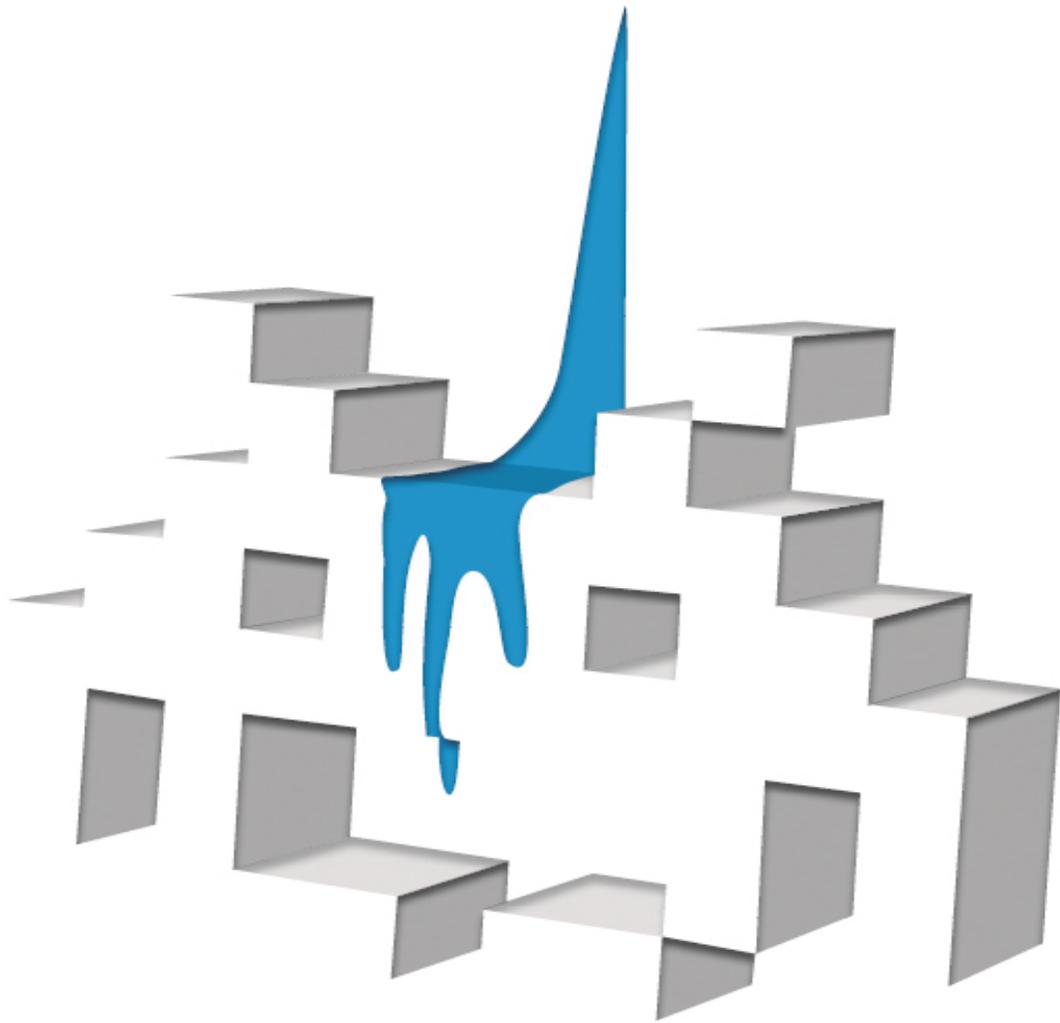


Emiliano Labrador

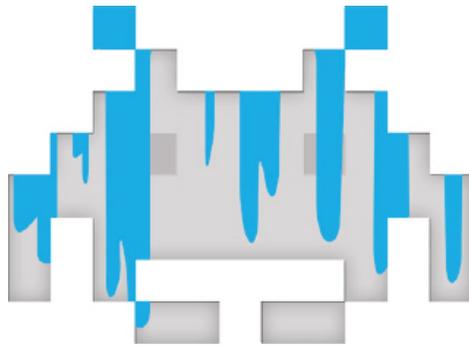
El uso del color en los videojuegos



El uso del color en los videojuegos

Emiliano Labrador

El uso del color en los videojuegos



El uso del color en los videojuegos

Primera edición: Febrero 2020

ISBN: 978-84-120311-2-6

©2020 Ediciones Héroes de Papel, S.L. sobre la presente edición

P.I. PIBO Av. Camas, 1-3, Local 14. 41110

Bollullos de la Mitación (Sevilla)

Directora de la colección: Ruth S. Contreras

Autor: Emiliano Labrador

Edición: Isaac López Redondo

Diseño de colección, maquetación y portada: Paula Velasco

Corrección: Ricardo Martínez Cantudo y Daniel García Raso

Producción del ePub: booqlab



Comité científico:

