



*Matthew Luckiesh,
Director del Laboratorio de Iluminación de la
"General Electric Company", en
Nela-Park, Cleveland, Ohio
(Estados Unidos)*



MATTHEW LUCKIESH

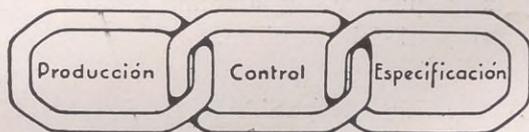
EL
ALUMBRADO REVOLUCIONADO
POR LA CIENCIA DE VER

(Trad. de "Electrical World")

EL ALUMBRADO REVOLUCIONADO POR LA CIENCIA DE VER

LA CIENCIA DE VER CAUSA UNA REVOLUCIÓN EN LA TÉCNICA DEL ALUMBRADO

EL alumbrado artificial es una cadena de tres eslabones: producción, control y especificación de la luz, es decir, adaptación de la luz para usos específicos. La ciencia de la producción de la luz ha evolucionado durante muchos años y prestado buenos servicios. Con cada adelanto en la producción de luz aumentaban las oportunidades para la aplicación



de la ciencia óptica, y como resultado, con la evolución de la ciencia de la producción de la luz, ha evolucionado también una ciencia de control.

El tercer eslabón de la cadena ha sido siempre el más débil; en realidad puede decirse que ha sido una improvisación, y, sin embargo, es la parte más importante del alumbrado porque es la que afecta directamente a todo ser humano dotado del sentido de la vista. La visión ha sido, ciertamente, la llave mágica que ha abierto la puerta a la nueva ciencia de la especificación o, mejor dicho, especialización de la luz. La luz siempre ha sido producida y adquirida para ver. Por consiguiente, el desarrollo de una ciencia de ver había de dar lugar a la aparición de otra ciencia dedicada a la especialización de la luz.

Durante muchos años ha estado evolucionando una ciencia de la visión, en la cual, al parecer, se ha considerado, erróneamente, que estaba incluido el acto de ver. Ahora sabemos que no es así. El acto de ver es una asociación entre la visión y el alumbrado; la visión es sólo una herramienta y el alumbrado otra. Pero comprende aún mucho más. Al afectar tan directamente al ser humano se

convierte en algo muy superior a una ciencia física; es una cosa que comprende ciencias fisiológicas y psicológicas; su propia complejidad militaba contra el rápido desarrollo de una ciencia de ver, y, por consiguiente, de especialización del alumbrado. Además, el campo psico-fisiológico es mucho más difícil de invadir que los campos físicos (producción y control de la luz y de los ojos).

EVOLUCION DE LA CIENCIA DE VER.

El alumbrado, siendo preciso para ver y universalmente controlable, no podía ser comprendido sin un conocimiento adecuado del acto de ver. Por consiguiente, la evolución de una ciencia de ver ha sido el producto natural de la investigación científica del alumbrado. En efecto, esta nueva ciencia es el resultado directo de unas dos décadas de continuas y minuciosas investigaciones. Su objetivo final no fué visto con claridad hasta hace diez años. La ciencia de ver, ni la ciencia de la especialización de la luz a que ha dado lugar, no han llegado en manera alguna a alcanzar todo su desarrollo, que es casi tan complejo como la vida misma. Pero ya han revelado una multitud de hechos nuevos, muchas ideas radicalmente nuevas y nuevos puntos de vista. Ya ha conseguido elevar el alumbrado, del lugar insignificante que ocupaba, a una posición prominente y revela nuevos y efectivos avances en el desarrollo del alumbrado.

Las ciencias de producción de luz y control han suministrado bases y elementos valiosos. Pero la nueva ciencia de ver, al dar una base científica para la especialización de la luz, es la contribución más importante para el alumbrado. Refuerza enormemente el tercer eslabón de la cadena y la fuerza de una cadena ha de medirse por la resistencia del

más débil de sus eslabones. El alumbrado puede ahora transformarse de un arte empírico, con todas las vacilaciones y falta de confianza inherentes al empirismo, en una ciencia sólida con toda la pujanza y seguridad del verdadero conocimiento.

En los párrafos que siguen expongo algunos de los hechos, ideas y puntos de vista nuevos, que revelan progresos recientes y efectivos. La nueva ciencia de ver revela a los productores y consumidores de alumbrado la necesidad de usar mucha más luz. Hasta el presente, esta es la revolución más grande que se ha producido en el alumbrado; ciertamente, ni siquiera en el porvenir es posible otra de importancia tan fundamental.

