



VOL. 28, Nº 2 (Julio, 2024)

ISSN 1138-414X, ISSNe 1989-6395

DOI:10.30827/profesorado.v28i2.29643

Fecha de recepción: 08/12/2023

Fecha de aceptación: 14/05/2024

EFFECTOS DE LA LUZ DE COLOR SOBRE LA COMPETENCIA LINGÜÍSTICA ESCRITA DEL ALUMNADO DE PRIMARIA

Effects of coloured light on the written linguistic competence of primary school pupils



José Quiles-Rodríguez¹ y Ramón Palau²

¹Consejería de Desarrollo Educativo, Junta de Andalucía

²Universitat Rovira i Virgili

Email: jquirod512@g.educaand.es;

ramon.palau@urv.cat

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4285-9457>;

<https://orcid.org/0000-0002-9843-3116>

Resumen:

Los colores de los entornos educativos afectan a los procesos cognitivos y de aprendizaje del alumnado. Tradicionalmente esto se ha tenido en cuenta y se ha podido estudiar con el color de los elementos del aula. Dichos estudios no acaban de alcanzar la sistematicidad y rigor necesarios como para extraer unas conclusiones prácticas. Actualmente la tecnología de luz emitida por diodos (LED) permite generar una fuente de “luz de color” integrante del entorno de aula, cuya peculiaridad dinámica permite que se pueda ir adaptando a las necesidades del proceso educativo. Como muestran trabajos previos, la exposición a diferentes escenarios de “luz de color” puede influir en el aprendizaje. En el estudio actual se analiza la influencia de dicha luz sobre el alumnado de educación primaria, más específicamente sobre su competencia lingüística escrita. Para ello se ha utilizado una metodología cuasi-experimental basada en el diseño de materiales equivalentes que ha tenido lugar en un colegio rural de educación primaria, donde se han diseñado cuatro escenarios de “luz de color”, ejerciendo el primero de ellos como pretest. Se han tomado valores repetidos de expresión y comprensión escrita, observando como estas se pueden ver determinadas



por el cambio de los diferentes escenarios de “luz de color”. Los resultados de la investigación son dispares, encontrando valores más conclusivos para la expresión escrita mientras que no tanto para la comprensión. En cualquier caso, el dinamismo de la “luz de color” se erige como una tecnología interesante para su aplicación en el aula.

Palabras clave: *Color; entorno de aula; entorno educacional; iluminación; lenguaje escrito; lingüística.*

Abstract:

Colour in educational environments has an impact on the cognitive and learning processes of students. Traditionally, this has been taken into account and it has been possible to study the colour of classroom elements. Such studies have not yet achieved the necessary systematisation and rigour to draw practical methodical conclusions. Currently, diode-emitting light (LED) technology makes it possible to generate a source of "coloured light" which can influence learning scenarios, as it becomes an integral part of the classroom environment and can be adapted to the context needs, given its characteristics. As previous work has shown, exposure to different "coloured light" scenarios can influence learning. The current study analyses the influence of such "coloured light" on primary school pupils, more specifically on their written linguistic competence. For this purpose, a quasi-experimental methodology based on the design of equivalent materials has been used in a rural primary school where four "coloured light" scenarios have been designed, the first of which has been used as a pretest. Repeated values were taken for written expression and comprehension, observing how these can be determined by changing the different 'coloured light' scenarios. The results of the research are mixed, finding more conclusive values for written expression and less so for comprehension. In any case, the dynamism of "coloured light" stands out as an interesting technology for application in the classroom.

Key Words: *Classroom environment; colour; educational environment; lighting; linguistics; written language.*

1. Introducción

Existe constancia escrita de una preocupación científica creciente por la influencia del color en los procesos de aprendizaje desde la segunda mitad del siglo XX (Quiles-Rodríguez y Palau, 2023). Entendido el color de forma tradicional, como conformante de elementos físicos dentro del entorno de aprendizaje (paredes, techos, mobiliario, y un largo etcétera), dichas investigaciones no han gozado de elementos comunes de unión teórica sistemática y facilitadores de su aplicación práctica, siendo más bien un galimatías (Von Castell et al., 2017). A pesar de trabajos de mucho peso y con conclusiones positivas, Barret et al. (2015; 2017), otros autores como Manca et al. (2020) o Godwin et al. (2022), creen también en el caos del corpus teórico. Quizá sea ahora el momento de ver que la progresión del color tradicional hacia la “luz de color”, entendida como aquella proveniente de la tecnología LED, muestra sus posibilidades en a favor de los procesos de aprendizaje, entendidos en su generalidad (Quiles-Rodríguez y Palau, 2024). Todavía es escasa la literatura existente al respecto, frente a un mayor volumen que sí encontramos cuando de “temperatura de color correlacionada-CCT” se trata (Hviid et al., 2020; Llinares et al., 2021; Mogas-Recalde y Palau, 2021).

Hablar de aprendizaje precisa entenderlo como el conjunto de habilidades, valores, conductas, conocimientos o destrezas son adquiridos o modificados (Gross, 2015). Es la competencia lingüística uno de los principales aprendizajes del ser humano, en general, y de todo sistema educativo en particular, tanto que la legislación española la considera como un aprendizaje instrumental, dado que permite la adquisición de otras competencias (Ley Orgánica 3, 2020). No es raro encontrar artículos de investigación que relacionan de forma específica el color, entendido tradicionalmente, con el desarrollo lingüístico (Vidal-Rojas & Vera-Avenida, 2020; Barrett et al., 2017; Gilavand, 2016), y otros que lo hacen de forma menos expresa, amparados en terminología más ambigua como “rendimiento escolar” o un genérico “aprendizaje” (Ackah-Jnr y Danso, 2019; Lee et al., 2021; Sántha, 2019; Cheryan et al., 2014). En cambio, sí se hace muy complejo encontrar referentes que vinculen la “luz de color” con la competencia lingüística del alumnado. Tan sólo Suh et al. (2020), y en términos un poco vagos, aluden a las posibilidades de que el rendimiento académico pueda mejorar con la iluminación de distintos colores en el aula. Como Mogas-Recalde y Palau (2021) relatan, está demostrada la influencia de temperatura de color-CCT (no hacen referencia a “luz de color”) en el rendimiento académico del alumnado. Por su parte Quiles-Rodríguez y Palau (2024) resultan más específicos al precisar que cuando se observan ciertos escenarios de “luz de color” mejora la competencia lingüística, mientras que otros escenarios pueden empeorarla.

