

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN
Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad I



TESIS DOCTORAL

Un modelo de la comunicación fotográfica

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Joaquín Perea Gonzalez

DIRECTOR:

Antonio Lara

Madrid, 2015

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
Facultad de Ciencias de la Información
Departamento de Comunicación Audiovisual

TP
1982
275



* 5 3 0 9 8 7 6 7 5 1 *

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

x- 53-010 879-7

**UN MODELO DE LA COMUNICACION
FOTOGRAFICA**



Joaquín Perea González

Madrid, 1988

Colección Tesis Doctorales. N.º 275/88

© Joaquín Perea González

**Edita e imprime la Editorial de la Universidad
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía
Noviciado, 3 - 28015 Madrid
Madrid, 1988
Ricoh 3700
Depósito Legal: M-9339-1988**

JOAQUIN PEREA GONZALEZ

UN MODELO DE LA COMUNICACION FOTOGRAFICA

DIRECTOR : ANTONIO LARA GARCIA

DEPARTAMENTO DE COMUNICACION AUDIOVISUAL
Y PUBLICIDAD
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACION
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

1986

AGRADECIMIENTO

Estoy profundamente convencido de que el trabajo en equipo es realmente más productivo que el individual. Realizar esta tesis doctoral ha supuesto, para mí, tener que optar por el trabajo solitario, incluida la reclusión física y el distanciamiento de mis familiares, que han sabido esperar, con comprensión, el momento final.

Este esfuerzo no hubiera visto sus frutos, de todas formas, sin el aliento continuo de mi amigo Antonio Lara que, además, ha dirigido esta tesis.

Justo Villafañe me ha proporcionado apoyo moral y material y Fernando Huertas, con paciencia, me ha permitido contrastar algunos aspectos de este trabajo. Alfonso Palazón me ha ayudado en la ordenación del material bibliográfico.

Quiero agradecer, muy especialmente, los ánimos que he recibido, a lo largo de estos años, de mis compañeros de Departamento de la Facultad de Bellas Artes.

INDICE

III

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
INTRODUCCION	12
NOCION DE SISTEMA	23
DEFINICION DE SISTEMA	25
TIPOS DE SISTEMAS	26
FASE DE ANALISIS	36
ELEMENTOS DEL MODELO	39
DATOS	43
ACOPLAMIENTO DE ACTIVIDADES	46
MODELO SINCRONICO Y DIACRONICO	47
NOMENCLATURA	49
PUNTO DE VISTA	51
LA COMUNICACION VISUAL	53
El mensaje	54
Elementos mínimos de la comunicación	56
El código	57
El signo	58
El signo icónico	59
Canales artificiales	61
OBJETOS COMUNICATIVOS	63
OBJETOS ARTISTICOS	64
TECNICA Y CIVILIZACION	66
NOTAS AL CAPITULO I	70

IV

CAPITULO II

INTRODUCCION	73
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	73
NIVEL 1	77
SOPORTES	79
TRANSMITIR INFORMACION	82
SISTEMAS DE CREACION DE IMAGENES	87
Sistema de adición	88
Sistema de modelado	88
Sistema de transformación	89
LOS INSTRUMENTOS	89
LOS FUNDAMENTOS FISICOS DE LA COMUNICACION VISUAL	91
Breve historia acerca de la naturaleza de la luz .	91
Algunas características de la luz	104
Generación de la luz	106
Composición espectral	109
Temperatura de color	111
Comportamiento de la luz cuando incide sobre los cuerpos	115
La reflexión	116
La psicofísica	117
La sensación de brillo	119
La difusión de la luz	121
La perspectiva aérea	122
La luz creadora	124
EL OJO HUMANO	126
¿Necesitamos un ojo o dos?	134

EL COLOR	137
La reacción del ojo	137
La síntesis de los colores	140
Sistema tricromático de representación del color .	142
Síntesis aditiva	143
La síntesis substractiva	144
La creación artificial de los colores	148
Un problema de terminología	149
NOTAS AL CAPITULO II	152
CAPITULO III	
INTRODUCCION	156
LA REALIDAD Y SU PERCEPCION	158
LA LUZ	159
EL ESPACIO	161
EL TIEMPO	165
EL MOVIMIENTO	166
LA PERCEPCION	169
A) Teoría de la Gestalt	172
Leyes de organización	174
B) Las teorías psicofísicas	175
La ausencia de información	178
Los contornos	178
Las superficies	178
Los gradientes	180
El tamaño aparente de objetos conocidos	181

VI

La iluminación	182
La imagen enfocada	184
Otros factores	186
El ojo engañado	187
Claves tradicionales para la percepción de la distancia	188
C) Planteamiento neurofisiológico	189
LA PERCEPCION COMO FORMA DE CONOCIMIENTO	193
DESARROLLO DEL NIVEL 2	200
NOTAS AL CAPITULO III	215

CAPITULO IV

INTRODUCCION	218
CARACTERISTICAS DE LA IMAGEN FOTOGRAFICA	219
CARACTERISTICAS ESPACIALES DE LA IMAGEN	219
CONDICIONES DE OBSERVACION	226
DESARROLLO DEL NIVEL III	242
ANALISIS DE PROYECTAR (actividad 1.1)	242
DEFINIR OBJETIVOS (actividad 1.1.1)	243
IDEAR (actividad 1.1.2)	247
BUSCAR RECURSOS (actividad 1.1.3)	249
PREPARAR PLAN DE TRABAJO (actividad 1.1.4)	252
ANALISIS DE CODIFICAR (actividad 1.2)	254
DETERMINAR ESCENA (actividad 1.2.1)	255
COMPONER (actividad 1.2.2)	258
EJECUTAR (actividad 1.2.3)	261

VII

ANALISIS DE REPRODUCIR (actividad 2.1).....	264
PREPARAR MATRIZ (actividad 2.1.1) y HACER COPIAS (actividad 2.1.2)	264
ANALISIS DE DIFUNDIR (actividad 2.2)	274
DISTRIBUIR (actividad 2.2.1) y EXHIBIR (actividad 2.2.2)	275
ANALISIS DE DECODIFICAR (actividad 3.1).....	280
CONTEMPLAR (actividad 3.1.1)	282
TRADUCIR (actividad 3.1.2)	285
RELACIONAR (actividad 3.1.3)	285
INTERPRETAR (actividad 3.1.4)	287
JERARQUIZAR (actividad 3.2.1)	290
ALMACENAR (actividad 3.2.2)	291
MODIFICAR CONDUCTA (actividad 3.2.3)	292
NOTAS AL CAPITULO IV	295

CAPITULO V

INTRODUCCION	298
EL COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES FOTOGRAFICOS	300
EL MATERIAL FOTOSENSIBLE	301
RELACION ENTRE LA ESCENA Y SU IMAGEN	304
FORMA DE ESTABLECER LAS RELACIONES	306
LA EXPOSICION	315
LA CURVA CARACTERISTICA	317
EL MATERIAL FOTOSENSIBLE POSITIVO	324
DESARROLLO DEL NIVEL 4	331
ANALISIS DE "DETERMINAR ESCENA" (actividad 1.2.1)	333

VIII

LOCALIZAR (actividad 1.2.1.1)	335
PREPARAR (actividad 1.2.1.2)	335
VISUALIZAR (actividad 1.2.1.3)	337
ANALISIS DE COMPONER (actividad 1.2.2)	352
ESTABLECER RELACION CAMARA-ESCENA (actividad 1.2.2.1).	353
ENCUADRAR (actividad 1.2.2.2)	357
ILUMINAR (actividad 1.2.2.3)	375
Funciones de la iluminación	377
Funciones de nivel técnico	378
Funciones de nivel formal	381
Funciones de nivel semántico	384
FUNDAMENTOS DE LA ILUMINACION BASICA	386
FUENTES DE LUZ	393
Lámparas de descarga	398
Proyectores	400
CONTENIDO DE LA ACTIVIDAD "ILUMINAR".....	406
ANALISIS DE "EJECUTAR" (actividad 1.2.3)	409
NOTAS AL CAPITULO V	412

CAPITULO VI

INTRODUCCION	415
INSTRUMENTOS	417
LA CAMARA	422
FOTOMETROS	433
HACIA UN MODELO CUANTITATIVO	440
El comportamiento del papel	446

IX

EL SISTEMA DE ZONAS	461
El concepto de zona	461
Definición de tonos	464
Variación del contraste mediante el revelado	468
EL CONTROL DE LA RESPUESTA EN LOS MATERIALES DE COLOR.	471
DESARROLLO DEL NIVEL 5 DEL MODELO	474
ANALISIS DE "REALIZAR TOMA" (actividad 1.2.3.1)	474
ANALISIS DE "PROCESAR" (actividad 1.2.3.2)	475
ANALISIS DE "COPIAR" (actividad 1.2.3.3)	477
NOTAS AL CAPITULO VI	481
CONCLUSIONES	483
BIBLIOGRAFIA	490

INTRODUCCION

La Fotografía surge como un medio de registro de la realidad. El invento es diseñado, incuestionablemente, con ese fin (al menos, esa es la idea subyacente en una larga búsqueda del hombre que viene precedida de otros hallazgos, como la cámara oscura, la cámara lúcida, la incorporación de la óptica, etc.)

La primera fotografía se debe a Nicephore Niépce. Desde que existe "Punto de vista desde la ventana del Gras" (1826) el sentimiento general ha sido de que toda fotografía respondía a algo real. El alto grado de parecido con la realidad que se obtenía fascinó, también, desde el primer momento. Y la característica más impresionante de la Fotografía, la de detener el tiempo, de registrar un cierto instante de la vida, le confiere un aire inquietante. Estas cosas, difíciles de decir, han sido posiblemente intuitas por todos aquellos que acudieron a las galerías fotográficas desde sus comienzos para obtener su retrato.

La importancia de este descubrimiento comienza a volverse trascendental a partir del sistema negativo-positivo, inventado por Talbot. La posibilidad de obtener varias copias de una misma toma es un primer paso para la difusión; la reproducción fotomecánica introduce a nuestra sociedad, por fin, en el camino de la revolución visual.

Paralelamente a estos cambios, la necesidad y la imaginación buscan aplicaciones en todos los campos, que van desde la pura diversión a la fotografía científica. Hurter y Driffield sientan las bases para conseguir que el comportamiento de los materiales, aparentemente aleatorio, sea controlable. Y comienza la producción industrial, masiva, de materiales e instrumentos. Que algunos de estos fabricantes se encuentren entre las empresas más importantes del mundo habla, por sí sólo, de la suerte que ha corrido la Fotografía.

El aprendizaje de esta disciplina se realiza, durante mucho tiempo, directamente en los estudios, y las personas deseadas de conocer los secretos se convierten en ayudantes de algún fotógrafo conocido. La demanda de buenos profesionales impone, más tarde, la escuela profesional. La proliferación de los medios audiovisuales, la introducción de nuevas tecnologías que permiten una difusión masiva del universo de la imagen y, por supuesto, la comprobación de su capacidad de influencia, hacen pensar, en algunos círculos, que la voces que claman en el desierto sobre lenguajes icónicos y demás no pertenecen a locos sino a adelantados a su tiempo. Y así acceden a la universidad, con el acuerdo de unos y el desprecio de otros.

El aprendizaje de la profesión de fotógrafo requiere, como es sabido, de unos conocimientos técnicos elevados debido a la naturaleza de sus materiales, instrumentos y procedimientos. La característica más compleja, sin embargo, es aquella

que considera a la Fotografía como sistema de comunicación y no sólo de registro. Su capacidad para transmitir mensajes muy concretos o para sugerir otros, su influencia social, las circunstancias perceptivas del receptor, el proceso completo de diseño que conlleva la concepción de una fotografía, son otros aspectos que, aunque ligados a los puramente técnicos, se escapan de la órbita tradicional a la que los manuales la han restringido.

Aunque la realización de una tesis doctoral no está relacionada con la docencia, me resulta difícil separarlas porque el ejercicio de esta última me ha ayudado enormemente en la concepción de este trabajo que espero repercuta, de nuevo, en las aulas.

Romper los moldes pedagógicos tradicionales, por una parte, no es fácil. Mi función como profesor universitario de Fotografía me ha llevado a enfrentarme, por otra, con tan extraordinario rompecabezas, en un intento de encontrarle su orden. La mayor dificultad al intentar exponer un tema ha sido siempre, para mí, evitar el uso de otros conceptos que aún no estaban introducidos pero que, sin su ayuda, no podía aclarar el tema expuesto. La paradoja consiste en desear tomar una cezeza y sacar un ramillete.

La Fotografía concebida tradicionalmente plantea, ya, bastante dificultad, especialmente en cuanto a los fundamentos

y el desarrollo de sus técnicas operatorias. Si se la considera como un medio de comunicación no sólo se multiplican los escollos por la aparición de nuevos elementos, sino que también se incrementa el número de materias relacionadas que es necesario abordar. Su naturaleza interdisciplinar no es, en este caso, síntoma de falta de entidad, sino prueba de su complejidad.

Las actividades que se desencadenan desde que se suscita la necesidad de hacer cierta fotografía hasta que finalmente es percibida por el receptor, son múltiples, incluso en el caso más sencillo. En la mayoría de las ocasiones ni siquiera somos conscientes de la existencia de muchas de estas actividades que están, por otra parte, relacionadas de forma dinámica, estableciendo una compleja red de conexiones.

El análisis de la Fotografía, así planteado, sería descubrir la estructura que une los diversos elementos o, al menos, aproximarnos a ella a través de su representación --de un modelo-- por esquemática que sea.

Podría decir que mi interés en el desarrollo de esta tesis está en encontrar ese modelo --abstracto, por tanto-- que se comporte lo más próximo posible a la realidad y que me descubra y me permita enseñar a otros los entresijos del complejo proceso fotográfico. Modelo que, por otra parte, podría completarse mediante un refinamiento progresivo, quizás por otros

investigadores y que vendría, posiblemente, a ayudar en la búsqueda de nuevas relaciones desconocidas.

Esta actitud, quizás demasiado ambiciosa, está, en cambio, lejos de mí. En estos momentos en los que escribo esta introducción --una vez concluido el trabajo, según el consejo de Eco, y que tengo a bien confesar-- descubro que, probablemente, no podría haber planteado una tesis distinta a ésta, como si un impulso me negara otras oportunidades de elección.

La propuesta de una tesis con el título "Un modelo de la comunicación fotográfica" parece ser demasiado ambiciosa; pero no lo es exactamente, sino que, más bien, responde al intento de acotar fielmente el objeto de estudio. Para salir con éxito de esta empresa tenía que enfrentarme con dos enemigos. Hallar, por una parte, un método adecuado que fuera, a la vez, suficientemente flexible y preciso para adaptarlo a las dificultades que habría de encontrar; descubrir, por otra, la medida justa que me permitiera desarrollar los diferentes aspectos fotográficos sin descender nunca al detalle propio de los manuales, hablando, en cambio, de aquellos datos que no suelen recogerse en estos textos y, fundamentalmente, de sus relaciones.

He de admitir que durante todo el proceso de gestación de este trabajo me he sentido Teseo, caminando por un laberinto que a veces cambiaba de forma. Ahora, he encontrado al Minotauro.

En mi paso por las aulas como alumno siempre tuve la sensación de que se me ocultaba algo. ¿Qué llevó a Newton a tener la idea del campo gravitatorio? ¿Qué cúmulo de condiciones se produjeron y qué circunstancias rodearon sus experimentos? Conocer estos datos me ha parecido siempre tan atractivo como los mismo resultados presintiendo que unos pueden llevar a los otros. O, dicho de otra forma, ¿qué me ha impelido a hacer esta tesis? En estos días, con el trabajo terminado y esta preocupación en mi mente, he comenzado a ver cómo se dibujaba delante de mi la figura de Ariadna, que me condujo a la puerta del laberinto y luego me ayudó a salir.

Todo comenzó una mañana soleada de enero. Tenía yo 11 años y mi vecino, ligeramente mayor que yo, me mostró un cajoncito de plástico negro que poseía un pulsador blanco. Durante todo el día nos hicimos fotografías, aunque no recuerdo bien mi estado de ánimo. A las dos semanas, sin embargo, sufrí una fuerte conmoción cuando contemplé las imágenes. No era el descubrimiento de la Fotografía; por aquella época frecuentaba mi casa un tío mío, fotógrafo, que nos mostraba su trabajo. Fue la revelación, estoy convencido, de que aquello podía hacerlo yo.

En los años siguientes intenté conciliar las profundas satisfacciones que me producen tanto el mundo científico como el artístico y que me llevaron a estudiar Ciencias Físicas y Dirección de Fotografía en la Escuela Oficial de Cine, para luego convalidar estudios de Ciencias de la Información en su Ra-

ma de Imagen; realizar trabajos en los diversos medios audiovisuales y ejercer la docencia en la Escuela Oficial de Cine, en la Facultad de Ciencias de la Información y, finalmente, en la Facultad de Bellas Artes.

La necesidad de configurar las ideas que, cada vez, aparecían con más claridad, se concreta, primero, en un proyecto que obtiene una beca en equipo de la Fundación March, junto al Dr. Lara, que lo dirige. El título del trabajo refleja, ya, el planteamiento: "Elaboración de un modelo de la comunicación visual". Más tarde, centro la memoria de licenciatura en Ciencias de la Información en el estudio de los materiales fotosensibles, intentando encontrar las ligaduras y dependencias en el proceso fotográfico.

Necesitaba, por fin, hacer este trabajo, que permitiera dar una visión global y jerarquizada del hecho fotográfico y que recogiera gran parte de sus aspectos. Pienso que el resultado, que proporciona la visión de la que carecen los manuales, puede ser de gran ayuda para los estudiosos del tema, aunque para llegar a aprender sobre los materiales e instrumentos tendrán que acercarse a dichos textos de Fotografía.

Quiero decir con esto que, aunque se recoge en el modelo la necesidad, por ejemplo, de realizar una actividad como la de revelar los materiales negativos, no llego a explicar cómo se hace ni con qué instrumentos, porque estos detalles están

suficientemente bien recogidos en cientos de libros. Están continuamente presentes, en cambio, el destinatario de estas imágenes, con su forma de contemplar y percibir, los objetivos que deben conseguirse con cada imagen y la dificultad que presenta rectificar una fotografía mal concebida. Como corolario de tantas restricciones, al fotógrafo parece quedarle un sólo camino: saber ver, saber observar la realidad a través de la respuesta de los materiales fotográficos. Mi experiencia en los últimos años con distintos tipos de alumnos me ha confirmado la ventaja que tienen aquellos que están dotados o han desarrollado sus aptitudes estéticas.

La tesis está organizada en seis capítulos y conclusiones. En el primero de ellos explico la metodología de trabajo y su fundamento; fijo, a continuación, el punto de vista --la comunicación-- y su justificación.

Los restantes capítulos desarrollan el modelo en niveles progresivamente de mayor profundidad. Cada nuevo nivel deriva del anterior; este proceso continúa hasta que se alcanza suficiente prolijidad en el detalle. La aparición de cada nivel del modelo requiere la introducción de nueva información que explique, fundamente o justifique el nuevo desarrollo.

En el capítulo segundo se presenta el modelo de nivel 1, que responde al esquema más básico de la comunicación, acotado al campo visual. Se habla, por ello, de la luz y el órgano

de la visión.

En el capítulo tercero se relaciona realidad y percepción a través de diversas teorías y se desarrolla el modelo de nivel 2.

En el capítulo cuarto se exponen las características fundamentales de la imagen fotográfica y algunas consecuencias que se derivan de su observación; se desglosa, asimismo, el modelo de nivel 3.

En el capítulo quinto se analiza la naturaleza de los materiales fotosensibles y se desarrolla, como nivel 4 del modelo, un subconjunto del nivel anterior.

En el capítulo sexto y último se hace una reflexión sobre los instrumentos y se estudian algunas relaciones dinámicas que pueden posibilitar la obtención de las mejores respuestas de los materiales; se analiza, por fin, el modelo de nivel 4.

En las conclusiones se recogen, de manera escueta, alguno de los aspectos más sobresalientes que se encuentran a lo largo de todo el trabajo.

CAPITULO I

CAPITULO I

INTRODUCCION

Pretendo, en este trabajo, realizar un modelo de la comunicación fotográfica. Encontrar, en definitiva, los elementos que intervienen y las relaciones que existen entre ellos. Súcintamente, podemos hablar de un objeto --una fotografía--, un proceso de creación de la misma y un proceso de acceso al objeto y posterior interpretación. Nadie ignora que la Fotografía presenta rasgos muy complejos, a medias entre lo artístico, técnico, histórico, social y simbólico, para no citar más que unos cuantos parámetros elementales. Se impone, por tanto, una acotación adecuada del objeto de estudio.

Un objeto complejo exige, a su vez, una metodología muy diversificada y coordinada, capaz de mostrar todas las conexiones y rasgos esenciales del tema analizado. La historia de la ciencia, al menos en Occidente, es la crónica de una imparable fragmentación de cada disciplina, a medida que el desarrollo del tema exigía una cierta independencia y reclamaba una autonomía de tratamiento.

Esta atomización del objeto pide, simultáneamente, una

forma específica de análisis; pero surge el grave peligro de una separación entre cada uno de los campos del saber, de tal manera que pueda llegar a ser imposible reconstruir una cierta unidad del conocimiento. Las ciencias particulares son muy útiles y su nacimiento es un hecho irreversible. La parcelación del campo de estudio puede ser conjurada por la interdisciplinariedad, la coordinación de diversos métodos científicos para abordar un objeto imposible de analizar mediante una sola vía de acceso.

Ciencia, según los especialistas contemporáneos, es un término nuclear con una increíble pluralidad de significados. Según Bochenski, por ejemplo:

"es una aptitud del sujeto humano individual para entender las leyes y operaciones propias, y un saber sistemático, basado en las conexiones de los contenidos, expresadas en proposiciones objetivas." (1)

Otros autores, situados en posiciones epistemológicas bien distintas, como el argentino Mario Bunge, cree que existen dos aspectos en el término:

"La ciencia es un estilo de pensamiento y acción... Como ante toda creación humana, tenemos que distinguir en la ciencia entre el trabajo --investigación-- y su producto final, el conocimiento." (2)

Una de las discusiones más vivas es la referida a la distinción entre una sola ciencia o las ciencias particulares, lo que exige definir, previamente, las condiciones del llamado espíritu científico que, según la mayoría de los expertos, son

dos: verificabilidad y objetividad.

Estas dos exigencias nos sirven, también, para diferenciar entre los variados tipos de conocimientos, especialmente entre el llamado vulgar y el que apedillamos científico. Cualquier saber que no pueda ser verificado o formulado en términos precisos no deja de ser interesante y valioso, sobre todo en nuestro terreno, pero no podemos confundirlo con el obtenido mediante la aplicación de una metodología científica. Cada disciplina tiene sus caracteres distintivos que no son la sustancia --si admitimos el uso de este término-- sino la forma y los objetivos.

En nuestro caso, por ejemplo, la necesidad de estudiar adecuadamente los procesos perceptivos suscitados por las imágenes fotográficas nos obliga a adoptar conclusiones y sistemas de estudio derivados de la "Psicología de la Percepción", para no hablar de los temas más directamente implicados en el análisis de las respuestas de los materiales, lo que nos llevaría a amplias zonas de la Física y la Química, especialmente la Óptica, la Mecánica Ondulatoria, el Electromagnetismo,... Es más sencillo y fácil concluir afirmando que el estudio de la Fotografía implica el uso de vías de estudio tomadas de muchos de los campos científicos existentes en la actualidad.

Es necesario, pues, establecer puentes interdisciplinarios que se desconocían en épocas pasadas porque la norma imperante era el aislamiento absoluto entre las diversas parcelas, la absoluta falta de comunicación de los científicos adscritos a materias diferentes. El desarrollo inevitable de los proble-

mas y la necesidad de buscar soluciones adecuadas han exigido el reconocimiento de isomorfismos de una ciencia a otra, es decir, de semejanzas estructurales bajo contenidos y sistemas aparentemente heterogéneos, lo que desemboca en materias de estudio mixtas, como la que nos ocupa, caracterizadas por cuestiones muy complejas, que requieren vías procedentes de distintos campos. Cada ciencia logra salir de sus límites de este modo, y se logra, así, la unidad entre las distintas ramas del saber, en una actitud resueltamente opuesta a la rigidez y aislamiento postulados por el sistema positivista. (3)

Una cosa es tender puentes entre las diversas parcelas científicas y otra, muy distinta, delimitar el alcance de cada dominio y establecer clasificaciones para saber dónde situamos nuestro objeto de estudio. La vieja querrela de la división de las ciencias y el establecimiento de criterios apropiados para separarlas está, todavía, lejos de haber sido resuelta. El empirismo lógico distinguía, ya desde el siglo XVIII, entre ciencias reales y formales. El conocimiento aportado por las primeras se refiere y nace de las cosas, de la percepción de la realidad, mientras las disciplinas formales --como la Matemática y la Lógica-- son materias desvinculadas de lo sensible y constituyen elaboraciones de carácter lingüístico.

Si proseguimos con los criterios de división encontraremos otro conjunto, entre las ciencias de lo real, formado por las que estudian el mundo inanimado, la vida y el hombre. Dentro de estas últimas, separan algunos las humanas

de las sociales.

Si el problema de la división de las ciencias debe considerarse situado en vías de solución, el de la mutua jerarquía no preocupa ya a casi nadie porque --salvo motivos ajenos a la especulación desinteresada-- establecer unos niveles más valiosos que otros supone introducir elementos ajenos a la ciencia. Está muy claro que determinadas disciplinas destacan por su generalidad, mientras que otras son muy concretas. Unas están muy formalizadas, y bastantes han de quedarse en un nivel meramente descriptivo. Más que jerarquizar --lo que equivale a entronizar una materia sobre las demás-- lo que nuestra época está viendo nacer son las concurrencias, producto de colaboraciones interdisciplinarias.

Bunge, tantas veces citado, cree que uno de los objetivos de toda ciencia es interpretar la realidad, al menos, en la parte acotada. Para conseguir este objetivo, cada materia (4) tiende a construir reproducciones conceptuales de los hechos, es decir, teorías basadas en ellos.

Lo que convierte en una actividad interesante y original a este procedimiento de trabajo, frente a otras alternativas posibles de explicación, incluso más bellas y sugestivas, como la Mitología, es dar una explicación más verdadera, desde el punto de vista probabilístico, que cualquier otra respuesta no científica, y ser capaz de probarla, sometiéndola a contraste empírico. Esto es lo mismo que afirmar su capacidad para descubrir sus propias defi-

ciencias y corregirlas, para construir representaciones parciales, cada vez más adecuadas.

Es necesario e imprescindible imaginar teorías para avanzar, aún sabiendo que ninguna podrá ser perfecta, ni siquiera aproximada, y que su vigencia será, cada vez, más pequeña. Elaborar una hipótesis para hacerla desembocar en una teoría equivale a ir seleccionando los datos reales para ir construyendo una simplificación que sea, pese a todo, útil y aprovechable.

El acoso a lo real, dividido en sectores determinados, se articula sistemáticamente en un cuerpo de fórmulas que se relacionan y equilibran mutuamente (unidad formal o sintáctica) y por referencia a la realidad (unidad semántica). Las teorías sectoriales, provisionales, de toda actividad científica son sistematizadas en una Teoría general, que irá cambiando según la marcha del trabajo.

Toda ciencia empieza por intentar describir la realidad. La tarea primaria consiste en seleccionar los numerosos datos observables y quedarnos con un número reducido formado por los más relevantes, cuya relación mutua nos permita llegar a las estructuras fundamentales. Los conjuntos de datos refinados son, según la opinión de Bunge:

"...alimento para el planteamiento de problemas, la teorización o la estimación de hipótesis y teorías." (5)

La dificultad máxima, después de lograr unos datos inicia-

les adecuados, es mantenerse en un discreto equilibrio, lejos del exceso de aislar la experiencia cognoscitiva de los hechos o reducirla a una pura acumulación de datos.

Los resultados de examinar la realidad en busca de información pertinente deben entroncarse con la tarea investigadora, pasando de las dificultades fácilmente solucionables a aquellos problemas a los que no se puede encontrar una respuesta automática, porque requieren un esfuerzo, con los que se forma el primer eslabón de la cadena, problema-investigación-solución, aunque el último eslabón, el más deseado, puede no alcanzarse a pesar del esfuerzo y de la energía desplegados.

La actividad científica se manifiesta mediante el análisis de los problemas encontrados en la realidad, o suscitados por un nuevo examen de lo que ya se conocía o conjeturaba. Estas suposiciones se convierten, precisamente, en hipótesis científicas al ser contrastadas y, algunas, ascienden a leyes que son sistematizadas en teorías. Vemos un enlace múltiple entre el reconocimiento de las dificultades y la construcción teórica.

Pretendo, en este trabajo, desarrollar un modelo de la comunicación fotográfica, que cada uno puede concebir de distinta manera. Para unos científicos, un modelo es un producto observable, a simple vista, que tiene la misma forma del objeto o contenido que representa el enunciado. Muchas veces no se puede construir dicho modelo, pero siempre puede ser pensado o imaginado. Mario Bunge, en cambio, sitúa el campo de aplicación de este concepto en el corazón de la misma actividad científica, como una fase importante en la conquista conceptual de la reali-

dad:

"Un objeto modelo es la representación de un objeto, sea perceptible o no, y siempre esquemática." (6)

En el ámbito de las ciencias sociales, la noción de modelo es contemplada desde otra perspectiva. E. Malinvaud, por ejemplo, opina que se trata de:

"La representación formal de ideas o de conocimientos relativos a un fenómeno, expresadas por un conjunto de hipótesis entre los elementos esenciales del fenómeno y las leyes que lo rigen." (7)

Estamos ante una realidad conceptual muy cambiante, dentro de los rasgos generalmente comunes, entre los que es básico el esquema, pero cada autor emplea la misma denominación para aludir a contenidos muy diversos. Josep Fontana, desde su condición de historiador, opina que un modelo no implica la reducción del tamaño del volumen físico de lo que vamos a estudiar, sino de su complejidad, de tal manera que sea lo suficientemente simple para poder trabajar con él y tan exacto como para poder representar los hechos reales con una adecuada verosimilitud.

La interconexión de diferentes modelos posibles originará varias teorías específicas del objeto real correspondiente. Conviene tener presente que existen varios niveles en la capacidad descriptiva de la ciencia. Los más generales son también los más abstractos, mientras los monográficos acotan un campo muy reducido y recorren en profundidad los restantes pasos des-

criptivos, como podría ocurrirle a la "Teoría del proceso fotográfico", mientras podrían darse aspectos más reducidos aún, y complejos, como en la "Teoría del control del tono en las emulsiones en blanco y negro".

No es posible llegar a un único modelo de la realidad --aunque sea parcial, como es este caso-- sino a un conjunto de modelos parciales, tantos cuantos más aspectos de esa misma realidad nos interesen. El modelo científico es la más rica de todas las formas que puede adoptar la experiencia humana, que suma el control de ciertos factores a la observación y, en determinados casos, como explica Bunge, permite medir cuantitativamente los fenómenos.

Construir un modelo hipotético exige una labor ardua continuamente revisable, que respete los criterios de coherencia formal, rigor interno de la metodología aplicada y del nivel elegido, sin olvidar el aspecto semántico, es decir, la relación homóloga con la realidad analizada.

El modelo puede ser representado, gráficamente, en distintos grados de complejidad, y cada uno de los procesos que aparezcan pueden ser recorridos en nuevos submodelos, que son el despliegue de las estructuras propias de los pasos anteriores. Completar estos esquemas hipotéticos en todos los grados necesarios podría llevarnos a una extensión inimaginable, ya que, en principio, no hay límites. Daré, más tarde, cuando poseamos los datos suficientes sobre la metodología, un procedimiento adecuado para encontrar el límite a estos múltiples y posibles desarrollos, que cubra, adecuadamente, los objetivos propues-

tos.

Cada uno de los pasos del desarrollo del modelo nos llevaría, a su vez, a usar metodologías parciales, ya que no es lo mismo, por ejemplo, idear una obra que codificarla. Analizar esa primera fase exigiría, pongo por caso, conocer bien los rasgos del fondo simbólico de la humanidad, las características de la imaginación humana, una Teoría de la creatividad, basada en las facultades anteriores y en otras muchas, mientras los procesos de codificación del mensaje piden un conocimiento distinto, de tipo técnico y tecnológico, controlado por un instinto artístico aplicado a la construcción del mensaje, sin olvidar el manejo de los materiales e instrumentos.

Ya veremos, en las fases concretas, el tipo de metodología usada, de acuerdo con las necesidades. Queremos hacer constar la importancia de esta adecuación metodológica, impuesta por la naturaleza del objeto estudiado, la comunicación fotográfica, y no por el capricho. No se trata de conjuntar sistemas procedentes de escuelas encontradas, sino de armonizar cada uno de los temas implicados con la parcela científica que lo estudia, para unificar todas las conclusiones parciales en un planteamiento unitario.

Las distintas metodologías necesarias para abordar los múltiples aspectos del objeto de estudio emergen como escollos difíciles de salvar. Aunque son imprescindibles para acometer el análisis de aspectos parciales del problema ninguna podría aportarme la comprensión multidisciplinar imprescindible para la construcción del modelo. No es extraño, pues, que haya acu-

dido a la "Teoría general de los sistemas" para extraer de ella las herramientas adecuadas para abordar mi problema.

El primer paso a dar es encontrar el sentido del término "sistema", tal como lo considera dicha teoría, para, a continuación, comprobar si mi objeto de estudio pertenece a dicha categoría.

Existen muchas definiciones de sistema --quizás tantas como autores-- y un considerable esfuerzo unificador. Una definición clara, intuitiva, nada axiomática, puede ser la de considerar como sistema un conjunto de elementos relacionados entre sí. La posibilidad de poder contemplar una fotografía es el resultado de una serie de procesos, complejos en muchos de los casos e, incluso, insuficientemente conocidos en algunos. Por citar varios de estos elementos considero, por ejemplo, al creador de la imagen y a sus consumidores, los materiales que forman y soportan la imagen, los artilugios mecánicos que posibilitan este registro, así como a la escena a registrar y la luz, auténtica portadora de la información.

Estos elementos están interrelacionados, a su vez, de forma variada y tal que el cambio de alguna característica de los elementos determina modificaciones en la actuación de otros -- y no siempre de los mismos- elementos. Considero la Fotografía, por tanto, como un sistema y hablaré, a partir de ahora, de sistema fotográfico. Sus elementos constituyentes --me remito a los que nombré anteriormente-- son, por otra parte, de naturaleza muy diversa, puesto que estoy hablando de personas, incluso de colectivos sociales, de elementos mecánicos o de la

luz. El estudio pormenorizado de cada uno de ellos es específico de distintas ciencias. El estudio de las relaciones entre estos elementos es, al menos, objeto de estudio de la Fotografía.

NOCION DE SISTEMA

La noción de sistema, aunque antigua, sólo toma el sentido moderno de sistema general poco antes de la Segunda Guerra Mundial, gracias a los esfuerzos de Ludwig von Bertalanffy. La idea parte de la convicción de que una serie de elementos que interactúan y a su vez se relacionan con el medio ambiente, tienen un comportamiento que es distinto al de cada una de sus partes unidas. El todo se comportaba de otra forma a la esperada.

La concepción aristotélica del mundo cambia durante los siglos XVI y XVII, a la vez que se establecen las bases de la ciencia moderna. Los planteamientos analíticos propugnan la disección de los problemas en partes que se abordan distintamente. Descartes, en su Discurso del método, presenta, como segunda máxima, la fragmentación de todo problema en tantos elementos simples y separados como sea posible, que lleva a von Bertalanffy a opinar que:

"Este enfoque, que Galileo formuló como el método 'resolutivo', fue el 'paradigma' conceptual de la ciencia desde su fundación hasta el moderno trabajo de laboratorio: esto es, resolver y reducir los fenómenos complejos a partes y procesos elementales."(8)

Hay que admitir que este procedimiento de trabajo ha permitido avanzar a la ciencia a través de numerosos descubrimientos,

validando el método hasta el extremo de aparecer como el único método científico, según los filósofos de la ciencia.

