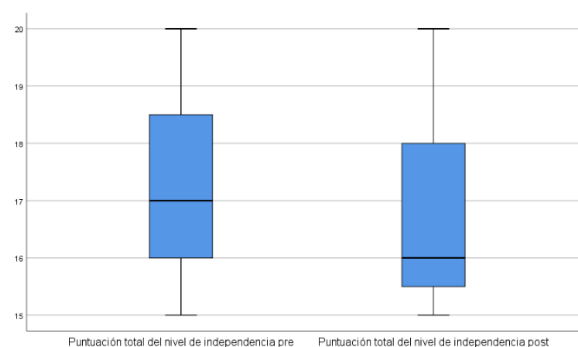
En la prueba de LCM para la CM, tampoco se encontraron diferencias significativas (p 0.329) entre la media de puntos obtenida antes y después de la intervención, a pesar de que esta aumentara de 21 (DS  $\pm 16.093$ ) a 29 puntos (DS  $\pm 14.799$ ) (gráfico 1).

De la misma manera, pese a que la puntuación total del NI sufre una pequeña disminución (17.33, DS  $\pm 2.517$ ; 17.00, DS  $\pm 2.646$ ), esta no es estadísticamente relevante (p 0.919) (gráfico 2).

**Gráfico 1. Resultados en prueba de LCM.**



**Gráfico 2. Resultados en NI.**

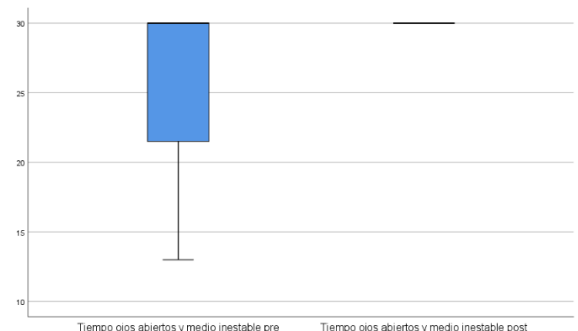


Para las subpruebas de CP, se observa que en las condiciones de OA\_ME (gráfico 3) y OA\_MI (gráfico 4) no hay diferencias entre antes y después de la intervención debido a que en ambas ocasiones la mediana corresponde a la puntuación total (30 segundos). En cambio, en las condiciones de OC\_ME (gráfico 5) y OC\_MI (gráfico 6) existen diferencias entre las medianas (20 segundos  $DS \pm 15.275$  a 30 segundos  $DS \pm 14.434$ ; 26 segundos  $DS \pm 16.289$  a 30 segundos  $DS \pm 17.321$ ), pero estas no son estadísticamente mejores tras la intervención ( $p$  0.180 y  $p$  0.317).

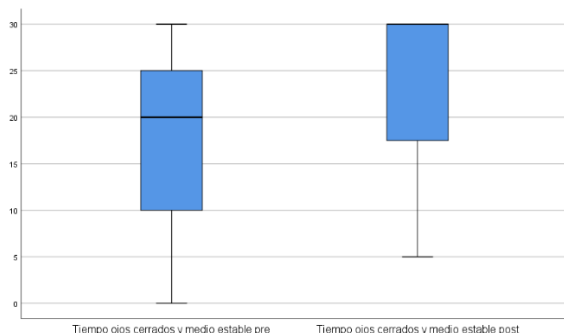
**Gráfico 3. Resultados en OA\_ME.**



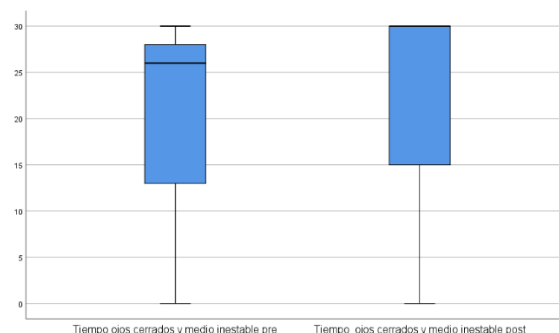
**Gráfico 4. Resultados en OA\_MI.**



**Gráfico 5. Resultados en OC\_ME.**



**Gráfico 6. Resultados en OC\_MI.**



En relación al número de intentos realizados en cada subprueba y en línea con lo anterior, en las condiciones de OA\_ME y OA\_MI no existen diferencias entre antes y después de la intervención debido a que en ambas ocasiones la mediana corresponde al número de intentos mínimo.

No obstante, considerando todas las condiciones de ojos cerrados sin atender a la condición del medio, el número de intentos se reduce de 6 a 4 intentos sin resultados estadísticamente significativos ( $p = 0.180$ ). Igualmente, tras la intervención, para las condiciones en medio estable e inestable independientemente de la condición visual, se necesita un intento menos (de 4 a 3 intentos) para cumplir con el tiempo máximo de las subpruebas sin ser estas diferencias significativas ( $p = 0.180$  y  $p = 0.102$ ).

Respecto al análisis de correlaciones, en la tabla 4 se encuentran aquellas que mostraron una relación significativa ( $p < 0.01$ ) con las variables principales del estudio.

**Tabla 4.** Correlaciones significativas de control postural, competencia motriz y nivel de independencia antes y después.