Finalizando, especificar que Paredes Daza y Sanabria Becerra (2015) establecen claramente que el aprendizaje sucede en un espacio y ambiente que afecta positiva o negativamente (en virtud de sus propias características) al aprendizaje del alumando. Es bajo tal conceptualización de la influencia de los ambientes y entornos de aprendizaje, siendo conscientes de su potencial, como enforcamos el marco de influencia de la propia “luz de color” en el aula.

1.1. Planteamiento del problema. Preguntas, objetivos e hipótesis

Ya se ha realizado en las líneas superiores un esbozo del problema de investigación detectado. Al casi total vacío del estudio de la “luz de color” en el contexto de aula, incrementado cuando de su relación con el desarrollo de la competencia lingüística se trata, se une la falta de pruebas sólidas que permitan aprovechar las posibilidades de su dinamismo, posibilitado por la tecnología. Tomando esa idea como punto de partida, y siendo conscientes de los criterios FINER (factible, interesante, novedosa, ética, relevante), planteamos las siguientes preguntas de investigación, siguiendo a Eschenhagen et al. (2018):

- P1: ¿Ayudan los escenarios de “luz de color” a un mejor desarrollo de la competencia lingüística escrita en el alumnado?
- P2: ¿Posibilitan los escenarios de “luz de color” una mejora de la comprensión escrita en el alumnado?

P3: ¿Favorecen los escenarios de “luz de color” una mejora de la expresión escrita en el alumnado?

P4: ¿Aporta valor añadido la utilización de las posibilidades dinámicas de la tecnología LED para el mejor desarrollo de la competencia lingüística escrita en el alumnado?

En un estudio anterior se planteó la influencia de la “luz de color” en el aprendizaje del alumnado, entendido de forma más general pues no sólo afectaba a la competencia lingüística sino también a procesos cognitivos y afectivos (Quiles-Rodríguez y Palau, 2024). Ahora se trata de afinar más los resultados con nuevos datos en relación a variables más específicas de la competencia lingüística. Así, con esta nueva recogida de evidencias, más amplias, en un nuevo contexto y con un nuevo enfoque experimental, los objetivos generales planteados (en adelante, OG y OG2) son:

OG1: Estudiar los escenarios de luz de color que favorecen las diferentes dimensiones de la competencia lingüística escrita en el 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 en el alumnado de educación primaria.

Como es habitual, la especulación sobre las posibles soluciones al problema de investigación planteado se hace necesaria en forma de hipótesis (Buendía et al., 2001, cit. por Román-García y Prendes, 2018). Será oportuno contrastar empíricamente dichas hipótesis (en adelante, H1, H2, H3 y H4) a lo largo del trabajo experimental, pudiendo ser afirmadas o refutadas (López Fuentes y Salmerón Vilchez, 2011). De esta manera especificamos:

H1: La utilización de “luz de color” ayuda a un mejor desarrollo de la competencia lingüística escrita en el alumnado de educación primaria.

H2: La utilización de “luz de color” posibilita una mejora de la comprensión escrita en el alumnado de educación primaria.

H3: La utilización de “luz de color” favorece una mejora de la expresión escrita en el alumnado de educación primaria.

H4: El dinamismo de la “luz de color” permite mejorar la competencia lingüística escrita del alumnado de educación primaria.

2. Método

La metodología empleada se basa en lo que Campbell y Stanley (1966) establecen como “diseño de materiales equivalentes”. Se tomaron mediciones de la

variable dependiente (competencia lingüística escrita) y sus dimensiones (expresión escrita, comprensión escrita) en cuatro momentos experimentales diferentes. Uno de estos momentos, el que denominamos escenario “natural” (mezcla de luz natural exterior y luminaria habitual del aula, según parámetros que se verán posteriormente en la situación experimental, actúa como pretest, al no haber sufrido alteración alguna con la introducción de la variable independiente “luz de color”. Los otros tres momentos experimentales, definidos como escenarios “naranja”, “verde” y “violeta”, respectivamente, se basan en la frecuencia que dichos colores tienen en la naturaleza, tal y como queda recogido por Suh et al (2020) y por Quiles-Rodríguez y Palau (2024). Estos tres últimos escenarios experimentales han evitado la incidencia de luz natural exterior, procurando así estabilidad y control de la incidencia lumínica. Por tanto, se trata de un estudio cuasi-experimental con pretest y sin grupo control.

Como ya se ha indicado, la variable dependiente es la “competencia lingüística escrita”. Si bien para el acceso a los valores de dicha variable nos valemos de sus dos dimensiones directamente medibles, que son la “comprensión escrita” y la “expresión escrita”. Realmente la variable dependiente no podría ser analizada en la práctica sin la consideración de sus dos dimensiones. Hacerlo de esta forma aporta resultados diferentes que se expondrán más adelante, al comprobar que la incidencia de la “luz de color” es desigual según se trate de proceso comprensivo o expresivo del lenguaje escrito.

Los instrumentos de recogida de datos siguen la línea marcada por Quiles-Rodríguez y Palau (2024), aunque con algunos matices. Mientras que aquellos se basaban en una única prueba estandarizada de la Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (AGAEVE, 2018), para la evaluación de final de sexto de primaria, en esta ocasión hemos empleado una mezcla equitativa de distintas pruebas (AGAEVE, 2017; AGAEVE 2018; AGAEVE, 2019). Utilizar esta fórmula se consideró necesario para evitar el efecto memoria que hubiese alterado en demasía los resultados obtenidos, a pesar del espaciado temporal de la aplicación de las pruebas. Así, las cuatro recogidas de datos son equivalentes, pues plantean para la comprensión escrita cinco preguntas tipológicamente similares (preguntas abiertas, elección de la mejor síntesis, expresiones habituales, definiciones de vocabulario, elección de afirmaciones verdaderas), aunque sobre textos iniciales distintos. Exactamente igual ocurre para la expresión escrita, donde son valoradas con la misma puntuación las cuatro parcelas lingüísticas oficiales (sintaxis, semántica, ortografía, limpieza), también sobre textos diferentes entre ellos.

