

JUAN LUNA CARDENAS .

Proyecto de una Planta de Producción
de Película Cine-Fotográfica Virgen.

TESIS QUE PRESENTA PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO QUIMICO.

EN LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
Universidad Nacional A. de México

México MCMXLVII



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

H I S T O R I A .

Los primeros trabajos importantes en el terreno de la FOTOCUIMICA se deben al químico alemán Schœele en el siglo XVIII, quien descubrió la acción de la luz sobre el Cloruro Argéntico e indicó que la parte violeta del espectro tenía mayor acción en estos fenómenos. Poco tiempo después, a fines del siglo, Ritter descubrió la existencia de las radiaciones ultravioletas, comprobando su acción reductora sobre el Cloruro Argéntico.

En 1802 Wedgood, publicó una memoria en la que habla de la Fotografía "como un medio por el cual se obtienen imágenes por acción de la luz sobre Nitrato Argéntico". Explica, que el negro obtenido, o sea plata precipitada, depende de la cantidad de luz que interviene.

Davy, estudiando la composición de las pruebas obtenidas sobre papel humedecido con cloruro y nitrato argénticos, trató de fijarlas, de modo que permanecieran invariables; pero todos sus esfuerzos fueron infructuosos.

El problema de determinar compuestos mas estables sobre las superficies argentificadas, estaba reservado a Charrier, quien en el año de 1799 utilizó el hiposulfuro de sodio, como disolvente de todo lo que no era plata reducida.

El químico francés Nicéforo de Niepce, descubrió que las transformaciones por efecto de la luz, no eran cosa privativa de las sales de plata, sino que la acción alcanzaba a otras substancias, con las cuales logró la primera fotografía estable por procedimiento heliográfico. Preparaba una solución de asfalto en aceite de espliego, que tendida sobre una placa metálica, y expuesta a la luz, se impresionaba, pero sin dar una imagen visible, habiendo necesidad de revelarla.

Muchos inconvenientes observados durante estos trabajos, fueron corregidos por su hermano Victor Niepce, quien estudió la acción del disolvente y la naturaleza del soporte, los cuales fueron al fin cambiados, naciendo así el uso del vidrio en la fotografía y las llamadas emulsiones secas, que se lograron cuando unieron sus esfuerzos los hermanos Niepce con Daguerre. En este tiempo la fotografía de un paisaje necesitaba ocho horas de exposición, un edificio a pleno sol hasta 3 horas. Ya en el año de 1827 la fotografía era una cosa corriente.

Introdujeron variantes, como la de utilizar láminas de cobre plateado, que expuesto a la acción de los vapores de yodo, daba lugar a la formación de yoduro argéntico y utilizando el hiposulfuro sódico para revelarlas; lo que representa un notable adelanto, pues la exposición de estas placas redujo el

tiempo hasta la duración de 30 minutos.

Un descubrimiento casual vino a perfeccionar el procedimiento y este consistió, en la acción reforzadora que tienen los vapores de mercurio sobre -- las imágenes fotográficas.

Los químicos Godard y Chendel experimentaron la acción conjunta de los vapores de yodo y bromo, obteniendo gran rapidez y gran sensibilidad. Las imágenes definitivas se viraban con una solución de Cloruro áurico.

En el año de 1839, el fotoquímico Talbot, logró la preparación de papel - fotográfico, que sensibilizaba dando baños sucesivos de cloruro sódico q.p. y nitrato argéntico. Prosiguiendo las investigaciones en 1841, logró otro - procedimiento al que llamó CALOTIPIA, porque intervenía en él, el ácido gálico para aumentar la sensibilidad de las emulsiones de yoduro argéntico.

Si la fotografía era ya en ese tiempo una industria importante, aunque en forma de talleres pequeños; indudablemente esa importancia fue mayor cuando el joven químico Niepce de San Victor (sobrino de Nicéforo) utilizó la albúmina como vehículo de las sales argénticas, permitiendo por primera vez, la - preparación comercial de emulsiones fotográficas. Este método perfeccionado por Gray, consistió en batir la clara de huevo con sales de cloruro, yoduro y bromuro potásico, después se tienden sobre el vidrio, papel o cualquier otro soporte y se calienta con objeto de que la albúmina se endurezca y se vuelva insoluble; se le da después un baño de nitrato de plata, y posteriormente - otro de ácido gálico.

En 1850 Gray continuando sus investigaciones, había observado que las sales sensibilizadoras ejercían acción sobre el medio glutinoso, entonces pensó utilizar una substancia inerte, y resultó ser esta precisamente el Colodión. La fotografía tuvo nuevas dificultades por la manipulación; pero adquirió un impulso notable por la gran limpidez de las imágenes y sobre todo por su estabilidad.

Ya en el año de 1844, Hunt había introducido el uso del sulfato de hierro con ayuda del ácido pirogálico, producía el fenómeno de solarización.

El mayor progreso en la fabricación de preparados emulsionados sensibles, se debe a Caudin y Tempenot, que en 1854, perfeccionaron el procedimiento de Gray, recubriendo el colodión con albúmina, añadiendo nitrato argéntico, - acidificado con ácido acético; pero aún así se obtenían figuras defectuosas, cosa que se debía al vidrio de las placas, y el éxito fue completo cuando pudieron prepararse las placas antihalo.

Desde 1864, la fotografía adquirió tal importancia, que no hay ciudad - culta del mundo que no cuente con grandes establecimientos fotográficos, Berlín, París, Londres, New York, etc., encontrándosele grandes aplicaciones en -

todas las ramas de la ciencia y la técnica.

Focos años después se logra la invención de las placas de gelatin-brómuro argéntico, capaces de ser transportadas a cualquier parte del Globo, y con ésto nacen las grandes industrias fotoquímicas; cosa que se vió mejorada cuando el vidrio fue substituido por el celuloide, que permitió la fotografía en serie o Kinofotografía(cinematografía).

Ya a fines del siglo pasado, la fabricación de artículos fotográficos tenía tal importancia, que en Francia, Alemania e Inglaterra, alcanzaba a varias decenas de millones de pesos la inversión de capital sobre dicha industria.

Actualmente,ninguna industria maneja tantos millones de pesos en el Mundo como la de productos fotográficos; pues simplemente las fábricas Eastman Kodak en Estados Unidos de Norteamérica, que es una empresa mediana, utiliza diariamente cuatro toneladas de plata pura, en la preparación de sus emulsiones; se calcula que otro tanto se gasta en Japón, en Francia pasa en un 50% lo mismo en Inglaterra, y en Alemania se tienen datos de que las grandes empresas como Maister Lucius, utilizan hasta 15 toneladas diarias de plata q. p. para sus emulsiones.

La industria del cine maneja un capital de cientos de millones de pesos, que solo es comparable con lo que se ha invertido en las industrias de ferrocarriles.

México hasta la fecha no cuenta con ningún esfuerzo en este sentido, a pesar de ser muy importante el consumo que de estos productos se hace.

Hasta lo que nos hemos referido, la producción de imágenes, se ha realizado en tono negro y blanco; pero debemos hacer notar, que las grandes negociaciones Fotoquímicas han tenido desde su establecimiento; un verdadero ejército de químicos, dedicados exclusivamente a las investigaciones científicas para mejorar sus productos y lograr la producción de otros mas novedosos. Es así como nació la idea de lograr la fotografía a colores, siendo de nombrar en primer término los químicos alemanes, como Lipmann; Wiener,etc., los franceses como Ducos du Hauron, Lumière,etc., y los ingleses como Whitfield y otros.

Las primeras fotografías a colores, tropezaron con grandes dificultades, pero con todo han sido el buen camino seguido hasta llegar a nuestros días en que, las diversas negociaciones Fotoquímicas, tienen patentes secretas para la fabricación de las novedosas emulsiones cromofotográficas, como las llamadas Tecnicolor, patente secreta de los Estados Unidos, como el Kodakolor(Kodachrome), patente secreta de la Eastman Kodak Inc. de Estados Unidos pero se sabe que está fundada en el procedimiento del sabio alemán Worcl y de su iluste émulo Schmidt(otro sabio alemán),quienes han utilizado colores

orgánicas (anilinas) como sales sensibilizadoras; el procedimiento secreto europeo Cinemacolor, cuyos estudios principales en Munich han logrado notables fotografías.

Los estudios de Bequerel, sobre la acción de las emanaciones radioactivas sobre las superficies emulsionadas, y los notables trabajos de Röntgen, han dado al mundo una de las cosas más útiles como es la fotografía de Rayos X.

Debemos citar al fin, los grandes progresos de la fotografía moderna, en el sentido de lograr las fotografías de objetos en la obscuridad, en las neblinas, etc., y cuya aplicación más importante es en la fotografía aérea y de la guerra en general, para la localización de ciudades y otros objetivos, no impidiéndole ni las noches oscuras, ni las cortinas artificiales de humo, esto está a cargo del grandioso invento alemán de la fotografía infrarroja.

II

Razones económicas de este proyecto.

En la parte histórica, hemos visto que, las naciones que se dedican con verdadero ahinco a la producción de artículos cine-fotográficos, son aquellos que tienen un nivel de cultura mas alto. Porque el consumo de artículos de esta clase, no se hace por gente que tenga necesidades de herramientas, digamos por ejemplo, rastrillos o palas, útiles que en cierto modo, los puede manejar un hombre culto que un inculato con el objeto de obtener el sustento necesario a su vida; no, en el caso de toda clase de útiles fotográficos, ya intervienen otros factores espirituales, tales como el deseo de conservar los recuerdos, tales como el deseo de poder presentar mejor un trabajo a través de sus gráficas, el placer de poder contemplar los objetos o paisajes bellos. Naturalmente todos estos aspectos, son de los mas rudimentarios, los mas importantes se convierten en verdaderas necesidades imperiosas en los pueblos cultos, el establecimiento de archivos a base de microfotografías en las bibliotecas modernas de Alemania y otros países civilizados, donde fotografían hoja por hoja de cada libro que guardan, y se forman los archivos de reservas, verdaderas microbibliotecas, los archivos científicos, la técnica, las artes y la industria en general; la guerra en todas sus actividades, y en general, toda la vida moderna de los pueblos civilizados exigen gran consumo de estos productos. Así podemos decir, que la FOTOGRAFIA es el instrumento con que se valora la CULTURA DE LOS PUEBLOS. En otras palabras: La cantidad de productos cine-fotográficos que produce un pueblo, es el termómetro de su cultura. Porque no es suficiente que un pueblo se contente con ser consumidor(esto es solo imitar) sino la imperiosa necesidad de producir lo que necesita, los países en los que la cultura está relegada a segundo término, la fotografía tiene un aspecto secundario o es simplemente una actividad adicional del pueblo consumidor.

Tocando el caso especial que nos ocupa, o sea México, País que por su infortunio ha tenido pocas posibilidades de asimilar la gran cultura de las naciones europeas(y téngase en cuenta que se excluye de las naciones europeas a España, cuya incultura heredamos), es suficiente ver que mientras en el siglo pasado en Francia, Inglaterra y Alemania, tenían montadas ya grandes industrias de estos productos, eran casi del todo desconocidos en México, basta ver las Estadísticas de Importación y se verá que consiguan estos productos hasta el segundo cuarto de este siglo, en una cantidad apreciable, pues el primer cuarto de siglo la importación de estos productos era risible.

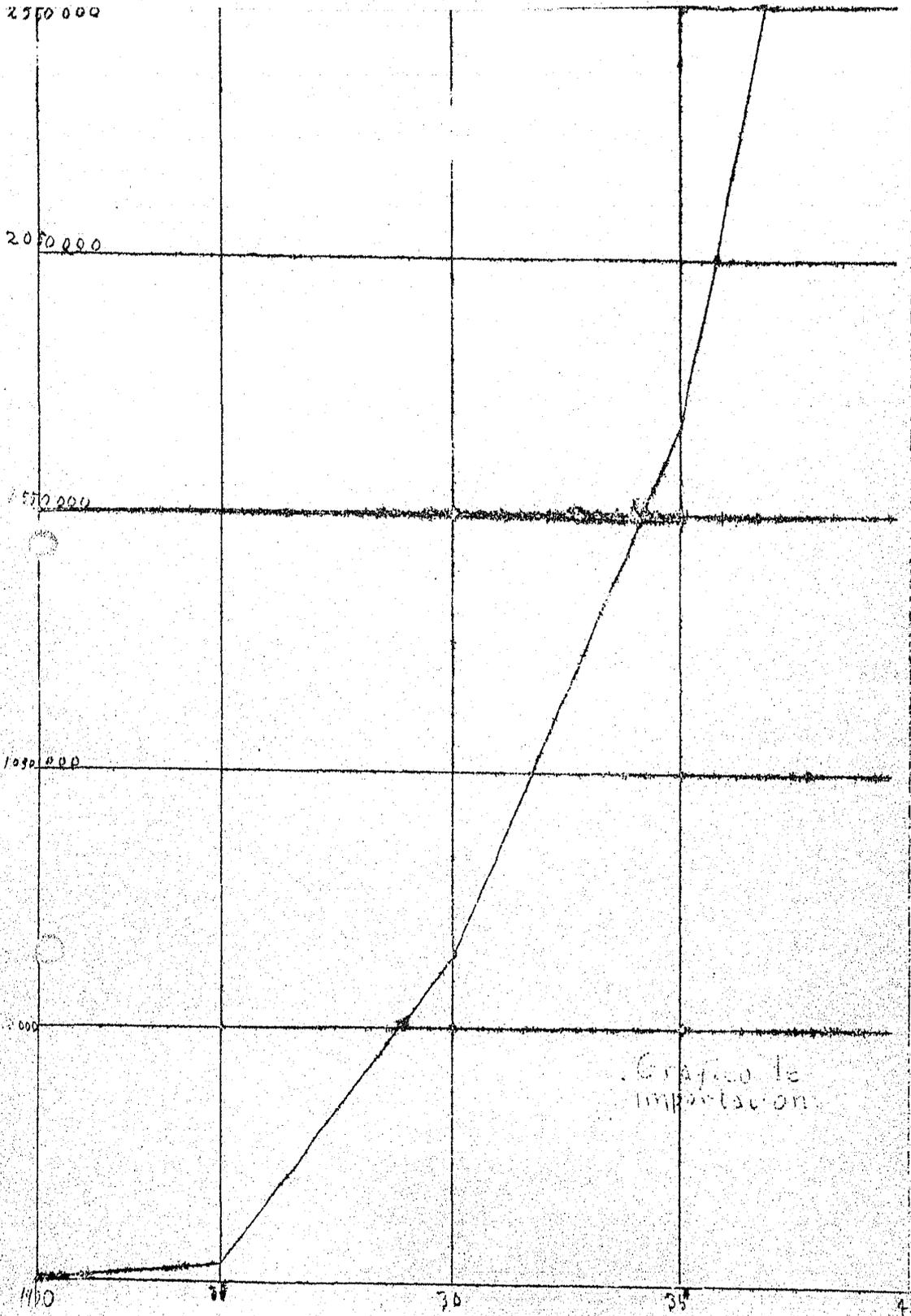


Gráfico de importação.

México, posteriormente, ha tenido la suerte de sostener mayor contacto con otras naciones cultas, tales como Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Italia y ha podido realizar un progreso en su cultura que viene a ser comprobado por las gráficas de importación de los productos cine-fotográficos.

Estudiando las gráficas de importación de estos productos, la impresión que resulta es que, México tiene un porvenir alentador si pone atención a este aspecto económico, es verdad que el Departamento de Estadística, no dispone de datos anteriores a 1915; pero el cuidado con que ha recogido datos después de esa fecha y que nosotros consignamos aquí, por haberse proporcionado con prontitud y galantería que es de agradecer; dan una idea clara del problema: Así en el año de 1920 el monto total de la importación de productos cine-fotográficos (incluyendo papeles sensibles, placas de vidrio y películas en rollo y en paquete para aficionados y profesionales y rollos de films cinevirgen), es de la siguiente cantidad \$60 115 (moneda nacional), en el año de 1925 existe un aumento que eleva un poco la curva, el monto total es de \$96 708, aún así ya existe mejoría; pero esta se vuelve importante a partir de 1930 cuando el valor de la dicha importación es de \$690 423, es decir, girar hacia la vertical; en el año de 1935 conserva ese ritmo, pues el valor de importación asciende a \$1 717 405; en el año de 1940 asume extraordinaria importancia, pues como puede verse en la curva tiende más a la vertical, el monto de la importación es de \$3 897 975 y con el dato de 1941, en que el valor alcanza la cifra de \$4 582 880 podemos prever que para el año de 1945 la curva es una asíntota a la ordenada de 1945.