	CP_pre	CP_post	LCM_pre	LCM_post	NI_pre	NI_post
CP_pre	-	-	-	1.000**	-	-
LCM_post	1.000**	-	-	-	-	-
OA_MI_pre	-	1.000**	-	-	-	-
OC_ME_pre	1.000**	1.000**	-	1.000**	-	-
OC_ME_post	-	1.000**	-	-	-	-
OC_MI_pre	-	-	1.000**	-	-	-
OC_MI_post	-	1.000**	-	-	-	-
Intent_CP_pre	-	-1.000**	-	-	-	-
Intent_CP_post	-	-	-1.000**	-	-	-
Activ_indep_pre	-	-	1.000**	-	-	-
Activ_ayuda_pre	-	-	-1.000**	-	-	-
Activ_ayuda_post	-1.000**	-	-	-1.000**	-	-
Activ_no_post	1.000**	-	-	1.000**	1.000**	-1.000**
Edad	-	-	-1.000**	-	-	-
IMC_pre	-	-	-	-	1.000**	-1.000**
IMC_post	-	-	-	-	1.000**	-1.000**

*Activ\_ayuda\_post*, número de actividades que se realizan con ayuda después de la intervención; *Activ\_ayuda\_pre*, número de actividades que se realizan con ayuda antes de la intervención; *Activ\_indep\_pre*, número de actividades que se realizan de manera independiente antes de la intervención; *Activ\_no\_post*, número de actividades que no se realizan después de la intervención; *CP\_post*, tiempo total de la prueba de control postural después de la intervención; *CP\_pre*, tiempo total de la prueba de control postural antes de la intervención; *IMC\_post*, índice de masa corporal después de la intervención; *IMC\_pre*, índice de masa corporal antes de la intervención; *Intent\_CP\_post*, número de intentos realizados en prueba de control postural después de la intervención; *Intent\_CP\_pre*, número de intentos realizados en prueba de control postural antes de la intervención; *LCM\_post*, puntuación total de prueba de locomoción después de la intervención; *LCM\_pre*, puntuación total de prueba de locomoción antes de la intervención; *NI\_post*, puntuación total de nivel de independencia después de la intervención; *NI\_pre*, puntuación total de nivel de independencia antes de la intervención; *OA\_MI\_pre*, tiempo en condición ojos abiertos y medio inestable antes de la intervención; *OC\_ME\_post*, tiempo en condición ojos cerrados y medio estable después de la intervención; *OC\_ME\_pre*, tiempo en condición ojos cerrados y medio estable antes de la intervención; *OC\_MI\_post*, tiempo en condición ojos cerrados y medio inestable después de la intervención; *OC\_MI\_pre*, tiempo en condición ojos cerrados y medio inestable antes de la intervención.

\*\*la correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

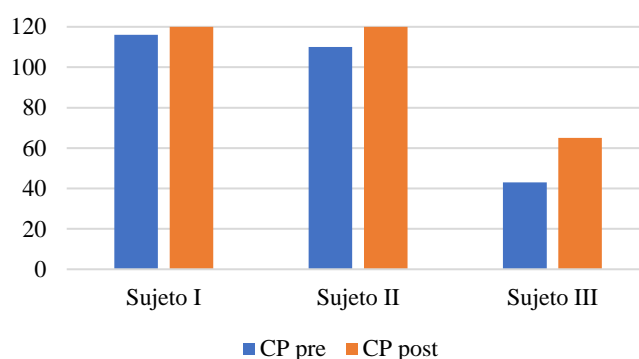
Destaca la correlación encontrada entre CP\_pre y la LCM\_post. Asimismo, el CP\_pre muestra una relación significativa inversa respecto a las Activ\_ayuda\_post. Cabe resaltar también, otra correlación inversa encontrada entre el CP\_post y los Intent\_CP\_pre.

Además, se observa una asociación inversa entre LCM\_pre respecto al número de Activ\_ayuda\_pre y Activ\_ayuda\_post y otra respecto a los Intent\_CP\_post. La puntuación en LCM\_pre también se asocia de manera inversa con la edad. Al contrario, la puntuación en LCM\_post expresa una relación positiva sobre el número de Activ\_indp\_pre.

En cuanto al NI, el NI\_pre muestra una asociación positiva respecto al IMC previo y posterior. No obstante, cuando se observa el NI\_post, la relación con el IMC\_pre y el IMC\_post es inversa. Igualmente, el NI\_post indica una relación negativa respecto al número Activ\_ayuda\_post.

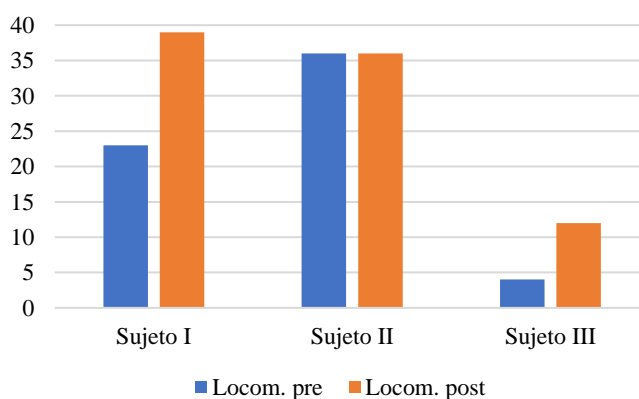
Al tratarse de un estudio con una muestra de tan solo 3 personas, y por tanto, no poder interpretar estos resultados conjuntos adecuadamente, se consideró oportuno realizar un análisis individual de cada uno de los participantes. En la prueba de CP, los tres sujetos mejoran el tiempo realizado en la evaluación inicial; concretamente, el sujeto I mejora cuatro segundos (3.45%), el sujeto II diez segundos (9.1%) y el sujeto III veintidós segundos (51.16%) (gráfico 7).

**Gráfico 7.** Cambios individuales en prueba de CP.



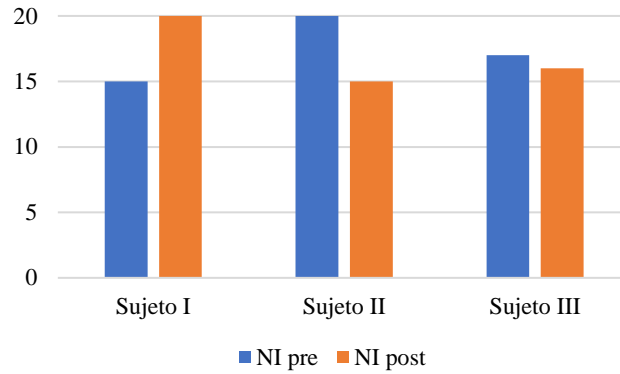
En línea con lo anterior, las puntuaciones en la LCM mejoran 16 puntos (69.56%) y 8 puntos (200%) en los sujetos I y III respectivamente. En cambio, el sujeto II no indica cambios entre la puntuación expresada antes de la intervención y la obtenida después (36 puntos en ambas ocasiones) (gráfico 8).

