

ACÚSTICA DEL AULA: NECESIDAD DE AULAS INTELIGENTES PARA SOLUCIONAR LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN SONORA SOBRE EL PERSONAL DOCENTE

Mogas, Jordi¹; Palau, Ramon²; Márquez, Marian³

¹*orcid.org/0000-0003-3385-5534, jordi.mogas@urv.cat*

²*orcid.org/0000-0002-9843-3116, ramon.palau@urv.cat*

³*orcid.org/0000-0003-0907-4674, marian.marquez@urv.cat*

Resumen

Una acústica del aula mal regulada puede afectar de forma negativa a la práctica docente y conllevar problemas de salud (afonías, estrés, malestar). Las aulas inteligentes pueden ser una solución, ya que mediante el uso de tecnologías como la inteligencia artificial se puede ayudar a regular los factores ambientales del aula y mejorar el bienestar del alumnado y el equipo docente. El presente estudio cualitativo basado en veinte entrevistas a docentes de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato, consiste en analizar cómo afecta la acústica del aula a los docentes, qué estrategias usan para combatir el ruido de actividad, e identificar los elementos mejorables en el diseño de las aulas. Mediante los resultados, se confirma que existen problemas derivados de la mala acústica de las aulas, que las estrategias usadas para combatir el ruido son subjetivas y dispares, y que existe carencia de recursos para permitir a los docentes tener mayor control de la regulación acústica del aula. Como conclusión, se puede afirmar que la acústica de las aulas actuales es un problema que se debe abordar con mayor atención, especialmente en lo que refiere a su rediseño arquitectónico, de dotación de recursos tecnológicos y de adaptación sonora. Se propone avanzar en la línea de aulas inteligentes para abordar el problema identificado.

Palabras clave

Acústica, contaminación sonora, ambiente educacional, aula, aula inteligente, docentes, burnout.

Introducción

Los factores ambientales del aula influyen tanto en los procesos de aprendizaje de los estudiantes como en la calidad de las condiciones laborales en las que trabajan los docentes (Palau y Mogas, 2019). Los factores que cobran mayor relevancia en el aula son la iluminación y la acústica. La iluminación ha sido ampliamente estudiada y se

demuestra la necesidad de su regulación para mejorar el rendimiento de los agentes implicado en términos de concentración, rendimiento o confort (Mogas y Palau, en prensa). Por el contrario, aunque se han realizado diferentes investigaciones sobre aspectos concretos de la acústica escolar, sigue existiendo el problema no resuelto de entender exactamente cómo afecta este aspecto en un sentido amplio, y cómo se debe abordar en futuros diseños de escuelas y sus aulas.

Encontramos literatura que revisa cómo los ruidos y la acústica del aula afectan la voz del profesor (Mendes et al., 2016), su salud (Hadzi-Nikolova et al., 2013) y su bienestar (Karjalainen et al., 2020), aparte de dificultar la comunicación con los alumnos. La acústica es entendida en un sentido amplio, desde los ruidos de fondo exteriores (tráfico, patio, pasillos) o interiores (aparatos de ventilación y ordenadores) (Bluyssen, 2017), ruidos de actividad producidos por los alumnos (Sala y Rantala, 2016), hasta diferentes condiciones acústicas como el tiempo de reverberación (Zainudin et al., 2018), el índice de transmisión de sonido y la claridad del discurso (Youssef et al., 2014).

Para dar respuesta al rediseño de los espacios y factores ambientales como la acústica se plantea innovación tecnológica mediante las aulas inteligentes (Cebrián et al., 2020). Las aulas inteligentes son espacios que se caracterizan por introducir soluciones tecnológicas que permiten mejorar las condiciones ambientales y los procesos que se llevan a cabo, demostrando que el uso de tecnología en el rediseño de los espacios puede favorecer los procesos de enseñanza aprendizaje (Palau y Mogas, 2019). Uno de los usos potenciales de la tecnología es la automatización o regulación de los factores ambientales como la iluminación y la acústica mediante la inteligencia artificial (Mogas et al., en prensa).