"Los biólogos, no obstante, se inquietaban, presintiendo que se estaba omitiendo algo importante. Por desgracia, carecían de un lenguaje riguroso con el cual decir qué era lo que se estaba omitiendo; de aquí que un autor tras otro intentase decir 'el todo tiene algo que no se puede hallar en una colección de sus partes.'" (9)

Una de las premisas del método científico clásico fue la de analizar una variable cada vez, mientras las restantes variables adoptaban valores constantes. Cuando el número de variables es elevado la dificultad del problema se incrementa. Los trabajos de Fisher sobre abonos, por los años 30 --la misma época en que Bertalanffy y muchos otros se cuestionan el método clásico-- le llevó a ver que sería incapaz de analizar el resultado de cada variable independientemente, al igual que los resultados que obtuviese no aportarían información suficiente sobre el problema. Así, un terreno fertilizado con abonos nitrogenados y otro fertilizado con fosfatos, no explicarían el comportamiento de un terreno fertilizado con los dos abonos simultáneamente. Fisher no estaba definiendo, sólomente, la interacción, sino proponiendo que, antes de comenzar un experimento, se averiguase qué podía aportar información sobre qué.

La Física está llena de ejemplos donde se ha evitado, cuidadosamente, la interacción. Para ello no ha quedado más remedio que recurrir a abstracciones como cuerpos sin masa, superficies que se deslizan sin rozamiento o "gases perfectos",

donde la probabilidad de colisión entre partículas es despreciable. A pesar de los resultados obtenidos, el método resulta impotente para explicar la naturaleza del átomo. Se descubre la causalidad de doble vía, por la que una influencia de un elemento en otro determina la de éste en aquel. Así, la introducción de aparatos de medida para la observación de fenómenos atómicos, modifica los propios fenómenos.

DEFINICION DE SISTEMA

Las múltiples definiciones de sistema parten de supuestos metodológicos distintos, aunque abordan o intentan expresar el mismo objeto. Los intentos reduccionistas dan dos planteamientos diferentes; uno deductivo, axiomático, de donde se derivan las distintas características de los sistemas; otro inductivo, que parte de la identificación de algunas características de los sistemas de forma intuitiva o basándose en distintas disciplinas, como las ciencias naturales y sociales, artes o ingeniería.

Dentro del primer grupo se encuentran las dos definiciones de Mesarovic, que recojo de Klir, para sistemas generales con variables divididas en entradas y salidas ("input" y "output"):

- (i) "La especificación (terminal, causal) de input-output, en que la conducta se especifica explícitamente como una relación binaria en el producto cartesiano de dos familias disjuntas de conjuntos abstractos."
- (ii) "La especificación de conducta orientada por objetivos (teleológica, de toma de decisión), en que la misma relación binaria introducida

en (i) se describe implícitamente en función de un proceso." (10)

El planteamiento inductivo, propuesto por Klir, es expresado por Orchard (11) de la siguiente manera:

"Un sistema general es esencialmente un modelo abstracto de un sistema ya existente (física o conceptualmente) que refleja (en el grado que queremos que refleje) todos los rasgos sistémicos básicos o fundamentales del original."

Cualquiera de las dos definiciones, dentro de su aparente simplicidad, pueden servir, igualmente, a mis objetivos, aunque voy a adoptar el segundo planteamiento, como más adecuado a un sistema interdisciplinar como el presente. El problema fundamental con el primer supuesto estriba en la elección cuidadosa de las entradas y sus posibles valores; con la definición de Klir, en cambio, la dificultad está en la detección de los elementos del sistema que son relevantes y aportan información. Para simplificar la corrección de los errores introducidos explico, más adelante, el procedimiento que sigo, fundamentado en la teoría de niveles de Mesarovic. La opinión de Bertalanffy respecto al enfoque inductivo, y que adopto, es que:

"El primer método es empírico-intuitivo; tiene la ventaja de mantenerse muy cerca de la realidad y de ser fácil de ilustrar y hasta de verificar mediante ejemplos tomados de los distintos campos de la ciencia." (12)

TIPOS DE SISTEMAS

El primer paso hacia una teoría de sistemas fue el hallaz-

go de semejanzas entre sistemas de naturaleza distinta; dentro del dominio de la física, por ejemplo, entre sistemas mecánicos y eléctricos. La semejanza de comportamientos se reflejaba en ecuaciones análogas. Dos ideas hacen que los estudios de sistemas en otros campos tiendan hacia la dirección marcada por la física: por un lado los altos índices de analogías que empiezan a encontrarse bajo distintas manifestaciones de la energía y, por otro lado, el nivel de formalización alcanzado. No tardan en aparecer intentos de trasladar algunos de estos modelos a campos de la biología, la psicología o las ciencias sociales. Si bien se obtienen éxitos, como la teoría de la homeostasia, tendencia al equilibrio fisiológico en organismos vivos, estos modelos de estímulo-respuesta conducen, en otras ocasiones, a simplificaciones excesivas, como la teoría conductista de Skinner, o la pretendida justificación sistémica del psicoanálisis considerando al individuo como ente en el que, para restablecer el equilibrio, hay que liberarlo de tensiones, especialmente sexuales.

Las leyes de la física obedecen a los principios de la termodinámica que se aplican a sistemas cerrados. Como dice Bertalanffy:

"En particular, el segundo principio afirma que, en un sistema cerrado, cierta magnitud, la entropía, debe aumentar hasta el máximo, y el proceso acabará por detenerse en un estado de equilibrio." (13)

Un sistema físico cerrado, como puede ser, por ejemplo, dos masas gaseosas a distinta temperatura, sin recibir aporte energético del exterior, acabará en el equilibrio, alcanzando una

temperatura intermedia, homogénea, en toda la masa de gas y, por ende, sin capacidad de realizar trabajo.

¿Cómo explicar, entonces, la capacidad de los organismos vivos para producir, para crear, el papel activo del hombre, el sentido del juego, del arte, de la cultura en general? Surge, para aclararlo, la noción de sistema abierto, no como aplicación a fenómenos de campos ajenos a la Física, sino que es ésta misma la que, también, encuentra respuesta a algunos de sus problemas, estableciendo la termodinámica de los sistemas abiertos o termodinámica irreversible. Tomo de Bertalanffy la definición de tal sistema:

"Un sistema abierto es definido como sistema que intercambia materia con el medio circundante, que exhibe importación y exportación, constitución y degradación de sus componentes materiales." (14)

A partir de los trabajos de Meixner, Onsager, Prigogine y otros se admite la posibilidad de entropía negativa, considerándose que el organismo se alimenta de entropía de esta clase, como resultado de los intercambios con el exterior.

El esquema de estímulo-respuesta, propio a los sistemas cerrados, implica determinismo, puesto que los valores de entrada están condicionando los de la salida en un intento, además, de la búsqueda del equilibrio. Parece paradójico que dos escuelas antitéticas dentro de la psicología, como la conductista y la psicoanalítica, se acojan a este esquema. Según Bertalanffy, que plantea esta contradicción, ambos modelos dejan sin explicar algunos aspectos del comportamiento humano. Así, el esquema estímulo-respuesta no cubre los terrenos del juego o la

creatividad. Por otro lado, el planteamiento psicoanalítico fundamental, donde sólo cabe una tendencia básica hacia la satisfacción de necesidades o, si se prefiere, la reducción de tensiones, no justifica el funcionamiento autónomo del organismo, su impulso a realizar ciertas acciones.

Los sistemas abiertos, en determinadas condiciones, se aproximan a un estado independiente del tiempo, el llamado estado uniforme, separado del equilibrio genuino y, al contrario de los sistemas cerrados, están capacitados, por tanto, para realizar trabajo. El sistema permanece, así, constante, independiente de los procesos irreversibles de importación y exportación, constitución y degradación; es decir, puede regularse independientemente de las condiciones iniciales del sistema. Una característica importante de estos sistemas abiertos es la equifinalidad, considerada como:

"...la tendencia a un estado final característico a partir de diferentes estados iniciales y por diferentes caminos, fundada en interacción dinámica en un sistema abierto que alcanza un estado uniforme;..." (15)

Consecuencia importante de este planteamiento es una visión distinta del hombre y de la sociedad, como sistemas activos, capaces de producir, de tener actividades culturales y creadoras, donde el hombre es capaz de construir su propio mundo y no limitarse, exclusivamente, a adaptarse a su entorno. Estas características las describe Bertalanffy muy gráficamente:

"No tiene aire muy homeostático el hombre de negocios que lleva adelante su frenética actividad a pesar de las úlceras que le están dando, ni la humanidad inventando super-

bombas a fin de 'satisfacer necesidades biológicas'." (16)

Esta capacidad específica del hombre de apartarse del comportamiento animal, de ser activo y producir se concreta en su mundo simbólico. Bertalanffy dice:

"Podrá dudarse con razón de que el hombre sea un animal racional, pero de fijo es, de pies a cabeza, un ser creador de símbolos y dominado por los símbolos." (17)

Los aspectos de la conducta humana que se caracterizan por ser diferentes de la conducta animal, posiblemente tengan su base en la actividad simbólica. La cultura, la percepción activa, la objetivación de cosas tanto externas como internas, la concepción temporal de pasado, la visión de futuro, la planeación consciente de actividades, el temor a la muerte, la devoción idealista a una causa, el sentido de trascendencia, son muestras de las capacidades creadoras de la mente. Bertalanffy resume esta dualidad presente en el hombre así:

"La distinción entre valores biológicos y específicamente humanos está en que los primeros atañen a la conservación del individuo y la supervivencia de la especie, y los últimos siempre aluden a un universo simbólico." (18)

La Teoría General de Sistemas es abordada por científicos procedentes de las más diversas áreas; es esta confluencia, lógicamente, la que ha potenciado el descubrimiento de analogías en objetos de distintas disciplinas. El intento de unificación es el que está permitiendo la elaboración abstracta de los fundamentos de la Teoría General de Sistemas.

Uno de estos conceptos es el de "jerarquía" que se emplea, por distintos autores, aplicándolo a toda una serie de nociones distintas, aunque relacionadas entre sí. Los conceptos propios de jerarquía trascienden, de hecho, a los mismos fenómenos a los que se aplica, denotando que lo específico se encuentra en las mismas interrelaciones estructurales. Este concepto se presenta, con harta frecuencia, de forma ambigua. Uno de los intentos más serios por formalizar matemáticamente el concepto de jerarquía proviene de Mesarovic que, durante muchos años, se ha dedicado a analizar este tema bajo distintos puntos de vista.

De las tres distintas concepciones de jerarquía que aporta Mesarovic me interesa, especialmente, la que denomina "estratos como niveles de descripción o de abstracción."
(19) La idea de Mesarovic está en proporcionar una base para emplear las nociones jerárquicas como hipótesis de trabajo de la investigación científica. Los sistemas complejos, como el que nos ocupa, escapan a una descripción completa y detallada. En estos casos el dilema está en adoptar la vía de una descripción sencilla, como requisito previo para la comprensión, y la necesidad, por otra parte, de no abandonar una descripción en mayor profundidad, que dejaría incompleto el sistema estudiado. Mesarovic propone:

"Es posible intentar una vía de salida a tal dilema mediante una descripción jerárquica: se describe el sistema mediante una familia de modelos, cada uno de los cuales se ocupe de su comportamiento mirado desde un nivel de abstrac-

distinto. Entonces, para cada nivel existe un conjunto de rasgos, variables, leyes y principios pertinentes mediante los cuales describiremos el sistema en cuestión." (20)

La descripción estratificada de sistemas posee algunas características generales, según Mesarovic, que, por su especial importancia para este trabajo, voy a citar completas. (21)

"1) La elección de los estratos en que se describa un sistema dado depende del observador, de sus conocimientos acerca del funcionamiento de aquél y de su interés por él, aunque en el caso de muchos sistemas existen algunos estratos que parecen serle naturales e inherentes."

La elección del modelo depende, profundamente, del observador que, en cualquier caso, no dejará de hacer una interpretación. La elección de los estratos fundamentales estará, también, condicionada por la forma en que se observe el sistema y el empleo que de él se haga. Personas distintas harán modelos distintos, condicionados por la visión personal y el punto de vista adoptado. El tema que nos ocupa, por ejemplo, daría lugar a diversos modelos según que estuviera realizado por un crítico, por un fotógrafo o por un técnico en materiales fotográficos.

"2) Las circunstancias no están, en general, relacionadas entre sí, y los principios o leyes que se utilicen para caracterizar el sistema en un estrato cualquiera no pueden deducirse, en general, de los principios que se empleen en otros estratos."

Implícita en esta afirmación se encuentra, por reducción, la razón fundamental para crear otro nivel de descripción del sistema: la carencia de fundamentos científicos, en un nivel dado, para explicar otros aspectos del sistema. La descripción dentro de un nivel implica, a su vez, coherencia respecto a los fundamentos utilizados.

"3) Existe una interdependencia asimétrica entre los funcionamientos de un sistema dado en los distintos estratos."

Al afirmar que existe una interrelación asimétrica entiendo que Mesarovic está proponiendo una cierta relación de orden en el funcionamiento de los sistemas. Dicho de otro modo, si la descripción de un sistema no funciona a un cierto nivel, tampoco puede hacerlo en los niveles posteriores o creados más recientemente. De ahí la necesidad de verificar cada nivel, antes de descender en la descripción.

"4) Cada estrato posee su propio conjunto de términos, conceptos y principios; para cada estrato, es distinto lo que se considera ser el sistema y sus objetos. Además, existe una jerarquía de objetos y de lenguajes (en los que se describen aquellos)."

Un sistema de un nivel dado se convierte en conjunto de subsistemas en el nivel siguiente. Es posible, así, ahondar en las interrelaciones de estos subsistemas que, desde el nivel anterior, eran considerados como un sólo elemento. Si bien se enriquece en detalle al descender de nivel, los niveles superiores, más esquemáticos, son más ricos al indicar más concretamente las relaciones existentes entre

las diversas partes del sistema.

"5) Partiendo de un estrato cualquiera dado, la comprensión del sistema aumenta al ir cruzando estratos: cuando se desciende en la jerarquía se obtienen explicaciones más detalladas, mientras que cuando se asciende por ella se adquiere una comprensión más profunda de su significación."

Es posible conciliar, así, el dilema de tener que elegir entre una descripción clara o una detallada. Una descripción jerárquica está compuesta por una familia de niveles que, en su conjunto, constituyen la descripción del sistema, dando, cada nivel, respuesta a una problemática. Mesarovic concluye:

"De lo que hemos dicho se desprende que para comprender debidamente sistemas complejos el enfoque jerárquico es enteramente fundamental. Al principio se puede confinar la atención a un solo estrato, que dependerá de los intereses que nos muevan y de la experiencia que tengamos, y luego dilatar la comprensión de su significación, o de su explicación, desplazándose hacia arriba y hacia abajo por la jerarquía. En cuanto a la elección del estrato de partida, se ve también afectada por la mayor o menor sencillez de la descripción en él." (22)

Son muchos los autores que plantean el término de jerarquía con significaciones, en muchos casos, distintas. Bunge, por ejemplo, considera la necesidad de un jefe en la jerarquía y la representa como un árbol finito que se ramifica a partir de un punto único. Su teoría de niveles, en cambio, se acerca bastante a la teoría de jerarquías de Mesarovic. La

definición que hace Bunge es formal:

"N es una estructura de niveles si y sólo si es un par ordenado $N=(C,E)$, siendo C una familia de conjuntos de sistemas individuales, y E, una relación binaria en C tal que:

N1. Todo miembro de C sea un conjunto de sistemas equivalente en cierto respecto. (Esto es, todo miembro de la familia C será una clase natural, o sea, una clase de equivalencia de sistemas que compartan ciertas propiedades y leyes básicas.)

N2. E sea una relación multívoca, reflexiva y transitiva en C.

N3. E represente (refleje) cierta emergencia, o sea, el llegar a haber en un proceso la novedad constituida por unos sistemas cualitativamente nuevos." (23)

La diferencia fundamental, que he de destacar, entre los planteamientos de Bunge y Mesarovic, es que aquel considera la relación de emergencia, E, como no asimétrica. La relación E es la que posibilita el desarrollo de un nuevo nivel; constituye, a mi entender, los fundamentos necesarios para seguir explicando el sistema y, por tanto, seguir construyendo el modelo. Sin una nueva relación E se habría alcanzado el último o más reciente de los niveles posibles. Con esta característica dada por Bunge, algunas estructuras de niveles forman conjuntos ordenados y otras no.

Cada nivel va a tener características propias, diferenciales; la aparición de un nuevo nivel va a estar justificada por la incapacidad de un nivel anterior para explicar algún comportamiento o característica del sistema. El siste-

ma vendrá descrito, así, en el conjunto de todos los niveles, ya que, como dice Mesarovic:

"...los estudios de los estratos inferiores no son necesariamente 'mejores', más fundamentales ni más básicos que los de los superiores." (24)

Esta metodología posee, por otra parte, la capacidad de realizar varias funciones. Por un lado permite el análisis de sistemas, a la vez que es un método para la realización de modelos. Por otro lado, es un medio idóneo para la comunicación de resultados, al aunar simplicidad y complejidad. Al aplicarla a un sistema dado, una disciplina, por ejemplo, permite detectar nuestras propias lagunas en la misma, a la vez que ayuda a estructurar los conocimientos de forma pedagógica.

Describiré, a continuación, las características concretas que he adoptado para su implantación en este caso concreto.

FASE DE ANALISIS

Mesarovic propone, como he citado antes, realizar un nivel para a continuación, si procede, ascender o descender en otros niveles. Yo voy a proceder a realizar el modelo, en cambio, partiendo de lo general y descendiendo a lo particular, para permitir que el sistema sea descrito paso a paso. Para poder realizar esto debo recurrir a una etapa previa, de análisis, donde intento descubrir todos los elementos del sistema que, desde el punto de vista adop-

tado, son pertinentes. En la etapa siguiente de análisis intento descubrir las características de cada uno de estos elementos que me permitan asociarlos a un determinado nivel. Por fin, organizo los elementos en niveles, determinando las relaciones entre ellos y las salidas que producen al exterior.

Desde un punto de vista abstracto, cada nivel va a estar formado por una serie de módulos, en número limitado, relacionados entre sí, según proceda, con especificación expresa del tipo de información que une los módulos. Desde un punto de vista concreto, cada nivel vendrá expresado por una serie de diagramas, interconectados gráficamente, soportados por un texto explicativo. Cada uno de estos diagramas trata de un sujeto bien delimitado y conecta exactamente en el modelo para representar el modelo completo.

Un sistema se ve como un todo desde el exterior. Cualquiera que sea el nivel de descripción en que nos encontremos debe mostrar, por tanto, las mismas conexiones con ese exterior. Supongamos un nivel determinado del desarrollo; como ya hemos dicho, está formado por módulos. Para descender de nivel o, dicho de otro modo, pasar a un nivel más reciente, cada uno de los módulos se descompone en submódulos. El proceso inverso es cierto, de forma que cada módulo de un nivel es submódulo del nivel anterior.

La coherencia exige que cada función a un cierto nivel esté acompañada de datos del mismo nivel. La información asociada a cada nivel va a cambiar en el sentido de aumentar

al pasar al nivel siguiente, o más reciente.

Para evitar confusión en la descripción, aunque adopto los conceptos de jerarquía, ya explicados, de Mesarovic, no utilizo la denominación de estrato, sino el término nivel, usado por Bunge. Mesarovic numera sus estratos de forma que el más complejo tiene el valor más bajo, mientras que el más simple tiene el valor más alto. Yo voy a hacer exactamente lo opuesto y por razones obvias. El grado de complejidad puede depender, como hemos visto, de los conocimientos del analista, de la naturaleza del sistema y del punto de vista; el número de niveles a desarrollar puede ser, por tanto, impredecible. Utilizando el método de análisis que propugno, y que ya he expuesto, paso de la máxima complejidad a agrupar en diversos niveles los elementos encontrados. El nivel más abstracto, más simple, será aquel que posea menos elementos y que denominaré nivel 1. A partir de ahí consideraré un único nivel anterior, denominado nivel 0, constituido por un único módulo que será nuestro universo de estudio, el sistema completo.

Dentro de cada nivel las relaciones entre los módulos se muestran explícitamente de forma que, variando de nivel a uno de número superior, se pueden ver los submódulos y sus interrelaciones. Se puede proceder, igualmente, al revés, ascendiendo en la jerarquía; basta para ello localizar todos los submódulos delimitados por las mismas interrelaciones con otros módulos que las que posee el módulo del que proceden en el nivel anterior.

Esta característica de la jerarquía de niveles se convierte en una ventaja fundamental a la hora de contrastar el modelo, puesto que puede hacerse por módulos. En caso de error, o de ser necesario introducir cambios para aclarar el funcionamiento del sistema, se puede intercambiar cada módulo por otro equivalente, siempre que posea las mismas interrelaciones con los restantes módulos o con el exterior, sin que se produzcan cambios en el sistema.

La construcción de un modelo depende de la adopción de un determinado punto de vista. La elección de puntos de vista distintos conduce, por consiguiente, a la realización de modelos distintos, aún trabajando con la misma metodología. Más adelante indicaré el punto de vista que adopto y las consecuencias del mismo.

ELEMENTOS DEL MODELO

Cada modelo va a estar formado por una familia de niveles. Cada nivel va a aparecer como una emergencia suscitada por la aparición de un problema nuevo que no puede ser resuelto dentro del nivel anterior. Se introduce para cada nivel, por tanto, los principios necesarios para su desarrollo. Considero como modelo, por consiguiente, la familia completa de niveles.

Cada nivel va a estar formado, a su vez, por un conjunto de elementos que pueden ser cosas o sucesos; dicho de otra forma, datos y actividades.

La actividad va a ser la unidad fundamental de cada ni-

vel. Cada actividad está dotada de una serie de características. La primera de todas ellas es el objeto de la misma: ¿qué hace la actividad?. La respuesta va a ser, para nosotros, su nombre. Dada la naturaleza activa de su contenido vamos a adoptar, para nombrarla, una forma verbal; concretamente, el infinitivo del verbo que describe su acción.

El nombre de la actividad nos dice qué hace; pero no indica cómo lo hace. Cada actividad, en el modelo, funciona como una caja negra; sí se explicará para cada nivel, en cambio, los fundamentos que permiten que la actividad acaezca. Al pasar de un nivel al siguiente, más desarrollado, cada una de las actividades --o, al menos, aquellas que lo necesiten-- se descompondrán en un conjunto de subactividades que serán la respuesta a cómo lo hace.

Cada actividad necesita de algo material para que pueda producirse, que denomino soporte. El soporte puede ser natural o artificial. Un soporte natural puede ser, a su vez, animado o no. La actividad de la circulación sanguínea, por ejemplo, tiene lugar sobre un soporte natural y animado. El crecimiento de un cristal de cloruro sódico, por otro lado, sería un caso de actividad con soporte natural e inanimado. La actividad de medir el tiempo tiene generalmente, en cambio, un soporte artificial, como son el péndulo y el escape.

Mi afirmación de que cada actividad funciona como caja negra dentro de un nivel, puede quedar aclarado retomando el último ejemplo. Medir el tiempo es algo que se puede hacer con elementos mecánicos; últimamente se observa, cada vez con más

frecuencia, relojes electrónicos, donde el volante ha sido substituido por un cristal de cuarzo, que tiene como propiedad la de vibrar a una frecuencia constante. Si nuestra actividad fuera ésta, la de medir el tiempo, cualquiera que fuera el soporte utilizado, de los mencionados, la realizaría bien. El modelo adquiere, por consecuencia, la característica de flexibilidad, permitiendo que la actividad cambie de soporte, siempre que no cambie su contenido.

Algunas actividades pueden requerir varios soportes. Una actividad como la de "recibir información" procedente de una imagen fotográfica estará soportada por el receptor, naturalmente humano. Una explosión de esta actividad en varias subactividades, en los niveles siguientes, nos puede conducir a considerar como soportes el sistema de la visión, la memoria, etc. Todos estos soportes no son más que subconjuntos del soporte inicial, por lo que no existe ninguna ambigüedad. La actividad de "generar imágenes fotográficas" tiene, en cambio, otro aspecto. Esta actividad, en su nivel correspondiente, va a estar soportada, para mí, exclusivamente por el emisor, el hacedor de fotografías. En otros niveles, como resultado de la división de esta actividad en subactividades, llegaremos, necesariamente, a una como "exponer", que no puede ser realizada si no se dispone de una cámara. Pero la cámara no va a actuar sólo, sino conjuntamente con el hombre. Este tipo de actividades, especialmente en un modelo que recoja actividades ricas en creatividad, en aporte humano, necesitan, como se ve, de varios soportes simultáneamente. Para evitar la ambigüedad que pueda sur-

gir al hablar de soportes naturales y artificiales, y dados el papel que realizan estos últimos en nuestro sistema, los voy a denominar instrumentos. La cámara será, a partir de ahora, un instrumento que actúa como uno de los soportes de alguna actividad.

Otra característica propia de cada actividad es que necesita un aporte energético. La naturaleza de esta energía dependerá del tipo de actividad y de los soportes o instrumentos necesarios para realizarla. En algunos casos, como hemos visto, los tipos de energía pueden ser múltiples.

Toda actividad tiene asociado un tiempo de duración; no puede existir actividad sin transcurso de tiempo. La duración de cada actividad puede ser muy variable; una misma actividad del modelo puede, también, tener duraciones muy diferentes cuando el modelo se aplique a casos concretos distintos. Un ejemplo evidente es el tiempo asociado a la actividad "encuadrar" en el contexto de un reportaje periodístico o de la realización de un bodegón publicitario. En el primer caso el tiempo de la actividad suele ser mínimo, dependiendo de la naturaleza del suceso a registrar, de los conocimientos y actos reflejos del fotógrafo y del tipo de equipo utilizado. En el segundo caso, la calidad exigida y la naturaleza de los instrumentos necesarios conducen a un tiempo que puede ser cientos o miles de veces superior.

DATOS

El intervalo de tiempo de duración de una actividad está caracterizado por dos momentos fundamentales, el de comienzo y el de fin de la misma. Una actividad se desencadena cuando concurren una serie de circunstancias. La actividad "tomar el autobús", por ejemplo, sólo podré realizarla si hay un autobús en la parada.. Cada actividad necesita, pues, de unos datos para poder ejecutarse, como es la presencia del autobús. Al final de la actividad se produce, igualmente, otro dato. La actividad "sumar" necesita, al menos, de dos datos. La presencia del 2 y del 3 producirá un nuevo dato, el 5. Cada actividad tiene, por tanto, al menos una entrada y una salida, denominadas datos.

Los datos pueden variar en su naturaleza. La luz que llega a mi fotómetro es un dato de entrada a la actividad "medir la luz"; el número de candelas por metro cuadrado es un dato de salida. Ambos datos poseen una naturaleza diferente. En el primer caso su naturaleza es física; en el segundo su naturaleza es informativa. De la misma manera, los conocimientos que me van a permitir realizar la toma son informaciones y la escena que voy a fotografiar es un ente real.

Los datos pueden, a su vez, quedar transformados por la actividad o mantener su propia naturaleza. En un alto horno la actividad "fundir" va a transformar un dato físico de entrada, el hierro, en otro dato físico de salida, el acero. La

luz que ha llegado a mi fotómetro no ha variado sus características después de realizar la medición, sigue llegando la misma, aunque parte de ella se haya transformado en corriente eléctrica en la célula del fotómetro. La escena que actúa como dato de entrada en la actividad "preparar la escena" quedará transformada, en cambio, al final de la actividad. La actividad "encuadrar" va a ocurrir cuando concurren, al menos, dos tipos de datos: la luz procedente de la escena y mis conocimientos sobre el encuadre. Estos últimos, además de ser informativos, son datos que están actuando de control de la actividad.

Los datos pueden ser, pues, físicos o informativos, ser modificados por la actividad o no y, en este último caso, pueden ser de control de la misma actividad. Los datos desempeñan el papel de ser entradas o salidas de las actividades.

El modelo intenta representar la realidad en la medida que ésta nos interesa; es decir, siendo consistente con el punto de vista adoptado. Quiero ahuyentar la idea de que el modelo tiene un comportamiento dinámico parecido al de un autómata. Deseo subrayar, al contrario, la idea, ya expresada, de que cada actividad sólo se realiza cuando concurren una serie de datos, en el supuesto de que todos los demás elementos sean adecuados, como soportes de la actividad, aporte de energía, etc.

Los modelos más recientes sobre la conducta, coincidentes, por otra parte, con los planteamientos piagetianos, indican que nuestro comportamiento sigue unas pautas muy parecidas a las del modelo que planteo desarrollar. El hombre, de forma natural o mediante aprendizaje, está dotado de una serie de

procedimientos de trabajo o rutinas que se convierten en actividad cuando concurren los datos pertinentes. Procederé, por poner un ejemplo, a tomar el siguiente bocado de comida si, del órgano adecuado, recibo información de haber terminado la masticación del bocado precedente y si, además, tengo información de no estar hastiado y de seguir teniendo comida en el plato; otros datos que llegan hasta mí simultáneamente, como la información meteorológica procedente del televisor o el ruido del tren que pasa cercano, no determinarán el cese de mi actividad de comer, por no ser datos pertinentes.

Las entradas y salidas asociadas a cada actividad determinan, pues, los tipos de datos adecuados. Para cada tipo de dato existe, además, un repertorio de valores posibles. Para realizar la actividad "exponer", por ejemplo, es condición necesaria que llegue luz hasta la cámara (dato pertinente); pero, además, debe llegar en la cantidad adecuada para realizar la exposición, determinada por las condiciones de la escena, el tipo de cámara y de material usado y el efecto a conseguir. Esta será la condición suficiente si la iluminación tiene un valor entre los infinitos posibles comprendidos en un intervalo limitado por un valor máximo y uno mínimo.

El repertorio de valores de cada dato de entrada puede ser continuo o discreto, según el tipo de dato. La distancia de enfoque será un número real de los infinitos posibles en un intervalo limitado por una distancia mínima de enfoque y otra

distancia máxima. El número de fuentes de iluminación necesarias para crear el clima adecuado será un número natural, el cardinal del conjunto de proyectores utilizados. Esta característica de los datos tiene relevancia cuando se pasa de un modelo cualitativo a uno cuantitativo.

ACOPLAMIENTO DE ACTIVIDADES

Las actividades se unen entre sí a través de las entradas y salidas. La salida de una actividad puede ser la entrada de la actividad siguientes. Se dice, en este caso, que el acoplamiento de las actividades es en serie. Greniewski hace una descripción muy clara de acoplamiento en serie que merece la pena citar. El sistema que describe consiste, simplemente, en un mecanógrafo que está haciendo un escrito cualquiera. Este sistema lo considera descompuesto en tres subsistemas; en este ejemplo no es tan importante el tipo de actividad que realiza cada subsistema, sino cómo se produce el acoplamiento:

"El sistema I es el mecanógrafo. Sus entradas son los ojos del mecanógrafo. Las salidas son los dedos del mecanógrafo.

El sistema II es algo extraño: aquí las entradas son los dedos del mecanógrafo y las salidas son las teclas de la máquina de escribir.

El sistema III es la máquina de escribir. Las entradas son sus teclas. Las salidas son los tipos que marcan las letras y signos. Cada estado de cada una de las salidas está determinado unívocamente por el estado de las entradas." (25)

El acoplamiento en retroalimentación se produce cuando una

salida actúa de entrada de la fase siguiente y la salida de ésta es, a su vez, entrada de la primera. Un ejemplo de acoplamiento en retroalimentación viene dado por la pareja profesor y alumno que tomo, también, de Greniewski:

"El profesor está acoplado en serie con su alumno (para transmitirle el conocimiento y plantearle preguntas), pero el alumno también está acoplado en serie con su profesor (para contestarle las preguntas y hacerle, a su vez, otras preguntas). El comportamiento del profesor influye sobre el comportamiento del alumno; pero también el comportamiento del alumno influye sobre el profesor." (26)

El acoplamiento en paralelo, por último, tiene lugar cuando dos sistemas se conectan en serie a un tercer sistema. Volviendo a Greniewski:

"Un ejemplo simple de acoplamiento en paralelo (de información) es el constituido por dos personas que leen el mismo periódico." (27)

Un caso de acoplamiento en serie es aquel en el que la salida de un sistema es entrada de él mismo; se habla en este caso de autoacoplamiento.

MODELO SINCRÓNICO Y DIACRÓNICO

Hasta ahora hemos considerado, especialmente, un modelo referido a un tiempo dado, que podría sobreentenderse contemporáneo o actual. Nada impide pensar, sin embargo, que pueda existir otro modelo para un entorno temporal diferente. El conjunto de todos los modelos a lo largo del tiempo constituiría

un modelo histórico o diacrónico, donde cada conjunto de circunstancias daría lugar a un modelo y la variación de alguna de las circunstancias pertinentes podría provocar la necesidad de un nuevo modelo que explique la influencia de los cambios introducidos.

Los modelos diacrónicos más antiguos son, o pueden ser, más sencillos, en cuanto las operaciones y procesos eran menos complejas, y los destinatarios menos numerosos. El desarrollo tecnológico y cultural, así como las invenciones de nuevos materiales, instrumentos y canales ha ampliado, considerablemente, el campo de trabajo hasta convertir la comunicación fotográfica en una de las actividades más importantes de la civilización actual y en uno de sus procesos más característicos.

Elaborar todos los modelos diacrónicos es una tarea muy compleja, pero factible y, sobre todo, la única garantía de comprender en toda su integridad el conjunto de factores relevantes de la forma de intercambiar información mediante imágenes fotográficas en cada periodo histórico.

El modelo se desarrolla desde lo general a lo particular y cada nueva aportación, generada de las anteriores, posee un mayor grado de descripción y, por tanto, cada una de las actividades que lo constituyen describen funciones más elementales y concretas. Es interesante destacar el hecho de que cualquiera de los modelos posibles --siempre que adoptemos el mismo punto de vista-- y por simplificado que pueda ser, incluye el nivel primero, que aparece como una constante irreductible. Todos los modelos de la familia del modelo diacrónico se ca-

racterizarían por esta constante de poseer el mismo nivel inicial de partida.

NOMENCLATURA

Cada actividad va a quedar representada en el modelo mediante un rectángulo. Dentro de él se escribirá el nombre de la actividad como una frase verbal. Las entradas y salidas de cada actividad aparecen como flechas; las entradas son flechas cuya punta toca el lateral izquierdo del rectángulo que representa la actividad, mientras que las salidas son flechas que emergen por el lateral derecho. Cada flecha lleva asociada el nombre del tipo de dato a que corresponde.

Los soportes de cada actividad, cualquiera que sea su tipo, vienen indicados debajo de cada rectángulo, con una flecha apuntando hacia él. Estos soportes sólo aparecerán en el primer nivel que sean necesarios, evitando la redundancia en los siguientes niveles. En la actividad "generar la imagen fotográfica", del nivel 1, aparece como soporte el "emisor". En niveles posteriores esta actividad queda dividida, progresivamente, en nuevas subactividades en las que no indicaré más al emisor como soporte humano de ellas; aparecerán, en cambio, los soportes nuevos que sean necesarios, como la cámara, por ejemplo.

Obsérvese que, si bien cualquier sistema realiza algo en función de los soportes que posee, al realizar el modelo centro la atención en la actividad. En vez de centrar la atención en las cámaras, a la hora de modelar, centraré la atención en

"exposar", por ejemplo, aunque es imposible realizar esta actividad si las cámaras no existieran. Centro el modelo, por tanto, en las actividades, mientras que desarrollo, en el texto adecuado, los soportes y los principios que fundamentan su uso.

