

CAPÍTULO 8

DESARROLLO DE LAS HABILIDADES CREATIVAS BAJO LA INFLUENCIA DE UNA ESTRATEGIA CROMÁTICA VIRTUAL¹⁸

Development of creative skills under the influence of a virtual chromatic strategy

Iván Giovanni Quesada Bonilla¹⁹

Carlos Andrés Moncayo Gutiérrez²⁰

Mateo Rodríguez Parra²¹

RESUMEN

El ambiente que nos rodea y en particular los sonidos, olores y colores, generan sensaciones y reacciones en los seres humanos. Estos estímulos pueden repercutir de forma positiva o negativa en el comportamiento cerebral de las personas. La creatividad al ser un estado mental y emocional teóricamente puede depender de todo estímulo externo, influyendo las habilidades creativas. Objetivo: establecer la influencia de una estrategia cromática definida por una gama de colores cálidos aplicada a través de la herramienta tecnológica sensorial de Realidad Virtual Cardboard, en el desarrollo de las habilidades creativas de estudiantes de Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales. Metodología: enfoque cuantitativo y cuasiexperimental, utilizando la herramienta de recolección de información *Test* de Creatividad fundado en Torrance (1972) y Guilford (1973). Resultados: se evidenció una diferencia significativa entre las medias de los estudiantes mediados y no mediados con la estrategia cromática. Conclusiones: la mediación de la estrategia cromática aplicada con la herramienta de realidad virtual Cardboard influye en el desarrollo de las habilidades creativas de los estudiantes que hicieron parte del proceso experimental. La investigación concluye resultados satisfactorios y aportantes para procesos de educación y cualquier ambiente organizacional que po-

¹⁸ Investigación finalizada y concluyente iniciada en julio de 2016 finalizada en julio de 2018, contextualizado en la educación superior representada por estudiantes del programa de Fisioterapia de la UAM, donde se comprobó que la creatividad de un individuo es influenciada por el ambiente y su contexto situacional a partir de una estrategia cromática configurada por la gama de los colores cálidos y aplicada con una herramienta virtual.

¹⁹ Investigador, Ingeniero de Sistemas, Especialista en Teleinformática y Magíster en Creatividad e Innovación para las Organizaciones, Tutor MT UNAD CEAD Ibagué y Consultor Independiente. Ivan.quesada@unad.edu.co

²⁰ Colaboración, Publicista, Especialista en Marketing Estratégico. Magíster en Creatividad e Innovación en las Organizaciones. Director General en Happening Group (Agencia Consultora). amoncaguti@gmail.com

²¹ Colaboración, Diseñador Gráfico. Magíster en Creatividad e Innovación en las Organizaciones. Asesor & Desarrollador de Proyectos Creativos, Publicitarios y de Innovación. mateoridriguezparra@gmail.com

tencien la creatividad y para futuras investigaciones que quieran, a partir de los hallazgos de ésta, continuar abordando la influencia colorista en las habilidades creativas de los seres humanos.



Palabras clave: creatividad, educación, habilidades creativas, colores cálidos, realidad virtual.

ABSTRACT

The environment that surrounds us especially, smells and colors, generate sensations and reactions in human beings. This stimulus can have either a positive or negative effect on people's brain behavior. Since creativity is an emotional state, it depends on any external stimulus that can also influence the creative skills. Objective: to establish the influence of a chromatic strategy defined by a range of warm colors applied through the sensory technology tool of Virtual Reality Cardboard, in the development of the creative skills of Physiotherapy students of the Autonomous University of Manizales. Methodology: Quantitative and quasi-experimental approach, using the information collection tool. *Test of Creativity* founded on P. Torrance (1972) and J. Guilford (1973). Results: The significant difference between the means of the students mid and not mediated with the chromatic strategy was evidenced. Conclusions: The mediation of the chromatic strategy applied with the virtual reality tool Cardboard influences the development of the creative abilities of the students that were part of the experimental process. The research concludes satisfactory and contributing results for education processes that enhance creativity and for future research that wants, from the findings of this, to continue addressing the colorist influence on the creative abilities of human beings.



Keywords: Creativity, Education, Creative Skills, Warm Colors, Virtual Reality.

INTRODUCCIÓN

Se logró establecer que el uso del color aplicado en los ambientes virtuales logra desarrollar las habilidades creativas de las personas en cualquier escenario, principalmente en el Educativo y Organizacional. Esta investigación se ha focalizado en los colores cálidos como característica común que se incorpora en el diseño de ambientes, basados en teorías e investigaciones desde los aspectos de la psicología, teoría, simbología y física del color, y su influencia en el comportamiento del individuo teniendo en cuenta los aspectos actitudinales y aptitudinales del ser creativo. Estos colores agrupados en un acorde cromático configurado por la gama de los colores cálidos, que inicia en el amarillo y va hasta el rojo, definido por la longitud de onda electromagnética que inicia desde los 570 nm hasta 780 nm, llevado al campo de las sensaciones mediante la realidad virtual, que actuará como herramienta mediadora en un primer escenario de investigación a los estudiantes del programa de fisioterapia en la Universidad Autónoma de Manizales.

