

Transformació Digital de l'Educació a l'Era de la Intel·ligència Artificial: Una Revolució Imparable

**Cristina Valls Bautista
Josep Holgado Garcia
Luis Marqués Molías
Mireia Usart Rodríguez**

L'edició del present text ha estat possible gracies a la implicació de diferents institucions
Lo edición del presente texto ha sido posible gracias a la implicación de diferentes instituciones
The edition of this text has been possible thanks to the involvement of different institutions

INSTITUCIONS ORGANIZADORES
INSTITUCIONES ORGANIZADORAS / ORGANIZING INSTITUTIONS



INSTITUCIONS COL•LABORADORES
INSTITUCIONES COLABORADORAS / COLLABORATING INSTITUTIONS



Transformació Digital de l'Educació a l'Era de la Intel·ligència Artificial: Una Revolució Imparable

CRISTINA VALLS BAUTISTA

JOSEP HOLGADO GARCIA

LUIS MARQUÉS MOLÍAS

MIREIA USART RODRÍGUEZ

Dykinson, S.L.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970/932720407

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial

Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos

©Los autores

Madrid, 2024

Editorial DYKINSON, S.L.

Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid

Teléfono (+34) 915442846 - (+34) 915442869

e-mail: info@dykinson.com

<http://www.dykinson.es>

<http://www.dykinson.com>

ISBN: 978-84-1070-801-3

DOI: 10.14679/3500

Preimpresión:

New Garamond Diseño y Maquetación, S.L.

ÍNDICE

TRANSFORMACIÓ DIGITAL DE L'EDUCACIÓ A L'ERA DE LA INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL: UNA REVOLUCIÓ IMPARABLE	7
<i>Cristina Valls Bautista, Josep Holgado Garcia, Luis Marqués Molías y Mireia Usart Rodríguez</i>	
WEARABLES: UNA EINA TRANSFORMADORA DE L'EDUCACIÓ FÍSICA?.....	11
<i>Patricia Almira López, Oriol Nadal Solanas i Luis Marqués Molías</i>	
MODELOS EDUCATIVOS UNIVERSITARIOS CON USO DE TECNOLOGÍA: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	21
<i>Josep Calafell, Lara Martin-Vicario, Ramon Palau y Javier Bustos</i>	
EL PROJECTE EDUCLIMAD: LA TECNOLOGIA COM A FACILITADORA DE LA PARTICIPACIÓ CIUTADANA EN MATÈRIA DE CANVI CLIMÀTIC	37
<i>Gisela Cebrián Bernat i Núria Monterde Miralles</i>	
TutorIA: LA INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL A L'AULA D'FP	47
<i>Núria Ferré-Huguet i Narcís Almena Zarcero</i>	
¿ES IMPORTANTE LA TEMPERATURA DEL AULA?	55
<i>Gabriela Fretes y Ramon Palau</i>	
LA AUTOPERCEPCIÓ DE LA COMPETENCIA DIGITAL DOCENTE Y SUS POSIBILIDADES EN EL CONTEXTO EMERGENTE DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	63
<i>Melody García Correa, María Julia Morales González y Mercé Gisbert Cervera</i>	

L'ÚS DE LA INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL PER LA GENERACIÓ D'IMATGES EN UN TALLER TRANSDISCIPLINARI DE DISSENY D'ESPAIS EDUCATIUS	75
<i>Mariona Genís Viñals</i>	
EDUCATION IN POST-PANDEMIC CONTEXT: A CASE OF CENTRAL SWEDEN.....	89
<i>Konstantin Golpayegani y Soleiman Mohammadi Limaei</i>	
HERRAMIENTAS DE IA GENERATIVA: USO Y APROPIACIÓN PARA LA FORMACIÓN DOCENTE	107
<i>Fabián González Araya y Roxana Rebolledo Font de La Vall</i>	
LA BARRERA ENTRE DOCENTS I INVESTIGACIÓ EDUCATIVA: UN REPTE COMÚ.....	121
<i>Montse Guinovart-Pedescoll y Ramon Palau</i>	
INTEGRATING SMARTPHONE-BASED SENSORS FOR STRUCTURAL HEALTH MONITORING IN ENGINEERING EDUCATION	131
<i>Syedmilad Komarizadehasl, Mahyad Komary, Jose Turmo, Fidel Lozano y Ye Xia</i>	
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y GAMIFICACIÓN EN EDUCACIÓN. REVISIÓN SISTEMÁTICA.....	141
<i>Oana Gabriela Lautaru y Beatriz Lores-Gómez</i>	
¿CÓMO EL RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES PUEDE AYUDAR AL DOCENTE EN EL AULA?	151
<i>Cèlia Llurba y Ramon Palau</i>	
¿ES EL MOMENTO DE LA PERSONALIZACIÓN DEL APRENDIZAJE? RETOS Y OPORTUNIDADES DEL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	161
<i>David López-Villanueva, Raúl Santiago y Ramon Palau</i>	
LA RESSENYA DE LECTURA ACADÈMICA EN VÍDEO. UN ESTUDI EN LA FORMACIÓ DOCENT	175
<i>Àlicia Martí-Climent, Aina Reig i Carmen Rodríguez-Gonzalo</i>	

