



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

¿Interaccionan mejor las personas con trastornos del
espectro autista con robots?

Do people with autism spectrum disorders interact better with robots?

Autora

Erika Torres Nodal

NIA: 725725

Director

Héctor Marín Manrique

Grado en Psicología

Universidad de Zaragoza / Facultad de Ciencias Sociales y Humanas (Campus de Teruel)
Curso 2018/2019



**Facultad de
Ciencias Sociales
y Humanas - Teruel**

Universidad Zaragoza

Índice

Resumen	3
Introducción	4
Evolución del concepto de ‘autismo’	4
DSM-IV Y DSM-V	6
Teorías explicativas del autismo	8
Uso de robots en las intervenciones con TEA y sus beneficios terapéuticos	15
Tipos de robots sociales usados en la investigación con TEA	19
Resultados obtenidos en las investigaciones sobre el TEA y las intervenciones con robots	21
Habilidades trabajadas en las intervenciones con robots	23
<i>Comportamiento social</i>	23
<i>Atención conjunta</i>	24
<i>Imitación</i>	25
<i>Lenguaje</i>	25
<i>Comportamientos estereotipados</i>	27
Conclusiones	28
Referencias	30

Resumen

Durante los últimos años se ha investigado la interacción de los niños y adultos con trastornos del espectro autista con robots, por lo que en esta revisión se ha tratado de mostrar las investigaciones que se han realizado en este ámbito así como los resultados que se han obtenido, en qué aspectos se han producido mejoras y, en especial, a qué se deben las mismas. En general, se ha encontrado que el tratamiento con robots produce una mayor frecuencia en la autoiniciación de interacciones, así como un mayor contacto visual, mayor facilitación en las tareas de imitación y menores conductas repetitivas y estereotipadas.

Palabras clave: autismo, trastornos del espectro autista, robots, habilidades sociales.

Abstract

The number of studies that have employed robots as an alternative therapeutic tool in Autistic Spectrum Disorder treatments has increased considerably in the last few years. The current review of the literature on the topic seeks to establish whether robots have proved useful in the treatment of the classical symptoms associated with ASDs. It has been found that the use of robots can facilitate the initiation of social contact, increase the time of eye contact, and foster imitation in people with ASD. Moreover, this interaction also reduces the repetitive and stereotypic behaviors.

Keywords: autism, autism spectrum disorders, robots, social skills.

Introducción

En el presente trabajo se ha llevado a cabo una revisión de la literatura existente sobre los trastornos del espectro autista (TEA), así como de la evolución de este término y los usados anteriormente en su conceptualización, de las teorías que se han postulado para explicar los déficits presentados en el TEA y su posible causa y, en especial, del tratamiento de los síntomas asociados a estos trastornos a través del uso de robots. Con esta información se tratará de dar respuesta a la cuestión que se han planteado numerosos expertos desde hace años: ¿Las personas con TEA interactúan de forma más efectiva con robots que con otros humanos? Y, si es así, ¿por qué?

Evolución del concepto de ‘autismo’

El término ‘autismo’ proviene del griego ‘eafismos’, palabra cuyo significado es “encerrado en uno mismo” (Cuxart, 2000, citado en Flores, 2015). El psiquiatra Eugen Bleuler (1911) fue el primero en introducir este término en el área de la psicopatología, utilizándolo para referirse al distanciamiento de la realidad externa sumado a la exacerbación patológica de la vida interior que experimentan las personas con esquizofrenia, quienes se “encierran en sí mismos” (Cuxart, 2000; Artigas-Pallarès y Paula, 2012). Más tarde, el psiquiatra infantil Leo Kanner en 1943 hizo referencia al autismo en su artículo *Autistic disturbances of affective contact* a través de la descripción del comportamiento de tres niñas y ocho niños con dicho trastorno que mostraban varias características comunes (Kanner, 1943). Define a uno de ellos como “más feliz cuando estaba solo, casi nunca lloraba para ir con su madre” (Kanner, 1943, p.128), mientras que otro “hacía movimientos estereotipados con los dedos, giraba con placer todo lo que podía girar” (Kanner, 1943, p.129). Además, sugirió que el autismo se relacionaba con un estilo perceptivo orientado más a lo local, afirmando que se trataba de una “incapacidad para experimentar un todo sin una atención completa a las partes constituyentes” (Kanner, 1943, p.246). De este modo, Wing (1978) afirma que para Kanner las dos anomalías que concebía como primordiales en el autismo eran la distensión social y la indiferencia, en especial en el trato con otros niños, y las conductas y rutinas repetitivas. En suma, describió otras características típicas de estos niños, como la falta de contacto visual, la angustia o indiferencia hacia estímulos sensoriales simples, la dificultad para replicar las conductas de otras personas, el retraso y las anomalías en el desarrollo del lenguaje tanto verbal como no verbal, la fascinación hacia ciertos aspectos y los movimientos estereotipados (Wing, 1978). Kanner creía que el autismo era un síndrome único y específico (Wing, 1988),

y lo denominó como ‘autismo infantil temprano’ (Kanner, 1943), sin embargo, más tarde en el apartado referente a las conceptualizaciones de los manuales de diagnóstico DSM-IV y DSM-V para el autismo se discutirá si se trata de un trastorno único como creía Kanner. De este modo, Kanner elevó a la categoría de ‘síndrome’ lo que antes para Bleuler eran simplemente unos rasgos de las personas con esquizofrenia (Cuxart, 2000). Un año después de la publicación del artículo de Kanner, en 1944 Hans Asperger estudió el comportamiento de otros cuatro niños, afirmando que uno de ellos había aprendido de una manera muy rápida a hablar y expresarse a través de oraciones, hablando después como si se tratase de un adulto (Asperger, 1944). Asperger identificó diversas pautas conductuales en estos niños: falta de empatía, poca capacidad para crear lazos amistosos, conversaciones unilaterales, movimientos torpes, etc. (Attwood, 1998) y denominó este tipo de trastorno como ‘psicopatía autista’ (Asperger, 1944).

Por su parte, Wing (1988) formuló la hipótesis de que el síndrome que Kanner había identificado como autismo infantil temprano se trataba de un trastorno que se movía dentro de un continuo o espectro de trastornos autistas. De este modo, Wing (1981) renombró como ‘síndrome de Asperger’ a lo que anteriormente este propio autor había denominado ‘psicopatía autista’ (Asperger, 1944). Los síntomas clínicos del Síndrome de Asperger fueron descritos por Burgoine y Wing (1983) como: carencia de empatía; interacción ingenua, sencilla, inapropiada y unidireccional; con poca o ninguna habilidad para crear amistades; comunicación no verbal muy pobre, intensa absorción por temas determinados; lenguaje pedante y repetitivo; movimientos torpes y poco coordinados y posturas extrañas.

Las descripciones mencionadas de estos primeros autores muestran lo que actualmente se conoce como autismo (Lai, Lombardo y Baron-Cohen, 2014). Sin embargo, este concepto ha variado en los últimos 70 años, habiendo sufrido en los años 90 un gran interés por su investigación, lo que ha desembocado en un cambio en la conceptualización de este trastorno. Algunos autores optaron por incluir al autismo dentro de las ‘psicosis de la infancia’ bajo la etiqueta de ‘esquizofrenia infantil’ (Bender, 1947, 1961; Despert, 1938; Goldfarb, 1974). Sin embargo, esta aplicación del término ‘esquizofrenia’ no sería adecuada si este término se usa exclusivamente para el trastorno que se presenta principalmente en adultos y que se caracteriza por delirios y alucinaciones (Kolvin, 1971).

Las personas con TEA presentan dificultades tanto para comunicarse como para comprender las señales sociales a lo largo de toda su vida; además, estos déficits sociales influyen en gran medida en la calidad de las interacciones con otros (Kumazaki et al., 2017a). En suma, el reconocimiento del lenguaje corporal, así como hablar de sentimientos

personales y comprender las emociones de otras personas, es decir, la empatía, y hacer contacto visual les resultan tareas dificultosas (Lord y Bishop, 2015). Además, presentan anomalías sensoriales, padeciendo más del 90% de los niños (Leekam, Nieto, Libby, Wing y Gould, 2007) y adultos (Crane, Goddard y Pring, 2009) hipersensibilidad o hiposensibilidad. A pesar de que estas anomalías se presentan durante todo el período evolutivo (Leekam et al., 2007), Ben-Sasson et al. (2009) afirman que suelen aparecer en la infancia temprana en relación a los estímulos visuales, olfativos, táctiles y auditivos. En relación a esto, tienen además dificultades para integrar la información cuando esta es procedente de diferentes modalidades (Matsuda y Yamamoto, 2015), como cuando se trata de un estímulo visual y auditivo.

DSM-IV Y DSM-V

En el DSM-IV (American Psychiatric Association, 1994) el autismo y los trastornos relacionados se incluyen dentro de la categoría de los Trastornos Generalizados del Desarrollo (TGD). Según la cuarta clasificación de los trastornos mentales (American Psychiatric Association, 1994) los Trastornos Generalizados del Desarrollo implican algún nivel de dificultad en las relaciones sociales, en la comunicación tanto verbal como no verbal, y un repertorio de intereses y comportamientos restringidos. Existen diferentes niveles según la gravedad de los síntomas, el nivel de desarrollo o la edad mental de los individuos. Dentro de la categoría de TGD se hace una subdivisión en tipos: autismo o trastorno autista (ver anexo 1 para criterios diagnósticos); síndrome de Rett; trastorno desintegrativo de la infancia; síndrome de Asperger y trastorno generalizado del desarrollo no especificado. Además, esta clasificación añade un criterio temporal para el diagnóstico: solo se puede diagnosticar el trastorno autista si, además de los síntomas mencionados, aparece una alteración importante, anterior a los 3 años, en una de las siguientes áreas de desarrollo, como mínimo: interacción social, juego simbólico/imaginativo o lenguaje utilizado en la comunicación social. Este criterio se añadió para diferenciar el trastorno autista, el cual se manifiesta a una edad muy temprana, del trastorno desintegrativo infantil, el cual aparece después de un período aparentemente normal no inferior a los 2 años de edad (Cuxart, 2000).

Existe gran controversia respecto a la discriminación entre los diversos tipos de trastornos que se incluyen dentro de aquellos que forman parte del espectro autista (TEA) (Matson, Nebel-Schwalm y Matson, 2007; Tantam, 1988), por lo que se cree que no existe una diferenciación marcada y rígida entre un trastorno u otro, sino que estos se mueven en un

continuo que varía según la gravedad de los síntomas (Manijiviona y Prior, 1995). Por este motivo, en la quinta edición del Manual Diagnóstico y Estadístico de trastornos mentales (American Psychiatric Association, 2013) se decide eliminar los subtipos de TEA y, en su lugar, crear una categoría dimensional (Kaland, 2011). De este modo, en el DSM-V (American Psychiatric Association, 2013) se acuñó el término ‘Trastorno del espectro autista’ sin realizar una división en subtipos, y convirtiendo lo que antes había sido una triada de síntomas característicos en una diada: dificultades en la comunicación social y la interacción social; y comportamientos, intereses o actividades restringidas y repetitivas (Lai et al., 2014). Así, se eliminaba el criterio diagnóstico que anteriormente formaba parte de la tríada de síntomas, ‘desarrollo del lenguaje atípico’, pasando a ser únicamente una condición coexistente (Boucher, 2011). En la clasificación realizada por el DSM-V (American Psychiatric Association, 2013) los trastornos del espectro autista pasan a formar parte de la categoría de trastornos del neurodesarrollo. Según este manual, las personas con trastorno del espectro autista presentan “déficits persistentes en la comunicación social y en interacción social en diversos contextos (...); patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades, como movimientos, utilización de objetos o habla estereotipados o repetitivos” (American Psychiatric Association, 2013, p.50). Por otro lado, uno de los cambios más significativos realizados en el DSM-V respecto al TEA (ver anexo 2 para criterios diagnósticos) es que en el diagnóstico a través de este manual “los síntomas de estos trastornos representan un único continuo de alteraciones, de leves a graves, en los dos dominios de comunicación social y de conductas o intereses restringidos y repetidos, más que trastornos diferentes” (American Psychiatric Association, 2013, p.46). “Se ha realizado este cambio para mejorar la sensibilidad y especificidad de los criterios diagnósticos del trastorno del espectro autista y para identificar dianas terapéuticas más específicas en las alteraciones ya detectadas” (American Psychiatric Association, 2013, p.46).

Actualmente, según Lai et al. (2014), el autismo se considera un conjunto de afecciones del desarrollo neurológico, pudiendo ser provocadas por distintos factores etiológicos, como las mutaciones mendelianas de un solo gen. Sin embargo, estos autores creen que se trata más de una interacción entre factores de riesgo tanto genéticos como no genéticos.