Esto quiere decir que si México tuviera una empresa productora de estos artículos, a partir de este año, tendría asegurado un consumo anual de 5 millones de pesos; pero lo importante del caso, no está en el consumo actual; sino en el porvenir, pues siendo la curva una asíntota a la ordenada de 1945 para el año de 1950, el consumo calculable no puede ser menor de 12 millones de pesos por año.

En suma, nuestro criterio es, que una de las mejores inversiones que se puede hacer en una empresa, es la referente a la construcción de una Planta de Productos Cine-fotográficos.

C A P I T U L O I

LAS EMULSIONES SENSIBLES

- a) Componentes y transformación química.
- b) Estabilidad, calidad y causas que modifican las emulsiones sensibles.

Al referirnos a las emulsiones sensibles, es claro que tratamos del material cine-fotográfico que se encuentra en el comercio, mas generalmente conocido como "Material Negativo".

El material cine-fotográfico para impresionar imágenes (sea por contacto o por medio de cámaras), se compone esencialmente de dos partes:

- a) El soporte
- b) La película, capa o emulsión sensible a la luz.

EL SOPORTE.- Es un medio rígido en el cual se extiende la capa sensible que forma la emulsión, a fin de poderla utilizar en la práctica. Los soportes tienen necesidad de cumplir características especiales para que puedan ser empleados; estas condiciones o requisitos son:

- 1° ser lo mas transparentes posible
- 2° ser completamente neutros o inertes para la emulsión
- 3° ser insolubles en los medios utilizados en fotografía para todas las transformaciones fotográficas.
- 4° no sufrir alteraciones químicas que puedan perjudicar las buenas condiciones fotográficas.

Así los soportes pueden ser de tres clases:

- 1° placas de vidrio
- 2° hojas de celuloide
- 3° hojas de papel

PLACAS DE VIDRIO

El primer y principal soporte de la capa sensible, es la placa de vidrio, es superior a todos los demás por las siguientes ventajas que ofrece:

- a) transparencia absoluta
- b) seguridad completa de que la imagen no sufra deformaciones dimensionales por estiramiento del soporte.
- c) insolubilidad en todos los baños que puedan usarse.

Es verdad, sin embargo, que tiene otros inconvenientes tales como su gran fragilidad, su mucho espesor y el aumento de peso en los paquetes comerciales.

HOJAS Y CINTAS DE CELULOIDE.

Para remediar los inconvenientes que tiene el soporte de vidrio, se pensó usar hojas flexibles, para lo cual se aprovechó el celuloide preparado con al canfor, a fin de darle mayor soltura sin que perdiera sus ventajas naturales.

Este soporte, ha permitido, preparar material que puede cargarse en las cámaras a plena luz del día y por lo tanto violentar y abaratar las operaciones fotográficas.

HOJAS Y BANDAS DE PAPEL

El papel no se presta tanto como el vidrio y el celuloide para ser usado como soporte, porque el grano del papel da un aspecto que perjudica a las imágenes, tanto en lo que se refiere a su nitidez, como a su topografía, pues siempre tiene pequeños rebordes y hondonadas; por lo cual se ha de someter antes de ser emulsionado a preparaciones especiales.

LA EMULSIÓN SENSIBLE.

DEFINICION.- En términos químicos se da el nombre de emulsión, a una pseudo-solución que sostiene en suspensión partículas insolubles de uno de sus componentes.

En términos fotoquímicos, y especialmente en fotografía, se ha dado el nombre de emulsiones sensibles a la suspensión de sales haloideas de Argentum en un medio glutinoso, como gelatina, colodión, etc., Este término es poco correcto, porque si bien es aplicable cuando se manipula en la operación, deja de serlo cuando se tiende sobre el soporte de vidrio, celuloide o papel para dar una película amorfa que ha pasado del estado líquido al sólido.

Al estudiar la naturaleza de las emulsiones sensibles Lüpko Cramer, hace ver, que siempre es necesario utilizar un ambiente glutinoso, que por esencia son estados coloidales, en los cuales se produce la precipitación muy fina de los compuestos haloideos de Argentum, es decir, que se conducen soluciones de compuestos argénticos, también al estado coloidal, a fin de que la masa quede homogénea. Estas soluciones coloidales, se extienden sobre los soportes, dando superficies lisas sólidas y de poco espesor (verdaderas películas, de donde deriva su nombre).

Si estos conceptos son aplicables a las preparaciones sensibles de sales haloideas argénticas, dejan de serlo cuando se refieren a preparaciones para fotocromía del procedimiento interferencial de Lippmann, que son verdaderas soluciones; y naturalmente que es menos aplicable, cuando se trata de las preparaciones sensibles para fotocromía fundada en el procedimiento Worel-Schmidt donde la materia sensible son soluciones de nitrato argéntico con anilinas.

Haciendo estas salvedades, diremos que el término sufre un valor traslativo por extensión y se nos permite usarlo indiferentemente para cualquiera de las preparaciones sensibles, que se usan o puedan ser usadas en Fotografía.

Así, en general: Emulsión sensible es una capa o película compuesta de un medio glutinoso en el que se distribuyen de manera lo mas igual y proporcionalmente posible, granitos microscópicos de halogenuros argénticos.

Así que, las emulsiones sensibles se componen esencialmente de dos especies de cuerpos:

- 1º.- Las materias o cuerpos que son alterados por la luz, es decir, que son sensibles a la acción de la luz.
- 2º.- El ambiente coloide en que se dispersan a fin de poder utilizar sus propiedades.

Procedemos a estudiar cada uno de estos cuerpos.

LOS CUERPOS SENSIBLES A LA LUZ

Son muchos los cuerpos que tienen la propiedad de ser sensibles a la luz; unos han sido utilizados sobre placas metálicas, como el asfalto, el Betún de Judea, la Sangre de Drago, y algunas otras resinas, que bajo la acción de la luz, cambian sus propiedades de solubilidad a insolubilidad en determinado disolvente. En estos cuerpos, la acción actínica se ha ejercido directamente sobre ellos y se han empleado sin ningún otro ingrediente excitador, ni otro medio glutinoso.

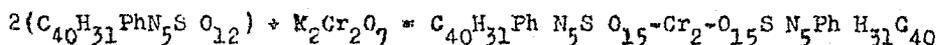
Resultados semejantes se han obtenido con otros cuerpos que, sin ser sensibles a la luz, en cambio pueden producir sensibilidad en determinados productos orgánicos, que antes carecían de esa propiedad; tal acontece con las sales de aluminio, los cromatos, bismatos, etc., que convierten a los medios glutinosos en magníficas emulsiones sensibles.

Otros cuerpos de sensibilidad elevada, son sin embargo los que verdaderamente se emplean en proporciones considerables para las necesidades de la industria, tal sucede con las sales férricas de ácidos orgánicos, los bromuros y fósforos de plomo, algunas sales de uranio, el sulfato y otros compuestos de cobre, las sales de oro y platino, que aunque por su elevado precio no se usen ya, si en otro tiempo, fueron los principales componentes de los productos fotográficos; pero sobre ellos, debemos mencionar los compuestos mas variados de sales argénticas, y finalmente las substancias colorantes de origen vegetal que se han empleado para preparar emulsiones coloridas sensibles y actualmente el uso de los colorantes sintéticos.

Cuando la luz ha obrado sobre cualquiera de estas substancias, ellas sufren indudablemente un cambio, puesto que ha variado, no solo en algunas de sus propiedades, sino que en muchos casos, hay cambio hasta en su estructura

molecular y atómicas que da lugar a compuestos de otra especie.

Estos cambios, en el caso de los asfaltos y medios coloides, es en cierto modo sencillo, pues la acción de la luz obrando, produce, o, mejor dicho, existe la condensación de núcleos moleculares moleculares (polimerización) que en el caso del Bétún de Judea o de la Sangre de Drago, la soldadura de dos moléculas se realiza por la intervención de un átomo de oxígeno; en cambio cuando la luz obra sobre mezclas, ya de albúmina, goma arábiga, cola, etc., en las que la sensibilidad es provocada por soluciones de cloruro de aluminio, sulfato doble de aluminio y potasio, cromato de sodio o amonio, o bien, bicromato potásico, la reacción es un poco mas complicada; pero se puede presentar en la siguiente forma:



donde la insolubilidad es producida por la soldadura de dos moléculas de albúmina con dos átomos de cromo y alteración curtiende de la albúmina.

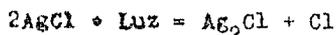
Igual proceso de curtimiento sufren la goma arábiga o la gelatina usadas en mezclas semejantes.

Hay otras sustancias, que sí son directamente sensibles a la luz, y su exposición a este agente energético, produce una modificación especial de ellas, ya dando lugar a compuestos mas simples, o bien, separando los elementos químicos, dejando en libertad, por ejemplo, la plata metálica. La naturaleza de la modificación que sufren estos cuerpos sensibles, se ha discutido mucho y existen varias teorías para explicarla, sin embargo, no han sido del todo satisfactorias hasta ahora.

La acción de la luz sobre las sustancias sensibles, puede manifestarse mediante descomposiciones cuyo resultado, puede ser análogo al que producen los reductores químicos. En general, la acción de la luz, varía según la naturaleza de las radiaciones que tocan la sustancia sensible. Para que estas radiaciones produzcan efectos químicos, es necesario que sean absorbidas por el cuerpo. Llegamos aquí a un importante problema de la sensibilidad de las sustancias, es decir, que el concepto moderno de actividad química de la luz, ya no está restringido solo a las zonas azules, violetas y ultravioletas del espectro, sino que ahora se conoce que todas las zonas del espectro son sensiblemente actínicas; pero que este actinismo depende de la selectividad de la sustancia a las radiaciones luminosas que la hieren.

El gran químico alemán Schulze en 1927 hizo notar la propiedad de las sales haloideas de plata de que absorben las radiaciones azul-violeta por lo cual, estas sustancias se tiñen ligeramente de este tinte, cuando son expues

tas a la luz (el cloruro argéntico toma color liláceo o violeta pálido a la luz), y si la luz obra en exceso se pone oscuro. En este proceso se desprende cloro, pero la plata no queda libre sino que se forma un cuerpo menos clorurado o sea un subcloruro argéntico de fórmula Ag_2Cl por efectuarse la reacción:



Por acción de la luz no se produce plata libre a partir del cloruro, sino después de una exposición prolongada. Este hecho se demuestra porque tratando el cloruro argéntico ennegrecido, con ácido nítrico, no se disuelve sensiblemente, en tanto que si fuera ya plata metálica, se disolvería sensiblemente, en cambio el amoniaco, sí lo disuelve como si fuera un cloruro no alterado.

La acción prolongada de la luz, ataca al subcloruro argéntico en la siguiente forma:



El subcloruro argéntico tiene un color lila o violeta pálido, es al que llamó Cary Lea Fotocloruro, pero este compuesto es muy similar para todos los halogenuros argénticos, por lo que debe hablarse del Fotocloruro argéntico en términos generales.

Hemos dicho que el cloruro argéntico expuesto a la luz se transforma en subcloruro ennegreciéndose después. El ennegrecimiento es tanto mas intenso, cuanto mas prolongada es la exposición, hasta un cierto límite, pasado el cual queda estacionario.

El bromuro y ioduro argénticos tienen igual comportamiento.

Las sales argénticas en general, se impresionan mediante brevísima exposición a la luz, sin que pueda distinguirse el ennegrecimiento a la simple vista, sin embargo, permanecen grabadas firmemente las impresiones luminosas recibidas (imágenes) que posteriormente con procedimientos adecuados se pueden hacer visibles (revelar).

Esta imagen invisible o Imagen Latente, que se produce en las superficies sensibles ha dado lugar a varias teorías para poder explicar su formación - las cuales pueden agruparse en dos categorías:

- a) Admiten que la modificación producida por la luz, es una verdadera modificación química.
- b) Admiten que la luz produce un cambio físico molecular.

La teoría de la modificación química, parece a primera vista la mas natural. En efecto, los halogenuros argénticos, expuestos a la luz durante cierto tiempo, pierden parte de su halógeno y ennegrecen; así se produce una descomposición química que puede analizarse. Parece pues que esta descomposición química que se manifiesta sensiblemente cuando la acción de la luz es --

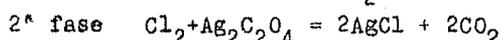
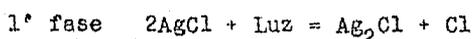
suficientemente prolongada, se produce también en brevísimo tiempo. Resulta, - además, que si se somete la imagen latente a la acción de los halógenos, se destruye ésta.

Los partidarios de la teoría química, admiten que la acción brevísima de - la luz, produce una pequeñísima cantidad de subsal argéntica:



y según los experimentos de Eder, la cantidad transformada es del orden de la millonésima de la cantidad de sal empleada.

Para demostrar la naturaleza química de la modificación que se lleva a cabo por acción de la luz, basta con citar el hecho de que algunas substancias que tienden a combinarse con los halógenos de los halogenuros argénticos, facilitan la formación de la imagen latente, sea por ejemplo sales de ácidos orgánicos, como oxalato de plata, se realiza una descomposición más rápida cuando están juntos esta sal y un halogenuro (cloruro por ejemplo). El cloro que se - separa del cloruro argéntico descompone al oxalato argéntico según la ecuación:



El Prof. Namias opina así: " esta reacción exotérmica secundaria debe facilitar mucho la descomposición del cloruro argéntico, la cual en este caso, -- puede dar lugar incluso a la formación de plata metálica"

Igual comportamiento tienen otros compuestos orgánicos de plata como el citrato, tartrato, lactato, albuminato, etc., argénticos.

Los partidarios de la teoría física, emiten razones muy importantes.

1°. - Se sabe que en Daguerrotipia, el revelado se efectúa por medio de vapores de Mercurio. Consideran que la acción de los vapores es puramente física.

Ahora bien, si las placas daguerrotipias en las que la materia sensible es AgI, la producción de la imagen es de orden físico. Pacere pues fundado adm^r tir que sucede análoga cosa en capas preparadas a base de bromuro o cloruro, en las cuales el revelado se realiza con baños líquidos.

Según Carey Lea, el bromuro argéntico, se transforma por acción de la luz en Ag_2Br ó en Ag_3Br , el cual puede unirse al bromuro en proporciones variables para producir compuestos análogos a las lacas, los que reciben el nombre de - FOTOSALES; Carey Lea logró preparar estas sales en la obscuridad e incorporar las en proporciones variables a bromuro argéntico, que no había recibido la - menor impresión de luz, pudo producir en el laboratorio todos los fenómenos que produce la luz.

Guntz, ha podido preparar en estado puro el subbromuro, el subcloruro y - elsubyoduro argénticos, obteniéndolos del subfluoruro argéntico, sal bien cris talizada que mezclada a la plata pura en polvo fino, recalentado el subfluoruro

en una corriente de HCl, HBr ó HI se obtienen las sustancias correspondientes.^{13.}

El Dr. Eder, admite que, en una impresión progresiva, empieza por formarse un subbromuro, que difiere muy poco del bromuro que es reducido mucho más de prisa que éste, por los agentes de reducción habitual. Este subbromuro es soluble en hiposulfito y ácido nítrico.

Cuando la exposición dura algo más, se forma otro subbromuro que es el que produce la imagen negativa normal y que solo es débilmente atacado por el ácido nítrico. Este subbromuro es menos soluble en los baños de fijación que el bromuro ordinario.

Visto hasta aquí, que las sustancias son sensibles a determinadas radiaciones, esto quiere decir, que son inertes o casi inertes para otras radiaciones del espectro, así los compuestos de plata (halogenuros) sensibles a las radiaciones azul, violeta y ultravioleta del espectro, no son alteradas por las emisiones naranja o rojas, de modo que producían imágenes incompletas, pero sabiendo que hay otras sustancias que tienen la propiedad de absorber estas radiaciones, se mezclaron y se logró sensibilizar los compuestos argénticos también para estas radiaciones; estas sustancias que tienen la propiedad de absorber las radiaciones, no selectibles por el compuesto original, han recibido el nombre de sensibilizadores.

Substancias que tienen la propiedad de tomar el color de la luz que las ilumina, han sido preparadas por el Dr. Neuhaus, quien por medio de mezclas apropiadas ha logrado obtener superficies sensibles que muestran la propiedad de tomar el color de la luz que la ilumina (este es el caso de luces monocromas); pero se espera que tengan un poder igual a la luz blanca y seguramente habrá resuelto de una manera satisfactoria el problema de la fotocromía.