REPERCUSSIONS DE LA COVID-19 EN L'ESTUDI DE LES MATEMÀTIQUES DELS ALUMNES DE BATXILLERAT DE L'ESCOLA ANDORRANA. EFECTES DEL CANVI METODOLÒGIC DELS SEUS PROFESSORS	185
<i>Adoració Medina-Albós, Yolanda Colom Torrens y Núria Rosich Sala</i>	
XARXES PROFESSIONALS DE CONEIXEMENT PER CREAR MICROCERTIFICACIONS	201
<i>Mònica Moreno y Jordi Planella</i>	
AVALUACIÓ DE L'ACOMPANYAMENT DOCENT EN PROJECTES MAKER: DESENVOLUPAMENT I APLICACIÓ D'UNA RÚBRICA.....	213
<i>Oriol Nadal Solanas, Mireia Usart Rodríguez y Cristina Valls Bautista</i>	
DESAFÍOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN DE NIVEL MEDIO SUPERIOR	223
<i>Teresa Ordaz Guzmán, Teresa Guzmán Ordaz y Leticia Pons Bonals</i>	
DISEÑANDO EL FUTURO EN EDUCACIÓN. LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LOS CENTROS CATALANES: STATUS QUO	233
<i>Núria de Pedro González</i>	
METODOLOGÍAS ACTIVAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE: EL APRENDIZAJE-SERVICIO COMO ESTRATEGIA DE ÉXITO PARA LA MEJORA DE LA INCLUSIÓN	251
<i>Marta Queralt-Romero, Raul López-Vilar, Tania Molero-Aranda, José Luis Lázaro-Cantabrana y Mercè Gisbert-Cervera</i>	
LA INTEGRACIÓ DE LES TECNOLOGIES DIGITALS A L'APRENTATGE BASAT EN PROJECTES.....	265
<i>Aïda Ralda Baiges, José Luis Lázaro Cantabrana y Josep Holgado Garcia</i>	

DISEÑO DE RUTAS PARA EL APRENDIZAJE ADAPTATIVO DE IDIOMAS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA CONVERSACIONAL	279
<i>Roxana Rebolledo Font de la Vall y Fabián González Araya</i>	
EL PORTAFOLIS COM A EINA PEL DESENVOLUPAMENT DE LA COMPETÈNCIA DIGITAL DOCENT	295
<i>Anna Sánchez-Caballé, María Ángeles Llopis-Nebot, Sara Buils, Francesc M. Esteve-Mon, Gracia Valdeolivas-Novella, Virginia Viñoles-Cosentino</i>	
NOMADS: DOCUMENTAL TRANSMEDIA PRODUCIDO EN UN CENTRO DE SECUNDARIA	307
¿QUÉ OCURRE EN EL AULA? CÓMO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PUEDE AYUDAR AL PROFESORADO	321
<i>Oihane Unciti, Antoni Martínez-Ballesté y Ramon Palau</i>	
¿CÓMO PUEDE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL POTENCIAR LA EFICIENCIA EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y EL APRENDIZAJE EN LAS EMPRESAS?.....	331
<i>Natalia Tusquellas, Ramon Palau y Raúl Santiago</i>	

¿ES IMPORTANTE LA TEMPERATURA DEL AULA?

Gabriela Fretes

Doctoranda en Tecnología Educativa (Universitat Rovira i Virgili), España

Ramon Palau

Investigador en Tecnología Educativa (Universitat Rovira i Virgili), España

DOI: 10.14679/3538

Resumen

Para facilitar un aprendizaje efectivo, es esencial que el entorno escolar propicie un ambiente saludable y favorable. Investigaciones anteriores han resaltado el impacto positivo de las condiciones internas del aula, como la temperatura, la acústica y la iluminación, en el proceso de enseñanza y aprendizaje. No obstante, asegurar unas condiciones internas adecuadas puede ser un desafío que requiere un enfoque integral. La introducción de sistemas automatizados de monitoreo y ajuste de las condiciones ambientales podría contribuir significativamente a promover un entorno más saludable y productivo para todos los ocupantes del aula.