Cada actividad, dentro de un mismo nivel, irá numerada correlativamente. Cada actividad del siguiente nivel será, a su vez, subactividad de alguna actividad del nivel anterior. Llevará como número de identificación el de la actividad de que procede, seguido de un punto y del número de orden de la subactividad, como se ve en la figura. Los niveles se numeran, también, correlativamente, partiendo del 1. Una forma fácil de identificar el nivel al que corresponde una actividad es contando los dígitos que la identifican; así, las actividades del nivel 3 están representadas por tres dígitos.

PUNTO DE VISTA

Un sistema complejo, como el fotográfico, puede ser abordado desde distintos puntos de vista, aunque esta característica no es exclusiva de los sistemas complejos. Un aspecto puede ser el económico. Se puede considerar la industria manufacturera de instrumentos y materiales fotográficos. Las tendencias introducidas por los fabricantes condicionan a los usuarios a la vez que potencian tipos de fotografías distintos o nuevos. La aparición de la cámara Leica fue uno de estos acontecimientos fundamentales en la Historia de la Fotografía, puesto que potenció el fotoperiodismo y la fotografía espontánea; los recientes materiales de alta sensibilidad permiten, igualmente, abordar situaciones hasta ahora restringidas por las características de los materiales. El enfoque automático, recientemente introducido en algunas cámaras, es una técnica a no despreciar, puesto que permitirá mejores tomas en determinadas circunstancias. Otro de los aspectos económicos fundamentales está relacionado con la puesta en marcha de cualquier proyecto, por simple que sea; siempre será necesario unos recursos económicos. El profesional confeccionará presupuestos para los encargos que reciba y tendrá en consideración la amortización de sus equipos. La obra, en fin, está sometida, en función del mercado, a un valor de cambio y condicionada, para su distribución, a los canales existentes. Estos ejemplos, triviales, del sentido económico de algunos aspectos relacionados con la Fotografía, serán los abordados si decidimos adoptar el punto de vista económico para analizar nuestro objeto de estudio, al

margen de que también puedan surgir estos aspectos cuando se cambia de punto de vista.

Otro punto de vista puede ser el jurídico, relacionado con los contratos, transacciones o, incluso, el derecho a la propia imagen. Ya he mencionado, antes, el sentido de la adopción del punto de vista histórico. Se podría realizar el estudio de las imágenes fotográficas, de los fotógrafos destacados en relación con su momento histórico, de los hitos tecnológicos importantes y, asimismo, la evolución de la fotografía a través de los mismos instrumentos.

El punto de vista que adopto es el de la comunicación.

Pienso que está subyacente en cualquier intento de hacer fotografías. El sentido de la comunicación está implícito en la obra artística así como en el reportaje fotográfico. Quizás pueda parecer menos obvio en la fotografía de recuerdo; incluso en el caso de hacer fotografía para uno mismo, el sentido que toman los recuerdos con el paso del tiempo le añade nuevas dimensiones a cada imagen. Unas reflexiones sobre qué es "en sí" la Fotografía, originadas al contemplar unas fotos de su madre, ya muerta, llevó a Roland Barthes a escribir un hermoso libro sobre el tema, del que entresaco un párrafo fundamental:

"Para 'reconocer' a mi madre, fugitivamente, por desgracia, y sin jamás poder guardar durante mucho tiempo esta resurrección, es necesario que, mucho más tarde, reconozca en algunas fotos los objetos que ella tenía sobre su cómoda, una polvera de marfil (me agradaba el ruido de la tapa), un frasco de cristal biselado, o incluso una silla baja que tengo ac-

tualmente junto a mi cama, o incluso las almohadillas de rafia que ella ponía sobre el diván, los grandes bolsos que a ella le gustaban (cuyas formas confortables contrariaban la idea burguesa del 'monedero')."
(28)

En el extremo opuesto de la escala nos encontraríamos las fotografías meramente de registro, como aquellas obtenidas de un tubo de rayos catódicos o de un microscopio. Estas fotos están aportando información, quizás no directamente y habrá que realizar medidas sobre ellas; pero, en última instancia, han sido realizadas para comunicar algo, aunque su sentido final ni siquiera sea visual.

La adopción de este punto de vista me lleva a tener en cuenta sus consecuencias antes de introducirme en el desarrollo del modelo. Veremos a continuación los conceptos fundamentales de la comunicación en general, para acotarlos a los específicos de la comunicación visual en particular. El nivel 1 del modelo va a emerger, de hecho, del punto de vista adoptado.

LA COMUNICACION VISUAL

La limitación física y psíquica del cuerpo humano, su separación y distanciamiento de otros seres, nos lleva a salvar esta situación mediante el intercambio con los demás, prestándonos cosas, objetos, datos, poniendo en común nuestras experiencias, deseos y aspiraciones, mediante complicados sistemas culturales o biológicos. La comunicación es el nombre de los procesos de intercambio, aunque cada autor la entiende de una forma más o menos personal. Abraham Moles, por ejemplo, opina que:

"La communication est l'action de faire participer un individu --ou un organisme-- situé à une époque, en un point donné R, aux expériences et aux stimuli de l'environnement d'autre individu --ou d'un autre système-- situé à une autre époque, en un autre lieu, en utilisant les éléments qu'ils ont en commun." (29)

Este intercambio es tan importante que forma parte, inexorablemente, de todos los actos vitales fundamentales y es imposible sobrevivir sin comunicarse con los demás. La simple hipótesis de no querer comunicarse es impensable ya que, como afirma el mismo Moles, todo comportamiento tiene el valor de un mensaje, con lo que basta hacer algo para comunicar, y, aunque no se quiera hacer nada, ya se dice, con dicha actitud, sin palabras, que no se quiere comunicar, con lo que ya se comunica algo. (30)

El mensaje.

La noción de mensaje es básica en todo proceso comunicativo y el mismo autor lo define como:

"Support physique ou psychophysique de la transmission, que se présente comme une sé-
quence d'éléments puisés dans un répertoire des signes par l'émetteur qui les assemble selon certains lois inherents." (31)

Es claro que existe una distinción entre el mensaje y el soporte. La información no es inmaterial, precisa algo sobre lo que apoyarse, un elemento portador en el que reposar. Dicho elemento puede ser invisible a simple vista, como una onda electromagnética.

En el caso del sonido son ondas generadas mecánicamente las que portan la información. Estas ondas se producen al hacer vibrar las moléculas que constituyen el aire. Las oscilaciones de estas moléculas afectan a las que se encuentran en sus proximidades, haciendo que el fenómeno se transmita a través del espacio, aunque con el lógico amortiguamiento. Estas ondas sonoras serán, por tanto, el soporte del mensaje. El mensaje sonoro, desde este punto de vista físico, radicará en las variaciones que podamos introducir en la onda. En la amplitud de las oscilaciones, por ejemplo, radicará la intensidad, mientras que la variación de la frecuencia --o número de oscilaciones por segundo-- contendrá el mensaje.

El mensaje va a llegar a nosotros a través de los órganos sensoriales, sistemas biológicos de recepción, específicamente sensibles a determinados tipos de energía. El órgano exterior de la visión, el ojo, se activa con la luz (energía electromagnética radiante) y sólo con ella. Los restantes elementos sensores son excitables solamente mediante las formas energéticas adecuadas. Así, el oído reacciona sólo antes las ondas sonoras.

Limitándonos a la comunicación visual, la información que

el mundo y los objetos nos envían nos llega, únicamente, a través de la luz, como es obvio. La cadena formada por la luz, el ojo, los nervios y el cerebro están permitiendo el trasvase de esa información entre nosotros y los elementos del mundo real. Vamos a considerar como canal a la vía física por la que fluye dicha información.

Elementos mínimos de la comunicación.

Con estos factores tenemos ya los eslabones mínimos para contemplar un proceso comunicativo elemental: un emisor o generador de información, la cual viaja por el canal hasta llegar al receptor. Dicho viaje no presupone un intercambio comunicativo, puesto que es necesario, aún, una atribución de significado a la información recibida.

La energía luminosa excita los conos y bastones de la retina y se transforma en energía eléctrica. La información sobre los objetos va contenida en las posibles variaciones que puedan sufrir los parámetros característicos de la luz.

Para que se produzca el proceso informativo debemos disponer, en primer lugar, de un manatíal que nos permita ver, condición necesaria, pero no suficiente para que se dé la comunicación visual. La luz generada por dicho manatíal debe iluminar los seres y objetos presentes en nuestro entorno y la capacidad que posean para absorber y reflejar la luz en cantidad y color modulará la información.

Un haz de luz constante, cuyos parámetros no varían con

el tiempo, no puede llevar información o, mejor dicho, esa información es constante. La medida de ese valor absoluto carece de sentido ya que siempre nos movemos a partir de algo aprendido y lo que nos interesa son los cambios informativos respecto a lo ya conocido.

Una forma de modular ese haz de luz constante del ejemplo sería variar su intensidad. Apagar o encender el manantial luminoso puede crear posibilidades comunicativas, restringidas en este caso a dos: presencia o ausencia.

El código.

Hemos visto que el cambio (de todo a nada) en la energía luminosa puede transportar información y en qué consiste el canal por el que fluye, pero carecemos aún de contenido, si no se lo otorgamos previamente mediante una convención por la que nos ponemos de acuerdo en dar un sentido a ese apagón o encendido. La presencia de la luz podría equivaler --si así lo admitimos-- a paz y la oscuridad a peligro. Para que este mensaje elemental sea entendido, dicha convención o arreglo entre emisor y receptor debe ser conocida por ambos. Es necesario, pues, que exista un código común entre uno y otro.

Intentar determinar el sentido que tienen, a su vez, los conceptos empleados es una empresa difícil, sujeta a errores y notables, e incluso increíbles diferencias entre los tratadistas del tema. El término código, por ejemplo, puede ser entendido de manera muy variada. Umberto Eco, por ejemplo, en su libro La struttura assente, afirma que código es:

"a) el sistema de las unidades significantes y sus reglas de combinación; b) el sistema de los sistemas semánticos y de las reglas de combinación semántica de las distintas unidades; c) el sistema de sus aparejamientos posibles y las reglas de transformación del uno al otro." (32)

El código puede entenderse, pues, como la introducción de un cierto orden para facilitar la comunicación. En mensajes muy elementales y sencillos --como el que he descrito-- el código es, asimismo, elemental, y sus reglas muy sencillas. Cuando los mensajes se hacen más complejos y los sentidos evocados más amplios, nos trasladamos al "universo del sentido", en la misma obra de Umberto Eco.

El signo.

El código establece, pues, una cierta relación entre términos, mediante una convención entre los emisores y receptores del proceso comunicativo. La noción de signo remite, en última instancia, a una relación análoga entre otros dos términos, y el llamado signo lingüístico, tal como lo define Saussure, entra en esta dimensión:

"El signo lingüístico no une una cosa y un nombre, sino un concepto y una imagen acústica (...) Llamamos signo a la combinación de ambos y proponemos denominarlos significado y significante, respectivamente." (33)

La unión entre significante y significado es arbitraria, pero se convierte en necesaria para el hablante, en la medida que es impuesto por la lengua. En la comunicación visual no

se dan signos arbitrarios, sino motivados, aunque esta motivación no esté muy clara en muchos casos. Este término ha sido propuesto por Pierce y Morris. Este autor cree que es igual, en algunos de sus aspectos, a lo que denota y, por consiguiente, la iconocidad es una cuestión de grado.

Eco matiza la definición propuesta por estos investigadores en el sentido de que:

"...los signos icónicos no poseen las propiedades del objeto representado sino que reproducen algunas condiciones de la percepción comun..."(34)

Vemos que puede darse la existencia de varios códigos, tanto perceptivos como de reconocimiento, cuando la complejidad del mensaje lo exige. El lenguaje es equivalente a un código o conjunto de códigos y se habla, en este sentido, de lenguaje oral o lenguaje escrito y, también, de lenguaje en general, como sistema de comunicación. Al margen de las diferencias entre los especialistas, parece claro que lenguaje es un concepto que se refiere a una comunicación en la que se utilizan signos complejos, donde no sólo se produce un significado unívoco, denotativo, sino polisémico, connotativo, con muchos significados secundarios asociados al sentido principal. Según autores como Levy-Strauss sólo podría hablarse de lenguaje cuando exista un sistema con doble articulación de elementos básicos.

El signo icónico.

Eco, recogiendo planteamientos de Luis Prieto, propone dis-

tinguir, en los signos icónicos, realidades menos complejas, como las figuras, signos y semas:

"Estamos en presencia de figuras, signos y semas, y en seguida nos daremos cuenta de que todos los presuntos signos visuales en realidad son semas, o enunciados icónicos." (35)

Un perfil de un caballo dibujado en línea continua, por ejemplo, ofrece signos que denotan la cabeza, el ojo, la cola, y cada uno de estos signos funciona dentro de estas unidades más complejas, denominadas semas por Prieto.

Estos temas son complejos y se prestan a discusión pormenorizada, pero no pretendo en estos momentos contribuir a poner de relieve lo que aún está confuso y necesita una aclaración posterior, sino a destacar lo que está suficientemente claro para ser utilizado en la comunicación visual.

Una de las diferencias básicas, fundamentales, entre los signos lingüísticos y los icónicos es que los primeros están elaborados por los hablantes y se transmiten a los que van aprendiendo la lengua, sin que puedan aportar más que variaciones individuales. Los signos icónicos no están hechos, en cambio, sino que deben ser contruidos y elaborados cada vez, con arreglo a la memoria y a la habilidad de los emisores, cuya destreza consiste, precisamente, en poseer dicha capacidad fabril.

La fuerza comunicativa de los signos icónicos reside en la expresividad de las imágenes concretas para establecer unas

unidades: gráficas --líneas, puntos, manchas, tonos, gama cromática-- que puedan evocar unos significados precisos en los receptores, de acuerdo con los códigos comunes con los emisores.

La noción de signo icónico es interesante y válida si no forzamos sus obvias limitaciones. Pretender encerrar toda la problemática de las imágenes en este otro concepto sería un gran error y sólo representaría el traslado del problema de una dimensión a otra, sin acabar de reconocerlo. En el complejo proceso de producción y recepción icónica hay fases esenciales, entre las que está la construcción material y el análisis significativo, girando este modelo acerca del primer concepto.

Canales artificiales.

Hemos hablado, hasta ahora, de comunicación visual directa, en presencia, a través de canales naturales, pero existen otras formas de comunicarse a distancia, en ausencia de uno de los elementos iniciales y terminales, mediante la ayuda de canales artificiales de naturaleza tecnológica, como el teléfono o la televisión.

El uso de canales artificiales va a traer consecuencias insospechadas, porque no sólo permitirán salvar las distancias y limitaciones espaciales de los canales naturales, instantáneamente, sino que ampliará la comunicación, de forma simultánea, a muchos miles de personas.

En el canal artificial es necesario cambiar la energía portadora de la información a otro tipo de energía que pueda ser conducida sin las limitaciones que hemos visto antes, ya sea eléctricamente, mediante cables, o en forma electromagnética, por ondas de radios, que pueden propagarse en todas direcciones, sin la limitación rectilínea de la luz, aun siendo de la misma naturaleza. Las señales que llegan al receptor han de ser reconvertidas, nuevamente, en manifestaciones capaces de estimular nuestros órganos sensoriales. Al comienzo y al final de la cadena comunicativa, aunque utilicemos canales artificiales, nos encontramos con la necesidad de usar los canales naturales, en un conjunto que vamos a denominar híbrido.

Estamos recibiendo, continuamente, un increíble exceso de información por todos o casi todos nuestros sensores, sin que se produzca saturación, porque la evitamos mediante procedimientos selectivos. Al contrario, la ausencia de datos sensoriales llamaría nuestra atención y provocaría una gran incomodidad y graves trastornos, como ocurre en el interior de una cámara anecótica, capaz de absorber todos los sonidos y crear un silencio que nos parece antinatural porque es completo.

Puede haber --lo veremos más adelante-- emisores pasivos e involuntarios, como los objetos de la naturaleza, pero también son fundamentales los que quieren construir y enviar mensajes de forma deliberada, usando su voz, su cuerpo. La producción de sonidos articulados o la elaboración de gestos --precisa interacción de cerebro y músculos-- son posibles mediante la actividad corporal, causa y fuente de la comunicación

directa.

OBJETOS COMUNICATIVOS

Una característica de la comunicación analizada hasta ahora es su magnitud temporal. Una vez terminada la transmisión del mensaje, éste ha dejado de existir y no puede volver a llegar a ningún receptor. Hemos producido sonidos o elaborado gestos que, una vez que han cesado, que han dejado de transmitirse, van a desaparecer. La energía que soportaba el mensaje se ha degradado.

Vamos a ver que el hombre, intentando superar, quizás, la limitación de la vida, ha procurado dejar una huella de sí mismo mediante la producción de mensajes que han quedado registrados, de una forma permanente, a lo largo del tiempo. Ya no era necesaria su presencia para comunicar, traspasando la frontera del tiempo y del espacio, pudiendo conectar, así, con otras culturas o con épocas posteriores. Haciendo accesible el mensaje, también, a una mayor audiencia, así como abriendo la posibilidad de nuevas formas de comunicación.

El hombre ha creado, a lo largo de su historia, innumerables objetos destinados a cumplir una función indirecta, en ausencia de emisor o receptor. El objeto se llena de significado, mediante uno o varios códigos, y va ocupando un espacio reservado, hasta entonces, a una relación humana. El hombre se va vaciando de contenido a medida que las cosas entran en su ámbito afectivo y comunicativo, aunque también le ayudan a superar innumerables obstáculos, insalvables en el intercambio

informativo directo.

Algunos de estos objetos son extraordinariamente simples, de acuerdo con nuestras normas de convivencia, como el papel. Nuestra civilización se asienta sobre miles de toneladas de papel y el hábito ha hecho que contemplemos el papel con una gran indiferencia, cuando no con un desprecio evidente. Pero el papel representa un paso adelante en la hominización de la Humanidad. El lápiz o el bolígrafo constituyen auténticas maravillas tecnológicas, aparatos aparentemente simples y, ya, imprescindibles para realizar mil tareas. La frecuencia de su uso los ha convertido en objetos sencillos e inofensivos, cuando son verdaderos milagros, resultado de grandes esfuerzos coordinados para conseguir liberar al ser humano de la tiranía del tiempo y del espacio inmediatos.

Jean Baudrillard ha sido un investigador que ha sabido ahondar en la importancia de los objetos en la vida cotidiana, tal y como la entendemos en nuestra época. Su Systeme des objects ofrece un análisis revelador de esta interacción entre sistema biológico y objetual,

"...tant que l'objet n'est libéré que dans sa fonction, l'homme réciproquement n'est libéré que comme usager de cet objet." (36)

OBJETOS ARTISTICOS

La imagen es, pienso, un objeto comunicativo basado en una

determinada construcción gráfica que permite la expresión, la manifestación de ideas, sentimientos y deseos.

Mi posición sobre estos aspectos la considero próxima a la de Jean Mitry, de cuya obra extraigo una larga cita:

"Un film es una cosa distinta de un sistema de signos y símbolos. Al menos, no se presenta como solamente esto. Un film es, ante todo, imágenes, e imágenes de algo. Es un sistema de imágenes que tiene por objeto describir, desarrollar, narrar un acontecimiento o una sucesión de acontecimientos cualesquiera. Pero estas imágenes, según la narración elegida, se organizan como un sistema de signos o de símbolos; se convierten en símbolos, o pueden convertirse en tales, por añadidura. No son únicamente signo, como las palabras, sino ante todo objeto, realidad concreta: un objeto que se carga, (o al que se carga) con una significación determinada. El cine se convierte en lenguaje en la medida en que, primero, es representación, y gracias a esta representación." (37)

Aunque Jean Mitry se refiere expresamente al cine, no creo que suponga ninguna violencia para su pensamiento ampliar las conclusiones al campo de la comunicación visual, incluyendo toda clase de imágenes, con las correspondientes restricciones en cuanto a la carencia de desarrollo temporal de algunas de las imágenes.

Estos objetos, a su vez, pueden ser artísticos o no artísticos, aunque trazar una frontera entre estas dos categorías es realmente difícil. Si se despoja al Arte de aspiraciones sobrehumanas, no hay inconveniente en aceptar que los objetos

cotidianos, además de servir de relación entre las personas, posean una significación estética.

El Arte, en última instancia, es una manera de expresar un sentimiento absoluto, presente en toda existencia humana, un sentimiento para no sentirse dominado por los datos del mundo sensible, a los que se opone un sustituto simbólico, que le permite nombrarlos o significarlos, pero a distancia.

Considero la dimensión estética de las imágenes como fundamental; queda fuera de este trabajo, sin embargo, porque no intento analizar la componente estética de la Fotografía, sino los procesos de comunicación mediante imágenes fotográficas.

TECNICA Y CIVILIZACION

El hombre ha procurado superar sus limitaciones desde los primeros momentos de su vida colectiva, con la ayuda de instrumentos sencillos.

El término "técnica" deriva de *τέχνη*, con el significado de "arte", "industria", "habilidad", que todavía se mantiene hoy. La simple mención de esta palabra despierta recelos sin fundamentos. Lewis Mumford ha tratado con rara agudeza estos temas en su obra capital, Técnica y civilización, en la que afirma, entre otras cosas:

"Detrás de todos los grandes inventos materiales del pasado siglo no había sólo un largo desarrollo de la técnica, había también un cambio de mentalidad (...) Para entender el papel desarro-

llado por la técnica en la civilización moderna se debe explorar con detalle el período preliminar de la preparación ideológica y social." (38)

La técnica o las técnicas equivalen para muchos a instrumentos antihumanos, verdaderas amenazas ocultas a la condición del hombre. Este viejo y ancestral temor --presente en las obras y actitudes de muchos investigadores-- no tiene la menor base científica y sólo revela una concepción inmovilista de la vida unida al miedo anacrónico a todo lo nuevo.

Los males procedentes de la técnica pueden ser ciertos, pero no imputables a las máquinas y avances tecnológicos, sino a quienes emplean inadecuadamente los instrumentos. La Técnica se está convirtiendo, cada vez más, en algo imprescindible para la existencia humana, pero no como algo vergonzante que se relega a un lugar secundario, después del uso. Los que así piensan olvidan el carácter profundamente creativo de los saberes técnicos y la espléndida belleza que nace de la adecuación entre diseño y función, en la mayor parte de los utensilios disponibles.

Se puede decir, por ejemplo, que Miguel Angel o Picasso empleaban determinadas técnicas, es decir, un conjunto de estrategias personales, coordinadas, para conseguir determinados efectos. La primera fase del proyecto creativo, la idea, se hace cuerpo por medio de artefactos técnicos, empleados de una determinada manera.

El equívoco está ya en las mismas denominaciones originarias. Los griegos distinguían el esfuerzo constructor de la inspira-

ción poética que lo dirigía y sostenía. El matiz sigue siendo efectivo en nuestras lenguas modernas, a condición de no forzar los significados, siempre que no separemos el impulso creador y constructor, implícito en el concepto de "técnica".

Una labor que es necesario realizar es la de separar la actividad tecnológica, cuyo fin es la producción y diseño de sistemas concretos, de las tareas técnicas específicas, es decir, de aquellas que, en nuestro caso, son las que nos permiten realizar imágenes. Tecnología y Técnica son términos parcialmente coincidentes, que unos autores emplean con sentido contrapuesto y otros con la misma significación. La Tecnología podría ser la dimensión investigadora y experimental del desarrollo en instrumentos y materiales, mientras la Técnica sería entendida como su proyección operativa. La Tecnología se asocia a la transformación de los sistemas técnicos ya existentes, y la Técnica se ocupa de emplear adecuadamente los instrumentos y materiales que ya tenemos para llegar a una máxima eficacia. La Técnica puede ser entendida, así, como la Teoría de los principios fundamentales en los que se basan las técnicas particulares.

El diseño de cámaras, objetivos, películas fotográficas, sería labor de la tecnología correspondiente, mientras que el uso adecuado de esos instrumentos y materiales para obtener resultado concretos, de acuerdo a unos objetivos, sería el resultado de la aplicación de técnicas concretas.

La influencia de estos dos conceptos en el modelo que me

propongo desarrollar es distinta. Los avances tecnológicos han determinado, en algunos momentos, un cambio, dando la posibilidad de poder construir nuevos tipos de imágenes. Entraría este análisis en el estudio del modelo diacrónico, que no pienso desarrollar. Las técnicas, en cambio, realizan una función en la construcción de cada imagen fotográfica; pero nunca van a ser consideradas en sí misma. Quiero subrayar, por tanto, la función que poseen, su misión constructora, subordinada siempre a una idea y a unos objetivos.

NOTAS AL CAPITULO I

- (1) BOCHENSKI, Los métodos actuales de pensamiento , ed. Rialp, Madrid, 1972, pág. 29
- (2) BUNGE, M., La investigación científica. Su estrategia y su filosofía , ed. Ariel, Barcelona, 1973, pág. 22
- (3) BLANCHET, E. La epistemología , ed. Oikos-Tau, Barcelona, 1973, pág. 58
- (4) Bunge, M., op. cit., págs. 46 y siguientes
- (5) Bunge, op. cit., pág. 749
- (6) BUNGE, M. Teoría y realidad , ed. Ariel, Barcelona, 1974, pág. 12
- (7) MALINVAUD, E. citado por FONTANA, J. La historia , ed. Salvat, Barcelona, 1975, pág. 130
- (8) BERTALANFFY, "Historia y situación de la teoría general de sistemas" en BERTALANFFY, ASHBY y otros, Tendencias en la teoría general de sistemas , Alianza Editorial, Madrid, 1978, pág. 28
- (9) ASHBY, "Sistemas y sus medidas de información", en Bertalanffy, Ashby, op. cit., pág. 95
- (10) KLIR, George J., "Teoría polifónica de sistemas", en Bertalanffy, Ashby y otros, op. cit., pág. 16
- (11) ORCHARD, Robert A., "Sobre un enfoque de la teoría general de sistemas", en Bertalanffy, Ashby y otros, op. cit., pág. 238
- (12) BERTALANFFY, Ludwig von, Teoría general de los sistemas , ed. Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1976, pág. 98
- (13) Bertalanffy, op. cit., pág. 39
- (14) Bertalanffy, op. cit., pág. 146
- (15) Bertalanffy, op. cit., pág. 46
- (16) Bertalanffy, op. cit., pág. 203
- (17) Bertalanffy, op. cit., pág. 226
- (18) Bertalanffy, op. cit., pág. 227
- (19) MESAROVIC, M.D. y MACKO, D., "Fundamentos de una teoría científica de los sistemas jerárquicos", en WHITE, WILSON y WILSON, Las estructuras jerárquicas, ed. Alianza, Madrid, 1973, pág. 48
- (20) Ibidem

- (21) Estas cinco características están recogidas de Mesarovic y Macko, op. cit., págs. 51 y ss.
- (22) Mesarovic y Macko, op. cit., pág. 54
- (23) BUNGE, M., "La metafísica, epistemología y metodología de los niveles", en White, Wilson y Wilson, op. cit., pág. 36
- (24) Mesarovic y Macko, op. cit., pág. 53
- (25) GRENIIEWSKI, Henryk, Cibernética sin matemáticas, ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1965, pág. 36
- (26) Greniewski, op. cit., pág. 41
- (27) Greniewski, op. cit., pág. 47
- (28) BARTHES, Roland, La cámara lúcida, ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1982, pág. 115
- (29) MOLES, Abraham, La communication et les mass media, ed. Les dictionnaires Marabout Université, Paris, 1973, pág. 120
- (30) Moles, op. cit., págs. 120 y ss.
- (31) Moles, op. cit., pág. 139
- (32) ECO, Umberto, La estructura ausente, ed. Lumen, Barcelona, 1978, pág. 141
- (33) SAUSSURE, Ferdinand de, Curso de lingüística general, ed. Losada, Buenos Aires, 1945, pág. 27
- (34) Eco, op. cit., pág. 222
- (35) Eco., op. cit., pág. 260
- (36) BAUDRILLARD, J., Système des objects, ed. Maspéro, Paris, 1970, pág. 17
- (37) MITRY, J. Estética y psicología del cine, ed. Siblo XXI, Madrid, 1978, volumen 1, pág. 52
- (38) MUNFORD, Lewis, Técnica y civilización, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1971, pág. 79

CAPITULO II

INTRODUCCION

El desarrollo del modelo se realiza a lo largo de una serie de niveles. Cada nivel recoge el resultado del desarrollo de cada actividad del nivel anterior en un conjunto de subactividades. Cada subactividad aporta una información más concreta y acotada de la actividad de la que procede.

Este crecimiento del modelo, como explico en el capítulo anterior, es factible gracias a una serie de fenómenos subyacentes a cada nivel. El primer nivel, por ejemplo, muestra un modelo de la comunicación visual en su forma más elemental. Esta comunicación es posible por medio de la luz, que conecta la realidad y el ojo, y cuyo estudio se hará, también, en este capítulo.

La estructura de cada capítulo destinado al modelo será, pues, constante. Por un lado los fenómenos que fundamentan cada nivel, ya sean físicos, perceptivos o técnicos. Por otro lado, el conjunto de subactividades que constituyen el nuevo nivel. De aquí que el modelo no lo forme el nivel de orden más alto, sino la familia de niveles.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Considero, en primer lugar, todos los elementos y sus relaciones como un todo, sin partes distinguibles. El sentido general está asociado a aquello que es necesario para que pueda establecerse la finalidad del sistema. El resto del universo, por tanto, no pertenecerá a él. Un primer problema es saber si

este sistema tiene conexión con el resto del universo, es decir, con todo lo que está fuera de mi campo de estudio. Si no existieran tales conexiones o, dicho de otro modo, si no existiera relación con el exterior, estaríamos ante un sistema absolutamente aislado, el cual, según Greniewski:

"por de pronto no tiene pertinencia inmediata la cuestión de saber si tales sistemas existen realmente." (1)

Considero incluidos dentro del sistema que estudio todos los elementos necesarios para cubrir su finalidad y, por tanto, es claro que, al margen de estos, existen otros elementos del universo. El sistema no estará absolutamente aislado dado que, según el mismo Greniewski:

"Por sistemas relativamente aislados entendemos aquellos sistemas, y sólo aquellos sistemas, que tienen las dos características siguientes:
1) que reciben influencia del resto del universo, pero sólo a través de ciertas vías específicas llamadas entradas y
2) que ejercen influencia sobre el resto del universo, pero sólo a través de ciertas vías específicas denominadas salidas." (2)

Ya estamos en condiciones de plantear nuestro sistema, al nivel más elemental, de acuerdo con lo propuesto en la metodología de trabajo. Su descripción, en cada etapa, vendrá dada por las actividades que realiza, las entradas y salidas y los soportes adecuados, cuando sea necesario introducirlos. La actividad, en este nivel inicial, no es otra que la de "comunicar

mediante imágenes fotográficas". Este va a ser el punto de partida, aunque debo admitir que no es más que un caso particular de "comunicar visualmente" y ésta, a su vez, lo es de otra más genérica, "comunicar".

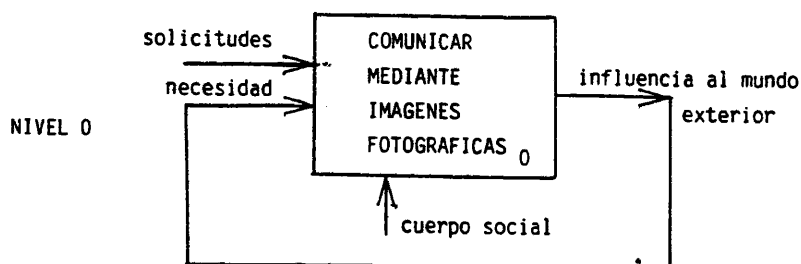
Voy a considerar dos entradas, muy generales, pero que determinan la unión con el mundo exterior. Por una parte las solicitudes planteadas desde fuera --aunque éstas pueden surgir desde el mismo interior del sistema--, como necesidades personales de los realizadores de imágenes. Por otra, lo que vamos a denominar influencia exterior, representada por todo el contexto social y cultural imperante en un grupo. Parece obvio colegir que, al ser posible establecer este tipo de análisis del sistema en distintas civilizaciones, serán también distintas las influencias que se ejerzan y, por tanto, el tipo de imágenes producidas. La salida del sistema la denomino "influencia al mundo exterior", no porque la salida vaya a modificarlo, sino porque describo así mejor la influencia posterior, dado que sí puede modificar no sólo al mundo exterior, de forma general, sino también a nuestro propio sistema, condicionando la entrada que llamo "influencia exterior". Se puede afirmar, en este caso, que el sistema está acoplado consigo mismo mediante retroalimentación, donde toda la salida --o parte de ella-- va a actuar, de nuevo, de entrada.

En este nivel, el más general y menos descriptivo de todos, voy a considerar como soporte al cuerpo social. El tema que trata es de comunicación entre hombres, exclusivamente, donde algunos, detectando las solicitudes externas y obedeciendo a sus

propios impulsos, serán los encargados de producir las imágenes, mientras que todos serán los destinatarios.

Es posible detectar el sentido temporal de este sistema observándolo durante un periodo suficientemente largo; se recogen así, también, los resultados de la retroalimentación. La Historia del Arte se ha encargado de esta función y evidencia una correlación entre las imágenes producidas y la situación histórica; otros grupos, en cambio, seguirán fabricando esas imágenes de acuerdo a moldes anteriores, quizás caducos, mientras que un grupo, normalmente minoritario, se encargará de manifestar, con sus atrevidas rupturas de moldes ya establecidos, las variaciones sociales más sensibles.

La representación del sistema en este nivel elemental, --que denomino 0--, sin ninguna clase de desarrollo, no es más que el planteamiento mismo del problema. Una primera indagación me va a permitir descomponerlo en tres actividades, subactividades, en definitiva, de la actividad más general reflejada en el nivel 0.



NIVEL 1

El punto de vista adoptado, la comunicación, nos lleva de forma inmediata a considerar tres actividades relacionadas, respectivamente, con el emisor del mensaje, con el receptor del mismo y la forma de hacerlo llegar de uno a otro. Insisto en el hecho de que el modelo que estamos desarrollando está basado en actividades; cada una de ellas será descrita, por tanto, por un verbo. Me aparto, así, de los modelos clásicos, donde no aparecen explícitamente recogidas las diferencias entre los distintos elementos que intervienen en un proceso de comunicación. En mi modelo, tanto el emisor como el receptor parecen perder importancia por aparecer como soportes de estas actividades; pero son éstas las que nos van a llevar a completar el modelo, según la metodología adoptada. Los soportes irán surgiendo según las actividades lo requieran y serán descritos en su momento.

El nivel 1 se obtiene del desglose del nivel 0 en las tres actividades siguientes:

- 1º) Generar
- 2º) Transmitir
- 3º) Recibir

En cada uno de los casos, lo que se genera, transmite y recibe puede ser un mensaje directo o sobre algún tipo de soporte; en este segundo caso, el soporte puede ser diverso y uno de ellos es el fotográfico.

El contenido de este nivel 1 es equivalente, como ya hemos

visto, al del nivel 0, en cuanto se refiere a entradas y salidas; pero las actividades descritas han aumentado. El conjunto nuevo sustituye a la actividad única que aparece en el nivel de partida. Al desglosar la caja única en tres hemos aumentado, sin embargo, la información que poseemos del sistema.

Los grados de descripción de éste, y cada una de las actividades se refieren a acciones progresivamente más concretas. Llega un momento en que cada paso --o subactividad-- resultante de desplegar uno anterior se convierte en específico para una forma determinada de comunicación y no sirve para otra. Se llega así, al continuar profundizando en el desarrollo del modelo, a acciones que sólo suceden en muy pocos casos, e, incluso, a describir acciones únicas e irreductibles.

