



# ¿Puede la luz de color ayudar a mejorar el aprendizaje de la competencia lingüística escrita?

## Can colored light help improve the learning of written language proficiency?

**José Quiles-Rodríguez\***

Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional, Sevilla, España  
<https://orcid.org/0000-0003-4285-9457> | [jquirod512@g.educaand.es](mailto:jquirod512@g.educaand.es)

**Ramon Palau**

Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España  
<https://orcid.org/0000-0002-9843-3116> | [ramon.palau@urv.cat](mailto:ramon.palau@urv.cat)

\*Autor de contacto.

Recibido: 05/03/2024 Aceptado: 29/04/2024

### Resumen

Los colores de los entornos educativos influyen en el proceso de aprendizaje de los alumnos. Tradicionalmente esto se ha tenido en cuenta y se ha estudiado, pero sin la sistematicidad necesaria como para extraer conclusiones prácticas. Sin embargo, la tecnología actual, luz emitida por los diodos (LED), permite generar una fuente de "luz de color" cuyo carácter dinámico permite adaptarla a las necesidades de cada proceso educativo. En este estudio analizamos la influencia de esta "luz de color" en la competencia lingüística escrita del alumnado de primaria. Para ello, utilizamos un método cuasi-experimental con un grupo de control basado en un diseño equivalente de materiales, que tuvo lugar en un colegio rural de educación primaria. Se diseñaron cuatro escenarios de "luz de colores", sirviendo el primero de ellos como pretest. Se tomaron valores repetidos de expresión y comprensión escritas, observando su variación según la exposición a diferentes escenarios de "luz de color". Los resultados del estudio muestran una mayor significación en la expresión que en la comprensión. El dinamismo de la tecnología de la "luz de color" resulta interesante ser tenido en cuenta para su aplicación en el aula.

### Palabras clave

Luz de color, entorno de aprendizaje, competencia lingüística, entorno de clase, iluminación dinámica.

**Abstract**

The colours of educational environments influence the learning process of students. Traditionally, this has been taken into account and studied, but without the necessary systematisation to draw practical conclusions. However, current technology, light emitted by diodes (LEDs), makes it possible to generate a source of "coloured light" whose dynamic character makes it possible to adapt it to the needs of each educational process. In this study we analyse the influence of this "coloured light" on the written linguistic competence of primary school pupils. For this purpose, we used a quasi-experimental method with a control group based on an equivalent design of materials, which took place in a rural primary school. Four "coloured light" scenarios were designed, the first one serving as a pretest. Repeated values of written expression and comprehension were taken, observing their variation according to exposure to different "coloured light" scenarios. The results of the study show a greater significance in expression than in comprehension. The dynamism of the "coloured light" technology is interesting to be taken into account for its application in the classroom.

**Keywords**

Colored lighting, educational environment, linguistic competence, classroom environment, dynamic lighting.

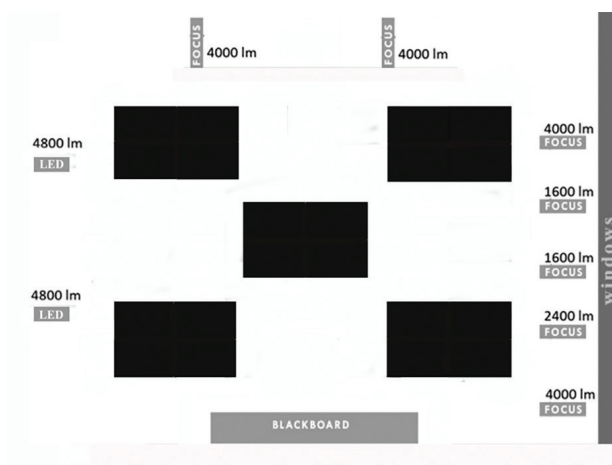
**1. Descripción del contexto**

La situación experimental actual ha llevado a cabo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2023 con alumnado de quinto curso de primaria de un colegio público de entorno rural en el centro de Andalucía, sur de España. El índice socioeconómico es medio, con gran predominio de actividad agrícola y sector servicios. Con una participación prevista de 58 alumnos, finalmente uno de los grupos control ha tenido que ser excluido de la investigación por la introducción de variables extrañas muy distorsionantes en el resultado y derivadas de una incorrecta aplicación de las pruebas, quedando finalmente 38 alumnos/as. Así, de los 2 grupos-clase estudiados, 1 grupo ha constituido el grupo experimental mientras que el otro ha servido como grupo control. El investigador principal ha tenido diferentes reuniones de coordinación con el profesorado (tutoras de cada uno de los grupo-clase) encargado de pasar los test-pruebas en contexto ordinario de clase, aunando criterios registrados documentalmente para la realización de la situación experimental. En ningún momento se dio información previa al alumnado sobre la finalidad ni estado de investigación, presentándose por parte de los tutores como una prueba estándar de clase, huyendo así del efecto Hawthorne o motivación.