Teorías explicativas del autismo

La teoría de la ceguera mental fue desarrollada entre los años 80 y 90, y ha sido una de las principales explicaciones cognitivas de las dificultades sociales y de comunicación que se presentan en el autismo (Baron-Cohen, 2009). Según esta teoría, los niños con autismo tardan más en desarrollar la teoría de la mente, esta es la capacidad de ponerse en el lugar del otro, así como de imaginar lo que la otra persona piensa y siente (Baron-Cohen, 1995; Baron-Cohen, Leslie y Frith, 1985). Los seres humanos “construimos interpretaciones de los estados mentales de otros y sentimos nuestras construcciones tan agudamente como los objetos físicos que tocamos” (Tooby y Cosmides, 1995, p.17). Es decir, cuando desarrollamos la teoría de la mente “no solo entendemos el comportamiento de otra persona ((...) ¿Por qué ha movido los ojos?), sino que también imaginamos todo un conjunto de estados mentales ((...) quieren algo), y podemos predecir lo que podrían hacer a continuación” (Baron-Cohen, 2009, p.69). Una persona cuya teoría de la mente está distorsionada “es ciega a la existencia de otras mentes” (Tooby y Cosmides, 1995, p.18), es decir, no es capaz de inferir los estados mentales de otras personas, así como tampoco tiene la capacidad de predecir lo que una persona va a hacer a continuación (Baron-Cohen, 2009, p.69). Por lo tanto, la teoría de la ceguera mental presupone que los niños con autismo o Síndrome de Asperger retrasan el desarrollo de la teoría de la mente de modo que, como se ha sugerido, no son capaces de predecir el comportamiento de otras personas, siendo este para ellos confuso y provocándoles incluso terror (Baron-Cohen, 2009). Algunas evidencias de estas dificultades se pueden observar en el desarrollo de la capacidad mental: antes de los 14 meses de edad los niños ya muestran atención conjunta, mirando tanto a los ojos como a la cara de otra persona, así como prestando atención hacia lo que otra persona está interesada (Scaife y Bruner, 1975). Sin embargo, los niños con autismo muestran menor capacidad para las tareas que requieren de atención conjunta (Swettenham et al., 1998). Por otro lado, a los 24 meses de edad los niños suelen realizar juegos de simulación comprendiendo a través de su capacidad de lectura mental que el otro está fingiendo (Leslie, 1987); sin embargo, los niños con autismo realizan menos juegos ficticios (Baron-Cohen, 1987). A los 4 años, un niño con desarrollo típico supera la prueba de falsa creencia, es decir, es capaz de reconocer cuando otra persona tiene una creencia errónea sobre el mundo (Wimmer y Perner, 1983), no obstante, la mayoría de niños con autismo tardan en superar esta prueba (Baron-Cohen et al., 1985). Un niño de 4 años con desarrollo típico comprende lo que es el engaño (Sodian y Frith, 1992), a diferencia

de los niños con autismo, quienes suelen creer que todas las personas dicen la verdad (Baron-Cohen, 1992, 2007).

Las distintas razones por las que se sustenta la teoría de la ceguera mental son: en primer lugar, da sentido a las dificultades sociales y comunicativas en el autismo. En segundo lugar, los grados de ceguera mental son universales a todas las personas que se encuentran dentro del espectro autista. En tercer lugar, gracias a estudios funcionales de neuroimagen, se han encontrado ciertas áreas (corteza prefrontal medial, cíngula anterior, ínsula, unión parietal temporal y amígdala) que forman parte del “cerebro social”, y que se activan durante tareas de lectura mental, sin embargo, en el cerebro de las personas autistas estas zonas se activan poco durante dichas tareas (Baron-Cohen, O’Riordan, Stone, Jones y Plaisted, 1999; Castelli, Frith, Happé y Frith, 2002; Frith y Frith, 2003; Happé et al., 1996). Por último, el retraso en el desarrollo de la atención conjunta así como del juego ficticio han demostrado ser grandes predictores en la infancia sobre un posterior diagnóstico de autismo (French et al., 1996).

Por otro lado, esta teoría presenta algunas deficiencias, como la incapacidad de explicar los aspectos no sociales que muestran estos niños como, por ejemplo, los intereses limitados (Baron-Cohen, 2009). Además, Davis (1994) sugiere que, aparte de la lectura de la mente como un elemento de la empatía, también se requiere de una respuesta emocional al estado mental de otra persona para sentir una empatía verdadera. Muchas personas con autismo afirman sentirse desconcertadas a la hora de responder a las emociones de otras personas (Grandin, 1996). Otra deficiencia de la teoría de la ceguera de la mente es que otros trastornos, como la esquizofrenia (Corcoran y Frith, 1996), los trastornos de personalidad límite y narcisista (Fonagy, 1989) también muestran ceguera mental, por lo que esta característica podría no ser exclusiva de los trastornos del espectro autista (Baron-Cohen, 2009). Por último, algunos estudios no han encontrado evidencias de que exista un déficit de la teoría de la mente en las personas con autismo (Baron-Cohen, 2009).

Por otro lado, se postula una teoría explicativa alternativa del autismo: la teoría de la empatización-sistematización, la cual, según Baron-Cohen (2002), explica las dificultades sociales y de comunicación que se presentan en los trastornos del espectro autista a través de los retrasos y déficits que se producen en la empatía. Según esta teoría, el autismo y el síndrome de Asperger se deben a una tasa baja en empatía (por debajo de la media), así como al factor psicológico de la sistematización (que se encuentra en la media o por encima de la misma). La sistematización se trata del impulso por analizar y construir sistemas de cualquier tipo, de este modo, les permite predecir cómo se comportará ese sistema a partir de la

identificación de las reglas que lo gobiernan (Baron-Cohen, 2006). Algunos de los principales tipos de sistemas son: abstractos (como la sintaxis), naturales (la meteorología), numéricos (calendarios), de colección (tipos de piedras), etc. (Baron-Cohen, 2009). Por lo tanto, debido a la divergencia entre la empatización y la sistematización, se puede determinar la probabilidad de desarrollar un trastorno del espectro autista (Baron-Cohen, 2009). Existen diversas evidencias a favor de esta teoría, como los resultados obtenidos de altas tasas de sistematización por niños con autismo en el estudio de Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste y Plumb (2001). Estos autores realizaron un estudio en el que comparaban a niños con síndrome de Asperger de 8 a 11 años con adolescentes mayores que ellos con desarrollo típico en su rendimiento en una prueba de física. Los niños con Asperger mostraron un nivel por encima de lo que se cabría esperar para su edad en dicha tarea, superando al otro grupo que era mayor en edad. Otra de las evidencias se debe al coeficiente de sistematización. Cuanto mayor es la puntuación obtenida en dicho coeficiente, mayor es la capacidad para sistematizar. Las personas con autismo con alto funcionamiento así como aquellos con síndrome de Asperger, obtienen una puntuación más alta en el coeficiente mencionado que la población en general (Baron-Cohen, Richler, Bisarya, Gurunathan y Wheelwright, 2003).

Además, esta teoría afirma que las personas con autismo poseen una empatía por debajo de la media, lo que explicaría sus dificultades para socializar y comunicarse. Por otro lado, la capacidad de sistematización promedio o por encima de la media explicaría los intereses limitados, la resistencia al cambio y los comportamientos repetitivos que presentan ya que, al sistematizar, es más fácil mantener las cosas constantes y estables. De este modo, se puede prever el mundo (Baron-Cohen, 2009).

Por último, esta teoría trata de desestigmatizar al TEA, relacionando estos trastornos con las diferencias individuales que se pueden observar en la población, en vez de hacerlo de forma categórica. Este planteamiento se enfoca tanto en las áreas deficitarias del autismo, como es la empatía, así como en las fortalezas que presenta, la alta capacidad de sistematización, de modo que ve a los trastornos del espectro autista como un estilo cognitivo diferente que forma parte de un continuo de dichas diferencias en la población, no así como una enfermedad (Baron-Cohen, 2009).

A partir de la teoría de la empatización-sistematización se ha formulado una extensión de la misma denominada teoría extrema del cerebro masculino del autismo (Baron-Cohen, 2002). Existen diferencias respecto al sexo tanto en empatía como en sistematización. En las tareas relacionadas con la primera destacan las mujeres, mientras que en las tareas de sistematización destacan los hombres (Baron-Cohen, 2009). De este modo, como ya

apuntaba Asperger (1944), el autismo y el síndrome de Asperger podrían verse como un extremo del perfil masculino típico. Según la combinación de las dos dimensiones independientes de empatía y sistematización, Goldenfeld et al. (2005) elaboran cinco tipos de cerebros: tipo E, aquellos en los que la empatía es más fuerte que la sistematización; tipo S, aquellos en los que la sistematización es más fuerte que la empatía; tipo B, aquellos en los que la empatía y la sistematización se encuentran al mismo nivel; tipo E extremo, aquellos en los que la empatía está por encima de la media, pero no así la sistematización; y tipo S extremo, aquellos en los que la sistematización está por encima de la media, pero no la empatía. Así, la teoría de la empatización-sistematización afirma que los hombres tienden a tener un cerebro tipo S mientras que las mujeres tienden a tener el tipo E. De este modo, las personas con autismo, según la teoría que predice que son un extremo del cerebro masculino, tendrían más probabilidades de tener un cerebro de tipo S extremo. Así lo corroboraron Goldenfeld et al. (2005) tras su investigación, en la que encontraron que más mujeres tienen un cerebro tipo E (44%), más hombres un tipo S (54%), y más personas con síndrome de Asperger o autismo tienen un cerebro de tipo S extremo (65%), como esperaban según el planteamiento de la teoría.

Esta teoría puede servir como explicación para comprender por qué más hombres desarrollan algún tipo de trastorno del espectro autista que mujeres (Baron-Cohen, 2009).

En cuanto a la organización perceptiva atípica en los trastornos del espectro autista, nos encontramos con dos marcos teóricos para su explicación. En primer lugar la teoría de la coherencia central débil (Frith y Happé, 1994; Happé y Frith, 2006). El término ‘coherencia central’ fue acuñado por Frith (1989) para describir la tendencia de las personas neurotípicas a acaparar grandes cantidades de información con un significado global y procesarla en contexto, dejando a cargo de la memoria la obtención de pequeños detalles. Es decir, la coherencia central consiste en el mecanismo típico de buscar un significado a partir del “panorama general” de la información entrante. De este modo, la teoría de la coherencia central débil sugiere la presencia de un sesgo del procesamiento local que se centra en los detalles, de modo que no presta atención al “panorama general” (Happé y Frith, 2006). Frith (1989) afirma que el déficit en el procesamiento central conllevaría un fallo en la detección del significado de forma global, lo que puede ser la base de muchos de los déficits y conductas no sociales que se presentan en el TEA, como la atención detallista. Según la teoría de la coherencia central débil (Frith y Happé, 1994; Happé y Frith, 2006), las personas con TEA no captan la imagen de una manera global, sino que realizan un procesamiento por partes, de forma local. Por otro lado, el segundo marco teórico, denominado funcionamiento

perceptivo mejorado (Mottron y Burack, 2001; Mottron, Dawson, Soulières, Hubert y Burack, 2006), afirma que la percepción de los individuos con autismo se caracteriza por un procesamiento local superior que, en ocasiones, se suma a un enfoque menor en la información global. Según versiones recientes de este punto de vista, se cree que algunas personas con TEA tienen una mayor capacidad para identificar estructuras predecibles lo que se relaciona con su inteligencia (Mottron et al., 2013).

Según Simmons et al. (2009), se ha encontrado una incapacidad para agrupar elementos locales en conjuntos coherentes, así como una mayor predisposición a focalizar en los detalles en los individuos con TEA. En el meta-análisis realizado por Van der Hallen, Evers, Brewaeys, Van den Noortgate y Wagemans (2015) no encontraron evidencias de que se produjera un mayor procesamiento local de la información en los individuos con TEA en comparación con los individuos con desarrollo típico en las tareas experimentales a las que fueron expuestos. Sin embargo, en las tareas globales en las que existía, además, información local adicional, los sujetos con TEA se desempeñaron de manera más lenta pero igual de precisa que los sujetos con desarrollo típico. Este hecho sugiere, según Van der Hallen et al. (2015), que se produce un procesamiento en secuencia de lo local a lo global de la información en los individuos con TEA en comparación con el procesamiento de global a local en los individuos con desarrollo típico. En resumen, los hallazgos sobre la organización perceptiva y las anomalías sensoriales en TEA sugieren que las personas con este trastorno presentan un procesamiento de la información global más lento, en especial cuando hay información local a la par (Evers, Van der Hallen, Noens y Wagemans, 2018).

Lo que antes se consideraba un procesamiento inadecuado y deficiente, según Evers et al. (2018), actualmente se concibe como otro estilo de procesamiento. Es decir, se considera que se produce un sesgo local en el procesamiento de los individuos con TEA, lo que ha sido corroborado mediante diferentes estudios experimentales, como afirman estos autores. En cuanto al sistema sensorial interoceptivo, es decir, la identificación de las sensaciones fisiológicas de todo el cuerpo (Craig, 2002, 2003, 2011, 2014), en diversos estudios se ha puesto de manifiesto la importancia que tiene la retroalimentación fisiológica del cuerpo a diferentes funciones tanto cognitivas, como motivacionales, emocionales y afectivas (Critchley y Harrison, 2013). La conciencia de los cambios fisiológicos del cuerpo, dice Wiens (2005), se ha confirmado que está relacionada con la experiencia emocional. Además, la retroalimentación fisiológica del cuerpo permite a los individuos realizar inferencias sobre el estado afectivo de los demás (Fukushima, Terasawa y Umeda, 2011). Diferentes investigadores sobre el TEA han sugerido una falta de sensibilidad sensorial respecto a los

estímulos internos en las personas que sufren este trastorno (Elwin, Ek, Schröder y Kjellin, 2012; Fiene y Brownlow, 2015). Un punto de vista reciente propone una interrupción del sistema de oxitocina como el causante de la disfunción que se presenta en la capacidad de identificar las sensaciones sensoriales en las personas con TEA (Quattrocki y Friston, 2014). El aspecto de la interocepción se relaciona con el procesamiento local, es decir, con la coherencia central débil (Frith, 1989) en TEA, de modo que, según las investigaciones realizadas, las personas con autismo procesan de forma preferencial las cualidades locales de los estados interoceptivos pero, sin embargo, no pueden integrarlos de forma que reciban una importancia global (Hatfield, Brown, Giummarra y Lenggenhager, 2017). A pesar de que los estudios sobre la interocepción en el TEA son recientes, ya Kanner en su artículo compartía algunas de las aportaciones de los padres de los niños que estudió que corroboran este déficit sensorial: “Nunca ha mostrado un apetito normal. Ver a los niños comer dulces y helados nunca ha sido una tentación para él” (Kanner, 1943, p.217). En un estudio realizado por Elwin et al. (2012) encontraron en autobiografías de personas con TEA que estas informaban de haber experimentado anormalidades interoceptivas persistentes, en especial hiposensibilidades respecto a señales internas, como la dificultad para reconocer el dolor. Se encontraron resultados congruentes con estas afirmaciones en un cuestionario online administrado en la investigación de Fiene y Brownlow (2015). En dicha investigación se halló que los participantes con TEA tenían menor conciencia del cuerpo en comparación con los participantes del grupo control.