José Luis Eguia, Universitat Politècnica de Catalunya

Lynn Alves, Rede Brasileira de Jogos e Educação

Óscar García Pañella, Universidad de Barcelona

Íñigo Mugueta, Universidad Pública de Navarra

Ramón Méndez González, Universidad de Vigo

Rafael Rodríguez Prieto, Universidad Pablo de Olavide

Eliane Schlemmer, Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Sara Dias-Trindade, Universidade de Coimbra

© Todas las imágenes incluidas en el libro tienen sus respectivos propietarios, licenciarios y/o titulares de contenido, y han sido incluidas en el libro a modo de complemento para ilustrar el contenido del texto y/o situarlo en su contexto histórico y/o artístico. En caso de que existiera cualquier tipo de error en la identificación de los respectivos titulares o ausencia en la identificación de los mismos, puede ponerse en contacto con la editorial para subsanar el posible error en futuras ediciones.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

Índice

Presentación de la colección Studies

Introducción

Capítulo 1

Qué es el color

1.1. El proceso de visión

1.2. Clasificación

1.3. Características

Capítulo 2

Evolución del videojuego a través del color

2.1. Los primeros años

Los inicios

2.2. Los años 70

El nacimiento de una industria

2.3. Los años 80

La explosión creativa

2.4. Los años 90

La consolidación

2.5. El nuevo siglo

Capítulo 3
Contrastes y armonías

- 3.1. Modelos de color
- 3.2. Mezclas de color

Capítulo 4
Game Design y color

- 4.1. MDA
- 4.2. Estructura lúdica

Capítulo 5
Color y UX

- 5.1. Cómo se observa una imagen
- 5.2. Modos del color
- 5.3. Funcionalidad del color como elemento descriptivo
- 5.4. Jugabilidad

Capítulo 6
Color e identidad

- 6.1. Género y roles
- 6.2. Hombres
- 6.3. Mujeres
- 6.4. Homosexualidad

Capítulo 7
Videojuegos y problemas de visión

- 7.1. Problemas de visión
- 7.2. Soluciones

Anexo 1 Heurísticas de color

Anexo 2 Listado de juegos

Referencias

Presentación de la colección Studies

En términos generales, los estudios de (video)juegos o Game Studies son el análisis académico de aspectos relacionados con juegos de ordenador, consolas, juegos *online*, etc. Comenzaron como un campo académico cuando los primeros actores comenzaron a usar el nombre como una etiqueta para declarar su existencia. Espen Aarseth, en la introducción de la revista *Game Studies* en 2001¹, anunció el inicio de ese momento: «Este año puede ser visto como el año número uno de un campo académico internacional emergente y viable... los juegos no son un tipo de cine o literatura, pero los intentos de colonización en estos dos campos ya han ocurrido, y sin duda volverán a ocurrir». Era necesario describir un campo emergente y con su propia terminología para definirla, sin utilizar términos de otros campos ya existentes.

Con frecuencia se habla de un campo de estudio inherentemente interdisciplinario, con profesionales de varias áreas que debaten, escriben y critican los juegos en general. Es esa diversidad quizás su principal fortaleza ya que incluye una amplia variedad de disciplinas, cada una de ellas con diferentes metodologías buscando diversos temas, diversos intereses y haciendo múltiples preguntas de investigación ¿Acaso las innovaciones no ocurren precisamente cuando se trabaja en diferentes disciplinas y con problemas compartidos en contextos aplicados?

En este campo podemos encontrar diversos estudios relacionados con: el análisis textual de los juegos; videojuegos, literatura y cine; la observación de los jugadores desde la sociología, el análisis de los fans; investigaciones filosóficas sobre la ontología de los juegos; métricas vistas desde la psicología o la educación, etc. Considero que algunas personas pueden llegar a pensar que esta interdisciplinariedad es una debilidad y no una fortaleza. Los

estudios alrededor de los (video)juegos ofrecieron en sus primeros años una imagen carente de legitimidad y basada en la teoría dentro de las disciplinas tradicionales. Pero ahora, y durante los últimos años, esto ha cambiado, y el interés ha crecido y ha generado una gran atracción a diversos perfiles, así como una amplia oportunidad para abrir nuevos campos de investigación.

Este proyecto nació hace casi dos años, en una tarde soleada en la ciudad de Madrid. Compartiendo experiencias y una bebida con Isaac López Redondo, hablamos de por qué era pertinente en el ámbito español destacar los estudios centrados en los (video) juegos. Al existir muchos y muy buenos profesionales, estudiantes y académicos que se dedican a estudiar la disciplina, tenía sentido dar a conocer sus pensamientos y obras. No solo en blogs, revistas, *podcasts* o charlas informales, sino en un medio más formal como un libro, para dejar constancia de la seriedad que tiene el tema. Y qué mejor que una colección respaldada por el Instituto de la Comunicación de la Universidad Autónoma de Barcelona (INCOM-UAB), y el Observatorio de Comunicación Videojuegos y Entretenimiento (OCVE), que buscan dar reconocimiento a los autores sin poner en duda la calidad de su trabajo interdisciplinario.