Para el acondicionamiento tecnológico del aula experimental se han colocado varios focos LED de colores en el aula-clase ordinaria, junto a unas tiras con la misma tecnología, garantizando una distribución homogénea de la luz según aparece en la figura 1. Dicha alteración lumínica mediante LED de color ha sido combinada con la luz fluorescente habitual de la clase, y con una pequeña incidencia de luz natural. Esta incidencia de luz natural combinada con artificial es recomendada por muchos autores (Mogas-Recalde & Palau, 2021), pero puede introducir variables extrañas cambiantes y dependientes del tiempo atmosférico. Por ello, en este caso se ha reducido mucho su afectación, procurando sólo pequeñas aperturas de persianas que eviten la sensación

de “asfixia del entorno” manifestada por el alumnado. Día a día se han realizado mediciones en todas las mesas de trabajo de los grupos de alumnos/as de cada clase, previamente a la realización de los test-pruebas y sin la presencia del alumnado. Para ello se ha utilizado un smartphone con la aplicación "evo lightspectrum pro". En las mediciones, en paralelismo con las investigaciones de Quiles-Rodríguez & Palau (2024), se han tenido en cuenta 3 valores: la luminosidad (expresada en lux -lx-), la temperatura de color correlativa CCT (expresada en kelvin -K-) y el color de la luz (expresado en nanómetros -nm-). Se ha realizado la media de todos los resultados obtenidos en cada grupo de mesas, resultando una media total de clase para cada escenario lumínico, siendo estos natural-verde-violeta-naranja para el grupo experimental, y tan sólo natural para el grupo control. Los resultados de las mediciones se muestran en las tablas 1 (media global de todos los valores en el aula del grupo experimental) y tabla 2 (media global de todos los valores en el aula del grupo control).

**Figura 1.** Colocación de las tiras y focos LED en el aula experimental



**Tabla 1.** Media de mediciones lumínicas en el grupo experimental

Escenario de luz natural	Escenario de luz naranja	Escenario de luz verde	Escenario de luz violeta
980 lx	775 lx	907 lx	846 lx
3963 K	3502 K	4239 K	4004 K
Longitud de onda: valores máximos en 660nm	Longitud de onda: valor máximo en 720nm	Longitud de onda: valor máximo en 520nm	Longitud de onda: valores máximos en 360nm

**Tabla 2.** Media de mediciones lumínicas en el grupo control

Escenario de luz natural 1	Escenario de luz natural 2	Escenario de luz natural 3	Escenario de luz natural 4
976 lx	992 lx	1008 lx	975 lx
4004 K	3901 K	4010 K	3953 K
Longitud de onda: valores máximos en 670nm	Longitud de onda: valores máximos en 660nm	Longitud de onda: valores máximos en 650nm	Longitud de onda: valores máximos en 660nm

### 1.1. Consideraciones éticas

En cumplimiento del Reglamento General de Protección de Datos 679 (2016) y de la Ley Orgánica 3 (2018) se ha solicitado y obtenido el consentimiento expreso e informado de los tutores legales de los menores de 14 años que participan en el estudio. Cualquier difusión del estudio será de forma anonimizada. La Universidad Rovira i Virgili, a través de su Comité Ético de Investigación sobre Personas, Sociedad y Medio Ambiente (CEIPSA) ha dado su aprobación previa solicitud documentada.

## 2. Problema que se pretende resolver

El color conformante de elementos físicos dentro del espacio educativo (paredes, techos, mobiliario, etc.) ha sido muy estudiado desde mediados del siglo XX (Quiles-Rodríguez & Palau, 2023). La evolución natural de estos estudios hacia una “luz de color” proveniente de las posibilidades de la tecnología LED, aún es escasa (Quiles-Rodríguez & Palau, 2024). Quizá por ello, a pesar de artículos que encuentran relación entre el color tradicional y el aprendizaje lingüístico del alumnado (Barrett et al., 2017; Gilavand, 2016; Vidal-Rojas & Vera-Avenidaño, 2020), o incluso otros que ven dicha vinculación amparados en terminología algo más ambigua como “rendimiento escolar” (Ackah-Jnr & Danso, 2019; Cheryan et al., 2014; Lee et al., 2021; Sántha, 2019), tan sólo Suh et al. (2020) y Quiles-Rodríguez & Palau (2024) aluden a las posibilidades de mejora del rendimiento académico con la iluminación de color en el aula. Esto, unido a la falta de pruebas sólidas que permitan aprovechar las posibilidades del dinamismo propio de esta tecnología de luz, nos permite enunciar un problema de investigación factible, interesante, novedoso, ético y relevante, según Eschenhagen et al. (2018). Expresamos el mismo a través de las siguientes preguntas:

