

## CONSIDERACIONES PARA EL CONFORT ACÚSTICO EN LAS PERSONAS CON TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA

PACS: 43.55.Fw

Daumal i Domènech, Francesc; Martín Fanjul, Valentín  
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Campus Diagonal Sud, Edifici A  
Av. Diagonal, 649  
08028 Barcelona  
Tel/Fax: (+34)934016387 / (+34)934016426  
Email: [francesc.daumal@upc.edu](mailto:francesc.daumal@upc.edu) / [vmf@coac.net](mailto:vmf@coac.net)

### ABSTRACT

The acoustic comfort in spaces for people from the autism spectrum is essential, the ear is the most influential sense to understanding the world around them meaning. The complexity and lack of disorder, due to its severity, irreversibility, permanence and its ability to regression in the progress they can achieve the individual requires specific formal and technical solutions to facilitate their relationship with the environments in which they develop their daily life.

Keywords: autism, ASD, acoustic, architecture, neurophysiology, hypersensitivity, hyposensitivity.

### RESUMEN

El confort acústico en los espacios destinados a personas pertenecientes al espectro autista es imprescindible, el oído es el sentido más influyente para la comprensión del mundo que les rodea. La complejidad y el desconocimiento del trastorno, debido a su gravedad, irreversibilidad, permanencia y su capacidad de regresión en los avances que pueda lograr el individuo, requiere de soluciones formales y técnicas específicas, para facilitar su relación con los entornos en los que desarrollan su vida cotidiana.

Palabras clave: autismo, TEA, acústica, arquitectura, neurofisiología, hipersensibilidad, hiposensibilidad.

## INTRODUCCIÓN

El término autismo fue empleado por primera vez por el psiquiatra Eugene Bleuler, pero la existencia del autismo en el campo de la psicología es aún muy reciente en comparación con otros síndromes, los comienzos se remontan a L. Kanner (1943) que fue el primero en diferenciarlo de la esquizofrenia.

Dentro del trastorno del espectro autista se incluyen el trastorno autista, el síndrome de Asperger, el trastorno desintegrativo infantil y los trastornos generalizados del desarrollo no específicos, cuyos síntomas principales se engloban dentro de los ámbitos socio-comunicativo y de las conductas repetitivas.

La bibliografía, tanto en el terreno de la psicología como en el de la medicina, es constante y existen numerosos grupos de investigación. Los estudios en el ámbito de la arquitectura son más limitados.

Existen bastantes estudios, aun no se conoce suficientemente los procesos físicos y sus consecuencias en las personas con TEA, por lo que es necesario profundizar en el conocimiento de los mismos.

No todas las personas pertenecientes al espectro autista tienen la misma sintomatología, existen diferentes grupos de comportamientos para la recepción e interpretación de los sonidos.

En la arquitectura el conocimiento radica principalmente en la descripción de la experiencia de los arquitectos en la realización de espacios específicos y en muy pocas ocasiones en la experimentación directa con grupos de control. En las referencias bibliográficas que se muestran en este texto, que no son exclusivamente dedicados a la acústica arquitectónica, se mencionan algunas características que deberían tener estos entornos.

Desde la arquitectura hay numerosos obstáculos para obtener información válida para su aplicación práctica, ya sea por la dificultad en la comunicación con las personas con TEA o en otros casos por la complejidad de acceso a los centros específicos, debido a los derechos legales de privacidad de sus usuarios.

En la realización de nuevos estudios, desde la perspectiva de la arquitectura, hay que potenciar la comunicación entre los responsables de los centros específicos existentes, debido a su clara vinculación con el trastorno, pudiendo facilitar valiosa información a los técnicos que quieren profundizar en el conocimiento de esta área.

El estudio de la acústica en la arquitectura, para los usuarios pertenecientes al espectro autista, es imprescindible, el oído es el sentido, junto al tacto, más afectado, según las investigaciones realizadas.