En este trabajo se busca resolver desde la investigación cualitativa dos objetivos:

- O1: Analizar de qué forma afecta la acústica del aula sobre los docentes, cómo la perciben y qué estrategias aplican para combatir el ruido.
- O2: Identificar qué elementos se deberían contemplar para mejorar el diseño de las aulas en lo que a acústica se refiere.

Método

Descripción del contexto y de los participantes

El presente estudio se ha realizado contando con la participación de 20 docentes en activo, ejerciendo en educación Primaria, Secundaria y Bachillerato. La muestra fue elegida por conveniencia. El perfil seleccionado responde a los siguientes datos descriptivos: Todos los participantes son de la zona de Catalunya; once son mujeres (55 %) y nueve hombres (45 %); dos tienen menos de 30 años (10 %), seis entre 30 y 39 (30 %), siete entre 40 y 49 (35 %) y cinco tienen entre 50 y 59 años (25 %); también existe heterogeneidad en su experiencia en la profesión, representando un rango de 1 a 30 años, con media de 15 años de docencia.

Instrumentos

Se ha utilizado la entrevista estructurada como técnica para la recogida de datos. En concreto, se ha optado por la modalidad en línea atendiendo que se buscaba recabar una información muy concreta. Está demostrado que las entrevistas en línea son un instrumento eficiente en la investigación cualitativa (Kitto y Barnett, 2007).

La entrevista se compone de preguntas abiertas conformando seis agrupaciones en relación con los objetivos de investigación preestablecidos: Se les preguntaba sobre los momentos y sitios en los que perciben ruidos, las acciones que emprenden para combatirlos, diferencias percibidas en función del nivel educativo y sensación en función de la actividad desarrollada, sensaciones físicas vocales, motivaciones para modificar el tono de voz y una pregunta referente al rediseño necesario de las aulas.

Procedimiento

Los datos fueron recogidos contactando vía correo electrónico con los potenciales participantes. Aquellos que aceptaron ser entrevistados recibieron un enlace a la entrevista *online*, informando en primera instancia consentimiento con la investigación y aceptando su anonimidad a todos los efectos.

Se ha utilizado el programa de análisis cualitativo ATLAS.ti, versión 8.4.24. El procedimiento ha consistido en generar un documento matricial a partir de las respuestas de los participantes, y las respuestas se han analizado y etiquetado mediante un codificado

abierto. La codificación en sentido amplio comprende los procedimientos de conceptualización, reducción, elaboración y vinculación de los datos (Strauss y Corbin, 2002). Una vez terminado el análisis inicial en profundidad, se ha realizado una codificación axial adicional depurando categorías y estableciendo relaciones categóricas de acuerdo con los objetivos de esta investigación.

Resultados

Preguntados sobre los momentos específicos de la jornada laboral en los cuales se evidencia la contaminación sonora en el ambiente de trabajo, los entrevistados coinciden mayoritariamente (75 %) en destacar que el momento de más ruido es en los pasillos antes y después de la hora de recreo, así como durante los cambios de clase. Otros afirman que el momento más ruidoso es al final del día.

Fundamentalmente en el pasillo a la hora de los cambios de clase o entrada / salida de alumnos a primera y última hora. Se trata de momentos donde el estado de ánimo se ve más alterado y te encuentras en una situación de tensión más alta de lo habitual (Participante 4).

Asimismo, existen hasta siete quejas relacionadas con el ruido exterior, principalmente debido al tráfico (25 %) y a alumnos realizando las clases de Educación Física en el patio (20 %). En todos los casos, la queja sobre el ruido exterior se ve reforzada por la necesidad de abrir las ventanas (bien para regular o acondicionar la temperatura del aula, bien para oxigenar y mejorar la calidad del aire).

Cuando las ventanas están abiertas los sonidos de la calle (coches, ambulancias, obras, etc.) se oyen mucho y generan muchas distracciones y dificultades para realizar actividades participativas (Participante 14).

La situación que personalmente más me molesta es cuando se abren las ventanas por el calor y algún grupo está haciendo Educación Física en el patio (Participante 19).