Existen otras sustancias que por el contrario no absorben el color de la luz que las ilumina, sino el color complementario de las radiaciones que reciben, este fenómeno es conocido con el nombre de Adaptación Cromática Complementaria.

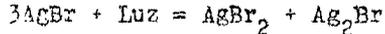
Sin duda el problema mas interesante para fotografía es de aquellas sustancias que toman la coloración de los objetos que tienen en frente convenientemente iluminados, este interesante fenómeno fue observado primeramente en la piel de ciertos animales. El Dr. Garbasso ha presentado una interesante serie de sustancias, y todas han resultado ser derivadas de la Quinolina.

Substancias de estas propiedades, en cantidades infinitesimales son suficientes para producir la sensibilidad de los compuestos de plata, a otras radiaciones que antes no tenían; es como se han extendido las propiedades de sensibilidad en las placas fotográficas conocidas con el nombre de Pancro-

máticas. Sin embargo no ha sido posible que graven el color en su verdadero valor, sino que solo lo valoran en intensidad de claro oscuro, y por tanto, el problema de la fotocromía no fue resuelto por este camino como antes se esperaba.

Todas estas substancias tienen un carácter bien definido químicamente: son reductoras y es un argumento en favor de la teoría química de la imagen latente.

Otro argumento son los estudios del Dr. Homolka, quien ha demostrado que la imagen latente es oxidante; según este fotoquímico, la imagen se produce por la formación de perbromuro y subbromuro argénticos según la ecuación:



Apoya su teoría con un notable experimento: una solución de indoxilo (índigo blanco) puede desarrollar la imagen latente, dando además plata metálica e índigo azul, lo que claramente demuestra la presencia de un elemento oxidante; según Homolka, no puede ser otro que el perbromuro (1).

(1) véase nuestra opinión sobre este caso al tratar de la acción de la luz.

Ahora hablaremos de un cuerpo cuya importancia es extraordinaria, este es el Selenio.

El selenio es un metaloide de color pardo rojizo, brillante, con brillo metálico; se reblandece en agua hirviendo, teniendo muchas propiedades semejantes a las del Azufre, cristaliza en forma monoclinica; se puede encontrar al estado nativo, asociado siempre con azufre y combinado en forma de seleniuros y selenitos, también acompaña a sulfuros metálicos y galenas y sobre todo a las piritas de hierro y cobre. Para la industria cinematográfica se obtiene principalmente de los seleniuros de plata como son la Omefrita, la Naumanita, la Tascina y la criesienita (seleniuro de cobre y plata); fue descubierto por Berzelius en los lodos de las cámaras de plomo de las fábricas de Gripsholm.

La propiedad del selenio de oponer resistencia al paso de la corriente eléctrica según la intensidad de la luz a que está sometido, ha dado lugar a los mas grandiosos inventos que ha logrado el hombre en este siglo. Esta resistencia eléctrica aumenta al calentarlo y disminuye al exponerlo a la luz, produciendo especialmente este fenómeno, la luz roja o la luz naranja de Neón. El cambio de conductividad eléctrica es instantáneo y la resistencia eléctrica se restablece a su punto primitivo al cesar la acción de la luz. En esta propiedad está fundado el Fotófono y los Ojos eléctricos.

Como en la industria cinematográfica lo que importa es el Fotófono, vamos a indicar en qué consiste.

EL FOTÓFONO

Es el mecanismo de la transmisión y conducción del sonido por medio de las ondas luminosas.

El inventor Graham Bell, en el año de 1880 publicó ya sus primeros trabajos. Los experimentos de Mercadier parecen indicar que la causa de los fenómenos fotofónicos es debido a radiaciones térmicas. Existen ahora ya, verdaderos - grandes sistemas de telecomunicación, fundados en las propiedades del Selenio bajo la influencia de la luz.

La sensibilización de la llamada faja o celda de sonido en las cintas cinematográficas, se hace con selenitos de plata, que al recibir las radiaciones naranja de la lámpara de Neón de la cámara de sonido, se produce una disociación y al revelarse, se transforma con el fijador en un selenio hiposulfito - de plata de fórmula $\text{SeAg}_2\text{S}_2\text{O}_3$ que es insoluble en el baño fijador y por lo cual permanece en la faja de sonido.

En el caso del Selenio resulta difícil considerar los fenómenos fotoquímicos como puramente físicos o simplemente químicos. Estos procesos de la grabación del sonido en forma de una imagen latente capaz de volver a emitirse - por medio de las ondas luminosas revelan que las transformaciones son de un orden mas complicado.

COMO ACTUA LA LUZ EN LA CAPA SENSIBLE.

Bastan cantidades extraordinariamente pequeñas de luz para provocar una - reacción (según nuestra opinión, de orden físico-químico), la cual comunica a la capa sensible nuevas propiedades. Este cambio se ha dicho ya, que principalmente es la conservación de las impresiones luminosas recibidas, aunque son - invisibles, tanto que ni con el mas potente microscopio pueden verse, produciéndose lo que se llama Imagen Latente.

La capa sensible es en realidad un "medio turbio", los elementos que contiene y que la enturbian son los granitos de halogenuros argénticos, los cuales son casi blancos. Allí donde atraviesan la capa los rayos de luz, los iluminan claramente y por su parte, se convierten en manantial de luz, enviando - sus rayos en todas direcciones, lo cual produce trastornos muy serios consistentes en formaciones de neblinas en las imágenes principales; estas neblinas son conocidas con el nombre de halo.

Al penetrar, un haz de rayos luminosos a la capa sensible, en un punto A donde se produce un punto blanco luminoso, el cual manda rayos luminosos en todas direcciones en la misma capa sensible, los cuales se comunican a su vez al soporte de la emulsión, que por ser brillante, son reflejados. Los rayos que se propagan al rededor del punto luminoso en la capa sensible producen - un esparcimiento de acción de la luz primaria, esto es conocido como "Halo - de Difusión"; a su vez, los rayos que han sido reflejados por el soporte --

chocan con la capa sensible en puntos equidistantes del de la primera acción - de la luz, por ejemplo en B, B, C, C, por segunda vez y producen el llamado -- "Halo por Reflexión", existen en la actualidad medios especiales para evitar estos inconvenientes, pero es fácil comprender, que si la luz que hiere el punto es poca, también será poco el halo producido, si la luz es mucha, se producirá un halo instantáneo e intenso.

Por tanto, sabemos que la acción de la luz sobre los compuestos sensibles - varía con la cantidad de luz que interviene en el proceso, así también, la cantidad de material sensible alterado es proporcional a la cantidad de luz que obra sobre él. Podemos establecer de una manera cierta la siguiente condición: La concentración de material modificado por la luz, es proporcional a su intensidad y a la superficie iluminada, y está en razón inversa del espesor o volumen de la emulsión.

$$C = \frac{I \cdot S}{V}$$

Siempre se puede representar gráficamente la cantidad de material sensible descompuesto por la luz, teniendo en cuenta la cantidad de esta que obra y formando la llamada "curva de ennegrecimiento" o "curva de gradación".

La luz, al parecer tiene diferente modo de obrar sobre las sustancias sensibles, pues en unas, parece obrar como reductora y en otras, como oxidante; sin embargo, esta apariencia es errónea, pues la acción de la luz es constante y siempre obra como reductora, sólo, que en ocasiones intervienen reacciones secundarias como se verá adelante.

Su primera acción, siempre que se halle en cantidad e intensidad limitada, es la de reducir, así, las sales férricas cambian a ferrosas (en papeles heliográficos), las sales argénticas las convierte en subhalogenuros, de propiedades determinadas; pero si la luz sigue obrando sobre estas sales ya reducidas, se observa que lentamente se van convirtiendo a su estado inicial, las ferrosas a férricas, los subhalogenuros a halogenuros argénticos, etc., este paso, al parecer de simple reversibilidad, es conocido técnicamente como fenómeno de so larización, que ha sido estimado en general como un caso de oxidación, (posteriormente insistiremos a cerca de este fenómeno); esta acción se puede seguir en la "curva de gradación" (fig. A) la que presenta varias características: primeramente vemos que la luz en el período -a- hasta -b- = 0 hasta 0.035MK no tiene acción ninguna, este es el período de la Inducción Fotoquímica. En -b- está el principio de la acción de transformación con el período de Absorción de la luz. El trazo ligeramente curvo de -b- hasta -c-, representa el período de subexposición. El trazo recto de -c- hasta -d-, es la parte de la transformación del compuesto sensible. Después observamos un trazo ligeramente curv

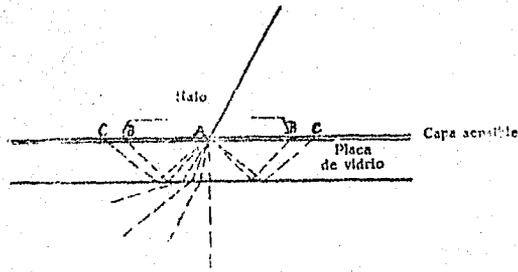


Fig. 1

1.—Corte esquemático de una placa mostrando la formación del halo en la exposición.

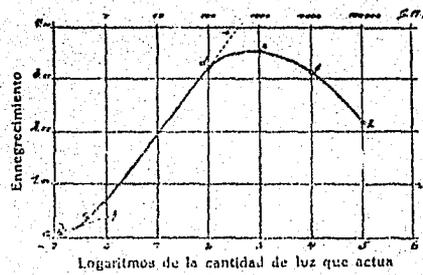


Fig 2

2.—Curva de graduación o de ennegrecimiento.

desde -d- hasta -c- en el sentido contrario al del período de sub-exposición, es el período de la Sobre Exposición, y finalmente el trazo de la curva de -e- hasta -g- que continúa en sentido descendente cae de lleno en el campo de la solarización, o sea el momento en que los compuestos transformados vuelce a su estado inicial.

Como la acción ejercida sobre los compuestos sensibles, no es uniforme desde el punto de vista de la composición de la luz, ya que las sustancias tienen diverso modo de reaccionar y aprovechan de ella solo las radiaciones que tienen poder actínico (actinidad selectiva); o lo que se conoce como la "sensibilidad parcialmente limitada para los colores"; así, los halogenuros argénticos, son sensibles únicamente para las radiaciones azul-violeta, o sea, que de un manantial de luz, los rayos que únicamente producen la transformación de una placa de gelatinobromuro argéntico, son los rayos azul-violeta, los demás no intervienen para nada en el proceso, por lo cual, cuando se quiere que una placa tenga el poder de valorar todos los colores, es necesario mezclar otras sustancias que tienen la propiedad de absorber las radiaciones antes no seleccionadas. Estas sustancias que poseen tal propiedad, ya como dicho, se llaman -- sensibilizadores, y en general son colores sintéticos.

La presencia de estos fenómenos, nos lleva a formular una teoría nuestra, sobre la naturaleza de las transformaciones que sufren las sustancias sensibles, y que en cierto modo está un poco alejada de las expuestas en el capítulo anterior; pero que lo hacemos con el deseo de contribuir al esclarecimiento de estos procesos fotoquímicos que han permanecido muy oscuros debido a lo complicado que son.

TEORIA DE LA DISOCIACION Y IONIZACION DEL ATOMO DE LOS COMPUESTOS SENSIBLES.

(El autor de este trabajo, emite su teoría, con el solo deseo de contribuir a las investigaciones fotoquímicas, y no por el deseo de abrumar el problema con el aumento de teorías).

ENUNCIADO DE LA TEORIA.— La sustancia sensible sufre un proceso de reducción y disociación molecular, dando siempre compuestos menos oxidados. Los compuestos reducidos por la luz, cuando obra en exceso sobre ellos, son nuevamente disociados y llevados a un grado de ionización atómica; lo que conduce a los elementos ionizados a recombinarse y a formar el compuesto primitivo.

FUNDAMENTO DE LA TEORIA.— Hasta ahora siempre se ha hablado de que la luz, puede producir fenómenos muy opuestos tales como, que en ocasiones obra como reductora y en otras como oxidante. Al observar el fenómeno de una manera exterior, es decir, resultados finales, que bien pueden ser, a su vez, resultado de una serie de modificaciones no percibidas.

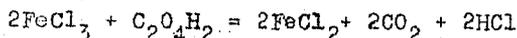
La luz siempre es reductora y nunca obra como oxidante, tal es nuestra afirmación. Y para fundamentarla vamos a expresar cómo obra y cual es la causa de su poder actínico.

La luz al obrar sobre un cuerpo tiene una serie de procesos tan complicados que brevemente citaremos:

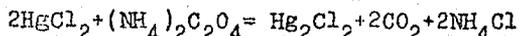
Proceso excitador-	Inducción fotoquímica
	Absorción general
	Absorción selectiva
	Luminiscencia
	Extinción fotoquímica
Descomposición de los compuestos	Alteración en la disposición molecular
	Equivalente mecánico de la luz
Ionización del átomo	Fenómeno fotoeléctrico
	Alteraciones en la disposición del átomo

Antes de entrar al estudio de cada uno de estos temas, bien difíciles por cierto, vamos a exponer nuestro criterio sobre las reacciones que la luz tiene como excitador de reducción.

En el caso de los compuestos de hierro, las sales ferrosas son reducidas de las férricas.



Las sales mercurícas pasan a mercuriosas



Cosa semejante ocurre con las sales de cobre, etc., y se debe hacer notar -- que, en el caso de las emulsiones sensibles, para aumentar la sensibilidad de ellas, es necesario ponerlas en contacto (las sales argénticas) con substancias capaces de absorber el halógeno que queda al estado libre durante la acción de la luz.

INDUCCION FOTOQUIMICA.- En todo proceso químico debido a la luz, ocurre el curioso fenómeno llamado de la Inducción fotoquímica, y que consiste en que, para que las reacciones debidas a la luz tengan lugar, es necesario que transcurra un cierto tiempo, como si entre los cuerpos que reaccionan, existiera cierta resistencia para la reacción, resistencia que la luz vence al cabo de cierto tiempo. Se trata evidentemente de la inercia. El fenómeno fue observado -- por primera vez de la siguiente manera: Al exponer a cierta luz difusa, la -- mezcla de Cloro e Hidrógeno, en los primeros minutos no se pudo observar formación alguna de ácido clorhídrico, luego se forma poco a poco, y hasta que -- han transcurrido unos 11 minutos, no se producen en cada minuto iguales canti-

19.

dades de gas ácido clorhídrico. Posteriores investigaciones han permitido establecer las leyes de la Inducción Fotoquímica y son:

- 1ª Ley.- El tiempo necesario para que dé principio la reacción, crece con la longitud de los rayos luminosos dentro del gas y disminuye con la intensidad de la luz empleada, aunque menos rápidamente que ésta.
- 2ª Ley.- El tiempo necesario para llegar a la regularidad completa o máxima crece con la intensidad pero menos que ésta.

Además, influyen mucho las sustancias extrañas que estén mezcladas a las que reaccionan entre sí; Prinsheim ha evidenciado, que la menor cantidad de humedad que tenga la mezcla, tiene gran influencia, así por ejemplo, el Cloro y el Hidrógeno mezclados con anhídrido fosfórico, hace muy difícil la reacción.

ABSORCION.- Cuando la luz hiere a una sustancia química, existe un proceso muy complicado por cierto, de absorción de la luz, para producir fenómenos secundarios de gran importancia, en los cuales parece haber un cambio de energía.

La luz absorbida, tiene una distribución muy amplia pues una parte es empleada en la transformación química, otra es empleada en cambios de orden físico, como los procesos de luminiscencia, etc. y debemos tener presente, que la forma de la absorción, no es siempre la misma en todas las sustancias, sino que depende de la naturaleza química de éstas y de la longitud de onda de la luz excitatriz.

Hay sustancia que absorben la luz tomando su tonalidad monocroma, pero hay otras que tienen la propiedad de tomar la luz complementaria.

La absorción se atribuye a la resonancia de las partículas vibrantes (electrones) al paso de las ondas luminosas, las cuales se consideran debidas a vibraciones de los mismos electrones.

Ahora bien, si el electrón de la sustancia fría vibra por resonancia absorbiendo energía incidente y envía luego su vibración en todos sentidos, en forma de ondas, aun cuando sean del mismo período que las excitatrices, las que se propagan en la dirección de éstas, tendrán mucho mayor intensidad. De ahí las rayas de Fraunhofer. Por lo demás, puede ocurrir también, que solo una pequeña parte de la energía excitatriz se encuentre en la radiada por la molécula absorbente, y que por el contrario, se encuentre en otra forma de energía, o en forma de energía luminosa de otros colores por choques debidos con otras moléculas u otras causas, algunas de las cuales, como los choques, dan lugar a un amortiguamiento de la energía vibrante y transformación final en calor o radiación.