Este tipo de análisis nos permite encontrar no sólo las formas invariantes de todos los procesos comunicativos, sino, además, las diferencias específicas entre las diversas comunicaciones, especialmente las icónicas. Dentro de ellas, haré el desglose, en su momento, correspondiente específicamente al sistema fotográfico, aunque el nivel en el que estamos, como ya hemos visto, es general para cualquier forma de comunicación.

Los niveles menos desarrollados nos hablan de los aspectos generales de cada proceso, mientras que los más avanzados y de nivel más alto atienden a casos muy particulares.

El nivel 1 constituye el caso más general de todos los posibles, que no puede ser trasladado a una forma más elemental.

Es, por consiguiente, el modelo invariante de la comunicación, capaz de recoger todas sus innumerables variaciones. Lo denomino modelo canónico de la comunicación, tomando el término canónico en su sentido matemático de general. Cuando justifiqué la adopción del punto de vista, contemplamos ya la génesis de este modelo y llegué a la conclusión de que es necesario generar y recibir información, con una fase de transmisión, cuando existe una separación física entre emisor y receptor.

SOPORTES

Al nivel de descripción que estamos voy a considerar como soporte de las actividades "generar información" y "recibir información" al hombre. Teniendo en cuenta el punto de vista que he adoptado, la comunicación, he de referirme al soporte de estas actividades en función de la relación que se va a establecer. Así, la actividad de "generar" la va a realizar el "emisor" mientras que la de "recibir" la ejecuta el "receptor".

La relación que se establece es la comunicación. Para comunicar no es necesaria una respuesta del receptor, que confirme la recepción del mensaje, el simple hecho de que se haya recibido es suficiente para cerrar la cadena. La comunicación en otro sentido supone repetir el mismo esquema, pero con el intercambio de papeles: el receptor se convierte en emisor y viceversa.

El sentido que posee la realimentación o "feed-back" es la influencia del receptor sobre el emisor. No es necesaria

que ésta se realice de forma directa, como comunicación en los dos sentidos --por ejemplo, a través de un diálogo--, sino que esta influencia puede ser indirecta; así, la escasa asistencia a un espectáculo teatral indica, en general, la reacción del público. La sociedad, por otra parte, ante la dificultad de establecer esta comunicación de doble vía para atender a los casos que más nos pueden interesar, se ha procurado herramientas adecuadas, como la crítica, difundida a través de los medios de comunicación social.

Las imágenes que nos envía la naturaleza constituyen una buena muestra de comunicación en un solo sentido y, a partir de este caso, podemos construir una clasificación, basándonos en algunos aspectos del emisor (E) y del receptor (R). En primer lugar, su naturaleza, animada o inanimada; estos dos valores que pueden adoptar la naturaleza los represento por A y \bar{A} , respectivamente, por ser, mutuamente, el uno la negación del otro. En segundo lugar, la actitud de comunicar, tanto de emisor como de receptor, que puede tomar los valores de voluntaria e involuntaria, que represento por V y \bar{V} .

De este planteamiento se derivan tres tipos distintos de emisores:

- E1: emisor no animado y, por tanto, involuntario, $E(\bar{A}, \bar{V})$.
- E2: emisor animado, pero involuntario, $E(A, \bar{V})$.
- E3: emisor animado y voluntario, $E(A, V)$.

La cuarta posibilidad combinatoria sería E4: $E(\bar{A}, V)$, es decir, emisor no animado pero voluntario, que contradice la condición si $\bar{A} \rightarrow \bar{V}$, dado que el si el emisor no es animado

no puede tener voluntad de comunicar.

Vamos a considerar que los receptores son seres vivos; dejamos de lado, por tanto, la relación informativa con las máquinas. Las posibilidades quedan reducidas a dos:

R1: receptor animado e involuntario, $R(A, \bar{V})$.

R2: receptor animado y voluntario, $R(A, V)$

En la tabla adjunta se encuentran, numeradas, las interrelaciones E-R, que son desarrolladas a continuación y evaluadas desde el punto de vista del receptor:

	R1(A,V)	R2(A,V)
$\bar{E}_1(A, \bar{V})$	1	4
$\bar{E}_2(A, \bar{V})$	2	5
$\bar{E}_3(A, \bar{V})$	3	6

1. Emisor inanimado y, por tanto, involuntario; receptor involuntario: percepción del entorno cotidiano social.

2. Emisor animado, pero involuntario; receptor también involuntario: percepción del entorno cotidiano social.

3. Emisor animado y voluntario, con receptor involuntario: puede ser el resultado de la actitud del predicador o del exhibicionista, por poner dos casos anecdóticos; pero es, también, la comunicación indirecta que se establece a través de la publicidad o de la moda.

4. Emisor inanimado y receptor voluntario: podemos englobar en este apartado la contemplación de la naturaleza y del

mundo objetual, así como la actitud analítica del físico, químico, biólogo, etc.

5. Emisor involuntario y receptor voluntario: actitud de contemplación y estudio del mundo animado; corresponde al comportamiento, entre otros, de los sociólogos, antropólogos, etólogos, zólogos, psicólogos, etc.

6. Emisor y receptor animados y voluntarios: es la comunicación intencional, buscada y obtenida mediante charlas, relaciones amorosas, contemplación de películas, visitas a museos. Exige una puesta en común, un acuerdo previo entre emisor y receptor.

De todas estas posibles formas comunicativas me interesan para este trabajo éstas últimas. Dentro de ellas podemos hacer nuevas distinciones que nos aproximen, de una forma natural, a nuestro objeto de estudio.

TRANSMITIR INFORMACION

La función que cumple esta actividad es la unión entre emisor y receptor. Cuando se establece la comunicación todo parece transcurrir de forma tan natural que su función puede pasar desapercibida. Voy a analizar la actividad bajo diversos ángulos que nos va a permitir llegar a importantes conclusiones.

El aspecto fundamental, en primer lugar, es que posibilita la interrelación entre los actores de la comunicación, emisor y receptor. Entiendo por comunicar algo tan simple, quizás, como preguntar la hora a alguien. La indiferencia o el

interés, el afecto, la ira, las emociones, en general, van a ocultar el hecho fundamental de que la comunicación se ha establecido. Contemplar la realidad, un objeto, una imagen cualquiera, son actos cotidianos de los que no tenemos noción consciente más que cuando nuestro acto se convierte en fallido por alguna razón. Una dificultad surgida, de pronto, en la visión o la audición actúa como alarma y somos conscientes de que algo falla en la transmisión. Esta toma de consciencia puede traspasar lo personal, como evidencia la inquietud colectiva que sigue a un corte en el suministro de energía eléctrica durante las primeras horas de la noche.

La transmisión del mensaje va a posibilitar, así, la puesta en común de emisor y receptor. Parece desprenderse de esto la necesidad de la presencia de ambos. Ya vimos que no era necesario, puesto que los canales artificiales, como el teléfono, la radio, la televisión, han reforzado las capacidades de los canales naturales. Han posibilitado, incluso, la difusión del mensaje a grandes colectividades.

La comunicación personal, aislada o en grupo, como tertulias, conferencias, actuaciones, participa de una característica común con aquella que requiere la ayuda de canales artificiales. El mensaje, desde que se genera, se está transmitiendo. Esto exige que el receptor esté preparado. La recepción dura, igualmente, lo mismo que la generación del mensaje. Puede existir, de todas formas, un cierto desfase entre el comienzo de ambas actividades, propio de la actividad de transmisión. La velocidad de transmisión dependerá del soporte energético del

mensaje, como el sonido o la luz, por ejemplo; la distancia a recorrer determinarán el tiempo de desfase. En condiciones normales estos tiempos son despreciables respecto al tiempo de respuesta del receptor y no afectan, por tanto, a la comunicación.

Observamos, en consecuencia, que las características de la transmisión exigen la simultaneidad de emisión y recepción; este condicionante permite clasificar la comunicación en dos grandes grupos. Pero hay que observar, antes, que esta simultaneidad no es casual. La puesta en común exige una cita, con indicación espacial y temporal de lugar y hora. La comunicación colectiva, como un espectáculo, una representación escénica, va precedida de anuncios, creándose un auténtico ritual.

Las otras formas de comunicación a las que aludía antes, no sólo no exigen la simultaneidad de emisión y recepción, sino que imponen un desfase entre ambas actividades. El mensaje debe estar creado previamente para que pueda transmitirse, lo que supone un tiempo de generación que no tiene que ser igual al de recepción y que, en general, suele ser mayor.

Parece obvio no insistir en que me refiero a la comunicación que se realiza mediante un registro previo de la información. El dibujo, la talla, la fotografía, el cine, son ejemplos de esta forma de comunicación. La exigencia previa es la producción de la imagen antes de poder ser transmitida. Volviendo a la actividad de "recibir la información", de nuevo, puedo desglosar estas formas de comunicación en dos apartados,

en función del tiempo de duración de las actividades de transmisión y recepción.

Quiero subrayar que los tiempos de producción son independientes, en estas formas de comunicación, de los de transmisión y recepción. Un grupo viene determinado por la igualdad de ambos tiempos: la recepción dura lo mismo que la transmisión. En este caso se encuentran el cine, el diaporama, el video, entre otros. Un ejemplo más claro, quizás, es el de un programa sonoro. El sonido tiene una sola magnitud, la temporal; en ella se desarrolla el programa sonoro. En todos estos ejemplos la fase de transmisión tiene lugar después que la de producción y no simultáneamente; pero, siempre, el tiempo de duración de la transmisión depende del emisor. Cada película tiene una duración determinada que no podemos cambiar; podremos ausentarnos de la proyección o interrumpirla, pero no modificar este factor temporal. Podría pensarse, quizás, que el tiempo de estos medios de expresión podría venir condicionado, limitado, por la necesidad impuesta por la banda sonora, que, como hemos visto, se despliega necesariamente en el tiempo. La época del cine mudo viene a demostrarnos que la duración de estos espectáculos era independiente del sonido, que, en todo caso, aparece como un complemento, sin estar previamente grabado; durante la proyección el músico (normalmente un pianista) ejecutaba melodías, adecuadas al tema.

Dentro de este mismo bloque, donde el mensaje se produce antes de transmitirlo, se encuentran otras formas de producir imágenes cuyo resultado podrá ser contemplado todo el tiempo

que se desee; la pintura, el dibujo, la escultura y, también, la fotografía, se encuentran en él. De nuevo el tiempo de producción es independiente del tiempo de transmisión y, además, es el receptor el que impone el tiempo de contemplación, que se convierte así, en características destacadas de este grupo de imágenes.

No intento hacer una clasificación exhaustiva de los medios de comunicación como pudiera parecer a primera vista. Dicha clasificación tendría que ser completa para que, dada cualquier forma de comunicación, podamos afirmar que pertenece a una clase de equivalencia determinada. Es evidente que estamos dejando de lado algunas formas de comunicación y, además, obviando aquellas que comparten características de varios grupos y que determinarían, para obtener una verdadera clasificación, la división en subclases. Esto es así porque, dado un elemento, sólo puede pertenecer a una clase y no a varias simultáneamente. Pretendo, en cambio, encontrar el marco (aunque general, suficientemente estrecho) para ubicar, adecuadamente, a la Fotografía. No he dado suficientes datos, sin embargo, para clasificar un móvil, por ejemplo; un cartel o una historieta gráfica.

Cada actividad tiene, por tanto, un tiempo asociado: tiempo de producción, de transmisión y de recepción. En una comunicación directa, en presencia, como la verbal, la señal se va transmitiendo conforme se va produciendo; una vez que la señal ha recorrido la distancia que separa emisor de receptor, comienza el tiempo de recepción, idéntico al de producción,

con un desfase entre ellos proporcional a la distancia a recorrer.

Cuando la comunicación se produce por un registro previo de la información, como es el caso de las imágenes, el tiempo de producción es anterior al de transmisión; puede ocurrir, a su vez, que el tiempo de transmisión condicione el tiempo de recepción, determinando su duración, o que el tiempo de recepción sea independiente y lo controle el receptor del mensaje.

SISTEMAS DE CREACION DE IMAGENES

En el intento de encontrar el marco, cada vez más acotado, donde se enclava la Fotografía, con las herramientas propias de este primer nivel (es decir, el modelo canónico de la comunicación), se han deslindado algunas de las características propias de este sistema. El último argumento manejado, el temporal, nos ha dejado, aún, un grupo bastante complejo y rico de imágenes, hasta ahora caracterizado por propiedades comunes.

Este grupo de imágenes tienen la característica común de ser artificiales, construidas por el hombre, separándolas, así, de las imágenes naturales, ya sean éstas de origen físico o mental.

En todos los objetos visuales creados para comunicar encontramos, como una constante básica, soportes que contienen la información icónica. La imagen se construye mediante otro

elemento, al que llamo formante, que se relaciona con el soporte. En un ejemplo muy sencillo, como el papel escrito, el formante sería la tinta del bolígrafo o la pluma y el papel el soporte. La diferente capacidad de los dos elementos, tinta y papel, para reflejar la luz, permite que, por contraste, podamos ver las formas dejadas sobre el papel.

Las diversas maneras de relacionarse estos elementos me ha permitido clasificar las imágenes en tres grandes grupos según su forma de creación:

1. Por adición, cuando el formante es añadido al soporte.
2. Por modelación, coincidiendo el formante con el soporte.
3. Por transformación, variando la estructura interna del formante que está contenido ya en el soporte.

Sistema de adición.

La primera categoría incluye aquellos productos elaborados mediante la adición de grafito, tinta o pigmentos coloreados, al soporte mediante una interacción duradera, sin la cual desaparecerían. El efecto icónico, la aparición de las formas gráficas, se produce por interacción entre ambos elementos.

Sistema de modelado.

La segunda clase comprende imágenes extraídas de un soporte dado, gracias a la ayuda de instrumentos que permiten eliminar parte de la materia sobrante, como sucede a la escultura esculpida con cincel o gubia. Idéntico es el planteamiento

si hablamos de modelado, donde se va a producir una acumulación de materia para crear la imagen. Lo importante es resaltar, en cualquiera de los casos, la coincidencia de la naturaleza del soporte y del formante. La forma estará en el mismo soporte, piedra o barro, en todas las imágenes de este grupo.

Sistema de transformación.

La tercera categoría se produce, como hemos visto, por transformación del formante, incorporado a la misma sustancia del soporte, y el ejemplo más claro es la emulsión fotográfica o la cinta magnética, que pueden ser alteradas por la acción : de fotones --sobre los haluros de plata depositados en la suspensión orgánica, impropriamente conocida como emulsión-- o por campos magnéticos que influyen en la orientación de partículas metálicas.

Entre estas clases caben estratos intermedios o híbridos, puesto que los grabados en madera, por citar un caso muy claro, participan de la modelación --al exigir estrías en la tabla-- y también de la adición, ya que es necesario agregar la tinta para hacer visible el diseño sobre papel, al estampar.

LOS INSTRUMENTOS

Una consecuencia inmediata de esta clasificación es la necesidad de unos instrumentos adecuados a la naturaleza del soporte y del formante que nos permita manejarlos para construir imágenes. Podríamos establecer una clasificación de los instrumentos, según sirvan para la adición, modelación o trans-

formación. El pincel sería un instrumento típico de la primera clase, y el cincel de la segunda, mientras la cámara fotográfica entra de lleno en la categoría de las imágenes producidas por transformación.

La realización de imágenes no es automática ni mecánica, puesto que exige conocer numerosas técnicas que deben ser aprendidas, y que no son más que estrategias complejas que permiten relacionar instrumentos y materiales --formantes y soportes-- si se quiere obtener la calidad exigida y los resultados concretos del proyecto. Se trata, en definitiva, de conocer la respuesta de los materiales y el uso de los instrumentos para obtener cada uno de los posibles resultados, constituyendo en su conjunto los procedimientos de trabajo asociados a cada uno de los distintos sistemas de producción de imágenes.

LOS FUNDAMENTOS FISICOS DE LA COMUNICACION VISUAL

La comunicación visual sólo es posible a través de la luz. Las imágenes artificiales necesitan de la luz en cualquiera de las fases de este modelo comunicativo, incluida la actividad de creación. La Fotografía necesita la luz, además, para registrar la misma imagen sobre los materiales. La acción del fotógrafo es, en definitiva, la de seleccionar, disponer, ordenar, filtrar, controlar la luz. Es mi intención, ahora, encontrar aquellas características de la luz --y sólo aquellas-- que permitan la comunicación visual y su aplicación a la Fotografía, como un caso particular.

Breve historia acerca de la naturaleza de la luz.

La comunicación visual se establece por la interacción de la luz y el ojo. Esta afirmación (tan simple, aunque quizás no tan evidente), es el resumen de milenios de meditación. La idea de cómo se produce la visión ha cambiado a lo largo de la historia, y no siempre en el sentido de aproximación a la explicación actual. Estos vaivenes han sido agrupados por Gerritsen con un criterio de calidad de las teorías, en vez de cronológico, en cuatro corrientes fundamentales:

1. Ningún fenómeno físico interviene entre el ojo y el objeto.
2. Existe una radiación desde el ojo al objeto.
3. La vista es una interacción entre los 'simulacros' emitidos por el objeto y el 'fuego' emitido por el ojo, para ver.
4. Los objetos que percibimos emiten 'radiaciones' a las cuales nuestros ojos son sensibles." (3)

El primer grupo recoge ideas muy distintas; entre ellas las de Grosseteste (s. XIII) el cual considera que la luz está identificada con Dios, de donde proviene la visibilidad en forma de radiación potente. Pero también se enmarcan en este apartado teorías como la de los neoplatónicos (s. III). Estos afirman que nada ayuda o se interpone entre el objeto y el ojo, sino que vemos mediante una facultad psíquica que permite acceder al objeto en sí mismo.

En nuestros días casi todas las personas conocen la existencia de la luz y su papel en la visión. Existe una tendencia, en mi opinión, a considerar las teorías neoplatónicas como ciertas, inconscientemente, por esa naturalidad y simplicidad con la que contemplamos la realidad, porque la luz no se ve mientras se propaga. Esto es así porque el ojo sólo se excita con la luz que llega a él y, por tanto, todos los demás rayos luminosos que pasan en cualquier otra dirección no pueden activarle.

Una idea que imperó durante mucho tiempo fue la de que era posible ver merced a unos rayos que salían del ojo y podían explorar la realidad. Con distintas variantes la defienden desde los pitagóricos (s. VI a.d.C.) hasta Theon de Alejandría (s. V), pasando por Euclides y Ptolomeo.

"La propagación rectilínea de la luz era conocida, como lo era la ley de la reflexión enunciada por Euclides (300 a.d.C.) en su libro Catóptrica." (4)

Los conocimientos de Euclides, como Hecht y Zajac comentan,

llegan incluso al fenómeno de la refracción, observado en el cambio aparente de la dirección seguida por un palo al introducirlo en el agua. La ley de la reflexión se debe, de hecho, a Herón de Alejandría, el cual, según Mueller y Rudolph,

"Experimentando con espejos, observó que todo rayo de luz dirigido en ángulo hacia un espejo, rebota siguiendo el mismo ángulo. Su observación dió como resultado la siguiente regla: el ángulo de incidencia y el de reflexión son siempre iguales." (5)

La caída del Imperio Romano es, como se sabe, el comienzo de una época de crisis en el campo científico, en toda Europa. El avance del Islamn por toda el área mediterránea lleva aparejado, en cambio, la recogida y atesoramiento de todos los conocimientos anteriores. El campo de la óptica se desarrolla especialmente gracias a Al-hazen (s. XI), el cual no sólo estudia las leyes de la reflexión, sino que hace una descripción detallada del ojo. Pero su contribución fundamental para dilucidar la naturaleza del proceso de la visión están en los argumentos que emitió para probar que la luz es una radiación que va hacia el ojo y no es proyectada por él.

Los trabajos de Al-hazan son posteriormente traducidos al latín en el siglo XIII y, como comentan Hecht y Zajac,

"...tuvieron un gran efecto en los escritos de Grosseteste (1175-1253), obispo de Lincoln, y en el matemático polaco Vitello (o Witelo) quienes influyeron en la reiniciación del estudio de la óptica. Sus trabajos fueron conocidos por el franciscano Roger Bacon (1215-1294) quien es considerado por

muchos como el primer científico en el sentido moderno." (6)

A partir de este momento comienza un lento resurgir de la ciencia en Europa y, por ende, abundan los estudios de la luz y las ópticas. En el siglo XV Leonardo da Vinci describe la cámara oscura que populariza Giovanni Battista della Porta, en el siglo XVI, junto a sus trabajos sobre lentes y espejos en Magia naturalis. A partir del siglo XVII comienza una actividad mucho mayor y, dentro de este campo, encontramos nombres tan importantes como Galileo Galilei que, conociendo la existencia de la patente de un telescopio refractor, se construye uno con sus propias manos y descubre con él las lunas de Júpiter, los anillos de Saturno y el movimiento de las manchas del Sol; Kepler, que descubre la reflexión total y publica su Dioptrice; Snell, que abre las puertas de la óptica moderna al establecer la ley de la refracción; Descartes, que enuncia la misma ley en la forma que actualmente se usa; Fermat, con su principio de tiempo mínimo, afirma que la luz no sigue el camino más corto, sino el que menos tiempo tarda en recorrer.

Quiero resaltar la importancia del descubrimiento del matemático holandés Willebrord Snell, en 1621. Según Hecht y Zajac:

"La refracción fue estudiada por Cleomedes (50 d.C.) y más tarde por Claudio Tolomeo (130 d.C.) de Alejandría, quién tabuló medidas muy precisas de los ángulos de incidencia y refracción para varios medios." (7)

Este fenómeno era conocido y usado, principalmente, para obtener fuego a partir de bolas y trozos de vidrio. Se desconocía, en cambio, las leyes de comportamiento de la luz al cambiar de medio. Mueller y Rudolph, refiriéndose a Snell, dicen:

"Tardó bastante tiempo para elaborar el principio, pues resultaba terriblemente contradictorio y escu-
rridizo, hasta que hizo otro descubrimiento: el ángulo de incidencia de la luz tenía algo que ver con el grado de refracción. Así, por ejemplo, si un rayo de luz hiere el agua verticalmente, no se desvía. Pero si la hiere ligeramente inclinado, se desvía un poco; cuanto mayor sea la inclinación, más grande será la desviación." (8)

Si bien Snell no llegó a descubrir la causa de este fenómeno, si estableció sus leyes, base para el diseño y la construcción de sistemas de lentes que, si bien ya existían, sólo se obtenían de forma empírica.

Fue en este siglo, también, cuando Robert Hooke propuso la idea de que la luz era un movimiento vibratorio rápido del medio, que se propagaba a gran velocidad. La importancia de esta propuesta se vio oscurecida por Newton, como ahora veremos, aunque, como dicen Hecht y Zajac:

"Además 'cada pulso o vibración del cuerpo luminoso generaba una esfera' - éste era el comienzo de la teoría ondulatoria." (9)

Contemporáneo de Hooke fue Isaac Newton; su influencia fue tan grande en el mundo científico que condicionó, en gran medida, el avance en los estudios sobre la naturaleza de la luz.

Analizó las dos teorías cuidadosamente, según Hecht y Zajac,

"Pero permaneció ambivalente por un gran tiempo acerca de la naturaleza real de la luz. ¿Era corpuscular, un flujo de partículas, como algunos sostenían? ¿O era la luz una onda en un medio que todo lo penetraba, el éter?." (10)

Algunas manifestaciones del fenómeno se explicaban mejor con la primera de las hipótesis, mientras que otras parecían satisfacer la naturaleza ondulatoria. Conforme envejecía se sintió más inclinado hacia la teoría corpuscular.

Mientras, en el continente, Huygens difundía la teoría ondulatoria; se apoyaba en ella para encontrar explicación a gran cantidad de comportamientos de la luz. Hecht y Zajac comentan que:

"Pudo deducir las leyes de la reflexión y la refracción, e incluso explicó la doble refracción de la calcita, usando su teoría ondulatoria." (11)

Las opiniones de Newton, sin embargo, infundían tanta confianza que las críticas a las ideas de Huygens no se hicieron esperar, algunas restándole mérito e importancia.

A comienzos del siglo XIX es Thomas Young, médico convertido en físico, el defensor, con fundamentos rigurosos, de la teoría ondulatoria. Diseñó un ingenioso experimento, que sólo podía tener sentido si la luz se propagaba como ondas. El éxito fue total y le permitió sentar el llamado "principio de interferencia". Según Hecht y Zajac:

"Young pudo explicar las franjas coloreadas de las películas delgadas y determinó las longitudes de onda de varios colores usando datos de Newton."(12)

El espectro de Newton se abatió sobre él, del brazo, nuevamente de sus impenitentes seguidores, más convencidos de la infalibilidad del genio que de la teoría corpuscular que propugnó. En Francia, casi simultáneamente, Fresnel defiende la teoría ondulatoria después de llegar a las mismas conclusiones que Young, sin conocer los trabajos de éste. Los dos hombres se aliarán y, con la ayuda de Arago, acometerán la resolución de algunas dificultades. La idea feliz parte de Young, el cual supone que la luz no es un movimiento ondulatorio longitudinal, semejante al del sonido, sino transversal, como el de las ondas de un estanque. Las perturbaciones ocurren, por tanto, perpendicularmente a la dirección de propagación.

La medida de la velocidad de la luz fue llevada a cabo por primera vez, gracias a Römer, un astrónomo danés, el cual observó que el tiempo empleado por una de las lunas de Jupiter en pasar por delante de él, dependía de la distancia entre la Tierra y éste planeta. Dedujo, así, un valor de 214.000 km/s. Hecht y Zajac describen, así, el experimento:

"Su aparato, que consistió en una rueda dentada giratoria y un espejo distante (8633 m.), se instaló en los suburbios de Paris, de Suresnes a Montmartre. Un pulso de luz salía de una abertura en la rueda, pegaba en el espejo y volvía."(13)

Mientras, Michael Faraday, el genial maestro de laboratorio,

encontró que la dirección de polarización de un haz luminoso podía cambiar bajo el efecto de un campo magnético: los dos fenómenos estaba interrelacionados.

James Clerk Maxwell sintetizó el conocimiento de la época, al postular unas ecuaciones matemáticas que establecían una naturaleza electromagnética para la luz, propagándose como onda transversal en el éter. A partir de estos supuestos teóricos, utilizando los valores conocidos de las propiedades eléctricas y magnéticas del medio, dedujo un valor para la velocidad de la luz que coincidía con las medidas experimentales. Hecht y Zajac afirman al respecto:

"La conclusión era inevitable: la luz era una 'perturbación electromagnética en forma de ondas' propagadas a través del éter." (14)

Todos los movimientos ondulatorios conocidos hasta entonces necesitaban de un soporte material para poder propagarse. De aquí surge la idea de la existencia del éter, el medio por el que se propaga la luz, pero que debe cumplir unos requisitos bastantes contradictorios. El éter, que lo llena todo, además de ser suficientemente tenue para permitir el paso de nuestro planeta, por ejemplo, debe tener una consistencia enorme que permita las oscilaciones luminosas de una frecuencia muy alta. Se consideraba el éter en reposo absoluto y la tierra se movía respecto a él. Pero algunas observaciones estaban en oposición. No existían diferencias detectables entre las medidas realizadas con luz procedente del exterior o procedente de la propia

tierra. Arago se encargó de comprobarlo experimentalmente y, de acuerdo con sus conclusiones, la Tierra parecía estar en reposo respecto al éter.

Basándose en unas ideas propuestas por Maxwell, Michelson pretendió medir las diferencias que debían existir en el tiempo de llegada de un rayo luminoso cuando la Tierra giraba en el sentido de acercarse a él o en sentido opuesto. Estas experiencias, realizadas primero en solitario y luego con la ayuda de Morley, no mostraron ninguna diferencia entre las dos medidas. La conclusión parecía obvia: el éter se desplazaba conjuntamente con la Tierra.

La contradicción de estos resultados sólo venía, insisto, de la creencia de que era necesario un soporte físico, como con cualquier otro movimiento ondulatorio, para permitir la propagación del fenómeno. El avance de la onda no es más, pues, que la perturbación del propio medio.

La crisis estaba planteada. Los defensores de la teoría ondulatoria, además de sus argumentos científicos, habían tenido que luchar contra el espectro de Newton. Pero la "aberración estelar" parecía contradecir estos planteamientos. Las llamadas "estrellas fijas" mostraban un movimiento aparente que no dependía de la posición de la Tierra en el espacio, como se había pensado, sino de la dirección del movimiento terrestre. Hecht y Zajac lo describen así:

"Una gota de lluvia, aunque viaje verticalmente con respecto a un observador en reposo en la tierra, aparentemente cambiará su ángulo de incidencia cuan-

do el observador está en movimiento. De este modo un modelo corpuscular de la luz podría explicar la aberración estelar muy fácilmente."(15)

Cambios importantes se van a producir durante el presente siglo, fundamentalmente gracias a Einstein, que fue capaz de conciliar datos procedentes de diversos campos de la Física. Gregory describe así, este momento:

"It seemed for a time that Newton's corpuscle theory of light was entirely wrong --that light is purely a series of waves radiating through a medium, the 'aether'-- but at the beginning of the present century it was dramatically shown that the wave theory does not explain all the phenomena of light."(16)

Es Poincaré, a comienzos de este siglo, el primero en plantearse la existencia del éter. En 1905 Albert Einstein expone su teoría especial de la relatividad, que demostraba cómo el éter no era necesario; postuló, además, según Hecht y Zajac, que:

"La luz se propaga en el espacio siempre con la velocidad 'c' la cual es independiente del estado de movimiento del cuerpo emisor." (17)

También a principios de siglos, Max Planck sienta las bases de lo que constituiría la mecánica cuántica. Basándose en estas ideas, Einstein propone una nueva forma de teoría corpuscular; según ella, la luz estaría formada por corpúsculos, llamados fotones, o paquetes de energía. Incluso establece una relación entre la energía y la masa. Las investigaciones posteriores demostraron que, efectivamente, las partícu-

las elementales pueden tener manifestaciones como materia y como ondas.

La luz se muestra, pués, bajo un doble aspecto, ondulatorio y corpuscular. En su propagación a través de cualquier medio se comporta como onda transversal; en su interacción con la materia, adquiere su aspecto corpuscular. En fotografía, por ejemplo, es posible recoger la luz que parte de un objeto y hacerla converger para formar una imagen, haciendo uso de la refracción, propia de su comportamiento ondulatorio; a su vez, cuando la luz actúa sobre la emulsión fotosensible es necesario, al parecer, un mínimo de cuatro fotones, para separar un átomo de plata de una molécula de haluro de este metal.

Pensar que se ha alcanzado la meta no es correcto. Se ha logrado un modelo que explica, por ahora, el comportamiento de la luz. Pero surgen nuevos conceptos y, consiguientemente, nuevas dudas. Hecht y Zajac se lo cuestionan de una manera hermosa:

"Realmente es muy poco lo que se ha logrado en tres mil años a pesar de que cada día se acelera más el paso. En efecto, es maravilloso observar que la pregunta ¿qué es la luz? continúa inmutable."(18)

Este recorrido histórico demasiado rápido sobre la luz nos revela la complejidad y dificultad en desentrañar los secretos de su naturaleza, objeto de estudio de los físicos. Pero existen otros aspectos que hacen de la luz una manifestación de la energía muy especial para todos los hombres.

Es cierto que, a través de nuestros órganos, somos capaces de detectar variaciones de velocidad; que corrientes eléctricas permiten el trasvase de información entre nuestros sentidos y el cerebro; que estamos sometidos, en mayor o menor medida, a una serie de fenómenos físicos. Pero ninguno de ellos supone para el hombre tanto como la visión de la realidad, fuente principal de información.

Más aún, la luz es imprescindible para la vida. Gregory dice:

"Almost every living thing is sensitive to light. Plants accept the energy of light, some moving to follow the sun almost as though flowers were eyes to see it. Animals make use of light, shadows, and images to avoid danger and to seek their prey." (19)

Los cambios estacionales, determinados, en suma, por la cantidad total de luz solar que cae sobre cada parte de nuestro planeta, condiciona la vida del hombre. El menor número de horas de luz, y con menor intensidad, determina, en parte, el carácter de sus habitantes. Pero, sobre todo, la influencia de la fotosíntesis, que hace posible la vida sobre este planeta, ha hecho que el hombre, desde siempre, asocie la luz con la vida.

Este sentido vital de la luz, tan profundo, aparece recogido en los textos sagrados de religiones diversas. Se equipara la divinidad a la luz y el aspecto dual de la ética humana se asocia a la luz y a la oscuridad, a las tinieblas. En el libro del Génesis se describe, así, la creación de la luz:

"Dijo Dios: 'Haya luz'; y hubo luz. Y vió Dios ser buena la luz, y la separó de las tinieblas; y a la luz llamó día, y a las tinieblas noche, y hubo tarde y mañana, día primero." (20)

Algunas características de la luz,

Los datos que tenemos, hasta ahora, de la luz, son su naturaleza ondulatoria transversal electromagnética, que puede propagarse sin la necesidad de un soporte material y que viaja a una velocidad límite, en el vacío, de 300.000 km/s. Según Moussa y Ponsonnet:

"Dans le vide, toutes ces radiations se propagent avec la même vitesse, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, qui est une constante universelle importante." (21)

La luz está constituida por una perturbación de un campo eléctrico y uno magnético, perpendiculares entre sí y perpendiculares, a su vez, a la dirección de propagación. Según Glafkidés:

"L'onde lumineuse est figurée, en chaque point de sa sphère d'émission, par deux vecteurs oscillants perpendiculaires, inscrits dans un plan lui-même perpendiculaire à la direction de propagation: l'un des vecteurs est électrique et l'autre magnétique." (22)

Su carácter transversal indica que, al avanzar estos campos eléctricos y magnéticos, van disminuyendo y aumentando simultáneamente y de forma senoidal, oscilando entre un valor máximo que puede alcanzar cada uno de ellos para ir disminuyendo hasta anularse y posteriormente incrementarse en sentido opuesto.

El valor máximo que puede alcanzar cada oscilación, o amplitud, indica la intensidad de la señal; es, por tanto, pro-

porcional a la energía transportada. Como la luz viaja a velocidad constante, estas oscilaciones se reproducen, siempre, después de avanzar una longitud fija. Esta distancia, a lo largo de la cual se reproduce el fenómeno completo --una oscilación de los campos electromagnéticos-- recibe el nombre de longitud de onda, y se representa por la letra griega λ .

Las ondas electromagnéticas, como es sabido, pueden encontrarse en la naturaleza, o generarse artificialmente, con valores de longitud de onda muy diversos. Las ondas de radar, de televisión, de radio, los rayos X, etc., son manifestaciones del mismo fenómeno. El ojo, nuestro órgano de la visión es sensible a estas radiaciones electromagnéticas siempre que la longitud de onda esté comprendida dentro de ciertos valores; según Moussa y Ponsonnet:

"Pour les radiations visibles, λ varie de $0,8 \mu\text{m}$ pour le rouge à $0,4$ pour le violet ($1 \mu\text{m} = 10^{-6}$ m.)."
(23)

El ojo no reacciona, en cambio, ante longitudes de onda mayores o menores. La luz es, por tanto, la portadora de toda la información visual procedente del mundo circundante.

La luz que llega hasta el ojo lleva, pues, la información como resultado de la modificación de las dos variables que acabamos de estudiar, la amplitud y la longitud de onda. La primera habla de la intensidad de la señal y la segunda produce la sensación de color.