Algunos autores afirman que, en base a la hipótesis de la alexitimia, los síntomas emocionales del autismo se deben a dicha alteración, más que al autismo en sí (Bird y Cook, 2013). La alexitimia es una condición que frecuentemente aparece de forma conjunta con el autismo (Bird y Cook, 2013); esta consiste en dificultades a la hora de identificar y describir el estado emocional que uno mismo está sintiendo (Nemiah, Freyberger y Sifneos, 1976). En congruencia con esta hipótesis, algunos autores sugieren que la alexitimia se ha de considerar como una muestra de un impedimento general en la interocepción (Brewer, Cook y Bird, 2016). Sin embargo, debido a los resultados inconsistentes hallados en diferentes investigaciones sobre el TEA, los rasgos alexitímicos y los déficits interoceptivos, no se conoce claramente la relación exacta entre estos tres aspectos (Hatfield et al., 2017).

Por otro lado, se han encontrado evidencias de la presencia de déficits en las funciones ejecutivas en los individuos con autismo (Sergeant, Geurts y Oosterlaan, 2002). Scheerer, Rothmann y Goldstein (1945) apuntaron que un adolescente con autismo presentaba un grave deterioro en el pensamiento abstracto (Scheerer et al., 1945, p.27). Este

parece ser el primer informe que hace referencia al deterioro en las funciones ejecutivas que presenta el autismo (Pennington y Ozonoff, 1996). Sin embargo, no fue hasta después del trabajo empírico de Rumsey en 1985, en el que estudiaba las funciones ejecutivas de hombres con autismo, que se comenzó a investigar este tipo de déficit en el autismo (Pennington y Ozonoff, 1996). Más tarde, Perner y Lang (2000) definieron la función ejecutiva como los procesos que se encargan del control de la acción de nivel superior, especialmente de aquellos imprescindibles para mantener un objetivo que ha sido especificado mentalmente y para priorizar ese objetivo frente a distracciones. Dichos procesos son la inhibición, el cambio de conjunto, la planificación, la coordinación y el control de secuencias de acción.

Muchas de las tareas que se usan para evaluar las funciones ejecutivas, en especial las que consisten en falsas creencias, requieren para un adecuado resultado de la inhibición de una respuesta preferente en favor de una nueva respuesta (Heaton, 1981; Drewe, 1975), por lo que cuando se producen fracasos en este tipo de pruebas se llega a la conclusión de que existe una perseveración de la respuesta anterior en los sujetos. Cuando los niños con autismo se ven expuestos a una situación de aprendizaje cotidiana, es decir, una situación que implica varias señales simultáneas, tienden a responder únicamente a un conjunto limitado de los estímulos, a esto se le denominó “sobselectividad del estímulo” (Lovaas, Schreibman, Koegel y Rehm, 1971). Este término hace referencia a que, según los resultados obtenidos, los niños con autismo responden únicamente a una parte de una señal relevante, o incluso a un característica menor del ambiente que suele ser irrelevante (Lovaas y Koegel, 1979), en comparación con niños con desarrollo típico, quienes atienden a varias señales durante el aprendizaje, según Lovaas y Schreibman (1971). Hermelin y O'Connor (1970) afirmaron que los individuos con autismo tendían a persistir en una respuesta, siendo incapaces de elegir otra alternativa. Del mismo modo, Frith (1972) describió cómo los niños con autismo seguían de forma estricta las reglas cuando secuenciaban los estímulos, ordenándolos a partir de patrones repetitivos y “unidos a reglas”. Estos hallazgos conductuales sobre el autismo son lo que los expertos en funciones ejecutivas denominarían “perseveración” (Pennington y Ozonoff, 1996).

Otro componente de las funciones ejecutivas es la memoria funcional (Pennington y Ozonoff, 1996). Esta consiste en la capacidad de conservar la información de forma activa para guiar el procesamiento cognitivo (Baddeley, 1986). En un estudio realizado por Bennetto, Pennington y Rogers (1996) encontraron que los sujetos con autismo de alto funcionamiento diferían significativamente en las pruebas de memoria de trabajo respecto a los controles de la misma edad y coeficiente intelectual. Sin embargo, se desempeñaban de

buena manera, sin diferencias entre los grupos, en las pruebas que evaluaban la memoria declarativa, como la memoria a corto plazo, la memoria verbal a largo plazo y la memoria de reconocimiento. De este modo, Bennetto et al. (1996) concluyeron que existe un déficit en la memoria de orden temporal en los individuos con autismo. Por otro lado, el estudio realizado por Goldman-Rakic (1987a; 1987b) muestra de igual manera la existencia de déficits concretos en la función ejecutiva en las personas con TEA.

Uso de robots en las intervenciones con TEA y sus beneficios terapéuticos

La terapia temprana y adaptada al usuario es efectiva para el tratamiento de los síntomas asociados a los trastornos del espectro autista (Volkmar, Paul, Klin y Cohen, 2005).

Según Maglione, Gans, Das, Timbie y Kasari (2012), a pesar de que se han desarrollado distintos programas de intervención para el TEA, muchos de ellos no presentan evidencias sólidas sobre su éxito. Además, debido a que los Trastornos del Espectro Autista presentan diferentes niveles de gravedad, así como una gran heterogeneidad, es difícil hallar un único tratamiento óptimo para todos (Pennisi et al., 2016).

Según la APA (2013), un área de intervención que resulta esperanzadora para los niños con trastorno del espectro autista es la terapia asistida por robot o la intervención mediada por robot. Sin embargo, a pesar de que ha habido un auge en la investigación sobre la interacción entre humanos y robots, obteniendo hallazgos prometedores, las intervenciones clínicas llevadas a la práctica han sido limitadas (Begum, Serna y Yanco, 2016). Para Begum et al. (2016), las razones para que no se produzca esta aplicación son que los usuarios potenciales de esta intervención, es decir, personas con TEA, cuidadores y clínicos, no están convenciones sobre el uso de esta técnica (Diehl et al., 2014; Diehl, Schmitt, Villano y Crowell, 2012).

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (2011) defiende que se puede promover la independencia y una mejor participación a través de las tecnologías de asistencia, las cuales diseñadas e implantadas de un modo adecuado, satisfacen las necesidades que presentan los usuarios así como su entorno, de modo que podrían ser utilizadas como una herramienta para las intervenciones en TEA.

El objetivo de utilizar robots en las intervenciones para el TEA es trabajar las habilidades sociales durante las sesiones de modo que se produzca una generalización de estas a las interacciones posteriores con humanos (Kumazaki et al., 2017a).

A pesar de que aún es un área que continúa en proceso de investigación y que requiere de mucha más indagación, se han encontrado hallazgos positivos en el tratamiento del TEA

con robots, los cuales podrían ser un complemento en la terapia de este tipo de trastornos (Scassellati, Admoni y Matarić, 2012; Begum et al., 2016; Pennisi et al., 2016). Los robots sociales pueden ser una herramienta de apoyo para los niños con TEA que presentan interés por las tecnologías y tienen unas habilidades de sistematización intactas o mejoradas (Baron-Cohen, 2002, 2006). Además, se ha encontrado que este tipo de intervenciones proporcionan una ayuda para la detección temprana del TEA, así como que fomentan una mayor frecuencia en la iniciación de interacciones sociales, ayudan a que los niños aprendan y mejoren la toma de turnos en diferentes situaciones, a que sean capaces de reconocer las emociones y que trabajen la atención conjunta; por otro lado, se han postulado las interacciones triádicas como método para la generalización de las habilidades más allá del ámbito clínico (Cabibihan, Javed, Ang y Aljunied, 2013; Ricks y Colton, 2010). Estos beneficios de las intervenciones con robots en TEA serán expuestos seguidamente. En la Universidad de Yale se han investigado los patrones de miradas de los niños como herramienta diagnóstica. Los niños con autismo muestran un patrón alternativo al típico, ya que focalizan su atención en la boca u ojos del cuidador, en vez de en la cara en general (Ricks y Colton, 2010). Por esta razón, algunos investigadores como Campolo et al. (2008) han desarrollado diferentes tipos de sensores para detectar estos patrones anómalos en los bebés, de modo que se consigan diagnósticos más tempranos del TEA. Por otro lado, se ha tratado de fomentar el inicio de interacciones sociales por parte de los niños con TEA a través de la interacción con robots. Así, se han creado situaciones experimentales como en la que un robot posee un gran botón en su parte posterior que cuando es presionado emite burbujas a modo de recompensa (Feil-Seifer y Matarić, 2008). De este modo, se fomenta la capacidad de comenzar la interacción por parte del niño con TEA con el robot con el fin de recibir la recompensa esperada, es decir, las burbujas (Ricks y Colton, 2010). El desarrollo de la habilidad para respetar la toma de turnos durante las interacciones sociales se ha llevado a cabo, por ejemplo, en experimentos que implicaban una interacción con robots; la finalidad de dicha intervención es que se acostumbren a que después de que ellos hacen o dicen algo, tienen que esperar una respuesta del otro participante (Dautenhahn y Werry, 2004). En cuanto al fomento del reconocimiento de expresiones con robots, se ha encontrado que los niños con autismo obtuvieron mejores resultados en el test CARS (Childhood Autism Rating Scale) tras la intervención con robots (Pioggia et al., 2008). En relación con esto, también se ha hallado en una investigación que los niños con TEA imitaron mejor las expresiones faciales de un robot con el que interactuaban en comparación con la imitación de las expresiones emitidas por un humano (Duquette, Michaud y Mercier, 2008). En algunas de las investigaciones en este

ámbito se ha apostado por las relaciones triádicas como método para conseguir la generalización de las habilidades trabajadas durante las intervenciones con robots (Ricks y Colton, 2010). Las interacciones triádicas, más generalmente llamadas interacciones mediadas por robot (Stanton, Kahn, Severson, Ruckert y Gill, 2008), se componen por un niño con TEA, un robot y otro compañero (ya sea otro niño, un padre, un profesor o un clínico) (Ricks y Colton, 2010). En estas situaciones el robot es un enlace que ayuda a generar interacciones entre el niño y otros humanos (Ricks y Colton, 2010). Diferentes investigaciones apoyan el uso de robots como mediadores para obtener generalizaciones de las habilidades trabajadas con los robots, de modo que sean más exitosas las interacciones sociales con otros humanos (Ricks y Colton, 2010). En cuanto a la mejora que provocan los robots en la atención conjunta en el TEA, más adelante se explicará de forma más detallada en el apartado referente a este aspecto.

Las investigaciones recientes han sugerido un posible interés de los niños con TEA en las actividades computarizadas (Grynszpan, Weiss, Perez-Diaz y Gal, 2014). Las ventajas que se han observado en las intervenciones en TEA con robots son la consistencia de una tarea bien definida así como el enfoque específico como consecuencia de la disminución de las distracciones provocadas por estímulos sensoriales innecesarios (Grynszpan et al., 2014).

Los avances tecnológicos en los últimos años han permitido que los robots realicen gran variedad de funciones similares a las que llevan a cabo los humanos, por lo que se ha tratado, a través de la investigación, de utilizar los robots como una herramienta para las intervenciones con personas con TEA (van der Meer y Rispoli, 2010; Barakova, Gillesen, Huskens y Lourens, 2013; Huskens, Verschuur, Gillesen, Didden y Barakova, 2013) ya que se han encontrado resultados congruentes con la hipótesis de que las personas con TEA se muestran más participativas en las tareas cuando la interacción es con un robot en comparación con cuando la interacción se hace con un humano (Diehl et al., 2012; Warren, et al., 2015; Scassellati, 2007; Feil-Seifer y Matarić, 2009; Costescu, Vanderborght y David, 2015). Además, las evidencias halladas en las diversas investigaciones sugieren que el uso de robots supone grandes oportunidades para proporcionar ayuda a las personas con autismo (Ricks y Colton, 2010).

Por su parte, Pennisi et al. (2016) encontraron que el trabajo con robots durante las sesiones de apoyo podía aportar nuevas maneras para los terapeutas y profesores de conectar con las personas con TEA. Estos autores reportaron que las personas con TEA mostraban comportamientos sociales hacia los robots, así como menos conductas repetitivas y estereotipadas y, además, usaban el lenguaje en las interacciones con los robots. En algunos

casos, informan Pennisi et al. (2016), mostraban comportamientos hacia los robots que las personas que no tienen autismo muestran hacia otras personas. Sin embargo, se ha de investigar si estos resultados están influidos por el género, la inteligencia y la edad de los participantes y si, además, se producen únicamente durante la sesión o se extienden más allá de esta (Huijnen, Lexis, Jansens y de Witte, 2018).

Según Klin, Lin, Gorrindo, Ramsay y Jones (2009) y Baron-Cohen (2006, 2002) los niños con autismo prefieren orientarse visualmente hacia objetos no sociales, como robots, en lugar de objetos sociales. Tienen preferencia por dichos objetos ya que son predecibles, sencillos y de fácil comprensión (Kumazaki et al., 2017a; Cook, Swapp, Pan, Bianchi-Berthouze y Blakemore, 2014; Pierno, Mari, Lusher y Castiello, 2008; Yun, Choi, Park, Bong y Yoo, 2017; Huskens, Palmen, Van der Werff, Lourens y Barakova, 2015; Diehl et al., 2012).

A partir de la literatura existente sobre robots y niños con TEA, Cabibihan et al. (2013) distinguen seis roles diferentes para estos: “agente de diagnóstico”, “compañero de juego amistoso”, “terapeuta personal”, “actor social”, “mediador social” y “agente que provoca el comportamiento”. Parece que los creadores de los robots no siempre tienen en cuenta las necesidades y capacidades de los niños con autismo, ni de las personas que los cuidan (Begum et al., 2016). Por esta razón resulta de mayor dificultad crear las intervenciones adecuadas y efectivas utilizando a los robots como instrumento (Huijnen, Lexis, Jansens y de Witte, 2018).