De esta forma, sabiendo que el “diseño de materiales equivalentes” definido por Cambell y Stanley (1966) es riguroso en la validación interna, pero que presenta carencias en la externa, hemos procurado:

- 1 Evitar la incidencia cambiante que hubiese supuesto la inclusión de luz externa natural combinada con los escenarios de “luz de color”.

- 2 Aumentar el valor “n” de la muestra, respecto a estudios previos, permitiendo una estadística más potente.
- 3 Evitar el efecto memoria o aprendizaje (Chacón-Moscoso & Saduvete-Chaves, 2018), no solo por el espaciamiento de las pruebas (1 mes respecto al pretest, y 2 semanas entre las pruebas), sino también por la aplicación de pruebas diferenciadas, aunque equivalentes, como ya se ha indicado. Igualmente nunca se ha dado feedback al alumnado sobre las pruebas realizadas, hasta la finalización total del estudio.
- 4 Minimizar el efecto Hawthorne o de motivación. Para ello, la instalación de “luz de color” ha estado presente en el aula durante varios meses previos a la situación experimental. Se ha hecho uso de la misma según lo iba requiriendo la programación del profesorado, sin alterar sustancialmente el normal desarrollo de las clases. Así, la exposición experimental a la “luz de color” no suponía un extra motivacional durante la recogida de datos.

2.1. Muestra

La muestra está constituida por 20 alumnos y alumnas de edades comprendidas entre 10 y 12 años (quinto curso de educación primaria). Esta muestra conformaba un grupo-clase previamente constituido en el propio centro educativo, por lo que no se trata de una muestra aleatorizada. El colegio está situado en un contexto rural de Andalucía (en el sur de España). El espacio físico de la clase ha sido modificado para dotarla de tecnología LED suficiente como para disponer de los escenarios de “luz de color” en el desarrollo de nuestra investigación.

2.2. Contexto del estudio. Situación experimental

La situación experimental se lleva a cabo en una localidad donde encontramos un índice socioeconómico medio muy dependiente de la actividad agraria. Informes oficiales de evaluación nos indican un nivel académico medio del alumnado. Estos no recibieron información previa ni síncrona sobre la investigación realizada, tomándola como una actividad normalizada de clase. Sí se les ofreció esta información a posteriori. Al contrario, y Como ya se ha explicado, antes de llevar a cabo la recogida de datos, se potencia la exposición del alumnado a los escenarios de “luz de color” para evitar el efecto motivación, ocurriendo en situaciones también normalizadas de clase.

Tabla 1.
Mediciones de luz del grupo experimental (media total de la clase para cada escenario y valor).

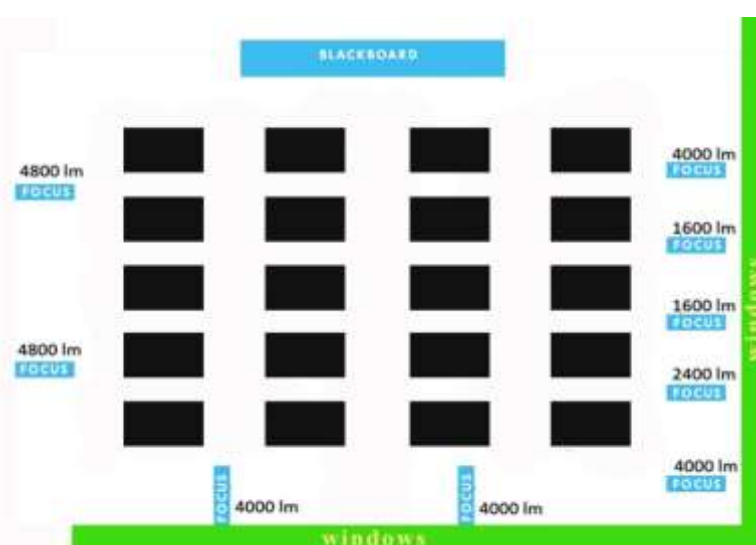
Natural light	Orange light	Green light	Purple light
1196 lx	1016 lx	1679 lx	1389 lx
5385 K	4064 K	5589 K	5438 K
Longitud de onda: valores máximos en	Longitud de onda: valor máximo en	Longitud de onda: densidad media e igual	Longitud de onda: valores máximos en

460nm y 700nm	720nm	entre 460nm y 600nm	360nm y 800nm
---------------	-------	---------------------	---------------

Fuente: Elaboración propia.

La modificación del aula con la incorporación de focos LED de luz de color ha resultado conforme a como se muestra en la figura 1. Para la medición de la incidencia de la luz en el aula se ha utilizado la aplicación *Evo Lightspectrum Pro* con el empleo de un dispositivo *Iphone*. La tabla 1 recoge la media de las tomas de datos de cada escenario de luz, realizadas siempre tras la realización de las pruebas y sin la presencia del alumnado. Cada valor corresponde a 20 mediciones, una por cada mesa de alumno donde fue colocado el dispositivo de medición, y es desglosado en luminancia (lx), temperatura de color CCT (k) y color de la luz (nm).

Figura 1. Colocación de focos LED de colores en el aula experimental.



Fuente: Elaboración propia.

2.3. Consideraciones éticas

Los padres y madres de los menores de 14 años que conforman la totalidad de la muestra han otorgado su consentimiento expreso para la realización del estudio, ajustándonos a las disposiciones legales establecidas en el Reglamento General de Protección de Datos 679 (2016) y en la Ley Orgánica 3 (2018). Se ha asegurado que no se darán a conocer datos personales de los menores en ningún momento, difundiendo únicamente la analítica de resultados de las pruebas realizadas totalmente anonimizada. El Comité Ético de Investigación sobre Personas, Sociedad y Medio Ambiente (CEIPSA) de la Universidad Rovira i Virgili, ha sido informado de la memoria de actuación, así como del formulario de información y consentimiento informado utilizados, dando su aprobación.