LA EFICIENCIA VISUAL ES LA RELACION ENTRE EL ESFUERZO UTIL Y EL ESFUERZO TOTAL

El ser humano es una máquina visiva. — Ver es la actividad más importante y más universalmente controlable del ser humano en su concepto de máquina visiva. Esta nueva concepción amplía en gran manera el punto de vista sobre el acto de ver y el alumbrado. Considerado como una máquina, el ser humano tiene derecho a conocer lo que le cuesta ver y a reducir este coste tanto como le sea posible. Su eficiencia como máquina visiva no puede medirse por el trabajo útil que rinda por hora o por peseta. Su eficiencia debe ser medida, o, por lo menos, considerada, según los mismos

$$E = \frac{\text{Trabajo Util Efectuado}}{\text{Trabajo Total Realizado}}$$

principios que se emplean en otras máquinas. Esto es, según la relación entre el trabajo útil y el trabajo total realizado. Inmediatamente se siente la necesidad de saber cuánto trabajo interno inútil se realiza en el proceso visual.

Este nuevo punto de vista reveló otros campos de investigación y la necesidad de otros métodos. El hecho de poder ver dejó de tener una importancia suprema. Con cuánta facilidad se vé — se reali-

za éste o aquel trabajo visual—, éste es el concepto que se hizo inmediatamente mucho más importante que la sola posibilidad de ver. Y este nuevo campo ha sido conquistado con éxito. Por ejemplo, se ha descubierto que leer tipos negros sobre papel blanco, un trabajo que se puede realizar con intensidades de iluminación de una fracción de lux, se hace más fácil cada vez a medida que la luz aumenta hasta una intensidad de, al menos, 1,000 lux. En efecto, los resultados indican que la tarea continúa haciéndose más fácil hasta llegar a la intensidad de cerca de 10,000 lux, la intensidad de iluminación que disfrutamos al aire libre, a la sombra, en un día de sol.

Es la primera vez que el experimento se ha realizado en toda la historia visual del hombre, y en este aspecto la investigación citada marca una época. Además, suministró la primera prueba científica de lo que era una idea lógica, es decir: los ojos y la máquina visiva humana están adaptados a la luz natural del aire libre.

PARA CONTRARRESTAR LOS CASTIGOS IMPUESTOS POR LA CIVILIZACION

El hombre ha alterado en gran manera el plan de la naturaleza. — La civilización progresa con inteligencia, pero ignorando muchas cosas. Las cargas aumentan en la misma proporción que aumentan las comodidades y las conveniencias. Las condiciones naturales han sido substituídas por otras artificiales sin un conocimiento completo de cuales pudieran ser las consecuencias. La civilización ha impuesto a los ojos y a las máquinas visivas humanas trabajos duros, prolongados y minuciosos, bajo una luz muy restringida y un alumbrado considerablemente alterado. Horas de trabajo visual minucioso son ahora lo corriente, aunque los ojos y los seres humanos han evolucionado al aire libre y en medio de una abundancia de luz natural, cuando el trabajo visual era esporádico y no minucioso. La convergencia de los ojos requiere esfuerzo, lo mismo que la concentración de la atención. La distancia ideal para ver es de tres metros o más. Esta página la leemos a la distancia que puede ser mantenida por el brazo sólo por comodidad.

La ciencia moderna sirve de vanguardia y de

retaguardia. Forma una civilización y la corrige. La ciencia de ver es un importante servicio de retaguardia. El hombre salió de la naturaleza para entrar en un mundo interior y artificial; se impusieron nuevas tareas y nuevo ambiente. Las tareas eran anormales y el alumbrado escaso. La necesidad de luz era evidente para el hombre, pero perjuicios insidiosos permanecieron ocultos. Sólo el método científico moderno revela lo que no es aparente. La ciencia de ver ha revelado ya efectos perniciosos ocultos, de los cuales no nos damos cuenta, y la nueva ciencia del alumbrado puede reducirlos. No podemos ver ni un electrón ni una corriente electrónica, pero ésta no es razón para dudar de su existencia. De la misma manera, el alumbrado deficiente exige un precio e impone un castigo. Los recursos humanos se malgastan sin necesidad. La ciencia moderna prueba esto, lo mismo que prueba la existencia de otras cosas ocultas. Prueba el coste en ojos estropeados, fatiga innecesaria, tensión muscular y nerviosa indebida. Los ojos debían desarrollarse con el uso apropiado, lo mismo que se desarrollan los brazos y las piernas. Pero, en cambio, un elevado tanto por ciento de ellos contrae defectos.