La interacción entre niños con TEA y robots puede resultar de gran beneficio ya que puede superar los obstáculos que la interacción cara a cara presenta para estos niños (Huijnen, Lexis, Jansens y de Witte, 2017), por ejemplo, como ya se ha mencionado anteriormente, a los niños con TEA les resulta de gran dificultad reconocer el lenguaje corporal, hacer contacto visual con el otro interlocutor, así como mostrar los sentimientos propios y comprender los de los otros (Lord y Bishop, 2015), lo que según las investigaciones en este campo parece que podría entrenarse interactuando con robots.

Por otro lado, los déficits tanto conductuales como cognitivos que se presentan en el TEA pueden deberse a patrones anormales de asimetría hemisférica funcional (Lo et al., 2011). Cuando existe una menor asimetría se produce una dominancia reducida del hemisferio y un mayor reclutamiento bilateral de regiones homólogas de la corteza (Bergerbest et al., 2009). Este hecho, según Rossion, Joyce, Cottrell y Tarr (2003), podría significar que existe un funcionamiento cognitivo inadecuado, que podría deparar en déficits en el lenguaje y el procesamiento facial, los cuales normalmente están lateralizados en

personas con desarrollo típico. A pesar de que diversos estudios de imagen han encontrado diferentes tipos de resultados: asimetría reducida (Kleinhans, Müller, Cohen y Courchesne, 2008; Anderson et al., 2010), asimetría invertida (Flagg, Cardy, Roberts y Roberts, 2005) y asimetría típica (Knaus, Tager-Flusberg, Mock, Dauterive y Foundas, 2012), la teoría de la asimetría reducida para las tareas dominantes en el hemisferio (procesamiento facial y lenguaje), explica en gran medida los déficits que se observan típicamente en el TEA (Jung, Strother, Feil-Seifer y Hutsler, 2016). La asimetría reducida provoca que los dos hemisferios participen de forma equitativa en las tareas, de este modo, el rendimiento se ve afectado, causando que los hemisferios estén débilmente activados y ninguno sea dominante en la tarea (Renteria, 2012). Se ha encontrado en la investigación sobre el TEA un volumen reducido en el cuerpo calloso de estos sujetos; esta estructura conecta los hemisferios y afecta a la lateralización (Frazier y Hardan, 2009). Las diversas investigaciones realizadas en este ámbito sugieren que las personas con autismo no presentan la misma asimetría del hemisferio derecho en el procesamiento facial que las personas con desarrollo típico (Jung et al., 2016). En una investigación realizada sobre esta cuestión por Jung et al. (2016) hallaron resultados congruentes con las hipótesis planteadas anteriormente: encontraron que el grupo de personas con TEA no mostró una lateralización del hemisferio derecho en la tarea de procesamiento facial, mientras que el grupo de individuos con desarrollo típico sí lo hizo. Esto demuestra que los sujetos con TEA presenta una asimetría funcional reducida, como se hipotetizaba. Por otro lado, no encontraron diferencias significativas en los patrones de actividad cerebral entre los dos grupos para la tarea de caras de robot, lo que sugiere que las personas con TEA procesan las caras de los robots de igual manera que las personas con desarrollo típico, por lo que la asimetría no sería global (Jung et al., 2016). Para estos autores, una explicación plausible a este hecho es que las personas con TEA muestran una mayor lateralización para los objetos y que, además, procesan los robots como objetos en lugar de como personas. Sin embargo, esta hipótesis debería ser comprobada ya que este estudio únicamente evaluaba la asimetría para las caras de humanos y robots, por lo que esta cuestión se sale de los límites de esta investigación.

Tipos de robots sociales usados en la investigación con TEA

Durante las investigaciones sobre la robótica y el TEA se han utilizado diferentes tipos de robots. Una posible clasificación de estos robots se puede hacer en función de sus características físicas (Pennisi et al., 2016), de este modo, nos encontraríamos con robots

humanoides (con apariencia similar a la de los humanos), los cuales presentan gran variabilidad anatómica entre sí (Ricks y Colton, 2010); robots no humanoides (sin similitud física a los humanos) y los robots mascota (con aspectos parecidos a distintos animales) (para una mejor visualización de los distintos tipos de robots ver anexo 3). Algunos ejemplos de robots desarrollados para estas intervenciones son: Nao, KASPAR, Tito, Flobi, Bioloid, Pleo, Sony Aibo ERS-7, TOUCH PAD, GIPY-1, Iffbot y RBB (Pennisi et al., 2016). Tanto las características físicas, como la funcionalidad y capacidades tanto de lenguaje verbal como no verbal, así como otros recursos de los que disponen estos robots varían entre unos y otros, siendo unos de mayor complejidad y contando con mayor repertorio conductual y gestual y expresivo, y existiendo otros en el lado opuesto, contando con mayor simplicidad (Pennisi et al., 2016).

El robot que más se ha utilizado en las intervenciones con TEA es Nao (Anzalone et al., 2014; Bekele, Crittendon, Swanson, Sarkar y Warren, 2013; Peca, Simut, Pintea, Costescu y Vanderborcht, 2014; Shamsuddin et al., 2012; Shamsuddin, Yussof, Mohamed, Hanapiah e Ismail, 2013; Warren et al., 2015; Zheng et al., 2013). Este es un robot humanoide capaz de procesar mucha información recibida del entorno a través de micrófonos y sensores; también es capaz de hablar y de emitir ciertas señales de comunicación no verbal a través de movimientos y de la luminosidad que desprende a través de los ojos (Pennisi et al., 2016).

Otro robot que se ha utilizado en gran medida en la investigación sobre el TEA es el conocido como KASPAR (ver imagen de KASPAR en anexo 4) (Dautenhahn et al., 2009; Robins y Dautenhahn, 2014; Wainer, Dautenhahn, Robins y Amirabdollahian, 2010, 2014a), el cual consiste en un robot con forma humana, semiautónomo, con el tamaño de un niño pequeño sentado y que realiza un rango de expresiones simples (Wainer, 2012), siendo estas menos complejas que las que muestra una cara humana real (Pennisi et al., 2016). Este robot, a pesar de tener características específicas de tipo humano, ha sido diseñado de tal manera para que sea percibido como un robot (Wainer et al., 2014a; Peca et al., 2014; Wainer et al., 2014b). Diversas investigaciones han encontrado beneficios en las intervenciones con KASPAR. Wainer et al. (2014b) encontraron que KASPAR ayuda al aprendizaje sobre la conciencia corporal, de modo que promueve la colaboración entre los niños con autismo. Por su parte, Costa, Lehmann, Robins, Dautenhahn, y Soares (2013) afirman que prolonga la atención en los niños, así como que media y promueve en las interacciones sociales de los niños con TEA y otras personas (Robins, Dautenhahn y Dickerson, 2009). Por último, Costa,

Lehmann, Dautenhahn, Robins y Soares (2015) añaden que la interacción con KASPAR fomenta el aprendizaje de las diferentes partes del cuerpo y la interacción física apropiada.

Resultados obtenidos en las investigaciones sobre el TEA y las intervenciones con robots

Robins, Dautenhahn y Dubowski (2006) llevaron a cabo un estudio en el que trataban de descubrir si existían diferencias en cuanto a las preferencias de las personas con TEA hacia una apariencia más humanoide de un robot o una más simple y mecánica. Así, presentaron un robot que se parecía a un “hombre común” (Robot teatral) y otro que se parecía a una “muñeca bonita” (Robota) (ver anexo 5). Las personas con TEA prefirieron interactuar con el robot que parecía menos humano. Por lo tanto, Robins et al. (2006) concluyeron que los robots que se utilicen en las intervenciones con TEA deberían ser menos complejos y detallados visualmente que los humanos, teniendo aun así una apariencia humanoide, la apariencia física que Kumazaki et al. (2017b) consideran también que es más adecuada para este tipo de intervenciones. Estos resultados concuerdan con la opinión de muchos investigadores que se dedican a este ámbito quienes afirman que los niños con TEA prefieren los objetos mecánicos simples, es decir, “más simple es mejor”, ya que parece resultar más atrayente para los niños (Ricks y Colton, 2010, p.4358).

En relación con lo anterior, Ricks y Colton (2010) proponen que la terapia con TEA se empiece con un robot simple y, a medida que los individuos se sientan más cómodos, se introduzcan robots más realistas. Sin embargo, otro hallazgo en el estudio que realizaron estos autores fue el descubrimiento de que los niños durante las sesiones participaban más con los robots no humanoides, sin embargo, la mejor generalización de las habilidades trabajadas durante la terapia se producía cuando los robots eran humanoides. Parece ser que los robots altamente humanoides son efectivos para la generalización de las habilidades aprendidas durante las sesiones, sin embargo, el diseño de estos robots debe ser elegido con cautela (Kumazaki et al., 2017b).

En el estudio realizado por Kumazaki et al. (2017b) trataron de evaluar las preferencias de los individuos con TEA en función de la forma humanoide de los robots. Por ello, se presentaron diferentes robots, todos con forma humanoide pero con diferente grado de parecido humano. Uno de ellos era el llamado ACTROID-F (ver anexo 6), un robot androide, el cual mide 165 cm y se asemeja a una mujer humana (Tanaka et al., 2012). A primera vista resulta difícil diferenciarlo de un humano, ya que su cuerpo tiene las mismas proporciones que un humano, así como los rasgos faciales, el pelo y el peinado son similares (Kumazaki et al., 2017b). Otro de los robots presentados es el robot mascota llamado Robot

de Suplemento de Sonrisa (ver anexo 7), de unos 28 cm de altura y con forma humanoide, el cual tiene apariencia de dibujo (Tanaka et al., 2012), sus rasgos están infantilizados (ojos grandes y cara redonda con forma simétrica) y lleva un traje de calabaza (Kumazaki et al., 2017b). Por último, el robot mecánico que se utilizó fue M3-Synchy (ver anexo 8), de unos 30 cm de altura y con la apariencia abstracta de un niño con muchas partes mecánicas a la vista. En su cara destacan los ojos, la boca y las mejillas, así como la pequeña cámara que tiene en la frente (Ishiguro, Minato, Yoshikawa y Asada, 2011). Kumazaki et al. (2017b) encontraron que los participantes con mayor sintomatología TEA mostraban preferencia por el robot más humanoide que por el mecánico o el de mascota, a pesar de la creencia extendida de que las personas con TEA prefieren los objetos mecánicos, ya que la preferencia por un tipo u otro viene determinada por múltiples factores.

En cuanto a las diferencias de género, Anzalone et al. (2014) encontraron que las niñas parecían estar más enfocadas, es decir, prestaban más atención, a los robots que los niños.

En la investigación realizada por Pioggia et al. (2007) hallaron que las personas que menos se veían beneficiadas de las intervenciones con robots eran aquellas que mostraban un mayor grado de gravedad de TEA y que, a su vez, presentaban un coeficiente intelectual más bajo.

Los niños con TEA participan durante menos tiempo en actividades sociales y no sociales en comparación con niños con desarrollo típico, por lo que se reducen sus oportunidades de aprendizaje (Simpson, Keen y Lamb, 2013). En relación a esto, el compromiso es una de las características fundamentales de las intervenciones de aprendizaje para que estas sean exitosas (Corsello, 2005); además, se cree que es el mejor predictor del aprendizaje en niños con discapacidades intelectuales (Standen et al., 2014). Desideri et al. (2017) encontraron que los robots humanoides en la intervención con TEA no perjudican el compromiso y el logro de aprendizaje en comparación con las intervenciones con un carácter más tradicional. Sin embargo, la investigación en este ámbito ha concluido que las personas disminuyen rápidamente el interés por los robots después de un uso continuado de estos, debido a que se desvanece el efecto de novedad (Rakap, 2015).

Habilidades trabajadas en las intervenciones con robots

Comportamiento social

Pennisi et al. (2016) concluyen a partir de su revisión de diferentes investigaciones que los niños con TEA presentan comportamientos sociales hacia los robots. En la investigación realizada por Abassi (2018) los niños con TEA interactuaban durante 30 minutos diariamente con un robot autónomo en sus casas, tras un mes, sus habilidades sociales se vieron mejoradas. Además, los cuidadores reportaban una mayor frecuencia en el inicio de interacciones sociales y mayor frecuencia de respuestas apropiadas a las solicitudes sociales por parte de los niños.

Los resultados obtenidos en la investigación de Chaminade et al. (2012) sugieren que las personas con TEA cuando interactúan con robots, es decir, con agentes artificiales, utilizan los mismos recursos cerebrales que los sujetos con desarrollo típico cuando interactúan con agentes intencionales, es decir, con otros humanos. Por otro lado, Damm et al. (2013) corroboran estos hallazgos con los que obtuvieron en su estudio: que las personas con TEA muestran el mismo contacto visual con robots que las personas con desarrollo típico cuando interactúan con otras personas. En general, las personas con TEA muestran menor contacto visual durante las interacciones sociales en comparación con las personas con desarrollo típico (Kirchner, Hatri, Heekeren y Dziobek, 2011). Para las tareas de contacto visual, sería recomendable que el robot utilizado tuviera unos ojos con algún tipo de animación, como movimiento de los mismos, capacidad para abrirse y cerrarse, etc. (Pennisi et al., 2016). Por ello, estos autores sugieren como posibilidades los robots KASPAR, FACE, Flobi, Nao, Zeno, Ifbot y Pleo, siendo los cinco primeros de carácter humanoide, Ifbot no humanoide y Pleo mascota (con forma de dinosaurio).

Por otro lado, Wainer, Ferrari, Dautenhahn y Robins (2010) encontraron evidencias de que los niños con TEA mejoraban la colaboración entre ellos a partir de la interacción con robots. Wainer, Robins, Amirabdollahian y Dautenhahn (2014) afirman que los niños con TEA, tras una sesión con un robot, muestran una mayor duración de la mirada, así como también emiten más locuciones hacia sus compañeros en el juego.