3. Resultados

El valor “n” de la muestra en 20 o en una cifra inferior en todos los escenarios planteados, además de la intermitencia del valor “p” de Shapiro-Wilk, que rompe la normalidad en determinados escenarios planteados y comprobables en las sucesivas tablas, nos lleva a tratar el análisis de los datos obtenidos a través de planteamientos no paramétricos. Así presentaremos los resultados en cuatro subepígrafes diferentes, correspondiendo cada uno de los tres primeros a las dimensiones y variable dependiente investigadas. Estas dimensiones-variable son presentadas mediante tablas de datos descriptivos con medidas tanto de centralización (media, mediana, moda) como de dispersión (rango, desviación, mínimos, máximos) y posición (cuartiles), para tener una amplitud suficiente que nos permita alcanzar conclusiones acertadas. Por otro lado, también se presentan con análisis de la varianza en los diversos escenarios de “luz de color”. Para la varianza se ha optado por utilizar el test de Friedman, dado que se trata de los mismos individuos en cada escenario, siendo, por tanto, medidas repetidas con la única variación de la variable independiente. A este test se añade un post-hoc de Conover, que siempre añade mayor especificidad en la información de varianza. Al mismo se han sumado las correcciones de Bonferroni y Holm, tratando de asegurar las generalizaciones si fuese necesario.

Aunque todo lo resumido anteriormente será observable en tablas, también se añadirán a las mismas diferentes figuras ilustrativas. En el caso de los valores descriptivos serán acompañados de gráficos de caja con bigotes, mientras que el análisis de varianza irá seguido de gráficos lineales.

Por último, añadimos un cuarto subepígrafe que permite tener una visión global, pero rápida y resumida, del conjunto de variable-dimensiones. En el mismo incluimos los valores máximos y mínimos (tanto de media como de mediana) de todos los escenarios de “luz de color” (variable independiente) en su combinación con las distintas variables dependientes.

El valor alfa umbral de significancia utilizado en pruebas de hipótesis estadísticas se utilizará en 0.05. En cuanto al paquete estadístico empleado para realizar los diversos análisis es la versión 0.14.1.0 de JASP.

3.1. Comprensión escrita

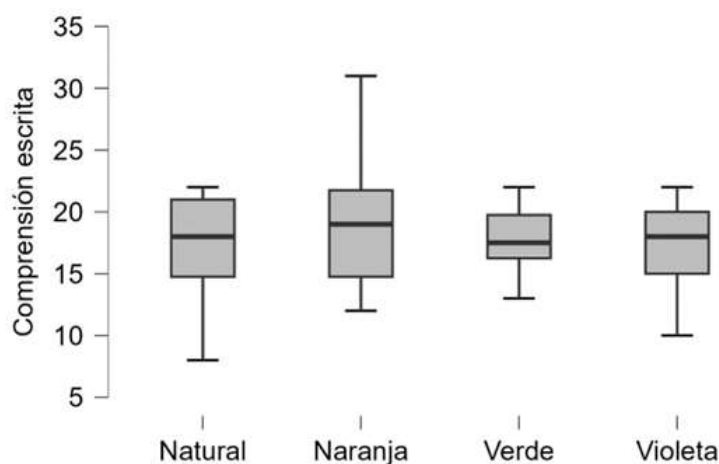
Sin el ánimo de caer en la redundancia, indicamos que todos los valores descriptivos oportunos aparecen en la tabla 2, acompañada gráficamente de la figura 2, mientras que para el análisis de varianza dejamos los datos en las tablas 3 (test de Friedman) y 4 (post hoc de Conover), con su expresión gráfica también en la figura 3.

Tabla 2.
Valores descriptivos de la comprensión escrita en los distintos escenarios de luz de color.

	Comprensión escrita			
	Luz natural	Luz naranja	Luz verde	Luz violeta
Valid	20	18	18	20
Mode	18.000	22.000	17.000	20.000
Median	18.000	19.000	17.500	18.000
Mean	16.900	18.778	17.889	17.400
Std. Deviation	4.217	4.735	2.698	3.440
Shapiro-Wilk	0.913	0.899	0.961	0.937
P-value of Shapiro-Wilk	0.073	0.056	0.614	0.206
Range	14.000	19.000	9.000	12.000
Minimum	8.000	12.000	13.000	10.000
Maximum	22.000	31.000	22.000	22.000
25th percentile	14.750	14.750	16.250	15.000
50th percentile	18.000	19.000	17.500	18.000
75th percentile	21.000	21.750	19.750	20.000

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Diagrama de cajas y bigotes de la comprensión escrita en diferentes escenarios de luz de color.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.
Análisis de varianza de medidas repetidas de comprensión escrita en diferentes escenarios de luz de color.

Friedman test				
Factor	Chi-Squared	Df	p	Kendall's W
Comprensión escrita	2.694	3	0.441	0.056

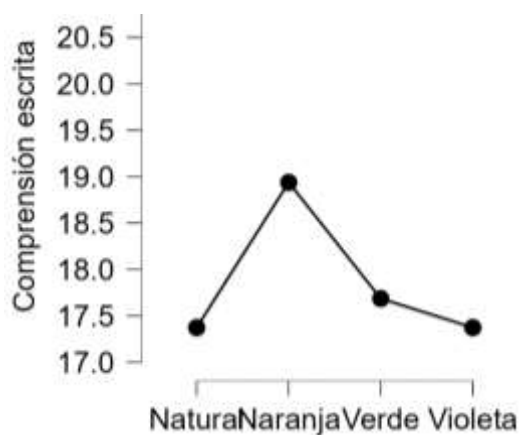
Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.
Conover post hoc sobre la varianza de la comprensión escrita en diferentes escenarios de luz de color.