El objetivo de nuestro proyecto radica en analizar las condiciones ambientales en el aula para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, centrándonos en la temperatura y humedad. En un instituto de educación secundaria de la Provincia de Tarragona, implementamos un kit de sensores que incluye un ordenador de placa única, conocido como Raspberry Pi, para recopilar datos contextuales térmicos.

Este sistema de monitoreo representa un enfoque innovador para evaluar la calidad ambiental en el aula, de manera accesible para los docentes. La disponibilidad de esta información térmica, especialmente en tiempo real, puede servir como guía para tomar decisiones sobre la mejora del entorno. A una escala más amplia, este enfoque nos permite describir y analizar las condiciones ambientales en múltiples aulas e incentivar inversiones y cambios a nivel de administraciones educativas.

Abstract

To facilitate effective learning, it is essential that the school environment fosters a healthy and supportive atmosphere. Previous research has highlighted the positive impact of internal classroom conditions, such as temperature, acoustics, and lighting, on the teaching and learning process. However, ensuring suitable internal conditions can be a challenge that requires a comprehensive approach. Introducing automated monitoring and adjustment systems for environmental conditions could significantly contribute to promoting a healthier and more productive environment for all classroom occupants.

The aim of our project is to analyze classroom environmental conditions to enhance teaching and learning processes, focusing on temperature and humidity. In a secondary education institute in the Province of Tarragona, we implemented a sensor kit that includes a single-board computer, known as Raspberry Pi, to gather contextual thermal data.

This monitoring system is an innovative approach to assessing classroom environmental quality, accessible to educators. Obtaining this thermal information, especially in real-time, can serve as a guide for decision-making about environment improvement. On a broader scale, this approach allows us to describe and analyze environmental conditions in multiple classrooms and encourages investments and changes at the level of educational administrations.

Palabras clave

Condiciones ambientales, calidad ambiental interior, bienestar de los alumnos, estrés docente.

Keywords

Indoor Environmental Quality, Academic Performance, Well-being,

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto y problema a resolver

El entorno escolar desempeña un papel crucial en el proceso educativo, ya que tanto estudiantes como docentes pasan una cantidad significativa de tiempo en las aulas. Para promover un aprendizaje efectivo, es fundamental que este entorno fomente un ambiente saludable y propicio. Investigaciones anteriores han destacado la influencia positiva que pueden tener las condiciones interiores del aula, como las térmicas, acústicas y de iluminación, en la enseñanza y el aprendizaje (Choi, 2014; Lee, 2010).

Los docentes se enfrentan a una serie de demandas y responsabilidades en el entorno del aula, que incluyen la planificación y entrega de lecciones, la gestión del compor-

tamiento de los estudiantes y la evaluación del progreso académico. Además de estas tareas fundamentales, se espera que los docentes supervisen y mantengan las condiciones ambientales adecuadas en el aula. Thach et al. (2022) encontraron que una mayor satisfacción con la calidad del aire, el confort térmico, el ruido y la iluminación se correlaciona con una reducción del estrés laboral entre los docentes. Por otro lado, Dorizas et al. (2015) señalaron que conseguir unas condiciones interiores aceptables requiere una aceptación holística de todos los factores de forma simultánea, y cualquier modificación de estos provoca incomodidad y reduce la productividad en las aulas. Sin embargo, la incorporación de la supervisión manual de estas condiciones podría aumentar significativamente la carga de trabajo de los docentes y contribuir al estrés laboral. La implementación de un sistema automatizado de monitoreo y ajuste de las condiciones ambientales contribuiría a fomentar un ambiente más saludable y productivo para los ocupantes, sin crear una carga adicional para los docentes.