- P1: ¿Contribuyen los escenarios de “luz de color” al desarrollo de la competencia lingüística escrita en el alumnado?
- P2: ¿Favorecen los escenarios de “luz de color” la comprensión escrita en el alumnado?
- P3: ¿Influyen los escenarios de “luz de color” en una mejora de la expresión escrita en el alumnado?
- P4: ¿Añade algún valor la utilización de las posibilidades dinámicas de la tecnología LED para el desarrollo de la competencia lingüística escrita en el alumnado?

### 3. Objetivos del proyecto

Una vez identificado el problema de investigación a nivel micro y con implicaciones tanto teóricas como prácticas, es necesario establecer los objetivos que se pretenden alcanzar (Sánchez Vera, 2018). Coherentes con los términos de la formulación del problema, nuestros objetivos generales serán dos, en línea con la clasificación tradicional de objetivos establecida por Reeves (2006), que distingue seis tipos de objetivos (teóricos, empíricos, interpretativistas, postmodernos, de desarrollo y orientados a la acción). El primer objetivo es de tipo empírico y pretende establecer procesos de trabajo en educación verificando conclusiones relacionadas con diversas teorías de enseñanza y aprendizaje. El segundo objetivo también es de tipo empírico y se aproxima a lo que se entiende por tipología teórica. Aunque la medición del segundo objetivo no es tan directa como en el caso del primero, puede lograrse mediante una síntesis lógica de los datos empíricos obtenidos, lo cual es característico de esta tipología. Así, son formulados como sigue:

- OG1: Estudiar los escenarios de luz de color que favorecen las diferentes dimensiones de la competencia lingüística escrita del alumnado de educación primaria.
- OG2: Explorar el potencial del “color dinámico” en escenarios de “luz de color” para el desarrollo de la competencia lingüística escrita del alumnado de educación primaria.

### 4. Herramientas, estrategias e instrumentos

Para el desarrollo de la situación experimental se tomaron mediciones de la variable dependiente (competencia lingüística escrita) y sus dimensiones (expresión escrita, comprensión escrita) en cuatro momentos diferentes. El primero de ellos, denominado “escenario natural” (mezcla de luz natural exterior y luminaria habitual del aula), actúa como pretest, mientras que los otros tres momentos experimentales, definidos como escenarios “verde”, “violeta” y “naranja” respectivamente, se basan en el estudio original de Suh et al (2020). Estos tres últimos escenarios han minimizado la incidencia de luz natural exterior, procurando así estabilidad lumínica frente al cambiante tiempo atmosférico. Todas las mediciones se han replicado en un grupo control no aleatorizado exactamente en el mismo momento temporal, aunque estableciendo únicamente los escenarios definidos anteriormente como “naturales”. Se trata, por tanto, de un estudio cuasiexperimental con pretest y grupo control.

Queda ya expresado que la variable dependiente es la “competencia lingüística escrita”, aunque para su medición usamos dos dimensiones más directamente valorables como son la “comprensión escrita” y la “expresión escrita”. Ello, además de necesario, nos aporta resultados diferenciados como observaremos más adelante, pues la incidencia de la “luz de color” es desigual según se trate de proceso comprensivo o expresivo.

En relación a las actividades o “instrumentos de recogida de datos”, mientras que Quiles-Rodríguez & Palau (2024) usaban únicamente la prueba estandarizada de la Junta de Andalucía del año 2018 (Agencia Andaluza de Evaluación Educativa [AGAEVE], 2018), ahora los instrumentos de recogida de datos emplean una mezcla adaptada a la

edad de 10 años y equitativa en su selección de las pruebas de los años 2017, 2018, 2019 (AGAEVE, 2017; 2018; 2019), pretendiendo evitar el efecto memoria que existe (Chacón-Moscoso & Saduvete-Chaves, 2018), y ello a pesar de la separación temporal de las pruebas (primera de ellas en el mes de octubre, y distante un mes de las misma el resto de las otras tres, separadas entre ellas por dos semanas cada una).