**Gráfico 8.** Cambios individuales prueba de locomoción.



Sin embargo, en el análisis del porcentaje de cambio en relación al NI se observa que, a diferencia del sujeto I, el cual mejora un 33.33% (5 puntos), los sujetos II y III disminuyen el NI un 25% (5 puntos) y un 5.8% (1 punto) respectivamente (gráfico 9).

**Gráfico 9.** Cambios individuales en nivel de independencia.





#### 4. Discusión

El objetivo principal de este estudio fue analizar el efecto de seis semanas de entrenamiento de equilibrio con y sin integración de la información visual y propioceptiva en el CP, CM y NI de personas con TEA. Tras la intervención, las mejoras encontradas en el CP y CM no resultaron significativas. Además, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el NI.

Esto contrasta con lo reportado en los resultados de la investigación en la que ha sido basada la intervención de este estudio, donde se encontró una mejora significativa del CP en niños con TEA (30). Si bien es cierto que se ha mantenido el mismo protocolo de entrenamiento y la misma duración de la intervención, en el estudio de Cheldavi et al. se realizó con una frecuencia de 3 días/semana, a diferencia de este, que únicamente lo incluyó un día a la semana. El reducido número de participantes también puede explicar que las mejoras observadas de manera individual no hayan resultado estadísticamente significativas en conjunto.

Adicionalmente, sugirieron que el balanceo postural aumentaba cuando se manipulaba la información sensorial durante las pruebas de equilibrio (30), por lo tanto, estudios que evalúen de manera específica el balanceo postural mediante materiales sensibles para ello, como por ejemplo, plataformas de fuerza, parece que pueden ser un recurso óptimo para la mejor valoración de esta condición de la postura. Un estudio reciente ha indicado que el balanceo a mayor velocidad durante la posición de pie y el aumento del balanceo mediolateral durante la marcha son características clínicas de inestabilidad postural (31), lo cual, apoya la idea anterior de evaluar estas condiciones en futuros estudios.

Como objetivo secundario se pretendía conocer posibles diferencias en el CP entre distintas condiciones. Los resultados obtenidos sugieren que en las condiciones de OA\_ME y OA\_MI no hubo diferencias debido a que inicialmente lograron cumplir con la máxima puntuación. Esto no se ajusta a los hallazgos de estudios anteriores donde se expone que la inestabilidad postural en personas con TEA se manifiesta durante la posición tranquila incluso cuando no se han realizado manipulaciones sensoriales (10).

No obstante, se debe considerar que la prueba de CP implementada para este estudio presenta el “efecto techo” y que por lo tanto, en las condiciones más sencillas o con menor privación de la información visual no se puede conocer qué es lo que diferencia a aquellos que lo realizan con mayor facilidad y a aquellos que cumplen con el tiempo con más dificultades. Para intentar entender mejor esto, en el análisis estadístico se han incluido el número de intentos realizados en cada condición (Intent\_CP), pero en línea con lo anterior, se observa que cumplen con el mínimo número de intentos posibles en las condiciones de OA\_ME y OA\_MI.

Este hallazgo sugiere dos cosas; por un lado, manifiesta nuevamente la necesidad de implementar métodos de valoración más adecuados y sensibles a diferentes condiciones de inestabilidad postural; y por otro lado, también sugiere que las personas con TEA son más susceptibles a la inestabilidad postural cuando existe una privación del estímulo visual en comparación con la manipulación de la información somatosensorial. De acuerdo con el metaanálisis de Lim et al. (2), el sistema sensorial se desarrolla siguiendo una secuencia específica donde comienza con el sistema somatosensorial y progresa a los sistemas vestibular, químico, auditivo, y por último, visual. Por lo tanto, conociendo que los sistemas sensoriales posteriores se construyen sobre los desarrollados anteriormente, se comprende que la confiabilidad del sistema somatosensorial sea mayor en personas con TEA en comparación con la confiabilidad del sistema visual.

En relación a la CM, los resultados obtenidos a partir de la correlación encontrada entre el CP\_pre y la LCM\_post, parecen indicar que cuanto mayor sea el CP de partida, mejor será el desarrollo de la CM después de trabajar de manera específica el equilibrio y viceversa. Además, se observa una asociación positiva entre la prueba de LCM\_pre y el número de Activ\_indep\_pre. Esto se ajusta a lo indicado por la evidencia acerca de que atender a la estabilidad postural durante las primeras etapas del crecimiento puede garantizar un mejor desarrollo motor y reducir las alteraciones motrices en el TEA (10,19,23).

Asimismo, también se ha encontrado una asociación inversa entre la LCM\_pre y LCM\_post y el número de Activ\_ayuda\_pre y Activ\_ayuda\_post respectivamente. Por lo tanto, parece que este resultado va en línea con la literatura actual, indicando que los déficits encontrados en la CM, derivados posiblemente de la inestabilidad postural que presentan, afectan de manera crítica a la calidad de vida e independencia de las personas con TEA (9). Igualmente, la relación inversa encontrada entre el NI\_post y el número de Activ\_no\_post, parece sugerir que las mejoras en el NI se dan principalmente por la reducción del número de actividades que los sujetos con TEA no pueden realizar.

En estudios anteriores se ha informado sobre la asociación entre el rendimiento del equilibrio en personas con TEA y la gravedad de los síntomas y el IMC (5,22). Esto se ciñe a la relación encontrada entre el IMC y el NI previo y posterior de los participantes, ya que esto último implica una peor estabilidad. Sin embargo, evidencia reciente también sugiere que esta asociación entre el equilibrio postural y el IMC puede modificarse en función de la gravedad de los síntomas (32), por lo tanto, este resultado se debe interpretar con cautela ya que sería importante conocer primero si existen diferencias entre la gravedad de los síntomas de los participantes.

