

BLANCURA DEL PAPEL

La apariencia de una hoja de papel se determina, además de su limpieza, por la combinación de sus propiedades ópticas, que incluyen: transparencia, opacidad, blancura, color y brillo. Al determinar estas propiedades se puede pensar que los resultados indican la apariencia del papel durante su uso; esta es una consideración riesgosa, debido a que el contexto físico y psicológico del proceso de la visión puede influir en el concepto de la apariencia. Esto significa que nuestra percepción de la apariencia y las lecturas de los instrumentos para pruebas ópticas no se rigen por las mismas leyes. El ojo tiene más posibilidades que un sensor óptico, pues es una extensión del cerebro, este no permite medir, pero transmite señales al cerebro para juzgar. La señal producida por la luz en la retina es sólo un paso del proceso. Cuando una hoja de papel es analizada, estamos obteniendo una lectura en la escala de un instrumento, pero no estamos midiendo necesariamente lo que vemos. En este apartado estudiaremos únicamente los elementos y procesos que influyen y determinan la apreciación de la blancura. Considerando que la blancura del papel es una combinación de la reflectancia total de la luz blanca y de la uniformidad de la reflectancia en todas las longitudes de onda, revisaremos la modificación de la luz por los materiales, así como el proceso de interacción con la luz. Abordaremos también la propiedad óptica de la brillantez, que se refiere a la luminosidad o reflectancia del espectro por el papel, que si bien no es la blancura, es la mejor medida con que se cuenta para calcular la blancura máxima.

Modificación de la luz por los materiales

Cuando una luz blanca choca con un material homogéneo como un pedazo de vidrio claro, la luz puede ser reflejada, transmitida y absorbida, como se presenta en el esquema de la Figura 1. La luz que pasa completamente a través del vidrio es la luz transmitida. Otra parte de la luz puede ser absorbida por el vidrio y perderse. Cuando es una gran cantidad de luz la que se absorbe, parte de ella se transforma en calor que podemos sentir. Por último, la luz que no fue transmitida ni absorbida es reflejada por la superficie del vidrio.

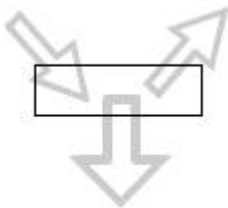


Figura 1. Esquema de la luz que incide en un vidrio.

Cuando el vidrio en que incide la luz es transparente, toda la luz se transmite, por el contrario, si el vidrio es opaco, no se transmite. Si no se absorbe la luz, el vidrio, o cualquier material que reciba la luz, será blanco; en cambio, si toda la luz es absorbida, el vidrio será negro.

En caso de que la absorción de la luz ocurra en igual proporción en todas las longitudes de onda del espectro visible, el material será gris; si la luz se absorbe más en determinada longitud de onda, el material tendrá un color de acuerdo con la longitud de onda de que se trate.

En la Figura 2, se muestran las longitudes de onda aproximadas que corresponden en nanómetros (nm), a los colores del espectro visible.

Por último, la luz puede dispersarse al pasar a través de un material y ser reflejada en una dirección y en otra, de manera que la luz viaje en todas direcciones. Cuando una parte de la luz que pasa a través de un material se dispersa y se transmite, se dice que es luz translúcida.



Figura 2. Longitudes de onda del espectro visible.

Conviene señalar que la dispersión de la luz se produce cuando ésta pega en pequeñas partículas con diferente índice de refracción del material que las rodea. La cantidad de luz que se dispersa depende de la diferencia del índice de refracción de los dos materiales.

Cuando los dos materiales tienen el mismo índice de refracción la luz no se dispersa y el límite entre dichos materiales no se distingue. La cantidad de luz dispersada también depende del tamaño de las partículas; a menor tamaño de partículas, corresponde mayor dispersión de la luz, esto hasta llegar a un diámetro tan pequeño como la mitad de la longitud de onda de la luz, diámetro en que empieza a disminuir la dispersión.