	Conover's Post Hoc Comparisons- Comprensión escrita						
	T-Stat	Df	Wi	Wj	P	Pbonf	Pholm
Natural-Naranja	0.710	45	41.000	46.000	0.481	1.000	1.000
Natural-Verde	0.852	45	41.000	35.000	0.399	1.000	1.000
Natural-Violeta	0.426	45	41.000	38.000	0.672	1.000	1.000
Naranja-Verde	1.562	45	46.000	35.000	0.125	0.752	0.752
Naranja-Violeta	1.136	45	46.000	38.000	0.262	1.000	1.000
Verde-Violeta	0.426	45	35.000	38.000	0.672	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Gráfico de la varianza de la comprensión escrita en distintos escenarios de luz de color.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Expresión escrita

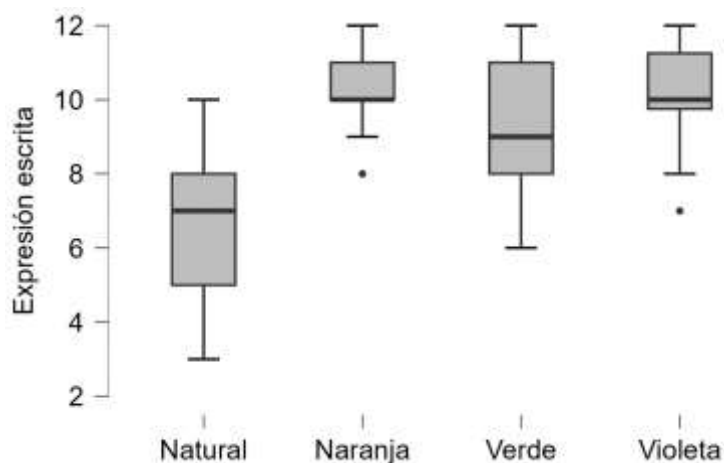
Al igual que en el epígrafe anterior, organizamos los valores descriptivos obtenidos en las tablas y figura 2, y los datos desprendidos del cálculo de la varianza en las tablas 3 y 4, con su expresión en la figura 3.

Tabla 5.
Valores descriptivos de la expresión escrita en los distintos escenarios de luz de color.

	Comprensión escrita			
	Luz natural	Luz naranja	Luz verde	Luz violeta
Valid	19	18	18	20
Mode	7.000	10.000	11.000	10.000
Median	7.000	10.000	9.000	10.000
Mean	6.632	10.278	9.167	10.250
Std. Deviation	2.290	1.179	1.855	1.482
Shapiro-Wilk	0.937	0.889	0.926	0.908
P-value of Shapiro-Wilk	0.236	0.037	0.162	0.058
Range	7.000	4.000	6.000	7.000
Minimum	3.000	8.000	6.000	7.000
Maximum	10.000	12.000	12.000	12.000
25th percentile	5.000	10.000	8.000	9.750
50th percentile	7.000	10.000	9.000	10.000
75th percentile	8.000	11.000	11.000	11.250

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Diagrama de cajas y bigotes de la expresión escrita en diferentes escenarios de luz de color.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.
Análisis de varianza de medidas repetidas de comprensión escrita en diferentes escenarios de luz de color.

Friedman test				
Factor	Chi-Squared	Df	p	Kendall's W
Expresión escrita	34.366	3	<.001	0.716

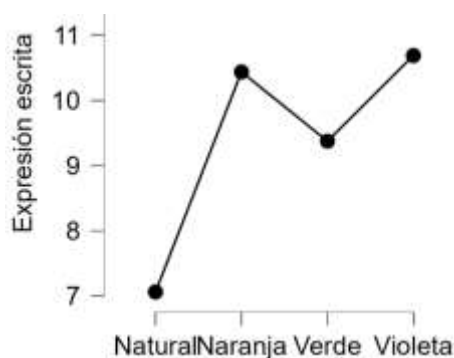
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.
Conover post hoc sobre la varianza de la expresión escrita en diferentes escenarios de luz de color.

	Conover's Post Hoc Comparisons- Expresión escrita						
	T-Stat	Df	Wi	Wj	P	Pbonf	Pholm
Natural-Naranja	4.648	45	17.000	49.500	<.001	<.001	<.001
Natural-Verde	3.146	45	17.000	39.000	0.003	0.018	0.012
Natural-Violeta	5.363	45	17.000	54.500	<.001	<.001	<.001
Naranja-Verde	1.502	45	49.500	39.000	0.140	0.841	0.280
Naranja-Violeta	0.715	45	49.500	54.500	0.478	1.000	0.478
Verde-Violeta	2.217	45	39.000	54.500	0.032	0.190	0.095

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Gráfico de la varianza de la expresión escrita en distintos escenarios de luz de color.



Fuente: Elaboración propia.

3.3. Competencia lingüística escrita

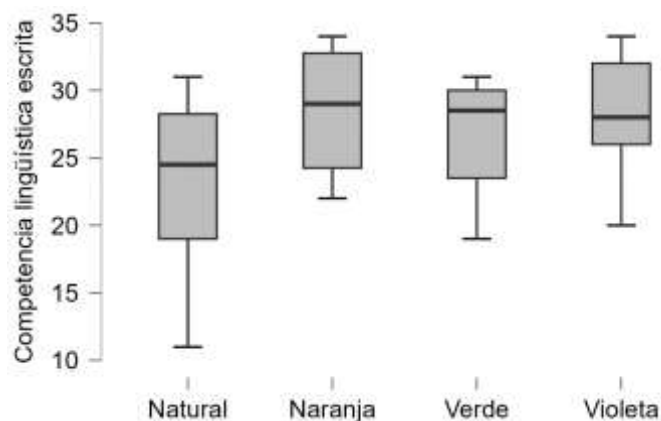
La tabla 8 recoge los valores descriptivos de la variable competencia lingüística escrita, mientras que las tablas 9 y 10 contienen los datos del análisis de la varianza a través de los distintos escenarios de luz (variable independiente). Las figuras 6 y 7 corresponden a las manifestaciones gráficas de ambos análisis (descriptivos y de varianza).

Tabla 8.
Valores descriptivos de la competencia lingüística escrita en los distintos escenarios de luz de color.

