

## Reporte de caso

### *Conducta de tigmotaxis en un niño con autismo*

#### Thigmotaxis behavior in a child with autism

<sup>1</sup>Salvador Zepeda Esquivel, <sup>2</sup>María Elena Hernández Aguilar , <sup>2</sup>María Rebeca Toledo Cárdenas , <sup>2</sup>Deissy Herrera Covarrubias , <sup>2</sup>Genaro A. Coria Ávila , <sup>2</sup>Luis I. García Hernández , <sup>3</sup>María Salomé Alejandre Apolinar , <sup>3</sup>Hugo Amores Pérez , <sup>3</sup>Irma Angélica García González, <sup>2\*</sup>Jorge Manzo Denes .

<sup>1</sup>Doctorado en Investigaciones Cerebrales, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., México. <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Cerebrales, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., México. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Xalapa, Ver., México.

Este artículo está disponible en:

<https://eneurobiologia.uv.mx/index.php/eneurobiologia/article/view/2628>

\*Correspondencia: Dr. Jorge Manzo-Denes. Instituto de Investigaciones Cerebrales, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. C.P. 91010. Correo electrónico: [jmanzo@uv.mx](mailto:jmanzo@uv.mx)

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](#). Se permite el uso, distribución o reproducción en otros medios, siempre que se acredite al autor y se cite la publicación original en esta revista, de acuerdo con la práctica académica aceptada.

**Descargo de responsabilidad:** Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

## Resumen

Este trabajo inició con el diseño de un aula destinada a realizar pruebas de campo abierto (PCA) en humanos, donde se registró la conducta de tigmotaxis en un niño con trastorno del espectro autista (TEA); siendo este el primer reporte de su tipo en la literatura. A lo largo de un año, un grupo de niños con TEA y otro de niños neurotípicos interactuaron con un robot en una PCA. El objetivo fue registrar semanalmente las variaciones en la ubicación espacial de los niños y examinar cómo la presencia del robot influía en dichas variaciones. Uno de los participantes con autismo (S4) mostró tigmotaxis de manera persistente, moviéndose cerca de las paredes del área de prueba. Este comportamiento, previamente documentado en estudios con animales, se considera un indicador de ansiedad. Aunque el interés de S4 por el robot aumentó con el tiempo, el comportamiento tigmotáctico permaneció sin cambios, lo que sugiere un patrón de respuesta resistente a estímulos externos. Nuestros hallazgos sugieren que la actividad neuronal que subyace a la ansiedad, presente en estructuras como la amígdala y el núcleo de la estria terminal, parece no responder a estímulos enfocados en la atención, en este caso al robot. En conclusión, la tigmotaxis observada en S4 implica que este comportamiento en la condición estudiada es estable y no se ve influenciado por factores ambientales externos. No obstante, se sugiere que el estudio específico de la tigmotaxis puede servir como una medida confiable de ansiedad en el autismo, de manera similar a su aplicación en especies no humanas. Con ello, esta investigación destaca el potencial de la conducta de tigmotaxis y de las PCA como herramientas apropiadas para analizar la ansiedad en niños con autismo.

**Palabras clave:** TEA, prueba de campo abierto, ansiedad, interacción robótica.

## Abstract

This study started with the design of a classroom for conducting Open Field Tests (OFT) in humans, where we recorded thigmotactic behavior in a child with autism, marking the first report of its kind in the literature. Over the course of a year, a group of children with autism and another of neurotypical, interacted with a robot in the OFT. The aim was to weekly document changes in the spatial location of the children and its alteration by the robotic stimulus. One of the children with autism (S4) displayed persistent thigmotaxis, moving close to the classroom walls. This behavior, previously documented in animal studies, is considered indicative of anxiety. Although S4's interest in the robot increased over time, the thigmotactic behavior remained unchanged, suggesting a pattern resistant to external stimuli. These findings suggest that the neural activity underlying anxiety, present in structures such as the amygdala and the nucleus of the stria terminalis, appears not to respond to attention-focused stimuli like robotics. In conclusion, the thigmotaxis observed in S4 implies that such behavior in this condition is stable and not influenced by external environmental factors. However, we propose that the specific study of thigmotaxis can serve as a reliable measure of anxiety in autism, similar to its application in non-human species. Thus, our research highlights the potential of thigmotactic behavior and the OFT as appropriate tools to analyze anxiety in children with autism.