Las condiciones ambientales en el aula abarcan una serie de factores, siendo la temperatura uno de los más relevantes. Desde el siglo pasado, se ha investigado el impacto de la temperatura en el bienestar y rendimiento de los estudiantes (Earthman, 2002), junto con otras variables pertinentes. Por ejemplo, en 1931, la Comisión de Ventilación de Nueva York determinó que fuera del rango entre 19,4°C y 22,8°C, aumentaban los casos de enfermedad entre los alumnos. La mayoría de los estudios coinciden en que el confort térmico se alcanza dentro de un intervalo de aproximadamente 20°C a 26°C (Muñoz, 2018), lo que coincide con la Norma Europea EN 15251 para centros educativos. Por otro lado, la normativa estadounidense de la ASHRAE sugiere mantener la temperatura entre 20,8 °C y 23,9 °C en invierno, y entre 23,9 °C y 26,9 °C en verano, siempre que la humedad relativa interior se mantenga en o por debajo del 65% (ANSI/ASHRAE, 2017).

El entorno térmico en los espacios educativos es un factor crucial que influye en la salud y el bienestar de los estudiantes, según lo destacado por Wang et al. (2016). Desviaciones de los rangos aceptables de temperatura pueden aumentar el riesgo de malestar y enfermedades entre los estudiantes, incluyendo irritación ocular, fatiga y síntomas relacionados con el calor (Bidassey-Manilal, 2016). Además, la percepción de incomodidad térmica puede generar respuestas estresantes que afectan negativamente el proceso de aprendizaje (Amasuomo, 2016). La importancia de un entorno térmico adecuado también ha sido resaltada por Wang (2017) y Kim (2017), quienes proponen medidas específicas, como parámetros de diseño para sistemas de calefacción y la preferencia por temperaturas más frescas y el uso de aire acondicionado.

Por otro lado, la literatura respalda que el aumento de la temperatura tiene repercusiones adversas en la salud y el rendimiento académico. Las temperaturas elevadas, especialmente por encima de los 26 °C, han sido asociadas con fatiga y una disminución en el rendimiento laboral (Fujii et al., 2015; Gupta et al., 2018). Esta fatiga resultante puede deteriorar la calidad de la enseñanza y provocar ausentismo entre los

docentes (Leme & Maia, 2015). Además, altas temperaturas han sido relacionadas con una disminución en las emociones positivas y un aumento en las emociones negativas, así como con comportamientos agresivos en niños y adolescentes (Noelke et al., 2016; Younan et al., 2018).

En relación con esto, Uzelac et al. (2015) y Cui et al. (2013) sugieren que temperaturas más bajas y niveles reducidos de humedad pueden mejorar la concentración y motivación de los estudiantes, respectivamente. Sin embargo, las condiciones térmicas en el aula también afectan la percepción de los profesores, lo que influye en la calidad de la enseñanza y el comportamiento de los estudiantes (Biondi et al., 2015). Boix-Vilella (2021) destaca que tanto la temperatura como la humedad interior pueden influir en el estado de ánimo de los profesores y su percepción del comportamiento estudiantil, lo que subraya la importancia de un entorno térmico adecuado en el entorno educativo.

1.1.1. Posibles soluciones

A medida que las tecnologías de la cuarta revolución industrial avanzan (Mogas-Recalde, 2021), la optimización de las condiciones ambientales se vuelve crucial para crear entornos de aprendizaje eficientes y emocionalmente saludables, para estudiantes y docentes, así como más sostenibles. Una posible solución radica en la transición de las aulas tradicionales hacia las aulas inteligentes o smart classrooms, concebidas por Palau y Mogas (2019) como espacios de aprendizaje que comprenden tres dimensiones: condiciones ambientales (arquitectura, mobiliario y factores ambientales interiores), procesos pedagógicos (contenidos, enseñanza y aprendizaje, sistemas de apoyo), y tecnología (*hardware*, dispositivos, *software*, nuevos paradigmas como Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas...).

El presente estudio se desarrolló en un entorno educativo diverso y dinámico, caracterizado por un creciente interés en el bienestar de estudiantes y docentes. La investigación se llevó a cabo en un Instituto de Educación Secundaria (IES) ubicado en una pequeña ciudad de alrededor de 33000 habitantes, a 19 km de Tarragona, Catalunya. El proyecto de investigación se inició durante el curso académico 2022-23 con un estudio piloto, el cual fue seguido por un estudio más completo y mejorado desde septiembre de 2023, hasta la actualidad.

El estudio cuenta con la participación de 76 estudiantes, con edades comprendidas entre los 12 y los 18 años, lo que abarca diferentes niveles educativos. Entre los participantes se incluyen dos grupos de primer año de secundaria, un grupo de cuarto año, dos grupos de primer año de bachillerato y otro de segundo año. El tamaño promedio de cada curso es de aproximadamente 24 alumnos/as, con un rango que va desde 12 hasta 32 estudiantes. Se garantiza un equilibrio de género en todos los grupos. Además, tres profesoras forman parte del estudio.