Lo que se ha mencionado se refiere a materiales homogéneos, pero sabemos que el papel no lo es, por lo que su respuesta es diferente.

Interacción del papel con la luz

Una hoja de papel bond blanco normal contiene millones de fibras y finos, que son partículas muy pequeñas de fibras o cargas que al ser iluminadas por un haz luminoso, hacen que parte de los rayos de luz se reflejen en todas direcciones, tanto en la superficie del papel, como en el interior de la hoja, debido a que hay una gran cantidad de partículas que reflejan la luz dentro de la hoja. Gran parte de la reflexión de la luz ocurre en el interior de la hoja. Como resultado de estas reflexiones múltiples, los rayos de luz transmitida que salen por la otra cara del papel, y los rayos reflejados que regresan de la superficie del papel, no son paralelos, sino que viajan en todas direcciones. Esto se puede ver esquemáticamente en la Figura 3. El nombre que recibe este comportamiento es dispersión difusa. La mayor parte de la luz que incide en una hoja de papel bond blanco, es reflejada o transmitida difusamente, debido a que las fibras individuales y las partículas de carga son esencialmente incoloras. En la práctica, el término reflectancia difusa se refiere a la fracción completa de la luz incidente que se refleja, y la transmitancia difusa se refiere a la fracción completa de la luz incidente que se transmite. Los materiales como el papel que transmiten la luz difusamente son traslúcidos.

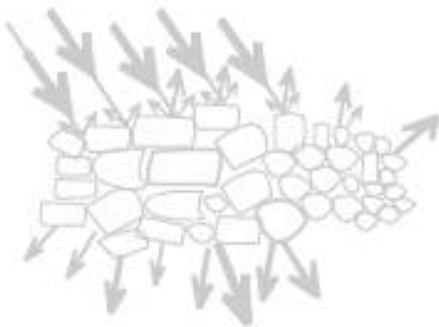


Figura 3. Esquema de reflectancia y transmitancia difusas.

Blancura

Al decir que un papel es blanco nos referimos a que refleja toda la luz que llega a su superficie, pero siempre debemos tener en cuenta que el juicio del observador sobre la calidad de blanco se ve influenciado por: la sensibilidad del ojo, las condiciones de observación y su experiencia anterior, entre otros factores. El papelerero con frecuencia encuentra que los clientes de una región prefieren el blanco azulado, mientras que los de otra región lo prefieren rosado, lo que significa que deben dar un matiz al papel debido a que normalmente la celulosa conserva un tono ligeramente amarillento, cuya apariencia se neutraliza por medio de algún colorante, aumentando la blancura aparente del papel. De lo dicho aquí se puede deducir que las opiniones sobre la blancura del papel son muy diversas y que, por lo tanto, no es fácil llegar a un acuerdo.

En la apreciación de la blancura afecta también la superficie, ya que ésta influye en el comportamiento de la luz sobre la hoja. Dicha superficie varía de acuerdo con el acabado del papel, el cual puede ser más o menos liso, mate o brillante, etc. y con un proceso superficial extra en el caso de papeles cubiertos (couché).

La blancura del papel es una combinación de la reflectancia total de la luz blanca y de la uniformidad de la reflectancia en todas las longitudes de onda. Un blanco perfecto debería tener una reflectancia del 100%, en todas las longitudes de onda de la luz visible, pero no existe el blanco perfecto. El óxido de magnesio que se utiliza como estándar de referencia refleja entre 97% y 98%, de la luz que recibe, no llega al 100%.

La apariencia de blanco del papel depende de la reflectancia total y de la uniformidad de la reflectancia en las diferentes longitudes de onda del espectro visible. Por eso se mejora aparentemente la blancura al agregar un colorante rojo o azul que, al hacer bajar la reflectancia en la región del amarillo, hace que sea más uniforme dicha reflectancia a través de todo el espectro. Esto es interpretado por el ojo como un aumento en la blancura.