Elevación del alumbrado de una situación inferior a una categoría importante. — A una máquina visiva humana, como tal, le interesan tres cosas: (1) El trabajo visual; (2) los ojos, o, mejor dicho, el sentido de la vista, y (3) el alumbrado. Cuando la controlabilidad de estos tres factores se estudia cuidadosamente, se advierte que el alumbrado es el más importante, en lugar de ser incidental en la visión, como se considera comúnmente.

El trabajo visual es a veces controlable por alguien. Por ejemplo, los impresores pueden utilizar un tipo más grande. En otros casos se puede mejorar la visibilidad mejorando los fondos. Pero, en general, los trabajos visuales han de aceptarse tal y como son. Pueden "aguzarse" los ojos por medio de lentes apropiados, si son defectuosos (la mayor parte lo son). Pero, aparte de esto, ninguna otra influencia puede ejercerse sobre este factor.

La luz y el alumbrado son siempre esenciales, y universalmente controlables por alguien. La mayor parte de las personas pueden influir en el alumbrado de los trabajos visuales que se ven obligadas a hacer. Por consiguiente, la luz, en lugar de

algo incidental, como hasta ahora, se convierte en un factor importante; en la mayor parte de los casos el más importante. Su controlabilidad le asigna el papel principal.

La meta final es el bienestar humano. — El ver y el vivir van casi siempre de la mano. El ver es casi tan complejo como el vivir, pero puede dividirse por lo menos en tres partes. A saber: (1) El mundo físico externo de las cosas que han de verse; (2) los ojos como herramientas y como ventanas de la conciencia a través del sentido de la vista, y (3) el mundo interno de los efectos psicológicos y fisiológicos que el acto de ver ejerce sobre la máquina visiva humana. Esta es la complicada cadena que une el trabajo visual a sus últimas consecuencias, es decir, el bienestar humano, que incluye la eficiencia y proceder del hombre. Considerando de este modo el acto de ver, uno no puede evitar la conclusión de que el alumbrado puede ser un factor muy importante.

El trabajo visual en el mundo externo puede ser una señal de tráfico, el desempeño de una obligación, lectura recreativa, o costura doméstica.

La ciencia de ver incluye el conocimiento de las relaciones entre factores tan fundamentales como las dimensiones del objeto, brillantez, contraste y tiempo disponible o necesario para verlo. Pero, además, debe conocer la influencia de los factores controlables e incontrolables en la rapidez, certeza y facilidad de la visión.

El alumbrado desempeña un papel importante en todos los casos. Los ojos son a la vez herramientas y caminos de acceso de las impresiones que desempeñan un papel en el mundo interno de efectos psico-fisiológicos.

La ciencia de ver ha invadido este campo hasta ahora inexplorado y en donde mucha parte del coste de la visión estaba oculto. El producto final de esta relación entre el mundo externo y el mundo interno es el bienestar del hombre; encierra la seguridad, eficiencia, rendimiento, salud y proceder de las máquinas visivas humanas. El alumbrado es, incuestionablemente, el factor más importante en la empresa de mejorar la visibilidad y, por consiguiente, el bienestar del hombre.

Las medidas de la visibilidad eran engañosas. — La ciencia consiste en medidas y correlaciones de las mismas. Sin medidas poco se puede saber

de nada. Mientras el alumbrado y la visión fueron estudiados sencillamente como herramientas, el nuevo concepto de ver como actividad humana no se desarrolló. Los estudios que pretendían ocuparse del acto de ver se limitaban, en realidad, a las limitaciones y capacidades de los ojos como herramientas. Por ejemplo, las medidas de la visibilidad sólo revelaban las condiciones mínimas. A pesar del hecho de que las condiciones para ver en los



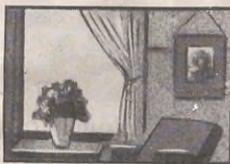
La intensidad de la luz solar, en un día claro de Junio, es de 100.000 lux.



En la sombra de un árbol, en el campo, con sol brillante de Junio, la intensidad es de 10.000 lux.



Con el mismo sol brillante de Junio, en la sombra de un portal o en una ventana, la intensidad, es de 5.000 lux.



Con el mismo sol y a poca distancia de una ventana, 2000 lux.



Pero, después de la puesta del sol, la luz en una habitación de la casa, es poco menos de 50 lux, o sea, una $\frac{1}{2000}$ parte de la luz solar.



interiores son generalmente muy malas, aún durante el día, la máquina humana rara vez se ve obligada a operar en condiciones inferiores al límite o próximas al mínimo necesario para ver. Evidentemente, el conocimiento adquirido solamente por el estudio de las condiciones límite, es de poco

valor práctico. Y, sin embargo, éste era casi todo el conocimiento de que se disponía antes de la reciente aparición de una ciencia de ver, cuyo objeto es establecer condiciones óptimas.