Esto nos exige un especial cuidado en la equivalencia de cada prueba pasada, pues aun siendo diferentes los textos dados según AGAEVE (2017; 2018; 2019), la cantidad de preguntas, su tipología, la equivalencia de textos y la valoración de cada ítem, deben ser altísimamente similares para evitar distorsión en los datos obtenidos. Así, todas las pruebas han consistido en una primera sección de lectura y posterior batería de cinco preguntas sobre la comprensión de la misma (preguntas de respuesta abierta, elección de síntesis, expresiones de vocabulario, definiciones y detección de afirmaciones verdaderas o falsas), valorándose esta sección con 22 puntos. A posteriori, una segunda sección de elaboración escrita de un texto se ha valorado con 12 puntos, en una valoración de sus aspectos sintácticos, semánticos, ortográficos y formales.

Igualmente, para minimizar el efecto Hawthorne o de motivación la instalación de "luz de color" ha estado presente en el aula durante varias semanas previas a la situación experimental, utilizándose a demanda del profesorado y según sus propias circunstancias contextuales.

## 5. Evidencias del impacto

Las evidencias del impacto son presentadas en cuatro subepígrafes, siendo los tres primeros un análisis tanto de varianza interna en el grupo experimental, como comparativo entre experimental y control. El último de los subepígrafes se presenta a modo de conclusiones sobre el impacto demostrado con los datos previos. En cualquier caso, advertimos que las muestras son analizadas desde su no parametricidad, tratando de asegurar los resultados y sus posibles generalizaciones.

### 5.1. Comprensión escrita

Los resultados de varianza mostrados en la tabla 3 no arrojan un valor "p" significativo que permita una generalización de resultados. El posterior desglose mediante post hoc de Conover de la tabla 4, y su correspondiente gráfica mostrada en la figura 2, tampoco muestran resultados generalizables. La tabla 5, donde se comprueba la evolución comparativa del grupo experimental y control en los distintos escenarios, sí muestra como la desigualdad inicial del escenario "natural" se va reduciendo con la "luz de color", aunque las diferencias tampoco llegan a ser significativas. La figura 3 da una imagen gráfica de esto último.

**Tabla 3.** Test de Friedman (varianza) para comprensión escrita

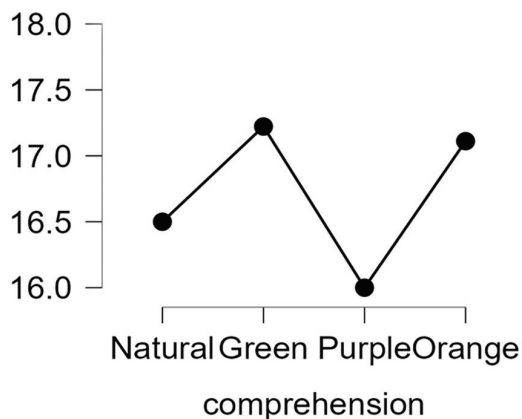
Factor	Chi-Squared	df	P	Kendall's W
Comprensión escrita	3.639	3	0.303	0.067

**Tabla 4.** Post hoc de Conover para comprensión escrita

		T-Stat	Df	p
Escenario de luz natural	Escenario de luz verde	0.970	51	0.337
	Escenario de luz violeta	0.693	51	0.491
	Escenario de luz naranja	0.832	51	0.410
Escenario de luz verde	Escenario de luz violeta	1.663	51	0.102
	Escenario de luz naranja	0.139	51	0.890
Escenario de luz violeta	Escenario de luz naranja	1.525	51	0.134

Nota. Agrupado por temas.

**Figura 2.** Gráfico sobre varianza de comprensión escrita

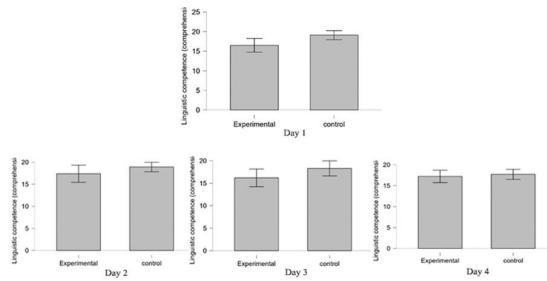


**Tabla 5.** Análisis comparativo con grupo control (comprensión escrita)

	Test	Statistic	P	Effect Size	SE Effect Size
Escenario de luz natural	Mann-Whitney	101.500	0.022	-0.436	0.188
Escenario de luz verde	Mann-Whitney	157.000	0.358	-0.174	0.185
Escenario de luz violeta	Mann-Whitney	126.000	0.075	-0.334	0.185
Escenario de luz naranja	Mann-Whitney	174.000	0.661	-0.084	0.185

Nota. Para la prueba t de Student, el tamaño del efecto viene dado por la d de Cohen. Para la prueba Mann-Whitney, el tamaño del efecto viene dado por la correlación biserial de rangos.