El proceso, aunque lo veremos en detalle más tarde, ocu-

rrer de la forma siguiente. Existe, en primer lugar, una fuente de luz que envía sus radiaciones, de distintas longitudes de onda, hacia los objetos del entorno. Los objetos reaccionan, según su estructura química, absorbiendo ciertas longitudes de onda y rechazando las restantes. Estas ondas rechazadas --o, como decimos normalmente, reflejadas-- son las que acceden al ojo. Los objetos aportan información sobre ellos mismos a la luz, al substraerle al haz de luz original parte de su energía.

Me parece importante hacer una comparación, en este momento, con la generación de sonido. Cuando hablamos, cantamos o gritamos, estamos simultáneamente produciendo la energía sonora y modulándola; la visión, en cambio, tiene lugar cuando existe, previamente, una fuente de luz que, posteriormente, va a modularse. Al margen de estas diferencias, es obvio deducir que, para ver, es condición necesaria, aunque no suficiente, la existencia previa de un manantial luminoso.

Son imprescindibles, por tanto, estos dos elementos, una fuente de luz y el ojo, para establecer la unión visual con la realidad. Vamos a analizar por separado ambos elementos para, después, conocer como tiene lugar la toma de información de la realidad por la luz y cómo el ojo la identifica.

Generación de la luz.

La respuesta a este fenómeno está en la estructura íntima de la materia. El átomo, de forma sintética, podemos considerarlo dividido en núcleo y electrones. Mientras el núcleo ocupa

la parte central del sistema, los electrones están distribuidos en capas cada vez más lejanas del núcleo. Mediante el aporte de energía --por ejemplo, calorífica-- podemos hacer que los electrones pasen a ocupar posiciones orbitales que no son las suyas en estado estacionario. El científico francés Glafkidès lo ve así:

"Si, pour une cause quelconque, un électron 'saute' de l'orbite minimum à une orbite de rang supérieur, avec absorption d'une 'quantité finie' d'énergie, l'atome se trouve alors dans un état activé, analogue à celui d'un ressort tendu." (24)

Estos electrones tenderán, posteriormente, al estado de equilibrio, descendiendo a sus órbitas propias mediante el desprendimiento de energía que, en muchas ocasiones, es de tipo electromagnético. Cuando las longitudes de onda de estas radiaciones están comprendidas dentro de las del espectro visible, estamos ante un fenómeno de generación de luz. Y eso ocurre, según Glafkidès:

"Lorsque l'énergie libérée est suffisamment faible, l'émission lumineuse a lieu à proximité du spectre visible." (25)

Una de las formas tradicionales de proporcionar energía a esos electrones, ha sido la combustión; las velas y las antorchas han sido los instrumentos más usados para iluminar en tiempos aún no muy lejanos. La corriente eléctrica se convirtió en el generador insustituible, moderno, de luz, realizando un pro-

ceso similar: aportar energía. El aporte de energía se realiza, en general, mediante el movimiento de electrones a lo largo de un hilo conductor. La forma, genial, de evitar, en este caso, la combustión, consistió en aislar el filamento con una ampolla de vidrio, transparente para la luz y donde se había hecho previamente el vacío, para así eliminar el oxígeno. El suministro de energía, en cambio, estaba garantizado. El metal elegido para filamento fue wolframio. La producción de luz natural tiene lugar bajo el mismo principio, de retorno de los electrones excitados a su órbita de equilibrio. Además de la producción de la radiación electromagnética por incandescencia, como acabamos de ver, se puede generar luz, también, por luminiscencia; este término abarca cierto número de procesos emisores que se designan de acuerdo con el método de excitación (p. ej., electroluminiscencia, fotoluminiscencia).

El método más conocido de generación de luz por luminiscencia sea, posiblemente, el tubo de descarga. Dentro de una ampolla rellena de vapor se disponen dos electrodos; cuando se les aplica una diferencia de potencial un chorro de electrones viaja de uno a otro electrodo, excitando los electrones de los átomos que encuentran en su camino. Una aplicación de la lámpara de descarga al campo de la fotografía es el popular "flash".

La electroluminiscencia se produce cuando una corriente pasa a través de ciertos medios fosforescentes, o fósforos, y no tiene aplicación como fuente de iluminación industrial. La fotoluminiscencia, en cambio, según Arnolds,

"...es luz (o UV) emitida por materiales fosforosos excitados por radiación electromagnética de onda corta. Si la emisión luminosa cesa (en una fracción de segundo) cuando se suspende la excitación, el fenómeno se denomina fluorescencia; una emisión con una extinción luminosa muy lenta (minutos, o incluso días) recibe el nombre de fosforescencia." (26)

Aunque sean importantes algunas de las aplicaciones de este fenómeno, como son los rayos X, tubos catódicos, pantallas de televisión, etc., es fundamental, como manantial de iluminación --que es el tema que nos preocupa-- la fabricación de tubos fluorescentes.

Composición espectral.

Una característica común a todos los cuerpos es la de ser incandescentes. La radiación por incandescencia tiene lugar para todas las longitudes de onda. El ojo tiene sensaciones cromáticas diferentes según la longitud de onda del haz que le llega. La radiación incandescente, así, está formada por ondas que cubren todas las longitudes a las que el ojo es sensible.

La comprobación de Newton sigue siendo la más pedagógica. Descompuso la luz solar en todos los colores del espectro haciéndole atravesar un prisma (trozo de vidrio de caras no paralelas). Cuando la luz pasa de un medio, en el que se propaga, a otro más denso, su velocidad disminuye y el resultado es una desviación de la trayectoria del rayo que, aunque sigue propagándose rectilíneamente, se aleja de la superficie de sepa-

ración de los dos medios. Esta desviación depende, además de la densidad del vidrio, de la longitud de onda. El experimento de Newton puso en evidencia que la luz blanca, procedente del Sol, estaba, de hecho, formada por muchos otros colores. Según Mueller y Rudolph:

"Ya otros habían contemplado los bellos colores que se reflejaban en una pared cuando la luz del sol pasa por un prisma, pero habían supuesto que algo en la calidad del vidrio hacía cambiar las propiedades de la luz, dándole color. Newton dedujo simplemente, que el prisma se limitaba a fragmentar la luz en sus componentes (los colores del espectro), y demostró su punto de vista haciendo pasar éstos por otro prisma, que los reunió en un rayo de luz blanca." (27)

Newton describe hasta siete colores como resultado de su experimento. Gregory se cuestiona que este resultado fuera correcto y, curiosamente, por razones extracientíficas:

"One does not really see indigo as a separate colour, and orange is a bit doubtful. What happened is that Newton liked the number 7 and added the names orange and indigo to make the magic number!"(28)

La radiación incandescente, como hemos visto, está formada por muchas longitudes de onda, constituyendo un espectro continuo. Los tubos fluorescentes, en cambio, no emiten más que algunas de esas longitudes de onda; el espectro que ofrecen es discontinuo, con emisión sólo en algunas bandas estrechas del espectro visible.

Temperatura de color.

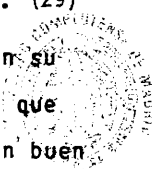
Hemos visto que la luz blanca que nos llega directamente del sol, al pasar por un prisma, está formada por muchos colores. Esa misma luz parece blanca a mediodía; pero tiene apariencia rojiza al atardecer. Si dirigimos la vista a las zonas de sombras de una escena nos parece azulada. En ella están presentes, siempre, todas las longitudes de onda del espectro, y lo que varía, en cada caso, es la intensidad de las distintas longitudes de onda.

Para observar cómo ocurre esto podemos calentar un trozo de hierro. Decíamos antes que todos los cuerpos pueden emitir radiaciones electromagnéticas por incandescencia. Es obvio que, a temperaturas normales, esto no ocurre; hemos de excitar previamente los electrones, mediante calentamientos por ejemplo, para producir la luz. Mientras se calienta nuestro trozo de hierro podremos observar que, alcanzada una cierta temperatura, empieza a emitir luz rojiza que, progresivamente, va variando de forma continua hacia el amarillo, blanco y, finalmente, azul.

La Física, para abordar este problema, se plantea otro modelo, el del cuerpo negro, que define Glaflkidès así:

"On appelle corps noir, tout corps capable d'absorber la totalité des radiations qu'il reçoit, et les transformer intégralement en chaleur." (29)

Es sabido que si un objeto está en equilibrio térmico con su ambiente, la cantidad de energía que emite es igual a la que absorbe. Se deduce, de esto, que un buen absorbente es un buen



emisor.

Un manatíal térmico ideal es aquel que emite toda la energía, sea en forma de ondas, visibles o no, o en forma calorífica, exclusivamente en función de la temperatura a la que se le somete. Recibe, por esto, el nombre de radiador total o completo, aunque, hasta no hace mucho, se le identificaba como "cuerpo negro". Estos conceptos abstractos son verdaderamente llevados a la práctica para poder medir la distribución espectral de la luz. Hecht y Zajac lo describen así:

"Generalmente, uno aproxima un cuerpo negro en el laboratorio por una cavidad hueca aislada (un horno) que contiene un agujero pequeño en una pared. La energía radiante que entra al agujero pequeño tiene poca oportunidad de reflejarse hacia afuera de nuevo de tal manera que la cavidad actúa como un absorbente casi perfecto. Por otro lado, si el horno se calienta puede servir como una fuente que emite energía a través del agujero." (30)

A partir de un manatíal térmico ideal, calentándolo, se miden las longitudes de onda emitidas y la intensidad de cada una de ellas, trazando las curvas correspondientes en función de la temperatura alcanzada.

La medida de la temperatura no se realiza tomando una escala relativa, como la centígrada; en su lugar se utiliza la escala absoluta o Kelvin, que Glafkidès describe así:

"La température absolue est celle mesurée à partir du zéro absolu situé à $-273,15$ °C; c'est-à-dire que $T=t+273,15$, t étant la température ordinaire, mesurée par rapport à la glace fondante."(31)

El concepto de grado Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) como unidad de medida en la escala absoluta ha quedado, también, modificado, al poder prescindirse de la dependencia de la capacidad de dilatación con la temperatura de un líquido o un gas determinado. Fue definido en la XIII Conferencia general de pesas y medidas, en octubre de 1967:

"Las teorías termodinámicas permiten definir una temperatura, la temperatura termodinámica, independiente de las propiedades de un cuerpo particular. La temperatura así definida es una magnitud mensurable, análogamente a las demás magnitudes físicas. Su unidad, el Kelvin, sirve tanto para expresar una temperatura (un grado de la escala) como para expresar una diferencia o un intervalo de temperaturas." (32)

Se utiliza, por tanto, el Kelvin, como unidad de medida y se representa por la letra K. Calentando progresivamente el radiador integral se observa que todas las longitudes de onda tiene la misma intensidad cuando se alcanza la temperatura de 5400 K. Cuando una fuente de luz, natural o artificial, emite luz blanca --es decir, todas las longitudes de onda del espectro visible con la misma intensidad--, se dice que tiene una temperatura de color de 5400 K. Esto no quiere decir que la fuente luminosa esté a esa temperatura, sino que la luz que emite tiene una distribución espectral equivalente a la del radiador integral cuando se calienta a ese nivel.

A cualquier temperatura, el radiador integral emite radiaciones de todas las longitudes de onda sensibles para el ojo, y varían solamente en la predominancia de unas con respecto

a otras, de un forma simple. Las ondas de longitudes más cortas son las que producen las sensaciones de azul; por la zona central del espectro se encuentran las verdes, mientras que el extremo de las longitudes más largas es ocupado por las radiaciones rojizas.

Una bombilla casera produce una luz, predominantemente, amarilla. Su temperatura de color es de unos 2600 K, aproximadamente. Esto es así porque el radiador integral, a esa temperatura, emite radiaciones azules con una cierta intensidad, que es mayor para las verdes y mayor aún para las rojas. Cuando se alcanzan los 5400 K se emiten con la misma intensidad todas las radiaciones. Cuando se supera esta temperatura, la distribución varía en el sentido de que son proporcionalmente más intensas las azules que las verdes, y éstas son, a su vez, más intensas que las rojas. La luz procedente de la bóveda celeste o de un cielo nublado puede enviarnos una luz de una temperatura de color o distribución espectral, oscilante entre los 12000 y 18000 K.

Cuando la luz es azulada, no sólo los tonos azules son más intensos que los verdes, sino que los rojos lo son menos. Cuando la luz es marillenta o rojiza, es decir, cuando la temperatura de color es menor que 5400 K, ocurre a la inversa. De hecho es como si ambos colores extremos, azul y rojo, se movieran en torno al verde. De aquí que los instrumentos para medir la temperatura de color se limiten a destacar, en general, la relación que existe entre azul y rojo, la cual indica la inclinación de la curva y, por tanto, la temperatura de color.

Un problema distinto es el que se aprecia en los tubos fluorescentes que, al no poseer un espectro continuo, no tienen temperatura de color, en sentido neto. Para cambiar la emisión espectral de estos tubos se recurre a modificaciones de la capa fluorescente que los recubre interiormente. Así se crean sensaciones de luz día o artificial según existan dominantes azules o rojas y se habla, entonces, de una temperatura de color equivalente.

Comportamiento de la luz cuando incide sobre los cuerpos.

Hemos visto cómo la luz, cuando se propaga a través de un medio homogéneo, lo hace de acuerdo a unos principios elementales: se desplaza rectilíneamente y a una velocidad constante que, de ser el medio el vacío, recibe el nombre de "c". Llegamos a la conclusión, igualmente, de que no es posible verla en su desplazamiento. Cuando incide sobre los objetos su comportamiento, en cambio, es distinto.

Puede ocurrir que el objeto, por su naturaleza molecular, no deje pasar la luz. Parte de la energía luminosa, en este caso, es absorbida por el objeto, mientras que otra parte es reemitida o reflejada al medio del que procedía. En este caso se habla de reflexión. Si el medio es tal que permite el paso de la luz a su través, parte de la energía, como antes, es absorbida, parte pasa y otra parte, por último, es reflejada. Se habla de transmisión para la parte de luz que ha pasado al nuevo medio.

En ambos casos, ya sea el cuerpo opaco o transparente a

la luz, se produce reflexión y absorción. La primera puede llegar a ser muy pequeña en el caso de la transmisión. Lo que es constante, en cambio, es la absorción. En cualquier caso siempre se va a producir una absorción; es decir, no existe ningún cuerpo capaz de reflejar o transmitir toda la luz que le llega. Este efecto va a ser tan importante en la visión que va a determinar el color y brillo que asociamos a cada objeto.

La reflexión.

Dada una fuente de luz y el ojo en condiciones de recibirla, vamos a ver los objetos gracias a este fenómeno. Según la naturaleza de las superficies la reflexión se puede efectuar de dos formas distintas. Según la primera, la reflexión se produce cuando el rayo incidente es devuelto al mismo medio con un ángulo idéntico al de incidencia sobre la superficie. Se habla de reflexión especular y depende del acabado de las superficies. La reflexión ocurre como si la luz pudiese estar compuesta de partículas y estas rebotasen como bolas perfectamente elásticas, siguiendo un comportamiento parecido al de las bolas de billar; estos factores fueron de gran importancia en la elaboración, por Newton, de la teoría corpuscular de la luz.

En las superficies rugosas el fenómeno es distinto. Aunque ateniéndose al mismo principio, el resultado es que el haz se difunde en todas las direcciones. La distribución de la luz puede variar en homogeneidad, entre todos los casos posibles, desde la reflexión perfectamente difusa a la especular. Las superficies no lisas son las que producen este tipo de refle-

xión; en el límite, una superficie rugosa está formada por múltiples superficies lisa, muy pequeñas, formando algún ángulo entre sí. En cada una de esas pequeñas superficies, la reflexión que se produce es especular; el resultado, en cambio, es una reflexión difusa.

La reflexión especular aporta poca información sobre los objetos. La mayor parte de la luz que incide es reflejada, y en una única dirección, privilegiada. A no ser que nuestro ojo se encuentre en esa dirección, no podrá interceptar esos rayos. Si recibimos esa luz, lo que se percibe, en general, es la forma de la fuente luminosa y poco o nada acerca del objeto que la refleja. Esta reflexión especular es, por otra parte, fácil de obviar variando la dirección de nuestra mirada respecto de la del rayo reflejado.

La reflexión difusa, por otra parte, permite que podamos evolucionar en torno a un punto cualquiera, iluminado, de una superficie, recibiendo cotinualmente, de él, luz reflejada. Es este tipo de fenómeno el que nos permite ver los objetos, desde cualquier posición que nos encontremos respecto de ellos, siempre que podamos trazar una línea recta que una nuestro ojo con el punto. El haz incidente, por otra parte, ha repartido su intensidad en las innumerables direcciones de los rayos reflejados, mientras que otra parte ha sido absorbida.

La psicofísica.

La luz como radiación electromagnética y, por tanto, como energía, es materia de estudio de la Física. Las distintas mag-

nitudes que intervienen son susceptibles de estudio teórico y experimental. Así lo hemos visto en el recorrido histórico acerca de su naturaleza. La luz es, también, la portadora de la información del mundo visual que nos rodea. El resultado de la acción de la luz sobre el ojo no puede ser evaluado mediante las mismas técnicas experimentales que utiliza la física, por la sencilla razón de que ningún instrumento puede sustituirlo.

Dos disciplinas completamente distintas, como la Física y la Psicología, se ponen en interacción para abordar esta problemática. La psicofísica da sus primeros pasos en el siglo XIX, de manos de Gustav Fechner que quería establecer la relación existente entre la variación del estímulo físico y la sensación visual producida. La idea original de Fechner, según Mueller y Rudolph, era la de establecer

"...métodos experimentales que permitieran estimar con exactitud una clara unidad de medida del comportamiento, esa 'diferencia apenas perceptible.'" (33)

La problemática fundamental de la psicofísica estriba en la naturaleza del receptor que, de ser un instrumento capaz de dar medidas objetivas en el campo de la física, pasa a aportar unos resultados sometidos a la subjetividad del hombre. Para remontar estas dificultades, el psicofísico debe resolver dos problemas. Uno de ellos relacionado con las técnicas experimentales; el diseño de cada experimento debe ser muy cuidadoso, puesto que los aspectos subjetivos pueden ocultar la naturaleza del fenómeno estudiado. El otro aspecto está relacionado con la

elección del receptor idóneo; el ojo está sujeto a múltiples alteraciones que afectan a su capacidad de enfoque, de reconocimiento de formas y colores, etc. Esto ha llevado a la búsqueda de un receptor medio a través de estudios estadísticos de una muestra suficientemente grande, realizados por la C.I.E.

La sensación de brillo.

Cuando se contemplan, simultáneamente, dos superficies iluminadas de forma homogénea por la misma fuente, se produce una sensación que permite compararlas y determinar cual está más brillante. Una de las zonas se ve más brillante porque el ojo recibe más luz de ella. Dado que las dos superficies están homogéneamente iluminadas, si observamos una de ellas como más brillante que la otra es porque envía más luz hacia el ojo. O, lo que es lo mismo, la superficie más brillante absorbe menos luz incidente.

La magnitud física que es capaz de producir esta sensación recibe el nombre de luminancia; el resultado de su medida con los instrumentos adecuados se puede relacionar con la sensación producida. Esta relación se puede establecer de forma relativa, pero no absoluta, debido a la característica del ojo de acomodarse continuamente a nuevos niveles de iluminación. Podemos, por tanto, determinar las variaciones producidas en la sensación cuando se produce un incremento de la luminancia. Weber y Fechner fueron los primeros en establecer esta relación psicofísica, encontrando que el incremento de la sensación era proporcional al logaritmo del incremento de la lumi-

nancia. Kowaliski considera que:

"Autrement dit, c'est le rapport de la plus petite différence discernible à la luminance L qui doit rester constant, $\Delta L/L = \text{Const.}$ " (34)

Dicho de otra forma, el ojo sólo recibe una sensación de brillo doble cuando el incremento en la lumirancia es mucho mayor.

La diferente sensación de brillo que producen los objetos está relacionada con su capacidad de reflejar la luz. A mayor capacidad de reflejar la luz, mayor sensación de brillo; pero, correlativamente, menor capacidad de absorción de la energía. La luz retenida en los cuerpos es transformada, en general, en calor. Siempre se absorbe algo de esta energía, por poca que sea, impidiendo la posibilidad de que exista en la naturaleza --o artificialmente-- un cuerpo blanco absoluto; tampoco existe ningún cuerpo capaz de absorber toda la energía que le incide que sería, en este caso, el negro absoluto.

Entre estos valores extremos de máxima y mínima reflexión se encuentran todos los objetos de cualquier escena que contemplemos, produciendo sensaciones de brillo que se extienden entre el blanco y el negro, y dan valores de grises. Si hacemos incidir una unidad de energía luminosa sobre un cuerpo, una parte de esa unidad queda absorbida (ρ), mientras que la otra parte es reflejada (τ), sumando entre ambas la unidad. A cada una de estas partes se les denomina coeficiente de absorción y reflexión respectivamente.

$$\rho + \tau = 1$$

La difusión de la luz.

Los cuerpos que hemos visto hasta ahora reciben el nombre de opacos puesto que no dejan pasar la luz a su través. Otros, en cambio, permiten que parte de la energía luminosa se pueda transmitir a su través. La naturaleza del cuerpo va a determinar la cantidad de luz transmitida; pero además se van a producir otros fenómenos que, en su conjunto, reciben el nombre de difusión.

Un haz luminoso que incida sobre un cuerpo dotado de estas características podemos considerarlo como formado por numerosos rayos luminosos, cada uno de los cuales tendrá una cierta probabilidad de encontrar en su camino a alguna partícula que pueda desviarlo o absorberlo. La probabilidad depende de la naturaleza del material, es decir, de su densidad y de su homogeneidad, por un lado, y del espesor, por otro.

En la medida en que un rayo pueda proseguir su camino libremente, será capaz de ser transmitido. Los restantes rayos, al colisionar con otras partículas, o son absorbidos, como vimos antes, o bien son reflejados. El resultado de una reflexión es la desviación de la dirección del rayo que, tras varias colisiones, puede ser reemitido hacia el lado de procedencia o transmitido con una cierta desviación respecto a la dirección de origen.

En resumen, unos rayos son reflejados nuevamente al medio de origen, mientras que otros son absorbidos y finalmente, los restantes, son transmitidos. Por eso, cuando existe transmisión

se producen los tres fenómenos: reflexión, absorción y transmisión. Podemos hablar de un coeficiente de transmisión (τ) que será el tanto por uno, o parte de una unidad luminosa incidente que consigue transmitirse. La relación anterior quedaría, ahora,

$$\rho + r + \tau = 1$$

La perspectiva aérea.

El aspecto grisáceo de las montañas lejanas, la "pincelada azul" con la que Azorín describe la línea del horizonte del paisaje manchego, no son más que ejemplos de este fenómeno de difusión. Si nos acercamos a esas montañas veremos, en cambio, que tienen el contraste esperado. Un experimento puede aclarar este fenómeno.

Coloquemos dos superficies adyacentes, una de ellas blanca y la otra negra. Podemos medir sus luminancias respectivas y considerar como contraste de esta escena elemental la relación entre esos valores. Si nos alejamos de esta escena improvisada observaremos que la sensación de brillo de la parte blanca disminuye, mientras se incrementa la de la parte negra. Una nueva determinación del contraste indica que éste ha disminuido.

Todo parece estar, en principio, en contra de lo establecido. Pero la luz, en su viaje desde la escena hasta el ojo --o el aparato de medida-- debe recorrer un medio que no es el vacío. La luz se difunde en los elementos constituyentes del

aire y en las partículas en suspensión, desviando algunos rayos procedentes de la parte blanca de la escena de forma que dan la impresión al receptor de proceder de la zona oscura, mientras que de ésta última son pocos los rayos que pueden desviarse. A medida que aumenta la distancia la probabilidad de que los rayos de luz encuentren elementos en su camino es mayor, aumentando, por tanto, la difusión. Con buen nivel de luz, a partir de unos 400 metros, el efecto puede llegar hasta reducir el contraste a la unidad, es decir, ambas luminancias serán iguales, produciendo una sensación de gris medio.

Podría pensarse que el mismo efecto puede ocurrir con niveles muy bajos de luz. Terrien y Desvignes comentan:

"Lorsqu'on observe une très petite source éloignée par nuit obscure, la luminance due au flux diffusé est alors négligeable: tout se passe comme si le milieu était simplement absorbant."(35)

Indican, así, estos autores, la imposibilidad de que la luz procedente de fuentes puntuales lejanas, por mucho que se difunda, sea capaz de variar el contraste de un gran entorno oscuro, por insuficiencia de energía.

La luz procedente de grandes núcleos urbanos donde, además, existan altos niveles de contaminación --de partículas en suspensión--, es capaz de difundirse en niveles suficientes como para poder distinguir la proximidad de las ciudades antes de haber tomado contacto visual con ellas.

la luz creadora.

Hemos visto antes cómo dos superficies homogéneamente iluminadas producen distintas sensaciones de brillo según su capacidad de reflejar la luz, y que están objetivamente expresadas por los respectivos coeficientes de reflexión. Una escena iluminada homogéneamente producirá, por tanto, una gama de brillos entre dos extremos, correspondientes a los elementos más y menos luminosos.

El contraste asociado a este tipo de escena puede ser alterado -disminuido o incrementado-, mediante el uso de la luz de forma intencionada. Cada superficie se caracteriza por un coeficiente de reflexión que indica el tanto por uno que refleja de la luz que le llega. Incrementando, por tanto, la luz incidente, conseguiremos aumentar la luz total reflejada. Dos superficies de distintos coeficientes de reflexión pueden, así, producir la misma sensación de brillo. Es necesario, para ello, el uso discriminado de fuentes de luz controlables que permitan iluminar zonas muy concretas con el nivel de luz adecuado.

Un ejemplo como el anterior, donde el resultado es la reducción de contraste de la escena, tiene aplicación inmediata en el registro de imágenes fotográficas de escenas exteriores, iluminadas directamente por el sol. El contraste en este tipo de situaciones es, a veces, excesivamente elevado como para que pueda ser registrado cuidadosamente por los materiales fotosensibles. La forma de reducir el contraste es dirigir luz hacia

las zonas más oscuras o importantes, ya sea reflejando parte de la luz natural o con la ayuda de manantiales artificiales.

Este tratamiento permite crear, al iluminador, ambientes que produzcan distintas impresiones. Una misma escena puede sugerir un ambiente dramático o amable según la estrategia de disposición e intensidad de las fuentes luminosas. El primero se puede obtener creando diferencias pronunciadas entre zonas claras y oscuras, mientras que es propio asociar a la comedia un estilo de iluminación plana, sin relieves, homogénea.

EL OJO HUMANO

Con el estudio del ojo completamos los elementos mínimos necesarios para cerrar la cadena en la comunicación visual. Hemos visto cómo se genera la luz, cómo se comporta en su camino y --lo que es fundamental-- cómo reacciona cuando incide sobre los objetos. Vamos a ver ahora la estructura del ojo y cómo se forma la imagen en él.

La unión de ambos elementos la expondré más tarde, en un apartado posterior, donde veremos cómo la luz porta la información sobre los objetos y el ojo es capaz de extraerla.

Sobre la visión y el sistema ocular se pueden decir muchas cosas, pero sólo voy a recordar, muy sintéticamente, aquellos aspectos que considero, en principio, fundamentales para el desarrollo del proceso.

Se ha comparado el mecanismo de formación de la imagen en el ojo humano al funcionamiento de una cámara fotográfica. ¿Hay alguna verdad en esta afirmación? Al igual que en la cámara existen dos partes fundamentales; una, frontal destinada a formar la imagen, con los rayos de luz que le llegan de los objetos, y otra, al fondo del ojo, donde se recibe la imagen, equivalente a la película fotográfica en la cámara.

La imagen se forma (en contra, quizás, de la creencia más extendida), por la acción simultánea de la córnea y el cristalino, aplicando la propiedad de la luz de desviarse de su dirección al cambiar su medio de propagación a otro, aún transparente para ella, pero más denso. Esta desviación o refrac-

ción no ocurre sólo en el cristalino sino que comienza en la córnea. Gregory lo describe así:

"It is often thought that the lens serves to bend the incoming rays of light to form the image. This is rather far from the truth in the case of the human eye, though it is true for fishes. The region where light is bent most in the human eye to form the image is not the lens, but the front surface of the cornea." (36)

La imagen, pues, no la forma el cristalino; la luz se empieza a desviar, de hecho, en la córnea, la parte más exterior del ojo, rígida y abombada. Entre la córnea y el cristalino existe un espacio relleno por el humor acuoso, líquido de un índice de refracción muy parecido al de la córnea y que contribuye, por tanto, a desviar la luz en la misma medida que la córnea. A continuación se encuentra el cristalino, que no es una lente normal, sino que, como dicen Müller y Rudolph:

"...no es una estructura uniforme como cualquier pedazo de vidrio curvado, sino que consta de unas 2200 capas, infinitamente delgadas, o 'lamellae' (laminillas). Estas capas van una sobre la otra, como las telas de la cebolla."(37)

Después del cristalino se encuentra el humor vítreo --casi la dos terceras partes del volumen total--, con un índice de refracción muy parecido al del cristalino. Entonces, si la formación de la imagen por desviación de los rayos de luz tiene lugar en la córnea, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo, ¿qué función especial posee el cristalino?

La acción fundamental del cristalino va a ser la de permi-

tir ver con nitidez los distintos elementos de una escena, la de enfocar. Voy a mostrar, de una manera somera, la sorprendente forma en que esto tiene lugar, partiendo de algunas propiedades de las lentes.

Una descripción más detallada de los fundamentos de las lentes aparece en otra parte del trabajo. Aquí es suficiente saber que el fin de una óptica convergente, similar a la encontrada en una cámara fotográfica o en el mismo ojo, es la de recoger los rayos divergentes que salen de cualquier punto iluminado de la escena para hacerlos converger, de nuevo, en un punto, estableciendo una correspondencia, punto a punto, entre la escena y su imagen. Objetos más próximos o más lejanos de la lente le envían su luz con un ángulo distinto a la de los puntos del plano a foco, y la lente, por tanto, intenta hacer converger estos rayos de luz en otros planos. La luz que procede de puntos más próximos convergerá más lejos, mientras que la procedente de los lejanos lo hará converger más cerca. La imagen así obtenida será espacial, volumétrica; pero la realidad nos indica que las imágenes con las que vamos a trabajar se van a formar en un sólo plano, en una pantalla, que puede ser el plano del negativo en la cámara o la retina en el ojo. Todos los rayos que procedan, pués, de términos distintos de aquel al que estamos enfocando cortarán la pantalladando pequeños círculos en vez de puntos.

Una lente enfoca y da imagen nítida sólomente de un plano, y quedan desenfocados los restantes términos, con un desenfoque mayor en la medida que nos alejamos del que está enfocado.

El problema consiste ahora en ver qué mecanismo nos puede permitir enfocar los otros términos. El desplazamiento de la lente consigue una mayor nitidez para objetos que estén más próximos si se aleja de la pantalla de enfoque (en nuestros ejemplos, éstas serían la retina o la película fotográfica) y viceversa. Este es el sistema de enfoque de las lentes en las cámaras fotográficas. En el mundo animal es también el mecanismo del que están dotados los peces, cuyo cristalino es rígido y equivalente, por tanto, a una lente simple convergente Gregory lo describe así:

"Fish have a very dense rigid lens, which is spherical and moves backwards and forwards within the eye ball to accommodate to distant and near objects." (38)

El hombre realiza el enfoque, en cambio, por un procedimiento diferente. El poder de convergencia de la luz que tiene cada lente es una característica específica que depende de dos factores: forma externa y naturaleza. Las lentes convergentes están limitadas externamente por superficies esféricas, en general; las dos caras de cada lente pueden corresponder, a su vez, a superficies esféricas de radios diferentes. La convergencia de la luz se acrecienta cuanto menor es el radio de curvatura. Las lentes de mayor poder de convergencia se reconocen fácilmente por tener un mayor abombamiento exterior.

El otro factor que está determinando el poder de convergencia de las lentes es la composición de las mismas; a distintos materiales corresponde distintas densidades.

La velocidad de la luz disminuye cuando aumenta la densidad del medio que atraviesa, y varía, en consecuencia, su dirección.

Hemos visto que el ojo del pez tiene un cristalino rígido que se puede desplazar, alejándose o acercándose de la retina y cambiando, así, la distancia entre el objeto y la lente. El ojo humano no admite este tipo de enfoque, sino que depende de los factores que determinan el poder de convergencia de la lente: no cambia el índice de refracción, puesto que su composición es siempre la misma, pero varía su forma. El mayor o menor abovamiento necesario se obtiene modificando la forma del cristalino mediante la diferente tracción que sobre él realiza el músculo ciliar. La sensación que podemos tener de profundidad de campo total, de enfoque de todos los términos, es ficticia y se consigue con un cambio de foco rapidísimo a cada uno de los planos a los que dirigimos la mirada mediante el procedimiento que acabamos de ver.

Otro elemento que también se encuentra en la parte frontal del ojo es el iris, que actúa a manera de diafragma. El orificio que determina el iris recibe el nombre de pupila y a través de él pasa la luz que va a formar la imagen en el fondo de la retina. El iris posee un color que varía según las personas pero que no tiene un valor demostrado sobre el funcionamiento del ojo, aunque sí ha servido como origen de la inspiración poética .

El funcionamiento del iris es automático, variando la dimensión de la pupila según la cantidad de luz que esté recibiendo; cuando el nivel de luz es bajo respecto cierto valor,

la retina (el elemento que recibe esta luz) da una señal al iris para que aumente el diámetro de la pupila. El razonamiento, en sentido inverso, es el mismo. Este es un caso claro de servocontrol, aunque las oscilaciones que se producen del tamaño del orificio no son suficientes para controlar los intervalos de luz bajo los cuales es capaz de trabajar el ojo. La pupila es capaz de controlar variaciones de luz en una relación de 16 a 1, mientras que el ojo puede llegar a trabajar en intervalos de brillos de 100.000 a 1.

Las funciones del iris no terminan aquí. Curiosamente, su comportamiento viene a ser similar al que hemos de adoptar normalmente cuando trabajamos con lentes. Es conocido que la calidad de la imagen obtenida con una lente simple es mejor en el centro, donde la imagen se ha formado con rayos paraxiales, muy próximos al eje; la calidad se degrada conforme nos alejamos de esta zona privilegiada. Para mejorar la imagen obtenida podemos optar por dos procedimientos distintos, dentro de la óptica geométrica. Uno de ellos nos lleva a la construcción de objetivos compuestos, mediante la agrupación de lentes simples, tanto convergentes como divergentes, consiguiendo contrarrestar, así, las distintas aberraciones obtenidas. El segundo procedimiento, más elemental y económico, es el que se aplica a las lentes usadas en cámaras de bajo precio; consiste en aprovechar solamente los rayos paraxiales mediante la colocación, delante de la lente simple, de un diafragma. La imagen así obtenida será menos luminosa pero de más calidad. Este es el procedimiento utilizado en el ojo humano; cuando quiere ob-

tener mejor imagen en determinados casos simplemente disminuye la pupila.

Otras de las aplicaciones, en las cámaras fotográficas, del diafragma --que estamos comparando con el iris-- es para aumentar la profundidad de campo. Hemos visto que las lentes dan imágenes nítidas sólo de un plano, quedando los términos anteriores y posteriores desenfocados; este desenfoco es mayor cuanto más lejos estén esos planos de aquel al que enfocamos. Teniendo en cuenta que el ojo es capaz de confundir pequeños círculos con un punto, puesto que tiene un cierto límite natural para distinguir objetos, el ojo ve enfocado el plano en cuestión y también un cierto intervalo de distancias por delante y por detrás. Este intervalo se conoce con el nombre de profundidad de campo y es mayor cuanto más estrecho sea el haz de luz que forma las imágenes, porque los pequeños círculos que corresponden a puntos fuera de foco serán más pequeños y se podrá, entonces, engañar al ojo con más facilidad.