Ya han quedado reveladas las enormes diferencias entre las condiciones óptimas deseables y las condiciones mínimas en las cuales se puede ver. Por ejemplo, para leer letras negras sobre papel blanco, hemos visto que el máximo de facilidad visual se obtiene cuando la intensidad de iluminación es al menos 10,000 veces mayor que el mínimo necesario para ver. En otras palabras, se puede leer un periódico con una luz de 1 lux, pero se lee con más facilidad cuando la intensidad de iluminación es de 10,000 lux. La lectura es agradable cerca de una ventana, donde la intensidad de iluminación es, generalmente, de 2,000 lux, o al aire libre a la sombra de un cobertizo, donde la intensidad es aún mayor. Desgraciadamente, nosotros no podemos juzgar la facilidad visual. A medida que las condiciones se acercan al límite, nos damos cuenta de la tensión nerviosa y general dificultad. Es indudable que la dificultad ha de disminuir a medida que se mejoren las condiciones. La ciencia de ver ha revelado también que la facilidad aumenta. La medida de la facilidad visual es un proceso largo y complicado, que comprende también la integración de los efectos durante largos períodos. Afortunadamente, parece haber una correlación entre la facilidad visual y el límite de la visibilidad, y por consiguiente, simples indicadores de la visibilidad prometen ser valiosos para determinar las condiciones óptimas midiendo el mínimo necesario para ver.

Un nuevo concepto de la visibilidad.—Ha quedado demostrado que las medidas de la visibilidad del pasado sólo revelaban las limitaciones o capacidades de los ojos como herramientas. Cuando este interés limitado por los ojos da lugar al nuevo y más amplio concepto del hombre operando como una máquina visiva, advertimos que la facilidad visual adquiere la mayor importancia práctica; pero también ha nacido un nuevo concepto de la visibilidad.

Tomemos el caso del conductor de un automóvil que se acerca a un cruce. Este conductor es más que una máquina visiva; aparte de sus diversas actividades, tiene una capacidad sensorial determina-

da. Una porción de esta capacidad sensorial la utiliza para conducir el automóvil, aunque lo haga automáticamente. Los ruidos inútiles también consumen una parte de esta capacidad. El conductor presta atención, además, a los ruidos significativos que le pueden advertir de la aproximación al cruce de tranvías u otros vehículos. Su capacidad sensorial se utiliza de muchas maneras diferentes, y su eficiencia como máquina visiva, queda grandemente reducida. Estas reducciones han quedado demostradas por la ciencia de ver.

Supongamos que pasa por una señal de tráfico que le ordena detenerse, y que no la ve. Un guardia le detiene y le indica la señal. Desde luego, ahora es fácilmente visible porque el hombre sabe que está allí y no tiene otra cosa que hacer sino verla. Sin embargo, cuando iba conduciendo, su eficiencia como máquina visiva era mucho menor.

Aquí es también la luz el medio más práctico de proveer el factor de seguridad necesario para hacer la señal visible a una máquina visiva cuya eficiencia está disminuída por otros trabajos simultáneos. Las señales de tráfico no luminosas son inútiles, conforme muestra la nueva ciencia de ver. Una señal luminosa es de una visibilidad muy elevada, comparada con una señal pintada.

Y de este modo, a través del nuevo concepto del acto de ver y de la máquina visiva humana, se forma un concepto nuevo y acertado de la visibilidad. Este nuevo principio tiene incontables aplicaciones en muchas actividades civilizadas. Y siempre la luz y el alumbrado, dirigidos por el conocimiento, serán auxiliares poderosos de todas nuestras actividades.

EL LUX ES UN VALOR VARIABLE

El lux adquiere un nuevo significado. — La nueva ciencia de ver ha alterado las viejas ideas sobre el lux y ha cristalizado en algunas nuevas aún vagas. El lux es una unidad física, o por lo menos ha sido considerado como si lo fuera. En realidad, un lux es valioso para la máquina visiva humana sólo en proporción de la ayuda que presta para ver. Los lux, como unidades físicas, pueden ser sumados aritméticamente porque son de un valor constante. Pero desde el punto de vista visual

un lux no es ya un valor constante. Un lux sumado a otro lux es una verdadera ayuda para la visión; pero cuando se suma a 10 ó a 100 lux su valor es, en realidad, insignificante. Esto, desde luego, se sabía, pero el predominio de las ciencias físicas y la ausencia de una ciencia de ver han impedido que se reconociera plenamente en la práctica del alumbrado. Ahora ha quedado bien establecido, que las progresiones de lux deben ser geométricas y que la intensidad de iluminación debe doblarse, si se quiere conseguir una mejora visual apreciable.