Lamentablemente en España aún no existen grupos de investigación, doctorados, másteres o proyectos específicos centrados en los Game Studies. Quizás es por esto que en algunos ámbitos aún no se les da a estos estudios el lugar que se merecen. Existe producción y pensamiento, pero no existe una estructura formal como tal. No existe, como sí ocurre en Finlandia o Estados Unidos. De ahí la idea de utilizar el término *Studies* para nombrar esta nueva colección que ahora cobra vida en la editorial Héroes de papel. Una colección que intenta dar a conocer los pensamientos y obras de profesionales que se dedican a estudiar la disciplina. No debemos olvidar que la interdisciplinariedad es en sí misma una aspiración y un medio para intentar demostrar que la investigación que cruza la disciplina produce innovación y promueve el progreso intelectual y social.

No quiero despedirme sin agradecer a todos aquellos amigos, colegas y profesionales que han dado su apoyo a esta colección como parte del comité científico. Como escribió Aarseth: «Todos ingresamos a los Game Studies

desde otro lugar», principalmente desde otras disciplinas. Los juegos involucran representaciones, acciones y estructuras codificadas de manera diversa, por ello hace falta una colaboración multi e interdisciplinar en esta área.

¡Espero que el lector disfrute con la colección!

RUTH S. CONTRERAS ESPINOSA
Directora de la colección

1. www.gamestudies.org/0101/editorial.html

A mi madre,
que me enseñó
a apreciar la belleza

Introducción

El color es algo fascinante. Cuando me preguntan por qué he escrito este libro, solo hay una respuesta: es el mejor libro que se puede escribir.

Aproximadamente el 80 % de la información que llega al cerebro es a través de la vista. Formas, volúmenes, espacios, y, por supuesto, color forman una parte importante de los elementos que nos han ayudado a sobrevivir y evolucionar. Y más allá de esto, son elementos que nos han enseñado a apreciar la belleza y pasar de ser animales a ser humanos.

Aunque pueda parecer que la percepción del color es algo universal, nada más lejos de la realidad. En Japón el azul y el verde tienen el mismo nombre. Los esquimales tienen cientos de nombres, uno para cada matiz del blanco. En las culturas antiguas, el violeta era una variante del negro. El color naranja, en Occidente, se llamó así a partir de la llegada de las naranjas. Anteriormente era un tono de rojo. Un tintorero puede diferenciar cincuenta tipos de negro, mientras que una persona no entrenada en la visualización del color apenas diferencia el negro de un azul oscuro. Recientemente se han visto polémicas en internet sobre qué color se veían en un vestido u otros objetos. A lo largo de la historia se han creado numerosos sistemas para estandarizar los colores, especialmente para su uso en la industria. Sin embargo, esto nunca ha ocurrido con el lenguaje, donde no hay un consenso a la hora de nombrar los colores, más aún cuando se habla de matices sutiles. Y es que el color es un concepto que depende de la luz que emite una fuente luminosa, del objeto donde rebota, de la fisiología del ojo que lo percibe, de la capacidad y conocimiento del cerebro que lo procesa y del entorno cultural en el que ocurre todo este proceso. La percepción del color es algo mucho más complejo de lo que pueda parecer en un principio.

El color es algo que siempre ha fascinado al hombre. Desde las culturas más primitivas se ha buscado un modo de aplicar color a todo trabajo

humano, ya sea en pinturas rituales, en objetos de uso cotidiano, en las telas de casas y vestimentas e incluso en los propios cuerpos. Y por supuesto, en el arte. Esta fascinación ha llevado a investigar cuáles son los mejores métodos para recrear los colores que se observan en la naturaleza. Materias animales, vegetales e inorgánicas han sido usadas para crear estos colores, y complejos procesos —en no pocas ocasiones secretos celosamente guardados— han servido para que perdurasen en el tiempo.

Qué lejos nos quedan aquellos tiempos en que para representar imágenes teníamos un puñado de ocre sacados de tierras vecinas, o complejos procesos que incluían el uso de miles de caracolas, lavados especiales, secados al aire matinal de las playas de Tiro, o el uso de fijadores, como *la orina fermentada de joven impúber u hombre borracho que haya bebido vino fuerte*. Materiales y procesos que han servido para dictar modas, crear industrias, cambiar leyes, interferir en guerras y enriquecer y empobrecer a generaciones enteras de personas dedicadas a este mundo.