Una vez indagado el propósito en sus antecedentes y referentes teóricos y basados en resultados de investigación como la propuesta por Ayash, Kane, Smith y Green-Armytage (2015), donde resaltan el color rojo y el amarillo como catalizadores de emociones, positivismo y actividad cerebral, o como la propuesta por Kuller, Mikellides y Janssens (2008) que va en la misma línea de la anterior, donde concluyen que los colores en realidad generan un impacto en las emociones y la fisiología de las personas que permanecen mucho tiempo en los espacios cerrados, tales como en las organizaciones y empresas, especialmente el color rojo. Se propone un proceso investigativo cuasiexperimental, que consiste inicialmente con los supuestos dados, en configurar un acorde cromático definido por colores cálidos, que por su longitud y frecuencia de onda electromagnética, comparten la característica de mayor influencia en la actividad cerebral de los humanos, además de incidir en su comportamiento a razón de la estimulación visual hacia la acción, la divergencia y la acción creativa. Este acorde será diseñado y aplicado para ser utilizado a través de la tecnología de realidad virtual, utilizando la herramienta sensorial y tecnológica Cardboard que introducirá a los estudiantes, objeto de estudio, en una simulación de un ambiente colorista virtual y configurado con el objetivo de estimularlos y así establecer la influencia sobre el desarrollo de sus habilidades creativas.

El diseño metodológico para esta investigación será de carácter cuantitativo cuasiexperimental, en el cual la estrategia cromática, utilizando la tecnología de virtualización, será aplicada a dos grupos que definiremos como el grupo control y el grupo experimental. Estos grupos presentarán características demográficas y de población homogéneas, serán integrados por los estudiantes matriculados en el segundo semestre del año 2017 al programa de fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales.

El mecanismo para evaluar si en los estudiantes el acorde colorista influye en sus habilidades creativas, fue la aplicación de una prueba inicial (*pretest*) a los grupos control y experimental para la evaluación de estado inicial de la variable dependiente (habilidades creativas), posteriormente se aplicó la estrategia influyente al grupo experimental (inmersión virtual a un ambiente con un acorde cromático específico) determinada como variable independiente y nuevamente se aplicó la prueba de medición creativa (*posttest*) a los dos grupos definidos. La prueba utilizada es el *test* de creatividad, fundado en Torrance et al. (1975) y Guilford (1971).

Las pruebas pretenden establecer un sistema comparativo entre los grupos de acuerdo con las variables, para así determinar si realmente existe influencia de los colores en el desarrollo de las habilidades creativas de los individuos. Fue el interés de esta investigación entregar a la sociedad nuevo conocimiento utilizando las TIC a través de una herramienta de realidad virtual como medio para ejecutar la estrategia cromática, que potencie el desarrollo de las habilidades creativas en los individuos, que se pueda replicar e investigar posteriormente en ambientes virtualizados o físicos e impregnados por la ingeniería y psicología colorista, que a su vez motiven a otros investigadores a que se enruten por este sendero y desarrollen estrategias coloristas diversas de configuración de ambientes propicios para potenciar la creatividad en las personas y así construir nuevos conocimientos y nuevas aplicaciones que favorezcan el desarrollo humano.

¿Es posible influenciar las habilidades creativas de las personas? Investigadores como Rook (2014), quien exploró la noción que el efecto del color rojo en el pensamiento creativo varía según la orientación motivacional apetitiva (frente a la aver-siva) de una persona antes del acto creativo, teniendo resultados positivos en los estudiantes objeto de estudio. Otras investigaciones como Lichtenfeld, S., Elliot, A. J., Maier, M. A., y Pekrun, R. (2012) en “Fertile Green: Green Facilitates Creative Performance” concluye que el color verde está relacionado con el aumento de la producción creativa.

RESTRICCIONES

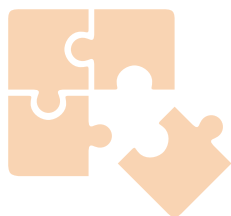
La población, muestra objeto de investigación, presentó una mayoría de presencia femenina, correspondiente al 80.47%. un rango de edad que no supera los 24 años. Se preguntó a los estudiantes muestra si presentan problemas visuales como daltonismo o distinción de colores obteniendo una respuesta negativa en el 100% de la muestra, lo anterior por motivos de presupuesto y tiempo no fue posible realizar pruebas especializadas.

EL COLOR EN EL CONTEXTO

Diferentes investigaciones se han basado en el ambiente y específicamente en el color para lograr influenciar la creatividad en los individuos. Maltin y Foley (1996) en su texto *Sensación y Percepción* describen cómo los colores son percibidos, mediante la estimulación al ojo y su sistema nervioso, por ondas luminosas las cuales constituyen el espectro visible y cómo estos colores influyen directamente en la actividad cerebral. En este punto es importante comprender que los colores provienen del espacio físico, y afectan los comportamientos o emociones de las personas (Heller, 2004), al ser aplicados a una superficie no solo están comunicando sino también afectando a la persona que se encuentra expuesta a estos.

Desde esta mirada es importante preguntarse si la exposición intencional de una persona a colores específicos influye más allá de la percepción, la emoción o la conexión con el desarrollo de sus habilidades. Según Heller (2004) y Parodi (2002), a los tres colores principales de la gama de colores cálidos (rojo, naranja y amarillo) se le asignan significados relevantes para las habilidades creativas como: la diversión, la energía, el entendimiento, las pasiones, lo dinámico, lo agresivo, la movilidad, la energía, la creatividad y la imaginación, entre otros.

Reforzando lo anterior y como base fundamental para la propuesta de esta investigación, basados en los resultados de Rook (2014) en su investigación llamada "*Exposure to the Color Red Enhances Creative Thinking Depending on Appetitive-Aversive Cues*", cuya principal conclusión afirma que el color rojo puede influir de manera constructiva en la creatividad, siempre y cuando los individuos se encuentren enfocados en cumplir sus metas y logros.