**Keywords:** ASD, open field test, anxiety, robotic interaction.

## I. Introducción

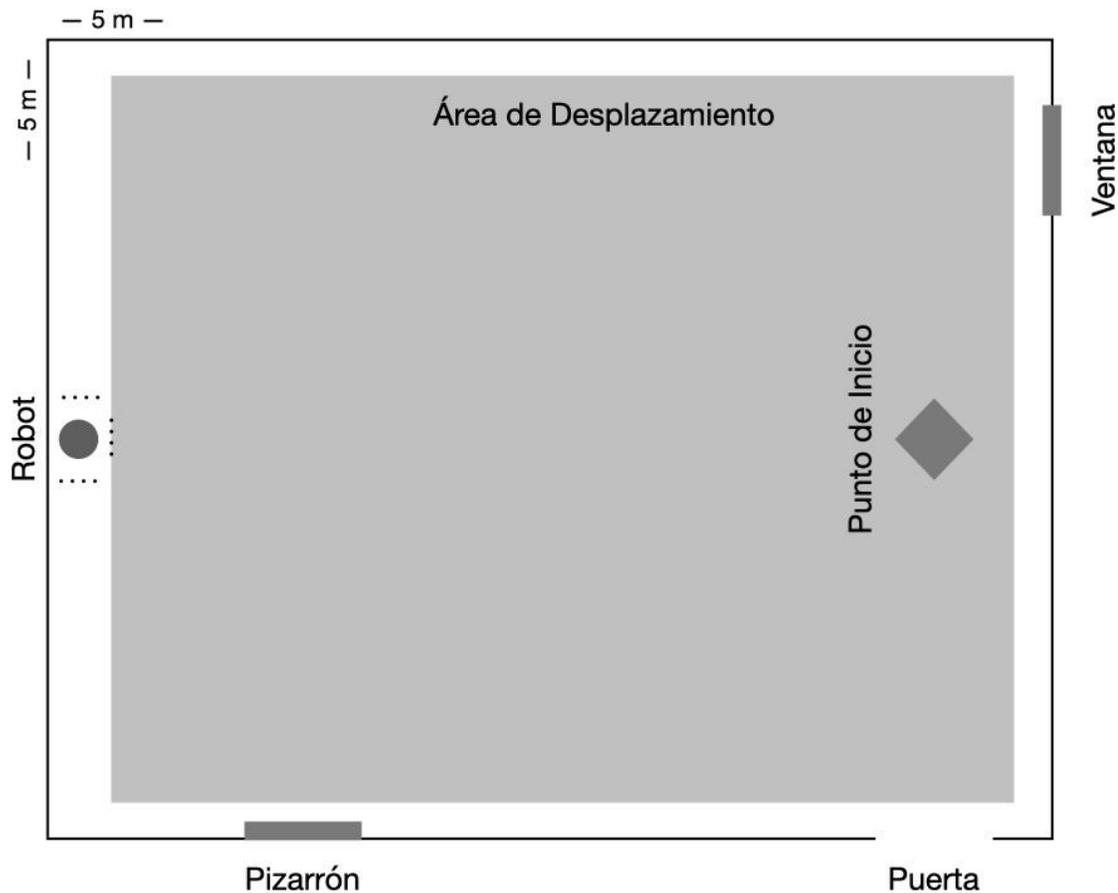
La tigmotaxis es un comportamiento descrito en modelos animales, que se refiere a la tendencia de los sujetos a desplazarse cerca de las paredes durante una prueba de campo abierto (PCA). Este comportamiento se reporta comúnmente en roedores y peces, y es una herramienta valiosa para analizar manifestaciones relacionadas con la ansiedad.<sup>1,2</sup> Se han observado patrones similares en humanos, particularmente en individuos con fobias o miedo.<sup>3,4</sup> Sin embargo, no existen estudios que reporten esta conducta en personas que tienen algún trastorno del desarrollo como el autismo. En una observación casual, nuestro grupo de trabajo registró por primera vez tigmotaxis en un niño diagnosticado con autismo. Este hallazgo inesperado sugirió que la tigmotaxis también podría estar presente en humanos con trastornos del desarrollo.