**Figura 3.** Gráfica comparativa con grupo control en cada escenario de luz de color (comprensión escrita)



### 5.2. Expresión escrita

La varianza del grupo experimental respecto a esta dimensión sí es significativa tal como muestra el valor “p” en la tabla 6, pudiendo concretar más gracias al post hoc visible en la tabla 7, donde todos los escenarios de “luz de color” aparecen con diferencias significativas respecto al natural. La gráfica de la figura 4 permite una rápida contemplación de lo indicado. El análisis comparativo mostrado en la tabla 8 (gráficamente figura 5), sin mostrar tampoco valores “p” generalizables, sí que nos deja observar como el tamaño de efecto en favor del grupo control en el escenario natural, es revertido en los sucesivos escenarios de “luz de color”, incluso con diferencias bastante acusadas en el escenario de “luz naranja”.

**Tabla 6.** Test de Friedman (varianza) para expresión escrita

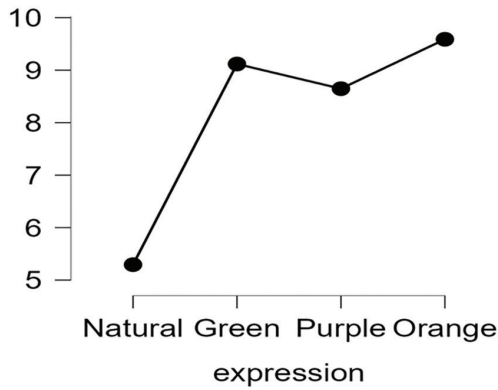
Factor	Chi-Squared	df	P	Kendall's W
Expresión escrita	21.257	3	< .001	0.417

**Tabla 7.** Post hoc de Conover para expresión escrita

		T-Stat	Df	p
Escenario de luz natural	Escenario de luz verde	3.425	48	0.001
	Escenario de luz violeta	3.215	48	0.002
	Escenario de luz naranja	4.263	48	< .001
Escenario de luz verde	Escenario de luz violeta	0.210	48	0.835
	Escenario de luz naranja	0.839	48	0.406
Escenario de luz violeta	Escenario de luz naranja	1.048	48	0.300

Nota. Agrupado por temas.

**Figura 4.** Gráfico sobre varianza de expresión escrita

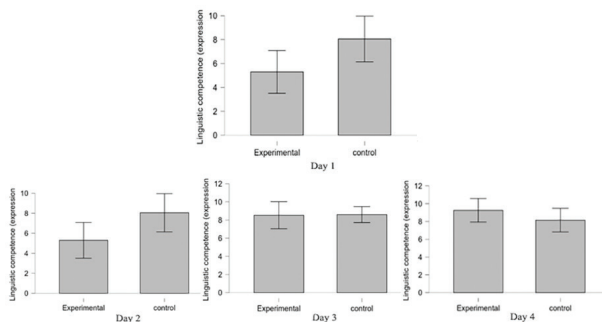


**Tabla 8.** Análisis comparativo con grupo control (expresión escrita)

	Test	Statistic	P	Effect Size	SE Effect Size
Escenario de luz natural	Mann-Whitney	100.000	0.033	-0.412	0.191
Escenario de luz verde	Mann-Whitney	217.000	0.451	0.142	0.185
Escenario de luz violeta	Mann-Whitney	207.000	0.640	0.089	0.185
Escenario de luz naranja	Mann-Whitney	247.000	0.108	0.300	0.185

Nota. Para la prueba t de Student, el tamaño del efecto viene dado por la d de Cohen. Para la prueba Mann-Whitney, el tamaño del efecto viene dado por la correlación biserial de rangos.