"Los colores provienen del espacio físico y afectan los comportamientos o las emociones de las personas"

Ahora bien, de acuerdo con los resultados de la investigación de Ayash, Kane, Smith y Green-Armytage (2015), en su estudio denominado “The Influence of Color on Student Emotion, Heart Rate, and Performance in Learning Environments”, concluyen que el color afectaba las emociones, la frecuencia cardíaca y el rendimiento de lectura, enfatizando que el amarillo pone a los participantes en un estado más positivo y predispuesto al logro. Además, la frecuencia cardíaca fue significativamente afectada por el tono del color. aumentó en rojo y amarillo, por lo anterior los investigadores sugieren que los colores pueden evocar emociones fisiológicas y respuestas emocionales en individuos que enfocan la atención y por lo tanto facilitar los procesos creativos.

Siendo entonces el color rojo y el amarillo los colores que delimitan la gama de los colores cálidos, logran estimular la mente, alegran y hasta excitan, generan dinamismo, movilidad y actividad cerebral. Las cuales, asociadas al proceso y habilidades creativas permiten la generación de ideas, facilitan y estimulan la conexión de sus experiencias para reutilizar elementos, funciones, definiciones, que puedan llevar a la originalidad y producir novedades con mayor elaboración. Aquí las personas estarían entregando un producto o servicio creativo para beneficio de las organizaciones, estamento profesional o educativo.

En contraste, los colores fríos aquietan el ánimo. los negros y grises pueden resultar deprimentes, mientras que el blanco refuerza los sentimientos positivos. Aunque estas sensaciones son puramente subjetivas y dependen de la percepción de cada cual, las investigaciones de Goethe (1810) y citado por Arnaldo, Javier., (1999), por ejemplo, demostraron que son comunes a la mayoría de los individuos, y están determinadas por reacciones inconscientes de estos, así como por asociaciones inconscientes de estos colores con determinados fenómenos físicos.

LOS AMBIENTES Y SU INFLUENCIA

La creatividad también se ha vinculado con otro tipo de variables con el propósito de analizar la incidencia de estas en su desarrollo que, al mismo tiempo, está directamente ligado al comportamiento humano. De esta manera, para el caso del estudio de Jan Dula, Canan Ceylanc y Ferdinand Jaspersb (2010), concluyen que dentro del ambiente físico el color es uno de los principales elementos que lo componen y, por ende, en conjunto con los demás que hacen parte del espacio terminan influenciando el rendimiento creativo de las personas, pero no necesariamente el desarrollo como tal de sus habilidades.

Autores como, Sternberg y Lubart, y Csikszentmihayi, confirman que el ambiente genera influencia sobre las personas, generando experiencias, injerencias en su trabajo, que se reflejan en el actuar y el proceder de esas personas, en su actividad vital, incluso para controlar su propio cuerpo para lograr una apertura, libertad de acceso, expresión y acción causando explosiones en la expresión divergente, claro está, los ambientes enriquecidos por una dimensión creativa, que de no serlo así generaría el efecto exactamente opuesto y la creatividad podría ser reprimida. (Sternberg y O'hara, 2005, p. 124).

De acuerdo con lo anterior, y haciendo una relación entre el ambiente y la educación, la mayoría de los individuos se han formado en espacios de confinamiento, con medidas, colores y elementos estándar, donde se imparten una serie de conocimientos que básicamente se interiorizan de una forma poco natural. Incluso, mucha de esa información no alcanza a ser captada y se pierde. S. De La Torre y Violant, V (2001), afirman que “El medio o el ambiente tienen un valor pedagógico importante y debe ser cuidadosamente definido, especialmente en las edificaciones levantadas para compartir conocimiento”.

Actualmente, el ambiente es poco estudiado en cuanto a sus implicaciones de creatividad e innovación, visto en algunos escenarios como los definidos para las artes gráficas y espacios relacionados con la publicidad y comunicación. González (2000), define el ambiente creativo para la innovación como un “Conjunto integrado de dimensiones (psicosocial, didáctica y física) que actúan articuladas al clima y la cultura para desarrollar y fortalecer la creatividad de los actores sociales, el proceso y los productos al interior de la organización, en busca de un desarrollo eficiente y sostenible de las funciones laborales y productivas para favorecer la competitividad” (p. 83).

Uniendo conceptos, De la Torre (1997) con su modelo transaccional de interacciones del ser con el ambiente, define: “La dimensión física como la espacialidad en la cual se interrelaciona el ser humano, e incluyen un patrón de conducta producido por las características ambientales y temporales. Son las características, la configuración y el diseño de un ambiente el que determina cómo serán las interacciones en este medio donde las fuerzas de influencia creativa se vectorizan directamente hacia el actuar de las personas que lo habitarán, potenciando las habilidades creativas” (p. 45).

En el caso específico del color, es un elemento de relevancia en la definición de ambientes que propendan a la estimulación de la creatividad, dada su influencia en los aspectos fisiológicos y psicológicos, “su manejo puede alterar el tamaño y calidez del recinto, propiciar recuerdos y asociaciones, alentar la introversión o la extraversion, propiciar o alterar la fatiga visual, etc.” (Meza, 1997, p. 30).

Aseguran Maltin y Foley (1996) que, por obvias razones, el color se asocia con el sistema visual quien recupera información lumínica reflejada en los objetos en forma de longitudes de onda, aquí inicia un proceso cerebral que empieza en el nervio óptico, allí se crea la primera sinapsis, la cual consiste en transportar información entre dos neuronas y así sucesivamente con las neuronas adyacentes, pasando por todo el sistema visual compuesta por nervio óptico, quiasma óptico, tracto óptico, colículo superior, núcleo geniculado lateral y corteza cerebral (p. 112).