Duquette et al. (2008) encontraron que los niños con TEA que fueron asignados en una intervención con un robot mostraban mayor contacto visual y proximidad al robot y mayor atención compartida que cuando eran emparejados con un humano, no obstante, no mostraban mejoría durante esta condición en lo que se refiere a imitación de palabras.

Atención conjunta

Las conductas de atención conjunta limitada es uno de los déficits que presentan los niños con autismo. La atención conjunta es un intercambio social en el que los niños coordinan la atención con un compañero social o un aspecto del entorno a través de la observación y el señalamiento u otras conductas verbales y no verbales (Kumazaki et al., 2018). La atención conjunta es la base para el desarrollo de la comunicación y las habilidades sociales y cognitivas tempranas (Charman et al., 2003; Delinicolas y Young, 2007; Mundy et al., 2007; Schertz, Odom, Bagget y Sideris, 2013; Schietecatte, Roeyers y Warreyn, 2012; Mundy, Sigman, y Kasari, 1990; Murza, Schwartz, Hahs-Vaughn y Nye, 2016; Mundy, Kim, McIntyre, Lerro y Jarrold, 2016). Para trabajar este tipo de atención, los niños deben orientarse hacia sus interlocutores sociales y cambiar rápidamente la atención entre estímulos sociales y no sociales en su entorno (Dawson, Meltzoff, Osterling, Rinaldi y Brown, 1998; Courchesne, Chisum y Townsend, 1994). Los niños con autismo necesitan un compañero adecuado con el que interaccionar para trabajar la atención conjunta (Anzalone et al., 2014). Muchas veces no muestran motivación sostenida en la interacción con otros. Por ello, para sus cuidadores la interacción con los mismos no es fácil (Saint-Georges et al., 2011; Cohen et al., 2013).

Las intervenciones tempranas en el desarrollo de esta habilidad son esperanzadoras ya que aumentan la oportunidad de los niños para aprender de su entorno y cambiar su anterior patrón de actuación (Kasari, Gulsrud, Wong, Kwon y Locke, 2010; Poon, Watson, Baranek y Poe, 2012). En la investigación realizada por Abassi (2018) se evaluó la capacidad de atención conjunta y, así como las habilidades sociales, la atención conjunta también se vio mejorada de forma significativa. Los cuidadores de los niños reportaron un mayor contacto visual por parte de estos.

Pennisi et al. (2016) realizaron una revisión sistemática sobre la literatura existente sobre el tratamiento del TEA con robots y llegaron a tres conclusiones sobre la generalización de las habilidades trabajadas con los robots: en primer lugar, en 13 de los 16 estudios que evaluaron se encontraron mejores resultados en la condición de interacción con robots que en la de humanos. Damm et al. (2013) compararon estas dos condiciones y hallaron que en la tarea de atención conjunta los individuos con TEA mantenían durante menos tiempo la mirada hacia los humanos que hacia los robots; además, se produjo una disminución significativa en el contacto visual que se realizó en un principio en la interacción con robots comparado con el contacto visual del final.

Por otro lado, Pennisi et al. (2016) afirman que es mejor los niveles altos de estimulación que los más bajos. Anzalone et al. (2014) probaron la atención conjunta a través de la inducción multimodal (mirar, señalar y vocalizar) encontrando que esta fue más efectiva en ambos grupos, tanto de TEA como de desarrollo típico.

Pennisi et al. (2016) creen que los robots resultan de gran atractivo para los niños, sin embargo, esta condición puede desembocar en que los robots resulten distractores para la tarea que se va a llevar a cabo, por lo que las investigaciones de Anzalone et al. (2014), Bekele et al. (2013), Warren et al. (2015) y Zheng et al. (2013) sugieren que deben proporcionarse más indicaciones a partir de un tercer objeto para canalizar la atención de los niños.

Imitación

Generalmente se ha dado gran importancia en el tratamiento del TEA a la imitación de las expresiones faciales (Pennisi et al., 2016). Pierno et al. (2008) hallaron que la facilitación de la imitación se mostraba en la condición de interacción con robots para los individuos con TEA y en la condición de interacción con humanos para los individuos con desarrollo típico.

Por otro lado, en la investigación de Duquette et al. (2008), al emparejar a niños con TEA con robots mediadores, encontraron que los niños imitaban mayor cantidad de las expresiones faciales que mostraban los robots que cuando se trataba de imitar a un humano.

Lakoff y Johnson (1999) consideran que la mayor parte del pensamiento es inconsciente, por lo que denominan a esta parte como ‘inconsciente cognitivo’. “Los estudios sobre la imitación son muy útiles para probar la hipótesis de que el inconsciente cognitivo (Lakoff y Johnson, 1999) de sujetos con autismo procesa acciones de robot y acciones humanas de diferente manera” (Pennisi et al., 2016, pp. 179).

Lenguaje

En una conversación entre dos personas con desarrollo neurotípico, tanto el oyente como el hablante tienen en consideración las convenciones y reglas verbales, así como las no verbales, las expresiones emocionales y las declaraciones referenciales. El acoplamiento neural entre el interlocutor y el oyente hace esto posible (Stephens, Silbert y Hasson, 2010). Diferentes fallos en la estructura cerebral (Pelphrey y Caster, 2008; Corbett et al., 2009; Frith y Frith, 2003; Brothers, 1990; Manta, 2012) provocan el desarrollo neurológico atípico como el autismo (Iacoboni y Mazziotta, 2007; Baron-Cohen, 1995). Esta estructura neuronal atípica provoca el deterioro en la interacción social, las habilidades de comunicación y los intereses

(Adolphs, Jansari y Tranel, 2001; Aggleton, 2000; Nacewicz et al., 2006; Kana et al., 2011) y, además, disminuye la capacidad de mentalización, según la cual se representan las declaraciones referenciales que otras personas hacen (Baron-Cohen et al., 1985). En el caso de una conversación en la que el hablante es un niño con autismo y el oyente es un ser humano, la elaboración de la ecuación multivariada por parte del niño con autismo para la interacción se vuelve más compleja ya que los humanos presentan gran variabilidad en las reacciones emocionales tanto verbales como no verbales, es decir, son impredecibles (Pierno et al., 2008). En suma, los niños con autismo presentan dificultades para interpretar las declaraciones referenciales que emiten otras personas (Iacoboni y Mazziotta, 2007), por lo que no siempre los niños con autismo en el papel de orador analizan las aportaciones verbales y no verbales del oyente (Giannopulu, Montreynaud y Watanabe, 2016). Una de las explicaciones de este hecho es que los niños con autismo presentan dificultades para expresar y comprender el lenguaje, incluso aun cuando han adquirido el lenguaje este suele ser poco profundo y escasamente imaginativo. La otra explicación es que los niños con autismo muestran además dificultades en la percepción y la emoción, aspectos que están relacionados con el lenguaje (Puyon y Giannopulu, 2013; Giannopulu, Montreynaud y Watanabe, 2014; Giannopulu y Watanabe, 2014; Kumar, Kuppaswamy, Weyland y Giannopulu, 2014;) y la interacción social y mentalización (Frith y Frith, 2003).

Para mejorar la comunicación tanto verbal como no verbal de los niños con autismo se ha tratado de simplificar los elementos que constituyen la comunicación, de este modo se han utilizado robots cuyo comportamiento es simple, por lo que sus reacciones son predecibles (Robins, Dickerson, Stribling y Dautenhahn, 2004). Se han realizado diversos estudios que han utilizado diferentes robots y se ha encontrado que los robots animados que hacen uso de diferentes estímulos promueven la interacción en niños con TEA (Giannopulu, 2013a, 2013b).

En un estudio realizado por Pierno et al. (2008) encontraron que los niños con autismo responden de mejor manera a los estímulos que son muy predecibles, por ejemplo, a las reacciones de los robots. Los humanos presentan gran variabilidad en sus reacciones, por lo que estas son impredecibles, sin embargo, los robots se mueven en un menor grado de variabilidad en sus reacciones, lo que las hace predecibles (Robins et al., 2004; Pierno et al., 2008). Por este motivo, Giannopulu et al. (2016) desarrollaron una investigación en la que se simulaba una situación de “orador-oyente”, en la que el orador era un niño con desarrollo típico o con autismo y el oyente era un humano o un robot (cuyas reacciones al habla eran únicamente con la cabeza). El robot, llamado “Pekoppa” (ver anexo 9) tenía el rol de oyente

(Watanabe, 2011). Su forma es de planta cuyas hojas y tallo responden con un asentimiento que se basa en la entrada de voz (Giannopulu et al., 2016). Estos autores encontraron que el número de locuciones verbales expresadas por los niños con autismo era mayor cuando el oyente era el robot, así como que estos niños reportaban un mayor sentimiento emocional placentero tras la interacción con el robot. Los niños con TEA únicamente se expresaron tanto verbal como emocionalmente cuando el oyente era un robot. Según creen Giannopulu et al. (2016), estos resultados se deben a que la previsibilidad de las respuestas del robot facilitaban las expresiones emocionales y verbales de los niños con TEA.

Kim et al. (2013) mostraron que los robots parecen mejorar las habilidades del lenguaje a partir de la interacción triádica mejor que cuando la interacción se produce con un humano y un ordenador. De este modo, interaccionan más en general; además, los niños hablan más cuando el compañero es un robot que cuando es un humano o un ordenador y también se dirigen por igual al adulto presente como al robot. Además, durante la investigación los niños fueron asignados a dos tipos de condiciones: interacción con humanos o con robots. Los resultados de esta investigación mostraron una mayor cantidad de expresiones espontáneas por parte de los niños en la condición en la que interaccionaban con robots que cuando lo hacían con humanos. Por su parte, Lee y Obinata (2013) concluyeron que los robots podrían representar un estímulo más eficiente en comparación con una pantalla de ordenador o incluso un padre. Scassellati et al. (2012) afirman que los niños con autismo aumentan las expresiones verbales hacia robots en comparación con las expresiones que emiten hacia las personas. Además, también se produce un aumento de las locuciones hacia robots comparando con las que se emiten hacia adultos (Kim et al., 2013), de este modo, parece ser que se produce un procesamiento diferencial para rostros no humanos, lo que puede ser una herramienta para trabajar la socialización en los niños con TEA (Jung et al., 2016).

En suma, Puyon y Giannopulu (2013) han demostrado que el robot mejora significativamente más el lenguaje de los niños con TEA que un juguete inmóvil más simple.

Comportamientos estereotipados

Duquette et al. (2008) en su estudio hallaron que los niños con TEA emparejados con robots mediadores realizaban menor cantidad de juegos repetitivos con objetos inanimados que cuando se les emparejaba con humanos; además, no mostraban ningún comportamiento estereotipado hacia el robot.

Conclusiones

En general, Pennis et al. (2016) concluyen que la interacción con robots de personas con TEA favorece los comportamientos prosociales, el mantenimiento de la atención, la inducción del comportamiento lingüístico espontáneo, así como la disminución de los comportamientos estereotipados y repetitivos. Además, se ha encontrado que algunos robots como KASPAR favorecen la capacidad de interocepción que parece estar alterada en el TEA (Costa et al., 2015).

La teoría de la hipersistematización apoya la creencia del interés por la mecánica por parte de las personas con TEA, ya que postula que la hipersistematización sería un aspecto específico del estilo cognitivo de las personas con TEA (Ishiguro, Minato, Yoshikawa y Asada, 2011). La sistematización, como se ha explicado anteriormente, es la habilidad que permite predecir y, consecuentemente, responder al comportamiento de sistemas deterministas a través del análisis de las relaciones de entrada-operación-salida e inferir las reglas que rigen dichos sistemas (Kumazaki et al., 2017a). Por lo tanto, este tipo de estilo cognitivo es compatible con el interés por la mecánica, ya que se relaciona con patrones, reglas, regularidades, etc., que no están restringidas a la apariencia visual (Kumazaki et al., 2017b). Estos aspectos son más o menos comunes por todos los robots, por lo que se podría creer que la preferencia por determinados robots por personas con TEA se determinaría a raíz de las combinaciones óptimas de dichas características (Kumazaki et al., 2017b). No obstante, parece ser que los robots más adecuados para el tratamiento de los síntomas del TEA deberían ser más sencillos y menos detallados que un humano real, aun manteniendo un aspecto humanoide (Robins et al., 2006; Kumazaki et al., 2017b). Además, los robots humanoides han obtenido mejores resultados de generalización de las habilidades trabajadas durante las sesiones (Ricks y Colton, 2010).

Por estas razones, en la presente revisión se considera que los niños con TEA realizan interacciones más exitosas con robots que con humanos debido a la mayor predictibilidad de los primeros, ya que resultan más sencillos y fáciles de comprender puesto que presentan menor variabilidad en aspectos como la conducta y la comunicación verbal y no verbal que los humanos. El comportamiento de los humanos es sutil e impredecible; por el contrario, el uso de robots en el tratamiento del TEA provoca un entorno predecible y de confianza a un nivel más simple donde la interacción, que resulta compleja para el TEA, puede ser controlada y aumentar progresivamente (Robins, Dautenhahn, Te Boerchorst y Billard, 2004).

Por otro lado, acorde a la teoría de la coherencia central débil, las personas con TEA presentan mayores dificultades a la hora de procesar grandes cantidades de información, como sucede durante las interacciones humanas, en las que se ha de predecir la conducta del otro interlocutor, así como inferir su estado mental y emocional, prestar atención a su conducta verbal y no verbal, etc.; por esta razón, se cree que la interacción con robots resulta más efectiva, ya que la información que se recibe es menor y no se ha de prestar atención a tantos aspectos, por lo que no se produce una sobrecarga en el procesamiento, como sucede cuando los niños con TEA son expuestos a diversas señales a la vez y se focalizan solamente en algunas de ellas (Lovaas, et al., 1971). Además, en relación con la teoría de la ceguera mental, con los robots no parece ser tan necesario sentir empatía, ya que no tienen que prever qué están pensando o sintiendo, sino que a través de su capacidad de sistematización infieren lo que va a suceder seguidamente en la interacción con los robots (gracias al aprendizaje de las reglas que rigen a los robots), poniendo así en ejecución la predictibilidad y sistematización que les facilita la comunicación.