	Competencia lingüística escrita			
	Luz natural	Luz naranja	Luz verde	Luz violeta
Valid	120	18	18	20
Mode	25.000	33.000	31.000	26.000
Median	24.500	29.000	28.500	28.000
Mean	23.200	28.500	27.056	28.050
Std. Deviation	6.152	4.232	3.933	3.776
Shapiro-Wilk	0.930	0.905	0.872	0.952
P-value of Shapiro-Wilk	0.157	0.070	0.019	0.402
Range	20.000	12.000	12.000	14.000
Minimum	11.000	22.000	19.000	20.000
Maximum	31.000	34.000	31.000	34.000
25th percentile	19.000	24.250	23.500	26.000
50th percentile	24.500	29.000	28.500	28.000
75th percentile	28.250	32.750	30.000	32.000

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de cajas y bigotes de la competencia lingüística escrita en diferentes escenarios de luz de color.



Fuente: Elaboración propia.

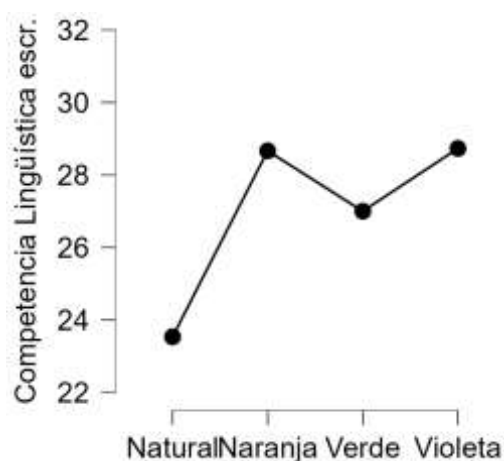
Tabla 10.

Análisis de varianza de medidas repetidas de competencia lingüística escrita en diferentes escenarios de luz de color.

Friedman test				
Factor	Chi-Squared	Df	p	Kendall's W
Competencia lingüística escrita	19.623	3	<.001	0.436

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Gráfico de la varianza de la competencia lingüística escrita en distintos escenarios de luz de color.



Fuente: Elaboración propia.

3.4. Valores extremos de las variables dependientes

A modo de compilación general, cerramos la sección de resultados con los datos contenidos en la tabla 11, donde pueden observarse los valores máximos y mínimos de todas las variables dependientes, tanto en su consideración a través de su media como en la de su mediana (encontrando leves diferencias).

Tabla 11.

Principales valores descriptivos máximos y mínimos de las variables dependientes.

	Valor máximo		Valor mínimo	
	Media	Mediana	Media	Mediana
Comprensión escrita	18.778	19	16.900	17.500
	Luz naranja	Luz naranja	Luz natural	Luz verde
Expresión escrita	10.278	10	6.632	7.000
	Luz naranja	Luces naranja y violeta	Luz natural	Luz natural
Competencia lingüística	28.500	29.000	23.200	24.500
	Luz naranja	Luz naranja	Luz natural	Luz natural

escrita

Fuente: Elaboración propia.

4. **Discusión**

Como ya se introdujo, la presente investigación indaga sobre un campo aún insuficientemente estudiado a nivel educativo, en contraste con otras parcelas como la agricultura, el interiorismo, la medicina e incluso la astronáutica, donde cada vez existen más estudios sobre la influencia de la “luz de color”. Aunque aún queda mucho por hacer, los datos mostrados con cierta significatividad en la sección de resultados nos animan a continuar la investigación sobre este problema, iniciada ya a través de estudios previos sobre las posibilidades de este campo de estudio como ámbito de mejora educativa (realizados por parte del mismo equipo, pero en diferente contexto y con diferente metodología). Seguimos presentando una analítica con estadística no paramétrica, como ya se ha justificado, al igual que se hizo en el referido estudio exploratorio previo, pero en esta ocasión las muestras de individuos son más amplias y los resultados algo más conclusivos.

En un orden riguroso, realizamos un recorrido por cada una de las dimensiones conformantes de la variable dependiente. Sus puntos de discusión comparativa son escasos por la propia ausencia de literatura al respecto. Así, respecto a la comprensión escrita, como ya aludíamos en la introducción de este trabajo, Suh et al. (2020) refieren la posible mejora del rendimiento académico con la iluminación de colores en el aula, pero realmente no muestran datos que poder contrastar. Similar situación acontece con Mogas-Recalde y Palau (2021), aunque en relación a la temperatura de color correlacionada o CCT. Así el único documento comparativo directo previo para esta dimensión lo encontramos en un estudio precedente (Quiles-Rodríguez & Palau, 2024). En el mismo se observa que todos los escenarios de luz de color muestran mejores datos de comprensión escrita que el escenario natural, siendo el valor más alto el de luz violeta, aunque sin que el test de varianza de Kruskal-Wallis ni el post hoc posterior señalen valores “p” significativos. A pesar de ello, el valor en el escenario violeta cobraba entonces mayor relevancia al compararlo con el grupo control, dado que este último era superior al experimental en todas las comparativas diarias salvo en el escenario violeta, con la consecuente progresión de mejora que ello suponía. Ahora, en cambio, y aunque se mantiene la superioridad de resultados en todos los escenarios de “luz de color”, las diferencias son leves y, en cualquier caso, con una mayor importancia del escenario naranja. Ni el test de Friedman ni el post hoc de Conover enseñan valores “p” que permitan la generalización de la varianza encontrada.

Respecto a la dimensión de expresión escrita, encontrando una situación similar respecto a la escasez de artículos previos referentes, sí que los resultados actuales son más contundentes. Así, mientras que en el trabajo de Quiles-Rodríguez y Palau (2024) el test de Kruskal-Wallis, o su post hoc, no presentaban valores reseñables, ahora sí que “p” adquiere importancia en el test de Friedman

mostrándose como $<.001$. Es más, el post hoc de Conover indica que la significatividad se mantiene en todas las relaciones de escenarios de “luz de color” respecto a “natural”, lo que no varía ni siquiera con las correcciones de Bonferroni y Holm. Esto nos permite hablar de su generalización sin lugar a dudas. Vuelve a ser el escenario naranja, al igual que en la variable de comprensión escrita, el que manifiesta mejor valoración, lo cual también sucedió en nuestro estudio exploratorio precedente.