De acuerdo con el mapa de la corteza cerebral, casi una tercera parte de la sustancia gris del cerebro está destinada para la interpretación del sentido visual, analizando los detalles de profundidad, color, movimiento y orientación. Esta zona tiene seis capas, de acuerdo con el fisiólogo Zeki (1977), quien descubrió “la zona B4, esta zona corresponde a la interpretación del color, definiendo que el 60% de sus células están codificadas específicamente a este fin”.

Esta es la explicación biológica del porqué el ser humano es sensible por naturaleza al ambiente que lo rodea y especialmente por el sistema visual. Estamos expuestos a estímulos y sensaciones del medio exterior, cualquier anomalía o cambio en su entorno basta para afectar su actividad y comportamientos. “el color es eso, factor de influencia sensorial para el trabajador que afecta su comportamiento físico y psicológico” (González, 2000, p. 46.).

LA REALIDAD VIRTUAL Y LA INVESTIGACIÓN

El ser humano por naturaleza es afectado por todo lo que lo rodea, esto debido a su capacidad sensorial que en menor o mayor proporción puede llegar por sus cinco sentidos. El color es uno de estos elementos que genera estímulos con distintas connotaciones en el ser humano, es un factor de influencia sensorial para su comportamiento físico y psicológico. En el presente, gracias a la evolución tecnológica y en particular la electrónica, existen herramientas que permiten simular ambientes que transmitan sensaciones y generen emociones que repercuten en el actuar de las personas.

Esta tecnología ha evolucionado de tal manera que ha salido de los laboratorios de investigación y ha llegado a nuestros hogares, directamente influenciado por la industria de los videojuegos. Marcas mundialmente reconocidas como Nintendo con su consola Wii y 3DS, Microsoft quien lanza el Software Development Kit (SDK) para Windows, un sistema para desarrollo de aplicaciones. PlayStation y Xbox que usan sistema de realidad aumentada basados en cámaras de captura de movimiento, son manifestaciones de la potencialidad y fácil acceso de esta tecnología.

Diferentes investigaciones han concluido que el ejercicio creativo utiliza diferentes partes del cerebro, definiendo que no existe un punto exacto sobre él que se deba estimular. Estas investigaciones, como la de Chávez RA. (2004), usaron la medida del flujo sanguíneo cerebral por medio de SPECT y las pruebas de Torrance de Pensamiento, arrojando como resultado la activación de diferentes partes del cerebro.

Con el antecedente relacionado, se establece que la actividad creativa utiliza diferentes puntos cerebrales dando partida a la temática de influencias de ondas electromagnéticas que busca entablar estímulos en ambos hemisferios del cerebro humano y prepararlo para la influencia colorista a través de la utilización de la tecnología realidad virtual.

Es ampliamente conocido que diferentes estados emocionales, cognitivos y motores se ven representados en las frecuencias de las ondas cerebrales (Klimesch, 1999). Estas ondas cerebrales son influenciadas desde el entorno de las personas a través de los sentidos y principalmente el audio y la vista. El sonido y los colores son dos de los elementos del ambiente que generan ondas electromagnéticas que son medidas por su frecuencia en Hz y su longitud de onda en nm, estas medidas son utilizadas para determinar su capacidad que al ingresar al cuerpo humano impactan directamente en la actividad eléctrica del cerebro. Al utilizar las frecuencias y longitudes de onda adecuadas, es decir colores o sonidos especialmente seleccionados, el cerebro humano entra en una sincronía, preparándolo para recibir cualquier influencia. Según la Sociedad Hispano Americana de Psicología Aplicada, Williams (2015) afirma que es posible utilizar las ondas electromagnéticas para sincronizar las ondas eléctricas del cerebro para que los hemisferios entren en perfecta armonía, generando estados de atención y concentración, para luego al cambiar las ondas electromagnéticas externas e influyentes en el ambiente, bombardeen influencias y alteren el comportamiento emocional o psicológico de los individuos.



"Diferentes estados emocionales, cognitivos y motores se ven representados en las frecuencias de las ondas cerebrales"

El diseño metodológico para esta investigación fue de carácter cuantitativo cuasiexperimental en la cual la estrategia cromática, utilizando la tecnología de virtualización, fue aplicado a dos grupos que se definieron como el grupo control y el grupo experimental. Estos grupos presentaron características demográficas y de población homogéneas, fueron integrados por los estudiantes matriculados en el segundo semestre del año 2017 en el programa de fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales.

Como criterio de exclusión se realizó previamente una encuesta a la población para conocer la marca, la versión de celular y así determinar que cuentan con el sensor de giroscopio, esto para el momento de realizar la fase experimental no presente problemas al reproducir la herramienta cromática virtual.

Este capítulo está fundado en la investigación “Influencia de una estrategia cromática configurada por colores cálidos en el desarrollo de habilidades creativas en estudiantes del programa de fisioterapia de la UAM” de los investigadores Quesada, Rodríguez y Moncayo (2018). En ese documento se describe ampliamente los materiales y herramientas utilizadas en el desarrollo metodológico.

De acuerdo con estas consideraciones la población fue definida por los estudiantes participantes y asistentes a la convocatoria del programa académico de fisioterapia. Esta población ascendió a un número de participantes de 40 estudiantes y fueron distribuidos en dos grupos control y experimental tabla 1.

Tabla 1. Distribución población en grupos.