Tras milenios de experimentación en el mundo físico, la aparición de los ordenadores fue una revolución en muchos sentidos, también en el uso del color. Los artistas y diseñadores que para su trabajo usaban tierras, tintas, óleos, acuarelas, rotuladores, lápices o pinturas sintéticas (por lo que la gama cromática que podían fabricar o comprar era limitada) pasaron de tener unos cuantos colores a su disposición a tener millones. Literalmente. Y el cambio no fue solo en la cantidad, sino también en su manipulación. Eliminarlos o cambiar unos por otros era ahora una acción limpia y rápida, por lo que experimentar con ellos nunca había sido tan fácil.

En paralelo con la evolución de los ordenadores, surgió un nuevo modo de entretenimiento: los videojuegos. Los videojuegos han pasado de ser el experimento de unos ingenieros a convertirse en la mayor industria del ocio de la actualidad. Y tras muchos años de desprecio por parte de sectores culturales, han pasado de ser un pasatiempo de adolescentes a obras de arte expuestas en prestigiosos museos.

A pesar de la impresionante evolución que han tenido, y de la inmensa cantidad de jugadores que hay en el mundo, el color sigue siendo uno de los temas menos tratados en artículos, libros, revistas especializadas y por

críticos en general. Es muy común leer en revistas y escuchar en *podcast* y a *youtubers* que hablan sobre juegos que son *muy bonitos, una obra de arte, impresionantes*, y un buen número más de adjetivos y frases hechas alabando la dirección artística de algún videojuego. Sin embargo, rara vez profundizan en el tema y son capaces de explicar el porqué, probablemente porque no tienen el conocimiento suficiente sobre el tema ni tienen el vocabulario adecuado para poder hacerlo.

La historia de los colores es apasionante, no en vano hay numerosos libros dedicados a su estudio. Este libro está pensado para estudiantes que quieran dedicarse a la creación de videojuegos (ya sean diseñadores, artistas o técnicos de experiencia de usuario), a divulgadores, periodistas, *bloggers*, *youtubers*, a investigadores que quieran tener una visión global del alcance del uso del color y en general, a todos los amantes de los videojuegos que estén interesados en comprender un poco mejor este producto cultural, de cara a analizar y entender la compleja labor que llevan a cabo los desarrolladores para crear un gran producto. Durante el texto se tratan desde conceptos básicos que es necesario conocer hasta otros más complejos que pueden servir para comprender en profundidad este complejo mundo.

Finalmente quería dar las gracias a todas las personas que han hecho posible este libro. A la Doctora Ruth S. Contreras Espinos, directora de la colección, porque desde el primer momento confió en mí para participar en ella. A mi madre, que fue la que me enseñó a apreciar la belleza. A todas las personas que han estado presentes durante el proceso de escritura, mis hermanos, mis amigos, especialmente Mel Smith Window, que me han dado soporte y ánimos para continuar cuando me quedaba bloqueado, y al Doctor Francisco Merino, que me ayudó a organizar la bibliografía. Sin todos ellos y ellas no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

Barcelona-Urubamba-Villarrubia de los Ojos

Capítulo 1

Qué es el color

Durante toda la historia de la humanidad el hombre ha intentado entender qué es el color y cómo podemos verlo. Por qué vemos estos colores y no otros, por qué no podemos ver más, o por qué hay personas que no pueden verlos.

A lo largo de la historia, a medida que avanzaban la filosofía y la ciencia, a veces apoyándose, a veces negándose, surgieron diferentes teorías que intentaban explicar este fenómeno. El camino recorrido fue largo y no siempre acertado, e incluso a día de hoy se sigue profundizando en el conocimiento del color, ya que es algo mucho más complejo de lo que pueda parecer.

La percepción del color depende de fenómenos físicos, físicoquímicos, psicológicos y culturales, todos interactuando entre sí, de forma tan compleja que se podría afirmar que no hay dos seres humanos que puedan percibir el mismo color aunque estén mirando un mismo objeto, al mismo tiempo, en el mismo sitio. No se sabe si cuando una misma longitud de onda que llega a dos personas diferentes estas perciben el mismo color, o si el color que les llega es ligeramente diferente, o incluso completamente distinto, pero se le está dando el mismo nombre.

Esto lleva a otro problema, que es la representación del color. Si percibirlo es tan complejo, ¿cómo se ha de representar en un videojuego? El uso del color va a hacer que el juego sea creíble, atractivo, usable, en definitiva, jugable. Pero para hacer un buen uso del color, es imprescindible saber qué es, cómo se forma, cómo llega hasta nosotros, cómo lo percibimos y cómo lo entendemos. Para entender qué es el color, se han de estudiar cada uno de los elementos que intervienen en su formación.