Importancia de la blancura

La blancura es una característica del papel que se aprecia a simple vista, misma que es fundamental en el resultado de la impresión, de allí su importancia. Sin embargo, como la apreciación visual es influenciada por la idea particular de cada observador, resulta complicada su definición y, debido a que es una apreciación subjetiva, se presta fácilmente a provocar polémicas.

La blancura del papel es especialmente importante para impresiones multicolor en las que una base neutra evita alteraciones en el matiz o en los colores de la tinta. Sin embargo, en impresiones en blanco y negro, también es importante debido a que puede afectar el contraste dado por la superficie del papel sobre el efecto visual de la impresión.

Lo esencial para lograr que se mantenga el efecto visual de la impresión a lo largo de un trabajo, es la uniformidad en la blancura del lote de papel.

Brillantez del papel

Es una propiedad muy importante que afecta la apariencia del papel, en inglés se le denomina "papermaker's brightness". La brillantez real se refiere a la luminosidad o reflectancia del espectro por el papel. La brillantez del papel depende de la medida de la reflectancia de papeles blancos o casi blancos, a una sola longitud de onda de 457 nm.

La brillantez no es la blancura, ni una medida colorimétrica, es una propiedad relacionada con la ausencia de amarillo del papel. Sin embargo, la brillantez de la celulosa y las cargas que se utilizan para fabricar un papel dan una medida excelente de la blancura máxima que se puede conseguir por medio de la adición de los colorantes adecuados para matizarlo.

La prueba de brillantez se diseñó para determinar la eficiencia del blanqueo y para eliminar lo amarillento de la celulosa, resultando muy práctico medirla en una sola longitud de onda, ya que las celulosas del mismo tipo tienen curvas de reflectancia del espectro de forma semejante, y la lectura en una longitud de onda, es suficiente indicación de la forma de la curva. La longitud de onda de 457 nm se escogió debido a que es en esa región del azul y el violeta en la que el incremento de reflectancia con el blanqueo es mayor, lo que hace del valor de la brillantez una medida especialmente sensible de la eficiencia del blanqueo.

La brillantez también es adecuada para medir el envejecimiento del papel, ya que su cambio de color por esta causa o por degradación térmica es mayor en las regiones del azul y el violeta del espectro visible. Por lo anterior, se puede ver que en la medida de la brillantez resulta la forma adecuada para medir la blancura del papel, aun cuando no se trate de la misma propiedad; por esto se conoce en general como blancura, a la medida de la brillantez.

Medida de la blancura del papel

Resulta difícil valorar objetivamente en cifras la blancura de un papel, de manera que esta valoración satisfaga también la apreciación del ojo humano. En algunos casos, el impresor estima la blancura comparando la muestra de papel con una muestra tipo, o bien, con otra clase de estándar que represente la blancura que se desea tener en el papel.

En estos casos es importante mantener las condiciones de observación uniformes, ya que si hay variación en el tono o la intensidad de la luz se puede dificultar el captar las variaciones entre unas muestras y otras, por lo que es recomendable poner un respaldo de papel blanco, abajo de la muestra en observación.

También es conveniente tener un estándar blanco como los que se emplean en los aparatos de medición de la brillantez para comparar con él las diferentes muestras y poder valorar visualmente las desviaciones.

Ahora bien, la brillantez, que es la mejor medida de la blancura con la que podemos contar y, a la cual, normalmente se le denomina simplemente blancura, se puede medir con varios aparatos. Sin embargo, en todos se mide la reflectividad a una longitud de onda de 457 nm, que corresponde a la región azul del espectro.

Los dos sistemas principales son parecidos en su respuesta, aunque diferentes en su geometría de iluminación y observación. Se trata de colorímetros o reflectómetros. Se utilizan de dos tipos, unos tienen la iluminación a 45°, y los otros tienen iluminación difusa. En las Figuras 4 y 5, se presentan esquemas tipo, simplificados, de dichos instrumentos.