CONTROL PRE			CONTROL POS		
Edad	Sexo	Semestre	Edad	Sexo	Semestre
18	f	4	18	f	2
18	f	2	18	f	2
18	f	2	18	f	4
18	f	4	19	f	4
19	m	4	19	m	4
20	f	5	20	f	5
20	f	8	20	f	8

20	f	8
21	f	7
21	f	8
21	f	8
22	m	5
22	f	5
22	f	8
22	f	8
22	f	9
23	f	8
23	m	7
24	f	9
26	f	7
27	f	9

20	f	8
21	f	7
21	f	8
21	f	8
22	m	5
22	f	5
22	f	8
22	f	8
22	f	9
23	f	8
23	m	7
24	f	9
26	f	7
27	f	5

Fuente: elaboración propia

Las variables de la investigación se definieron así: variable dependiente, definida por las habilidades creativas que sumadas en un todo conforman la creatividad total de los individuos, planteadas desde los referentes Torrance y Guilford, como lo son: originalidad, fluidez, flexibilidad, recursividad y elaboración.

Variable independiente, definida por la estrategia cromática definida y configurada por la gama de colores cálidos, que contempla todos los colores que pueden existir entre los colores amarillo, naranja y rojo, pero limitados en sus cotas inferior y superior por las longitudes de onda, propiedad física medible y que corresponden al rango entre los 570 nm a 870 nm.

El instrumento utilizado para determinar el estado inicial de las habilidades creativas en la muestra será la aplicación del *test* de creatividad fundado en Torrance et al. (1975) y J. Guilford (1971). Este *test* permite evaluar las cinco habilidades creati-

vas desde las aristas: semántico, figurativo y simbólico figurativo. Este primer *test* (*pretest*) se aplicó a los grupos control y experimental, medida que fue utilizada como valor inicial de comparación de la investigación.

Posteriormente se aplicó la estrategia cromática al grupo experimental que consiste en la inmersión virtual a un ambiente simulado a través de la producción de un video realizado con características de 360°, con figuras amorfas y aleatorias a partir de la gama de colores cálidos, este video puesto en un canal de Youtube para reproducción con la opción VR desde un teléfono celular siendo este soportado por una Google Cardboard. Esta influencia tuvo una duración de treinta minutos diferenciando los primeros y últimos cinco minutos por acostumbamiento y des-acostumbramiento a la herramienta, con una velocidad e intensidad de colores inferior a la configuración de los veinte minutos restantes donde se acentuó la influencia.

Figura 1. Muestra video estrategia cromática.



Fuente: elaboración propia a partir de <https://www.youtube.com/watch?v=IW6bGkrdevQ>

Finalizada la influencia se aplicó el instrumento *Test* de Creatividad (*postest*) a los dos grupos experimental y control, cuyos datos permitieron el análisis estadístico de la investigación.

Las pruebas buscaron establecer un sistema comparativo entre los grupos de acuerdo con las variables, para así determinar si realmente existió influencia de los colores en el desarrollo de las habilidades creativas de los estudiantes. Fue del interés de esta investigación entregar a la sociedad nuevo conocimiento utilizando las TIC a través de una herramienta de realidad virtual como medio para ejecutar la estrategia cromática, que potencie el desarrollo de las habilidades creativas en los individuos.

Figura 2. Desarrollo de la experiencia.



Fuente: elaboración propia

PROCESAMIENTO DE DATOS

Se utilizó el software estadístico SPSS para realizar el procesamiento de los datos obtenidos en esta investigación, para esto se tomó como variable de contraste la creatividad y como variable de agrupación los cuatro grupos y los datos obtenidos de las puntuaciones de las cinco habilidades, así:

Variables independientes: estrategia cromática diseñado a partir de la gama de colores cálidos y aplicados con la herramienta Cardboard, que influencia y ejerce control sobre la variable dependiente.

Variable dependiente o de contraste: creatividad, obtenida para la totalidad del conjunto de habilidades creativas.

Variables de agrupación: *pretest* control, *posttest* control, *pretest* experimental, *posttest* experimental.

RESULTADOS

PRUEBAS DE VALIDACIÓN DE DATOS

Antes de realizar la prueba de T de Student, propuesta como validación de hipótesis para variables independientes, se corroboró que la variable aleatoria presentara distribución normal (tabla 2) y cumpliera con el parámetro de homocedasticidad (tabla 4). Para esto se utilizó la prueba de Kolmogorov Smirnov y Levene respectivamente, cuyos resultados permiten la aplicación de la prueba de la investigación: Realizada la prueba de normalidad, la tabla 2 muestra que para el *test* de ShapiroWilk, muestras < 30 , se obtiene valores de significancia bilateral (P-Valor), de: 0,358, 0,284, 0,002 y 0,255, para la variable dependiente total creatividad, en las cuatro etapas de investigación. Los valores anteriores establecen que existe Normalidad para tres etapas de investigación: control previo, experimental previo y experimental posterior, por cuanto el p-valor es mayor que el alfa establecido: $\alpha = 5\%$. Esta condición de normalidad no se cumple para la etapa control posterior, porque su p-valor es 0,002, que es menor que $\alpha = 5\%$.

Tabla 2. Pruebas normalidad.

ETAPA INVESTIGACIÓN		KOLMOGOROV-SMIRNOV ^A			SHAPIRO-WILK (MUESTRA<30)		
		Estadístico	Gl	Sig	Estadístico	Gl	Sig
Total valoración creatividad	Control pre experimental	,119	20	,200	,951	21	,358
		,091	20	,200	,944	20	,284
	Control pos experimental	,189	20	,049	,833	21	,002
		,152	20	,200	,941	20	,255

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Estadísticas de grupo para prueba de Levene:
control previo y experimental posterior.