1.1 El proceso de visión

Ver es una operación muy compleja en la que intervienen diferentes elementos. La luz es el primer elemento que entra en juego, el que inicia el proceso de la visión. La luz es emitida desde algún lugar, como una lámpara, el sol, una fogata, el abdomen de una luciérnaga, etc., y se propaga por el espacio. La luz entonces choca con los objetos que haya a su alrededor, iluminándolos, haciendo que cada superficie adquiriera un brillo. Si la luz fuera el único elemento que interviene en el proceso, todos los objetos se verían iguales. Aparte de la forma o tamaño de los objetos, nos parecería que todos tienen la misma superficie, ya que la fuente luminosa en este ejemplo es la misma para todos. Pero no es así. Hay una característica que diferencia a los objetos entre sí y es su color. Cada objeto se nos aparece de un color diferente, propio. El segundo elemento a estudiar a la hora de entender el color son, pues, los objetos en sí mismos. Las características propias que hacen que se muestren ante nosotros de un color o de otro. Si estos dos elementos fueran los únicos necesarios, todos los seres vivos veríamos los colores, pero está demostrado científicamente que no es así. Solo el ser humano y unos pocos animales pueden ver en color, y estos no ven exactamente los mismos colores que nosotros. Así pues, el tercer elemento imprescindible para percibir el color es el ojo. No todos los ojos son iguales, por lo que la percepción del color tampoco lo será. El siguiente paso es entender el color. El lóbulo occipital del cerebro es el encargado del reconocimiento del color. La diferenciación entre colores, su interacción, los límites entre ellos son procesados en esta parte del cerebro, sin la cual no podríamos entender qué es lo que hay ante nosotros. Y aunque pueda parecer que este proceso es suficiente, no lo es. Este proceso sería similar al que puede realizar un ordenador con cámara y un algoritmo de reconocimiento de patrones. El ser humano va más allá y realiza un proceso más en la corteza cerebral: la interpretación del color. El reconocimiento consciente del color, la percepción y el juicio de la armonía y la belleza. Por último, el hombre es un ser social, que vive en comunidad. Esto también afecta a la percepción del color, que adquiere unos nombres u otros, que eleva a unos y desprecia a otros en función de lo que dicte su entorno social.

Todos estos mecanismos son imprescindibles en la percepción del color. De todos ellos, los tres primeros son ampliamente conocidos por el hombre, y aunque se sigue profundizando en su conocimiento, son procesos muy conocidos y controlados. Los dos siguientes, sin embargo, se conocen muy por encima y aún queda mucho conocimiento por adquirir sobre su funcionamiento. Si bien se están realizando estudios, aún se está lejos de tener un conocimiento preciso. El último, el entorno social, está en constante evolución, cambiando con el paso del tiempo y las modas.