Por último, se ha de tener en cuenta que el hecho de que se hayan encontrado evidencias a favor de la terapia robótica no conlleva la curación del TEA, sin embargo, proporciona un medio tanto a terapeutas como investigadores para acercarse y conectar con las personas con TEA de un modo más sencillo (Pennisi et al., 2016). No obstante, tras la revisión de las diferentes investigaciones realizadas en este ámbito, se considera que el tratamiento de los síntomas asociados al TEA a través de la robótica presenta buenos resultados y mejoras, por lo que se sugiere que se continúe en la investigación para obtener mayores mejoras. Además, se considera oportuno tratar de descubrir cómo conseguir una mayor generalización de las habilidades mejoradas durante las sesiones. Por otro lado, en las futuras investigaciones sería recomendable contar con una mayor muestra para poder obtener datos más generalizables, ya que en la mayoría de los estudios realizados en esta área contaban únicamente con unos pocos participantes, superando en pocas ocasiones los quince.

Referencias

- Abassi, J. (2018). In-home Robots Improve Social Skills in Children With Autism. *JAMA*, 320(14) 1425. doi:10.1001/jama.2018.14385
- Adolphs, R., Jansari, A. y Tranel, D. (2001). Hemispheric perception of emotional valence from facial expressions. *Neuropsychology*, 15(4), 516-524.
- Aggleton, J.P. (2000). *The amygdala: a functional analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th Edition)*. Washington, D.C: American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th Edition)*. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Anderson, J.S., Lange, N., Froehlich, A., DuBray, M.B., Druzgal, T.J., Froimowitz, M.P., ..., Lainhart, J.E. (2010). Decreased left posterior insular activity during auditory language in autism. *American Journal of Neuroradiology*, 31(1), 131-139. doi: 10.3174/ajnr.a1789
- Anzalone, S. M., Tilmont, E., Boucenna, S., Xavier, J., Jouen, A.-L., Bodeau, N., ... Cohen, D. (2014). How children with autism spectrum disorder behave and explore the 4-dimensional (spatial 3D+time) environment during a joint attention induction task with a robot. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(7), 814–826. doi:10.1016/j.rasd.2014.03.002
- Artigas-Pallarès, J. y Paula, I. (2012). El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger. *Revista de La Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 32(115), 567-587. doi: 10.4321/s0211-57352012000300008
- Asperger, H. (1944). Die “Autistischen Psychopathen” im Kindesalter. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 117(1), 76–136.
- Attwood, T. (1998). *Asperger’s Syndrome*. London: Jessica Kingsley Publishers, Ltd.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Barakova, E.I., Gillesen, J.C.C., Huskens, B.E.B.M. y Lourens, T. (2013). End-user programming architecture facilitates the uptake of robots in social therapies. *Robotics and Autonomous Systems*, 61(7), 704-713.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M. y Frith, U. (1985). Does the autistic child have a ‘theory of mind’? *Cognition*, 21, 37-46.
- Baron-Cohen, S. (1987). Autism and symbolic play. *British Journal of Developmental Psychology*, 5(2), 139–148.

- Baron-Cohen, S. (1992). Out of sight or out of mind: another look at deception in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 1141–1155.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind*. Boston: MIT Press/BradfordBooks.
- Baron-Cohen, S., O’Riordan, Stone, V., Jones, R. y Plaisted, K. (1999). A new test of social sensitivity: Detection of faux pas in normal children and children with Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 407–418.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y. y Plumb, I. (2001). The “Reading the Mind in the Eyes” Test revised version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(2), 241-251.
- Baron-Cohen, S. (2002). The extreme male brain theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 248–254. doi:10.1016/s1364-6613(02)01904-6
- Baron-Cohen, S., Richler, F., Bisarya, D., Gurunathan, N. y Wheelwright, S. (2003). The systemizing quotient: an investigation of adults with Asperger syndrome or high-functioning autism, and normal sex differences. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 358(1430), 361-374. doi: 10.1098/rstb.2002.1206
- Baron-Cohen, S. (2006). The hyper-systemizing, assortative mating theory of autism. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 30(5), 865–872. doi:10.1016/j.pnpbp.2006.01.010
- Baron-Cohen, S. (2007). I cannot tell a lie. *In Character*, 3, 52–59.
- Baron-Cohen, S. (2009). Autism: the empathizing-systemizing (E-S) theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 68-80. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04467.x
- Begum, M., Serna, R.W., y Yanco, H.A. (2016). Are Robots Ready to Deliver Autism Interventions? A Comprehensive Review. *International Journal of Social Robotics*, 8(2), 157–181.
- Bekele, E., Crittendon, J.A., Swanson, A., Sarkar, N. y Warren, Z.E. (2013). Pilot clinical application of an adaptive robotic system for young children with autism. *Autism*, 18(5), 598-608. doi: 10.1177/1362361313479454
- Ben-Sasson, A., Hen, L., Fluss, R. Cermak, S.A., Engel-Yeger, B. y Gal, E. (2009). A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum

- disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(1), 1-11. doi: 10.1007/s10803-008-0593-3
- Bender, L. (1947). Childhood schizophrenia: A clinical study of 100 schizophrenic children. *American Journal of Orthopsychiatry*, 17(1), 40-56.
- Bender, L. (1961). The brain and child behaviour. *Archives of General Psychiatry*, 4, 531-547.
- Bennetto, L., Pennington, B.E., y Rogers, S.J. (1996). Intact and impaired memory functions in autism. *Child Development*, 67(4), 1816-1835.
- Bergerbest, D., Gabrieli, J.D., Whitfield-Gabrieli, S., Kim, H., Stebbins, G.T, Bennett, D.A. y Fleischman, D.A. (2009). Age-associated reduction of asymmetry in prefrontal function and preservation of conceptual repetition priming. *Neuroimage*, 45(1), 237-246.
- Bird, G. y Cook, R. (2013). Mixed emotions: the contribution of alexithymia to the emotional symptoms of autism. *Translational Psychiatry*, 3(7), e285. doi: 10.1038/tp.2013.61
- Bleuler, E. (1911). *Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien*. Leipzig: Deuticke.
- Boucher, J. (2011). Research Review: Structural language in autistic spectrum disorder-characteristics and causes. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(3), 219-233. doi: 10.1111/j.1469-7610.2011.02508.x
- Brewer, R., Cook, R. y Bird, G. (2016). Alexithymia: a general deficit of interoception. *Royal Society Open Science*, 3(10), 150664.
- Brothers, L. (1990). The social brain: a project for integrating primate behaviour and neurophysiology in a new domain. *Concepts in neuroscience*, 1, 27-51.
- Burgoine, E. y Wing, L. (1983). Identical Triplets with Asperger's Syndrome. *British Journal of Psychiatry*, 143(3), 261-265. doi:10.1192/bjp.143.3.261
- Cabibihan, J.J., Javed, H., Ang, M. y Aljunied, S.M. (2013). Why robots? A survey on the roles and benefits of social robots in the therapy of children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 593-618.
- Campolo, D., Taffoni, F., Schiavone, G., Laschi, C., Keller, F. y Guglielmelli, E. (2008). A novel technological approach towards the early diagnosis of neurodevelopmental disorders. En *30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 4875-4878). doi: 10.1109/iembs.2008.4650306
- Castelli, F., Frith, C., Happé, F. y Frith, U. (2002). Autism, Asperger syndrome and brain mechanisms for the attribution of mental states to animated shapes. *Brain*, 125(8), 1839-1849.

- Chaminade, T., Da Fonseca, D., Rosset, D., Lutchter, E., Cheng, G. y Deruelle, C. (2012). Fmri study of young adults with autism interacting with a humanoid robot. *En IEEE RO-MAN* (pp. 380–385).
- Charman, T., Baron-Cohen, S., Swettenham, J., Baird, G., Drew, A. y Cox, A. (2003). Predicting language outcome in infants with autism and pervasive developmental disorder. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 38(3), 265-285.
- Cohen, D., Cassel, R.S., Saint-Georges, C., Mahdhaoui, A., Laznik, M., Apicella, F...Chetouani, M. (2013). Do parentese Prosody and Fathers' Involvement in Interacting Facilitate Social Interaction in Infants Who Later Develop Autism? *PLOS ONE*, 8(5), e61402. doi: 10.1371/journal.pone.0061402
- Cook, J., Swapp, D., Pan, X., Bianchi-Berthouze, N., y Blakemore, S.J. (2014). Atypical interference effect of action observation in autism spectrum conditions. *Psychological Medicine*, 44(4), 731–740. doi:10.1017/s0033291713001335
- Corbett, B.A., Carmean, V., Ravizza, S., Wendelken, C., Henry, M.L., Carter, C. y Rivera, S.M. (2009). A functional and structural study of emotion and face processing in children with autism. *Psychiatry research*, 173(3), 196-205. doi: 10.1016/j.psychresns.2008.08.005
- Corcoran, R. y Frith, C. (1996). Conversational conduct and the symptoms of schizophrenia. *Cognitive Neuropsychiatry*, 1(4), 305–318.
- Corsello, C.M. (2005). Early intervention in autism. *Infants & Young Children*, 18(2), 74-85.
- Costa, S., Lehmann, H., Robins, B., Dautenhahn, K. y Soares, F. (2013). “Where is your nose?”: Developing body awareness skills among children with autism using a humanoid robot. En *ACHI 2013, the Sixth International Conference on Advances in Computer- Human Interactions* (pp. 117–122).
- Costa, S., Lehmann, H., Dautenhahn, K., Robins, B. y Soares, F. (2015). Using a humanoid robot to elicit body awareness and appropriate physical interaction in children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 7(2), 265–278.
- Costescu, C.A., Vanderborght, B. y David, D.O. (2015). Reversal Learning Task in Children with Autism Spectrum Disorder: A Robot-Based Approach. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(11), 3715-3725.
- Courchesne, E., Chisum, H. y Townsend, J. (1994). Neural activity-dependent brain changes in development: Implications for psychopathology. *Development and Psychopathology*, 6(4), 697-722.

- Craig, A.D. (2002). How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 655-666.
- Craig, A.D. (2003). Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Current Opinion in Neurobiology*, 13, 500-505.
- Craig, A.D. (2011). Significance of the insula for the evolution of human awareness of feelings from the body. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1225, 72-82. doi: 10.1111/j.1749-6632.2011.05990.x
- Craig, A.D. (2014). *How Do You Feel? An Interoceptive Moment with Your Neurobiological Self*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Crane, L., Goddard, L. y Pring, L. (2009). Sensory processing in adults with autism spectrum disorders. *Autism*, 13(3), 215-228. doi: 10.1177/1362361309103794
- Critchley, H.D. y Harrison, N.A. (2013). Visceral influences on brain and behavior. *Neuron*, 77(4), 624-638. doi: 10.1016/j.neuron.2013.02.008
- Cuxart, F. (2000). *El autismo: aspectos descriptivos y terapéuticos*. Archidona: Aljibe.
- Damm, O., Malchus, K., Jaecks, P., Krach, S., Paulus, F., Naber, M., ..., Wrede, B. (2013). Different gaze behavior in human-robot interaction in Asperger's syndrome: An eye-tracking study. *En IEEE RO-MAN* (pp. 368-369).
- Dauttenhahn, K. y Werry, I. (2004). Towards interactive robots in autism therapy: Background, motivation and challenges. *Pragmatics & Cognition*, 12(1), 1-35.
- Dautenhahn, K., Nehaniv, C.L., Walters, M.L., Robins, B., Kose-Bagci, H., Mirza, N.A. y Blow, M. (2009). KASPAR—A minimally expressive humanoid robot for human-robot interaction research. *Applied Bionics and Biomechanics*, 6(3-4), 369-397.
- Davis, M. H. (1994). *Empathy: A social psychological approach*. Boulder, CO: Westview Press.
- Dawson, G., Meltzoff, A.N., Osterling, J., Rinaldi, J. y Brown, E. (1998). Children with a autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 28(6), 479-485.
- Delincolas, E.K. y Young, R.L. (2007). Joint attention, language, social relating, and stereotypical behaviours in children with autistic disorder. *Autism*, 11(5), 425-436. doi: 10.1177/1362361307079595
- Desideri, L., Negrini, M., Cutrone, M.C., Rouame, A., Malavasi, M., Hoogerwerf, E.J.,..., Di Sarro, R. (2017). Exploring the Use of a Humanoid Robot to Engage Children with Autism Spectrum Disorder (ASD). *Studies in Health Technology and Informatics*, 242, 501-509. doi: 10.3233/978-1-61499-798-6-501

- Despert, J.C. (1938). Schizophrenia in children. *Psychiatric Quarterly*, 12, 366-371.
- Diehl, J.J., Schmitt, L.M., Villano, M. y Crowell, C.R. (2012). The Clinical Use of Robots for Individuals with Autism Spectrum Disorders: A Critical Review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1), 249-262.
- Diehl, J.J., Crowell, C.R., Villano, M., Wier, K., Tang, K., y Riek, L. D. (2014). Clinical applications of robots in Autism Spectrum Disorder diagnosis and treatment. En B.V. Patel, R.V. Preedy y R. C. Martin (Eds.), *Comprehensive guide to autism* (pp. 411–422). New York: Springer.
- Drewe, E.A. (1975). Go-no go learning after frontal lobe lesions in humans. *Cortex*, 11(1), 8-16.
- Duquette, A., Michaud, F. y Mercier, H. (2008). Exploring the use of a mobile robot as an imitation agent with children with low-functioning autism. *Autonomous Robots*, 24(2), 147-157. doi: 10.1007/s10514-007-9056-5
- Elwin, M., Ek, L., Schröder, A. y Kjellin, L. (2012). Autobiographical accounts of sensing in Asperger syndrome and high-functioning autism. *Archives of Psychiatric Nursing*, 26(5), 420-429. doi: 10.1016/j.apnu.2011.10.003
- Evers, K., Van der Hallen, R., Neons, I. y Wagemans, J. (2018). Perceptual Organization in Individuals With Autism Spectrum Disorder. *Child Development Perspectives*, 12(3), 177-182. doi: 10.1111/cdep.12280
- Feil-Seifer, D. y Matarić, M.J. (2008). Robot-Assisted Therapy for Children with Autism Spectrum Disorders. En *Process Conference on Interaction Design for Children: Children with Special Needs*. Chicago
- Feil-Seifer, D. y Matarić, M.J. (2009). Toward Socially Assistive Robotics for Augmenting Interventions for Children with Autism Spectrum Disorders. *Springer Tracts in Advanced Robotics*, 201-210.
- Fiene, L. y Brownlow, C. (2015). Investigating interoception and body awareness in adults with and without autism spectrum disorder. *Autism Research*, 8(6), 709-716. doi: 10.1002/aur.1486
- Flagg, E.J., Cardy, J.E., Roberts, W. y Roberts, T.P. (2005). Language lateralization development in children with autism: insights from the late field magnetoencephalogram. *Neuroscience letters*, 386(2), 82-87.
- Flores, M.L. (2015). *Programa de intervención para el desarrollo de Habilidades Sociales y Comunicativas: Estudio de caso en un niño con Trastorno de Espectro Autista* (Tesis). Universidad Pedagógica Nacional, México, D.F.