Además, de acuerdo con lo esperado, la edad se ha asociado de manera negativa con la puntuación obtenida en la prueba de LCM\_pre, lo que sugiere que a mayor edad la CM ha sido peor y que

aquellos más jóvenes han sido quienes han obtenido mejores puntuaciones en esta prueba. Por lo tanto, tal y como señala la evidencia, las deficiencias en la CM parecen acentuarse a medida que la edad avanza en personas con TEA, especialmente cuando estas entran en la adultez (3).

No obstante, todos estos resultados obtenidos mediante el análisis de correlaciones se deben de interpretar con cautela ya que se puede estar sobreestimando la fuerza de la asociación debido a que solo se cuenta con tres participantes en el estudio.

Adicionalmente, con el análisis individual realizado para la mejor interpretación y comprensión de los resultados, se sugiere que los cambios entre antes y después de la intervención se expresan de manera más pronunciada en aquellas pruebas de valoración cualitativa en comparación con aquellas que lo hacen de manera cuantitativa. Concretamente, en la prueba de LCM que atiende a aspectos cualitativos de la ejecución de los diferentes patrones de movimiento se observan mayores porcentajes de cambio que en la prueba de CP que únicamente representa el tiempo completado. Por lo tanto, tal y como han expresado otros estudios, se insiste una vez más en la necesidad de adecuar los métodos de valoración del CP ya que parece que la elección de los mismos a menudo se basa en materiales clásicamente utilizados por otros autores sin considerar la población, la tarea postural o las condiciones ambientales (16).

Los resultados individuales también indican que es más complicado observar cambios en el NI de los participantes. Esto puede deberse a dos razones; primero, porque se trata de una variable multifactorial en la que pueden estar influyendo otros aspectos que no han sido registrados para el estudio, y segundo, porque se entiende que requiere más tiempo poder observar y extrapolar las mejoras obtenidas en el CP y CM a las actividades de la vida diaria.

## 5. Limitaciones y fortalezas del estudio

La limitación principal de este estudio es el reducido tamaño de la muestra. Con tan solo tres participantes es complicado encontrar diferencias que sean estadísticamente significativas entre la valoración inicial y la posterior a la intervención. Además, los resultados obtenidos en el análisis de correlaciones se consideran poco interpretables ya que se puede estar sobreestimando la fuerza de la asociación al tratarse de datos de únicamente tres sujetos, y por lo tanto, no poder representar todas las realidades. Asimismo, el reclutamiento no fue aleatorizado y tampoco se contó con un grupo control.

Otra posible limitación del estudio es la prueba de valoración utilizada para el CP, que a pesar de estar validada para esta población y haber sido implementada en otros estudios, existen otras herramientas, como las plataformas de fuerza, más sensibles a esta condición de la postura que, aunque sean más complejas de aplicar y estudiar, puede que sean más adecuadas para evaluar el CP en personas con TEA.

No obstante, este estudio cuenta con una metodología aplicada adecuada que ha seguido el mismo diseño y proceso de desarrollo que llevaría una investigación científica con mayor validez externa, y que, por lo tanto, puede ser de utilidad para futuros estudios con mayor muestra.

## 6. Conclusiones

Tras seis semanas de entrenamiento de equilibrio con y sin integración de la información visual y propioceptiva no se han encontrado mejoras que sean estadísticamente significativas en el CP, CM y NI de personas con TEA. Se necesita un estudio con mayor tamaño muestral e idealmente con grupo control para estudiar si esta intervención basada en el entrenamiento de equilibrio tiene efectos sobre el CP de las personas con TEA y por consiguiente, en su CM y NI.

En línea con lo anterior, parece que la confiabilidad del sistema visual puede ser menor que la del sistema somatosensorial, por lo que hace falta más investigación que integre las alteraciones sensoriales de este tipo en los estudios de CP en personas con TEA. Asimismo, se sugiere que la investigación futura implemente herramientas de valoración más sensibles como las plataformas de fuerza para evaluar el balanceo o materiales complementarios de evaluación cualitativa que pueden ser más adecuadas en la población con TEA.

Además, para futuros estudios, sería interesante contemplar los cambios que puedan observarse en la sintomatología central del TEA y ver si el CP también afecta en la conducta y las habilidades socio-comunicativas de estas personas.

## 7. Referencias bibliográficas

1. Hariri R, Nakhostin-Ansari A, Mohammadi F, Memari AH, Oskouie IM, Haghparast A. An Overview of the Available Intervention Strategies for Postural Balance Control in Individuals with Autism Spectrum Disorder. *Autism Res Treat*. 2022 Nov 21;2022:1–9.
2. Lim YH, Partridge K, Girdler S, Morris SL. Standing Postural Control in Individuals with Autism Spectrum Disorder: Systematic Review and Meta-analysis. *J Autism Dev Disord*. 2017 Jul 1;47(7):2238–53.
3. Lim YH, Lee HC, Falkmer T, Allison GT, Tan T, Lee WL, et al. Effect of Optic Flow on Postural Control in Children and Adults with Autism Spectrum Disorder. *Neuroscience*. 2018 Nov 21;393:138–49.
4. Maenner MJ, Warren Z, Robinson Williams A, Amoakohene E, Bakian A V., Bilder DA, et al. Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years — Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2023;72(2):1–14.
5. Graham SA, Abbott AE, Nair A, Lincoln AJ, Müller RA, Goble DJ. The Influence of Task Difficulty and Participant Age on Balance Control in ASD. *J Autism Dev Disord*. 2015 May 1;45(5):1419–27.
6. American Psychiatric Association. *DSM-5 classification*. American Psychiatric Association Publishing; 2015.
7. Valkanova V, Rhodes F, Allan CL. Diagnosis and management of autism in adults. *Practitioner*. 2013 May;257(1761):13–6, 2–3.
8. Hannant P, Cassidy S, Tavassoli T, Mann F. Sensorimotor Difficulties Are Associated with the Severity of Autism Spectrum Conditions. *Front Integr Neurosci*. 2016 Aug 17;10(28):1–14.
9. Doumas M, McKenna R, Murphy B. Postural Control Deficits in Autism Spectrum Disorder: The Role of Sensory Integration. *J Autism Dev Disord*. 2016 Mar 1;46(3):853–61.
10. Fournier KA, Kimberg CI, Radonovich KJ, Tillman MD, Chow JW, Lewis MH, et al. Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders. *Gait Posture*. 2010 May;32(1):6–9.
11. Fulceri F, Grossi E, Contaldo A, Narzisi A, Apicella F, Parrini I, et al. Motor skills as moderators of core symptoms in autism spectrum disorders: Preliminary data from an exploratory analysis with artificial neural networks. *Front Psychol*. 2019 Jan 9;9(JAN).