Cuanto mayor sea el amortiguamiento menor será la nitidez de la resonancia es decir, la raya de absorción que degenera en franja.

Cuando la nueva energía, es en parte apreciable luminosa, pero de longitud de onda diferente, se tiene la fluorescencia.

LEY DE STOCKES.- La luz obtenida por fluorescencia, tiene mayor longitud de onda que la excitatriz.

Debemos aquí mencionar, aunque sea brevemente, los importantes trabajos de Lommel, quien en 1871 puso en duda esta ley, por lo cual surgió una polémica, que ha terminado reconociendo que existen efectivamente sustancias que no siguen la Ley de Stockes. Según Nichols y Merrit, en general, el campo y el máximo en el espectro de una sustancia fluorescente, están corridos respecto a la excitatriz, hacia mayores longitudes de onda; pero existen las excepciones demostradas por Lommel.

Para que una longitud de onda provoque fluorescencia es necesario que sea previamente absorbida, es decir, la sustancia fluorescente no es transparente para aquellas radiaciones que transforma. Una placa de vidrio de Uranio, deja pasar la parte roja de un espectro, pero detiene el azul y ultravioleta, -- por este motivo aparece la fluorescencia superficial. Lo que ocurre es que, la luz que la provoca, es rápidamente absorbida y por ésto tampoco puede provenir de capas profundas, y a ésto es debido el aspecto superficial.

Entre los experimentos de Nichols y Merrit, es importante las curvas obtenidas para la eosina, de estos experimentos se vió que la posición y relativa intensidad de la banda fluorescente, no depende de la luz incidente, con tal que ésta, pueda ser absorbida. Ocurre probablemente, que la luz es absorbida por determinados centros de emisión que tienen la propiedad a su vez, cuando poseen determinada energía, de emitir luz fluorescente.

LA ABSORCIÓN SELECTIVA.- Está en íntima relación con la constitución química y con el número de iones y electrones de la sustancia absorbente.

Se ha comprobado que el aumento del número de iones libres en las disoluciones aumenta la fluorescencia, aunque no puede decirse en general que son los iones los que la originan; pero conviene advertir que este fenómeno está muy ligado con procesos eléctricos.

EXTINCIÓN FOTOQUÍMICA.- Hemos visto, que la luz excitatriz al obrar sobre una sustancia, realiza un trabajo, que se manifiesta en el proceso de absorción, y en los fenómenos adyacentes, como luminiscencia y fluorescencia y fosforescencia; pero además de este trabajo físico, realiza un trabajo químico, manifestado por su actividad.

Como en los casos anteriores, el poder actínico de la luz, depende de los rayos absorbidos (actividad selectiva) y no de todas las fuentes de luz, pero cuando la luz ha realizado un trabajo químico, pierde este poder, de modo que

solo en una ocasión es capaz de producir el trabajo químico.

En efecto, Bunsen, observó, que haciendo pasar la luz sobre una mezcla detonante de Cloro e Hidrógeno, se tiene la formación correspondiente de HCl, pero si el haz de luz se hace pasar previamente por una masa de gas Cloro puro, observó que la actividad química de la luz se ha debilitado grandemente con respecto al primer caso; en ambos casos la debilitación la sufre la luz debido a la absorción del Cloro, pero mientras que, cuando no se tiene mas que Cloro puro la debilitación se atribuye a la Absorción Óptica puramente, y por tanto la pérdida de energía se mide por el calor desarrollado. En el caso del Cloro-Hidrógeno se gasta una parte en el trabajo químico, el cual exige mayor -- absorción. Este fenómeno es designado por Bunsen como Extinción Fotoquímica. Para medirla se emplea el actinómetro de recipiente de iluminación profunda. La intensidad I después de atravesar el recipiente es:

$$I = I_0 \cdot 10^{-(a+a')h}$$

donde a es el coeficiente de extinción óptica

a' es el coeficiente de extinción fotoquímica

h el espesor que atraviesa la luz

I_0 la luz incidente

La pérdida de luz en este trayecto es $I_0 - I$ y una parte de ella hay que atribuirle a la acción química Z , designando por M el factor correspondiente dá -- Bunsen la ecuación siguiente:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{\frac{1}{\log. \text{ num. } (a+a)h_1}}{\frac{1}{\log. \text{ num. } (a+a')h_2}}$$

que representa la relación de dos estados diferentes por lo que uno cualquiera de ellos se puede obtener con la ecuación:

$$Z = MI_0(1 - 10^{-(a+a')h_1})$$

Cuando un haz de luz ha realizado un trabajo químico y se le hace incidir así sobre otro sistema sensible, se observa el importante fenómeno de que ya no tiene acción alguna, así, la luz que ha realizado una reacción del HCl, al hacerse llegar a una segunda mezcla detonante de Cl e H, ya no realiza la síntesis. Tyndall ha descrito el caso del vapor de nitrito de amilo que es incoloro y transparente, que expuesto a la acción de la luz forma una nube blanca en su seno. Los rayos que han producido esta nube y que la atraviesan, no pueden formar otra nube si inciden sobre otra masa de vapor de nitrito de amilo transparente. Quiere decir ésto, que los rayos actínicos han sido absorbidos en la primera reacción y por tanto ya la luz no tiene el poder actínico.

MODIFICACIONES DE LOS COMPUESTOS.- A medida que se estudian mas profundamente las acciones ejercidas por la luz sobre los cuerpos, se ha visto que son - mas importantes de lo que en un principio se creía, pues se pensaba que esa - acción era ejercida sobre un número limitado, mientras que ahora se comprueba que es casi general para todos los cuerpos.

Así, las radiaciones solares, transforman el selenio amorfo, en cristalino, cuyo cambio aumenta la conductividad, propiedad que es el fundamento del Fotófono (aparato que trasmite el sonido y la voz por medio de la luz.)

Por acción de los rayos ultra-violeta de la lámpara de Cadmio, se convierte el oxígeno en Ozono (método industrial).

El fósforo ~~blanco~~ ~~se~~ ~~convierte~~ a rojo, el cinabrio rojo cristalizado en grece, pasando de cristalino a amorfo, los cristales de rosa de jacinto cambian de color, por otro mas oscuro, el espato verde de Aeneburg, toma color castaño. Pero indudablemente dan mayor ilustración los siguientes trabajos de Luther y Weigert a cerca del siguiente fenómeno reversible;

Trataron fenetol hirviendo a 170°C con antraceno $C_{14}H_{10}$ en la oscuridad y no observaron cambio alguno; pero cuando era tratado bajo la acción de la luz intensa, el antraceno se convirtió en para-antraceno $C_{20}H_{20}$; pero este cuerpo en la oscuridad vuelve a su estado inicial de antraceno.

En general podemos decir que los casos de alotropía, que son modificaciones de la atomicidad, y por tanto, modificaciones en la disposición molecular, como en el caso del oxígeno, azufre, etc. son debidos a la acción de la luz.

EQUIVALENTE MECANICO DE LA LUZ.- Cualquier modificación que no sea de orden químico, necesita un trabajo mecánico en la estructura molecular. Para conocer la realización de este trabajo, es preciso recurrir a conceptos muy complicados, como la Ley de Planck, que establece que la emisión del cuerpo negro (radiación) es una cantidad que se obtiene de la relación de los coeficientes de emisión y de absorción.

Conociendo la energía mecánica en el cuerpo negro de la radiación y la longitud de onda λ , y llamando V_λ la sensibilidad de la substancia para la misma longitud de onda se tendrá:

$$M = \frac{1}{M} \int_0^{\infty} E_\lambda V_\lambda d\lambda$$

M = equivalente mecánico de la luz = número de watts que se necesitan para obtener el flujo luminoso de la luz de 1 Lumen, para que la substancia presente su máximo de sensibilidad.

EFEECTO FOTOELECTRICO.- En el año de 1887 Hertz, observó que al recubrir un oscilador mediante una caja, con objeto de hacer mejor sus observaciones, dis-

minuía considerablemente la longitud de la chispa. Resultó ser ocasionado por los rayos ultravioleta, que tienen la propiedad de aumentar la longitud de la chispa de un carrete de inducción.

Estudió con empeño el fenómeno Hellwahhs, y pudo determinar que ciertos cuerpos bajo la acción de las radiaciones ultravioleta pierden su carga eléctrica negativa y permanecen cargados si su electrización es positiva.

La carga desprendida se reparte por el medio próximo y le comunica una conducción unipolar, es decir, la aptitud de neutralizar la carga de los cuerpos electrizados positivamente.

Pero la importancia del fenómeno no fue en realidad estimada sino hasta los importantes trabajos de W.S. Grippen, quien observó que el Selenio al ser tratado por una corriente eléctrica en presencia de la luz, tenía la propiedad de oponer una cierta resistencia al paso de la corriente eléctrica, según fuera la intensidad de la luz a que estaba expuesto. Observaciones semejantes realizaba Bell.

Grippen utilizó una lámina de Selenio de 0.25mm de espesor y aplicó los electrodos, primero en los bordes de la lámina y luego en cada cara y encontró que el aumento de conductividad por acción de la luz era 1.5 veces mayor en el segundo caso que en el primero. De este resultado deduce que la acción de la luz afecta al interior y no a la superficie, por tanto, el espesor del cuerpo es un factor que debe tenerse en cuenta.

Desde los trabajos realizados sobre el Selenio, se han hecho multitud de experimentos y se ha comprobado que la luz tiene acción más profunda sobre cuerpos que al parecer antes eran indiferentes a ella, tal es el caso del Potasio, Calcio, Radio, Cadmio etc.; pero ahora sabemos una cosa muy importante sobre la naturaleza de otros fenómenos, como el de luminiscencia (comprendiendo fosforescencia y fluorescencia), pues estas sustancias dan lugar a emisión de electrones cuando se encuentran iluminadas, es decir, que presentan el fenómeno fotoeléctrico. Para probarlo se extiende la sustancia fluorescente sobre una placa de vidrio y se coloca encima sin tocarla una tela metálica aislada; a través de ésta se ilumina la sustancia fluorescente con luz ultravioleta de una lámpara de mercurio. La tela metálica comunica con una batería de acumuladores cuyo otro polo comunica a tierra. La sustancia fluorescente comunica con un electrómetro. Al recibir la luz ultravioleta, la sustancia fluorescente adquiere una carga positiva y pasa una corriente por el hilo que hace comunicar la batería con la tela metálica.

Todos los derivados del bencol que tienen fluorescencia, presentan el fenómeno fotoeléctrico, tanto más, cuanto más fluorescentes son.

De los trabajos de Lenard y Sam Seland, se deduce que sólo son activos foto eléctricamente los rayos que excitan la fluorescencia.

Según Meyer y Kauffmann, el Bencol y sus derivados presentan generalmente la fluorescencia, y dicen: "podríamos llamar al Benzol, fluoroforo".

Muchos grupos atómicos corren las bandas de fluorescencia del ultraviolet a la región visible del espectro, no solo de substancias disueltas, sino también el disolvente parece tener influencia en la producción de las bandas luminiscentes.

Ahora bien, teniendo presente que determinadas substancias fluorescentes se emplean para hacer mas sensibles las placas fotográficas a determinadas coloraciones, según Stark, la sensibilidad la determinan directamente la luz fluorescente de las moléculas. Pero estando tan intimamente ligados los procesos de fluorescencia con el fotoeléctrico, llegamos al hecho importante de que la luz obra directamente sobre la estructura atómica de la materia realizando un proceso de ionización, pues en el efecto fotoeléctrico se realiza la descomposición electrónica del átomo. Esta aseveración nuestra queda comprobada con los mas importantes trabajos de notables físicos que han llegado a determinar la forma del arranque de los electrones del átomo.

J.J. Thompson y Lenard han medido por procedimientos distintos la relación carga-masa $\frac{e}{m}$ de los electrones desprendidos en los procesos fotoeléctricos habiendo determinado la ecuación de esta manera:

$$\frac{e}{m} = 0.7 \frac{u.e.m.}{g} \quad \text{de donde se tiene } e = 7 \cdot 10^{-10} \text{ u.e.m.}$$

(ecuación de Thompson)

o bien los trabajos de Lenard

$$\frac{e}{m} = 1.12 \cdot 10^7 \text{ u.e.m.} \quad \text{(ecuación de Lenard)}$$

En ambos casos se obtienen magnitudes de los electrones, muy cercanas o semejantes de las partículas que intervienen en los procesos catódicos, rayos g, y efecto de Zeeman.

Por tanto se comprende que la acción de la luz sobre las substancias sensibles, es de orden físico-químico y no puramente físico o químico separadamente.

SENSIBILIDAD.- La sensibilidad de una substancia, es más que todo, una relación entre la vibración electrónica del átomo y la longitud de onda de la luz excitatriz. Por este motivo Stark dice: La sensibilidad la determina directamente la luz fluorescente de las moléculas.

La modificación que la luz ejerce sobre los corpúsculos de la substancia sensible, se aprecian por el decaimiento de la molécula del compuesto en determinado tiempo; esta modificación introducida, es proporcional a la cantidad de luz que obra y proporcional también al tiempo, así que para estimar

la mayor o menor sensibilidad de una substancia debe producir en ella una transformación molecular (o atómica) como si con la menor cantidad de luz y en el menor tiempo posible.

SENSIBILIDAD.- Es la velocidad de la destrucción de la estabilidad molecular de un compuesto bajo la acción de la luz. La sensibilidad de un compuesto se refiere a la luz monocroma que tiene poder actínico sobre él.

INFLUENCIA DE LA LONGITUD DE ONDA DE LA LUZ EXCITATRIZ.- En términos generales la sensibilidad E_a de una substancia A para una longitud de onda λ y que se define como el cociente $\frac{N}{I}$ entre el número de electrones emitidos y la intensidad de la luz excitante al disminuir λ .

Pohl y Pringsheim distinguen entre el efecto fotoeléctrico normal y el selectivo que es producido por las vibraciones que poseen, una componente normal a la superficie de incidencia. Este último se produce tan solo para un intervalo restringido de longitudes de onda y tiene por consiguiente el carácter de un fenómeno de resonancia. La figura () representa esquemáticamente el fenómeno eléctrico selectivo.

Las medidas de E ejecutadas por Ladenburg dan en el intervalo $\lambda = 2$ a $\lambda = 200$ ~~mm~~ una proporcionalidad aproximada entre la velocidad máxima (o la raíz cuadrada del potencial de descarga p) y la frecuencia ν de la luz excitatriz. Esto es compatible con la fórmula de Einstein, según la cual, la absorción de un quantum de luz $h\nu$, se invierte en comunicar al electrón la fuerza viva $\frac{mv^2}{2}$ y en producir el trabajo W_e , necesario para que el arranque del electrón. En el caso más sencillo, en el que una molécula absorba la totalidad del quantum de luz:

$$\frac{mv^2}{2} = h\nu - W_e$$

donde v es la velocidad máxima de electrones fotoeléctricos emitidos por la frecuencia ν .

Antes de quedar libres los electrones experimentan un retardo en su velocidad debido a la acción frenante del resto de la masa, y posiblemente a un trabajo realizado en el momento de atravesar la superficie.

Los electrones emitidos en la inmediata proximidad de la superficie, son los que llevan más velocidad y por tanto, entre el potencial de descarga p y la frecuencia ν , de la luz excitatriz, existe la relación:

$$m v_m^2 = p \cdot e = h\nu - W_e$$

Los experimentos de Campbell, conducen a suponer que la absorción de un quantum motiva, por término medio, la emisión de electrones.

Millikan, con sus cuidadosas mediciones condujo a las siguientes consecuencias:

- 1ª.- Para cada frecuencia V_t de la luz excitatriz, superior a un cierto valor crítico, hay un máximo determinado en la velocidad con que son emitidos los electrones.
- 2ª.- Existe una relación lineal entre la velocidad vóltica máxima p , y la frecuencia v de la luz excitatriz.
- 3ª.- La pendiente $\frac{dp}{dv}$ de la curva, da los valores de P en función de v , y es numéricamente igual a $\frac{h}{e}$.
- 4ª.- Existe una frecuencia crítica V_c para la cual $V_m = 0$; el metal es insensible fotoeléctricamente para todas las radiaciones de frecuencia inferior a V_c . Esta frecuencia crítica, viene determinada por la intersección de la curva (p, v) con el eje v .