Durante varios años, nuestro laboratorio ha estado a la vanguardia en la integración de avances tecnológicos para mejorar el movimiento y las experiencias sensoriales en niños con autismo. En uno de nuestros estudios, el enfoque involucró el uso de la consola Wii de Nintendo y su programa de deportes como herramienta para estimular la actividad física de niños con autismo. Estas sesiones interactivas se desarrollaron en un ambiente controlado dentro de un aula, con el objetivo de estudiar su impacto en las habilidades motoras y la integración sensorial.<sup>5</sup> Los niños con autismo que participaron mostraron un patrón distintivo en sus desplazamientos dentro del aula, lo cual identificamos como información relevante para iniciar un estudio más detallado en colaboración con el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (ITSX). El objetivo fue crear un espacio adecuado para observar y analizar los patrones de movimiento de niños con autismo de una

manera controlada y cuantificable. Esta colaboración condujo a la construcción, en las instalaciones del ITSX, de un aula equipada para realizar PCA a la que llamamos Aula Bambú para Autismo (ABA, Figura 1). El ABA incorpora un suelo sensible a la presión, desarrollado por estudiantes y profesores del ITSX, capaz de detectar al sujeto de estudio tanto en reposo como en movimiento. En el techo, una cámara estratégicamente ubicada captura videos continuos de la vista completa del interior del ABA. Estos videos fueron utilizados en este estudio para monitorear la posición espacial de los niños dentro del aula.

El objetivo principal del trabajo original fue investigar los efectos de un robot comercial (PowerMan de Lexibook, Les Ulis, Francia) en la atención y los movimientos de los niños con autismo dentro del ABA, donde se creó un entorno para la realización de PCA. Para ello, cada niño participante, de manera individual se desplazaba libremente en el PCA durante 20 minutos, con el robot como único estímulo activo. Antes de que cada niño participara, se proporcionó a los padres una explicación detallada de los procedimientos del estudio. Posteriormente, se obtuvo el consentimiento informado a través de sus firmas.

A lo largo de un año, los niños asistieron a las sesiones de PCA una vez por semana. El estudio incluyó a niños diagnosticados con autismo y también a neurotípicos. Después de analizar los patrones de movimiento de los niños dentro de la PCA, se identificó un caso notable. Entre los participantes, un niño con autismo exhibió un patrón tigmotáctico distintivo que contrastaba con los movimientos del resto de los niños. Este caso único llamó la atención, por lo que se reporta de manera particular en este trabajo.



**Figura 1.** Disposición del Aula Bambú para Autismo (ABA). La figura ilustra el diseño y las características del aula experimental utilizada en el estudio. El ABA es un cuadrado, cada lado con 5 metros. Tiene una puerta de entrada/salida y una ventana. Un “punto de inicio” es visible en el suelo, indicando dónde empiezan la actividad los participantes. En una pared se encuentra un pizarrón, que no se utilizó en este experimento. El ABA tiene un área designada para el robot, que restringe su movimiento y previene la interacción física entre los niños y el robot. En el techo está una cámara de grabación, estratégicamente colocada para capturar la vista de todo el campo abierto. El cuadrado gris en la figura muestra el área dentro de la cual el niño puede moverse libremente.