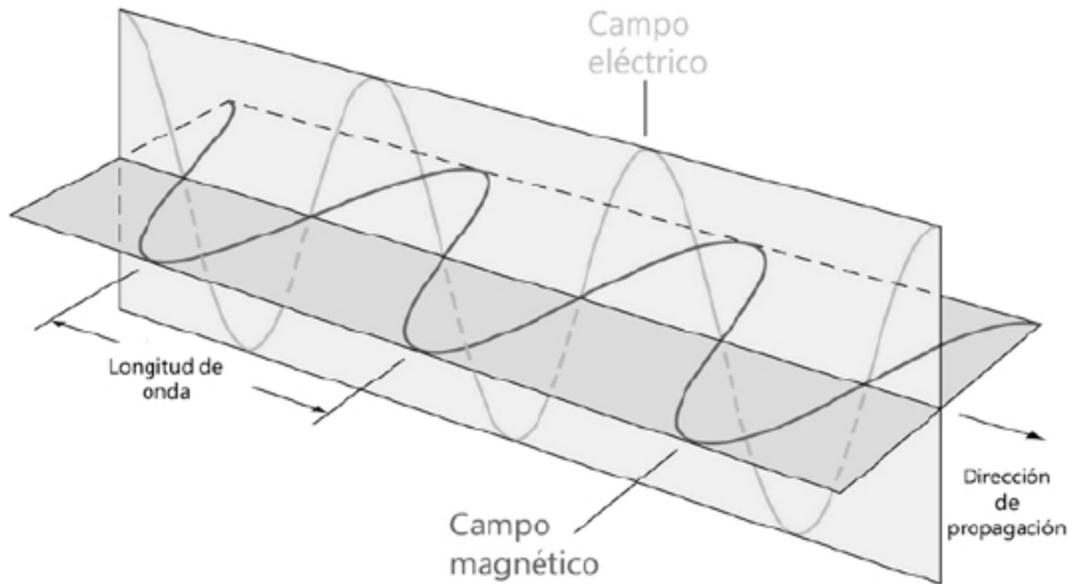


Luz

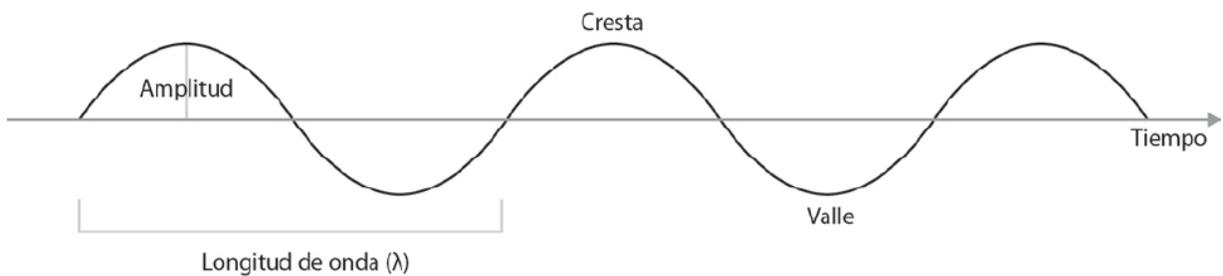
Cuando un cuerpo se calienta hasta una cierta temperatura, comienza a emitir luz. Esta luz es capaz de iniciar algunos procesos. Al chocar con objetos, los vuelve visibles y los calienta; al chocar con la retina, nos permite verlos; al chocar con las hojas de las plantas se realiza la fotosíntesis, y al chocar con nuestra piel (si proviene del sol), la oscurece y convierte la provitamina D en vitamina D.

Por todo esto se puede afirmar que la luz puede ser considerada una energía. En 1873 James Clerk Maxwell publicó un modelo matemático de la luz como un nuevo tipo de onda desconocida: la onda electromagnética. En 1887, Heinrich Hertz, tras haber previamente simplificado sus fórmulas, demostró de forma experimental que Maxwell tenía razón.

Una onda electromagnética es una onda que se genera por oscilación de campos eléctricos y magnéticos a la vez. Los dos campos se propagan de forma perpendicular entre ellos y perpendiculares a su vez a la dirección de la onda.



Esquema de la onda electromagnética



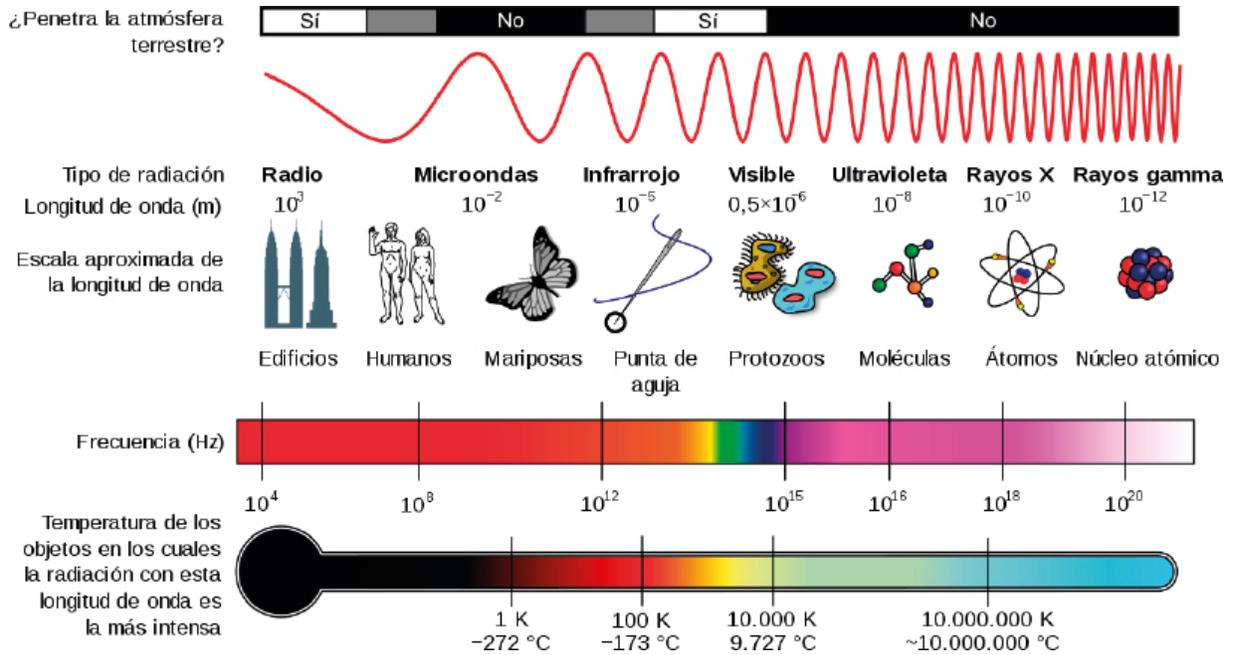
Longitud de onda

La longitud de onda, generalmente representada con la letra lambda (λ), es el espacio que recorre la onda durante un periodo de tiempo. Es la distancia que hay entre dos crestas y su correspondiente valle, lo que corresponde a una oscilación. La frecuencia es el número de oscilaciones por segundo que hace la onda, y el periodo es la duración de cada oscilación.