	ETAPA INVESTIGACIÓN	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA DE ERROR ESTÁNDAR
Total valoración creatividad	Control previo experimental	20	63,4524	18,76426	4,09470
	Experimental pos	20	80,1000	16,29869	3,64450

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Prueba de Homocedasticidad

		PRUEBA DE LEVENE DE CALIDAD DE VARIANZAS		PRUEBA T STUDENT PARA LA IGUALDAD DE MEDIAS		
		F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)
Total valoración creatividad	Se asumen varianzas iguales	1,055	,311	-3,026	39	,004
	No se asumen varianzas iguales			-3,037	38,684	,004

Fuente: elaboración propia

TOMA DE DECISIÓN

De acuerdo con la tabla 4, se observa que la prueba de Levene arroja una significancia de 0,311, al comparar el grupo control previo con el grupo experimental posterior, lo cual significa que existe igualdad de varianzas. Entonces, como $p\text{-valor} > 0,05$, se acepta la H_0 : las varianzas de los dos grupos son iguales, (Homocedasticidad).

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS:

H_0 = No existe diferencia significativa en las distribuciones de las k poblaciones comparadas, (son iguales)

H_0 = La mediación del color a través de la estrategia cromática configurado por la gama de colores, aplicada en la herramienta sensorial, tecnológica y de realidad virtual Cardboard no influye en el desarrollo de habilidades creativas de los estudiantes matriculados en el segundo semestre del programa académico fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales.

H_1 = Existe diferencia significativa en las distribuciones de las k poblaciones comparadas.

H_1 = La mediación del color a través de la estrategia cromática configurado por la gama de colores cálidos, aplicada con una herramienta sensorial, tecnológica y de realidad virtual Cardboard, influye en el desarrollo de habilidades creativas de los estudiantes matriculados en el segundo semestre al programa académico fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales en el año 2017.

Para el análisis de la información recolectada de forma general la distribución de la variable total creatividad presentó una distribución normal según la prueba de normalidad y la prueba de Kolmogorov y Levine la distribución presentó homocedasticidad. Por tanto, la prueba estadística fue paramétrica para realizar las pruebas de T-student (ver tabla 4) la cual se aplica y se encuentra al comparar los resultados de pretest y postest del grupo experimental obteniendo una significancia P-valor: 0,009. Este resultado al ser menor al parámetro de referencia P-valor=0,005 ($0,009 < 0,05$) acepta la hipótesis de trabajo H1, donde se verifica que existen diferencia significativa entre las varianzas de los dos grupos, lo que quiere decir que la mediación del color a través de la estrategia cromática configurado por la gama de colores cálidos, aplicada con una herramienta sensorial, tecnológica y de realidad virtual Cardboard, influye en el desarrollo de habilidades creativas de la muestra seleccionada.

OTROS RESULTADOS

De forma complementaria, aprovechando los datos recogidos gracias a la prueba de creatividad y en búsqueda de otros posibles resultados, se decidió ampliar el análisis y establecer las diferencias significativas para cada una de las cinco habilidades: originalidad, fluidez, recursividad, flexibilidad y elaboración, en el grupo experimental para sus estados de pretest y postest.

Al analizar estos datos, estadísticamente los resultados no son paramétricos, pues no cumplen con los requerimientos de Normalidad y Homocedasticidad, por tanto, se utiliza la prueba no paramétrica de Kuskal Wallis, como validador de hipótesis en muestras inferiores a 40, estableciendo un nivel de Significancia: $\alpha = 0,05$.

Todos los valores obtenidos de la prueba conjunta para los seis grupos analizados: creatividad total, fluidez, originalidad, flexibilidad, recursividad y elaboración fueron menores a 0,05, P-valor $< 0,05$. Ver tabla 5.

TOMA DE DECISIÓN

Como la significancia para todas las comparaciones fueron $< 0,05$.

Entonces: se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la H1. Existe diferencia significativa en las distribuciones de las k poblaciones comparadas.

Los resultados mostrados en la tabla 5 demuestran que existe una influencia positiva en el desarrollo de las habilidades creativas, estos resultados conllevan a la aceptación de la hipótesis de trabajo H1 = La mediación del color a través de la estrategia cromática configurado por la gama de colores cálidos, aplicada con una herramienta sensorial, tecnológica y de realidad virtual Cardboard, influye en el desarrollo de habilidades creativas de los estudiantes matriculados en el segundo semestre al programa académico Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales en el año 2017.

Tabla 5. Resultado resumen contraste de las habilidades de creatividad por Kruskal Wallis.

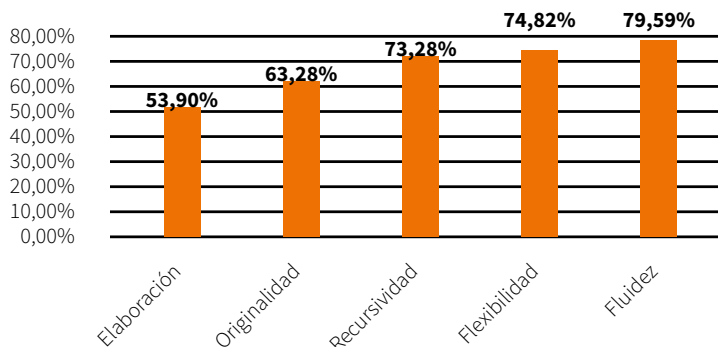
	HIPÓTESIS NULA	PRUEBA	SIG.	DECISIÓN
1	La Distribución de TOTAL VALORACIÓN CREATIVIDAD es la misma entre las categorías GRUPOS	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,007	Rechace la hipótesis nula
2	La Distribución de Total ORIGINALIDAD es la misma entre las categorías GRUPOS	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechace la hipótesis nula
3	La Distribución de Total FLUIDEZ es la misma entre las categorías GRUPOS	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechace la hipótesis nula
4	La Distribución de Total RECURSIVIDAD es la misma entre las categorías GRUPOS	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechace la hipótesis nula
5	La Distribución de Total FLEXIBILIDAD es la misma entre las categorías GRUPOS	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechace la hipótesis nula
6	La Distribución de Total ELABORACIÓN es la misma entre las categorías GRUPOS	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechace la hipótesis nula
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es 0,05				

Fuente: elaboración propia

La tabla 5 resumen del contraste de cada una de las habilidades creativas, e incluso la creatividad total, arroja como resultado que para cada una de ellas el nivel de significancia o p-valor es menor a 0,05 nuevamente validando nuestra hipótesis de trabajo y permitiendo concluir que cada una de las habilidades creativas de forma independiente son influenciadas en su desarrollo a través de la mediación de la estrategia cromática diseñada en esta investigación.