**Figura 5.** Gráfica comparativa con grupo control en cada escenario de luz de color (comprensión escrita)



### 5.3. Competencia lingüística escrita

Ya expresada cada una de las dimensiones que constituyen la competencia lingüística escrita, los resultados de esta se ven determinados por los de aquellas. Así, el valor "p" del grupo experimental vuelve a ser significativo (tabla 9), mostrando el post hoc que esto es así en los binomios natural-verde y natural-naranja (tabla 10 y figura 6). El análisis comparativo de la tabla 11 (gráficamente figura 7) nos permite observar como el tamaño de efecto en favor de grupo control es revertido muy levemente en el escenario verde, y algo más pronunciado en el naranja (aún sin ser tampoco significativo).

**Tabla 9.** Test de Friedman (varianza) para competencia lingüística escrita

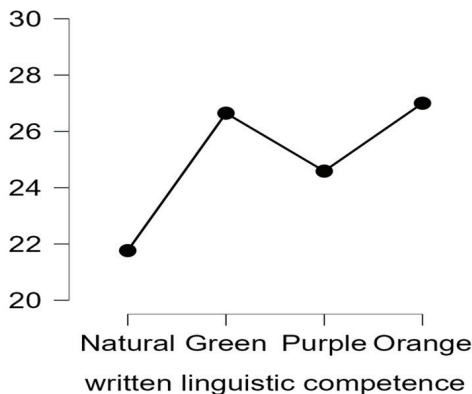
Factor	Chi-Squared	df	P	Kendall's W
Competencia lingüística escrita	18.925	3	< .001	0.371

**Tabla 10.** Post hoc de Conover para competencia lingüística escrita

		T-Stat	Df	p
Escenario de luz natural	Escenario de luz verde	3.481	48	vv
	Escenario de luz violeta	1.706	48	0.094
	Escenario de luz naranja	3.823	48	< .001
Escenario de luz verde	Escenario de luz violeta	1.775	48	0.082
	Escenario de luz naranja	0.341	48	0.734
Escenario de luz violeta	Escenario de luz naranja	2.116	48	0.040

Nota. Agrupado por temas.

**Figura 6.** Gráfico sobre varianza para competencia lingüística escrita

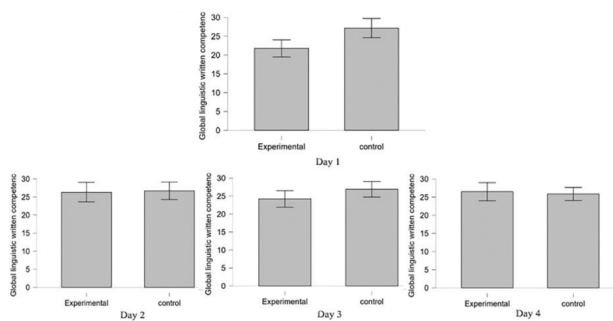


**Tabla 11.** Análisis comparativo con grupo control (competencia lingüística escrita)

	Test	Statistic	P	Effect Size	SE Effect Size
Escenario de luz natural	Mann-Whitney	100.000	0.033	-0.412	0.191
Escenario de luz verde	Mann-Whitney	217.000	0.451	0.142	0.185
Escenario de luz violeta	Mann-Whitney	207.000	0.640	0.089	0.185
Escenario de luz naranja	Mann-Whitney	247.000	0.108	0.300	0.185

Nota. Para la prueba t de Student, el tamaño del efecto viene dado por la d de Cohen. Para la prueba Mann-Whitney, el tamaño del efecto viene dado por la correlación biserial de rangos.

**Figura 7.** Gráfica comparativa con grupo control en cada escenario de luz de color (competencia lingüística escrita)



#### 5.4. Conclusiones sobre el impacto y sostenibilidad futura

A partir de la información presentada en los apartados anteriores, es evidente que la influencia de los escenarios de "luces de colores" habilitados por la tecnología LED sobre las competencias lingüísticas de los alumnos es real, tal y como indicaron previamente Quiles-Rodríguez & Palau (2024). Parece que existen diferencias cuando se trata de comprensión o expresión, siendo los resultados más pronunciados en el caso de esta última dimensión. En concreto, en el análisis comparativo y en el análisis de varianza, el escenario "luz naranja" parece ser el más favorable para el desarrollo de la expresión escrita (incluso con valores generalizables en cuanto a su resultado "p"). Por otra parte, la comprensión parece verse favorecida por igual en los escenarios "naranja" y "verde", mientras que puede incluso verse perjudicada en el escenario "violeta". Esto es crucial para entender la naturaleza "dinámica" de la "luz de color", ya que poder manejarla en función de la tarea académica programada por el profesorado es esencial. Una luz fija puede ser beneficiosa para ciertas tareas, pero perjudicial para otras (como se ha descrito).