La longitud de onda define el tipo de onda que se está emitiendo. Esta longitud, que se mide en metros, puede ser desde millonésimas de centímetro hasta varios kilómetros. En orden de menor a mayor, están los rayos Gamma, inferiores a 10^{-6} nanómetros; los rayos X, que miden alrededor de los 10^{-2} metros; los rayos ultravioletas, que tienen unos 100 nanómetros; el espectro visible, el que puede percibir el ojo humano, que está entre 380 nanómetros y los 780 nanómetros; la luz infrarroja, situada

alrededor de menos de 1 mm; las microondas, sobre 1 cm; y las ondas de radio, mayores de 100 metros, incluso kilómetros.

La amplitud de la onda define la intensidad de la luz, lo claro u oscuro que se percibirá el color, lo que se llama brillo o luminosidad. Viene definida por la distancia que hay entre su punto más alto, llamado cresta, y el más bajo, llamado valle.



Situación del espectro visible dentro de todo el rango electromagnético
https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagnético

Pureza de la onda (saturación)

Además del color propiamente dicho, definido por la longitud de la onda y el brillo, definido por la amplitud de la onda, hay un tercer matiz del color, que es la saturación. La saturación se define como la pureza del color. Cuanto más puro es un color, se dice que está más saturado, y cuanto menos puro, más cercano al gris, se considera que está menos saturado.

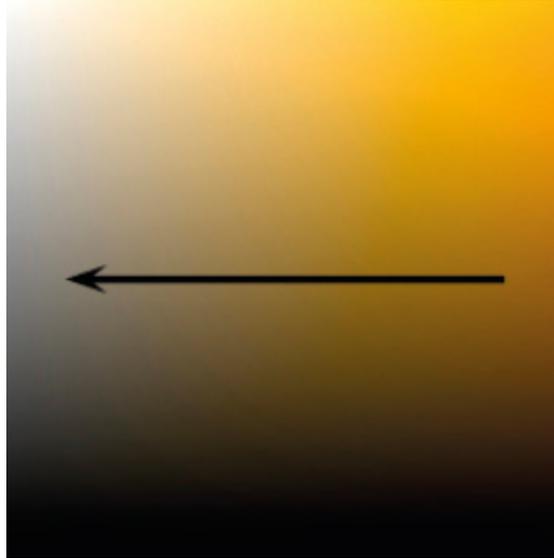
Para entender qué es la pureza de color, hay que diferenciar entre estímulos cromáticos y estímulos acromáticos. El ojo humano puede percibir ondas luminosas de una determinada longitud y por tanto percibir colores concretos. Sin embargo, estos colores percibidos raramente

proceden de una onda pura, con una única longitud de onda. Lo normal es percibir diferentes longitudes de onda mezcladas entre sí. Los colores definidos por una única longitud de onda son conocidos como colores espectrales. Son colores espectrales los que se pueden observar cuando la luz blanca se descompone al pasar por un prisma o los del arcoíris. Todos los demás colores que se pueden percibir son colores compuestos.

De aquí se puede deducir que la luz blanca es una luz compuesta, no espectral. Es un caso particular de luz compuesta, ya que al estar formada por todos los colores espectrales a la vez, las longitudes de onda de todos ellos se suman, formando la luz blanca, no un color. No es necesario usar todos los colores espectrales para hacer luz blanca. Hay otras combinaciones de colores espectrales que también producen luz blanca, como por ejemplo, cuando se mezclan los tres colores primarios (ver apartado 1.1). La luz blanca es pues un estímulo acromático, ya que no tiene un color concreto, sino que es la mezcla de todos, frente a los estímulos cromáticos, formados por colores compuestos que no dan luz blanca. A este factor, se le llama claridad.

La luz blanca es el estímulo acromático básico. A partir de él, se pueden obtener todos los grises, hasta la ausencia total de luz, que es el negro. Un color saturado, puro, es aquel altamente cromático, producido por una onda luminosa que está alejada de los estímulos acromáticos, es decir, del blanco o de cualquiera de sus matices de gris. Cuanto más blanco tenga un color, menos saturado será.

Los colores saturados están en el lado derecho del cuadro. Hacia la izquierda se le añade claridad (blanco), formándose los colores no saturados o insaturados. No se ha de confundir con la vertical, en la que se añade o quita brillo o luminosidad.