El incremento de profundidad de campo se puede obtener en el ojo simplemente disminuyendo el diámetro de la pupila. Cuando es necesario enfocar a objetos próximos, la profundidad de campo disminuye. El ojo humano intenta compensar esta disminución de la profundidad de campo cerrando su diafragma.

La retina se encuentra en el fondo del ojo y en ella, como ya hemos visto, se va a formar la imagen. Gregory afirma:

"The retina is a thin sheet of interconnected nerve cells, including light-sensitive rod and cone cells which convert light into electrical pulses --the language of the nervous system--. It was not always obvious that the retina is the

ses --the language of the nervous system--. It was not always obvious that the retina is the first stage of visual sensation." (39).

Las células nerviosas encargadas de la transformación de la energía luminosa en eléctrica, son de dos tipos, conos y bastones. Hasta el siglo pasado estuvo arraigada la creencia de que la luz incidía directamente sobre estas células. La luz debe atravesar antes una delgada capa de células nerviosas interconectadas y una última capa de vasos sanguíneos antes de llegar a los conos y bastones que, curiosamente, no están encarando la luz, sino al revés. Esta capa que debe atravesar la luz actúa de filtro limitando los efectos nocivos que produce cuando alcanza altas intensidades.

La disposición de conos y bastones, formando la última capa y de espaldas a la luz, es común a todos los mamíferos y a casi todos los vertebrados (excepto los cefalópodos). Quizás sea el aspecto más sorprendente del ojo; esta disposición es la base de una hipótesis que supone la retina como parte del cerebro que crece y se desarrolla hacia el exterior. Así lo manifiesta Gregory cuando dice:

"The retina has been described as 'an outgrowth of the brain'. It is a specialised part of the surface of the brain which has budded out and become sensitive to light, while it retains typical brain cells lying between the receptors and the optic nerve..." (40)

Las células receptoras de la luz han recibido los nombres de conos y bastones por su apariencia al microscopio con los

elementos a que hacen referencia. Es posible distinguirlos distintamente en la periferia de la retina, donde la densidad de estos elementos es baja; en la parte central, denominada fovea, la densidad es, en cambio, muy elevada. La sensibilidad a la luz de ambos elementos y la función que, por tanto, desempeñan en el proceso visual son distintas. Los conos son responsables de la visión con suficiente nivel de luz y dan respuesta cromática; se dice que la visión que aportan es fotópica. Los bastones dan un mundo acromático, de tonos y sombras, se encuentran más en la periferia de la retina y son más sensibles a la luz; la visión mediante los bastones es conocida como escotópica. La visión con los conos proporciona mayor definición, aparte de la información adicional del color; la ventaja de los bastones es, en todo caso, su nivel de sensibilidad, más alto, a la luz. Cuando los niveles de luz son muy bajos, la mayor sensibilidad de los bastones hace que recurramos, inconscientemente, a utilizar la zona periférica de la retina; este aprovechamiento del ojo es normal, por ejemplo, entre los astrónomos.

¿Necesitamos un ojo o dos?

Esta descripción simple y breve del receptor visual humano no es suficiente para explicar algunos problemas por la simple razón de que la visión se realiza con información recibida a través de dos ojos. El sentido de esta duplicación no obedece, como con otros órganos del cuerpo que están, también, duplicados, a mantener uno de estos elementos de reserva o realizar la función alternativamente o más descansadamente. Los dos

ojos aportan información al cerebro de forma simultánea, pero con pequeñas diferencias entre los dos, debida a la distancia que hay entre ambos, produciendo unos resultados distintos a la actuación de cada uno de los ojos por separado.

Por un lado sirven para determinar distancias. El principio en el que se basa es el mismo que el telémetro, usado con este fin en las cámaras fotográficas de visor directo. Girando ambos ojos podemos conseguir que los dos se orienten hacia el mismo objeto; para cada distancia del objeto hay que mover cada ojo un mismo ángulo. Cuando varíe la distancia del objeto cambiará el ángulo girado.

La información procedente de ambos ojos es, por otro lado, ligeramente distinta, lo que produce percepción de profundidad. En este fenómeno se basa el estereoscopio que es, a la vez, una confirmación de esta propiedad y que consiste en un aparato que permite contemplar dos fotografías ligeramente distintas, cada una con un ojo. Las dos fotografías se toman con cámaras especiales dotadas de dos objetivos separados entre sí ligeramente.

Los intentos de producir imágenes que den sensación de profundidad, que intenten reproducir el espacio con el mayor número de variables posibles están en el origen de varias experiencias cinematográficas que, salvo el efecto producido por la novedad y alguna rara excepción, no han conseguido mantener el interés del público.

La fascinación que pueda producir la tercera dimensión de una <

representación va acompañada, lo hemos visto, de instrumentos que no podemos llamar complejos, pero que limitan las posibilidades expresivas. La fotografía ha estado siempre rodeada, para su producción, de artefactos más o menos complicados; en el caso de la fotografía estereoscópica, sin embargo, es en la recepción de estas imágenes, en el momento de contemplarlas, cuando es necesario el uso de instrumentos. Aquí está una de las razones de su escaso éxito.

Un alto porcentaje de las fotografías realizadas por profesionales están destinadas a ser reproducidas en revistas, prensa en general, libros, etc., donde carece de sentido una imagen estereoscópica. Estamos viendo algunas razones que justifican la poca difusión de la fotografía en relieve; pero la más importante será quizás, ese sentido de la fotografía que tiene poco que ver con un intento de reproducir la realidad y se relaciona más con cualquiera de los aspectos, documental o artístico. Gregory lo justifica bajo otro punto de vista tan respetable como los anteriores:

"The stereoscope was a favourite Victorian toy, but unfortunately protographic subjects came to be chosen wick, while ideally suited technically, met with such opposition that it was banned from the Victorian drawing room --a blow from wick it has never recovered." (41)

EL COLOR

Estamos analizando la luz como elemento transmisor de información. En ella podemos modificar las dos variables que la caracterizan: intensidad y longitud de onda. Respecto a la primera ya hemos visto la influencia. En la medida en que los objetos sobre los que incide la luz son capaces de absorberla, la energía total portada por el haz disminuye. La sensación de brillantez es inversamente proporcional a la absorción de cada superficie. Se habla, en general de esta característica, como tono de la superficie.

El haz original de luz, procedente de la fuente luminosa, queda así modulado con la información sobre el tono, mediante un proceso de reducción de la cantidad inicial de energía que portaba. El aspecto cromático asociado a cada objeto, a cada superficie, tiene su origen, también, en el mismo fenómeno. Los rayos luminosos que van a quedar absorbidos son aquellos que posean determinadas longitudes de onda. El fenómeno es complejo y resultado de la coincidencia de varias circunstancias, relacionadas con el comportamiento del ojo y con la naturaleza de los cuerpos.

La reacción del ojo.

El ojo reacciona ante el estímulo, la luz, cuando ésta incide sobre las células fotosensibles, conos y bastones. Estos últimos se encargan de la visión con niveles bajos de luz y la visión que ofrecen es acromática. Los conos, encargados de la

visión con niveles normales o altos de energía luminosa, son responsables, en cambio, de la visión cromática.

El mundo de color no existe más que para el ojo. Más concretamente, para el ojo humano existe una cierta forma de sensación que asociamos a color. El ojo es sensible en general a la luz cuya longitud de onda esté comprendida entre 400 y 700 nm. (nanómetros). Esta sensibilidad a las distintas longitudes de onda no es homogénea a lo largo de todo el espectro citado. De esto es responsable la diferencia existente entre los conos, con tres tipos distintos, sensibles cada uno a un amplio intervalo de longitudes de onda. Esta sensibilidad de cada tipo de cono no es homogénea, sino en forma de campana, con el valor máximo de cada uno de ellos a 450, 530 y 630 nm. respectivamente. Las sensaciones producidas por estas longitudes de onda hemos dado en llamarlas azul, verde y rojo, en este orden. El ojo es sensible, así, a todas las longitudes de onda dichas, gracias a tres tipos de conos sensibles a tres intervalos de longitudes de onda que se solapan, con una sensibilidad muy marcada para las tres longitudes de onda antes citadas.

De la visión a bajos niveles de luz son responsables los bastones, terminales nerviosos de la retina, así denominados por su forma alargada. Los bastones son sensibles, todos ellos, a todas las longitudes de onda, aunque, curiosamente, no producen sensación de color. De todas formas, su sensibilidad tampoco es homogénea a todo el espectro visible.

Los valores dados antes son, como todos los avances de la

psicofísica, el resultado de trabajos experimentales. Las condiciones del experimento, así como la calidad y cantidad de la muestra de receptores humanos influyen en las conclusiones. No es de extrañar, pues, que cada autor oferte curvas diferentes de sensibilidad al espectro visible. Los valores de 450, 530 y 630 nm. para las longitudes de onda que producen las sensaciones azul, verde y rojo, respectivamente, fueron los adoptados por el Dr. Land para establecer su teoría retinex de la visión de los colores, que tomó, a su vez, del resultado de los experimentos de Paul Braown y George Wald, de la Universidad de Harvard. La gráfica que los representa es descrita así por el Dr. Land:

" Los pigmentos visuales son moléculas fotosensibles que responden a una amplia banda de frecuencias de luz. Los tres pigmentos de los conos cubren el espectro visible en tres amplias curvas que se superponen. El pigmento con un máximo de sensibilidad a una longitud de onda de 440 nanómetros responde en cierto grado a toda la mitad de baja frecuencia del espectro visible. Cada uno de los otros dos pigmentos responde a casi dos tercios del espectro visible, estando sus picos escasamente separados por 30 nanómetros, y con sus sensibilidades máximas localizadas a 535 y 565 nm." (42)

Küppers recoge los trabajos de König, Ives Judd y Justova, realizados independientemente pero que proporcionan valores muy próximos que, según este autor, cifra en 435.8, 546.1 y 700.0 nanómetros, respectivamente. (43)

La afirmación de que existen en la retina tres tipos de conos distintos no es, en definitiva, más que una hipótesis establecida sobre los resultados de estos trabajos y que, en principio, funciona adecuadamente bien.

La síntesis de los colores.

Comportamiento similar al del ojo es del del sistema auditivo, aunque con diferencias importantes. En cuanto a la similitud, el oído es sensible también a una serie de ondas, producidas, en este caso, por la vibración del aire que, a su vez, ha sido originada por la vibración de las cuerdas vocales, un instrumento, etc. De todas las vibraciones del aire, el oído reacciona ante aquellas con frecuencias dentro de un intervalo continuo que determina el espectro sonoro al cual es sensible el oído humano. Niveles de intensidad, entre un máximo y un mínimo, determinan la respuesta a la energía; por debajo de un cierto umbral es imposible la audición, mientras que niveles excesivamente altos producen dolor y pueden dejar dañado el aparato receptor. La respuesta es, en suma, muy parecida en ambos sistemas.

La diferencia entre el sistema visual y auditivo radica en la forma en que son entendidas las señales. En cuanto al oído la variación de la frecuencia de la señal sonora nos aporta la información, de tipo temporal, mientras que la sensación espacial y de profundidad viene dada por la direccionalidad e intensidad, que permiten crear, así, la sensación de entorno y de distintos planos. Cada una de esas señales, a su vez,

nos permiten distinguir las distintas fuentes sonoras. Somos capaces de reconocer cada uno de los instrumentos de la orquesta, la persona que nos habla o la naturaleza de cualquier ruido, la posición respecto de nosotros y la distancia.

El ojo funciona por unos mecanismos distintos. Cuando en el ojo inciden, por separado, rayos luminosos de distintas longitudes de onda, cada una produce una sensación de color distinta. Si al ojo llegan simultáneamente varias de estas ondas somos incapaces de reconocer las longitudes de onda formantes; la sensación de color producida es única y distinta de la que producen cada una de las longitudes de onda por separado. Mueller y Rudolph aportan una explicación:

"No se sabe exactamente la razón de que la combinación de luz roja con luz verde produzca el amarillo. Una posible explicación está en las longitudes de onda de los diversos colores que forman la luz, y la manera como el ojo del hombre calcula la mezcla... El verde es moderadamente corto, unos 500 milimicrones; el rojo es sumamente largo, cerca de 700 milimicrones. El ojo promedia ambas longitudes de onda y percibe una de 600 milimicrones, que es el sector amarillo del espectro." (44)

Si a esto se suma el problema suscitado a los que trabajan directamente con pigmentos, como los pintores, el problema parece mucho más complejo. El ojo realiza, de hecho, una síntesis de longitudes de onda --si se prefiere, podemos hablar de síntesis de colores--, creando algo nuevo y distinto de la suma de las partes. La mezcla de pinturas roja y verde no producen jamás un color amarillo.

Voy a separar estos dos problemas,--cómo ve el ojo los colores y cómo se forman los colores mediante la mezcla de pigmentos--, adelantando que, cualquiera que sea la respuesta a esta segunda cuestión, el ojo ve siempre de la misma forma.

La mezcla de cualquier luz monocromática, es decir, de una sola longitud de onda, con otra, también, monocromática, de longitud de onda distinta, produce una sensación de color de tonalidad intermedia entre las sensaciones producidas por cada una de ellas, de forma independiente. El ojo, con este comportamiento, es incapaz de analizar, de distinguir entre las distintas longitudes de onda que le llegan, sino que sintetiza, obteniendo sensaciones correspondientes a otras longitudes de onda que no han llegado realmente hasta él.

Utilizando longitudes de onda apropiadas es posible encontrar combinaciones de pares de ellas que produzcan sensaciones acromáticas o neutras. A estos colores se les denomina complementarios. El azul y el amarillo cumplen estas características; son, pues, complementarios. Lo mismo ocurre con el rojo y el cian o azul-verde. En cambio, para el verde no es posible encontrar un complementario dentro del espectro.

Sistema tricromático de representación del color.

He descrito, anteriormente, el proceso que ha llevado a la conclusión de la existencia de tres tipos distintos de conos. La orientación sobre esta búsqueda para la obtención y descripción de cualquier color, ha estado determinada por un hecho fundamental. Este hecho consiste en que es posible obte-

ner cualquier sensación de color mediante la combinación de tres colores, denominados primarios. Lo curioso es que, siempre que se elijan tres colores independientes, el fenómeno se cumple, al margen de que los colores elegidos correspondan a las longitudes de onda a las que son fundamentalmente sensibles los distintos tipos de conos del ojo.

Entendemos como tres colores independientes a una serie de ellos tales que ninguna combinación de dos de ellos sea capaz de reproducir el tercero. Existen, por tanto, distintos conjuntos de colores primarios. Los experimentos realizados en este campo ha llevado a los dos principios o leyes que lo rigen, y que se enuncian, según Evans, de la siguiente forma:

"1. Dadas cantidades variables de tres colores independientes y un cuarto color determinado, se puede lograr la igualación entre uno, o una mezcla de un par de ellos, y una mezcla de los restantes colores.

2. El color de cualquier mezcla no se altera substituyendo uno de los componentes de la misma por un color que iguale este componente." (44)

Síntesis aditiva.

La forma en que el ojo humano sintetiza los colores ha recibido el nombre de síntesis aditiva; al llegar al ojo, procedente de un mismo punto de la escena, longitudes de onda distintas, la sensación percibida es la de un color que no corresponde a las sensaciones que producirían cada una de las ondas por separado.

Elegidos tres colores independientes se puede construir con ellos, artificialmente, cualquier otro color. La experiencia tradicional consiste en disponer, en una habitación sin luz, tres proyectores que emitan luz blanca, dotados de filtros correspondientes a los tres colores seleccionados. Los haces de luz se envían a una pantalla capaz de reflejar cualquier longitud de onda (blanca). Variando el número de proyectores en funcionamiento y la intensidad de cada uno se puede obtener la sensación de cualquier color, independientemente de que se encuentre en el espectro visible o no; es decir, aunque no sea una longitud de onda pura.

La superposición de los haces de los tres proyectores produce la sensación de luz blanca. Es, ésta, la esencia de la síntesis aditiva, donde, partiendo de oscuridad total, se llega a obtener luz blanca, pasando por cualquier otro color. Es, por un lado, la forma bajo la cual se producen todas las sensaciones de color; pero, la síntesis aditiva, además, es la forma maravillosa que poseemos para poder generar cualquier color.

La síntesis substractiva.

No me parece obvio recordar que, todo el proceso descrito hasta ahora, es el desencadenado por los rayos de luz que acceden al ojo. Estos rayos proceden, o bien directamente de la fuente de luz, o de los objetos. Son estos últimos rayos los que nos permiten contemplar la realidad. La luz procedente de ella es el resultado de una reflexión o, menos frecuen-

temente, de una transmisión.

Si un objeto produce la sensación de rojo, simplemente, porque hasta el ojo sólo llega luz de este color. Si estaba iluminado por luz blanca, la conclusión es que el objeto ha absorbido las restantes longitudes de onda del espectro. Si el objeto estuviese iluminado por luz blanca producida artificialmente mediante la síntesis aditiva, podríamos afirmar que el objeto es rojo porque ha absorbido componentes verde y azul. En cualquier caso, la manera más exacta de describir el fenómeno sería decir que el objeto es rojo porque rechaza las radiaciones rojas, enviándolas de nuevo al medio del que proceden.

El hombre, en su necesidad de representar la realidad, ha intentado, al igual que con otros aspectos formales, la adecuación cromática. El uso de pigmentos, naturales en principio y artificiales en la actualidad, posibilitan la reproducción de los colores. El aspecto importante es que no es necesario el uso de tantos pigmentos como colores se quieran obtener. La síntesis subtractiva nos oferta la posibilidad de conseguir cualquier color partiendo solamente de tres de ellos.

Voy a volver a la síntesis aditiva, donde vimos que los tres proyectores de luz roja, verde y azul, superpuestos, dan luz blanca. Si solamente se superponen dos de ellos se obtienen otros colores; el rojo y el verde producen luz amarilla, el rojo y el azul luz magenta, mientras que azul y verde dan luz cian. Para ser más exacto debo decir que estos son los

nombres con los que se designan las sensaciones que producen las citadas mezclas de colores. De aquí se puede deducir que, si la adición de rojo, verde y azul producen luz blanca, y la adición de rojo y verde produce luz amarilla, la adición de amarillo y azul produce también luz blanca. Amarillo y azul son, por tanto, colores complementarios, o independientes según la definición de Evans que he citado anteriormente.

Los colores complementarios a los tres colores primarios de la síntesis aditiva son, respectivamente, amarillo para el azul, magenta para el verde y cian para el rojo. Estos tres colores complementarios para la síntesis aditiva son los colores primarios para la síntesis substractiva, mediante la cual podemos generar cualquier otro color. Según Hunt,

"If, therefore, we now have a slide in a projector, or a surface layer on a piece of white paper, on which we can vary at will the concentration of a cyan, a magenta, and a yellow dye, we have the means of varying the relative and absolute intensities of the reddish, greenish, and bluish parts of the white light, and, therefore, we can produce a very wide range of colours at different intensities." (45)

La síntesis substractiva parte de un manantial de luz blanca, delante del cual se colocan láminas transparentes para algunas longitudes de onda y absorbentes, por tanto, de otras. Mediante la elección adecuada de esta capacidad, tres hojas coloreadas son suficientes para alcanzar la extinción total de la luz. La comparación con la síntesis aditiva es

obligatoria; en éste caso se partía de oscuridad total y mediante tres luces, azul, verde y roja, se obtenía sobre la pantalla luz blanca. Los colores de las tres láminas transparentes a elegir son, ahora, amarillo, magenta y cian ; - complementarios, respectivamente, de los tres colores antes elegidos.

El orden de colocación de dichas láminas en el camino de la luz no alteran el resultado, indicando, así, la conmutatividad del proceso. Si utilizamos en primer lugar la amarilla, por ejemplo, el haz de luz blanca se tornará de color amarillo. La lámina es amarilla porque absorbe las longitudes de ondas azules. La luz blanca podemos considerarla como formada por azul, verde y rojo. Al quedar retenidas las radiaciones azules en la lámina, pasan las rojas y las verdes que, como demuestra la síntesis aditiva, crea la sensación de amarillo en el ojo. Una lámina magenta, colocada a continuación, hará que la sensación producida sea de color rojo. La lámina magenta deja pasar los colores azul y rojo, porque absorbe el verde. Como a la lámina llega luz amarilla, es decir, luz verde y roja, la radiación verde queda absorbida y la restante, roja, pasa a su través. Intercalando en el camino de la luz, por último, una lámina del tercer color, cian, la extinción de la luz se produce: a su través no emerge radiación alguna. Esto es así porque la lámina cian, que absorbe el rojo, sólo deja pasar las luces verde y azul; siendo el rojo el único color que accede en este momento hasta ella, queda absorbido, produciéndose la extinción total del haz de luz original.

La creación artificial de los colores.

El ojo tiene sensaciones cromáticas en función de los estímulos que le llegan de acuerdo con la síntesis aditiva. Los colores que asociamos a los objetos tienen su origen --como ya hemos visto, también-- en la capacidad de los cuerpos de absorber ciertas longitudes de onda y rechazar las restantes. La luz reflejada lleva la información de los objetos. Si la luz que ilumina la escena es blanca y el objeto absorbe por igual todos los colores, disminuirá su luminancia, pareciendo más o menos gris; si sólo se refleja una longitud de onda, absorbiendo las restantes, el objeto parecerá del color de la luz reflejada; si, además, el objeto absorbe por igual parte de todas las longitudes de onda y del resto absorbe todas excepto una longitud de onda, aparecerá de ese color reflejado pero la saturación habrá disminuido. Este es el principio de funcionamiento de la sensación del color para el hombre.

La capacidad de producción de colores, sin embargo, viene dada por la síntesis substractiva. La descripción, sucinta, que he dado de ella, utilizando el ejemplo de las láminas coloreadas, tiene la cualidad de ser clara; pero en la realidad no es frecuente observar objetos coloreados transparentes. La mayor parte de las cosas son opacas a la luz y se observan, por tanto, por reflexión y no por transparencia. Con el esquema anterior, para producir el color rojo bastaba con superponer dos láminas de colores magenta y amarillo, respectivamente, siempre que estuvieran iluminadas por luz blanca, que posee los tres componentes azul, verde y rojo. Para producir colores

observables por reflexión bastará colocar esas láminas encima de una superficie blanca, es decir, capaz de reflejar todos los colores del espectro. Una vez depositadas las láminas magenta y amarilla sobre la superficie blanca, si se ilumina con luz blanca, hasta la superficie blanca llegarán radiaciones rojas, solamente, que, una vez reflejadas, volverán a emerger, puesto que las longitudes de onda que son capaces de atravesar las láminas en un sentido lo pueden hacer, también, en el opuesto.

De esta forma simple, pero maravillosa, se crean los colores con acuarelas. La imprenta funciona con el mismo principio, extendiendo capas de tintas de los tres colores sobre el mismo papel en varias pasadas de la máquina. La fotografía en color, en cambio, posee los pigmentos cromáticos en tres capas, sensibles cada una a los tres colores fundamentales del espectro, rojo, verde y azul. En el proceso de revelado se eliminan los pigmentos sobrantes que son justamente los complementarios a esos colores, es decir, cian, amarillo y magenta.

Un problema de terminología.

Es frecuente encontrar discrepancia en los nombres de los colores que sirven para crear colores artificialmente; es decir, en los nombres de los colores primarios para la síntesis subtractiva. Estos colores, como es obvio, no pueden ser distintos; si lo son, en cambio, los nombres que se les asigna. Küppers opina que:

"Las personas que profesionalmente tratan con la teoría del cromatismo se dividen en dos grupos. A

uno de ellos pertenecen los teóricos, científicos, fotógrafos, gentes de la televisión y productores de cine. El otro grupo lo forman los técnicos y prácticos, principalmente los impresores, técnicos de reproducción, decoradores, publicistas y una gran parte de pintores artistas y pintores decoradores." (46)

El primer grupo usa los nombres que he utilizado hasta ahora; el segundo grupo es partidario de usar los términos de rojo, amarillo y azul para magenta, amarillo y cian. El mismo Küppers afirma que:

"Oficialmente, en las Normas-DIN 16.508 y 16.509. se han abandonado las definiciones rojo y azul para los colores elementales de imprenta y, en cambio, se han adoptado los nombres internacionalmente usados de magenta y cian. Esta regulación es muy aconsejable porque se trata de definiciones de colores inconfundibles." (47)

Es difícil pensar que pueda conseguirse una unificación en la nomenclatura de los colores, al menos a nivel vulgar. Existen diversos intentos, aunque pienso que será muy difícil cambiar el habla y las costumbres. Lo importante, en todo caso, es tener claro los conceptos y el sentido de la síntesis subtractiva. Una propuesta, la del Dr. Georg Kurt Schauer, recogida por Küppers y utilizada por este mismo autor, es la de usar los siguientes nombres:

amarillo
verde
azul-cian
azul-violeta

rojo-magenta
rojo-naranja

Aunque Küppers afirma:

"El vestido rojo-magenta es precioso o los coches rojo-naranja son los que mejor se distinguen' son formulaciones que bajo el punto de vista lingüístico no se pueden censurar."(48)

yo creo que, en general, estos nombres compuestos y la nueva nomenclatura no se utilizarán de forma generalizada.

NOTAS AL CAPITULO II

- (1) GRENIIEWSKI, H. Cibernética sin matemáticas, ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1965, pág. 13
- (2) Ibidem
- (3) GERRITSEN, Frans, Color (apariciencia óptica, medio de expresión artística y fenómeno físico), ed. Blume, Barcelona, 1976, págs. 15 y 16
- (4) HECHT, Eugene y ZAJAC, Alfred, Optica, ed. Fondo Educativo Interamericano, S.A., Bogotá, 1977, pág. 1
- (5) MUELLER, Conrad G. y RUDOLPH, Mac, Luz y visión, ed. Time-Life International (nederland), Hamburgo, 1969, pág. 26
- (6) Hecht y Zajac, op. cit., pág. 2
- (7) Hecht y Zajac, op. cit., pág. 1
- (8) Mueller y Rudolph, op. cit., pág. 28
- (9) Hecht y Zajac, op. cit., pág. 3
- (10) Ibidem
- (11) Hecht y Zajac, op. cit., pág. 4
- (12) Hecht y Zajac, op. cit., pág. 5
- (13) Hecht y Zajac, op. cit. pág. 6
- (14) Hecht y Zajac, op. cit., pág. 7
- (15) Ibidem
- (16) GREGORY, R.L., Eye and Brain. The psicology of seeing, ed. McGraw-Hill Book Co., New-York, 1973, pág. 16
- (17) EINSTEIN, citado por Hecht y Zajac, op. cit., pág. 9, sin indicar la procedencia
- (18) Hecht y Zajac, op. cit., pág. 11
- (19) Gregory, op. cit., pág. 25
- (20) Sagrada Biblia, versión de Nacar y Colunga, ed. Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid, 1969, pág. 3
- (21) MOUSSA, André y PONSONNET, Paul, Cours de Physique, tomo I, Optique, ed. André Desvigne, Paris, 1975, pág. 14

- (22) GLAFKIDES, Pierre, Chimie et physique photographiques , ed. Paul Montel, Paris, 1967, pág. 7
- (23) Moussa y Ponsonnett, op. cit. pág. 14
- (24) Glafkidès, op. cit., pág. 10
- (25) Ibidem
- (26) ARNOLDS C.R., ROLLS,P.J. y STEWART,J.C.J., Fotografía aplicada, ed. Omega, Barcelona, 1974, pág. 117
- (27) Mueller y Rudolph, op. cit., pág. 92
- (28) Gregory, op. cit., pág. 16
- (29) Glafkidès, op. cit., pág. 515
- (30) Hecht y Zajac, op. cit., pág. 471
- (31) Glafkidès, op. cit., pág. 515
- (32) Nueva Enciclopedia Larousse, ed. Planeta, 1981, tomo 11, pág. 5548
- (33) Mueller y Rudolph, op. cit. pág. 156
- (34) KOWALISKI, P. Théorie photographique appliquée, ed. Masson et Cie., Paris, 1972, pág. 39
- (35) TERRIEN, Jean y DESVIGNES, François, La photométrie, ed. Presses Universitaires de France, Paris, 1972, pág. 70
- (36) Gregory, op. cit. pág. 36
- (37) Mueller y Rudolph, op. cit., pág. 55
- (38) Gregory, op. cit., pág. 36
- (39) Gregory, op. cit., pág. 45
- (40) Gregory, op. cit., pág. 45
- (41) Gregory, op. cit., pág. 52
- (42) LAND, Edwin H.; "La teoría retinex de la visión del color", Investigación y Ciencia, Barcelona, Febrero, 1978, pág. 64
- (43) KUPPERS, Harold, Color. Origen, metodología, sistematización, aplicación, ed. Lectura, Caracas, 1973, pág. 27
- (44) Mueller y Rudolph, op. cit., pág. 94
- (45) EVANS, Ralph, HANSON,W.T. y BREWER, Lyle, Principios de fotografía en color, ed. Omega, Barcelona, 1957, pág. 26

- (46) HUNT, R.W.G. The Reproduction of Colour, ed. Fountain Press, London, 1975, pág. 31
- (47) Küppers, H., op. cit., pág. 16
- (48) Ibidem
- (49) Ibidem

152

CAPITULO III

INTRODUCCION

Hasta ahora he presentado la Fotografía como un medio de comunicación; esto ha conducido, de forma natural, a establecer el primer nivel como el modelo elemental de la comunicación, en un sentido amplio. Dado que la recepción de información en el hombre tiene lugar a través de un conjunto de órganos sensores, a continuación he restringido el modelo de nivel 1 a la información visual, puesto que de esta naturaleza es la imagen fotográfica.

Ha sido necesario, por ello, estudiar cómo tiene lugar el proceso completo a un nivel meramente físico, pero esencial. Hemos visto cómo la luz --sin plantearnos su generación, que se verá más adelante-- varía su composición al incidir sobre los objetos y es devuelta hacia el mismo medio del que procedía, pudiendo llegar, así, hasta el ojo, donde se encuentran los elementos sensores a las distintas longitudes de onda.

La luz no procede de entes abstractos, sino de los objetos, de las cosas y personas que nos rodean y determinan nuestro marco de referencia. Además, el interés de la humanidad por la fotografía ha sido, siempre, en general, recoger y perpetuar ese entorno.

La primera parte de este capítulo la voy a dedicar a estudiar algunas características fundamentales de la realidad. El

proceso de la visión a nivel ocular --que ya hemos visto-- muestra solamente la forma de entrada de la información, pero no su posterior proceso. Este presenta unas constantes que, usadas adecuadamente, permiten construir las imágenes y que veremos con algún detalle.

En la segunda y última parte del capítulo se desarrolla el nivel 2 del modelo, con la introducción de nuevas subactividades.

LA REALIDAD Y SU PERCEPCION

De todas las posibles formas de comunicar nos hemos centrado en la visual que, como hemos visto, exige de la luz para portar la información que va a acceder a nosotros a través del órgano de la visión. Parece obvio, por tanto, tratar ahora del entorno visual del hombre --la realidad-- por varias razones, aunque he de confesar las tentaciones que he tenido de eludir tema tan resbaladizo. En primer lugar el hombre no puede aislarse de su entorno, que se convierte en su referente continuo. En segundo lugar, las imágenes producidas por el hombre son objetos que van a formar parte, también, de la realidad. Por último, las imágenes que estamos tratando, las fotografías, necesitan de la realidad para ser construidas.

Me voy a acercar al tema, aunque cautamente, de la forma que considero más adecuada a las necesidades de este trabajo. Intentaré, en primer lugar, identificar aquellas características de la realidad que, siendo genéricas, más pueden atraer nuestra atención, pensando, también, en su representación fotográfica. Pasaré a revisar, a continuación, aquellas teorías que han hecho las aportaciones más importantes en el campo de la percepción, teniendo siempre presente su relación con la creación de imágenes. Acabaré, por fin, con la introducción de aquellas ideas actuales que nos permiten llegar a hablar de la realidad de cada uno, en vez de la realidad en sí misma.

LA LUZ

Al hablar de la realidad he de subrayar que el interés fundamental desde el punto de vista de este trabajo viene de la realidad visual, aquella que aprehendemos a través del órgano de la visión. Es la luz, por tanto, la portadora de la información visual de la realidad. La luz, reflejada en los objetos, sufre modificaciones en sus parámetros fundamentales que portan la información visual de la escena. Esta luz es recogida por el ojo, como ya hemos visto, formando, en primer lugar, una imagen plana en la retina.

La naturaleza de la formación de esta imagen le confiere unas propiedades geométricas que, por ser comunes a todos los hombres, resulta difícil abstraerse de ellas. La fotografía ha permitido, con el uso de objetivos que responden de manera distinta, el acceso a una realidad "deformada" respecto a la norma.

Los cambios que sufre la luz cuando se refleja en los objetos, como ya hemos visto en el capítulo anterior, se reducen, fundamentalmente, a la absorción de determinadas longitudes de onda de la luz que incide sobre ellos. De los objetos, y del espacio en general, sólo podremos percibir visualmente aquellas propiedades que sean capaces de producir estos tipos de modificaciones en la luz. Así, la textura de los objetos, su volumen y color, distancia al observador, separación entre elementos cercanos y lejanos, la existencia del espacio entre las cosas y la distancia entre superficies próximas se hacen evi-

dente mediante la variación de las características de la energía luminosa.

Hay que considerar, sin embargo, que los valores de intensidad, direccionalidad, nivel de difusión y coloración de la luz que incide sobre los objetos son decisivos, ya que la imagen natural, aunque sea de objetos estáticos, es función muy estrecha de todas estas circunstancias.

Una prueba sencilla de estos condicionamientos la constituye uno de los ejercicios clásicos de fotografía, consistente en iluminar una figura geométrica muy simple, un cubo blanco. La variación de la intensidad luminosa sobre las caras laterales puede permitir que se observe, por ejemplo, sólo una de las caras, el cubo completo, produciendo la sensación volumétrica adecuada, o todo él como un continuo del mismo tono, aparentemente plano.

Estos confirma la idea que ya adelanté en el capítulo anterior, de que sólo la variación introduce información. Esa variación de información en el campo de la visión, está contenida en el concepto de contraste, ya sea local o general. Como contraste local se debe entender las variaciones observadas de elementos de la escena que sean adyacentes desde el punto de vista del observador. Como contraste general entendemos las diferencias extremas en la imagen percibida, sea ésta procedente de la realidad o de una imagen artificial.

EL ESPACIO

El espacio es un parámetro decisivo de la realidad no sólo como una verdad geométrica, sino como experiencia cotidiana. Cada una de sus dimensiones puede ser recorrida y medida, y esa capacidad está ligada a otros datos fundamentales: el movimiento y la duración. Está claro que la noción de espacio es una realidad compleja, que participa de las características del concepto geométrico y físico, pero no se confunde con él. Estar en un lugar, contemplarlo, recorrerlo, es una experiencia que puede tener múltiples resultados. Van a influir multitud de factores; por un lado será importante la naturaleza de ese espacio, según sea éste abierto o cerrado. El lugar concreto donde estemos, la época del año, la hora del día, las condiciones climatológicas, son algunos de estos factores que están condicionando nuestra percepción de un mismo espacio. Influyen, además, las circunstancias anímicas personales, determinando distintas formas de acercamiento al entorno. Las diferencias culturales, por último, de cada uno de los actores de esta experiencia, lleva, también, a percepciones particulares del entorno.

No es posible separar los términos de "espacio" y "visión", íntimamente implicados. El ámbito semántico dimensional es comprensible, fundamentalmente, a través del sentido de la vista, e, inversamente, la vista se convierte en el medio idóneo para aprehender el espacio, cuando la capacidad mental elabora los datos sensoriales y los instala en una estructura mental

determinada. El órgano de la visión no es el ojo, sino el cerebro, puesto que el globo ocular, con todos sus componentes fisiológicos, sólo desempeña la función --necesaria, pero no suficiente-- de captar la imagen de la realidad, para convertirla en variaciones de una señal eléctrica, que llega al cerebro y, allí, es interpretada.