## 2. Caso

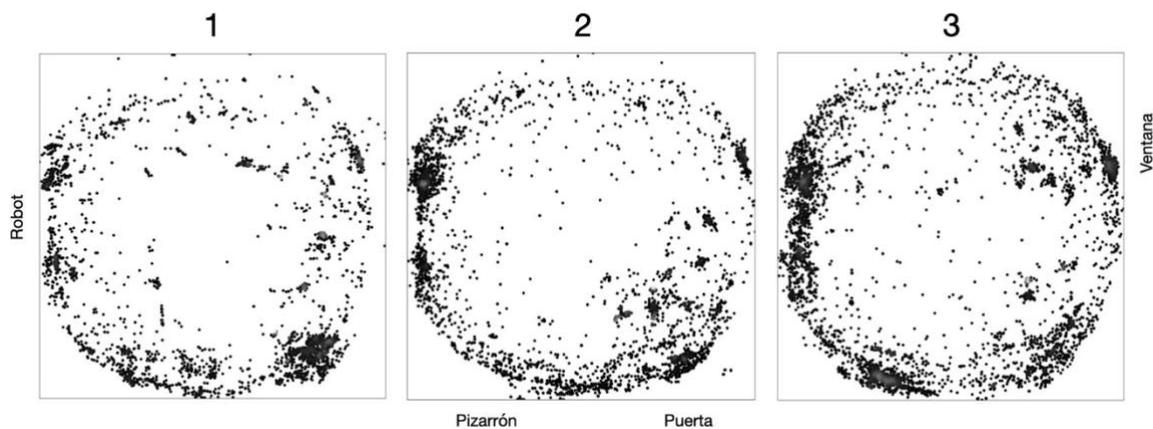
El sujeto de estudio, identificado como Sujeto 4 (S4), fue el cuarto participante en unirse al estudio. Se trata de un niño de 6 años con autismo Grado 1, quien no está recibiendo ningún tratamiento farmacológico para tratar su condición y sigue un régimen alimenticio que incluye vitaminas como suplementos dietéticos.

Aunque ya tenía un diagnóstico previo de autismo, al unirse al experimento se hizo una reevaluación para confirmar dicho diagnóstico. Con este fin, se aplicaron: la Escala de Inteligencia Wechsler para Niños (WISC-IV), la Entrevista Diagnóstica de Autismo-Revisada (ADI-R) y la Escala de Observación Diagnóstica de Autismo (ADOS-2), las cuales confirmaron su condición.

Al entrar al aula, S4 se colocaba de pie por algunos segundos en el punto de inicio designado (Figura 1). El registro comenzaba con la instrucción a S4 de moverse libremente dentro del ABA. Al mismo tiempo, el robot, ubicado dentro de un área cerrada de 90 x 90 cm, se activaba de forma remota. A lo largo de cinco minutos, el robot ejecutaba una secuencia aleatoria de siete movimientos distintos: caminar hacia adelante, caminar hacia atrás, girar a la derecha, girar a la izquierda, mirar a la derecha, mirar a la izquierda y bailar. Esta secuencia se repetía cuatro veces, sumando un total de 20 minutos de estimulación robótica. Durante toda la sesión, la cámara superior registraba los movimientos del niño. Los videos obtenidos se analizaron con

el software de código abierto Tracker (<https://physlets.org/tracker/>).

El análisis de movimiento produjo una serie de puntos acumulativos, un punto se generó cada cinco segundos representando la ubicación del niño, específicamente de su cabeza. Una mayor densidad de puntos indica una preferencia por permanecer en ese lugar. Para ilustrar el movimiento de tigmotaxis, los datos se dividieron en tres períodos de cuatro meses cada uno. Esta segmentación temporal permitió una observación detallada de los patrones de movimiento del niño a lo largo del año. La manifestación del comportamiento tigmotáctico de S4 se representa en la Figura 2.