12. Licari MK, Alvares GA, Varcin K, Evans KL, Cleary D, Reid SL, et al. Prevalence of Motor Difficulties in Autism Spectrum Disorder: Analysis of a Population-Based Cohort. *Autism Research*. 2020 Feb 18;13(2):298–306.
13. Lim YH, Lee HC, Falkmer T, Allison GT, Tan T, Lee WL, et al. Effect of Visual Information on Postural Control in Children with Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord*. 2020 Sep 1;50(9):3320–5.
14. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol*. 2002;88(3):1097–118.
15. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*. 2006.
16. Paillard T, Noé F. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *BioMed Research International*. 2015 Oct; 2015:1-15.
17. Maurer C, Mergner T, Peterka RJ. Multisensory control of human upright stance. *Exp Brain Res*. 2006 May;171(2):231–50.
18. Haddad JM, Rietdyk S, Claxton LJ, Huber JE. Task-dependent postural control throughout the lifespan. *Exerc Sport Sci Rev*. 2013 Apr;41(2):123–32.
19. Abdel Ghafar MA, Abdelraouf OR, Abdelgalil AA, Seyam MK, Radwan RE, El-Bagalaty AE. Quantitative Assessment of Sensory Integration and Balance in Children with Autism Spectrum Disorders: Cross-Sectional Study. *Children*. 2022 Mar 3;9(3):353.
20. Casartelli L, Molteni M, Ronconi L. So close yet so far: Motor anomalies impacting on social functioning in autism spectrum disorder. *Neurosci Biobehav Rev*. 2016 Apr;63:98–105.
21. Stins JF, Emck C. Balance Performance in Autism: A Brief Overview. *Front Psychol*. 2018 Jun; 9 (901): 1-6.
22. Travers BG, Powell PS, Klinger LG, Klinger MR. Motor Difficulties in Autism Spectrum Disorder: Linking Symptom Severity and Postural Stability. *J Autism Dev Disord*. 2013 Jul 7;43(7):1568–83.
23. Gowen E, Hamilton A. Motor Abilities in Autism: A Review Using a Computational Context. *J Autism Dev Disord*. 2013 Feb 22;43(2):323–44.
24. Sarabzadeh M, Azari BB, Helalizadeh M. The effect of six weeks of Tai Chi Chuan training on the motor skills of children with Autism Spectrum Disorder. *J Bodyw Mov Ther*. 2019 Apr;23(2):284–90.

25. Ansari S, Hosseinkhanzadeh AA, AdibSaber F, Shojaei M, Daneshfar A. The Effects of Aquatic Versus Kata Techniques Training on Static and Dynamic Balance in Children with Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord*. 2021 Sep 18;51(9):3180–6.
26. Nuntanee S, Daranee S. Effect of Motorized Elephant-Assisted Therapy Program on Balance Control of Children with Autism Spectrum Disorder. *Occup Ther Int*. 2019 Nov 18;2019:1–10.
27. Smoot Reinert S, Jackson K, Bigelow K. Using Posturography to Examine the Immediate Effects of Vestibular Therapy for Children with Autism Spectrum Disorders: A Feasibility Study. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2015 Oct 2;35(4):365–80.
28. Mahmoodifar E, Sotoodeh MS. Combined Transcranial Direct Current Stimulation and Selective Motor Training Enhances Balance in Children With Autism Spectrum Disorder. *Percept Mot Skills*. 2020 Feb 19;127(1):113–25.
29. Barrios-Fernández S, Carlos-Vivas J, Muñoz-Bermejo L, Mendoza-Muñoz M, Apolo-Arenas MD, García-Gómez A, et al. Effects of Square-Stepping Exercise on Motor and Cognitive Skills in Autism Spectrum Disorder Children and Adolescents: A Study Protocol. *Healthcare (Switzerland)*. 2022 Mar 1;10(3).
30. Cheldavi H, Shakerian S, Shetab Boshehri SN, Zarghami M. The effects of balance training intervention on postural control of children with autism spectrum disorder: Role of sensory information. *Res Autism Spectr Disord*. 2014;8(1):8–14.
31. Cho A Bin, Otte K, Baskow I, Ehlen F, Maslahati T, Mansow-Model S, et al. Motor signature of autism spectrum disorder in adults without intellectual impairment. *Sci Rep*. 2022 May 10;12(1):7670.
32. Song Y, Shen B, Dong L, Pang Y, Bo J. Does Symptom Severity Moderate the Relationship Between Body Mass Index and Motor Competence in Children With Autism Spectrum Disorders? An Exploratory Study. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 2022 Jul 1;39(3):341–55.

## 8. Anexos

### Anexo 1. Aprobación del Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón.



**Informe Dictamen Favorable  
Trabajos académicos**

C.I. PI22/596

8 de febrero de 2023

Dña. María González Hínjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

#### **CERTIFICA**

**1º.** Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 08/02/2023, Acta Nº 03/2023 ha evaluado la propuesta del Trabajo:

**Título: Efecto de 10 semanas de entrenamiento de equilibrio en el control postural, competencia motriz y nivel de independencia de jóvenes con Trastorno del Espectro Autista (TEA).**

**Alumna: Saioa Agirre Elordui**

**Tutor: Alejandro González de Agüero Lafuente**

**Versión protocolo: Segunda versión, 17 de enero de 2023**

**Versión documento de información y consentimiento (para tutor y consentimiento adaptado): v.2.0 de 17/01/2023**

**2º.** Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y los principios éticos aplicables.
- El Tutor/Director garantiza la confidencialidad de la información, la obtención de los consentimientos informados y el adecuado tratamiento de los datos, en cumplimiento de la legislación vigente y la correcta utilización de los recursos materiales necesarios para su realización.