En todo fenómeno visual es preciso distinguir entre la imagen de la retina y lo que el hombre percibe realmente. Gibson (1) llama a la primera "campo visual" y a la segunda "mundo visual". La distinción es clara, y puede ser aceptada, porque la imagen de las cosas reales ha de ser corregida con los datos suplementarios proporcionados por los otros sentidos y por la información aportada por la memoria.

El medio por el cual cada persona construye su esquema espacial es la relación directa, activa, con el entorno. Una de las primeras ideas que debe ser subrayada es la diferencia de percepción según las personas, puesto que los procesos sensitivos y cerebrales no son nunca mecánicos, sino que implican una enorme contribución de la concepción mental y cultural de cada sujeto, incluso de su actividad subconsciente.

Nuestros hábitos sociales de ahora, ligados a la gran ciudad, a una permanencia excesiva en lugares cerrados, nuestros desplazamientos en vehículos de motor, han alterado la concepción general del espacio y han provocado cambios esenciales en nuestra percepción de las dimensiones. Más aún, la persistencia de mensajes icónicos reproducidos en dos dimensiones, don-

de es preciso evocar la tercera mediante artificios de lectura, han contribuido a cambiar nuestra actitud general hacia la tridimensionalidad real, no representada.

El espacio, aunque hemos de reconocer sus paulatinos cambios de forma a lo largo de los años, es estructuralmente el mismo; lo que ha cambiado, en cambio, es el ritmo de la relación entre el hombre y el espacio.

Los aspectos orgánicos son indispensables para elaborar una noción perceptiva adecuada. No sólo sentimos los datos exteriores, sino que los corregimos, instintivamente, con nuestra propia sensación corporal, derivada de una concreta inserción en el volumen que nos rodea y del que formamos, inevitablemente, parte. Los trabajos de Piaget sobre la elaboración del concepto espacial en el niño son absolutamente imprescindibles para entender esta cuestión en toda su amplitud.

Según Edward T. Hall (2) el sexo, o mejor, la especialización funcional asociada, a veces, al sexo, es también decisiva para la percepción del espacio, en cuanto que el trabajo de algunas mujeres les enseña a distinguir objetos y realidades espaciales que el hombre no aprecia tan fácilmente.

Uno de los autores que ha llevado más lejos el análisis de la percepción visual de la realidad es, sin duda, James T. Gibson, ya citado, especialmente en su libro, La percepción del mundo visual, dedicado monográficamente a este tema:

"La percepción del espacio (de la cual es inseparable el tiempo) no constituye, por lo tanto, una dimensión del contenido de la percepción sino el primer problema que se ha de examinar, sin cuya solución permanecen oscuros otros problemas."(3)

Gibson destaca los fundamentos científicos que condicionan determinadas percepciones del espacio. El universo newtoniano, por ejemplo, era extraordinariamente lógico y sencillo, y constaba únicamente de materia, tiempo y espacio. Este último era el vacío euclidiano, definido por las tres dimensiones de las coordenadas cartesianas, es decir, del espacio geométrico. Pero semejante noción de espacio no existe, es una pura abstracción mental.

La percepción del espacio está ligada, nos damos cuenta o no, a nuestras referencias culturales de tipo general. Un europeo tiene una concepción distinta, radicalmente de un japonés. Según Hall:

"En el Oeste, el hombre percibe los objetos, y no el espacio que hay entre ellos. En el Japón, los espacios se perciben, denominan y reverencian bajo el nombre de ma o hueco intermedio."(4)

El espacio es, a la vez, extensión tridimensional y ámbito limitado, posibilidad abierta y cerrada. Rudolf Arnheim, uno de los investigadores clave en este aspecto, señala que la libertad completa ofrecida por el espacio se debe a las posibilidades de extenderse en cualquier dirección, en disposiciones ilimitadas de los objetos:

"Más allá de estas tres dimensiones espaciales, la imaginería visual no puede llegar: la gama sólo puede ser ampliada ya mediante construcción intelectual." (5)

EL TIEMPO

El tiempo es una dimensión que puede medirse con la ayuda de instrumentos mecánicos o electrónicos, pero también puede sentirse. El contraste entre los datos mensurables y la sensación personal e intransferible es, a menudo, muy fuerte. Lapsos muy amplios son experimentados como breves y, al revés, duraciones muy cortas se sienten como largas.

Esta subjetividad plena nos da una de las claves, quizás la más importante, para calibrar la función del tiempo en nuestro entendimiento de la realidad. Existe una base personal para apreciar esa duración, nacida de los ritmos fisiológicos elementales. El latir del corazón, por ejemplo, nos marca una cadencia a la que se somete toda nuestra actividad. Cualquier alteración de este pulso biológico es sentida como una agresión a nuestro organismo. El sistema nervioso controla estos ritmos; la producción de unos pulsos a cadencia fija. La curiosa sensación de que el tiempo pasa más deprisa a medida que envejecemos está relacionada con la pérdida de respuesta del organismo de crédito. Igual que se produce una disminución en la capacidad de resolución de nuestra vista con el tiempo, disminuye la resolución en nuestra capacidad de distinguir estos pulsos, por lo que al distinguir menos llegamos a tener la sensación de

que el tiempo pasa más deprisa.

Pinillos, en su obra Principios de psicología, considera que la actividad de los organismos se halla sometida a ciclos de diferente duración que suponen la existencia de mecanismos internos de regulación:

"En un principio se atribuyó esta periodicidad al efecto de los hábitos adquiridos durante la vida sobre la superficie terrestre. Hoy en día, tras los fascinantes experimentos de Félix Strumwasser en California con un organismo marino llamado Aplysia, se tiene la certeza de que un verdadero reloj bioquímico regula desde dentro del sistema nervioso la periodicidad de esos ciclos."(6)

Según esto podemos determinar la separación temporal entre dos hitos significativos, al igual que podemos calcular la distancia entre dos objetos. La aptitud para apreciar el paso del tiempo nos permite desarrollar una auténtica dimensión temporal, un sistema de coordenadas que nos permite situar, con bastante exactitud, los acontecimientos. Esta percepción general de las relaciones temporales entre el tiempo pasado, presente y futuro es denominada por Krech "perspectiva temporal".

EL MOVIMIENTO

El tiempo permite situar el fenómeno del movimiento, y ayuda a clasificar las posiciones de los objetos en relación con distancias dadas, en unidades de tiempo también determinadas.

La experiencia nos muestra la diferencia entre lo estático y lo dinámico. Lo que se mueve emerge --como la figura sobre el fondo-- de los elementos que permanecen estáticos. Pero no es obvio conocer qué es lo estático; denominamos como estáticos a todos aquellos elementos de la realidad que no están sujetos a desplazamientos respecto del observador. Lo estático y lo dinámico se convierten, así, en conceptos relativos.

Puedo considerar como estáticos a mi interlocutor y al sillón en el que reposa frente a mí; y esto es así porque las posiciones relativas de estos elementos respecto de mí no varían a lo largo del tiempo. Si giro la cabeza hacia la izquierda y miro a través de la ventanilla podré observar, sin embargo, que los árboles próximos a la vía del tren parecen desplazarse a gran velocidad. Esta es una experiencia cotidiana que nos habla de la relatividad del concepto de movimiento.

Debemos hablar de movimiento, por tanto, en un doble sentido, según que lo que se desplace lo haga en un entorno fijo respecto al observador, o que sea éste último el que se mueva respecto al entorno. En este caso, la percepción del movimiento se realiza a través del órgano propioceptivo cuando existen variaciones de velocidad (aceleraciones o deceleraciones). Cuando la velocidad es constante, en cambio, son otros los órganos que identifican el movimiento, como el visual cuando miramos a través de la ventanilla del tren, o el auditivo, que recibe cadenciosamente el ruido característico que producen las ruedas del tren cuando superan la unión de dos rieles

Todo movimiento, al margen de su significación, o de las consecuencias que acarree, tiene el encanto indefinible de lo vivo, la fascinación directa que nace de la dinamicidad. Nuestra cultura ha hecho del movimiento uno de sus ídolos predilectos, pero tampoco hemos innovado nada, en verdad, porque ya las antiguas civilizaciones habían establecido las bases del gran espectáculo de las carreras y de los ejercicios gimnásticos que constituyen, en el fondo, una glorificación del movimiento.

Gillo Dorfles comparte esta convicción, como se puede comprobar por esta cita, extraída de su libro, Símbolo, comunicación, consumo:

"Una de las metamorfosis más agudas y sustanciales de nuestro cotidiano universo perceptivo es, precisamente, el encontrarnos introducidos en un continuo halo cinético, del que ya muy difícilmente podremos salir." (7)

Los problemas derivados de la percepción del movimiento están estrechamente ligados a los del espacio tridimensional, según psicólogos como Ronald H. Forgas, que continúa los experimentos de Gibson, Olum y Rosenblatt (8).

El movimiento nos permite acercarnos a los elementos de la realidad, interactuar con ellos. Este planteamiento es, incluso, la base misma de la concepción de la realidad, según Piaget, como luego veremos.

LA PERCEPCION

Poder ver es una condición necesaria para establecer comunicación visual. Es indudable que el proceso es muy complejo, plantea grandes enigmas y parece que la percepción involucra, simultáneamente, la intervención de acciones de naturaleza diferente. Cualquiera que sea la explicación a estos fenómenos no va a cambiar nuestra forma de ver. Siendo importante encontrar explicación a cómo ocurre el fenómeno, o partes del mismo, atrae mi atención, mucho más, averiguar qué es lo que ocurre, aunque no sepamos cómo.

El lector de imágenes normal, aquel que no está involucrado, también, en procesos de creación, no es consciente, en la mayoría de las ocasiones, de las razones que le mueven a dirigir su atención preferentemente a determinadas imágenes en vez de a otras, o, quizás, durante un mayor tiempo. Me refiero a aquellos casos, naturalmente, donde la causa está en aspectos perceptivos formales y no de contenido. Así, es sabido que la grandiosidad de un paisaje o una imagen que muestre la relación materno-filial, son causas conocidas de emoción. Pero otros aspectos impactantes de las imágenes tienen sus fundamentos en la disposición y relaciones entre los elementos de cada imagen. En estas ocasiones el receptor no es consciente de las causas de su entusiasmo --o rechazo--, excepto cuando son muy evidentes estos elementos, como una perspectiva excesivamente pronunciada. Las sensaciones asociadas a un espacio "casi vacío", es un ejemplo de estos otros aspectos de natura-

leza formal, más que de contenido, cuya organización y disposición están condicionando la percepción.

El creador de imágenes, cualquiera que sea su medio icónico, aprende, normalmente, mediante el procedimiento de intento-error. Un conocimiento previo de cómo funciona la percepción visual ayudaría a un aprendizaje más rápido. Una aproximación al sistema fotográfico quedaría incompleto, por otra parte, si prescindieramos de estas facetas. En la bibliografía sobre Fotografía no es frecuente la alusión al tema; pero, cuando ocurre, se describen principalmente aquellos fenómenos que están relacionados con la adaptación del ojo a niveles de brillo, color, etc. Creo que es posible penetrar más en este campo y encontrar fundamentación para una descripción posterior de los elementos constituyentes de la imagen fotográfica.

Este tipo de imagen, que he denominado registrada, es muy distinto de la imagen creada, como ya hemos visto, diferenciándose, fundamentalmente, en el proceso de producción. A pesar de estas diferencias, las descripciones de los elementos icónicos de ambos tipos de imágenes se ha hecho, tradicionalmente, partiendo de las imágenes manuales. Si bien es cierto que la mayoría de los elementos icónicos son válidos para los dos tipos de imágenes, independientemente de su diferente naturaleza, lo que no se ha establecido claramente ha sido la relación existente entre los elementos tradicionales de la imagen y aquellos otros elementos, puramente técnicos pero que son, en definitiva, los que están determinando la aparición de algunas características visuales en las imágenes fotográficas.

Me refiero al grano de la emulsión, por ejemplo, que da carácter a la imagen, bien por su ausencia o su presencia. Si el grano no llega a ser perceptible, por el tipo de emulsión usada o el nivel de ampliación concedida a la imagen positiva final, imperará la suavidad en la transición tonal; la aparición del grano provocará, en cambio, sensaciones encontradas con las anteriores, al margen de las múltiples relaciones que se han intentado establecer con el puntillismo pictórico. Este ejemplo no es un caso aislado y, en la medida que sea pertinente, iremos viendo algunas de estas relaciones, conforme se vayan estableciendo los elementos y la función que desempeñen cuando se interrelacionan.

La actitud de acercamiento a la imagen fotográfica, como un tipo más de imagen que es, debe considerar que las características aparentemente intrínsecas de las imágenes son específicas, en algunos casos, de nuestra forma de ver, de organizar el espacio, dirigir nuestra atención, etc.

Un interés inmediato podría radicar en averiguar cómo ocurre este fenómeno de conversión de la energía radiante electromagnética en una idea del mundo exterior e, incluso, una organización espacial del mismo. No se puede afirmar que tal explicación se haya encontrado por ahora, aunque son muchas las teorías establecidas, en la mayoría de los casos para explicar distintos aspectos de la percepción visual. Estas teorías mantienen puntos de vista diversos al enfrentarse con su objeto de estudio, porque también son distintas las necesidades y expectativas de sus investigadores.

Voy a agrupar estas teorías y algunos de sus hallazgos que me interesan especialmente, siguiendo la propuesta del profesor Villafañe en su libro Introducción a la teoría de la imagen, en tres corrientes principales:

- a) teoría de la Gestalt
- b) teorías psicofísicas
- c) planteamiento neurofisiológico

A) Teoría de la Gestalt.

Se ha dedicado, fundamentalmente, a la explicación de la organización perceptiva. Este cuerpo de teorías no ha pasado de ser un conjunto de meras hipótesis, sin comprobación experimental, en general; pero ha permitido una aproximación muy sugerente al tema de la percepción visual. Algunas excepciones son las teorías de Wertheimer, comprobadas posteriormente por los neurofisiólogos.

La teoría de la forma ("Gestalt"), que es el fruto de investigaciones experimentales, postula la noción de "forma de conjunto", consistente en afirmar que la totalidad no es reducible a los elementos constituyentes, estando regida por leyes propias de organización y equilibrio.

Esta concepción de la percepción, radicalmente distinta de otras teorías surgidas hasta entonces, supone algo más que una nueva idea sobre la percepción exclusivamente. Es, de hecho, una concepción global, no sólo de la percepción, sino de fenómenos asociados, como la inteligencia, por ejemplo. Una teoría

que afecta tan profundamente a distintos estadios del proceso cognoscitivo supone una toma de postura filosófica.

La teoría de la Gestalt considera, por un lado, que los sistemas mentales no son la síntesis de elementos aislados sino totalidades organizadas desde el principio, en "forma" o estructura de conjunto. Por otro lado, esta "Gestalt" implica una concepción del espacio y del tiempo. Esto no es difícil de entender si consideramos, como idea central en la teoría de la "Gestalt", la noción de "campo", que Piaget describe así:

"Así es como una percepción no es la síntesis de sensaciones previas: ella se rige en todos los niveles por un "campo" cuyos elementos son interdependientes por el mismo hecho de que se los percibe juntos." (9)

Se han establecido comparaciones entre este concepto de campo y un campo de fuerzas, cualquiera que sea el origen de éstas; los principios de funcionamiento de este campo está regido por el mismo tipo de principios, incluso, que los campos de fuerza que estudia la Física (mínima acción, tendencia al equilibrio, etc.).

Un ejemplo de esta idea de campo --ejemplo clásico, por otro lado-- es un punto negro sobre una hoja de papel. En ningún momento percibimos por separado estos elementos y luego los sintetizamos, sino que directamente aparecen interrelacionados, tomando el punto el carácter de algo ("figura") que destaca sobre el papel ("fondo"). Podríamos preguntarnos, inmediatamente, por qué no consideramos al papel como una figura, dotada

de un agujero a través del cual veríamos el fondo. Esta forma de ver, común para todos, hace pensar a los seguidores de la teoría de la Gestalt en leyes de organización.

Si bien es cierto que las teorías de la "forma" son comprobables y sus conclusiones han ayudado a la comprensión del mundo visual, especialmente en cuanto a las motivaciones que influyen en la organización de la obra artística, el error que cometieron sus propugnadores fue, quizás, intentar explicaciones a nivel fisiológico. Las leyes de organización se hacen, así, extensivas a las corrientes eléctricas asociadas a cada percepción. El enfoque neurofisiológico parte, de hecho, de la negación de la existencia del "campo" y se propone la demostración de su no existencia.

Leyes de organización.

La ley del cierre determina que una figura incompleta es acabada por el observador. Esta ley se cumple, también, cuando un objeto está intersectado por otros que impiden que lo veamos completo. Esta es una de las leyes que han comprobado los neurofisiólogos.

La ley del enmascaramiento determina que una figura simple pierda su identidad, es enmascarada, cuando pasa a formar parte de una figura más compleja; también se ha demostrado experimentalmente.

Ley de la buena continuidad y dirección es aquella que re-

gula que el reconocimiento de figuras hechas con elementos continuos, ininterrumpidos, se haga con más facilidad. También fue comprobada experimentalmente.

La ley de la proximidad es la que nos hace considerar a los elementos más próximos como constituyentes de la misma figura y separada del resto.

Ley de la pregnancia : Por lo que hemos visto en las leyes anteriores existen fuerzas entre los elementos de las imágenes que tienden a unirlos o separarlos, a manera de fuerzas cohesivas y segregadoras. La relación entre ellas determinará el equilibrio de la imagen. Todas las leyes anteriores vienen a responder a una ley más general, esencial, denominada "prägnanz" por Wertheimer que dice que, de todas las formas posibles, la que se impone es siempre la "mejor", es decir, la mejor equilibrada.

B) Las teorías psicofísicas.

Estas teorías suponen una correlación entre las variables de la estimulación y las de la percepción pero a un nivel retiniano. Habrá así una relación entre el objeto, el mundo externo del cual parte la señal visual y su representación en la retina. Es lo mismo que decir que determinados elementos visuales tienen una representación también dada en el ojo, aunque no sea idéntica.

tica. En Fundamentos metodológicos de la teoría de la imagen, J. Villafañe dice:

"Este espacio característico debido a sus propiedades tiene profundidad; es estable; ilimitado; está matizado por distintos tipos de luces y texturas e integrado por superficies, formas, interespacios...Estas características del espacio visual constituyen la clave para su percepción."(10)

Las hipótesis fundamentales de estas teorías se deben a Gibson, que hace resaltar la importancia de la imagen de la retina, a pesar de la aparente gran diferencia entre ella y el complejo mundo visual que, al fin y al cabo, es un estímulo y no algo para contemplar. El mismo Gibson pone el dedo en la llaga de este problema científico cuando afirma:

"La cuestión no es hasta qué punto (la imagen retiniana) se asemeja al mundo visual, sino si contiene suficientes variaciones como para explicar todos los rasgos del mundo visual." (11)

La naturaleza del estímulo es energía electromagnética a la que el ojo es sensible; los receptores del ojo son los elementos, conos y bastones, que van a convertir la señal que les llega en otro tipo de energía, eléctrica, que es el tipo de flujo de información que puede circular por las vías nerviosas. No debemos olvidar la hipótesis, que ya citamos cuando hablamos del ojo, que supone la retina como parte del cerebro desplazado al exterior y que, de ser cierta, daría más validez al planteamiento psicofísico.

Si la luz, según lo visto, es la que lleva la información recogida del mundo exterior, debemos pensar, en principio, que va contenida en las magnitudes que puedan ser modulables --o modelables, si se prefiere, por parecer este término más plástico--. Cuando la luz se propaga tiene un comportamiento ondulatorio; la forma de onda sólo indicaría las variaciones que se producen en la transmisión de la energía luminosa, aunque permanezca constante la cantidad. Esa onda se caracteriza por dos factores. La elongación nos indica la desviación que puede producirse en tonno al punto de equilibrio; la elongación máxima corresponde a la amplitud de la señal y esta es proporcional, como es sabido, a la energía transportada. La frecuencia indica el número de veces que este fenómeno es capaz de repetirse completamente en una unidad de tiempo; simultáneamente la luz se va propagando a una velocidad constante de 300.000 km/s. en el vacío. Ocurre, por tanto, que mientras el fenómeno se repite la onda va avanzando. La distancia existente entre dos estados idénticos de repetición del fenómeno recibe el nombre de longitud de onda.

Estas magnitudes físicas llevan la información visual al ojo; asociamos la intensidad luminosa a la amplitud de la onda y el color a la longitud de onda. Estos valores pueden variar en un intervalo amplio; el ojo, en cambio, es capaz de reaccionar sólo cuando ambas magnitudes físicas se encuentran comprendidas entre valores muy precisos. Estos intervalos más estrechos, para los cuales el ojo reacciona, determinan el estímulo.

La ausencia de información.

La información procedente de un único punto no es, curiosamente, la que nos permite ver. La realidad es un continuo del que recibimos información; si la información que recibiéramos de cada uno de estos puntos fuera idéntica, tampoco podríamos distinguir los objetos, las formas, etc. Sólo las variaciones de estímulos nos van a permitir construirnos una configuración de espacio en la retina, creando el estímulo adecuado del que vamos a partir. Un estímulo constante de la retina sería propio de la oscuridad, el firmamento, una superficie homogéneamente gris, etc. No distinguiríamos formas en ninguno de estos casos.

Los contornos.

El cambio contiene la información; obsérvese que no hablamos de un cambio temporal, sino espacial. Es la variación en la estimulación de la retina la que produce la información. El cambio más elemental viene constituido por un salto brusco de la cantidad de energía que llega a una serie de puntos correlativos; estos cambios los tenemos asociados a los bordes o discontinuidades físicas de las superficies.

Las superficies.

La idea de superficie viene asociada a la de textura y ésta no es más que una repetición cíclica del estímulo retinal. Un cambio de claridad a oscuridad repetido lo tenemos asociado

a superficie. No es necesario que las variaciones de las magnitudes físicas sean idénticas, sino sólo que se produzcan con un aceptable nivel de regularidad. Gibson dice:

"Es una hipótesis aceptable la de que cuando un orden de este tipo se halla en ambas dimensiones de una agrupación de elementos se producirá la cualidad visual de textura y que esto constituye el correlato de estímulo de una superficie visual." (12)

El continuo se asoció, antes, a masas de luz, como el firmamento o la oscuridad. La variación cíclica se asocia, ahora, a la noción de superficie. La textura, esta variación cíclica de claro-oscuro, puede ser muy pequeña en intensidad y de una gran frecuencia espacial; en la medida que estos valores se extreman la textura desaparece y se confundiría la superficie con una masa.

Creo que esto ocurre por la información que nos aporta el sistema de enfoque; cuando nos enfrentamos a una masa la identificamos porque intentamos enfocar en distintos planos y no encontramos nunca información. Una superficie texturada, en cambio, permite enfocar con facilidad y la tomamos, a su vez, como referencia para enfocar a elementos más distantes o próximos.

Es muy posible, pues, que sea la información del sistema de enfoque la que determine si nos enfrentamos a una masa o a una superficie; en el primer caso el sistema estaría traba-

jando continuamente. Las superficies sin textura se pueden confundir, a su vez, con masas; esto podemos comprobarlo con superficies brillantes, especulares.

La idea de variación en la estimulación retinal está en la propuesta de teoría psicofísica que hace Gibson y de la que acepto una gran parte; a esta se le podría añadir la hipótesis de trabajo que anteriormente he expuesto sobre la diferencia entre masa lumínica y superficie.

Los gradientes.

La variación de estímulos en la retina; de forma creciente o decreciente, es un gradiente y puede representar la distancia con fidelidad. Gibson lo define así:

"La palabra gradiente no significa nada más que un aumento o disminución de algo a lo largo de un eje o dimensión dado." (13)

Este concepto es frecuente en el campo de la Física y podría representar, por ejemplo, la variación de temperatura a lo largo de una habitación. En el sentido que Gibson lo recoge se relaciona directamente con la noción de distancia y su objetivo es representar la profundidad. Un gradiente se produce con distintos valores cada vez, indicando la rapidez con que varía determinada magnitud a lo largo de una dirección.

Los gradientes afectan a la percepción de los objetos según su naturaleza; podemos hablar de un cambio gradual en el

tamaño de los objetos, por un lado, y del cambio de densidad de textura en la imagen, por otro, a medida, en ambos casos, que los objetos se alejan del observador.

Según este planteamiento la percepción de un gradiente permite la percepción de la profundidad. Si contemplamos una superficie donde la densidad aumenta hacia la altura de la imagen, por ejemplo, estamos ante una superficie longitudinal, que se desplaza paralela a la dirección de la mirada. Si la densidad textural, en cambio, se mantiene constante a lo largo de toda la imagen estamos ante una superficie frontal, es decir, perpendicular a la dirección de la mirada.

El tamaño aparente de objetos conocidos.

Los objetos que son vistos bajo un mismo ángulo ocupan la misma superficie en la retina; esto quiere decir que un objeto de 1 metro de ancho que se encuentre a 100 metros de distancia, se verá bajo el mismo ángulo que uno de 2 metros de ancho que se encuentre a 200 metros de distancia. Según esto el objeto más grande se verá del mismo tamaño que el objeto cercano, simplemente porque se proyectan en la misma superficie de retina.

Está claro que el tamaño de la imagen retiniana no nos sirve de referencia para indicar cual es el mayor de ambos; he hecho abstracción premeditada de la naturaleza de ambos objetos. Si decimos, en cambio --y rememoro el clásico ejemplo de Gibson-- que el objeto distante es un hijo y el lejano su padre, no será necesario añadir --puesto que conocemos las dife-

rencias de tamaño, que el padre se ve más pequeño porque está más lejos. Podríamos engañarnos si la regla general no se cumpliera y el objeto distante fuera enano.

La concepción del espacio como un lugar vacío donde en este momento nos interesan dos objetos únicamente, se enfrenta con la concepción psicofísica que lo concibe como una agrupación de elementos en un substrato. Gibson dice:

"En vez de preguntar '¿cómo vemos la distancia continua desde aquí y en todas las direcciones?', la teoría clásica pregunta '¿cómo juzgamos la distancia de ese objeto o la distancia relativa de esos dos objetos?'" (14)

Esta propuesta abunda en una concepción donde todos los elementos están interrelacionados entre sí, de una forma graduada y no como elementos aislados que se interpreten posteriormente.

La iluminación.

Hemos visto algunos factores que están potenciando la percepción de profundidad y por tanto de espacio; entre ellos estaban, por ejemplo, la convergencia de las líneas, de acuerdo con la perspectiva lineal o los gradientes de textura de las superficies.

La profundidad de los objetos dentro de ese espacio no ha sido mencionada. De acuerdo a esta concepción global del espacio, donde todos los elementos están interrelacionados, los

mismos factores anteriores afectarán igualmente a los objetos. Pero además de este aspecto, que puede ser percibido perfectamente de acuerdo a la variación del contorno de los objetos, un nuevo factor, la iluminación, nos va a dar la idea de forma del objeto.

En primer lugar se ha de resaltar que la apariencia brillante de los objetos depende de la iluminación que reciben y de su naturaleza. Con un mismo nivel de iluminación distintos objetos pueden parecer más o menos brillantes en función de la capacidad que cada uno posea para reflejar la luz que les llega. Es importante observar que esta cualidad es independiente de cualquier circunstancia y no variará, por tanto, con la distancia. Una fila de columnas, todas del mismo material e igualmente iluminadas se verán con la misma brillantez, tanto las próximas como las lejanas; percibiremos la profundidad, en cambio, por la diferencia de tamaños, más pequeños conforme nos alejamos, por la convergencia de las líneas determinadas por la parte inferior y superior de las columnas y por el incremento de densidad textural con la distancia.

La iluminación, sus variaciones, nos va a permitir, de todas formas, observar el volumen de los objetos a través de las concavidades y convexidades observadas en las superficies por las variaciones de la iluminación. Una superficie esférica, por ejemplo, iluminada lateralmente, nos producirá un lado luminoso y el otro en sombra; la transición, a su vez, de una parte a otra de la esfera será más o menos gradual en cuanto

a la variación de brillantez. La velocidad de variación de brillantez --un gradiente, en definitiva-- sí que nos dará una idea bastante aproximada de la forma de la superficie de los objetos.

La distribución desigual de la luz reflejada por un objeto con formas cilíndricas, esféricas, cónicas, etc. se encuentra recogida en la ley de Lambert--aunque Gibson no haga referencia a ella--que dice que la intensidad de una luz reflejada depende del ángulo de iluminación. Si se considera una fuente de iluminación única y puntual, la disminución de dicha intensidad es proporcional al coseno del ángulo formado por las direcciones del rayo iluminante y del rayo reflejado.

La imagen enfocada.

Otra hipótesis que se plantean los psicofísicos es si existe también un gradiente de foco que acentúe la percepción de la profundidad. Hemos visto que el ojo sólo puede enfocar en un plano cada vez, puesto que el cristalino se comporta físicamente como lo hace una lente. Los elementos más cercanos y más distantes del objeto enfocado no se verán con suficiente detalle por la simple razón de que los rayos luminosos procedentes de ellos son interceptados por la retina no exactamente en el momento que convergen dando un punto, sino antes o después de converger y, por tanto, ese corte con la retina dará una superficie circular o elíptica.

Los elementos no enfocados producen una sensación de bo-

rosidad que podría asociarse a la de profundidad; es posible hablar, así, de un gradiente de borrosidad, aunque éste va a depender de la distancia a la que esté el objeto. La borrosidad aumenta más rápidamente cuanto más cerca están los objetos a los que estamos enfocando. Cuando hablamos del ojo vemos cómo estas variaciones de profundidad de campo las intenta contrarrestar el ojo cerrando el iris, disminuyendo el diámetro de la pupila. Es difícil, por tanto, que podamos hablar de un gradiente de foco relacionado con la percepción de la profundidad.

Pero el desenfoque produce otra variación asociada, la disminución de iluminación, que esta escuela plantea como una correlación del grado de enfoque. Supongamos que nos enfrentamos a una escena que está formada por una superficie continua con dos partes perfectamente separadas por una línea recta, siendo una de las zonas clara y la otra oscura. Cuando la enfoquemos con el ojo, en el fondo de la retina tendremos una imagen tal que cada punto del objeto estará representado por un punto imagen, con lo que la separación entre la parte clara y oscura será de gran nitidez. Si desenfocamos el objeto cada punto de la escena estará formado, ahora, por un pequeño círculo. En la zona de transición de la parte clara a la oscura se superpondrán, interceptándose, círculos procedentes de la parte clara y de la oscura, donde habrá una iluminación intermedia; el contraste se habrá perdido, la nitidez habrá disminuido. Es este planteamiento el que lleva a Gibson a considerar:

"...que la definición de resolución de una imagen es el grado en que los gradientes de intensidad luminosa en su interior son tan abruptos como lo permiten las condiciones relevantes."(15)

Otros factores.

La binocularidad va a afectar profundamente, como está demostrado, a la percepción del espacio, de la profundidad. También va a actuar en este sentido la convergencia de los dos ojos para enfocar a una cierta distancia o, incluso, la deformación que aplicamos al cristalino para poder enfocar a un determinado plano.

Todos estos factores están relacionados con la visión, a través de los dos ojos, de un espacio; cuando contemplamos un plano, perpendicular a la dirección de visión, el problema es distinto y no es necesaria ya la ayuda para la percepción en profundidad que da la visión binocular. Cuando contemplamos una imagen fotográfica nos encontramos, siempre, ante un objeto plano. Con la fotografía estereoscópica se hace uso de los dos ojos para contemplar dos imágenes, planas también, ligeramente distintas entre sí, que simulan la diferencia existente entre las percibidas por cada uno de los ojos. Salvo estos casos, poco prodigados por la industria, las imágenes de este campo son únicas y planas. No tiene mayor aplicación, pues, las consecuencias de la percepción binocular.

El ojo engañado.

Hemos visto cómo, según la teoría psicofísica, los conceptos de superficie texturada, masa, contorno, gradiente, etc., nos permite configurar el espacio; es más, estas trazas son los signos del espacio. Su percepción nos va a hablar de profundidad antes que de otros elementos, por evidentes que puedan parecer. Algunas experiencias lo comprueban, siendo famosas las de A. Ames, un psicólogo estadounidense que comenzó como pintor. Destaca la de la habitación distorsionada de entre una serie ingeniosa de experimentos.

La habitación distorsionada se contempla desde una posición prefijada. Desde ella se ven las tres paredes restantes. Las dos laterales son paralelas entre sí y a la dirección de visión del observador; la tercera pared no es perpendicular a la línea de observación, como era de suponer, sino que uno de los extremos está mucho más próximo al espectador que el otro. Los objetos que están en el lado cercano se verán, lógicamente, de mayor tamaño. El aspecto ingenioso de la construcción de la habitación está en la forma en que han sido pintadas las paredes para corregir la perspectiva y que hacen sentir al observador que se encuentra frente a una pared perpendicular a él y a las otras dos paredes. Cuando la habitación está vacía el observador ve la habitación como paralelepípedica; cuando en ella se colocan dos personas, cada uno en un extremo de la pared del fondo y muy próximas a ella, el observador, que está en un punto fijo, verá a una de las personas mucho más

alta que la otra, por la razón antes explicada. La lógica podía hacernos concluir que el objeto más grande lo es por estar más cercano, como así es; en esta habitación nos domina, en cambio, la corrección de la perspectiva; tendemos a pensar que la habitación es normal y nos desconcierta que las figuras sean tan exageradamente distintas en tamaño.

Esta experiencia de la habitación de Ames viene a apoyar las teorías psicofísicas, que establecen un correlato entre los elementos de la realidad y su representación retiniana. Ante la contradicción de la habitación de Ames, el ojo ha preferido dejarse guiar por la pista falsa. Este comportamiento perceptivo es el que permite realizar, dentro del campo de la fotografía y del cine, efectos especiales y otra serie de trucos que engañan al ojo, así como imágenes imposibles. Pero no es este el planteamiento que preside este trabajo; bien al contrario, me interesa cómo se produce la percepción en condiciones normales.

Claves tradicionales para la percepción de la distancia.

La tradición pictórica conoce muy bien una serie de elementos que, manejados adecuadamente, nos producen la percepción de profundidad. La teoría psicofísica que acabamos de ver viene a fundamentar este planteamiento histórico. Estas claves, trabajadas así, poseen un carácter simbólico; de todas ellas he seleccionado las que interesan más para este trabajo, dejando a un lado las relativas al movimiento y a la visión bi-

nocular.

- a) Perspectiva lineal.
- b) El tamaño aparente de los objetos cuyo tamaño es conocido.
- c) El hecho de cubrir un objeto distante con uno próximo o la superposición de un contorno sobre otro que se produce cuando un objeto "eclipsa" a otro.
- d) El cambio de color de los objetos distantes, a lo cual se agrega, a veces, la pérdida de contorno y detalles nítidos. Esto recibe el nombre de perspectiva aérea.
- e) El grado de ubicación angular hacia arriba del objeto en el campo visual, quedando necesariamente implícitos como fondo el suelo y la línea del horizonte.
- f) La relación entre las zonas iluminadas y sombreadas de un objeto. Se trata de un indicador o signo, no de la distancia, sino de la profundidad o relieve de un sólo objeto.

Estos apartados están entresacados de una relación, más completa, que aparece en la obra citada de Gibson (16); listas similares se encuentran en otros autores.

C) Planteamiento neurofisiológico.

Esta escuela intenta describir el fenómeno perceptivo a nivel fisiológico, por lo que puede resultar una vía fundamental de estudio; cada día es mayor su importancia, porque cada avance está permitiendo la fundamentación de planteamientos

más recientes.