Gracias al análisis detallado de comparación entre las medianas de los resultados para cada una de las habilidades creativas obtenidos por el test de creatividad fundado en Torrance y Guilford, se estableció que la fluidez con un 79,6% es la habilidad que mayor diferencia porcentual presentó al comparar los resultados del grupo experimental en sus fases de pretest y posttest, como se evidencia en la siguiente figura.

Figura 3. Diferencia porcentual entre medianas obtenidas por habilidad en grupo experimental fases control, experimental.



Fuente: elaboración propia

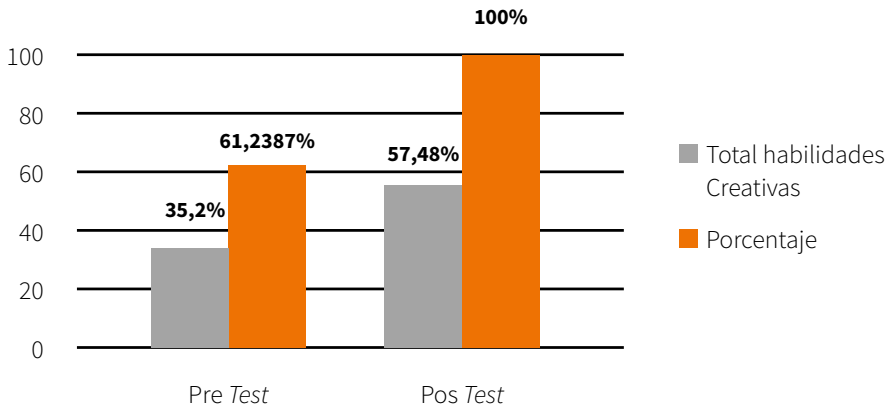
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de la investigación desde los datos obtenidos por sus indicadores particulares y el análisis en su conjunto, permitieron evidenciar resultados positivos frente a la mediación del color a través de la estrategia cromática configurada por la gama de colores cálidos, aplicada con una herramienta sensorial, tecnológica y de realidad virtual a través de las Cardboard, influyente en el desarrollo de las habilidades creativas de estudiantes matriculados en el segundo periodo académico del año 2017 al programa Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales.

De acuerdo con los autores referentes como De la Torre, Torrance y Guilford, la persona creativa puede ser medida por factores cognitivos, afectivos, aptitudinales y actitudinales a través de una serie de indicadores tales como la fluidez, la originalidad, la flexibilidad, la recursividad y la elaboración.

Estos indicadores fueron los usados en esta investigación como variable dependiente para determinar si la influencia del color a través de una herramienta sensorial podría incidir en su desarrollo. Si bien, no hay una caracterización clara sobre la personalidad creativa, los resultados de esta investigación pueden contribuir a que las aptitudes y actitudes de las personas mejoren en procura de su desarrollo y aporte creativo. Este desarrollo se evidencia en las diferencias significativas encontradas, que en términos de porcentajes en los rangos de las medianas halladas, la comparación entre un estado inicial de los sujetos del total de sus habilidades creativas y el estado influenciado por la estrategia cromática, muestra un creciente desarrollo de 38,76% tal y como se ve en la tabla 10 *Comparación Total Habilidades Creativas por parejas* que se encuentra en el acápite resultados obtenidos, de la cual extraemos la siguiente figura:

Figura 4. Medias por parejas total habilidades creativas grupo experimental.



Fuente: elaboración propia

Los antecedentes desde una mirada biológica dan muestra de que los seres humanos interpretamos el mundo externo por medio de los sentidos, pero en el caso específico de esta investigación, trata del sentido de la visión, que según Smith (1986) “Es la interpretación de los impulsos eléctricos que corren a lo largo del nervio óptico realizado por el cerebro y específicamente por la corteza visual de los lóbulos occipitales, situados en la parte posterior del cerebro”.

Esta investigación puso a prueba cómo el sistema visual interpreta los impulsos eléctricos a partir de la gama de colores cálidos aplicados mediante la herramienta sensorial a través de las CardBoard, para luego evaluar los cambios significativos en el desarrollo de las habilidades creativas (fluidez, flexibilidad, originalidad, elaboración y recursividad) por la influencia cromática realizada mostrando un aumento en la diferencia de rangos promedio en las medianas entre el pretest y el posttest (mediados) del grupo experimental de 38.76% para el total de las habilidades creativas evaluadas.

Diferentes investigaciones han concluido que el ejercicio creativo utiliza diferentes partes del cerebro definiendo que no existe un punto exacto sobre él que se deba estimular, estas investigaciones como la de Chávez RA. (2004) usaron la medida del flujo sanguíneo cerebral por medio del examen cerebral SPECT (utilizado para identificar las zonas de actividad eléctrica en el cerebro). Esta actividad cerebral heterogénea conlleva a estados mentales particulares, estos a su vez pueden ser alterados y controlados por estímulos externos (Sánchez y Arriaztegui, 2011) como lo realizado en otros procesos, investigaciones y experimentos que se están ejecutando con equipos de Bio-cibernética y Realidad Virtual, estos estados menta-

les pueden ser influenciados, como en el caso de esta investigación. La utilización de una estrategia cromática que incluye herramientas multimediales configuradas por colores cálidos y aplicada con la tecnología realidad virtual permite inferir la sincronía cerebral al encontrar cambios significativos en las habilidades creativas, demostrando que esta mediación logra influenciar los estados cognitivos.