Preguntados sobre estrategias para sofocar el ruido, los entrevistados informan que cierran puertas y ventanas para paliar ruido exterior, ya que no pueden hacer más. Sobre el ruido de actividad en clase, solo cinco profesores piden explícitamente silencio cuando los alumnos se descontrolan. Trece docentes bajan la voz o paran la clase a la espera que

los alumnos se calmen. Nueve optan por un aviso más punitivo como grito o castigo, aunque reconocen sensación de malestar. Tres entrevistados informan poner música relajante o hacer ejercicios de relajación antes de continuar.

Bajo la voz, los alumnos se autorregulan casi siempre. Si no funciona hago algo que los sorprenda, que no esperen de un profesor (salir sin decir nada de clase, entrar y volver a salir de forma seguida). Siempre me siento relajado y tranquilo (Participante 1).

Pongo música relajante y ellos van bajando el volumen (Participante 2).

A veces tengo que levantar la voz y noto que me desgasto la garganta; otras veces tengo que picar en la mesa o en la pizarra para que pongan atención y abucheo un poco. Resulta desagradable y frustrante (Participante 14).

En lo referente a las diferencias percibidas en función del nivel educativo y sensación en función de la actividad desarrollada, hay unanimidad en reconocer que en las clases magistrales el ruido afecta mucho más que en las actividades en grupo. Paradojalmente, resulta natural que las actividades en grupo producen mayores niveles acústicos. También aparece recurrente informar que contra más jóvenes son los alumnos, mayor nivel de ruido de actividad se produce.

Es curioso, pero cuando he trabajado por proyectos, no he tenido la sensación de contaminación acústica. Supongo porque previamente ya tenían unas directrices muy claras (Participante 7).

También suele ocurrir en actividades tipo debate en las que muchas veces es difícil el control de las intervenciones y todos quieren hablar al mismo tiempo (Participante 18).

Cinco de los docentes entrevistados afirman no sufrir ninguna consecuencia vocal en el desarrollo de su tarea profesional y dos docentes entrevistados reconocen tolerar el ruido, pero es cuando se mueven a un espacio silencioso que toman consciencia de ello. Por el contrario, el resto sí que informan problemas como afonías, sequedad u otros problemas de la voz, sobre todo en clases con muchos alumnos, cuando suman horas de clases magistrales o al final del día y de la semana.

A menudo noto que se me desgasta la voz porque tengo que ir subiendo el tono debido al alboroto. En algún momento he llegado a tener un principio de disfonía durante una clase, que notaba que perdía la voz y no podía hacer que una alumna me oyera a menos de un metro de distancia. Las sensaciones físicas que tengo cuando tengo que forzar la voz son tensión, picor y sequedad en la garganta que me provocan tos y malestar general. Suele pasar más cuando se hacen explicaciones demasiado largas y los alumnos se desconectan de lo que se está explicando (Participante 14).

Me afecta negativamente, mucho, es una sensación de aturdimiento a veces y de irritabilidad otros”, “A veces me quedo afónica o tengo dolor de garganta. Según las horas del día o los grupos clase tengo que forzar más la voz (Participante 15).

Esto es algo que he notado mucho a partir de ser Jefa de Estudios y el hecho de reducir mi docencia a la mitad. Desde hace tres cursos que no me he quedado ningún día sin voz. No es que antes me pasara muy a menudo, pero sí me sentía muchos días agotada y con pocas ganas de hablar después de las clases (Participante 20).

Sobre motivaciones para modificar el tono de voz, un profesor afirma no haber levantado nunca el tono mientras que el 95% ha sentido la necesidad de gritar alguna vez, y lo ha hecho. Las motivaciones principales son la indisciplina (n=6), el barullo (n=6) o un cúmulo de situaciones excepcionales (n=3). También se refiere el estado personal del docente como motivación.

Creo que me pasa cuando hay demasiado ruido y no tengo localizado el problema. Es decir, si el origen del ruido es uno o dos alumnos, resulta fácil abordar el problema, pero cuando es más generalizado que no puedes "acusar" a un niño/a, esta situación me puede llevar a dar algún grito (Participante 19).