Los colores saturados están en el lado derecho del cuadro. Hacia la izquierda se le añade claridad (blanco), formándose los colores no saturados o insaturados. No se ha de confundir con la vertical, en la que se añade o quita brillo o luminosidad

Objeto

Cuando la luz blanca (se toma como referencia la luz del sol, la más común) llega hasta los objetos y choca con ellos, pueden ocurrir varias cosas. La onda luminosa puede ser absorbida por un objeto, de forma que no llega hasta el ojo, con lo que la persona percibirá que ese objeto es negro. La onda luminosa puede ser totalmente rebotada por un objeto, de forma que llegue completa al ojo, tal como se emitió, y lo percibirá como blanco. La onda luminosa puede ser absorbida en parte y rebotada en parte, de forma que el objeto se percibirá de un color concreto, dependiendo de qué longitud de onda esté rebotando.

Este es el motivo por el que un objeto blanco se mantiene más fresco (refleja una gran cantidad de energía que le llega) que un objeto negro, que se calienta más (absorbe la mayor parte de la energía que le llega).

Por otro lado, los objetos tienen una propiedad llamada albedo que indica el índice de luz que refleja. Este parámetro es independiente de la luz que el objeto recibe. Un valor de 1 (Albedo 1), cercano al 100 %, indica que el objeto refleja toda la luz que le llega, como el mármol blanco, una hoja de papel o una pieza de ropa blanca. Un parámetro de 0 (Albedo 0), cercano al 0

% indica que el objeto refleja poco o nada de la energía que le llega, como un grano de café tostado, el carbón o el azabache. Independientemente de la luz que les llegue, reflejarán mucha o poca. Es una propiedad particular de cada objeto. También influye el brillo de la superficie del objeto. Un objeto brillante posee un albedo mayor que uno mate.



Absorción de las ondas luminosas por la materia

Los objetos tienen otras propiedades que van a hacer que cambie la percepción de su color.

El brillo es la estimación que hace el cerebro de la cantidad de luz que refleja un objeto. El brillo puede ir desde un valor muy alto, y el objeto se mostrará resplandeciente, hasta un valor muy bajo, y el objeto se percibirá como mate.

La claridad es la estimación que hace el cerebro sobre la cantidad de luz que absorbe un objeto. La claridad puede ser muy alta y el objeto se percibirá como blanco, o baja y el objeto se percibirá como negro.

La estructura física de los objetos también puede influir en el color con el que se percibe. Es el caso de algunas mariposas y escarabajos, por ejemplo, que debido a la estructura de las escamas que cubren las alas o la estructura del caparazón, da lugar a colores tornasolados, es decir, colores que cambian según la posición desde la que se observa. También se puede observar este efecto en algunas telas. Otros ejemplos de afectación del color según la superficie son las irisaciones que se perciben cuando dos o más capas de aire o líquidas se deslizan entre ellas, como las pompas de jabón, el aceite derramado sobre un charco, el aire atrapado entre dos superficies de cristal o las capas de un DVD. En todos estos casos, la percepción del color

del objeto no se debe a que absorba unas ondas y rechace otras, sino a procesos de reflexión y refracción en su superficie. El objeto en sí no tiene un color concreto, sino que cambia en función de su posición respecto al ojo y/o respecto al tiempo.

Ojo

El ojo es el órgano que permite la recepción del color. Los mamíferos ven en escala de grises, excepto los primates de origen africano (incluido el ser humano) que ven en color completo. Los primates de origen suramericano ven menos colores. Algunos animales también pueden percibir el color, pero solo unos pocos como insectos, peces y pájaros, y no todos en la misma forma que los humanos. Por ejemplo, el rango de longitudes de onda que pueden percibir las abejas y las hormigas está desplazado hacia los ultravioletas; así, pueden ver tonalidades en las flores que nosotros percibimos como blancas o acromáticas. Otro ejemplo serían las serpientes, que tienen un órgano entre los ojos y las fosas nasales capaces de percibir los infrarrojos, lo que les permite ver a sus víctimas en la oscuridad por el calor que desprenden.

El ojo humano recibe la luz a través del cristalino y esta llega hasta la retina, donde impacta en las células fotosensibles que llevarán la información recibida hasta el cerebro, que interpretará la información.

La retina contiene dos tipos de células fotosensibles, los conos y los bastones, cada uno de ellos con una función específica. Los conos y bastones no se hallan uniformemente repartidos por la retina. En la retina central, también llamada fovea, se encuentra una concentración casi total de conos. Alrededor, en la retina intermedia, hay una concentración más o menos igual de conos y bastones. En la retina periférica hay una concentración casi total de bastones.

Cada ojo tiene aproximadamente 120 millones de bastones. Son células alargadas sensibles a las amplitudes pequeñas de la luz, es decir, son las encargadas de que llegue información al cerebro cuando las condiciones de luz son bajas, como en la noche o en lugares oscuros. Tienen una proteína llamada rodopsina, que les permite captar las longitudes de onda alrededor