**3º.** Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto.**

Lo que firmo en Zaragoza

GONZALEZ

HINJOS MARIA -

DNI 03857456B

Firmado digitalmente  
por GONZALEZ HINJOS  
MARIA - DNI 03857456B  
Fecha: 2023.02.10  
15:05:05 +01'00'

María González Hínjos  
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)



**Anexo 2.** Documento de información, consentimiento informado y permiso de grabación de imágenes para padres/madres o tutores legales de los participantes.

#### DOCUMENTO DE INFORMACIÓN DEL PADRE/MADRE O TUTOR/A LEGAL DEL PARTICIPANTE

**Título:** TFM "Efecto de 10 semanas de entrenamiento de equilibrio en el control postural, competencia motriz y nivel de independencia de personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA).

**Responsable:** Universidad de Zaragoza

**Director/a Tutor/a:** Alejandro González de Agüero Lafuente      **correo:** alexgonz@unizar.es

**Alumno/a Investigador/a:** Saioa Agirre Elordui      **Tfno:** 688636963      **correo:** s.agirreelordui@gmail.com

**Centro:** Facultad de Ciencias de la Salud-Huesca, Universidad de Zaragoza.

#### 1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar la participación de su hijo/a o tutelado/a en un trabajo académico y/o de investigación académica que estamos realizando en la Facultad de Ciencias de la Salud (Huesca), de la Universidad de Zaragoza.

Su participación es voluntaria, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos.

Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón (CEICA).

Antes de tomar una decisión le pedimos que:

- lea este documento entero,
- entienda la información que contiene,
- haga todas las preguntas que considere necesarias,
- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea que su hijo/a o tutelado/a participe.

Si decide que su hijo/a o tutelado/a participe se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

#### 2. ¿Por qué se le pide participar a su hijo/a o tutelado/a?

En esta investigación se pretende realizar una intervención de ejercicio físico basado en el trabajo de equilibrio con el objetivo de analizar los beneficios que se producen a nivel de control postural, competencia motora y nivel de independencia en jóvenes con diagnóstico TEA (Trastorno del Espectro Autista).

Para ello, precisamos la participación de personas (pueden ser menores) diagnosticadas de TEA y que pertenezcan al grupo de "Ocio inclusivo y Respiro familiar" de la Asociación Autismo Huesca.

Si su hijo/a o tutelado/a cumple estas especificaciones su participación es importante para nosotros. En el estudio está previsto que participen un total de 10 personas.

#### 3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?

El objetivo del estudio es analizar los posibles beneficios que se obtienen a nivel de control postural (equilibrio y conciencia corporal), competencia motriz (locomoción: correr, saltar, deslizarse etc.) y de independencia en jóvenes con TEA tras 10 semanas de entrenamiento de equilibrio.

v.2.0 de 17/01/2023

#### 4. ¿Qué tendrá que hacer si decido que mi hijo/a o tutelado/a participe?

La participación de su hijo/a o tutelado/a consistirá en asistir el día que se les cite a las instalaciones universitarias del Pabellón Río Isuela para realizar una evaluación inicial de su control postural y competencia motriz. Por un lado, el control postural se evaluará mediante el test modificado "Clinical Test of Sensory Interaction in Balance (CTSIB-M)" que consiste en realizar durante 30 segundos diferentes posiciones de equilibrio (pies juntos, pie derecho, pie izquierdo) en diferentes condiciones (ojos abiertos/cerrados y superficie estable/inestable). Se contabiliza el tiempo que ha permanecido en la posición establecida durante 30 segundos. Por otro lado, la competencia motriz se medirá mediante las pruebas de locomoción (correr, galopar, saltar a un pie (distancia), saltar (rítmico), saltar (horizontal) y deslizamiento) del "Test of Gross Motor Development-Third Edition (TGMD-3)" las cuales serán grabadas en video para su posterior análisis (será necesario firmar el consentimiento expreso para la grabación de imágenes por parte del representante/tutor legal/familiar del participante que se encuentra al final del documento). Estas grabaciones son necesarias para poder analizar los efectos de la presente intervención. Además, a usted como uno de los representantes/tutores legales/familiares de su hijo/a o tutelado/a se le pedirá que cumplimente el cuestionario de 17 ítems "Waisman Activities of Daily Living Scale (W-ADL)" sobre el nivel de independencia donde se registra la capacidad que tiene el participante de cumplir con sus actividades cotidianas.

Está previsto que la evaluación inicial se realice un día entre finales de enero y principios de febrero del 2023. Las intervenciones (ejercicios de equilibrio) en cambio, se incluirán en su actividad habitual de "Ocio inclusivo y Respiro familiar" en las diez semanas posteriores, entre febrero y abril de 2023 por lo que no suponen desplazamientos ni citaciones adicionales. La evaluación final se realizará nada más terminar el periodo de intervención, entre abril y mayo de 2023 aproximadamente. En la evaluación final se repetirán las mediciones y el cuestionario completados en la evaluación inicial.

Si usted accede a que su hijo/a o tutelado/a participe tendrá que firmar el consentimiento informado que le presentamos al final de este documento.

#### 5. ¿Qué riesgos o molestias supone?

Los riesgos que supone la participación de su hijo/a o tutelado/a corresponden a golpes o caídas que pudieran ocurrir durante las mediciones e intervenciones, propios de cualquier práctica de ejercicio físico y que no difiere de los riesgos que se asumen al realizar su actividad habitual de "Ocio inclusivo y Respiro familiar". A pesar de que no se espera ningún efecto adverso, se contará en todo momento con la supervisión del personal especializado de la Asociación Autismo Huesca y el director del TFM para tomar medidas y minimizar cualquier posible riesgo.