- Fonagy, P. (1989). On tolerating mental states: theory of mind in borderline personality. *Bulletin of the Anna Freud Centre*, 12(2), 91–115.
- Frazier, T.W. y Hardan, A.Y. (2009). A meta-analysis of the corpus callosum in autism. *Biological psychiatry*, 66(10), 935-941. doi: 10.1016/j.biopsych.2009.07.022
- French, D., Baron-Cohen, S., Riviere, A., Fukushima, M., Hadwin, J., Cross, P., ..., Sotillo, M. (1996). Reading the mind in the face: A cross-cultural and developmental study. *Visual Cognition*, 3, 39–59.
- Frith, U. (1972). Cognitive mechanisms in autism: experiments with color and tone sequence production. *Journal of Autism and Child Schizophrenia*, 2(2), 160-173.
- Frith, U. (1989). *Autism: Explaining the Enigma*. London: Wiley-Blackwell.
- Frith, U. y Happé, F. (1994). Autism-Beyond theory of mind. *Cognition*, 50(1-3), 115–132.
- Frith, U. y Frith, C. (2003). Development and Neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 358, 459–473.
- Fukushima, H., Terasawa, Y. y Umeda, S. (2011). Association between interoception and empathy: evidence from heartbeat-evoked brain potential. *International Journal of Psychophysiology*, 79(2), 259-265. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2010.10.015
- Giannopulu, I. (2013a). Multimodal interactions in typically and atypically developing children: natural vs. artificial environments. *Cognitive processing*, 14(4), 323-331. doi: 10.1007/s10339-013-0566-0
- Giannopulu, I. (2013b). Multimodal cognitive nonverbal and verbal interactions: the neurorehabilitation of autistic children via mobile toy robots. *International Journal on Advances in Life Sciences*, 5(3-4), 214-222.
- Giannopulu, I. y Watanabe, T. (2014). Give children toy robots to educate and/or neuroreeducate. *En MESROB 2014 conference. EPFL, Lausanne*.
- Giannopulu, I., Montreynaud, V. y Watanabe, T. (2014). Neurotypical and autistic children aged 6 to 7 years in a speaker-listener situation with a human or a minimalist InterActor robot. *En Proceedings of IEEE RO-MAN* (pp. 942-947).
- Giannopulu, I., Montreynaud, V. y Watanabe, T. (2016). Minimalistic toy robot to analyze a scenery of speaker-listener condition in autism. *Cognitive Processing*, 17(2), 195-203. doi: 10.1007/s10339-016-0752-y
- Goldenfeld, N., Baron-Cohen, S. y Wheelwright, S. (2005). Empathizing and systemizing in males, females, and autism. *Clinical Neuropsychiatry*, 2(6), 338-345.
- Goldfarb, W. (1974). *Growth and change of schizophrenic children*. New York: Wiley.

- Goldman-Rakic, P.S. (1987a). Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behavior by representational memory. En F. Plum. (Ed.), *Handbook of physiology. The nervous system: higher functions of the brain*. Bethesda, MD: American Physiology Association.
- Goldman-Rakic, P. (1987b). Development of cortical circuitry and cognitive function. *Child Development*, 58(3), 601-622.
- Grandin, T. (1996). *Thinking in Pictures*. Vancouver, WA: Vintage Books.
- Grynszpan, O., Weiss, P.L., Perez-Diaz, F. y Gal, E. (2014). Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: a meta-analysis. *Autism*, 18(4), 346-361.
- Happé, F., Ehlers, S., Fletcher, P., Frith, U., Johansson, M., Gillberg, C., ..., Frith, C. (1996). Theory of mind in the brain. Evidence from a PET scan study of Asperger Syndrome. *Neuroreport*, 8, 197-201.
- Happé, F. y Frith, U. (2006). The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 5-25.
- Hatfield, T.R., Brown, R.F., Giummarra, M.J. y Lenggenhager, B. (2017). Autism spectrum disorder and interoception: Abnormalities in global integration? *Autism*, 136236131773839. doi: 10.1177/1362361317738392
- Heaton, R.K. (1981). *Wisconsin card sorting test manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resource Inc.
- Hermelin, B. y O'Connor, N. (1970). *Psychological experiments with autistic children*. New York: Pergamon.
- Huijnen, C., Lexis, M., Jansens, R. y de Witte, L. (2017). How to Implement Robots in Interventions for Children with Autism? A Co-creation Study Involving People with Autism, Parents and Professionals. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 47(10), 3079-3096. doi: 10.1007/s10803-017-3235-9
- Huijnen, C., Lexis, M., Jansens, R. y de Witte, L. (2018). Roles, Strengths and Challenges of Using Robots in Interventions for Children with Autism Spectrum Disorder (ASD). *Journal of Autism Developmental Disorders*, 49(1), 11-21. doi: 10.1007/s10803-018-3683-x
- Huskens, B., Verschuur, R., Gillisen, J., Didden, R. y Barakova, E. (2013). Promoting question-asking in school-aged children with autism spectrum disorders: Effectiveness of a robot intervention compared to a human-trainer intervention. *Developmental Neurorehabilitation*, 16(5), 345-356.

- Huskens, B., Palmen, A., Van der Werff, M., Lourens, T., y Barakova, E. (2015). Improving Collaborative Play Between Children with Autism Spectrum Disorders and Their Siblings: The Effectiveness of a Robot-Mediated Intervention Based on Lego® Therapy. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(11), 3746–3755. doi:10.1007/s10803-014-2326-0
- Iacoboni, M. y Mazziotta, J.C. (2007). Mirror neuron system: basic findings and clinical applications. *Annals of neurology*, 62(3), 213-218.
- Ishiguro, H., Minato, T., Yoshikawa, Y. y Asada, M. (2011). Humanoid Platforms for Cognitive Developmental Robotics. *International Journal of Humanoid Robotics*, 8(3), 391-418.
- Jung, C., Strother, L., Feil-Seifer, D. y Hutsler, J. (2016). Atypical Asymmetry for Processing Human and Robot Faces in Autism Revealed by fNIRS. *PLOS ONE*, 11(7). doi: 10.1371/journal.pone.0158804
- Kaland, N. (2011). Brief report: should Asperger syndrome be excluded from the forthcoming DSM V? *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5, 984–989.
- Kana, R.K., Murdaugh, D.L., Libero, L.E., Pennick, M.R., Wadsworth, H.M., Deshpande, R. y Hu, C.P. (2011). Probing the brain in autism using FMRI and diffusion tensor imaging. *Journal of visualized experiments*, (55), e3178. doi: 10.3791/3178
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.
- Kasari, C., Gulsrud, A.C., Wong, C., Kwon, S. y Locke, J. (2010). Randomized controlled caregiver mediated joint engagement intervention for toddlers with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(9), 1045-1056. doi: 10.1007/s10803-010-0955-5
- Kim, E.S., Berkovits, L.D., Bernier, E.P., Leyzberg, D., Shic, F., Paul, R. y Scassellati, B. (2013). Social robots as embedded reinforcers of social behavior in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(5), 1038-1049. doi: 10.1007/s10803-012-1645-2
- Kirchner, J.C., Hatri, A., Heekeren, H.R. y Dziobek, I. (2011). Autistic symptomatology, face processing abilities, and eye fixation patterns. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(2), 158-167. doi: 10.1007/s10803-010-1032-9
- Kleinmans, N.M., Müller, R.A., Cohen, D.N. y Courchesne, E. (2008). Atypical functional lateralization of language in autism spectrum disorders. *Brain Research*, 1221, 115-125.

- Klin, A., Lin, D.J., Gorrindo, P., Ramsay, G. y Jones, W. (2009). Two-year-olds autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature*, 459(7244), 257-261. doi:10.1038/nature07868
- Knaus, T.A., Tager-Flusberg, H., Mock, J., Dauterive, R. y Foundas, A.L. (2012). Prefrontal and occipital asymmetry and volume in boys with autism spectrum disorder. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 25(4), 186-194.
- Kolvin, I. (1971). *Infantile Autism: Concepts, characteristics and treatment*. London: Churchill Livingstone.
- Kumar, S., Kuppaswamy, N., Weyland, M. y Giannopulu, I. (2014). *A multimodal mobile toy robot to neuroeducate atypical children*. Hong Kong: ICRA Workshop.
- Kumazaki, H., Muramatsu, T., Yoshikawa, Y., Matsumoto, Y., Miyao, M., Ishiguro, H., ..., Kikuchi, M. (2017a). Tele-Operating an Android Robot to Promote the Understanding of Facial Expressions and to Increase Facial Expressivity in Individuals with Autism Spectrum Disorder. *American Journal of Psychiatry*, 174(9), 904–905. doi:10.1176/appi.ajp.2017.17030257
- Kumazaki, H., Warren, Z., Muramatsu, T., Yoshikawa, Y., Matsumoto, Y., Miyao, M.,...Kikuchi, M. (2017b). A pilot study for robot appearance preferences among high-functioning individuals with autism spectrum disorder: Implications for therapeutic use. *PLOS ONE*, 12(10). doi: 10.1371/journal.pone.0186581
- Kumazaki, H., Yoshikawa, Y., Yoshimura, Y., Ikeda, T., Hasegawa, C., Saito, D.N.,..., Kikuchi, M. (2018). The impact of robotic intervention on joint attention in children with autism spectrum disorders. *Molecular Autism*, 9(1). doi: 10.1186/s13229-018-0230-8
- Lai, M., Lombardo, M. V. y Baron-Cohen, S. (2014). Autism. *Seminar*, 383(9920), 896-910.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1999). *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*. New York: Basic Books.
- Lee, J. y Obinata, G. (2013). Developing therapeutic robot for children with autism: A study on exploring colour feedback. *En Human-Robot Interaction (HRI), 8th Assosiation for Computing Machinery/Institute of Electrical and Electronics Engineers (ACM/IEEE) International Conference on* (pp. 173–174).
- Leekam, S.R., Nieto, C., Libby, S.J., Wing, L. y Gould, J. (2007). Describing the sensory abnormalities of children and adults with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(5), 894-910.

- Leslie, A. M. (1987). Pretense and Representation: The Origins of “Theory of Mind”. *Psychological Review*, 94(4), 412–426.
- Lo, Y., Soong, W., Gau, S.S., Wu, Y., Lai, M., Yeh, F., ..., Tseng, W.I. (2011). The loss of asymmetry and reduce interhemispheric connectivity in adolescents with autism: A study using diffusion spectrum imaging tractography. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 192(1), 60-66.
- Lovaas, O.I. y Schreibman, L. (1971). Stimulus overselectivity of autistic children in a two stimulus situation. *Behavior Research and Therapy*, 9(4), 305-310.
- Lovaas, O.I., Schreibman, L., Koegel, R.L. y Rehm, R. (1971). Selective responding by autistic children to multiple sensory input. *Journal of Abnormal Psychology*, 77(3), 211-222.
- Lovaas, O.I. y Koegel, R.L. (1979). Stimulus Overselectivity in Autism: A Review of Research. *Psychological bulletin*, 86(6), 1236-1254
- Lord, C. y Bishop, S. L. (2015). Recent advances in autism research as reflected in DSM-5 criteria for autism disorder. *Annual Review of Clinical Psychology*, 11, 53-70.
- Maglione, M.A., Gans, D., Das, L., Timbie, J. y Kasari, C. (2012). Nonmedical interventions for children with ASD: Recommended guidelines and further research needs. *Pediatrics*, 130(2), S169-S178. doi: 10.1542.peds.2012-0900o
- Manijiviona, J. y Prior, M. (1995). Comparison of Asperger syndrome and high-functioning autistic children on a test of motor impairment. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 25, 23–29.
- Manta, S. (2012). *Effects Neurophysiologiques de la stimulation du nerf vague: Implication dans le traitement de la depression résistante et optimisation der paramètres de stimulation* (Tesis doctoral). Universidad de Motréal, Canada.
- Matson, J. L., Nebel-Schwalm, M. y Matson, M. L. (2007). A review of methodological issues in the differential diagnosis of autism spectrum disorders in children. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 1, 38–54.
- Matsuda, S. y Yamamoto, J. (2015). Intramodal and cross-modal matching of emotional expression in young children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 10, 109-115. doi: 10.1016/j.rasd.2014.11.010
- Mottron, L. y Burack, J.A. (2001). Enhanced perceptual functioning in the development of autism. En J.A. Burack, T. Charman, N. Yimiya y P.R. Zelazo (Eds.), *The development of autism: Perspectives from theory and research* (pp. 131-148). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B. y Burack, J. (2006). Enhanced Perceptual Functioning in Autism: An Update, and Eight Principles of Autistic Perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 27-43. doi: 10.1007/s10803-005-0040-7
- Mottron, L., Bouvet, L., Bonnel, A., Samson, F., Burack, J.A., Dawson, M. y Heaton, P. (2013). Veridical mapping in the development of exceptional autistic abilities. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(2), 209-228.
- Mundy, P., Sigman, M. y Kasari, C. (1990). A longitudinal study of joint attention and language development in autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 20(1), 115-128
- Mundy, P., Block, J., Delgado, C., Pomares, Y., Van Hecke, A.V. y Parlade, M.V. (2007). Individual differences and the development of joint attention in infancy. *Child development*, 78(3), 938-954. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01042.x
- Mundy, P., Kim, K., McIntyre, N., Lerro, L. y Jarrold, W. (2016). Brief Report: Joint Attention and Information Processing in Children with Higher Functioning Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(7), 2555-2560.
- Murza, K.A., Schwartz, J.B., Hahs-Vaughn, D.L. y Nye, C. (2016). Joint attention interventions for children with autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 51(3), 236-251. doi: 10.1111/1460-6984.12212
- Nacewicz, B.M., Dalton, K.M., Johnstone, T., Long, M.T., McAuliff, E.M., Oakes, T.R., ..., Davidson, R.J. (2006). Amygdala volume and nonverbal social impairment in adolescent and adult males with autism. *Archives of general psychiatry*, 63(12), 1417-1428.
- Nemiah, J.C., Freyberger, H. y Sifneos, P.E. (1976). Alexithymia: a view of the psychosomatic process. En: Hill, O.W. (ed.). *Modern Trends in Psychosomatic Medicine* (pp. 430-439). London: Butterworth.
- Organización Mundial de la Salud (2011). World Report on Disability 2011. *American Journal of Physical Medicine Rehabilitation Association of Academic Physiatrists*, 91, 549. doi:10.1136/ip.2007.018143.
- Peca, A., Simut, R., Pinteá, S., Costescu, C. y Vanderborght, B. (2014). How do typically developing children and children with autism perceive different social robots? *Computers in Human Behavior*, 41, 268-277.