La constante e característica de cada metal vale hV_c

- 5ª.- La fuerza electromotriz de contacto entre dos conductores viene dada por la ecuación:

$$\text{f.e.m.} = \frac{h}{e(v_c - v_c')} - (e_0 - p_0')$$

Los experimentos de Millikan han suministrado una de las medidas de la constante h por las mediciones hechas en el radio:

$$h = 6.57 \cdot 10^{-27}$$

NUMERO Y VELOCIDAD DE LOS ELECTRONES FOTOELECTRICOS. En general no hay una velocidad única, sino que será preciso averiguar la Ley de la Distribución:

$$dN = f(v)dv$$

El método que ha permitido hallar dicha Ley es:

Dos placas paralelas e indefinidas A y B de las cuales la 1ª recibe la acción del manantial luminoso, se supone que la placa B capta cuantos electrones caen sobre ella, sin emitir ni reflejar ninguno. Cuantos electrones parten de A, llegan mas o menos pronto a B, y en condiciones dadas de iluminación y -- manteniendo ambas placas el mismo potencial unidas a tierra (p.e) se obtiene -- una corriente de potencial $i = N e$ perfectamente determinado. Manteniéndose la placa B unida con tierra y haciendo variar el potencial de A.

El efecto del campo consiste en acelerar los electrones; pero como el número de las unidades en un tiempo dado permanece constante, no se nota variación de i . En cambio si V_c toma valores positivos, se produce un retardo en el movimiento de los electrones y solo alcanzan B aquellos cuya componente normal w sea tal que:

$$\frac{1}{2} m w_0^2 > V_c e$$

todas aquellas cuya v sea menor a w_0 terminarán por pararse y regresar a A.

Por lo tanto, la corriente i deberá disminuir y anularse para un potencial p llamado Potencial de Descarga, tal que:

$$P e = 1/2 m w_{\max}^2$$

w_{\max} . de la componente normal.

Los valores de i en función del potencial comunicado a la placa dan una curva especial.

Para todos los valores de V_c superiores a P , la corriente será nula, por quedar detenidos todos los electrones emitidos por A . A partir de este valor umbral, irá aumentando la corriente, que tendrá a cierto tiempo el valor que alcanza cuando todos los electrones llegan a B .

La pendiente de la curva nos da la Ley de Distribución.

$$\frac{di}{dV} dV$$

será proporcional al número de electrones cuya velocidad vóltica normal está comprendida entre V y $V+dV$.

De los resultados se deduce, que los electrones son emitidos en gran cantidad y en todas direcciones, la mayor parte, salen formando ángulos con la normal entre 0° y 30° . El valor aproximado de P es de $10V$, lo que dá como velocidad única, los números un poco superiores a $2.10^8 \frac{\text{cms.}}{\text{seg.}}$

SENSIBILIDAD PRACTICA.

En la parte anterior se ha hablado de la sensibilidad absoluta de las emulsiones sensibles; pero no es ella la que se ha elegido para establecer el estudio correspondiente en los procesos fotográficos, sino que se ha tenido necesidad por ejemplo; de establecer una sensibilidad mas o menos uniforme de las sustancias para todos los colores(para lo cual se recurre a los sensibilizadores) dando así emulsiones Panchromaticas.

Una vez estudiados los métodos de preparar las emulsiones, se procede a su estudio, y el principal es el de la sensibilidad práctica. La sensibilidad práctica no es una medida científica, a lo menos hasta ahora, como se ha realizado su determinación, pues varios fisicoquímicos y fabricantes, han practicado de modo particular, métodos propios, así por ejemplo en el sistema Warnerke la sensibilidad se estima por la cantidad mínima de luz que puede actuar por transparencia sobre una emulsión, así como la cantidad máxima; entre estos límites, se establece la escala correspondiente.

En el sistema Scheiner(perfeccionado por Eder y Belin), la luz no obra por transparencia sobre la capa sensible, sino que obra directamente, pero de una manera intermitente, por medio de unas aberturas angulares distintas que producen efectos determinados; los luminarios, son bujías colocadas a distancias especiales y las unidades se deducen en unidades c.g.s.

LA CANTIDAD A LA QUE LA EMULSION

La bujía tipo se pone a un metro de distancia y se hace obrar por un segundo, se obtiene en la placa un depósito de plata correspondiente a la unidad de iluminación B.m.s. Aquí se toma como base el espesor de la capa de plata depositada, es decir, la densidad del depósito; igual concepto se toma para el -- sensitómetro Jones, y las divisiones establecidas no corresponden de un sistema a otro; por tanto, es preciso consultar tablas correspondientes, para poder de una emulsión graduada en unidades Warnerke, a cuantas unidades Scheiner -- corresponde.

A cerca de este problema, la Revista Agfa(1938-1939) escribe así:

"No queremos llegar a la independencia en cuanto a las condiciones reinantes de la luz dada, esto quiere decir, que queremos aprovechar una situación de la iluminación para nuestras intenciones fotográficas, sin tener miedo a la intensidad o coloración de la luz. Más aún, queremos tener la posibilidad de poder hacer también instantáneas, si es preciso, hasta con luz relativamente escasa".

"Hace todavía pocos años, tales cosas hubieran parecido imposibles. La fabricación moderna de las emulsiones, ha llegado a hacer posible, lo imposible en apariencia: ya el medianamente buen material de hoy, es bastante más sensible a la luz, que las placas sensibilísimas de hace poco tiempo. Con relación a esto, es muy interesante saber que, por un método moderno, adoptado hace pocos años, de medición estandarizada de la sensibilidad a la luz, obliga a las fábricas de marcar visiblemente sus materiales fotosensibles con el grado de la sensibilidad,..." "La medición se hace en décimas de grados DIN" "El que adquiere una película está acostumbrado a preguntar por la sensibilidad del material. En este caso se hacen indicaciones de distintos sistemas llamados : Din, Scheiner, Weston, Hurter y Driffield, etc. No todos representan una información adecuada al respecto y por este motivo ofrecemos estas aclaraciones sobre los sistemas principales. Din y Scheiner."

"El sistema Scheiner es seguramente el más antiguo y conocido y se usaba hasta para las películas menos sensibles hace más o menos ocho años. La sensibilidad se comprobaba midiendo el mínimo ennegrecimiento visible. La exactitud de esta prueba era relativa y quedaba a merced del examinador comprobar el ennegrecimiento visible, según su propio criterio. Otros cálculos inexactos surgían de las irregularidades de la luz empleada y de la forma de la revelación del negativo ya que para esto no había instrucciones precisas.

El sistema Din tiene sobre todo para la medición como también para las fórmulas a usarse en la revelación, instrucciones completamente exactas. Ya no se mide el mínimo ennegrecimiento que es posible copiar.....Además, como luz

se emplea una lámpara de luz de día, que es la que mas se acerca a la luz natural, con la cual se hacen la mayoría de las fotografías."

Para hacer posible una reducción de los grados Din a Scheiner, puede emplearse una sencilla regla:

Una sensibilidad de $\frac{18}{10^\circ}$ Din equivale a 18+10 o sea igual a 28° Scheiner

$\frac{21}{10^\circ}$ Din = Scheiner 31°.

b) Estabilidad. Calidad. Y causas que modifican las emulsiones sensibles.

Las emulsiones fotosensibles en general, no se crea que son permanentes, - pues por el contrario, son muy variables, después de lanzado el producto al - mercado. Esta variación que sufren se debe a una diversidad de causas que pue- den clasificarse en dos grupos:

- a) intrínsecas internas
- b) externas

Pasamos al estudio de las primeras condiciones, que son seguramente las - mas importantes.

a) CAUSAS INTRINSECAS INTERNAS.- Las denominamos así, porque son debidas a la naturaleza misma del compuesto fotoquímico sensible.

Las condiciones de gran sensibilidad, son contrarias a las de estabilidad de las emulsiones, es decir, que mientras mas sensible es una emulsión (alta- calidad), su estabilidad (duración), es disminuida considerablemente; no solo la luz puede romper las condiciones de equilibrio inestable de ellas, sino - que facilita su transformación entrópica (envejecimiento, velo diacrico) que - la hace bajar de calidad o la hace inservible.

Sobre este problema, nos permitimos transcribir el siguiente párrafo toma- do de la Revista Fotográfica Agfa de abril de 1939, que es el boletín oficial de una de las productoras mas importantes de emulsiones fotosensibles.

"Duración de los papeles fotográficos".- La duración de los papeles sensi- bles Agfa ha logrado aumentarse en el transcurso de los últimos años a tal -- grado, que tranquilamente pueden transcurrir tres años sin temer una altera- ción de las emulsiones o de su cualidad propia.

Desde luego, para un tiempo largo de almacenamiento se hacen mas importan- tes las condiciones bajo las cuales se llevan a cabo. Del almacenamiento i- deal que sostiene la fábrica, en donde continuamente se vigila y regula el -- grado de temperatura y humedad atmosféricas, llegan los papeles cuidadosamen- te envasados a los almacenes, bien montados de las agencias Agfa en el extran- jero, y de ahí a manos de los establecimientos y consumidores, de quines solo se exige preservar la mercancía de las irregularidades mas extremas. A estas pertenecen las fluctuaciones notables de temperatura, humedad exagerada o se- quí, e influencia de gases nocivos. El laborante por tanto, cuidará de alma- cenar sus papeles demasiado cerca de cuerpos calórficos o estufas, en bodeg- húmedas o en recintos muy calientes o expuestos a riguroso frío. Entre los gases nocivos el mas peligroso es el hidrosulfuro despedido por los baños vi- radores de sulfuro de sodio necesarios para el viraje al azufre. En consecuen

cia, los virajes no se practicarán en estancias o recintos que se ocupen para almacenar papeles fotográficos inexpuestos".

Como se ve, los fabricantes mismos exponen que a pesar de todas las mejores condiciones de embalaje y cuidado del producto, éste apenas dura tres años.

Si consideramos la forma en que se produce en la fábrica la emulsión fotosensible, nos damos cuenta, que se trata de un sistema coloidal.

El gran fotoquímico Peter Dühem, al estudiar los fenómenos de extinción fotoquímica y de los fenómenos de transformación ocurridos bajo la acción de la luz, dice: La extinción óptica y la fotoquímica deben diferenciarse poco si no son idénticas, distinguiéndose solo por el mayor grado de absorción. La acción de la luz sobre muchos sistemas EN ESTADO DE FALSO EQUILIBRIO, es del mismo sentido que la de los cuerpos porosos, determina la TRANSFORMACION QUE EN SU AUSENCIA MANTENIA EL ESTADO DE FALSO EQUILIBRIO. El gran número de acciones químicas de la luz, determina allí una modificación que la Termodinámica anunciaba que debía producirse, y que, no se producían en la obscuridad a consecuencia de un fenómeno de falso equilibrio."

El estudio termodinámico del Estado Coloidal, comprueba lo expresado anteriormente, solo que en una forma más contundente y clara, así se definen por ejemplo entre las principales propiedades termodinámicas del Estado Coloidal: " Finalmente las partículas coloidales disueltas muestran tendencia a los llamados cambios de estado; es decir, son inestables. Esta inestabilidad se manifiesta de diferentes modos. Las partículas pueden en ciertas circunstancias, formar copos, coagular, salificar, etc., Todas estas transformaciones pueden atribuirse a la constitución especial de la superficie de las partículas dispersas. La gran superficie que posee el conjunto de ellas, tiende a disminuir siendo causa de los fenómenos de agregación, que a su vez producen dichos cambios de estado."

Efectivamente, en el caso de las emulsiones fotosensibles, las sales argentícas se disuelven y se conducen al estado coloidal, dispersándose en otro sistema coloidal (el medio glutinoso) y es sometido al proceso de "maduración" (aumento del tamaño del grano) a fin de dar mayor sensibilidad a la emulsión; el proceso de secado, en cierto modo aproxima los centros de las partículas coloidales a tal grado que pronto vencen la resistencia del medio por efecto de sus movimientos brownianos y determina un proceso de transformación hacia un estado final, que si se realiza aislado y sin la intervención de energía externa y aprovechamiento del sistema, es un caso típico de aumento de Entropía hasta un máximo final. Por lo cual se ve que la condición misma del compuesto fotosensible, tiene ya una vida determinada, y solo se puede aumentar

la duración de los productos al estudiar las condiciones óptimas de las curvas de sensibilidad y de las curvas de entropía.

b) CAUSAS EXTERNAS.- Cuando el factor interno de transformación de una emulsión fotosensible (el aumento de entropía), ha sido calculado para determinado tiempo, la emulsión puede durarlo perfectamente si las condiciones son de un sistema aislado, es decir, si las fuerzas externas no lo precipitan. Los agentes externos de transformación son: humedad, temperatura, presión y la acción química de gases y emanaciones. Todos estos agentes y cada uno de ellos al obrar aisladamente o en conjunto, producen sobre las emulsiones sensibles su transformación completa, velan rápidamente y aunque la luz no haya ejercido acción alguna, se produce el ennegrecimiento de la emulsión.

Por esta razón, se pone mucho cuidado, en que, una vez realizada la operación de tenido y secado de la emulsión en sus soportes, se empaquetan con mucho cuidado, para impedir en lo posible, la acción externa de los cuerpos, creando así, sistemas más o menos aislados del ambiente.

CAPITULO II

ELABORACION DE LAS EMULSIONES

- a) Preparado de las emulsiones sensibles
- b) Variedades comerciales y métodos de preparación.

Dos métodos principales existen para preparar las emulsiones sensibles con sales de plata, uno es el procedimiento alcalino o del amoniaco y otro el procedimiento ácido.

Se pone aquí solo una fórmula con objeto de poder explicar paso a paso, las operaciones necesarias; pero naturalmente, aunque esta fórmula es de las mejores (devida al prof. Namias de Turín), existen otras superiores, pero que se conservan en secreto de las casas productoras y de las suministradoras de los equipos correspondientes a la fabricación de artículos fotosensibles.

FORMULA PARA LA PREPARACION DE LA EMULSION FOTSENSIBLE.- Se preparan tres soluciones separadamente:

Solución I.

agua destilada	500 gramos
Gelatina dura	40 "
Bromuro potásico	50 "
Ioduro "	0.5 "

primeramente se pone la gelatina en agua durante media hora, se añade después el bromuro y el ioduro y se hace calentar el recipiente, que debe ser de gres o vidrio, en baño maría a temperatura de 60° a 70°C, hasta la completa disolución de la gelatina.

Solución II

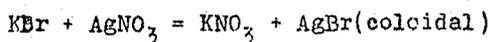
agua destilada	500 gramos
nitrate argéntico	60 "
amoniaco	c. s.

hasta disolver el precipitado formado al principio, evítase añadir en exceso.

Empleando amoniaco de densidad 0.935 se necesitan unos 60 c.c.

La solución II se vierte lentamente en la solución I, estando esta a 50°C como máximo, y agitando continuamente. Se produce un precipitado de bromuro argéntico que se emulsiona con la gelatina, formándose un líquido lechoso de color amarillento con fuerte olor a amoniaco.

Se observa que en la primera fase de la operación, se conducen las soluciones de bromuro potásico y nitrate argéntico a un compuesto diferente pero en estado coloidal.



La segunda fase comprende el proceso de la "Maduración".

MADURACION.- Este término no es propiamente técnico, pero es un término que ya tiene una historia entre los fotoquímicos que se dedican a la preparación de emulsiones sensibles, en realidad se trata de un proceso de FLOCULACION.

La maduración es aquella operación por la cual la mezcla de gelatina y haluro argéntico coloidal, pasa al de emulsión propiamente dicha, con lo que los granos coloidales se agrupan aumentando de tamaño para formar los esqueletos de emulsoides (Nomenclatura de Höber y von Weimarn), una forma de granos mas grandes.

La maduración tiene una gran importancia y debe ponerse mucho cuidado al ejecutarla, pues a ella se debe el aumento de sensibilidad de una fotoemulsión. La rapidez con que se produce la maduración y el grado de sensibilidad que puede alcanzarse en la emulsión, dependen de la temperatura y de las sustancias que contengan.

La maduración se produce calentando la emulsión durante un tiempo variable y a una temperatura variable, el tiempo que debe durar la maduración y la temperatura, serán tanto mayores, cuanto mayor sea el grado de sensibilidad que se desee.