1.2. Objetivos del proyecto

El objetivo del proyecto es analizar las condiciones ambientales en el aula para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, en concreto la temperatura y humedad interior del aula.

Nuestro estudio aborda esta temática mediante el uso de tecnología basada en Internet de las cosas, que incluye un kit con sensores ubicado en el aula para medir las condiciones ambientales, entre ellas, la temperatura y humedad del aula. Al comprender cómo estas variables pueden cambiar según diversos factores, como la hora del día, la asignatura, la actividad educativa realizada o el número de estudiantes en el aula es posible optimizar el ambiente y el proceso de E-A.

La implementación de un sistema automatizado de monitoreo y ajuste de la temperatura / humedad ambientales no solo fomentaría un ambiente más saludable y productivo para los ocupantes, sino que también aliviaría la carga de trabajo de los docentes, permitiéndoles enfocarse en sus responsabilidades fundamentales de enseñanza y aprendizaje.

1.3. Herramientas/estrategias/instrumentos

Para medir las variables ambientales objeto de estudio, empleamos un dispositivo compuesto por un ordenador de placa única conocido como Raspberry Pi, el cual está equipado con varios sensores destinados a captar variables contextuales. Todos estos sensores están interconectados mediante cables y forman parte integral del kit (Batista et al., 2023). Este dispositivo se instaló en un punto estratégicamente seleccionado dentro del aula para garantizar la máxima eficacia en la monitorización de los parámetros ambientales. La ubicación fue elegida basándose en criterios de circulación de aire y exposición mínima a fuentes directas de calor o luz, lo que permite una recolección de datos más precisa y representativa.

Los datos recogidos por los sensores son enviados automáticamente a una plataforma web, donde se pueden acceder en tiempo real y se mantienen almacenados durante varias semanas. Además, existe la opción de descargar estos datos para análisis posteriores.

1.4 Evidencias del impacto

Este estudio, aún en curso, revela diversas implicaciones que podrían beneficiar significativamente a estudiantes, docentes y administraciones educativas, subrayando la relevancia de las variables ambientales.

En primer lugar, hemos observado que la temperatura en el aula durante el otoño oscila entre 27,5 °C y 30,6 °C, cifras que superan los estándares recomendados para esta estación. Esta condición aumenta la probabilidad de que estudiantes y docentes experimenten disconfort térmico, fatiga y dificultades de concentración, afectando ne-

gativamente su bienestar general. Respecto a la humedad, que se ha registrado entre el 36,3% y el 51,3%, hemos notado que los niveles superiores al 40% resultan incómodos.

En segundo lugar, el sistema de monitoreo que estamos implementando constituye un método innovador para evaluar la calidad ambiental del aula de manera accesible para los docentes. Al proporcionar esta información en tiempo real, el sistema no solo facilita la toma de decisiones enfocadas en mejorar el ambiente escolar, sino que lo hace sin añadir cargas adicionales a las responsabilidades ya existentes del profesorado.

Por último, en una escala más amplia, el sistema nos permite analizar de forma sistemática las condiciones ambientales de las aulas. Esto facilitaría la propuesta de mejoras específicas en la infraestructura, las cuales tendrían un impacto positivo en el rendimiento académico y el bienestar tanto de estudiantes como de docentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amasuomo, T.T., y Amasuomo, J.O. (2016). Perceived Thermal Discomfort and Stress Behaviours Affecting Students' Learning in Lecture Theatres in the Humid Tropics. *Buildings*, 6(2), 18. <https://doi.org/10.3390/buildings6020018>
- Batista, E., Huera, F., Martínez, A., Rossell, J., y Solanas, A. (2023). *El projecte ACTUA Investigant la transmissibilitat dels virus respiratoris a les aules*. Universitat Rovira i Virgili (URV).
- Bidassey-Manilal, S., Wright, C., Engelbrecht, J., Albers, A., Garland, R., y Matooane, M. (2016). Students' Perceived Heat-Health Symptoms Increased with Warmer Classroom Temperatures. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(6), 566. <https://doi.org/10.3390/ijerph13060566>
- Biondi, D., Neto, L., Martini, A., y Marques de Lima Neto, E. (2015). Uma Introdução ao Conforto Termo-Ambiental do Colégio Estadual Santa Gemma Galgani, Curitiba, Paraná, Brasil. *Floresta*, 45, 409–420. <https://doi.org/10.5380/rf.v45i2.16796>
- Boix-Vilella S., Saiz-Clar E., León-Zarceño E., y Serrano, M.A. (2021). Influence of Air Temperature on School Teachers' Mood and the Perception of Students' Behavior. *Sustainability*, 13(17), 9707. <https://doi.org/10.3390/su13179707>
- Choi, S., Guerin, D. A., Kim, H., Kulman Brigham, J., y Bauer, T. (2014). Indoor Environmental Quality of Classrooms and Student Outcomes: A Path Analysis Approach. *Journal of Learning Spaces*, 2(2). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1152654.pdf>
- Cui, W., Cao, G., Park, J., Ouyang, Q., y Zhu, Y. (2013). Influence of indoor air temperature on human thermal comfort, motivation and performance. *Building and Environment*, 68, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.06.012>
- Dorizas, P. V.; Assimakopoulos, M. N., y Santamouris, M. (2015). A holistic approach for the assessment of the indoor environmental quality, student productivity, and energy