- Pelphrey, K.A. y Caster, E.J. (2008). Charting the typical and atypical development of the social brain. *Development and psychopathology*, 20(4), 1081-1102.
doi:10.1017/S0954579408000515
- Penissi, P., Tonacci, A., Tartarisco, G., Billeci, L., Ruta, L., Gangemi, S. y Pioggia, G. (2016). Autism and Social Robotics: A Systematic Review. *Autism Research*, 9(2), 165-183. doi: 10.1002/aur.1527
- Pennington, B.F. y Ozonoff, S. (1996). Executive Functions and Developmental Psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(1), 51-87.
- Perner, J. y Lang, B. (2000). Theory of mind and executive function: Is there a developmental relationship? En S. Baron-Cohen, H. Tager-Flusberg, y D. J. Cohen (Eds.), *Understanding other minds: Perspectives from developmental cognitive neuroscience* (pp. 150-181). Oxford: Oxford University Press.
- Pierno, A. C., Mari, M., Lusher, D., y Castiello, U. (2008). Robotic movement elicits visuomotor priming in children with autism. *Neuropsychologia*, 46(2), 448-454.
doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.08
- Pioggia, G., Sica, M.L., Ferro, M., Iglizzi, R., Muratori, F., Ahluwalia, A. y Rossi, D.D. (2007). Human-robot interaction in autism: FACE, an Android-based social therapy. *En Robot and Human interactive Communication, RO-MAN. The 16th IEEE International Symposium en* (pp. 605-612).
- Pioggia, G., Iglizzi, R., Sica, M.L., Ferro, M., Muratori, F. Ahluwalia, A. y De Rossi, D. (2008). "Exploring emotional and imitational android-based interactions in autistic spectrum disorders". *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1(1), 49-61.
- Poon, K.K., Watson, L.R., Baranek, G.T. y Poe, M.D. (2012). To what extent do joint attention, imitation, and object play behaviors in infancy predict later communication and intellectual functioning in ASD? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(6), 1064-1074. doi: 10.1007/s10803-011-1349-z
- Puyon, M. y Giannopulu, I. (2013). *Emergent emotional and verbal strategies in autism are based on multimodal interactions with toy robots in free spontaneous game play. En Proceedings in IEEE RO-MAN international symposium on robot and human interactive communication* (pp. 593-597).
- Quattrocki, E. y Friston, K. (2014). Autism, oxytocin and interoception. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 47, 410-430. doi: 10.1016/j.neubiorev.2014.09.012.

- Rakap, S. (2015). Effect sizes as result interpretation aids in single-subject experimental research: description and application of four nonoverlap methods. *British Journal of Special Education*, 42(1), 11-33.
- Renteria, M.E. (2012). Cerebral asymmetry: a quantitative, multifactorial, and plastic brain phenotype. *Twin research and human genetics*, 15(3), 401-413. doi: 10.1017/thg.2012.13
- Ricks, D.J. y Colton, M.B. (2010). Trends and considerations in robot-assisted autism therapy. *En 2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, (pp. 4354-4359). doi: 10.1109/robot.2010.5509327
- Robins, B., Dautenhahn, K., Te Boerkhorst, R. y Billard, A. (2004). Robots as assistive technology-does appearance matter? *En Robot and Human Interactive Communication, 2004. 13th IEEE International Workshop on* (pp. 277-282).
- Robins, B., Dickerson, P., Stribling, P. y Dautenhahn, K. (2004). Robot-mediated joint attention in children with autism. *Interaction Studies*, 5(2), 161-198.
- Robins, B., Dautenhahn, K. y Dubowski, J. (2006). Does appearance matter in the interaction of children with autism with a humanoid robot? *Interaction Studies*, 7(3), 509-542.
- Robins, B., Dautenhahn, K. y Dickerson, P. (2009). From isolation to communication: A case study evaluation of robot assisted play for children with autism with a minimally expressive humanoid robot. *Proceedings of the 2nd International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions* (pp. 205–211).
- Robins, B., y Dautenhahn, K. (2014). Tactile interactions with a humanoid robot: Novel play scenario implementations with children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 6(3), 397–415.
- Rossion, B., Joyce, C.A., Cottrell, G.W. y Tarr, M.J. (2003). Early lateralization and orientation tuning for face, word, and object processing in the visual cortex. *Neuroimage*, 20(3), 1609-1624.
- Saint-Georges, C., Mahdhaoui, A., Chetouani, M., Cassel, R. S., Laznik, M.-C., Apicella, F., ... Cohen, D. (2011). Do Parents Recognize Autistic Deviant Behavior Long before Diagnosis? Taking into Account Interaction Using Computational Methods. *PLOS ONE*, 6(7). doi:10.1371/journal.pone.0022393
- Scaife, M. y Bruner, J. (1975). The capacity for joint visual attention in the infant. *Nature*, 253, 265–266.
- Scassellati, B. (2007). How Social Robots Will Help Us to Diagnose, Treat, and Understand Autism. *Robotics Research*, 28, 552-563.

- Scassellati, B., Admoni, H. y Matarić, M. (2012). Robots for use in autism research. *Annual review of biomedical engineering*, 14, 275-294. doi: 10.1146/annurev-bioeng-071811-150036
- Scheerer, M., Rothmann, E. y Goldstein, K. (1945). A case of “idiot savant”: An experimental study of personality organization. *Psychological Monographs*, 58(4), 1-63.
- Schertz, H.H., Odom, S.L., Baggett, K.M. y Sideris, J.H. (2013). Effects of Joint Attention Mediated Learning for toddlers with autism spectrum disorders: An initial randomized controlled study. *Early Childhood Research Quarterly*, 28(2), 249-258.
- Schietecatte, I., Roeyers, H. y Warreyn, P. (2012). Exploring the Nature of Joint Attention Impairments in Young Children with Autism Spectrum Disorder: Associated Social and Cognitive Skills. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(1), 1-12.
- Sergeant, J.A., Geurts, H. y Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder? *Behavioural Brain Research*, 130(1-2), 447-471.
- Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L.I., Mohamed, S., Hanapiah, F.A. y Zahari, N.I. (2012). Humanoid robot NAO interacting with autistic children of moderately impaired intelligence to augment communication skills. *Procedia Engineering*, 41, 1533-1538. doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.346
- Shamsuddin, S., Yussof, H., Mohamed, S., Hanapiah, F.A. e Ismail, L.I. (2013). Stereotyped behaviour of autistic children with lower IQ level in HRI with a humanoid robot. *En Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO), IEEE Workshop on*, (pp. 175-180).
- Simmons, D.R., Robertson, A.E., McKay, L.S., Toal, E., McAleer, P. y Pollick, F.E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49(22), 2705-2739.
- Simpson, K., Keen, D. y Lamb, J. (2013). The use of music to engage children with autism in a receptive labelling task. *Research in Autism Spectrum Disorder*, 7(12), 1489-1496.
- Sodian, B. y Frith, U. (1992). Deception and sabotage in autistic, retarded, and normal children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 591-606.
- Standen, P., Brown, D.J., Hedgecock, J., Roscoe, J., Trigo, M.G. y Elgajji, E. (2014). Adapting a humanoid robot for use with children with profound and multiple disabilities. *En 10th International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technologies* (pp. 205-211).

- Stanton, C.M., Kahn, P.H., Severson, R.L. Ruckert, J.H. y Gill, B.T. (2008). Robotic animals might aid in the social development of children with autism. En *Proceedings ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*.
- Stephens, G.J., Silbert, L.J. y Hasson, U. (2010). Speaker-listener neural coupling underlies successful communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(32), 14425-14430. doi: 10.1073/pnas.1008662107
- Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Charman, T., Cox, A., Baird, G., Drew, A., ... Wheelwright, S. (1998). The frequency and distribution of spontaneous attention shifts between social and non-social stimuli in autistic, typically developing, and nonautistic developmentally delayed infants. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39(5), 747-753.
- Tanaka, M., Ishii, A., Yamano, E., Ogikubo, H., Okazaki, M., Kamimura, K., ..., Watanabe, Y. (2012). Effect of a human-type communication robot on cognitive function in elderly women living alone. *Medical Science Monitor*, 18(9), CR550-CR557.
- Tantam, D. (1988). Annotation: Asperger's syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 29, 245-255.
- Tooby, J. y Cosmides, L. (1995). The language of the eyes as an evolved language of mind. En S. Baron-Cohen, *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind* (pp.11-18). Cambridge, MA: MIT Press.
- Van der Hallen, R., Evers, K., Brewaeys, K., Van den Noortgate, W. y Wagemans, J. (2015). Global processing takes time: A meta-analysis on local-global visual processing in ASD. *Psychological Bulletin*, 141(3), 549-573. doi: 10.1037/bul0000004
- Van der Meer, L.A. y Rispoli, M. (2010). Communication interventions involving speech-generating devices for children with autism: a review of the literature. *Developmental neurorehabilitation*, 13(4), 294-306. doi: 10.3109/17518421003671494
- Volkmar, F.R., Paul, R., Klin, A. y Cohen, D. (2005). *Handbook of autism and pervasive developmental disorders: Diagnosis, development, neurobiology, and behavior*. Hoboken: Wiley.
- Wainer, J., Dautenhahn, K., Robins, B. y Amirabdollahian, F. (2010). Collaborating with Kaspar: Using an autonomous humanoid robot to foster cooperative dyadic play among children with autism. En *2010 10th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Humanoids 2010* (pp. 631-638).
- Wainer, J., Ferrari, E., Dautenhahn, K. y Robins, B. (2010). The effectiveness of using a robotics class to foster collaboration among groups of children with autism in an

- exploratory study. *Personal and Ubiquitous Computing*, 14(5), 445-455. doi: 10.1007/s00779-009-0266-z
- Wainer, J. (2012). *Facilitating collaboration among children with autism through robot-assisted play* (Tesis). University of Hertfordshire, Hertfordshire.
- Wainer, J., Dautenhahn, K., Robins, B. y Amirabdollahian, F. (2014a). A Pilot Study with a Novel Setup for Collaborative Play of the Humanoid Robot KASPAR with Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 6(1), 45-65.
- Wainer, J., Robins, B., Amirabdollahian, F. y Dautenhahn, K. (2014b). Using the humanoid robot KASPAR to autonomously play triadic games and facilitate collaborative play among children with autism. *IEEE Transactions on Autonomous Mental Development*, 6(3), 183–199.
- Warren, Z.E., Zheng, Z., Swanson, A.R., Bekele, E., Zhang, L., Crittendon, J.A., ..., Sarkar, N. (2015). Can Robotic Interaction Improve Joint Attention Skills? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(11), 3726-3734. doi: 10.1007/s10803-013-1918-4
- Watanabe, T. (2011). Human-entrained embodied interaction and communication technology. *Emotional engineering*, 9, 161-177.
- Wiens, S. (2005). Interoception in emotional experience. *Current Opinion in Neurology*, 18(4), 442-447.
- Wimmer, H., y Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103–128.
- Wing, L. (1978). The aetiology and pathogenesis of early infantile autism. *Trends in Neurosciences*, 1(1), 7-8. doi: 10.1016/0166-2236(78)90004-8
- Wing, L. (1981). Asperger's syndrome: a clinical account. *Psychological Medicine*, 11(1), 115-129.
- Wing, L. (1988). The Continuum of Autistic Characteristics. *Diagnosis and Assessment in Autism*, 91-110. doi: 10.1007/978-1-4899-0792-9_7
- Yun, S., Choi, J., Park, S., Bong, G. y Yoo, H. (2017). Social Skills Training for Children with Autism Spectrum Disorder Using a Robotic Behavioral Intervention System. *Autism Research*, 10(7), 1306-1323. doi: 10.1002/aur.1778
- Zheng, Z., Zhang, L., Bekele, E., Swanson, A., Crittendon, J., Warren, Z. y Sarkar, N. (2013). Impact of robot-mediated interaction system on joint attention skills for children with autism. *En Rehabilitation Robotics (ICORR), Institute of Electrical and Electronics Engineers International Conference* (pp. 1-8).