La máxima sensibilidad lograda, es calentada a 50° en vaso cerrado y agitando con frecuencia; el tiempo es de media hora aproximadamente. Si se extralimitara uno en la operación, es seguro que se produce velo en la emulsión. La conveniencia de usar vaso cerrado estriba en que se evita la pérdida de amoníaco y se obtiene mayor sensibilidad con menor temperatura.

Durante la maduración de la emulsión, ocurre que las partículas de bromuro argéntico aumentan de tamaño. De 0.0008 m m de diámetro, pueden crecer hasta 0.02 m m; pero conviene poner cuidado de que los granos no sean muy grandes porque una emulsión así produce imágenes defectuosas en las que se ve el grano, se pierden los detalles finos. Para evitar esto, se debe tener en cuenta que una temperatura demasiado elevada, o demasiado tiempo de operación, o la presencia de poca gelatina o de bromuro soluble, son causas que aumentan demasiado los esqueletos emulsoides. Al operar se revisa constantemente y se puede agregar un poco de alcohol durante la operación de una emulsión mas fina.

Cuando la emulsión está ya madura, se procede a la tercera operación que es el enfriamiento.

ENFRIAMIENTO DE LA EMULSION.- Se prepara la :

Solución III

Gelatina dura 40 a 50 gramos
 Agua destilada para sostener
 completamente sumergida la
 gelatina c. s.

se deja hinchar la gelatina durante algún tiempo, se trasvasa el agua no absorbida y se funde a 60 ó 70°C. A la emulsión madurada, se le añade la solución III agitando bien, después se vierte la emulsión en un recipiente delgado y se pone a refrigerar para que cuaje; pero debe ponerse cuidado en que el enfriamiento sea rapidísimo. La emulsión cuajada debe dejarse reposar para hacerla más consistente y porque además, aumenta su sensibilidad, ya que el proceso de maduración aún continúa; pero no debe tampoco prolongarse esta operación, - so peligro de velar la emulsión.

Se procede después a la cuarta operación que es el lavado.

LAVADO DE LA EMULSION.- Terminada la operación de enfriamiento y reposo, la emulsión se somete al lavado con objeto de eliminar el amoniaco excedente, el nitrato potásico y el bromuro potásico sobrantes. El lavado ha de ser rápido de preferencia, pero perfecto, para ello se desmenuza en hilos o trozos pequeños la emulsión, se hace pasar por un tamiz de hilos de plata, la máquina debe tener navajas de vidrio, plástico o de cualquier otro material plateado -- que no altere la emulsión, porque otros metales sí la atacan. Una vez realizado el lavado que se hará unas cuatro o cinco veces, se procede a preparar las máquinas de emulsionado.

b) VARIEDADES COMERCIALES DE EMULSIONES FOTSENSIBLES
 Y METODOS DE PREPARACION.

Las emulsiones que se encuentran en el comercio son de varios tipos, por su rapidez, se pueden clasificar en tres grupos:

- 1º.- emulsiones lentas(usadas para diapositivas en cristal,positivas de cine y papeles positivos).
- 2º.- emulsiones de mediana rapidez(negativos para rollos y filmpacks de aficionados).
- 3º.- emulsiones de gran rapidez(negativos para profesionales, placas y -- films de cine, papeles negativos y positivos de proyección).

Para poder suministrar al comercio estos tipos de emulsiones, es necesario que la planta de producción realice las operaciones conducentes a las condiciones de sensibilidad requerida.

Las emulsiones simples de haluro argéntico, no tienen mas valor captativo que las impresiones de contraste de blanco y negro, pues estas substancias no

son sensibles sino a determinadas frecuencias lumínicas; así, la experiencia ha demostrado, que se pueden dividir los colores de los motivos fotografiables, y con ellos todas sus gradaciones y matices, en dos grupos muy importantes:

- 1°.- Los colores blanco, azul, violeta e indigo, obran sobre las emulsiones argénticas de la misma manera, en el negativo producen gran densidad - en el depósito descompuesto, en el positivo dan transparencia casi igual.
- 2°.- Los colores negro, rojo, anaranjado, amarillo y verde, son poco o nada actínicos, obrando de una manera parecida, en el negativo dan ninguna o poca densidad en el depósito descompuesto (hay poca descomposición) y en el positivo, fondo negro o gris (desde el gris oscuro al claro en los colores rojo, anaranjado, amarillo y verde).

Vista estas condiciones de reproducción de los colores, se nota un grave inconveniente en la fotografía, por lo cual muchos investigadores se dedicaron a estudiar la manera de solucionar esta deficiencia, la cual, finalmente, ha quedado eliminada mediante los estudios de Vogel y enunciamos aquí su célebre principio:

"La combinación de la materia sensible con una sustancia colorante, aumenta la sensibilidad de la materia para los rayos absorbidos por el color".

Así, por este procedimiento, es posible hacer que las emulsiones de haluro argéntico, sean sensibles a colores rojo, anaranjado, amarillo, verde.

No todos los colores, sin embargo, son utilizables para sensibilizar las emulsiones, sino que deben tener la cualidad de poder formar combinación con los compuestos argénticos, y la sensibilización producida depende de la "sensibilidad selectiva" del colorante (fenómeno estudiado en el capítulo I).

Las emulsiones fotosensibles, así activadas, dan lugar a variedades especiales que se presentan en el comercio con diferente nombre:

EMULSIONES ORTHOCHROMATICS.- Dan la gradación del claro oscuro que corresponde a la vista; máxima sensibilidad para el color claro: el amarillo y mínima para el mas oscuro: el violeta. Tiene aumentada la sensibilidad para el amarillo-verde.

EMULSIONES ISOCHROMATICS.- Dan una densidad de depósito descompuesto igual para todos los colores.

EMULSIONES PANCHROMATICS.- En ellas se ha aumentado la sensibilidad no solo para el amarillo y verde, sino también para el naranja y rojo. Estas placas sirven para fotografiar objetos coloreados variados (flores, vestidos, etc.).

Los colorantes usados para estos fines, reciben el nombre general de sensibilizadores ópticos, el tipo de colorante usado depende del fabricante y de las variedades que quiera dar a sus emulsiones.

La forma práctica de la sensibilización de una emulsión es bien simple, - consiste, por ejemplo en la orthochromatización, en hacer una inmersión de - una placa ordinaria en una solución de eritrosinato de plata, preparado del - siguiente modo: se toman 0.2 ó 0.3 gramos de eritrosina transformada en eritrosinato argéntico; la emulsión ya puesta en el soporte, se sumerge en esta solución durante unos minutos y se pasa al secador.

Procedimiento semejante se sigue para la panchromatización; pero con sensibilizadores ópticos adecuados.

CAPITULO III

EL EMULSIONADO

- a) Tendido de las emulsiones
- b) Secado y embalaje.

La fase mas importante del producto fotosensible que se va a presentar al comercio, es la operación de emulsionado, que consiste en tender sobre la superficie de los soportes(vidrio, papel, celuloide) la emulsión ya preparada.

Para que la emulsión de tendido se ejecute en buenas condiciones, los soportes deben ser previamente tratados(después de lavados y pulidos) con una entracapa o subcapa adherente, sobre la que se pone la emulsión, la cual se somete a un calor de fusión, que no debe ser mayor de 50°, se pasa por los filtros una vez más(si es necesario) y se añade una solución de gelatina disuelta separadamente en agua, a fin de darle mayor fluidez y que a la vez cuaje pronto cuando ya haya sido tendida; el calentamiento de la emulsión debe ser de 35° a 45° según la estación y se le pone un poco de alcohol de 95°(50 c.c. - por cada litro de emulsión).

Para que el producto sea de buena calidad, que la capa sea uniforme, etc. - es necesario que se haga la operación de tendido de una manera mecánica, por ésto, muchas casas fabricantes de equipos surten ya maquinaria experimentada y garantizada, de modo que el industrial solo necesita dar sus especificaciones.

TENDIDO MECANICO DE LAS EMULSIONES.- El equipo se compone esencialmente de un depósito de gres termos, con objeto de mantener fluida y aun a una temperatura constante la emulsión; en otros, este recipiente puede ser calentado por medio de conductores de vapor. El recipiente comunica con un distribuidor que reparte la emulsión fluida sobre la superficie del soporte, el cual ya emulsionado, es conducido mecánicamente el trayecto necesario para que cuaje la emulsión.

SECADO Y EMBALAJE.- Llegado el material sensible al final de la máquina, la emulsión está ya bien cuajada, entonces se pasa a los secadores. Los equipos de secado dependen en su forma principalmente de la clase de artículo emulsionado, si se trata de rollfilms de cine, de placas de vidrio o de papeles, cada uno tiene diferente forma. Para producir el secado se necesita un calentamiento máximo de 25°C y una circulación notable de aire, pues el secado debe tardar no mas de 10 a 12 horas.

La emulsión que apenas está preparada tiene una sensibilidad bastante débil, va ganando con el secado mayor sensibilidad, por lo cual debe tenerse -- cuidado en que la acción de las luces sea mínima en lo posible o nula si fuere necesario. Entonces se distribuye el material sensibilizado al departamento de embalaje.

En el departamento de embalaje, se corta el producto a los tamaños comerciales usuales, siempre con los equipos necesarios y apropiados, la iluminación debe ser controlada con mayor rigor, los productos se empaquetan convenientemente para preservarlos de la humedad, de los cambios de temperatura.

Debemos advertir, que el papel y cartón de envoltura deben ser sometidos a pruebas previas en el laboratorio de control, a fin de que sean materiales que no puedan producir alteraciones en el producto fotosensible.

P A R T E S E G U N D A

PROYECTO DE LA PLANTA.

Generalidades.- En el estudio teórico de las emulsiones fotosensibles, vimos ya de una manera conveniente, cuales son las materias primas necesarias, las operaciones que habrán de realizarse y los equipos a usar.

Con ello tenemos ya una idea fundamental de todo lo que es preciso para la -- realización industrial y con ello surge la necesidad de proyectar la Planta e Fábrica de productos fotosensibles. En este proyecto, se deberán tomar en consideración todas las necesidades indispensables para el éxito; tales como concimiento de las materias primas (potencia de la industria), los locales (edificios) adecuados, operaciones necesarias a la transformación (operaciones unitarias), personal adecuado al trabajo (especialización del trabajador).

En tales condiciones estaremos en la posibilidad de mostrar las ventajas que una planta tal, presentaría para el fomento industrial de nuestro País.

1.- Las materias Primas y los Productos Finales.- Se consideran como materias primas todas aquellas materias necesarias para lograr la transformación hasta el logro de la presentación comercial del producto. En tal concepto, se estimarán como materias primas, el agua, el aire, gelatina y todas las materias primas necesarias para la elaboración.

2.- Edificio.- Se deben considerar en él, todos los factores necesarios para el buen funcionamiento de la planta y no se escatimará detalle. Su construcción deberá regirse por las especificaciones que el Ingeniero Químico jefe de Producción entregue a los Ingenieros Civiles encargados de la construcción.

3.- Las operaciones industriales.- Son la serie de operaciones necesarias a fin de someter las materias primas especiales acondicionadas y las generales en proceso a fin de dar el producto final. Para ellas es preciso contar con -- una serie de equipos adecuados que realizan dichas operaciones.

4.- Personal y Trabajo.- No es posible tomar trabajadores indiferentemente para cualquier operación dentro del funcionamiento de la fábrica, pues tal procedimiento es anti-científico y anti-económico, en tal virtud, se precisa saber seleccionar las capacidades a fin de lograr operarios competentes, para -- tener eficiencia y falta de riesgos para la fábrica.

I.- LAS MATERIAS PRIMAS

Las materias primas consideradas para esta planta de producción, son en primer término: el aire y el agua, en segundo la gelatina(o materias glutinosas) y las sales fotosensibles, en tercer lugar los soportes(vidrio, celuloide, papel, etc.) y en cuarto lugar las materias de embalaje tales como papel negro, - cartón, papel de estaño, etc.

EL AIRE Y EL AGUA.- El aire que se introducirá a los laboratorios es un aire - previamente tratado por procedimientos de purificación, por lo cual se eliminan de él, hasta las mas pequeñas partículas de polvo, se reduce a un mínimo de -- concentración el CO_2 y otros gases nocivos, dejando una mezcla donde el porcentaje de oxígeno disminuya lo suficiente para que no produzca oxidaciones rápidas, pero que en cambio no impida una buena respiración.

Por todas estas operaciones el aire consumido en los laboratorios, es un aire costoso, lo cual hace considerarlo como materia prima.

El caso del agua es muy semejante al del aire, pues se necesita que el agua, para los laboratorios, no tenga partículas en suspensión ni aún de las mas pequeñas, que no tenga sales en disolución, ni gases que perjudiquen el producto así que el agua ha de ser una sustancia químicamente pura.

TEORIA DE LA PURIFICACION DEL AIRE.- Método General.- El aire atmosférico se hace circular por un canal donde sufre un calentamiento a alta temperatura a fin de calcinar partículas orgánicas en suspensión, después se bombea al fondo de un gran tanque que contiene en disolución hidróxido de calcio(filtro de agua) en el cual burbujea dejando el CO_2 , por formarse CaCO_3 y al mismo tiempo el agua recoge las partículas en suspensión que no fueron calcinadas(polvo inorgánico). Un enfriamiento adiabático seca el aire y lo prepara al primer análisis. Si su resultado es aceptable, de la cámara esterilizada donde se almacena, es proyectado a los laboratorios por medio de gigantescos rotores.

Método Especial.- Otro método importante, porque reduce el costo de operación es el que consiste en comprimir el aire al través de una pared-filtro de piedra pómez, impregnada de ácido sulfúrico, con lo cual se logra la carbonización química de las partículas orgánicas, al mismo tiempo, las partículas inorgánicas son detenidas en la pared-filtro. El segundo paso, del aire, es a través de bastidores muy finos de tela de lino impregnados de una sustancia especial que recoge cualquier partícula de polvo que hubiera podido pasar, así -- como los vapores ácidos arrastrados por el aire y el CO_2 .

Con esta operación de filtrado no se requiere vencer grandes presiones.

TEORIA DE LA PURIFICACION DEL AGUA.- El agua que va a ser usada en la industria cine-fotográfica, debe ser sometida previamente a un análisis químico para determinar que clase de sales lleva disueltas y que clase de gases arrastra.

Una vez determinadas esas sustancias, se hace el estudio correspondiente a su eliminación.

Si las aguas tienen disoluciones alcalinas de hidratos de metales pesados - como Zn, Fe, Mn, etc., se deben someter a un tratamiento diverso de aquellas aguas que contienen soluciones alcalinas de metales alcalino-térreos y alcalinos.

Estos tratamientos se hacen siempre por un procedimiento de pre-acondicionamiento, para después someterla al proceso de destilación y filtración.

Una vez filtrada y destilada, es sometida a un nuevo análisis químico y físico, después de lo cual se establecen las primeras pruebas para demostrar su bondad.

Si el agua está en perfectas condiciones se puede utilizar, si no, hay necesidad de corregirla a fin de que esté en condiciones tales de pureza que sea una agua químicamente pura.

OTRAS MATERIAS PRIMAS.- Serán sometidas a previos análisis químicos y físicos, a fin de establecer las mejores condiciones para la elaboración de emulsiones.

Los soportes especialmente, deben llenar los requisitos normados por el Congreso de Fotografía de Bruselas.

Los papeles de embalaje, igualmente, deben ser sometidos a pruebas especiales antes de aceptarlos definitivamente como materiales.

EL EDIFICIO.

El edificio, o más bien, el conjunto de edificios de que debe disponer la negociación, debe estar distribuido técnicamente en un terreno no menor de 40 000 metros cuadrados, en un lugar hacia el Sur de la Ciudad de México y de clima preferentemente frío.

La distribución debe hacerse conforme indican las especificaciones más adelantadas de la Ingeniería Sanitaria; pero también conforme a las especificaciones de necesidad industrial que determine el Ingeniero Químico, las cuales serán atendidas por el técnico a quien se encomiende el proyecto.

Deberá considerarse como necesarias las siguientes secciones que deberán colocarse conforme a las necesidades del proceso de elaboración.

A.- Jardines

Oficinas de Administración

Almacén de productos Elaborados

B.- Departamento de Calderas

Planta Eléctrica

Pozo y bombas

Estación contra incendios (Bomberos)

Garage para coches y camiones de distribución.

C.- Almacén de Materias Primas

Laboratorios de Control y Dirección de Producción

Cuerpo de Fábrica.

Como se comprende cada uno de estos cuerpos tiene una importancia específica; pero indudablemente, la parte esencial está representada en el laboratorio y fábrica, para el cual damos algunas normas especiales a fin de que el proyectista pueda comprenderse de las necesidades más urgentes del acondicionamiento de un edificio para laboratorio cine-fotográfico.