En resumen, la nueva ciencia de ver revela muchas importantes inconsistencias y muchas recomendaciones ridículas referentes a la intensidad de iluminación en la pasada era empírica de la práctica del alumbrado. En las antiguas normas del alumbrado se hacían respecto de las intensidades de iluminación recomendaciones y distinciones minuciosas y sutiles que han de ser abandonadas. La sugerencia que ha parecido mejor ha sido establecer una escala que va de 5 a 5,000 lux, dividida en diez escalones y distribuída, aproximadamente, en progresión geométrica, en números redondos, a saber: 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1,000, 2,000 y 5,000. En la clase más baja puede situarse el alumbrado de las carreteras y de depósitos de material ferroviario y en la más elevada la costura sobre géneros oscuros y encajes finos. Estas recomendaciones no son, en manera alguna, las adecuadas desde un punto de vista ideal, pero representan un gran avance sobre la iluminación corriente de diez lux.

LA CANTIDAD DE LUZ Y SU EMPLEO

Intensidades de iluminación humanitarias. — Las intensidades de iluminación ideales para muchos de los trabajos modernos que desempeña la máquina visiva humana, pueden apenas obtenerse de las actuales fuentes de luz, aun sin considerar el coste del alumbrado. Sin embargo, son posibles enormes avances en este aspecto, sin que el coste suba de una manera exagerada, si se emplea el sistema de alumbrado conveniente.

Las recomendaciones siguientes son ultraconservadoras, en la estimación de la nueva ciencia

de ver, con tal de que, para las intensidades superiores, se emplee el sistema de alumbrado debido. Este sistema suministra alumbrado general, más un alumbrado suplementario convenientemente dirigido, y estas recomendaciones, aunque nada liberales, suponen un gran avance que reduciría mucho el innecesario dispendio de recursos humanos, debido a condiciones visuales verdaderamente primitivas o inadecuadas, que son las que prevalecen en el mundo interior durante el día y en todas partes por la noche.

1,000 lux o más. — Para trabajos minuciosos y muy prolongados, como bordado fino de aguja, grabado fino, escritura muy menuda, montaje de piezas finas; costura sobre géneros oscuros y percepción de detalles pequeños sobre fondos de poco contraste.

500 a 1,000 lux. — Para trabajos minuciosos y prolongados, como corrección de pruebas de imprenta, dibujo, lectura de tipos pequeños, trabajos de relojería, fabricación de piezas finas a máquina, costura normal y otros trabajos de aguja.

200 a 500 lux. — Para trabajos moderadamente minuciosos y prolongados. Tareas propias de escritorio, lectura corriente, trabajo corriente de taller, costura y otros trabajos de aguja sobre géneros de colores claros.

100 a 200 lux. — Para trabajos moderados y prolongados de oficina y fábrica, lectura corriente y costura sobre géneros de colores claros cuando no son prolongados.

50 a 100 lux. — Para trabajos en los cuales la vista ejerce sólo una función de control, importante, pero más o menos accidental o discontinua, y sin que precise la percepción de detalles pequeños ni de poco contraste.

0 a 50 lux. — Esta es la zona de peligro para trabajos visuales severos y para ver con rapidez y precisión. Suficiente para percibir objetos de gran tamaño y para ver de una manera incidental y sin fijarse en nada.

¿Cuál es el grado de dificultad de un trabajo visual? — Al ser desplazada la vieja idea de ver, simplemente, por el nuevo concepto de ver con facilidad y comodidad, se presenta la necesidad de investigar cuál es la dificultad que encierran los diversos trabajos visuales. Por una correlación entre la facilidad en el acto de ver y las condiciones lí-

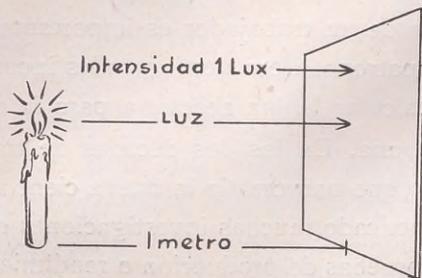
mites o mínimas de visibilidad, que ha sido establecida "grosso modo" por la ciencia de ver, la dificultad relativa de muchos trabajos visuales puede ahora expresarse en términos de un factor controlable como es el lux. Desde luego, todo el mundo sabe que trabajos como el grabado fino y la costura sobre telas oscuras son más duros para los ojos que la lectura ordinaria, pero no se ha prestado atención al mayor coste que suponen para la máquina visiva humana. En las recomendaciones empíricas sobre el alumbrado se concedía alguna más luz para trabajos evidentemente más difíciles que otros. Pero esta concesión era pequeña; ahora sabemos que era de una insignificancia ridícula.