Las últimas analíticas expuestas pertenecen a la variable competencia lingüística escrita. Ya indicamos en la sección de metodología que dicha variable realmente integra a las otras dos dimensiones. De hecho, su resultado se calcula mediante una suma de ambas. Así, la discusión respecto a la competencia lingüística escrita es exactamente la misma que hemos realizado para la expresión escrita, pues siendo alta la uniformidad de valores de la comprensión escrita, es la variabilidad de la expresión escrita la que acaba por transmitirse también a la más global competencia lingüística escrita. De esta forma, volvemos a encontrar valores “p” significativos en todas las comparaciones de escenarios de “luz de color” respecto a la natural, según aparece claramente en el post hoc de Conover.

En base a todo lo indicado anteriormente, junto con los datos de la tabla 11, vemos que un dinamismo de la “luz de color” podría ser positivo, evitando, por ejemplo, malos resultados como el escenario verde para la comprensión escrita. A pesar de ello, la hegemonía casi total en los mejores resultados del escenario de luz naranja, tan solo seguido de cerca por el escenario violeta en relación con la expresión escrita, hace que dicho dinamismo no sea observado aquí muy claramente. Diversos autores ya han escrito sobre la necesaria adaptabilidad de la luz a la tarea escolar gracias a su dinamismo. Mogas-Recalde y Palau (2021) lo hacían respecto a la temperatura de color correlacionada, como también Poldma (2009) o Suh et al. (2020), con especificidad a la luz de color propiamente dicha.

Quiles-Rodríguez y Palau (2024) dan un leve giro a los resultados, ya que no sólo contemplan los beneficios del dinamismo sino también los posibles perjuicios que algunos escenarios de luz de color podrían ocasionar. En términos similares hablamos ahora, aunque con poco peso a tenor de los datos casi hegemónicos ya manifestados.

5. Conclusiones

Tras la discusión relatada anteriormente en torno a los resultados de todas las variables contempladas, podemos concluir que:

- a) La primera hipótesis del estudio, referida como “la utilización de luz de color ayuda a un mejor desarrollo de la competencia lingüística escrita en el alumnado de educación primaria”, es confirmada. Todos los escenarios de “luz de color” presentan resultados significativamente superiores al escenario natural.

- b) La segunda hipótesis planteada, expresada en los términos “la utilización de luz de color posibilita una mejora de la comprensión escrita en el alumnado de educación primaria”, no puede ser confirmada plenamente. Es verdad que todos los escenarios de “luz de color” muestran valores superiores al escenario de luz natural, pero también es verdad que la varianza no indica que puedan considerarse ninguna de estas diferencias como significativa.
- c) La tercera hipótesis del estudio, expuesta como “la utilización de luz de color favorece una mejora de la expresión escrita en el alumnado de educación primaria”, es confirmada de nuevo. Como se ha indicado, todos los escenarios de “luz de color” arrojan resultados significativamente superiores.
- d) La última de las hipótesis, aparecida como “el dinamismo de la “luz de color permite mejorar la competencia lingüística escrita del alumnado de educación primaria”, no encuentra elementos de juicio suficientes como para confirmarla según se argumentó. Existen leves indicios que indican que sí es necesario dicho dinamismo, sobre todo por evitar efectos perjudiciales de escenarios de color como el verde, pero no son suficientes para establecer una conclusión afirmativa.

6. Implicaciones

A la luz de la información proporcionada, parece haber una relación entre la “luz de color” y el desarrollo de la competencia lingüística escrita en el alumnado, con una casi total hegemonía de la luz naranja, quedándonos la duda de la estricta necesidad del dinamismo que aporte valor a las necesidades de la competencia lingüística escrita. Considerando estas conclusiones sería recomendable que las futuras aulas inteligentes estuvieran dotadas con la instalación de un sistema de luces de colores. Este sistema permitiría crear espacios diferenciados dentro de la misma aula, regulándose, según las diferentes tareas programadas por el profesorado, rincones de trabajo. Sería conveniente que fuese independiente del sistema de iluminación general para poder utilizarlo en virtud de su necesidad.

La estandarización de este sistema de iluminación facilitaría su implementación extensiva, no sólo por sus beneficios educativos sino por lo que pueda suponer de ahorro en consumo energético. Es importante tener en cuenta que la implementación de un sistema de luces de colores en las aulas debe ser respaldada por una investigación sólida, siendo esencial que los aspectos técnicos y de seguridad se aborden adecuadamente para garantizar un uso efectivo y seguro de esta tecnología en entornos educativos.

7. Limitaciones y futuras líneas de investigación

Aunque ya se indicó que este estudio aumenta la muestra de población

respecto a estudios exploratorios previos, aún es deseable que dicha muestra pueda ser más amplia e incluso ubicarse en diferentes contextos, tratando siempre de dar la mayor consistencia a los estudios abordados en esta novedosa línea educativo-tecnológica.

El actual diseño de investigación ha permitido evitar, diríamos que en su totalidad, el efecto aprendizaje-memoria al aplicar pruebas no solo espaciadas en el tiempo sino de diferente contenido, aunque de equivalente tipología. En cambio, corremos el riesgo de que dicha equivalencia teórica pueda haber alterado, aunque sea levemente, el resultado de las pruebas, introduciendo una nueva variable extraña cuyo efecto no hasta sido medido. Para su mejor comprobación, futuros estudios podrían aplicar las mismas pruebas, pero en diferente orden en relación a los escenarios de “luz de color”, lo que nos permitiría obtener nuevos resultados para contrastar. Esos futuros trabajos también podrían contar con grupos aleatorizados, dando mayor validez experimental, pero siempre es difícil que así sea en el contexto escolar oficial, donde los grupos-clase ya aparecen predefinidos tal como ocurre en nuestro caso actual. Sí que sería algo más asequible poder disponer de un grupo control con el que poder establecer un análisis comparativo.