Las molestias que requiere participar en el estudio corresponden al tiempo que dedicará, por un lado, su hijo/a o tutelado/a a participar en el estudio, y por otro, usted como uno de los representantes/tutores legales/familiares a responder el cuestionario de evaluación del nivel de independencia que tendrá una duración máxima de 5 minutos y que se debe realizar en dos ocasiones (en enero-febrero la primera y en abril-mayo la segunda aproximadamente). En la misma línea, para realizar las evaluaciones o mediciones se le citará a su hijo/a o tutelado/a un día entre enero y febrero (evaluación inicial) y otro entre abril y mayo (evaluación final) en las instalaciones universitarias del Pabellón Río Isuela. Las intervenciones se llevarán a cabo en la instalación y horario habitual de la actividad "Ocio inclusivo y Respiro familiar", por lo que no supone desplazamientos ni citaciones adicionales.

v.2.0 de 17/01/2023

**6. ¿Obtendrá mi hijo/a o tutelado/a algún beneficio por la participación?**

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento no obtendrá ningún beneficio económico, pero con su participación, su hijo/a o tutelado/a obtendrá los beneficios asociados a la práctica de ejercicio físico ya que se trata de un estudio con intervención de entrenamiento donde se esperan mejoras. Además, su hijo/a o tutelado/a contribuirá al avance científico y al beneficio social.

**7. ¿Cómo se van a tratar los datos personales de mi hijo/a o tutelado/a?**

Este proyecto cumple con la Legislación relacionada con la protección de datos, en particular el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea (Reglamento UE 2016/679, de 27 de abril) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantías de los Derechos Digitales. También con toda la normativa de ética en la investigación y, si es el caso, del tratamiento de datos de la investigación en salud e investigación biomédica. El proyecto está autorizado por la Universidad de Zaragoza. A continuación, le indicamos brevemente cómo trataremos sus datos personales:

**Información básica sobre protección de datos.**

**Responsable del tratamiento:** Universidad de Zaragoza

**Responsable interno:** Alejandro González de Agüero Lafuente (Director-Tutor)

**Encargado interno:** Saloa Agirre Elordui (Alumno/a)

**Finalidad:** Los datos personales de su hijo/a o tutelado/a serán tratados exclusivamente para el estudio al que hace referencia este documento. El tratamiento de los datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener el anonimato de su hijo/a o tutelado/a mediante el uso de códigos aleatorios, con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

**Legitimación:** El tratamiento de los datos de este estudio queda legitimado por su consentimiento para que su hijo/a o tutelado/a participe.

**Destinatarios:** No se cederán datos a terceros salvo obligación legal.

**Duración:** Los datos personales serán destruidos una vez se haya cumplido con la finalidad para la que se recabaron y para las posibles revisiones o determinación de responsabilidades. Los resultados objeto de explotación, ya completamente anonimizados y sin datos personales, podrán ser conservados para su posible reutilización en otros trabajos de investigación. A partir de los resultados de la investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

**Derechos:** Podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, de limitación y oposición a su tratamiento, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) ante el/la Responsable interno de este estudio, cuyos datos de contacto figuran en el encabezamiento de este documento, o dirigiendo un correo electrónico al Delegado/a de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza ([dpd@unizar.es](mailto:dpd@unizar.es)). Si no viera atendida su petición podrá dirigirse en reclamación a la Agencia Española de Protección de Datos (<https://www.aepd.es>). Podrá consultar información adicional y detallada de este tratamiento de datos en el Inventario de Actividades de Tratamiento de la Universidad de Zaragoza, accesible en: <https://protecciondatos.unizar.es/registro-actividades-de-tratamiento>

v.2.0 de 17/01/2023

**8. ¿Quién financia esta investigación?**

Este proyecto no cuenta con ninguna financiación.

**9. ¿Se me informará de los resultados de la investigación?**

Usted tiene derecho a conocer los resultados de la presente investigación derivados de los datos específicos de su hijo/a o tutelado/a. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador se los hará llegar.

**10. ¿Puedo cambiar de opinión?**

La participación de su hijo/a o tutelado/a es totalmente voluntaria: puede decidir libremente que su hijo/a o tutelado/a no participe sin que eso influya en su práctica habitual ni tenga para usted o para su hijo/a o tutelado/a ninguna otra repercusión que pudiera serle desfavorable.

Puede decidir que su hijo/a o tutelado/a no participe o pueda retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones: bastará con que le manifieste su intención o la de su hijo/a o tutelado/a al Investigador/a.

**11. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante la participación de mi hijo/a o tutelado/a?**

En la primera página de este documento están recogidos los nombres y datos de contacto de los investigadores que participan en este estudio o proyecto. Puede dirigirse a uno de ellos en caso de que le surja cualquier duda sobre la participación en el estudio.

**Muchas gracias por su atención.**

**Si finalmente desea que su hijo/a o tutelado/a participe le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta.**



**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PADRE/MADRE O TUTOR/A LEGAL**

**Título de la investigación:** "Efecto de 10 semanas de entrenamiento de equilibrio en el control postural, competencia motriz y nivel de independencia de jóvenes con Trastorno del Espectro Autista (TEA)."

Yo/Nosotros, como madre \_\_\_\_\_ y/o padre \_\_\_\_\_ o tutor/a legal \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ (nombre y apellidos del/de la participante)

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.
- He hablado con: \_\_\_\_\_ (nombre del investigador/a)
- Comprendo que la participación de mi hijo/a o tutelado/a es voluntaria.
- Comprendo que mi hijo/a o tutelado/a puede retirarse del estudio:
  - 1) cuando quiera
  - 2) sin tener que dar explicaciones
  - 3) sin que esto tenga ninguna repercusión para mí o mi hijo/a o tutelado/a

Y, en consecuencia,

**Presto libremente mi consentimiento para que mi hijo/a o tutelado/a participe en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de sus datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.**

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: SI ☐ NO ☐ (marque lo que proceda)

Si marca SÍ indique su teléfono o correo electrónico de contacto: \_\_\_\_\_

He recibido una copia de este Consentimiento Informado.