Al considerar la dificultad de un trabajo visual, es preciso comenzar por tomar en cuenta factores como las dimensiones de los detalles críticos, contraste y brillantez. Al tamaño se le presta consideración desde hace algunos años, puesto que es un factor de importancia evidente cuando nos acercamos al límite de la visibilidad. Sin embargo, la nueva ciencia de ver ha demostrado que es el contraste el factor de importancia más general; a pesar de ello ha sido casi siempre descuidado. La brillantez es el resultado de la intensidad de iluminación y el poder de reflexión de una superficie. Si, por ejemplo, uno desea 200 lux para leer tipos negros sobre papel blanco, debería pedir por lo menos 2,000 lux si el papel estuviese teñido de un color gris oscuro, que reflejase la décima parte de la luz que refleja el papel blanco. Esto se basa solamente en que el papel gris necesita diez veces más luz para parecer tan brillante como el papel blanco. Cuando el papel está teñido se ve que el contraste entre la impresión y el fondo queda muy disminuído. El efecto de este contraste rebajado puede contrarrestarse con más luz. Por consiguiente, se necesita mucho más de 2,000 lux para ver con la misma facilidad que en el caso del papel blanco con 200.

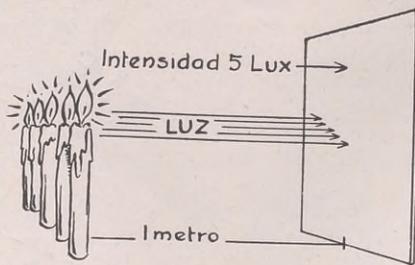
Una guía de teléfonos está impresa sobre papel fino y barato y la impresión no es, naturalmente, de las mejores. Esto se puede decir también de muchos periódicos. Se necesita tres veces más luz para ver con la misma facilidad que si se tratase de leer el mismo texto, bien impreso, con tinta negra, sobre buen papel blanco.

Si se recomiendan 200 lux para el trabajo de escritorio de una fábrica de ropas, sobre la base

del factor reflexión solamente, para coser a mano sobre telas corrientes oscuras debían recomendarse unos 2,000. En realidad, una consideración de los factores más importantes, indica que para coser con la misma facilidad que se realiza el trabajo de escritorio en la oficina, se necesitarían aproximadamente nada menos que 100,000 lux. Ciertamente, cuando la ciencia de ver se ocupa de las dificultades relativas de los distintos trabajos visuales, las intensidades de iluminación alcanzan niveles extraordinariamente altos.



Un concepto gráfico de la intensidad representada por 1 lux de luz.



Idem... por 5 lux de luz.

Con demasiada frecuencia se juzga el alumbrado por la lectura de tipos negros sobre papel blanco. En primer lugar, los estudios hechos en la materia revelan que la máquina visiva humana es un mal aparato para medir la visión. Y en segundo lugar, muchos factores importantes, el contraste, por ejemplo, no han sido tenidos en cuenta, porque hasta hace poco no se han tenido datos referentes a ellos.

Al considerar la dificultad de trabajos visuales, hay que tener en cuenta la vista del individuo. Los ojos defectuosos se benefician más, por lo general,

del aumento de luz que los ojos normales. La pupila del ojo disminuye de tamaño con la edad. Los trabajadores más viejos, que por su mayor experiencia hacen los trabajos más delicados y minuciosos, necesitan más luz que una persona joven. A los sesenta años de edad la pupila admite menos de la mitad de la luz que admitía a los treinta. Considerando, además, que los ojos viejos han sido embotados por el uso y el abuso, sería prudente considerar que las personas de cincuenta o sesenta años de edad necesitan varias veces más luz que las de veinte o treinta.

Incidentalmente, aumentando la intensidad de iluminación de 10 a 1,000 lux, el tipo mínimo visible, aumenta de tamaño visual en la misma proporción que si se corrige por medio de lentes algún defecto poco grave de los ojos.

En el alumbrado no sólo ha de considerarse la cantidad de luz. — En el alumbrado han de tenerse en cuenta tres factores: (1), cantidad de luz; (2), calidad o composición espectral de la luz, y (3), calidad del alumbrado. Se considera en primer lugar la intensidad de iluminación, o cantidad de luz, porque se trata de un factor siempre presente y porque las intensidades actuales son terriblemente bajas. La calidad de la luz se convertirá en un factor importante cuando la cantidad sea generalmente adecuada. Por el momento es un factor secundario, salvo en casos especiales. Sin embargo, la calidad de la luz es siempre un factor, que supone su distribución y, eventualmente, la distribución de brillantez. La distribución puede comprender la difusión, protección y dirección de la luz.