Cuando he sentido la necesidad de alzar la voz, evidentemente el nivel de ruido en el aula era muy elevado y no he sido capaz de gestionar mis emociones. Creo que en mi caso está totalmente relacionado con mi estado anímico (preocupaciones, estrés, ...) (Participante 7).

En relación con el diseño del aula, la mitad de los profesores entrevistados se quejan de que las aulas de sus centros no cumplen los requisitos acústicos ideales. Destacan la necesidad de insonorizar mejor las aulas para evitar ruido exterior, así como sistemas para que el ruido interior no resuene tanto.

Quizá habría que poner algún material fonoabsorbente en algunas aulas del centro. Trabajo en un centro donde los techos son altos y si nos fijamos en algunas de las aulas del último piso, ¡aún más! (Participante 5).

Estar encerrados 6 horas al día en una clase pequeña, con ruido externo muy notable y temperaturas muy elevadas crea un ambiente poco acogedor. Si la clase está aislada de ruidos externos, se nota. Si resuena poco cuando alguien habla en voz baja, esto también es un punto a favor. Creo que son cuestiones que deberían tenerse en cuenta en el diseño de las aulas (Participante 8).

Hay una relación entre acústica y confort térmico. De cara a los meses de más calor tengo reticencias a la hora de abrir las puertas de clase para que circule el aire cuando el alumnado está muy hablador porque no quiero molestar a los compañeros de otras aulas (Participante 10).

Discusión y conclusiones

En general, los docentes tienen normalizada la contaminación sonora que soportan en el aula durante su actividad laboral. Con todo, se comprueba a partir de los participantes entrevistados que la acústica es un aspecto relevante que se debería mejorar en el diseño de las aulas para favorecer su trabajo y su salud.

El primer objetivo de nuestro estudio consistía en analizar de qué forma afecta la acústica del aula sobre los docentes, cómo la perciben y qué estrategias aplican para combatir el ruido. Los resultados obtenidos confirman que la acústica afecta a los docentes en especial por los ruidos externos (Bluyssen, 2017) y los ruidos de actividad (Sala y Rantala, 2016). Esta afectación es reportada en relación con la salud, en especial por afonías, malestar y estrés (Hadzi-Nikolova et al., 2013; Karjalainen et al., 2020; Mendes et al., 2016). Solo una cuarta parte de profesores entrevistados afirma no sentir consecuencias negativas, mientras que el resto lo perciben como situaciones de necesaria mejora en el diseño de las aulas para evitar problemas vocales y de estrés. Las estrategias para combatir el ruido

aparecen limitadas para las posibilidades que tienen: cerrar puertas y ventanas para el ruido exterior (lo que tiene repercusiones como calor en verano), y estrategias individuales dispares para combatir el ruido de actividad excesivo.

En relación al segundo objetivo, se confirma la hipótesis de que el diseño acústico de las aulas es mejorable. Se identifican los principales elementos a mejorar: falta de diseño arquitectónico que permita una mejor insonorización, así como diseños interiores con placas fonoabsorbentes para regular mejor el ruido. También se menciona la necesidad de controlar la reverberación (Zainudin et al., 2018). Los participantes ponen de relieve las limitaciones de los diseños y adaptación tecnológica actual: destacando que para regular aspectos como el confort térmico del aula o la calidad del aire que se respira en espacios cerrados a lo largo del día requiere abrir ventanas como única solución, lo que incrementa la contaminación acústica.

Esta investigación confirma que existe un problema indiscutible en lo que refiere a adaptación de los centros educativos a las condiciones ambientales ideales para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje (Mogas, Márquez y Palau, En prensa). Por consiguiente, una aproximación más tangible al concepto de aula inteligente o *smart classroom* se presenta como una posible solución al problema.