Conocer los avances en otras ramas de la ciencia, que no sean exclusivamente la arquitectura, permitirá saber con mayor precisión las características de estos espacios para que gocen de unas cualidades de confort acústico adecuadas y también para saber si las recomendaciones existentes emitidas por profesionales vinculados a la creación de estos espacios son correctas.

No obstante, como se podrá comprobar, existen aun bastantes contradicciones en los resultados obtenidos de los estudios científicos de las personas con TEA, debido a la gran complejidad y diversidad del síndrome, lo que dificulta la aplicación de soluciones generalizadas, encontramos casos desde la hipersensibilidad acústica hasta la hiposensibilidad e incluso casos mixtos dependiendo del tipo de sonido.

## ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS

Desde la medicina y la psicología, y en concreto en la neurofisiología, se han realizado diversos estudios en el ámbito del autismo, especialmente vinculados a los aspectos acústicos y sensoriales, algunos de los cuales serán comentados brevemente, para poder entender mejor el proceso de percepción sensorial de las personas pertenecientes al espectro autista, también denominadas como TEA.

Rosenhall, Nordin, Sandström, Ahlsén y Gillberg (1999) en su estudio con 199 personas, que se desarrolló durante un periodo de doce años, concluyeron que la pérdida auditiva severa tiene una prevalencia del 3,5%, siendo diez veces superior a los estudios epidemiológicos realizados en la población en general. La hiperacusia, que es la sensación dolorosa ante los sonidos cotidianos, es un síndrome sumamente generalizado, así como la otitis media, debido a la existencia de anomalías anatómicas.

Gomot, Giard, Adrien, Barthelemy y Bruneau (2002) generan la posibilidad de que los niños autistas puedan detectar los cambios acústicos de manera más rápida que los que no lo son, debido a una mayor reactividad cerebral, la cual puede estar vinculada con la alteración de la síntesis de la serotonina en la corteza frontal y en el tálamo izquierdo.

Bruneau, Bonnet-Brilhault, Gomot, Adrien y Barthélémy (2003) en sus pruebas intentaron cuantificar la sensibilidad excesiva, insuficiente o selectiva al sonido, obteniendo resultados demasiado heterogéneos, por lo que recomiendan realizar los estudios por separado.

Khalifa, Bruneau, Rogé, Georgieff, Venillet, Adrien, Barthélémy y Collet (2004) afirman la existencia de deficiencias en los procesos auditivos, mostrando patrones de asimetría auditiva en la cóclea, por lo que se generan alteraciones atípicas en la reactividad auditiva de las personas pertenecientes al espectro autista, además de una considerable disminución de la sensibilidad acústica con el aumento de la edad, por lo que no son homogéneas las características auditivas a lo largo de la vida.

Tharpe, Bess, Sladen, Schissel, Couch y Schery (2006) sostienen que las pruebas auditivas convencionales no son apropiadas para las personas con autismo. La presencia de hiposensibilidad en algunas personas pertenecientes al espectro autista no es debido a causas físicas, ya que en los casos estudiados, tienen una función auditiva normal, pudiendo estar estos problemas vinculados a un déficit de atención o de interpretación, pero no de recepción por motivos fisiológicos.

Gomot, Bernard, Davis, Belmonte, Ashwin, Bullmore y Baron-Cohen (2006) demostraron una activación anormal, de algunas regiones del cerebro, involucradas en la atención involuntaria de los acontecimientos auditivos del entorno de las personas autistas. La dificultad para la interpretación de los sonidos entrantes, puede ser la causa de la tendencia a ignorar nuevos estímulos auditivos cuando estos se producen fuera del estímulo principal de atención, motivo por el que produce una deficiente adaptación a los cambios sensoriales presentes en el entorno.

Nieto (2008) indica que las anomalías en la percepción auditiva deberían estar necesariamente incluidas en los criterios para el diagnóstico del autismo, siendo la causa más probable de las deficiencias o dificultades presentes en el lenguaje de las personas pertenecientes al espectro autista.