A tenor de lo mostrado, es recomendable que las futuras aulas inteligentes estén dotadas con la instalación de un sistema de “luz de color”. Este sistema, obligatoriamente dinámico para que el profesor pueda ajustar las tonalidades según la actividad educativa, podría incluso estar manejado por inteligencia artificial en un futuro no tan lejano, que pueda adaptar la “luz de color” del aula según la demanda cognitiva detectada por sensores/cámaras de la propia aula. En cualquier caso, sería un sistema diferenciado de la luminaria ordinaria del aula, permitiendo con su autonomía una mayor capacidad de regulación, y también en cualquier caso la última decisión debe recaer en manos del docente profesional. Aunque se escapa a nuestro propósito actual de investigación, pero sí vemos viable una estandarización del sistema de “luz de color”, lo cual facilitaría su implementación extensiva además de ahorro en la instalación. Trabajos de investigación sobre medicina (Araujo et al., 2020), interiorismo (Kombeiz & Steidle, 2018), sobre agricultura (Ochoa-Fernandez et al, 2020) e incluso aeroespaciales (Jiang et al., 2022), ya consideran la aplicación de la “luz de color” en dichos campos. La educación no puede ser ajena a ello, porque los procesos cognitivos humanos se ven afectados de forma similar. Quizá hace unos años sin la existencia de tecnología LED fácilmente asequible esto hubiese sido más complejo, pero actualmente no debería suponer una excusa para las aulas inteligentes del presente y futuro cercano.

### Financiación del proyecto

Esta investigación no ha tenido ninguna financiación.

### Referencias bibliográficas

- Ackah-Jnr, F. R. & Danso, J. B. (2019). Examining the physical environment of Ghanaian inclusive schools: How accessible, suitable and appropriate is such environment for inclusive education? *International Journal of Inclusive Education*, 23(2), 188-208. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1427808>
- Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (2017). *Evaluación final de educación primaria. Competencia lingüística*. Junta de Andalucía.
- Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (2018). *Evaluación final de educación primaria. Competencia lingüística*. Junta de Andalucía.
- Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (2019). *Evaluación final de educación primaria. Competencia lingüística*. Junta de Andalucía.
- Araujo, J., Rodriguez, M. J., Postolache, O., Cercas, F., Martín, F. F. & Martínez, A. L. (2020). Heart Rate Variability Analysis in Healthy Subjects Under Different Colored Lighting Conditions. *IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/I2MTC43012.2020.9129619>
- Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (2017). The Holistic Impact of Classroom Spaces on Learning in Specific Subjects. *Environment and Behavior*, 49(4), 425-451. <https://doi.org/10.1177/0013916516648735>

- Chacón-Moscoso, S. & Sanduvete-Chaves, S. (2018). *Métodos, diseños y técnicas de investigación psicológica*. Universidad de Sevilla.
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Plaut, V. C. & Meltzoff, A. N. (2014). Designing Classrooms to Maximize Student Achievement. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 1(1), 4–12. <https://doi.org/10.1177/2372732214548677>
- Eschenhagen, M., Vélez-Cuartas, G., Maldonado, C. & Pino, G. (Eds.). (2018). *Construcción de problemas de investigación: Diálogos entre el interior y el exterior*. Universidad de Antioquia
- Gilavand, A. (2016). Investigating the Impact of Environmental Factors on Learning and Academic Achievement of Elementary Students: Review. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 5, 360-369. <https://www.ijmrhs.com/abstract/investigating-the-impact-of-environmental-factors-on-learning-and-academic-achievement-of-elementary-students-review-5270.html>
- Jiang, A., Schlacht, I. L., Yao, X., Foing, B., Fang, Z., Westland, S., Hemingray, C. & Yao, W. (2022). Space Habitat Astronautics: Multicolour Lighting Psychology in a 7-Day Simulated Habitat. *Space Sci Technol*. <https://doi.org/10.34133/2022/9782706>
- Kombeiz, O., & Steidle, A. (2018). Facilitation of creative performance by using blue and red accent lighting in work and learning areas. *Ergonomics*, 61(3), 456-463. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1349940>
- Lee, H., Park, J. & Lee, J. (2021). Comparison between psychological responses to 'object colour produced by paint colour' and 'object colour produced by light source.' *Indoor and Built Environment*, 30(4), 502-519. <https://doi.org/10.1177/1420326X19897109>
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. *Boletín Oficial del Estado*, 294, de 6 de diciembre de 2018. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3>
- Mogas-Recalde, J. & Palau, R. (2021). Classroom lighting and its effect on student learning and performance: Towards smarter conditions. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 197, 3-12. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7383-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7383-5_1)
- Ochoa-Fernandez, R., Abel, N. B., Wieland, F. G., Schlegel, J., Koch, L. A., Miller, J. B., Engesser, R., Giuriani, G., Brandl, S. M., Timmer, J., Weber, W., Ott, T., Simon, R. & Zurbriggen, M. D. (2020). Optogenetic control of gene expression in plants in the presence of ambient white light. *Nat Methods*, 17(7), 717-725. <https://doi.org/10.1038/s41592-020-0868-y>
- Quiles-Rodríguez, J. & Palau, R. (2023). Effects of Classroom Colour on Learning Processes for a Future Smart Classroom: A Systematic Review. In Antolí, J. (Ed.), *Challenges of the Educational System in Contemporary Society* (pp. 257-293). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8156-1.ch016>
- Quiles-Rodríguez, J. & Palau, R. (2024). Effects of colored lighting on learning processes: Towards a smartclassroom. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 484-506. <https://doi.org/10.3926/jotse.2236>

- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 86-109). Routledge.
- Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos). *Diario Oficial de la Unión Europea*, 119, de 4 de mayo de 2016. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2016-80807>
- Sánchez Vera, M. M. (2018). Problema, hipótesis y objetivos. En Prendes Espinosa, M.P. y González Calatayud, V. (Coords.), *Trabajo Fin de Máster en Tecnología Educativa. Orientaciones para la elaboración y criterios de calidad* (pp. 113-140). Universidad de Murcia.
- Sántha, K. (2019). Teacher trainees' beliefs concerning efficient teaching and learning- Pedagogical spaces in focus. *The New Educational Review*, 55(1), 17-29. <https://doi.org/10.15804/tner.2019.55.1.01>
- Suh, J. K., Park, E. K. & Iwamoto, D. (2020). Color-filtered lighting: Visual and emotional impact in learning environments. *International Journal of Architectonic, Spatial, and Environmental Design*, 14(1), 41-55. <https://doi.org/10.18848/2325-1662/CGP/V14I01/41-55>
- Vidal-Rojas, R. A. & Vera-Avenidaño, C. (2020). Influencia del color del aula en los resultados de aprendizaje en 3º año básico: estudio comparativo en un colegio particular subvencionado en Santiago de Chile. *Revista Educación*, 44(2), 91-113. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.37283>

## Biografía

**José Quiles-Rodríguez:** Maestro en activo con experiencia en numerosos proyectos educativos, ha sido durante una década equipo directivo. Es también profesor de piano, tiene concluido armonía-contrapunto y fuga, master en tecnología educativa (con premio extraordinario) y actualmente doctorando en la misma. Formador del profesorado en diferentes CEP, además de varios premios académicos musicales y educativos, posee importantes distinciones profesionales como el premio nacional "Giner de los Ríos" a la mejora de la calidad educativa otorgado por el Ministerio de Educación o el premio nacional "Artespacios" obtenido por la Universidad Autónoma de Madrid. En los últimos años publica en diferentes revistas científico-educativas en relación a tecnología educativa y espacios de aprendizaje. Tiene varias publicaciones bibliográficas y discográficas, siendo miembro de la Sociedad General de Autores y de sociedad de autores CEDRO, entre otras.

**Ramon Palau:** Es doctor en Tecnología Educativa, investigador senior y profesor en la Universitat Rovira i Virgili. Su amplia actividad investigadora se desarrolla dentro del grupo de investigación ARGET, centrándose en la tecnología educativa y sus

## ¿Puede la luz de color ayudar a mejorar el aprendizaje de la competencia ...

aplicaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje. A lo largo de su carrera, ha participado activamente en diversos proyectos de investigación competitivos y de transferencia, y ha desarrollado el papel de investigador principal en 4 de ellos. La investigación del autor abarca tres líneas de investigación distintas. En primer lugar, explora temas relacionados con el concepto Smart Classroom. La segunda línea de investigación profundiza en el Flipped Classroom y el Flipped Learning, sobre todo en los últimos tiempos, en cómo podrá evolucionar esta aproximación metodológica con la aparición de la inteligencia artificial. La última línea de investigación se centra en la evaluación de la competencia digital del profesorado. Los resultados de estas investigaciones se difunden mediante la publicación de más de 80 artículos en publicaciones especializadas.