**Figura 2.** Visualización de la conducta de tigmotaxis. La figura muestra puntos que indican la ubicación de la cabeza del niño en intervalos de cinco segundos durante las sesiones de prueba. La participación del niño durante un año se segmentó en tres períodos de cuatro meses, etiquetados como 1 (fase inicial), 2 (fase media) y 3 (fase final). La distribución de puntos predominante en la periferia ilustra la preferencia del niño por moverse cerca de las paredes. No obstante, también se observa un aumento del movimiento hacia el centro de la sala, particularmente en la fase final. La concentración de puntos en áreas específicas indica las ubicaciones más frecuentadas por el niño. Con el tiempo, se hace evidente que áreas específicas, como las cercanas al robot, la puerta, el pizarrón y la ventana, progresivamente captaron más la atención del niño, como lo indica el aumento de la acumulación de puntos en estas regiones.

Se observó que S4 pasó una mayor cantidad de tiempo moviéndose cerca de las paredes en las PCA. Durante el primer período de cuatro meses, el área cerca de la puerta fue

el principal punto de interés para S4, con solo una atracción marginal hacia la ubicación del robot. Sin embargo, a medida que avanzó el estudio, se observó un

cambio notable en la preferencia espacial de S4. En el tercer período, el área de la puerta, previamente un punto de alto interés, se volvió menos frecuentada. En contraste, las áreas alrededor del robot, el pizarrón y la ventana eran objeto de un interés aumentado, mientras que la distancia promedio entre S4 y el robot mostró una disminución a lo largo del año. En el primer período, esta distancia promedió alrededor de 2 metros, pero se redujo a 0.5 metros para el tercer período. Sin embargo, la observación más consistente a lo largo del año fue el comportamiento tigmotáctico de S4, caracterizado por su propensión a caminar cerca de las paredes. Como se observa en la Figura 2, este patrón de movimiento permaneció constante en los tres cuatrimestres del año.

### 3. Discusión

Por primera vez, una PCA realizada en un niño con autismo revela patrones de movimiento que muestran una conducta de tigmotaxis. Esta observación está en línea con estudios previos en una variedad de especies, desde peces hasta mamíferos,<sup>1,6,7</sup> donde se describe la tigmotaxis como un patrón observable incluso en condiciones de laboratorio, lo que lo convierte en una medida adecuada para evaluar la ansiedad.<sup>8</sup> La presencia generalizada de este comportamiento en todo el reino animal implica una base evolutiva, posiblemente relacionada con mecanismos de sobrevivencia.

La manifestación de la tigmotaxis en un ser humano, especialmente dentro del contexto del autismo, plantea consideraciones importantes con respecto a la ansiedad. Esto cobra relevancia dado que diversos estudios han demostrado una relación entre la tigmotaxis y la ansiedad en humanos.<sup>2</sup> Además, en el contexto del autismo, es común observar

comportamientos asociados con la ansiedad.<sup>10,11</sup> Por lo tanto, las observaciones de este estudio sugieren la presencia de algún grado de ansiedad relacionada con la conducta de tigmotaxis observada. Estos hallazgos probablemente también permitan develar nueva información de la conducta de desplazamiento en PCA en diferentes sujetos, lo que requiere una mayor atención.

Este estudio también arrojó datos sobre los cambios en las ubicaciones espaciales y el interés progresivamente creciente hacia el robot en el transcurso del año. Es notable que, a pesar de estos cambios en los procesos de atención, el comportamiento tigmotáctico permaneció invariable. Interpretando la tigmotaxis como una manifestación de ansiedad, nuestros hallazgos sugieren que ni el estímulo robótico ni la exposición prolongada al ambiente cada vez más familiar del aula fueron suficientes para aliviar esta forma de ansiedad. Tradicionalmente, el manejo de la ansiedad en individuos con autismo ha dependido de tratamientos farmacológicos,<sup>12</sup> y aunque la estimulación repetitiva ha mostrado ser prometedora en la mejora de varias conductas en el autismo,<sup>5,13</sup> las observaciones aquí reportadas indican que las bases neurales de la ansiedad, que involucran estructuras como la amígdala y el núcleo de la estría terminal,<sup>14</sup> no responden a estímulos –en este caso un robot– enfocados a la atención.