Gomes, Pedroso y Wagner (2008) buscan el origen de la hipersensibilidad acústica en las personas con TEA y los diagnósticos erróneos como sordos, en algún momento de la vida de los autistas, al no responder a los interlocutores cercanos, pero por el contrario reaccionaban de manera dolorosa a algunos tipos de sonidos.

Marco, Hinkley, Hill y Nagarajan (2011) trabajan la hipótesis de las diferencias en el proceso sensorial de las personas pertenecientes al espectro autista, pudiendo ser la causa de los retrasos en el lenguaje, también advierten de las dificultades y contradicciones con las que se encuentra la neurociencia debido a la heterogeneidad del trastorno.

Haesen, Boets y Wagemans (2011) sugieren que las personas con autismo tienen un procesamiento más focalizado en sonidos puros, motivo por el cual no responden adecuadamente al lenguaje.

Takahashi, Nakahashi, Komatsu, Ogino, Iida y Kamio (2014) en varias pruebas realizadas comprobaron que las personas con TEA respondieron con mayor intensidad a los estímulos acústicos débiles, mientras que para los estímulos acústicos fuertes su comportamiento no fue significativamente mayor que para los grupos de control que no pertenecían al espectro autista.

Ludlow, Mohr, Whitmore, Garagni, Pulvermüller y Gutierrez (2014) relatan que la discriminación auditiva en los niños con autismo se realiza mediante un proceso diferente a aquellos que no lo tienen, centrándose en el tono del habla, pero no en el significado de las palabras, careciendo de los automatismos de atención a los sonidos que se generan próximos a su ubicación.

Lin, Kashino, Ohta, Yamada, Tani, Watanabe, Kanai, Ohno, Takayama, Iwanami y Kato (2014) en un experimento con 13 adultos neurotípicos y 16 sujetos con TEA, a los cuales se les aplicó oxitocina vía nasal, comprobaron que en ambos grupos se mejoraba la diferenciación entre sonidos humanos y sonidos no humanos.

Manning, Tibber, Charman, Dakin y Pellicano (2015) en su estudio con 33 niños con autismo y otros 33 niños neurotípicos, con edades entre los 6 y los 13 años, sometidos a una serie de pruebas ante la pantalla de un ordenador. Concluyeron que los niños pertenecientes al espectro autista son capaces de captar mejor el movimiento pero tienen mayor dificultad para discriminar estímulos, lo que les supone una saturación por exceso de información, dificultando la adecuada recepción e interpretación de los sonidos.

## ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS

En la arquitectura se han centrado los esfuerzos en estudiar los efectos de la hiperacusia en las personas pertenecientes al espectro autista y en la creación de espacios específicos que favorezcan la adaptación de sus usuarios a la realidad cotidiana de las personas con TEA.

Del conocimiento existente podemos percibir, como se indica en la bibliografía aquí desarrollada, que la acústica es el factor más determinante a la hora de adaptar los espacios a las necesidades de las personas pertenecientes al espectro autista, lo que no significa que no se deban de tratar otros aspectos sensoriales.

A continuación se realiza una breve descripción de los aspectos más interesantes en la utilización de la acústica arquitectónica, que podemos encontrar en la bibliografía especializada, realizada en su gran mayoría por arquitectos que han tenido experiencias prácticas en el desarrollo de construcciones vinculadas a personas pertenecientes al espectro autista.

Riba y Marrón (1986) indican que ante la aparente sordera selectiva que padecen, es necesaria la realización de espacios específicos para la estimulación de las personas pertenecientes al espectro autista, evitando las distracciones, para que se puedan generar estímulos puros, con una clara misión pedagógica.

Beaver (2006) hace referencia a la necesidad de evitar materiales excesivamente pulidos, ya que su comportamiento acústico puede ser problemático al favorecer las reflexiones y refracciones de las ondas sonoras, generando distorsiones en los entornos, perjudicando por lo tanto el confort acústico.