La casi completa anulación de incidencia de luz natural (solo presente en el escenario precisamente definido como natural, aunque combinada con la luminaria artificial ordinaria y habitual, es una limitación más de este estudio, en tanto y en cuanto que trabajos precedentes suelen convenir que la correcta iluminación del entorno escolar debe combinar siempre ambas luces (natural-artificial). En nuestro caso hemos apostado por la estabilidad de la no influencia externa, pues el tiempo atmosférico cambiante puede introducir variables extrañas no controladas en el largo transcurso de la investigación.

Futuros trabajos también podrían contar con una profesionalización de la instalación de tecnología LED. Puede que no sea el elemento fundamental en este momento de la investigación, pero la ocultación o disimulación estética de la instalación puede contribuir a reducir más aún el posible factor de motivación. Igualmente, dicha instalación podría complementarse con sensores que midan las respuestas fisiológicas del alumnado ante las diferentes exposiciones de “luz de color” en combinación con las pruebas abordadas. Esto añadiría más datos que considerar y, probablemente, nos acercaría más a la deseada objetividad científica.

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. [doi:10.1080/13603116.2018.1427808](https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1427808)
- Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (AGAEVE) (2017). *Evaluación final de educación primaria. Competencia lingüística*. Junta de Andalucía.

- Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (AGAEVE) (2018). *Evaluación final de educación primaria. Competencia lingüística*. Junta de Andalucía.
- Agencia Andaluza de Evaluación Educativa (AGAEVE) (2019). *Evaluación final de educación primaria. Competencia lingüística*. Junta de Andalucía.
- Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y. & Barrett, L. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, 89, 118-133. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.013>
- 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>
- Campbell, D. T. & Stanley, J. C. (1966). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Rand McNally & Company Chicago
- 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. doi:10.1177/2372732214548677
- 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.
- Godwin, K., Leroux, A., Scupelli, P. & Fisher, A. (2022), Classroom Design and Children's Attention Allocation: Beyond the Laboratory and into the Classroom. *Mind, Brain, and Education* 16, 239-251. <https://doi.org/10.1111/mbe.12319>
- Gross, R. (2015). *Psychology: The science of mind and behaviour* (7th ed.). Hodder Education.
- Hviid, C., Pedersen C. & Dabelsteen K. (2020). A field study of the individual and combined effect of ventilation rate and lighting conditions on pupils' performance. *Building and Environment* (Vol. 171) <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106608>
- 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. <http://doi.org/10.1177/1420326X19897109>

- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. *BOE* núm. 294. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *BOE* núm. 340. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Llinares, C., Castilla, N. & Higuera-Trujillo, J. L. (2021). Do attention and memory tasks require the same lighting? A study in university classrooms. *Sustainability*, 13, 8374. <https://doi.org/10.3390/su13158374>
- López-Fuentes, R. & Salmerón-Vílchez, P. (2011). Proceso de Investigación Educativa I: Investigación Experimental. En López Fuentes, R. (Coord). *Innovación Docente e Investigación Educativa. Máster Universitario de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas* (pp. 24-40). Universidad de Granada. https://www.ugr.es/~emiliobl/Emilio_Berrocal_de_Luna/Master_files/UNIDAD_1_El_Proceso_de_Investigación_Empírico_Experimental.pdf
- Manca, S., Cerina, V., Tobia, V., Sacchi, S. & Fornara, F. (2020). The effect of school design on users' responses: A systematic review (2008-2017). *Sustainability*, 12(8), 3453-3490. <https://doi.org/10.3390/SU12083453>
- Mogas-Recalde, J. & Palau, R. (2021). Classroom lighting and its effect on student learning and performance: Towards smarter conditions. *Smart Innovation, Systems and Technologies* (Vol. 197). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7383-5_1
- Paredes-Daza, J. D. & Sanabria-Becerra, W. M. (2015). Ambientes de aprendizaje o ambientes educativos. "Una reflexión ineludible." *Revista de Investigaciones UCM*, 15(1), 144-158. <https://doi.org/10.22383/ri.v15i1.39>
- Poldma, T. (2009). Learning the dynamic processes of color and light in interior design. *Journal of Interior Design*, 34(2), 19-33. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1668.2008.01017.x>
- Quiles-Rodríguez, J. & Palau, R. (2023). Effects of Classroom Colour on Learning Processes for a Future Smart Classroom: A Systematic Review. In Antolí, J. (Eds.), *Challenges of the Educational System in Contemporary Society* (pp. 222-241). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8156-1>
- Quiles-Rodríguez, J. & Palau, R. (2024). Effects of colored lighting on learning processes: Towards a smart classroom. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 484-506. <https://doi.org/10.3926/jotse.2236>
- 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). *DOUE* núm. 119. <https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>

- Román-García, M. & Prendes, M.P. (2018). El informe del TFM. En Prendes, M.P. y González-Calatayud, V. (Coords.). *Trabajo Fin de Máster en Tecnología Educativa. Orientaciones para la elaboración y criterios de calidad* (pp. 59-67). 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. doi: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 3° 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>
- Von Castell, C., Stelzmann, D., Oberfeld, D., Welsch, R. & Hecht, H. (2017). Cognitive performance and emotion are indifferent to ambient color. *Color Research & Application*. 43. <https://doi.org/10.1002/col.22168>

Contribuciones del autor: J.Q-R y R.P., son ambos responsables de la conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, revisión y edición. J.Q-R. es responsable de la escritura original y recursos. R.P. es responsable de la supervisión.

Financiación: Esta investigación no recibió financiación externa.

Agradecimientos: A las familias del alumnado que han prestado su conformidad para el desarrollo de esta situación experimental.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses para la publicación de este manuscrito.

Declaración ética: Los autores deben indicar que el proceso se ha realizado conforme a los principios éticos establecidos por la comunidad científica, contando con valoración positiva del comité de protección de datos de la universidad de afiliación.

Cómo citar este artículo:

Quiles-Rodríguez, J. y Palau, R. (2024). Efectos de la luz de color sobre la competencia lingüística escrita del alumnado en primaria. *Profesorado*.

Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 28(2), 179-200. DOI:
<https://doi.org/10.30827/profesorado.v28i2.29643>