Así, este estudio propone que el comportamiento tigmotáctico en el autismo representa un patrón fijo, que parece corresponder al concepto de tigmotaxis como medida de ansiedad en animales. La estabilidad de esta conducta sugiere un potencial como herramienta en el autismo, aportando un enfoque novedoso para entender y cuantificar los niveles de ansiedad en esta población. Estas observaciones no solo contribuyen a un mayor conocimiento sobre el autismo,

también abren el camino para futuras investigaciones que exploren la utilidad de la PCA y la tigmotaxis en niños para estudios conductuales tanto en el autismo como en el desarrollo neurotípico y otros trastornos del neurodesarrollo.

#### 4. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

#### 5. Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por la Beca *Conahcyt* 761616 a SZE, y por el donativo *Coveicydet* No. 1011 2030/2023 a MSAA.

#### 6. Referencias

1. Schnörr SJ, Steenbergen PJ, Richardson MK, Champagne DL. Measuring thigmotaxis in larval zebrafish. *Behav Brain Res* 2012 228: 367–74.
2. Simon P, Dupuis R, Costentin J. Thigmotaxis as an index of anxiety in mice. Influence of dopaminergic transmissions. *Behav Brain Res* 1994 6: 59–64.
3. Walz N, Mühlberger A, Pauli P. A Human open field test reveals thigmotaxis related to agoraphobic fear. *Biol Psychiatry* 2016 80: 390–7.
4. Kallai J, Makany T, Csatho A, Karadi K, Horvath D, Kovacs-Labadi B, et al. Cognitive and affective aspects of thigmotaxis strategy in humans. *Behav Neurosci* 2007 121: 21–30.
5. Crespo CN, Garcia LI, Coria GA, Carrillo P, Hernandez ME, Manzo J. Mejora de las habilidades motoras y cognitivas de niños con autismo después de un periodo prolongado de juego con deportes virtuales. *eNeurobiología* 2016 15: 070716.
6. Leppänen PK, Ravaja N, Ewalds-Kvist SBM. Twenty-three generations of mice bidirectionally selected for open-field thigmotaxis: selection response and repeated exposure to the open field. *Behav Process* 2004 72: 23–31.
7. Acheson SK, Moore NLT, Kuhn CM, Wilson WA, Swartzwelder HS. The synthetic cannabinoid WIN 55212-2 differentially modulates thigmotaxis but not spatial learning in adolescent and adult animals. *Neurosci Lett* 2011 487: 411–4.
8. Belzung C, Griebel G. Measuring normal and pathological anxiety-like behaviour in mice: a review. *Behav Brain Res* 2001 125: 141–9.
9. Gromer D, Kiser DP, Pauli P. Thigmotaxis in a virtual human open field test. *Sci Rep* 2021 11: 6670.
10. Rodgers J, Riby DM, Janes E, Connolly B, McConachie H. Anxiety and repetitive behaviours in autism spectrum disorders and Williams syndrome: a cross-syndrome comparison. *J Autism Dev Disord* 2012 42: 175–80.
11. Ambrose K, Adams D, Simpson K, Keen D. Exploring profiles of anxiety symptoms in male and female children on the autism spectrum. *Res Autism Spectr Disord* 2020 76: 101601.
12. Ceranoglu TA, Wozniak J, Fried R, Galdo M, Hoskova B, Fong MD, et al. A retrospective chart review of buspirone for the treatment of anxiety in psychiatrically referred youth with high-functioning autism spectrum disorder. *J Child Adolesc Psychopharmacol* 2019 29: 28–33.
13. Fernández-Lechuga AI, Nuñez-Arcos LY, Carrillo P, García LI, Coria-Ávila GA, Toledo

R, et al. Reduction of cutaneous von Frey thresholds in boys with autism following a year of tactile and emotional stimulation. *Rev Mex Neuroci* 2021 22: 1-4.

14. Pessoa L. How many brain regions are needed to elucidate the neural bases of fear and anxiety? *Neurosci Biobehav Rev* 2023 146: 105039.