Whitehurst (2006) realiza una serie de recomendaciones, basadas en la experiencia práctica, sobre el tipo de suelos o techos más adecuados y sus resultados una vez utilizados en estos ámbitos.

Vogel (2008) describe una serie de aspectos específicos del diseño de espacios interiores para adaptar los espacios a las personas con autismo, como no emplear iluminaciones artificiales mediante fluorescentes y tampoco los ventiladores o equipos de aire acondicionado, así se evita la presencia de ruidos molestos, que dificulten la concentración de las personas con trastornos del espectro autista.

Mostafa (2008) mediante su estudio práctico demuestra que el control acústico de los espacios para personas autistas mejora los procesos de aprendizaje y favorece el desarrollo de sus habilidades. Afirma que la acústica es el factor más influyente para la adecuación de los espacios arquitectónicos. También considera la necesidad de conferir características específicas a los sitios en función de su uso, que pueden ir desde la insonorización hasta la estimulación acústica.

Humphreys (2008) recomienda la utilización de cubiertas con acabado vegetal para limitar el impacto sonoro de la lluvia y aumentar la masa de los cerramientos para favorecer la absorción acústica, además de limitar el número de materiales diferentes empleados para el desarrollo de los recintos.

Tufvesson y Tufvesson (2009) aconsejan la entrada a los espacios por un único acceso, así se evitan las distracciones sonoras, también hay que considerar que son los enclaves de mayor dificultad para su aislamiento acústico, también recomiendan el control acústico de los recintos.

Scott (2009) comenta aplicaciones prácticas realizadas en sus trabajos, como la creación de una barrera acústica en las zonas de una edificación más expuestas al ruido exterior o el especial cuidado a la hora de aislar las aulas, explicando brevemente las soluciones constructivas empleadas.

McAllister (2010) comprobó en sus estudios que los diferentes tipos de ruidos tienen desigual impacto en las personas con TEA. También recomienda la buena acústica de los espacios y evitar en su interior la existencia de ruidos repentinos, favoreciendo de esa manera la concentración y focalización de los sonidos.

Daumal y Martín (2014) analizan las diferentes terapias con componentes acústicos aplicados a las personas pertenecientes al espectro autista y su posible inclusión en los programas funcionales de los centros específicos. La eficacia de estos tratamientos no está demostrada totalmente científicamente, pero en caso de su aplicación, detallan una serie de recomendaciones técnicas basadas en la bibliografía existente para la adecuada utilización de estos espacios.

Mostafa (2014) en otro de sus textos considera que las mejoras en las características acústicas de los edificios también deben de estar en función de la gravedad del síndrome en el usuario autista, favoreciendo desplazamientos interiores graduales de los mismos hacia espacios acústicos convencionales, limitando los ámbitos insonorizados, destinándolos exclusivamente para situaciones extremas en el comportamiento de la personas con TEA, impidiendo que se autolesionen.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Destacando algunos resultados de la investigación descritos anteriormente en los aspectos neurofisiológicos podemos señalar los siguientes:

- Posibilidad de que las personas con TEA puedan detectar los cambios acústicos de manera más rápida.
- La activación anormal de algunas regiones del cerebro dificultan la interpretación de los sonidos entrantes.
- Se centran más en los sonidos puros por lo que tienen dificultades en el lenguaje.
- Responden de manera más acusada a los estímulos acústicos débiles.
- La discriminación auditiva es diferente a las personas que no pertenecen al trastorno del espectro autista.

Desde la experiencia de la arquitectura se señalan las siguientes consideraciones acústicas:

- Evitar las distracciones en los espacios específicos.
- Características particulares en función de los usos, desde la insonorización hasta la estimulación acústica.
- No utilizar materiales pulidos para evitar las reflexiones y refracciones de las ondas acústicas.
- Aislar individualmente los espacios para evitar contaminaciones sonoras de actividades próximas, potenciando el control acústico impidiendo la presencia de sonidos no previstos.