Firma de la madre y/o el padre  
o tutor/a legal del participante: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al representante/tutor legal/familiar de la persona participante.

Firma del investigador/a: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

**NOTA:** Si en el estudio participan menores deberá adaptarse el documento a fin de que consten los nombres y apellidos del padre, de la madre y del menor. El consentimiento deberán firmarlo tanto el padre como la madre.

v.2.0 de 17/01/2023

# DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA GRABACIÓN Y GESTIÓN DE IMÁGENES

**Título de la investigación:** "Efecto de 10 semanas de entrenamiento de equilibrio en el control postural, competencia motriz y nivel de independencia de jóvenes con Trastorno del Espectro Autista (TEA)."

Mediante el siguiente documento se solicita el consentimiento expreso de madres y/o padres o tutores legales de los participantes para la grabación de imágenes con el único fin de medir la competencia motriz referida a diferentes pruebas de locomoción (correr, galopar, saltar a un pie (distancia), saltar (rítmico), saltar (horizontal) y deslizamiento) y poder analizar los efectos de la intervención indicada en el "Documento de Información del padre/madre o tutor/a legal del Participante". Estas pruebas pertenecen al test de valoración "Test of Gross Motor Development-Third Edition (TGMD-3)" que se llevará a cabo en dos ocasiones (evaluación inicial en febrero y evaluación final en abril) y que son necesarias para la realización del estudio.

Una vez se realicen las grabaciones el acceso a estas estará restringido por contraseña que únicamente conocerá Saioa Agirre Elordui (Alumno/a Investigador/a) y se conservarán hasta la defensa del Trabajo de Fin de Máster (esperado en junio de 2023). Tras la defensa, se procederá a un borrado seguro de los archivos mediante un software específico para la destrucción total de las grabaciones.

Por lo que, yo/nosotros, como madre \_\_\_\_\_ y/o padre \_\_\_\_\_ o tutor/a legal \_\_\_\_\_ del participante \_\_\_\_\_, tras leer y entender el presente consentimiento informado dejo expresa constancia de que, por medio del presente documento, concedo permiso a \_\_\_\_\_ (nombre del alumno/a investigador/a), para la grabación de su imagen en los términos del presente, y me reservo el derecho a retirar el consentimiento en cualquier momento.

Y para que así conste firmo la autorización en (municipio) \_\_\_\_\_ a (día) \_\_\_\_\_ del (mes) \_\_\_\_\_ del (año) \_\_\_\_\_.

He recibido una copia de este Consentimiento Informado.

Firma de la madre y/o el padre  
o tutor/a legal del participante: \_\_\_\_\_

He explicado la naturaleza y el propósito de las grabaciones al representante/tutor legal/familiar de la persona participante y asumo la responsabilidad de su tratamiento en los términos del presente documento.

Firma del investigador/a: \_\_\_\_\_

**NOTA:** Si en el estudio participan menores deberá adaptarse el documento a fin de que consten los nombres y apellidos del padre, de la madre y del menor. El consentimiento deberán firmarlo tanto el padre como la madre.

v.2.0 de 17/01/2023

**Anexo 3.** Documento de información y consentimiento informado adaptados para los participantes con TEA.

**DOCUMENTO DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE**



Facultad de  
Ciencias de la Salud  
y del Deporte - Huesca  
**Universidad Zaragoza**



DESDE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA, LA ESTUDIANTE SAIOA AGIRRE Y SU TUTOR ALEX GONZÁLEZ DE AGÜERO ESTÁN HACIENDO UN PROYECTO PARA EL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER QUE SE LLAMA:

“EFECTO DE 10 SEMANAS DE ENTRENAMIENTO DE EQUILIBRIO EN EL CONTROL POSTURAL, COMPETENCIA MOTRIZ Y NIVEL DE INDEPENDENCIA DE JÓVENES CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA (TEA).”


**SAIOA AGIRRE**




**ALEX GONZÁLEZ DE AGÜERO**




PARA PODER HACER EL PROYECTO SE NECESITA LA PARTICIPACIÓN DE PERSONAS QUE SEAN PARTE DE LA ASOCIACIÓN AUTISMO HUESCA



**PARTICIPAR**



**EJERCICIOS DE EQUILIBRIO**




SI QUIERES AYUDAR EN EL PROYECTO CON TU PARTICIPACIÓN, TRABAJARÁS EL EQUILIBRIO CON UNOS EJERCICIOS DIRIGIDOS POR SAIOA EN 10 SESIONES DE LA ACTIVIDAD “OCIO INCLUSIVO Y RESPIRO FAMILIAR”.

ADEMÁS, EL PRIMER DÍA Y EL ÚLTIMO, REALIZARÁS DIFERENTES EJERCICIOS DE CORRER, SALTAR Y MANTENER EL EQUILIBRIO.

**CORRER**



**SALTAR**



**EQUILIBRIO**





CON OJOS ABIERTOS




CON OJOS CERRADOS


**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

YO, .....  
 (ESCRIBE TU NOMBRE Y APELLIDOS O PIDE QUE LO HAGAN POR TI):


(MARCA CON UNA "X" TU RESPUESTA)



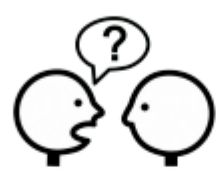
HE ENTENDIDO EL PROYECTO




QUIERO PARTICIPAR




NO QUIERO PARTICIPAR




HE ENTENDIDO EL PROYECTO




TENGO DUDAS Y SE LAS HE PREGUNTADO A SAIOA AGIRRE




QUIERO PARTICIPAR



NO QUIERO PARTICIPAR



QUIERO UN INFORME CON LOS RESULTADOS



NO QUIERO UN INFORME CON LOS RESULTADOS

FIRMA PARTICIPANTE:

FIRMA INVESTIGADOR:

V.2.0 17/01/2023

28