EL LABORATORIO

Los laboratorios para una fábrica de esta industria, requieren condiciones tan especiales como no es posible encontrarlas en ninguna otra; son tales las exigencias que el agua y el aire que se utilizan dentro, son materias químicamente puras, es decir, que su pureza se ha tenido que establecer previamente antes de ser introducidos en la fábrica.

Como es fácil comprender, resulta que el Laboratorio, es a manera de una gran caja aislada del exterior y que no existe medio alguno de que el aire o el agua penetren, por ventanas o ranuras; es decir, existe un sistema hermético que obtura paredes, puertas y ventanas, las cuales se han de abrir solo en casos especiales por un sistema mecánico.

Otro factor importante, tanto como los anteriores, es el que se refiere a la luz, la cual no solo tiene que ser limitada, sino seleccionada para cada operación en el laboratorio; pero en general se prefiere poner sistemas de luz apropiada artificial y no permitir el paso de la luz solar.

La temperatura y la humedad tienen que estar constantemente de acuerdo con las normas previamente establecidas y la temperatura óptima de trabajo varía de 10° a 15°C y el aire usado es el que el Higrómetro marca como seco.

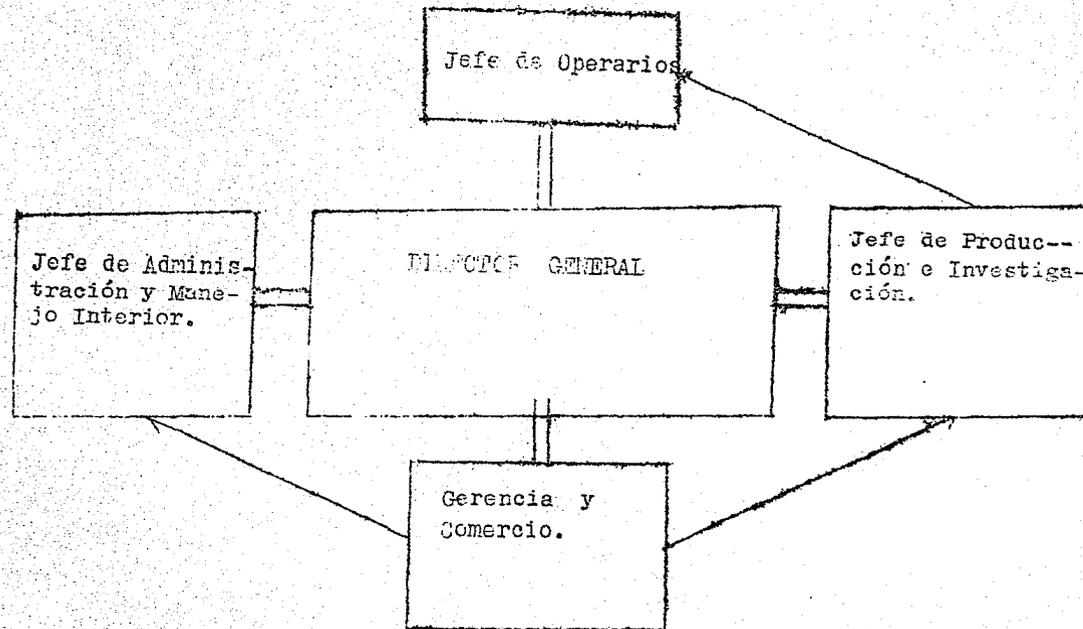
PERSONAL

En las labores de una empresa de esta importancia, no es posible pasar de -
carrera sobre las cualidades del personal de trabajo. Una negociación de esta
clase, requiere la especificación completa de la clase de personal y aún este,
deberá elegirse mediante Normas Científicas de Trabajo.

Comenzaremos por presentar el cuadro general de las diversas clases de per-
sonal necesario:

ESQUEMA DE PERSONAL.

Científico	Ing. Químico	Jefe de Producción e Investigación
	Ings. Físicos	(Acústico, Optico, Elec. Mecánico, etc.)
	Químicos	
	Médicos, Biólogos.	
Técnico	Electricistas	
	Fogoneros	
	Mecánicos	
	Dibujantes	
	Laboratoristas	
	Fotógrafos	
Operarios	Ayudantes de Técnico	
	Operadores	
	Manipuladores	
	embaladores	
Gerencia y Comercio	Gerente	
	Jefe de Compras	
	Jefe de Ventas	
	Cajero y Contadores	
	Oficinistas	
	Distribuidores	
	Agentes	
	Empacadores	
Maniobristas		
Choferes		



ESQUEMA DE DIRECCION Y ADMINISTRACION.

	Administrador
	Cuerpo de Bomberos
Administración de	Enfermeras y Médicos
	Vigilantes
Manejo Interno	Aseadores
	Operarios del Inmueble (Jardineros, plomeros, etc.)

Además deberemos considerar como un capítulo especial al Director General de la Empresa.

SELECCION DEL PERSONAL.- El personal será siempre escogido de acuerdo con Normas Científicas. Para el establecimiento en México de una industria de estos productos, se consideraron como muy importantes, los casos de trabajadores que serían aceptados como operarios en dicha empresa.

Para las personas que tienen una idea clara de lo que las condiciones de trabajo, requieren para ser óptimas, reconocerán que el industrial y especialmente el fotoquímico, necesitan un sistema científico para seleccionar el personal adecuado que intervendrá como operario en sus plantas de producción.

Esta selección debe realizarse de acuerdo con las Normas Científicas del Trabajo, y por tanto se toman en consideración:

- a) Las condiciones especiales de la tarea
- b) Las aptitudes especiales y personales del trabajador
- c) La capacidad fisiológica para poder ejecutar el trabajo en las condiciones requeridas.
- d) La determinación previa de las posibles enfermedades profesionales.

En los laboratorios de la Industria cine-fotográfica de productos vírgenes las condiciones de trabajo, son desfavorables para los órganos de la vista, - debido a que las operaciones tienen que realizarse con oscuridad absoluta (en muchos casos) o con luces oscuras monocromas, para que una vez terminadas las labores, los operarios tengan que salir a la iluminación corriente de la calle.

A nadie escapa que estos cambios diarios, por ser tan bruscos y tan prolongados, dañan o destruyen rápidamente los órganos de la vista en personas sanas resulta de ello una serie de problemas azás importantes:

a) Una persona acostumbrada a trabajar en plena luz, es llevada a trabajar en un medio opuesto, no puede por tanto, desarrollar una tarea comparable en condiciones de oscuridad. Indudablemente el rendimiento es menor.

b) El proceso de adaptación a las condiciones nuevas de trabajo, es un caso de retardo en las operaciones y que se traduce en pérdidas para la negociación.

c) La no favorable condición de trabajo, produce una lesión profesional que perjudica e inutiliza:

1°.- Al trabajador

2°.- A la negociación. Por crearle el problema muy aumentado del sostenimiento de pensiones definitivas a los operarios que han adquirido lesiones profesionales.

Pero como la negociación tiene necesidad de lanzar sus productos, ha de utilizar operarios que necesiten trabajo. Sin embargo, la fábrica, de trabajar científicamente, creará un grave problema social de Higiene Pública como es el aumento constante de operarios enfermos y muchos de ellos inutilizados; lo cual nunca puede ser permitido, ni por las organizaciones obreras, ni por un Gobierno que funda su Estado en la Salud de sus ciudadanos, como serán en lo sucesivo los gobiernos de economía planificada, después, en la postguerra.

Como el trabajo radica en las buenas condiciones de los operarios, a la misma negociación conviene evitar problemas que perjudicarían sus productos.

Entonces aparece el problema del técnico, de lograr la selección de su personal adecuado, que elimine los graves inconvenientes anteriormente presentados.

Si nosotros nos fijamos en una serie de operaciones importantes, pero sencillas, que ocurren en la industria cine-fotográfica, tales como la manipulación de productos emulsionados, ya sea para corte, transporte de los secadores, cortado, contado y empaquetado; como esas operaciones, por la naturaleza misma de los productos, tienen que ejecutarse en condiciones restringidas de luz (nula o monocroma según el caso), es natural que toda persona sana de la vista que ejecute este trabajo, al fin será perjudicada; creará a la negociación un serio caso de indemnizaciones, por tanto hay necesidad de recurrir a determinado tipo de personas, que pudiendo ejecutar este trabajo, en las referidas condiciones, no sean un problema para la negociación.

Después de una serie de investigaciones, hemos podido determinar dos tipos de personales aceptables:

1°.- Los nictalopes

2°.- Los ciegos

Las determinaciones de sus posibilidades de trabajo, fueron buenas en todos los casos, por lo que son considerados como los mejores trabajadores para ejecutar los trabajos en los laboratorios oscuros de la planta.

V.- DETERMINACION DE LOS EQUIPOS

Los equipos que se necesitan para cada operación unitaria, se determinan -- contando con los datos siguientes:

- 1°.- Gasto necesario de materia prima
- 2°.- Masa en proceso de transformación.

a) DETERMINACION DEL EQUIPO DE AGUA.

Aspecto General.- El sistema de abastecimiento de agua debe ser lo mas ee correcto posible, desde el punto de vista de su constancia, dada la importancia que el agua tiene en la industria, y una deficiencia ocasionaría trastornos muy serios.

La cantidad de agua necesaria para transformar 250 Kgs. diarios de gelatina es de 3 125 litros de H_2O .

En lo cual está calculado un gasto necesario para el lavado /e hinchado de la gelatina y limpieza de los soportes.

Tomando en consideración otros usos, se ha calculado un manejo de 500 pies cúbicos por hora, es suficiente para todas las necesidades de la planta, y se prevee, que los aumentos de producción en un término de 10 años, el gasto de agua no necesita variaciones importantes, pues con ese caudal se puede obtener un manejo de transformación 4 veces mayor que el inicial, sin que se necesite modificar el equipo de agua.

Se buscará de las distribuidoras de maquinaria y equipos, aquellas cuyas características se apeguen mas al cálculo.

b) EQUIPO DE AIRE.- Los laboratorios necesitan aire continuo, para el secado para la respiración de los operarios, etc., pero el aire que se consume dentro de la fábrica, es muy diferente del aire exterior. Ni la menor impureza de partícula de polvo, exceso de carbónico y residuos de humos y vapores es permitido que pasen. El aire que se utiliza dentro puede decirse que tiene la fórmula química $(O)(N)$.

Además como la cantidad de aire es importante, se obliga a tener un flujo continuo.

Un gasto de 3 000 pies cúbicos por minuto es suficiente para cubrir todas las necesidades de la fábrica y se tiene una previsión futura para mayores necesidades, sin verse obligado a tener que cambiar equipo, cuando aumente el consumo estricto después de 5 a 10 años.

c) EQUIPO DE PRODUCCION.- De los productos seleccionados que se van a lanzar al mercado, para competir o substituir la importación extranjera, se adquiriran aquellas máquinas o equipos capaces de producirlos en la planta que se ha proyectado. Teniendo simplemente el cuidado necesario de que las diferentes máquinas den un porcentaje mucho mayor que el inicial calculado de 250 kgs. - diarios de gelatina, con el fin de que si las necesidades del comercio exigen una producción mayor, no sea necesario esperar a cambiar equipos; sino que en un tiempo razonable se puedan seguir usando esos equipos mismos, y que igualmente se puedan satisfacer las demandas del comercio.

d) EQUIPOS DE DISTRIBUCION Y ALMACENAJE.- Los almacenes requieren sobre todas las cosas, las mejores condiciones y su construcción se deberá hacer con todos los cuidados y previsiones que merece un producto delicado.

Para ello, también deberá tenerse en consideración que las operaciones de producción, siendo intensificadas y aumenten en grado elevado su volumen de materia elaborada, tengan siempre una seguridad en la amplitud o capacidad y no se vea entorpecida la producción por falta de locales adecuados para guardarla. Por lo tanto los almacenes deberán calcularse con un margen de cupo muy suficiente para dar entrada a una producción cuando menos 5 veces mayor que la inicial calculada en la fábrica.

El equipo de distribución en cambio, quede ser inicialmente solo en número preciso para poder maniobrar y trasladar la producción inicial. Solo se aumentará en el caso de que el manejo de una producción intensa corresponda a una balanza de comercio intensa y esto lo exija así.

CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION

Dos características definen la producción de una planta industrial:

a) la calidad del producto y b) su costo unitario

Para el ingeniero que proyecta o dirige una producción, estas dos características son ecuaciones de condición, que con las ecuaciones de funcionamiento de los equipos, forman sistemas de ecuaciones que bastan en general para determinar las normas de trabajo que deben seguirse en una fábrica.

En la práctica se presentan dos casos particulares en los que el procedimiento general indicado, se simplifica notablemente.

1º.- La alta calidad del producto, es la característica única que exige el consumo; cualquiera que sea su costo. Ejemplos: Película virgen, motores de aviación, etc.

2º.- El costo unitario mínimo, es la única característica que exige el mercado para el consumo del producto elaborado. Este caso se presenta cuando la calidad, o tiene poca importancia, o casi es constante de una fábrica a otra. Ejemplo: el pan, las agujas de coser, etc.

En cualquiera de estos dos casos, el ingeniero sigue procedimientos especiales para determinar las condiciones del trabajo, que aseguran para él y la empresa, beneficio máximo.

En lo que sigue me ocuparé de describir las circunstancias que intervienen en el proyecto de una planta de preparación de película virgen.

Desde luego, la calidad de este producto ya ha alcanzado un alto grado de características de bondad, y constantemente va mejorando todavía; lo que implica por una parte, un mejoramiento continuo de los equipos de experimentación y de investigación en general. Y por otra parte, un alto grado de especialización en el personal técnico de las pocas empresas dedicadas a la producción de película virgen y demás productos cine-fotográficos.

Todas estas circunstancias imponen al ingeniero químico que proyecta una planta de esta industria, no utilizar sino equipos proyectados y fabricados por las casas especializadas en esta clase de construcciones industriales, y que destinan precisamente a las empresas que desean fabricar película virgen y otros varios productos cine-fotográficos, y que se tiene que hacer trabajar estos equipos, en las condiciones especificadas en sus catálogos.

Por ello nosotros, consecuentes con las condiciones imperiosas de la empresa, nos apegamos a las normas que exige el éxito de la planta, y estas son, las de adquirir los equipos proyectados y experimentados por las casas especialistas.