Como se puede comprobar por la cronología de la bibliografía, brevemente desarrollada en este documento, no siempre los descubrimientos neurofisiológicos han sido anteriores a los conocimientos adquiridos por la observación y posterior desarrollo de espacios específicos.

También implica que los conocimientos son complementarios y que se está en el camino correcto ya que los resultados y aplicaciones de ambas ramas del conocimiento no son contradictorios, promoviendo la mejora constante del confort acústico de las personas pertenecientes al espectro autista y por lo tanto facilitando su adaptación al entorno.

La geometría de los espacios, la relación y la organización entre los mismos, así como las propiedades físicas de los materiales que se emplean en los procesos constructivos, son fundamentales para la adecuada concepción formal de estos espacios específicos.

Tampoco se pueden olvidar las características del medio en el que se propagan las ondas sonoras, es decir, la presión, temperatura, densidad y humedad del aire existente en el interior de los recintos, por lo cual es también necesario el análisis de estos factores ambientales.

Por ejemplo, la velocidad del sonido, a mayor temperatura del espacio por el que se transmite, implica que se desplace con mayor rapidez, incrementando la dificultad para la focalización y comprensión de los sonidos en las personas con TEA.

Los estudios neurofisiológicos demuestran la existencia de diferencias entre las personas autistas, las cuales tienen consecuencias en la interpretación auditiva y en la expresión sonora, en el caso de que esta se produzca, dificultando la posibilidad de establecer reglas generales en el diseño.

Podemos concluir, que la acústica es el factor más determinante a la hora de adaptar los espacios o crear nuevos para las personas pertenecientes al espectro autista, lo que no significa que no se deban de tratar otros aspectos sensoriales, por ello el estudio del confort acústico permitirá una mejor adaptación de las personas con TEA a su entorno más cercano.



## BIBLIOGRAFÍA

- Beaver, C. (2006) Designing environments for children and adults with autistic spectrum disorder. Paper presented to International Conference on Autism, CapeTown.
- Bruneau, N., Bonnet-Brilhaut, F., Gomot, M., Adrien, J. y Barthélémy, C. (2003). Cortical auditory processing and communication in children with autism: electrophysiological/behavioral relations. *International Journal of Psychophysiology* 51 (2003) 17–25.
- Daumal, F. y Martín, V. (2014). Terapias acústicas en los trastornos del espectro autista: Aspectos del programa funcional para el desarrollo de centros específicos. Congreso Tecnicacústica 2014, Murcia. (pp. 452-459). Madrid: Sociedad española de Acústica (SEA).
- Gomes, E., Pedroso, F. y Wagner, M. (2008). Hipersensibilidade auditiva no transtorno do espectro autístico. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. Out-dez; 20(4):279-84.
- Gomot, M., Bernard, F. A., Davis, M. H., Belmonte, M. K., Ashwin, C., Bullmore, E. T., et al. (2006). Change detection in children with autism: an auditory event-related fMRI study. *Neuroimage*, 29(2), 475-484.
- Gomot, M., Giard, M. H., Adrien, J. L., Barthelemy, C., & Bruneau, N. (2002). Hypersensitivity to acoustic change in children with autism: electrophysiological evidence of left frontal cortex dysfunction. *Psychophysiology*, 39(5), 577-584.
- Haesen, B., Boets, B. y Wagemans, J. (2011) A review of behavioural and electrophysiological studies on auditory processing and speech perception in autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5 (2011) 701-714.
- Humphreys, S. (2008). Architecture and Autism. Obtenido de [http://www.auctores.be/auctores\\_bestanden/UDDA%2003102008%20S%20Humphreys.pdf](http://www.auctores.be/auctores_bestanden/UDDA%2003102008%20S%20Humphreys.pdf)
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact, *Nervous child*. 2(2): 217-230
- Khalfa, S., Bruneau, N., Roge, B., Georgieff, N., Veuillet, E., Adrien, J. L., et al. (2004). Increased perception of loudness in autism. *Hearing Research*, 198(1-2), 87-92.
- Lin, I., Kashino, M., Ohta, H., Yamada, T., Tani, M., Watanabe, H., Kanai, C., Ohno, T., Takayama, Y., Iwanami, A. y Kato, N. (2014). The effect of intranasal oxytocin versus placebo treatment on the autonomic responses to human sounds in autism: a single-blind, randomized, placebo-controlled, crossover design study. *Molecular Autism* 2014, 5, 20.
- Ludlow, A., Mohr, B., Whitmore, A., Garagnani, M., Pulvermüller, F. y Gutierrez, R. (2014) Auditory processing and sensory behaviours in children with autism spectrum disorders as revealed by mismatch negativity. *Elsevier, Brain and Cognition* , 86, 55-63.
- Manning, C., Tibber, M., Charman, T., Dakin, S. y Pellicano, E. (2015). Motion Integration Is Enhanced in Autism. *The Journal of Neuroscience*, May 6, 35.
- Marco, E., Hinkley, L., Hill, S., y Nagarajan, S. (2011). Sensory Processing in Autism: A review of Neurophysiologic Findings. *Pediatric Research*, 69(5), 48-54.
- Martín, V. y Daumal, F. (2015). Arquitectura y Autismo: Aspectos de la investigación en el medio acústico. I Jornadas de Investigación y Doctorado: Calidad y Acreditación. Ciencias Politécnicas nº 78 - 26/6/2015. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