El alumbrado en las tres dimensiones. — El alumbrado no sólo consiste en suministrar luz sobre una superficie plana y horizontal. Esto es suficiente cuando el objeto que se ha de ver tiene solamente dos dimensiones, como en el caso de la lectura. Comúnmente, el sistema de *alumbrado general, más luz local*, es satisfactorio; pues mien-

tras no se provee de luz directa, adecuadamente dirigida, el alumbrado no está completo. Con luz local el trabajo puede ser iluminado bien, regular o mal. Para ver objetos de tres dimensiones los relieves y las sombras desempeñan un papel importante. Además, la luz localizada ayuda, materialmente, a concentrar la atención. Y la prueba de esto puede obtenerla cualquiera por su propia experiencia. En un cuarto dotado de alguna luz general, el mejor sitio para leer es al lado de una lámpara portátil.

No sólo el sistema de alumbrado general, más luz local, es el mejor para ver y para concentrar la atención sobre el trabajo, sino que ofrece un modo práctico de obtener las elevadas intensidades de iluminación exigidas por la ciencia de ver. Es fácil suministrar a un trabajador 1,000 lux sobre su banco de trabajo y es practicable elevar esta intensidad de 5,000 lux. Yo leo en mi casa con 1,000 a 2,000 lux; escribo con 1,000 lux y dispongo en mi mesa de despacho de 1,000 lux.

El alumbrado general puede aumentarse como se aumenta el alumbrado directo. No disponemos de una proporción fija, pero la ciencia de ver ha reunido ya una considerable cantidad de datos, sobre los cuales se

puede basar una regla. Parece lo más prudente tener para alumbrado general el diez por ciento de la luz total que alumbró el trabajo. En la mayor parte de los casos este tanto por ciento puede ser algo menor. Desde luego, la brillantez es el factor más importante y si los alrededores tie-

nen un elevado poder de reflexión, el alumbrado general puede ser reducido. Por ejemplo, si la mesa o banco de trabajo están frente a una pared y pegados a ella, se puede conseguir un buen control pintando la pared de blanco o gris claro.

La ciencia de ver revela, pues, la necesidad de elevadas intensidades de iluminación; también nos muestra cómo obtenerlas económicamente por un sistema que debía ser de uso general. Sólo por este sistema puede el alumbrado servir completa y debidamente a la máquina visiva humana.

Defectos de las pruebas de producción. — La producción de un trabajador es importante para él y para su patrono. Pero tiene grandes inconvenientes para calcular la luz necesaria para la máquina visiva humana. En las dos décadas de trabajo de laboratorio que han creado la nueva ciencia de ver, se han practicado muchas investigaciones que comprendían pruebas de producción o rendimiento. Por lo general, la producción cesa de aumentar cuando se ha llegado a la intensidad de 200 lux. Y con fre-

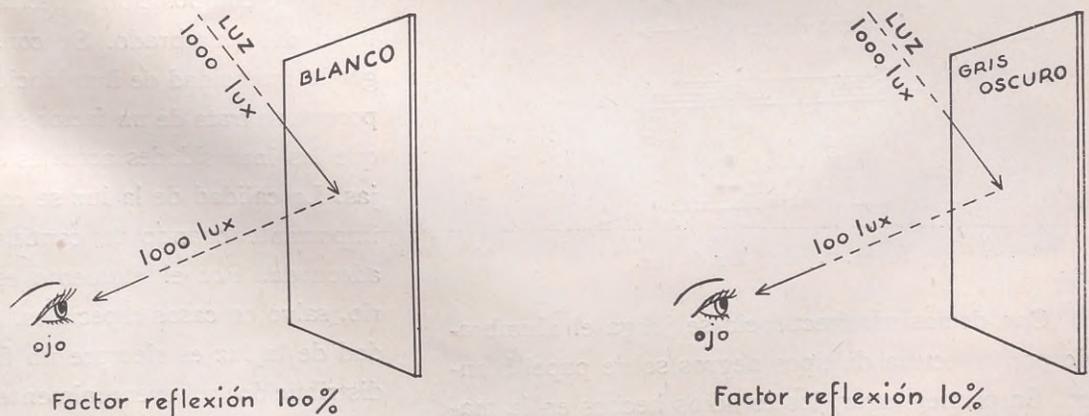


Gráfico demostrativo de la diferencia de luz que percibe el ojo según sea el color, blanco o gris oscuro, de la superficie en que se refleja el flujo luminoso.