- consumption in primary schools. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(1), 259. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4503-9>
- Earthman, G. I. (2002). *School Facility Conditions and Student Academic Achievement*. UCLA: Institute for Democracy, Education, and Access. <https://escholarship.org/uc/item/5sw56439>
- Fujii, H., Fukuda, S., Narumi, D., Ihara, T., y Watanabeet, Y. (2015). Fatigue and sleep under large summer temperature differences. *Environmental Research*, 138, 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.02.006>
- Gupta, R., O’Brien, J., Howard, A., y Cudmore, T. (2018). *Improving Productivity in the Workplace: Lessons Learnt and Insights from the Whole Life Performance Plus Project*. Oxford Brookes University.
- Kim, J., y de Dear, R. (2017). Thermal comfort expectations and adaptive behavioural characteristics of primary and secondary school students. *Building and Environment*, 127, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.10.031>
- Lee J., Shute, y V. J. (2010). Personal and social-contextual factors in K-12 academic performance: an integrative perspective on student learning. *Educational Psychologist*, 45(3), 185–202. <https://doi.org/10.1080/00461520.2010.493471>
- Leme, A., y Maia, I. (2015). Evaluation of Fatigue at Work in Teachers using Modern Resources in the Classroom. *Procedia Manufacturing*, 3, 4852–4859. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.601>
- Mogas-Recalde, J. (2021). Resumen de la tesis doctoral «Smart Classrooms i l’adveniment de la Quarta Revolució Industrial: anàlisi dels factors clau per al disseny d’aules intel·ligents». *UTE Teaching & Technology (Universitas Tarraconensis)*, 1(3), 61. <https://doi.org/10.17345/ute.2020.3.2996>
- Muñoz, C. A. (2018). Diseño pasivo de aulas escolares para el confort térmico, desde una perspectiva para el cambio climático. *Arquitecturas del Sur*, 36(54), 70–83. <https://doi.org/10.22320/07196466.2018.36.054.06>
- Noelke, C., McGovern, M., Corsi, D.J, Jimenez, M.P, Stern, A., Wing, I.S, y Berkman, L. (2016). Increasing ambient temperature reduces emotional well-being. *Environmental Research*, 151, 124–129. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.06.045>
- 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* (55–71). Universidad Internacional de Valencia.
- Uzelac, A., Gligoric, N., y Krco, S. (2014). A comprehensive study of parameters in physical environment that impact students’ focus during lecture using Internet of Things. *Computers in Human Behavior*, 53, 427–43. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.023>

- Wang, D., Jiang, J., Liu, Y., Wang, Y., Xu, Y., y Liu, J. (2017). Student responses to classroom thermal environments in rural primary and secondary schools in winter. *Building and Environment*, 115, 104–117. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.01.006>
- Wang, M., y Degol, J. L. (2016). School climate: a review of the construct, measurement, and impact on student outcomes. *Educational Psychology Review*, 28(2), 315–352. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9319-1>
- Younan, D., Li, L., Tuvblad, C., Jun Wu, J., Lurmann, F., Franklin, M., Berhane, K., McConnell, R., Wu, A.H., Baker, L.A., y Chen, J.C. (2018). Long-term ambient temperature and externalizing behaviors in adolescents. *American Journal of Epidemiology*, 187(9), 1931–1941. <https://doi.org/10.1093/aje/kwy104>