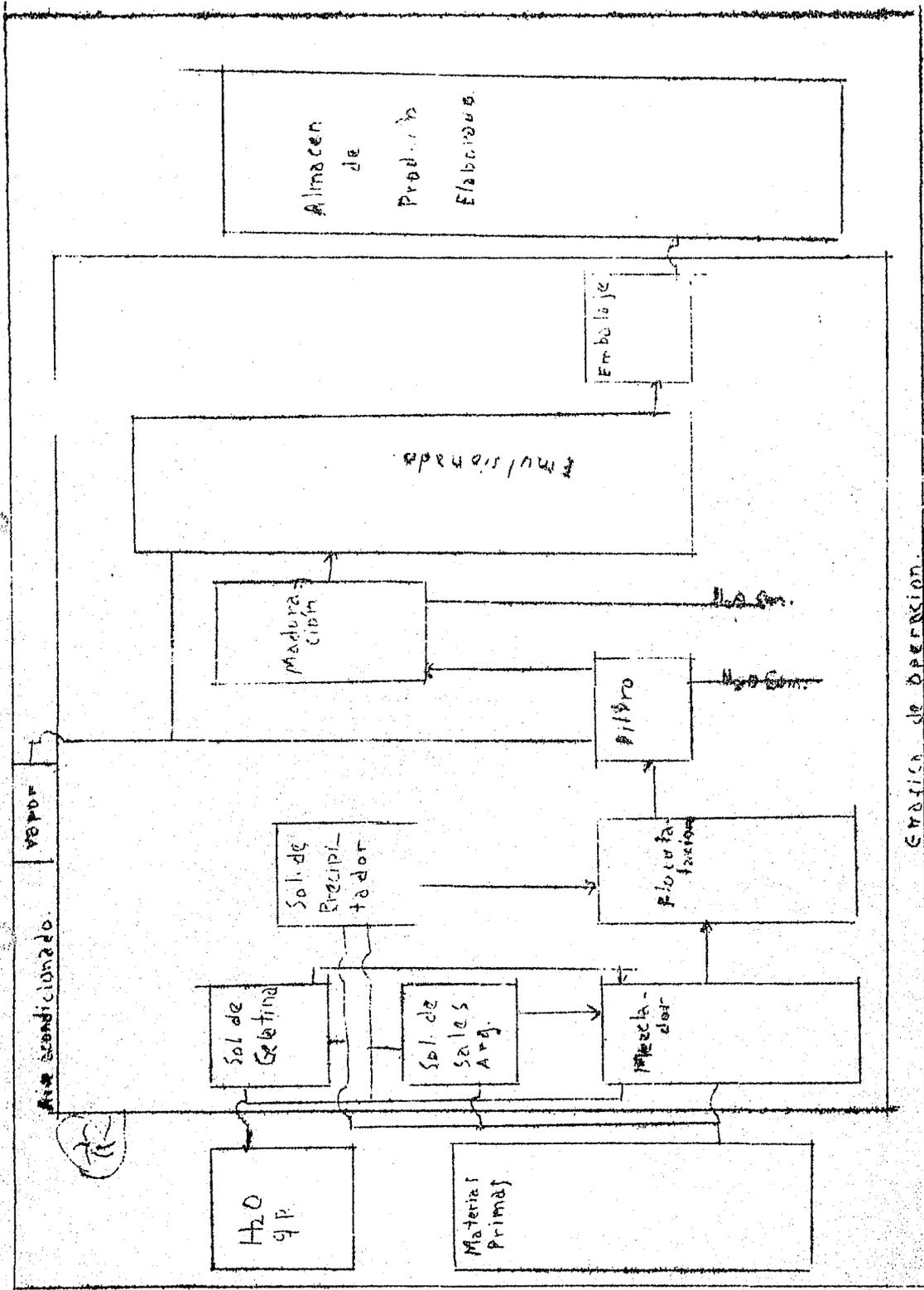
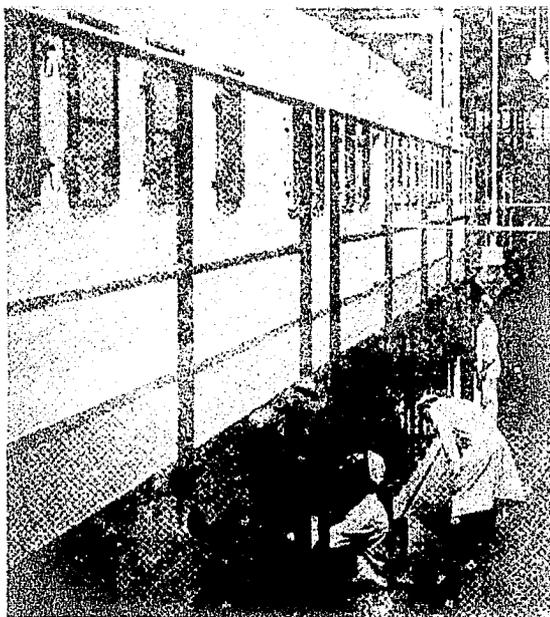


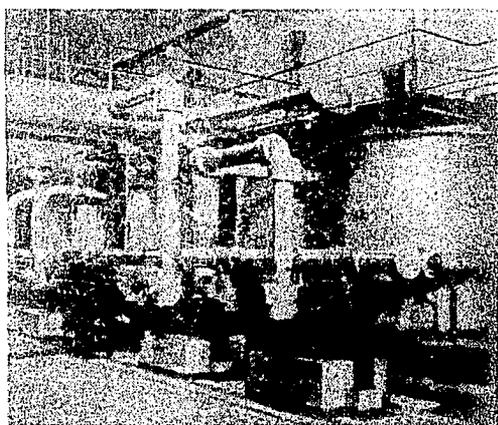
GRÁFICO DE OPERACION.

EQUIPOS DE PRODUCCION

- a) Equipo de producción de energía eléctrica e iluminación, (Compuesto de:
1 Generador eléctrico, cables accesorios para la distribución de la energía, filtros, pantallas, reflectores, focos y tubos monocromos).
- b) Equipo de Laboratorio de Control.-(compuesto de: Utiles de vidrio de laboratorio; 5 actinómetros (de diversos tipos); 5 Fotómetros (químicos y físicos) 5 microscopios binoculares; 5 Densímetros (medidores de Opacidad), 1 proyector cinematográfico, 2 cámaras cinematográficas, 2 cámaras fotográficas con diversos tipos de magazines). Sustancias químicas para análisis. Sustancias químicas para procesos fotográficos. 1 juego de analizadores físicos y químicos.
- c) Equipo de producción de productos sensibilizados.
(Compuesto de: 1 Máquina combinada para emulsionar y endurecer la capa protectora, para film packs y papel; lag. útil 1 100 m m.
1 Máquina "a Subtralar" para films N°736, con tubería de calentamiento, -- lag. útil 1 100 m m.
1 Máquina embobinadora para Rollfilms para los formatos normales N°813
1 Máquina "Decompense-Bobineuse Type FRS", lag. útil 1 100 m m.
1 Máquina emulsionadora para papel de Bromuro de plata con todos sus accesorios.
1 Máquina Accrocheuse-Secheuse" para local de 35 m. de longitud y sus accesorios.
1 Máquina de enrollamiento automático, especial para papel emulsionado y sus accesorios.
1 Máquina para emulsionar cinta cinematográfica, con secador y accesorios.
1 Máquina cortadora longitudinal, transversal con sus accesorios.
1 Aparato contador con cifras cambiables, con cloche.
1 Máquina para preparar las emulsiones, con sus accesorios.
Placas, agitadores y otras refacciones.
- d) Equipo de Almacenaje y Distribución.
(Compuesto de : 2 elevadores de carga, casilleros de almacenaje
2 vehículos para la distribución del producto..... Todo en \$ 250.000
Todas las máquinas tienen sus reguladores y control.



1.—Cámara de desecación del departamento de vaciado, en la fábrica de películas Dupont Film Manufacturing Corporation, en New Jersey.



2.—Vista de la Central de ventilación y control de temperaturas de las fábricas "Agfa" de Alemania.

e) Equipo de suministro de agua q.p. dentro de los laboratorios.

(compuesto de: Destilador, filtros, tubos de vidrio boro o piralina, bomba - de material plástico, tinacos de material plástico o vidrio boro, llaves de material plástico para las tomas, etc.)

f) Equipo de suministro de aire dentro de los laboratorios.

(compuesto de: Filtros, refrigerador(deshumidificador), tubería de vidrio boro o material plástico, compresores rotatorios de aire, aparato eliminador de CO₂, etc.).

g) Equipo de producción de Energía térmica por combustión.

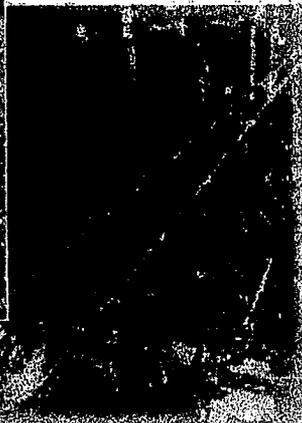
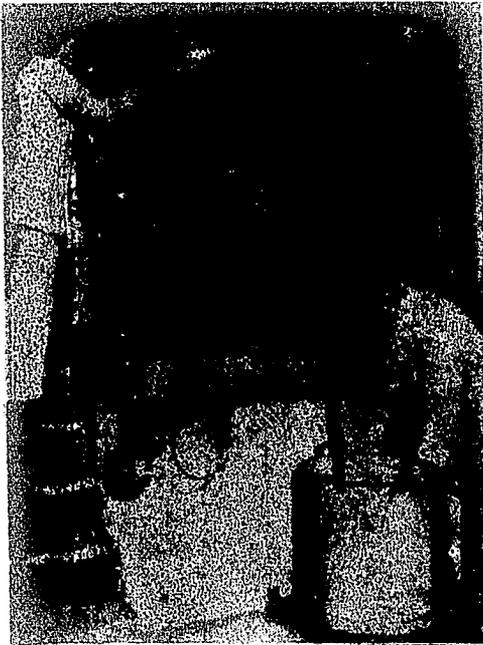
(Compuesto de: Caldera, tubería, manómetros, etc., para vapor).

Todo en \$ 150 000

Todos estos equipos tienen dotación especial de sus reguladores de velocidad para los flujos, tienen aparatos de control automático de modo que -- ellos, una vez instalados, trabajan en las mejores condiciones posibles.



6.—Sección de una de las tres baterías de pila que bajo condiciones de luz de seguridad, en la cámara, se emplea para el estudio de la "fotografía" de Hecht.



7.—Preparación de la emulsión y máquina de emulsionar. Vista interior trabajando en las fábricas "Agfa" de Alemania.

PREVISION DE COSTOS EN LA PLANTA

La previsión de costos, se hace con el objeto de tener una idea aproximada, del costo de cada operación, con ello se espera mejorar la economía y corregir cualquier error al poner a funcionar la planta, y al mismo tiempo muestra las ganancias posibles.

Se toma como tiempo Unidad, un período de 300 días al año con tres turnos diarios de ocho horas.

Los gastos totales de una planta son la suma de:

- a) Gastos de Operación
- b) Gastos Fijos
- c) Gastos Generales(que comprenden: dirección y distribución; administración y cuidado).

La Operación de una fábrica(proceso), está compuesta de las Operaciones Unitarias, y su gastp está representado a la vez, por la suma de los gastos de las Operaciones Unitarias.

1.- Los Gastos de Operación son:

- a) Materias primas consumidas. Potencia
- b) Trabajo
- c) Mantenimiento y reparación
- d) Materiales de consumo.

2.- Los Costos Fijos de una planta son:

- a) Interés
- b) Amotización
- c) Depreciación
- d) Seguros
- e) Impuestos

3.- Los gastos Generales de una empresa son:

- a) Dirección y distribución(incluye propaganda,etc.)
- b) Administración y cuidado(incluye vigilancias especiales).

I.- a) Materias Primas consumidas.- Potencia.- En esta empresa las materias primas consumidas son varias e importantes; agua, aire, celuloide, vidrio, papel metálico, colorantes, gelatina, sales argénticas, ácidos, papel de envoltura, cajas de cartón, papel especial de emulsionar,etc. y como energía se empleará la de combustibles hidrocarbureados y la eléctrica.

b) Trabajo.- Bajo esta denominación se entienden los salarios que pagan a los técnicos y obreros que realizan la producción.

c) Mantenimiento y Reparación.- Bajo esta denominación se abarcan los gastos relativos al costo de materiales y sueldos requeridos para conservar uniforme la producción y todas las operaciones en perfectas condiciones, así mismo para que la capacidad productiva no decline.

d) Materiales de Consumo.- Se estima bajo esta denominación aquellos materiales cuya utilidad es requerida para ser consumidos por el equipo durante - sus operaciones; pero que no son ni materia prima ni refacciones.

II.- a) Interés.- Al momento de invertir un capital, se comprende que cuando menos gana un rédito. Así que determinado el capital que se va a invertir en equipo, se le asigna cuando menos el porcentaje que ganaría. Este se acostumbra que sea de 7%.

b) Amortización.- En una empresa de tanta importancia, se requiere proveer una depreciación, la cual consiste en un deterioro por fractura o destrozo imprevisto del equipo, lo cual inutilizaría a la empresa para seguir trabajando, por tanto se debe buscar el fondo de restitución de los equipos por medio de la amortización. Se estima en este caso de 15%.

c) Depreciación.- Como el uso es un factor de desgaste, el valor primitivo de los equipos baja por el uso, esto es, deprecia su valor. En una fábrica de productos químicos se acostumbra dar un valor de 5% anual.

d) Seguros.- El capítulo de seguros en una empresa de este tipo es asunto de gran importancia y merecerá atención especial.

En nuestra opinión deben establecerse seguros de tres tipos:

- 1.- seguros sobre inmuebles, contra toda clase de riesgos.
- 2.- seguros sobre maquinarias y equipos, materias primas y productos almacenados.
- 3.- seguros sobre la vida y salud de todos y cada uno de los técnicos y operarios que trabajen en la empresa.

La amplitud, especificación y alcance de estos seguros deberá ser establecido por el cuerpo técnico apropiado, con las empresas aseguradoras, se calcula para nuestra negociación un seguro de 20 millones de pesos.

e) Impuestos.- Por ser una nueva fuente de trabajo y una industria nueva en el País, se procurará sea eximida de los impuestos; pero de todos modos se considerará que ella paga el impuesto correspondiente a su capital, destinándose a un fondo de reserva y previsión financiera. Se estima en 7%.

Solo se harán los hacendarios correspondientes de compra venta con timbres de factura.

Los gastos que intervienen en la producción, los podemos considerar en un cuadro de la manera siguiente:

Columna 1		Columna 2	
Gastos Fijos		Gastos de Operación	
Interés del Capital invertido	31 850	Energía eléctrica	20 000
Seguros sobre equipos	2 225	Energía térmica de combustión	15 000
Impuestos	31 850	Materia prima	1 500 000
Amortización de equipos	60 250	Soportes para emul.	45 000 000
Depreciación de equipo	22 750	Mano de obra	250 000
		Materiales de consumo	6 000
		Investigación	1 000 000
		Gastos Generales	300 000
	<u>156 925</u>		<u>48 086 000</u>

$156\ 925 + 48\ 086\ 000 = \text{Costo de producción anual} = \$48\ 242\ 925$

La cantidad de superficie emulsionada durante un año, es aproximadamente de $15\ 000\ 000\ \text{m}^2$

Para tener el costo unitario aproximado operamos una división

$$\frac{\text{Costo de producción anual}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades producidas en un año}} = \frac{48\ 242\ 925}{15\ 000\ 000} = \$3,25/\text{m}^2$$

El costo unitario de este producto emulsionado nos demuestra que aunque los costos de equipo puedan ser mayores por las fluctuaciones de los precios es indudablemente beneficioso establecer en el País una industria de este tipo.

JUAN LUNA CARDENAS.

B I B L I O G R A F I A.

- | | | |
|------------------------------|---|-----------------|
| De Köninck und
C. Meineke | Lehrbuch der Chemischen Analyse | Berlin 1904 |
| F. Hahn | Leifaden der Quantitativen Analyse | Leipzig 1922 |
| J. Pelouze et E
Fremy | Abrégé de Chimie | Paris 1869 |
| S. Fränkel | Descriptive Biochemie | Wiesbaden 1907 |
| Dr. E. Wedekind | Kolloidchemie | Leipzig 1925 |
| Dr. Arthur Haas | Atomtheorie | Leipzig 1935 |
| Dr. M. Reimann | Leichtfassliche Chemie (Färberei,
Druckerei usw.). | Berlin 1936 |
| P. Truchot | Les Terres rares | Paris |
| Wagner et L. Gautier | Nouveau traité de Chimie Industrielle | Paris |
| Heinz Umbehrr | Der Tonfilm | Berlin 1935 |
| Colección KODAK | New Kodak films, papeles fotográficos | etc. |
| Colección AGFA | Emulsiones y papeles fotográficos, etc. | |
| Dr. M. Andresen | Manual Fotográfico | |
| Dr. C. Schleussner | Manual Fotográfico Schleussner (Ed. Aktien
gesellschaft). | Frankfurt an M. |
| Prof. R. Namías | Manual Práctico de Fotografía | Madrid 1923 |
| A. C. del Conte | Fotografía de los Colores | Buenos Aires |
| Prof. R. Namías | Manual Teórico Práctico de Química
Fotográfica | Madrid 1921 |
| Dr. Kurt Jacobsohn | Theorie und Praxis der Hypersensibili-
sierung | Berlin 1937 |
| F. P. Liesegang | Wiissenschaftliche Kinematographie | Halle 1926 |
| Dr. E. von Lommel | Lehrbuch der Experimental Physik | Leipzig 1929 |
| Dr.-Ing. M. Zippermayr | Die Theorie und Praxis der --
Farbenphotographie mit auto-chrom
und anderen Rasterfarbenplatten | Halle 1935 |
| Dr. G. Gehlhoff | Lehrbuch der Technischen Physik | Berlin 1937 |
| A. Euken | Fisico-Química | Barcelona |
| V. Villavecchia | Química Analítica Aplicada | Barcelona |
| J. de Eleiseguié | Higiene Industrial | |
| Dr. H. Naumann | Das Auge meiner Kamera | Halle 1933 |
| D.L. Leprevost | Economía Industrial y Organización
de Talleres | Barcelona 1933 |
| Dr. J. M. Eder | Die Sensitometrie Photographische
photometrie und spektrographie | Halle 6 Aufl. |