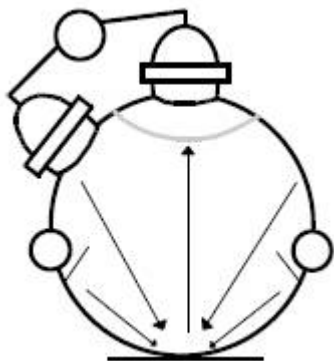


Figura 4. Esquema simplificado de colorímetro con iluminación difusa.

Las especificaciones y métodos de prueba correspondientes a estos equipos se encuentran en el método TAPPI T 452, indicado para los instrumentos que emplean la geometría de 45°, entre los que se cuentan el Technidyne S-5 y el Photovolt. En este tipo de aparatos la iluminación de la muestra de papel se hace con rayos de luz blanca paralelos, que inciden en el papel a un ángulo de 45°, y la reflectancia difusa se mide perpendicular al papel. El haz de la luz incidente pasa por un filtro que elimina los rayos infrarrojos, pero, esencialmente, toda la luz del espectro visible es transmitida al papel. Existe otro filtro en el paso de la luz reflejada para obtener la medida a 457 nm.

Para los instrumentos que emplean la geometría difusa, las especificaciones y el método vienen en el TAPPI T 525. Entre estos equipos podemos mencionar el Elrepho, que era fabricado por Zeiss, quien ya no lo sigue fabricando. Sin embargo, este equipo fue la base para el que se fabrica actualmente en Finlandia, con el nombre de AutoElrepho y el Technidyne Micro-TBIC. En estos instrumentos el papel es iluminado con luz difusa que se difracta y trasmite en todas direcciones, mientras que la reflectancia es observada en un ángulo perpendicular a la superficie del papel.

Estos aparatos se calibran contra un estándar de blancura conocida y se colocan en la apertura de la luz. Una vez calibrados, se colocan las muestras formadas por una pila de hojas de papel de tamaño adecuado al aparato, con un espesor suficiente para no permitir el paso de la luz a través de dicha pila, y se toman las lecturas que dan sus porcentajes de blancura. Para asegurarse de que las muestras tengan el suficiente espesor, se duplica el número de hojas y no deben variar las lecturas del aparato. Habrá que considerar que no existe una relación simple entre las escalas de los instrumentos con diferente geometría, por lo que los resultados de las determinaciones de blancura realizadas en los instrumentos de iluminación a 45°, no corresponden a los de iluminación difusa.

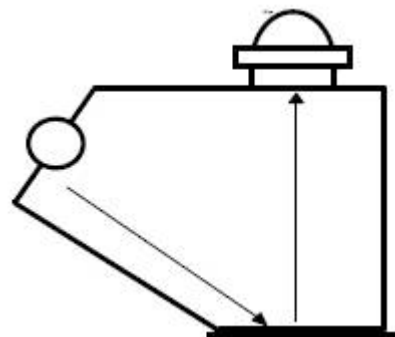


Figura 5. Esquema simplificado de colorímetro con geometría de 45 grados.

En la práctica, para establecer una blancura ideal se ha elegido el óxido de magnesio; esto con la intención de obtener un valor de 100% y, en comparación con la blancura, determinar los valores de otros materiales como el dióxido de titanio, con un valor de 98%, y el carbonato de calcio, con un valor de 96%.

La celulosa tiene valores menores de acuerdo con el proceso por el que se obtuvo y de acuerdo al grado de blanqueo al que fue sometida. Entre las celulosas para papel más blancas está la denominada blanqueada al sulfito, que puede llegar hasta un valor de 92% de blancura.

Sin embargo, este grado resulta alto para fabricar papel debido a que normalmente un papel demasiado blanco cansa la vista al estar leyendo.