cuencia este punto óptimo se alcanza a los 100 lux. Al desarrollarse la idea de la máquina visiva humana se hicieron nuevos experimentos y el resultado de los antiguos empezó a ser considerado desde un punto de vista distinto. Ahora es evidente que más luz y mejor luz continúa beneficiando a la

máquina visiva humana mucho después de haber alcanzado el máximum de producción. En otras palabras: se necesita mucha más luz para alcanzar la máxima facilidad en la visión que para alcanzar el máximum rendimiento en el trabajo. Otros factores, además de la visión, fijan el límite del rendimiento.

Bastan como ilustración algunos ejemplos sencillos. Una revista colocada sobre un atril vibrante, para simular la lectura en el tren, puede ser leída casi tan rápidamente como cuando el atril está inmóvil. Sin embargo, en el primer caso el trabajo era, sin duda, muy duro para los lectores. Sus ojos se inflamaron y se pusieron nerviosos al final del período de la prueba.

Un nutrido grupo de trabajadores fué sometido a la prueba de ejecutar una determinada labor al principio y al final de un día de trabajo corriente. Al final del día las medidas indicaban que sus ojos estaban embotados y los individuos cansados del trabajo del día. Y, sin embargo, ejecutaron el trabajo al final de la jornada con alguna mayor precisión y rapidez que al principio, y también le prestaron más atención.

Las pruebas de producción no son, generalmente, un medio adecuado para medir las condiciones visuales, ya que el rendimiento no disminuye con intensidades de iluminación que hoy sabemos son demasiado bajas para el bienestar de la máquina visiva humana.

El oculista se convierte en colaborador. — La ciencia de ver ha mostrado al oculista que, al corregir los defectos de los ojos por medio de lentes o tratándolos de otras maneras, remedia los defectos y no las causas, generalmente. Nos encontramos en la edad de la previsión y el oculista se interesa por el alumbrado. Ahora resulta evidente para ellos que los ojos y la visión son sólo herramientas. De la misma manera, el especialista en luminotecnia trata de la luz y del alumbrado como herramientas.

Ninguno de los dos se ha ocupado del acto de ver como una actividad del hombre en su concepto de máquina visiva humana. La ciencia de ver ha abierto un nuevo campo a las actividades del oculista. Ya se está formando un nuevo especialista, que procederá por evolución del oculista o del luminotécnico.

En los Estados Unidos hay 35,000 oculistas y ópticos. Este ejército formidable se ha puesto ya en movimiento. Los que tienen un interés en el alumbrado procederán con cordura si les ayudan, pues ellos contribuirán a su vez al desarrollo del alumbrado. El actual ejército de luminotécnicos es muy reducido; viene a ser, en comparación, la escuadra de gastadores.

Por fin se despierta una conciencia del alumbrado. — Los experimentos efectuados por la nueva ciencia de ver, demuestran que esta nueva y decisiva concepción del alumbrado despierta una conciencia del mismo. Cuando la historia de la vista y del alumbrado se cuenta debidamente, suscita un intenso interés. El alumbrado se convierte por fin en uno de los medios que reducen el trabajo. Y hay un clamor universal en este sentido. El ver se revela como una universal e importante actividad del hombre como máquina visiva humana. La facilidad en el ver adquiere una suprema importancia. Ahora se sabe que ciertos ocultos castigos sufridos por la visión son un gasto inútil e innecesario de recursos humanos. Y cada uno de los hechos y consideraciones nuevas revelados por la ciencia de ver, atribuye al alumbrado un papel importante. En efecto, el alumbrado adquiere una importancia suprema, porque es universalmente necesario y universalmente controlable.

La ciencia de ver es origen de una ciencia de especialización de la luz, y de este modo, el arte empírico del alumbrado, que ya ha prestado grandes servicios a la humanidad, se convierte en una ciencia sólida, y como tal prestará servicios infinitamente mayores. Los luminotécnicos y las empre-

sas están empezando a advertir las nuevas posibilidades. Sin embargo, sólo uno que haya vivido durante dos décadas para la ciencia de ver y se halle familiarizado con todos los detalles de su desarrollo, puede decir que el alumbrado de este mun-

do, que sólo ve a medias, ha comenzado. Y para todos habrá legítimas recompensas. Más luz y mejor luz requiere más lámparas y de más potencia, más y mejor instalación, más alambre y un consumo de fluido multiplicado muchas veces.