La principal limitación del presente trabajo es que –a causa de los objetivos predeterminados– no se ahonda en las soluciones propuestas, sino en la descripción del problema. Entre las soluciones como la aplicación de la tecnología, entre otras, la inteligencia artificial, es todavía emergente y en cierta medida experimental (Mogas et al., en prensa). Por consiguiente, futuras líneas de investigación de carácter técnico deben enfocarse en este sentido para poder ofrecer soluciones tecnológicas que permitan hacer las aulas más eficientes desde la regulación de los aspectos acústicos.

Referencias

- Bluyssen, P. M. (2017). Health, comfort and performance of children in classrooms – New directions for research. *Indoor and Built Environment*, 26(8), 1040–1050. <https://doi.org/10.1177/1420326X16661866>
- Cebrián, G., Palau, R., y Mogas, J. (2020). The Smart Classroom as a means to the development of ESD methodologies. *Sustainability*, 12(7), 3010. <https://doi.org/10.3390/su12073010>

- Hadzi-Nikolova, M., Mirakovski, D., Zdravkovska, M., Angelovska, B., y Doneva, N. (2013). Noise Exposure of School Teachers – Exposure Levels and Health Effects. *Archives of Acoustics*, 38(2), 259-264. <http://doi.org/10.2478/aoa-2013-0031>
- Karjalainen, S., Brännström, J. K., Christensson, J., Sahlén, B., y Lyberg-Åhlander, V. (2020). A Pilot Study on the Relationship between Primary-School Teachers' Well-Being and the Acoustics of their Classrooms. *International Journal of Environmental Research in Public Health*, 17, 2083. <https://doi.org/10.3390/ijerph17062083>
- Kitto, R. J., y Barnett, J. (2007). Analysis of thin online interview data. *American Journal of Evaluation*, 28(3), 356-368.
- Mendes, A. L. F., Lucena, B. T. L., De Araújo, A. M. G. D., Melo, L. P. F., Lopes, L. W., y Silva, M. F. B. L. (2016). Teacher's voice: vocal tract discomfort symptoms, vocal intensity and noise in the classroom. *CoDAS*, 28(2), 168-175. <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20162015027>
- Mogas, J., Márquez, M., y Palau, R. (En prensa). Condiciones ambientales en las aulas inteligentes: Conceptualización y principales necesidades en investigación. En E. López, D. Cobos, L. Molina, A. Jaén, y A. H. Martín (Eds.), *Claves para la innovación pedagógica ante los nuevos retos: respuestas en la vanguardia de la práctica educativa*. Octaedro.
- Mogas, J., Palau, R., Lorenzo, N., y Gallon, R. (En prensa). Developments for Smart Classrooms: Schools Perspective and Needs. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 12(4), art. 3. <http://doi.org/10.4018/IJMBL.2020100103>
- Mogas, J., y Palau, R. (En prensa). Classroom lighting and its effect on student learning and performance: Towards smarter conditions. En O. Mealha, M. Rehm, y T. Rebedea (Eds.), *Ludic, co-design and tools supporting smart learning ecosystems and smart education* (pp. 1-10). Smart Innovation, Systems and Technologies 197. Springer. http://doi.org/10.1007/978-981-15-7383-5_1
- Palau, R., y Mogas, J. (2019). Systematic literature review for a characterization of the smart learning environments. En A. M. Cruz, y A. I. Aguilar (Eds.), *Propuestas multidisciplinares de innovación e intervención educativa* (pp. 55-71). Universidad Internacional de Valencia.
- Sala, E., y Rantala, L. (2016). Acoustics and activity noise in school classrooms in Finland. *Applied Acoustics*, 114, 252-259. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.08.009>

- Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa*. Universidad de Antioquia.
- Youssef, R. S., Bard, D., Mahmoud, A. E., y Esa, N. M. (2014). Acoustical quality assessment of lecture halls at Lund University, Sweden. *43rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Internoise 2014)*, Australian Acoustical Society, 1382-1391.
- Zainudin, F. L., Mahamad, A. K., Saon, S., y Yahya, M. N. (2018). Prediction of Classroom Reverberation Time using Neural Network. *Journal of Physics: Conference Series*, 995, 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/995/1/012028>