La fundamentación teórica, permitió diseñar e implementar la estrategia cromática a partir de la gama de colores cálidos y aplicada a través herramientas móviles de virtualización, utilizada como influenciador en el desarrollo de la creatividad y sus habilidades en los individuos objeto de la investigación, permitiendo en este caso obtener resultados positivos.

CONCLUSIONES

La investigación determinó que el estado inicial de la creatividad total de la muestra representativa, en la fase pretest de la prueba, fue en promedio de 63,4524 puntos. Este dato fue utilizado como valor de referencia inicial para lograr determinar en una fase posterior, la influencia en el desarrollo de las habilidades creativas de los estudiantes del programa de la Universidad Autónoma de Manizales.

Se determinó que el acorde cromático diseñado y utilizado en esta investigación, es válido y funcional dentro de la estrategia cromática formulada para el desarrollo de las habilidades creativas, influyendo en los resultados obtenidos para la creatividad total de la muestra.

Se estableció que existe influencia en el desarrollo de las habilidades creativas usando la estrategia cromática aplicada por una herramienta sensorial de realidad virtual y configurada por la gama de colores cálidos, en la muestra representativa para la presente investigación.

La habilidad creativa que recibió mayor influencia por la estrategia cromática diseñada y utilizada en esta investigación es la fluidez, convirtiendo a la estrategia en una importante herramienta para la generación de ideas en un proceso creativo.

Los resultados de esta investigación fundamentan futuras experiencias que permitan ampliar la aplicación de la muestra a organizaciones empresariales y en general a toda persona que desee utilizar metodologías ágiles para potenciar su ser creativo y así afrontar retos y desafíos cotidianos de formas alternas, creativas y que pueden convertirse potencialmente en procesos intra-innovadores o innovaciones para sus mercados.

REFERENCIAS

AL-Ayash A., Kane R.T., Smith D., Green-Armytage P. (2015). **The Influence of Color on Student Emotion, Heart Rate, and Performance in Learning Environments. Colour and Research Application. 41, 196-205**

Chávez, R., Graff Guerrero, A., García Reyna, J., Vaugier, V., y Cruz Fuentes, C. (2004). **Neurobiología de la creatividad: resultados preliminares de un estudio de activación cerebral. Salud Mental, 27 (3), 38-46.**

Csikszentmihalyi, M. (1998). **Creatividad: el flujo y la psicología del descubrimiento y la invención.** Buenos Aires: Paidós.

De la Torre, S. (1997). **Creatividad y formación: identificación, diseño y evaluación.** México: Trillas

De la Torre, S., y Violant, V. (2001). **Estrategias creativas en la enseñanza universitaria. Creatividad y sociedad, 3, 10-35.**

Torrance, E.P. (1974). **Torrance Tests of Creative Thinking. Bensenville, Illinois: Scholastic Testing Service.**

Goethe, von J. W. (1999). **Teoría de los colores. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 404**

González, C (2000). **Creatividad, visión pedagógica. Creatividad en los espacios del saber.** Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Heller, E. (2004). **Psicología del color: cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón.** Editorial Gustavo Gili

Klimesch W. (1999). **EEG alfa and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Research. Brain Research Reviews, 29(2-3),169-95**

Jan Dula, C.C. y Ferdinand, J. (2010). **The role of the physical work environment, Forthcoming in Human Resource Management.**

Kuller, R., Mikellides, B., and Janssens, J. (2008) **Color, Arousal, and Performance A Comparison of Three Experiments. Colour and Research Application. V34, 141-152**

Lichtenfeld, S., Elliot, A. J., Maier, M. A., y Pekrun, R. (2012). **Fertile green facilitates creative performance. Personality and Social Psychology Bulletin, 38(6), 784-797.**

Meza, G. (1997). **Ingeniería y Ambiente en el aula de clase: diseño de un modelo ambiental de aula de clase para optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la ingeniería industrial, 1997.** Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Maltin, M. y Foley, H. (1996). **Sensación y Percepción. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. Tercera Edición,** Naulcapan de Juárez, México

Parodi, F. (2002). **La Cromoterapia, el significado del color en la comunicación visual.**

Quesada, I., Moncayo, A., y Rodriguez, M. (2018). Influencia de una estrategia cromática configurada por colores cálidos en el desarrollo de habilidades creativas en estudiantes del programa de fisioterapia de la UAM. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11182/1316>

Rook, L. (2004). **Exposure to the Color Red Enhances Creative Thinking Depending on Appetitive-Aversive Cues.** Creativity Research Journal, 26(1), 124–130

Sternberg, R. J., y Lubart, T. I. (1997). **La creatividad en una cultura conformista: un desafío a las masas.**

Sternberg, R. J., y O' HARA L. (2005). **Creatividad e Inteligencia.**

Wolfgang von Goethe, J. (1810). **Teoría de los colores.**

Williams, J. (2015). Manual De Equipos Megabrain – Información Complementaria. HISPAMAP Departamento de Investigación y Desarrollo. Recuperado de www.hispamap.net/instrumental.htm

Zeki, S. (1977). **La imagen visual en la mente y el cerebro. Investigación y Ciencia, 194.**