- Martín, V. y Daumal, F. (2015). Consideraciones médicas y psicológicas, aplicadas a la acústica, en los espacios para personas con trastornos del espectro autista. I Jornadas Doctorales de la Universidad de Murcia. Escuela Internacional de Doctorado (EIDUM). 28 y 29 de Abril 2015.
- McAllister, K. (2010). The ASD Friendly Classroom – Design Complexity, Challenge & Characteristics. 1-18. Research Society International Conference 2010, Montreal, Canada.
- Mostafa, M. (2008). An Architecture for Autism: Concepts of Design Intervention for the Autistic User. *International Journal of Architectural Research*, 2(1), 189-211.
- Mostafa, M. (2014). An Architecture for Autism: Autism Aspects in School Design. *International Journal of Architectural Research*, 8(1), 143-158.
- Nieto del Rincón, P.L. (2008) Autism: Alterations in Auditory Perception. *Reviews in the Neurosciences*, 19, 61-78.
- Riba, J. y Marrón, M. (1986). Problemàtica Arquitectònica de l'assistència a la persona autista. *Fundació Tutelar Congost Autisme (Ed), Autisme realitat o mite.* (pp.169-191). Barcelona: Cerac-Apafacc.
- Rosenhall, U., Nordin, V., Sandström, M., Ahlsén, G. y Gillberg, C. (1999). Autism and hearing loss. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Vol. 29, No. 5.
- Takahashi, H., Nakahashi, T., Komatsu, S., Ogino, K., Iida, Y. y Kamio, Y. (2014). Hyperreactivity to weak acoustic stimuli and prolonged acoustic startle latency in children with autism spectrum disorders. *Molecular Autism* 2014, 5:23.
- Scott, I. (2009). Designing learning spaces for children on the autism spectrum. *Good Autism Practice*. 10(1), 36-59.
- Tharpe, A. M., Bess, F. H., Sladen, D. P., Schissel, H., Couch, S., & Schery, T. (2006). Auditory characteristics of children with autism. *Ear and Hearing*, 27(4), 430-441.
- Tufvesson, C. y Tufvesson, J. (2009). The building process as a tool towards an all inclusive school: a Swedish example focusing on children with defined concentration difficulties such as ADHD, autism and Down's syndrome. *Journal of Housing and the Built Environment*, 24, 47–66.
- Vogel, C.L. (2008). Classroom design for living and learning with autism. *Autism Asperger's Digest*. May-June.
- Whitehurst, T. (2006). Evaluation of features specific to an ASD designed living accommodation. *Sunfield School: Sunfield Research Institute*.