Este enfoque, al igual que los dos anteriores, tiene algo que aportar en relación con la imagen fotográfica o con su proceso de obtención. Este planteamiento, que no nos habla de la organización del espacio y se refiere, fundamentalmente, al flujo y ubicación de la información a lo largo del órgano visual, aporta algunos elementos válidos, especialmente a la hora de establecer una relación entre el mundo real y el fotografiado. Algunas consecuencias importantes de este planteamiento se verán más adelante, cuando se analicen las condiciones de estudio de la relación tonal entre la escena y su imagen.

Veamos ahora los planteamientos principales de este enfoque. Por un lado el flujo de información que, como en cualquier órgano sensorial desarrollado, tiene lugar mediante dos mecanismos básicos. El primero convierte la energía exterior en otra forma de energía de naturaleza adecuada para activar las neuronas del sistema sensorial; el segundo mecanismo activa el nervio conectado. El primer mecanismo es de naturaleza fotoquímica, el segundo de naturaleza eléctrica.

Los investigadores de este campo han estado fascinados, siempre, por la pretensión de una posible relación isomórfica entre los elementos extremos de esta cadena que transporta información visual. Ha sido tradicional pensar que podía existir una correlación, punto a punto, entre la retina y la corteza cerebral. Esto supondría que la excitación de un punto en la

retina conllevaría la de otro punto en la corteza y en ese instante.

Las investigaciones de Marshall, Talbot, Bartley y Bishop, entre otros, demuestran la falsedad del planteamiento tradicional, tanto en la correlación espacial como en la temporal. A un cono de la retina corresponde una cierta área en la corteza, con un grado de excitación mayor en el centro de dicha área, y no un punto, como se suponía. La falta de coordinación temporal, por otra parte, tiene lugar porque circuitos cerrados de neuronas producen un cierto desfase.

Los aportes principales de estas investigaciones se publican durante el año 1942. Estos descubrimientos abren una línea de trabajo muy prometedora, pero que hemos de admitir, lejana a nuestras pretensiones en torno al fenómeno perceptivo. Este planteamiento fisiológico, de todas formas, permite explicaciones a algunos fenómenos perceptivos, como son la ley de continuidad y de cierre. Ambas fueron enunciadas por Max Wertheimer (fundador de la Gestalt) y suponen que tanto una línea continua como una figura incompleta serán cerradas y completadas, respectivamente, en función del traslapamiento en virtud del cual están también excitadas, en la corteza cerebral, las partes de la misma correspondientes a aquellas zonas que se excitarían de estar completas las figuras.

El origen de esta línea de investigación la justifica Villafañe así:

"El principal objetivo de los neurofisiólogos, en resumen, fue establecer una teoría que explicase los mecanismos perceptivos sin tener que admitir la existencia de campos de fuerzas productores de configuraciones visuales." (17)

Las herramientas de trabajo de los investigadores, los métodos científicos, condicionan el punto de vista ante el objeto de estudio. Esto permite que los distintos planteamientos que hemos visto no se invaliden en la medida que los resultados no son contradictorios.

A modo de resumen de estos diversos planteamientos perceptivos podemos decir que el enfoque neurofisiológico va desarrollándose y permitirá explicar, posiblemente, algunos fenómenos perceptivos desde la fisiología. Hemos visto, así, varios casos de teorías propuestas por investigadores de la Gestalt que han sido finalmente comprobadas por los neurofisiólogos. Es indudable que este enfoque ayudará a entender mejor los procesos perceptivos; pero no por ello dejarán de ser como son. El empeño de los neurofisiólogos en demostrar la inexistencia del "campo" preconizado por la Gestalt no invalida las conclusiones de esta última escuela.

Es muy posible que los neurofisiólogos lleven razón en sus propuestas, pero, como investigadores del mundo visual, nos interesa preferentemente conocer qué ocurre a cómo ocurre, puesto que las razones fisiológicas de la percepción no la van a modificar. Las teorías de la Gestalt y psicofísicas sí nos hablan desde este enfoque. Esta nos describe los elementos cla-

ves en los que podemos encontrar la percepción del espacio. Las teorías de la Gestalt, en cambio, teorizan sobre las relaciones que se producen entre los elementos de las escenas o de sus imágenes, sean estas fotográficas o pictóricas. Digamos, de otra forma, que mientras las teorías psicofísicas son capaces de darnos los elementos claves que permiten recrear el espacio en las imágenes artificiales, las teorías de la Gestalt nos dirán qué tipo de relaciones se establecerán entre ellos.

LA PERCEPCION COMO FORMA DE CONOCIMIENTO

Hemos visto, hasta aquí, algunas características de la realidad que son especialmente interesantes desde el punto de vista visual. Hemos hecho, después, un recorrido, somero, por las teorías más significativas que nos hablan de la percepción visual. Lo que hemos hecho es constatar, dicho de otra forma, la diferencia existente entre la realidad y su percepción. Como la realidad sólo es perceptible mediante la información que nos llega a través de nuestros órganos sensores, únicamente puede tener sentido hablar de la realidad percibida.

Es importante observar que la diferente problemática filosófica planteada en torno al concepto de realidad tiene su raíz, en el fondo, en la separación física existente entre el hombre y su entorno. La necesidad de superar esta separación es la base para establecer la comunicación. Y la forma de establecer la comunicación, la relación con el entorno, sea, posiblemente, el soporte para el desarrollo del conocimiento del hombre.

Es curioso observar que las diferentes corrientes filosóficas que han existido acerca del conocimiento, no han hecho más que explotar las distintas posibilidades combinatorias de las mismas fuentes del conocimiento. La relación entre el sujeto pensante y el objeto o, si se prefiere, entre el organismo y el medio, puede establecerse considerando que las adaptaciones corresponden a factores internos al sujeto, a factores externos o, por último, a una interacción de los dos. Una primera forma de conocimiento radica, así, en el pensamiento; podemos considerar a Platón como defensor paradigmático de estas ideas. Aristóteles va a asumir como básico, en cambio, el conocimiento sensorial, procedente del mundo exterior. Como exponente del último planteamiento tenemos las teorías de la Gestalt. Piaget, al hablar de las diversas teorías acerca de la inteligencia, dice:

"Tales son las tres principales teorías no genéticas de la inteligencia. Compruébese que la primera reduce la adaptación cognoscitiva a una acomodación pura, ya que el pensamiento no es, según ella, más que el espejo de 'ideas' hechas; que la segunda la reduce a una asimilación pura, puesto que las estructuras intelectuales son consideradas por ella como exclusivamente endógenas, y que la tercera confunde asimilación y acomodación en un solo todo, ya que sólo existe, desde el punto de vista de la Gestalt, el círculo que enlaza los objetos al sujeto, sin actividad de éste ni existencia aislada de aquellos." (18)

Si bien hemos hablado de corrientes evolucionistas, a cada

una de ellas correspondería una interpretación genética. Tendríamos así, como correspondientes a cada una de las tres teorías anteriores, el empirismo asociacionista, la teoría del tanteo --o de ensayo y error-- y, por último, la teoría operativa, determinada por la relación entre los objetos y el sujeto. Pero, en este caso, las relaciones no son ya estáticas, como en la teoría de la Gestalt, sino móviles, sin encerrarse en sí mismas más que al final del proceso social e individual propio de ellas. Piaget es el exponente de este planteamiento, sobre el que dice:

"Según este punto de vista, las operaciones intelectuales, cuya forma superior es lógica y matemática, constituyen acciones reales, bajo el doble aspecto de producción propia del sujeto y de una experiencia posible sobre la realidad."(19)

Cada una de las tres posibilidades se ha desdoblado en dos, según se parta de admitir que todo responde a estructuras innatas, invariables, o admitan su estado actual como el resultado de una evolución. Cualquiera de estos planteamientos supone, sin embargo, una separación neta entre ambos elementos, el organismo y el medio, o, dicho de otra manera, el organismo y el medio se unen a través de la información que puede fluir de uno a otro. Walter Buckley, en un artículo en Tendencias en la teoría general de sistemas, dice:

"La teoría moderna de la información nos enseña además que la esencia de la información reside en la configuración u organización de las señales, independientemente de la naturaleza sustantiva de

estas --vibraciones electromagnéticas, vibraciones del aire, disposiciones espaciales o temporales de objetos o sucesos, y así sucesivamente."(20)

Este es un tema que nos toca muy de cerca, puesto que sólo así es posible registrar imágenes y posteriormente decodificarlas correctamente; es decir, preservando la estructura de la información. Los casos más complejos radican en la fotografía, el registro magnético o el fonográfico, el envío de señales de radio, etc. Aunque se produzcan cambios en la sustancia portadora de la señal la información no variará mientras permanezca constante su estructura. Las señales procedentes bien directamente del exterior o de aquellas imágenes registradas artificialmente por el hombre, nos permiten, por tanto, conocer la realidad. Indudablemente, es distinto el hecho real que genera la información, que ésta misma, que es lo único que accede a nosotros. Hablando del mundo externo, Buckley dice:

"El que 'sólo' lo conozcamos a través de sus efectos sobre nuestros sentidos no es ópice en absoluto para que de hecho lo conozcamos, en el más pleno sentido de la palabra. No tiene sentido la noción de conocer el mundo externo 'directamente', así como no tiene objeto argüir que conocemos nuestro yo o nuestras experiencias fenoménicas en un 'sentido más directo' que el de un proceso interno de datos." (21)

Sentado esto, quedaría por ver cual, de los seis modelos posibles que hemos visto antes, parece el más viable, sin que tenga que ser cierto,oo, al menos, cual es mi compromiso, puesto que la elección condiciona el resto de mi trabajo

De las tres primeras teorías la Gestalt ha quedado sobradamente probada. Piaget la considera especialmente y dice de ella:

"La idea central de la teoría de la Forma reside en que los sistemas mentales no están constituidos nunca por la síntesis o la asociación de elementos dados en estado aislado antes de su unión, sino que consisten siempre en totalidades organizadas desde el comienzo, bajo una "forma" o estructura de conjunto." (22)

La gran objeción que Piaget le hace a esta teoría es --al menos tal como la presentan los ortodoxos de esta doctrina-- la de su invariabilidad en el curso del descubrimiento mental. Si bien Piaget considera como válidas las conclusiones de la Gestalt, no acepta que estas estructuras estén presentes desde siempre, y parte de su interés se centró en demostrar la evolución, en los primeros años de la vida, de las llamadas constantes perceptivas. Las experiencias de Beyrl, Brunswick, Burzlaff, así como las que realizó con Lambercier parecen demostrar, en cambio, la existencia de una evolución, concordante con la edad, de los mecanismos que concluyen en las constancias perceptivas y, por tanto, esto conduce seguramente a una revisión de las explicaciones de la teoría de la Forma.

Salvado este escollo, la propuesta de Piaget, bajo el punto de vista transaccional, abre el camino para un planteamiento genético, cuya idea, sintéticamente, describe Buckley así:

"Se considera el desarrollo de la percepción, inteligencia y pensamiento en el niño como algo que implica una organización y construcción complejas en que interviene la interacción entre los datos externos y las operaciones internas, y estas operaciones --que transforman o modifican los datos externos-- se construyen a partir de las continuas acciones y coordinaciones de acciones sensorial-motoras que normalmente se realizan sobre los objetos y sus interrelaciones." (23)

Según estos planteamientos, el papel que juega la percepción es la de un elemento más de una cadena difícilmente separable en partes, de forma que puedan analizarse por separados; es decir, el todo es diferente que la suma de sus partes y nos encontramos, pues, ante un sistema que es, además, abierto, con las implicaciones que conlleva, según vimos en el primer capítulo.

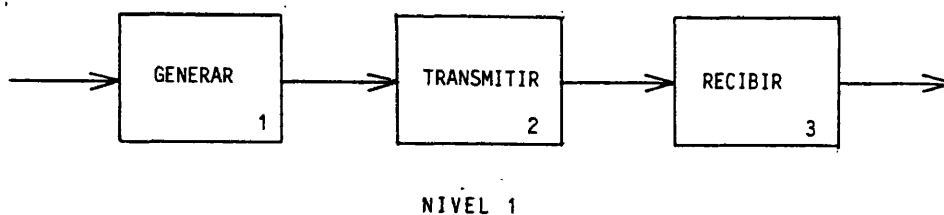
El conocimiento se va configurando de una forma activa, en interacción con la realidad, siendo la percepción uno de los instrumentos; las tomas de decisiones, llevadas a la práctica a través del aparato motor --evidenciando, así, una conducta--, permite interactuar con la realidad y realizar, por tanto, la configuración de las estructuras mentales. Buckley propone un modelo de sistema epistemológico, también transaccional que, en palabras suyas, puede resumirse así:

"Lo que esto significa, entre otras cosas, es que el conocimiento no es el resultado de una recepción pasiva de los datos informativos a través del complejo sensorial, sino más bien algo que sin ce-

sar se construye y reconstruye mediante un intercambio constante entre el individuo y su medio ambiente físico y social. Asimismo se requieren, para mantener al sistema, energías cognoscitivas, emotivas, de toma de decisión, e instrumentales-motrices. Cada uno de estos subsistemas contribuye a la estructuración y funcionamiento de los otros." (24)

DESARROLLO DEL NIVEL 2

El nivel 1 sirve de base para el desarrollo de este nuevo nivel. Aquel nivel estaba formado por tres actividades:



Voy a analizar cada una de estas actividades para encontrar aquellas subactividades que van a configurar este nivel 2. El cambio a este nivel supone un cambiocualitativo, al aparecer subactividades que no son relevante en el caso de haber considerado un modelo comunicativo convencional de intercambio informativo directo, en presencia de emisor y receptor, mientras que son imprescindibles cuando se realiza este intercambio mediante objetos icónicos como la fotografía.

La actividad 1, del nivel 1, tiene como salida el mensaje, información contenida en alguna forma energética, que va a servir como entrada a la siguiente operación, transmitir. Dicha información no ha sido producida de una manera casual ni desordenada, sino que obedece a unas necesidades del emisor, que busca cubrir unos objetivos. Considerada la acción en su conjunto, dichos fines pueden ser extraordinariamente variados, pero todos coinciden en surgir de un código genético medio de

la especie humana, es decir, de unas posibilidades colocadas entre unos límites muy concretos.

Cualquier mensaje icónico, incluso el más sencillo, exige una preparación previa, unos pasos imprescindibles, para su existencia, que comienza con una idea general, que ha de concretarse en un proyecto. Este proyecto puede disimularse, a veces, pero no desaparece.

Voy a diferenciar en esta actividad de "generar imágenes fotográficas" todo aquello que precede a la realización física de la imagen.

Esta preparación previa obedece a un plan diseñado para obtener los mejores resultados en el proceso total o, dicho de otra manera, para aumentar su eficiencia. La subactividad correspondiente de "generar información" recibe el nombre de "proyectar". En el caso de la comunicación directa, interpersonal, a través de canales naturales, como puede ser una charla entre dos personas, esta actividad de "proyectar" está continuamente presente, pero al ser poco complicada y realizarse a gran velocidad, mediante unos rituales sociales muy elaborados, no llegamos a tener una noción clara de acometerla.

La comunicación con imágenes complejas, en cambio, exige una preparación extraordinariamente cuidadosa para llevar las obras a buen término. Existen varias razones para ello. Si el modelo se limitara a recoger la fotografía de expresión no sería necesario, quizás, insistir en este punto. Teniendo en cuenta un entorno más amplio que alberga la fotografía indus-

trial, publicitaria, el reportaje antropológico, etc. hay que considerar que la elaboración de una determinada fotografía puede ser, a veces, tan compleja, o más aún, que una película cinematográfica. Un programa de televisión puede ser, también, muy difícil de proyectar y ejecutar, y, en general, los medios industriales exigen mayor inversión energética y económica que los medios de expresión, con excepciones tan evidentes como un gran mural pictórico o una amplia serie de grabados.

Otra razón fundamental se encuentra en la diversa naturaleza de estos procedimientos de registro, como ya vimos en el capítulo anterior. Aunque no siempre, muchos medios de expresión icónica permiten la modificación a lo largo del proceso de realización. La fotografía y otros medios similares, como el video o el cine, no admiten modificaciones más que dentro de márgenes muy estrechos.

Estas razones conducen a la necesidad de hacer un proyecto, previo a la realización de la imagen. Este proyecto existe, incluso en el caso más simple. La entrada de la actividad de "proyectar" de este nivel 2 es la misma entrada --que ya vimos-- de la actividad "generar", en el nivel anterior; consiste esta entrada, por tanto, o en la necesidad de realizar una imagen o en el encargo recibido del exterior, siendo éste último la fórmula genérica dentro del mundo profesional. Quiero dejar claro que no hago distinciones en la calidad del producto obtenido por fotógrafos aficionados o profesionales; la única diferencia es que, para los últimos, la Fotografía es su profesión y forma de vida.

En el nivel 1 planteé esta entrada como soportada por el cuerpo social; aquel nivel era, en definitiva, el modelo más elemental de la comunicación. Ahora, en cambio, he personalizado el carácter de la entrada porque descendemos de la abstracción hacia la concreción que radica en un proyecto destinado a hacer imágenes de acuerdo a unas características. La salida correspondiente a esta actividad será el proyecto. Posiblemente el proyecto no será más que un esbozo mental en la mayoría de las ocasiones; los proyectos importantes y, específicamente, los encargos, adoptan, en general, la forma de documento.

Observé que la actividad proyectar tiene como soporte humano al fotógrafo y como entrada, en uno de los dos casos citados, la necesidad expresiva del mismo fotógrafo. Esto puede parecer una inconsistencia. Si consideramos el sistema fotográfico como el conjunto de fotógrafo, escena, instrumentos, materiales, receptor, etc., parece normal aceptar que el fotógrafo obre de acuerdo a sus propios impulsos. Al centrar el modelo del sistema en el concepto de actividad surge esta aparente contradicción de ser el fotógrafo soporte de la actividad y generador de la entrada a la actividad de proyectar. Una vez visto que no hay inconsistencia quiero resaltar que, en cambio, al separar estos dos aspectos, el modelo está indicando su adecuación para el análisis.

El proyecto sugiere una primera solución al problema. La actividad de proyectar debe definir qué se quiere hacer y qué finalidad debe cumplir. El equipo de personas encargado de esta labor demandará al cliente la información necesaria

para configurar el proyecto que será, a su vez, sometido a su aprobación. El proyecto debe incluir, también, la relación o descripción de los elementos con los que se va a trabajar, el tipo de material y un presupuesto.

La información contenida en el proyecto refleja las distintas actitudes de los emisores; cada fotógrafo o equipo de trabajo ofrece distintas soluciones a un mismo problema, en función de sus capacidades creativas, conocimientos y disponibilidades materiales.

Afirmé antes que el proyecto contiene los elementos necesarios para realizar una primera aproximación a la solución del problema. La solución definitiva, buena o mala, se encontrará en el momento mismo de la realización de la imagen, es decir, en la actividad siguiente de "codificar". Es muy frecuente encontrar dificultades de última hora que pueden condicionar o retrasar el resultado, con los consiguientes aumentos de costo de la obra, como puede ser un simple cambio en las condiciones meteorológicas.

Ante circunstancias adversas, hay que buscar otra solución que sea adecuada. La capacidad previsoras aumenta con la experiencia, por lo que, contemplado el modelo de una forma dinámica, existe una realimentación entre estas dos actividades de "proyectar" y "codificar" en las que queda dividida "generar".

La actividad 1.2, "codificar", tiene como entrada el proyecto. La salida la constituye el mensaje fotográfico. La

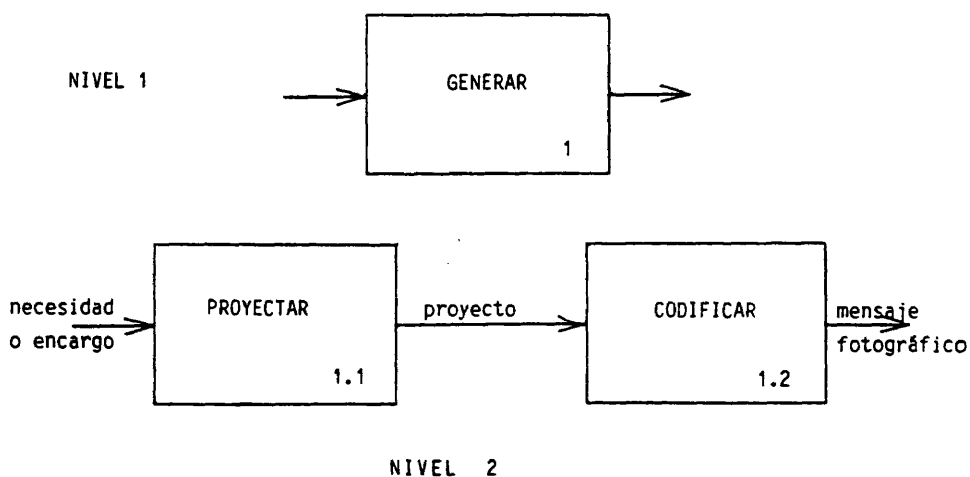
actividad consiste en realizar la imagen fotográfica.

Esta actividad es fundamental en el sistema, puesto que sin ella no se generaría la imagen; su complejidad es muy elevada y progresivamente iré haciendo su descomposición hasta el nivel 5. Los procesos mentales asociados a su vez, a la actividad 3, "recibir", del nivel 1, son indudablemente más complejos aún y , a la vez, más desconocidos.

Una de las razones por la que he justificado la necesidad de la actividad "proyectar" es la imperiosa necesidad de que todos los elementos estén bajo control en el momento de efectuar la exposición. Parto de la idea de que posteriormente es muy difícil --si no imposible-- efectuar ninguna modificación, excepto aquellas que están destinadas a adecuar pequeñas diferencias en el contraste de los materiales. Los trabajos de laboratorio --es decir, aquellos que se realizan después de la toma fotográfica-- pueden ser muy espectaculares utilizando algunas técnicas especiales. En estos casos es obvio que el proyecto es distinto y debe reflejar el tipo de finalidad que se persigue en el momento de hacer la toma. Salvo estas excepciones, mi teoría es que todo debe estar claro en el momento de la toma y que son pocas las modificaciones que se pueden hacer posteriormente a la imagen, mediante un trabajo de laboratorio.

Me parece muy importante, por la misma razón, visualizar la imagen. Quiero decir con esto que, frente a una escena, --y antes de realizar la toma-- debe uno hacerse una represen-

tación mental de la imagen final que uno desea obtener. Este esfuerzo de la imaginación debe tener en cuenta, además de la escena, el conocimiento de la respuesta de los materiales, para determinar cómo enfrentarnos a la realización de cada imagen concreta. Quizás pueda parecer agónica mi insistencia sobre la importancia de tener cuidadosamente controlados todos los factores que intervienen en el momento de realizar la toma. Paradójicamente, mi apreciación colisiona frontalmente con la teoría difundida vulgarmente de que hacer una fotografía es tan fácil como apretar un botón, propiciada fundamentalmente por algunos fabricantes de productos fotográficos. Las acciones básicas de esta actividad están encaminadas a establecer la relación adecuada entre la escena y los materiales fotográficos a través de los instrumentos adecuados. La actividad 1 del nivel 1, "generar" queda, en este nivel 2, así:



La siguiente actividad del nivel 1 que voy a desglosar es "transmitir". La forma de realizar la transmisión puede ser muy variable; pero el objetivo general es permitir que la obra y el receptor se encuentren. Las distintas maneras que puede adoptar la actividad depende de la concurrencia de una serie de circunstancias que voy a analizar.

Estas circunstancias están relacionadas, respectivamente, con la naturaleza misma de la fotografía, con la naturaleza de la transmisión y con el tipo de receptor.

En cuanto a la primera, la fotografía puede ser única o puede ser copia. Esta cualidad de la fotografía ha hecho verter mucha tinta por el carácter social que le confiere, en cuanto a su incremento implícito de difusión. El argumento se basa en la posibilidad de sacar múltiples copias positivas a partir de una imagen original negativa, que actúa de matriz. La experiencia muestra, sin embargo, que no es frecuente la realización de copias en la mayoría de las tomas realizadas. Es este mismo argumento --paradójicamente-- el que se utiliza con gran frecuencia para pretender --e imponer-- un menor valor de cambio de la obra fotográfica. El precio de venta se condiciona, en ocasiones, al número de copias en circulación; otras veces al compromiso del fotógrafo de no superar cierta cantidad de copias; de todas formas, la más aberrante de las posturas es la que exige la venta del negativo e incluso su destrucción.

A pesar de las restricciones anteriores, una de las gran-

des cualidades potenciales de la fotografía, usando el sistema negativo-positivo, es la de poder recurrir a la matriz original para obtener nuevas copias o restaurar la imagen positiva. Con este mismo sentido, fundamental para el carácter de la fotografía, están los desarrollos de nuevos materiales que permitan la copia positiva, incluso cuando el material usado en cámara produce directamente, una imagen positiva, como es el caso de la diapositiva.

La forma de transmisión incide poniendo, directamente o no, al receptor en contacto con la obra. En el primer caso el receptor, en presencia de la obra, accede de forma directa a ella. Esto quiere decir que la información visual que llega hasta el receptor va en la luz que procede directamente de la superficie de la imagen. En el otro caso la imagen que contemplamos no es la fotografía original. Esto puede ocurrir porque haya habido un cambio de soporte, se haya intercalado un canal artificial o ambas cosas a la vez. Un ejemplo típico de cambio de soporte es la reproducción a través de la imprenta. El formante de la imagen es tinta en vez de plata. Se produce, incluso, un cambio de código. Los distintos tonos de una imagen fotográfica se consiguen por la variación en la cantidad de plata precipitada en una determinada zona, mientras que el proceso intermedio fotomecánico se encarga de traducir estas variaciones de opacidad en puntos de tamaño y densidad variables. Las imágenes fotográficas reproducidas en diarios y revistas son ejemplos de este caso. Hemos de convenir que la imprenta es, posiblemente el medio que mayor difusión da

la fotografía; en general, es mayor el porcentaje de fotografías que contemplamos así que de forma directa.

La televisión actúa como un canal que incrementa la difusión. Se produce, también en este caso, un cambio de código, para adecuarse a las frecuencias de las ondas electromagnéticas que transmiten estas señales. El elemento terminal de esta cadena, el receptor de televisión, es el encargado de dar la imagen, reconstruyéndola mediante puntos de distinta luminosidad. La naturaleza de la televisión propicia menos la difusión de la fotografía y más la de reportajes cinematográficos, como es lógico. Otro caso de cambio de soporte es la grabación de esas imágenes fotográficas, con la ayuda de una cámara de video, sobre cinta magnética. En este caso garantizaríamos la permanencia --relativa-- de esas imágenes, que necesitan de un sistema especial de lectura para poder ser contempladas. En estos momentos se están desarrollando sistemas para registro y búsqueda de imágenes sobre soporte magnético que, a pesar de la lógica pérdida de calidad, va a posibilitar realizar actividades hasta ahora inéditas.

La última característica que influye en la transmisión está relacionada con el receptor, según sea éste individual o colectivo. El primer caso es trivial desde el punto de vista de la transmisión; quizás la observación más destacable está relacionada con el caso más frecuente, cuando se muestra la foto familiar o la foto de recuerdo y se insiste, en este caso, en forzar al sufrido receptor a contemplar todas las fotografías obtenidas de un carrete, incluidas las desafortunadas.

En el caso de muestra colectiva del trabajo, es necesario utilizar el canal adecuado. No me refiero al canal físico, visual, sino a la infraestructura necesaria en estos casos y que, para mí, también forman parte del canal. Las salas de exposiciones, públicas o privadas, las galerías de arte, posibilitan una transmisión colectiva, adecuada a este tipo de imágenes. Aunque con una difusión mucho menor que la que permite la reproducción mediante la imprenta, tiene la ventaja, insustituible, de poder presenciar la obra directamente.

La fotografía está presente, en nuestra sociedad, como quizás no lo estén otros procedimientos de registro. Inunda nuestra vida a través de vallas, carteles, revistas, libros, etc. Todo el mundo la siente como algo cotidiano, nada extravagante. Aún así, es interesante observar las reacciones de sorpresa cuando alguien contempla directamente una fotografía de buena calidad y en un tamaño superior al convencional de 9 x 12 cms., propio de la foto de recuerdo. Esto indica que no existe costumbre de ver fotografía; la función de las exposiciones es fundamental para este propósito. El inconveniente fundamental, al menos en nuestro país, es el poco interés que despierta, en el mercado del mundo del arte, un negocio escaso y, en general, poco valorado.

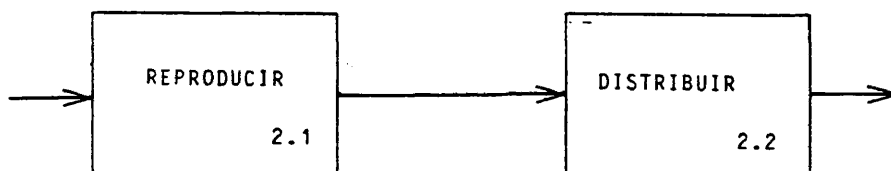
La falta de iniciativa privada para fomentar la venta de fotografía está, obviamente, enlazada con el escaso número de compradores. Estamos, de hecho, ante un círculo vicioso, difícil de romper. Otros países europeos poseen una mayor devoción por esta forma de expresión, destacando, especialmente,

llos norteamericanos. La importancia de esta vía para la difusión y venta radica en que es la única forma que poseen los fotógrafos que utilizan la fotografía como medio artístico. La fotografía aplicada constituye una parcela distinta, con vías diferentes de venta. En estos campos es el encargo, previo a la realización, el que determina el trabajo. La dificultad consiste, lógicamente, en encontrar esos encargos. La mejor garantía de trabajo consiste en la especialización. Cada tema necesita de métodos y conocimientos distintos que sólo el tiempo permite perfeccionar.

En todos los casos que he expuesto anteriormente el proceso de comunicación se completa, no sólo por la voluntad expresa del receptor, sino porque el emisor desencadena una serie de procesos que conducen a completar la cadena. Existen mecanismos que permiten la difusión por otra vía; en este caso el comprador no realiza ningún encargo, sino que acude a agencias o bancos de imágenes, donde puede encontrar aquella fotografía que se adecúe a sus necesidades. Estos depósitos de imágenes se nutren de aquellas fotografías que los emisores realizan, en general, con este propósito. Podemos encontrar allí imágenes de pájaros o manifestaciones, trabajos en la mina o agradables puestas de sol. Es, en definitiva, otra forma de plantear la entrada de necesidad, donde el cliente se beneficia de unos precios inferiores al encargo explícito y el fotógrafo, a su vez, mantiene su archivo en movimiento.

Hemos visto, al analizar el contenido de la actividad 2 del nivel 1, "transmitir", cómo emergen elementos de gran

complejidad, muy relacionados, en este caso, con un sentido comercial. La idea fundamental de la actividad de transmitir, tal como está planteada, es la de difundir la obra de los emisores. Por los condicionantes que hemos visto, como son los sistemas de difusión y el carácter específico de la fotografía, donde el material de cámara actúa, normalmente, de matriz, se impone, antes de difundir la obra, reproducirla. En un marco amplio, como el que he intentado mostrar, esta actividad no es necesaria en todos los casos; recuérdese, por ejemplo, lo poco frecuente que es, en la mayoría de las ocasiones, realizar más copias que la primera. La actividad de "transmitir" queda, por tanto, en este nivel 2, descompuesta en "reproducir" y "distribuir", con los códigos 2.1 y 2.2.



La actividad 3 y última del nivel 1, "recibir", está soportada por un "receptor" al que llega la información por sus órganos sensores. La señal recibida es traducida, inmediatamente, y en tiempo real, por el sistema nervioso humano hasta que pasa

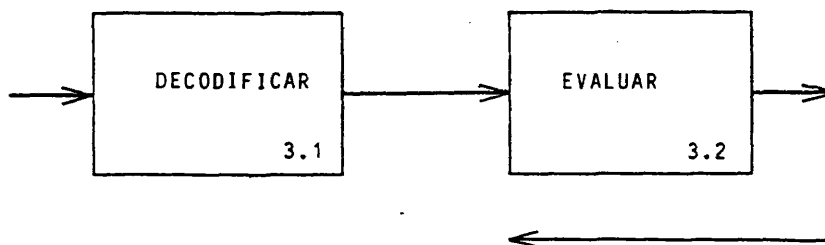
al cerebro, mediante un procedimiento complejo y aún no muy bien conocido, y entra a formar parte de la conciencia.

Las operaciones necesarias para que se produzca esa auténtica absorción son demasiado complejas para que tengamos una idea adecuada de todas y cada una. Suceden a una velocidad excesiva para que podamos estudiarlas con detenimiento, aunque es necesario, si queremos comprender, adecuadamente, las fases de este último tramo de la cadena comunicativa.

Hemos de partir del desconocimiento fisiológico de lo que realmente ocurre, aunque día a día nuevos avances en este campo aportan más información. La propia naturaleza de estos estudios, desgraciadamente, no posibilitan una comprensión global del fenómeno, adecuada a los objetivos de este trabajo. Como alternativa, la actividad de "recibir" podemos dividirla, arbitrariamente, en una serie mínima de fases que comprendan aquellas subactividades de las que podamos afirmar que somos conscientes de realizarlas.

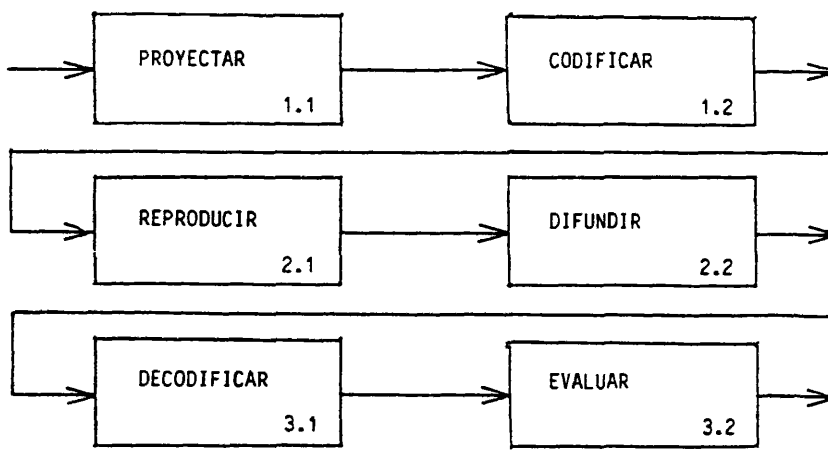
En un primer momento captaremos la señal informativa y procederemos a su decodificación, hasta tener claro el contenido del mensaje. En un momento posterior procederemos a su evaluación. De esta forma hemos cerrado el círculo hasta comparar, o evaluar, nuestro repertorio de ideas, sentimientos y pulsiones con los de los emisores. La codificación supone una comunidad, previa, de signos, sin cuyo requisito imprescindible no puede darse la comunicación. La comprensión total, o aproximada, supone esa comunidad significativa.

La actividad de "recibir" va a quedar dividida --consciente de la arbitrariedad inevitable de toda proposición en un terreno tan opinable y desconocido como es éste-- en dos subactividades, "decodificar" y "evaluar", designadas, en este nivel 2, como 3.1 y 3.2, respectivamente:



La salida de la caja "evaluar" se dirige al emisor, como una "realimentación" o "feedback" que revierte en él, y que le servirá para incrementar su conocimiento, en función de la respuesta del receptor.

El nivel 2, ya completo en sus fases esenciales, quedará, pues, de esta manera:



Notas al capítulo III

- (1) GIBSON, James J., La percepción del mundo visual, ed. Infinito, Buenos Aires, 1974, págs. 47 a 68
- (2) HALL, Edward T. El espacio oculto, ed. Siglo XXI, Madrid, 1977, págs. 38 a 48
- (3) Gibson, op. cit., pág. 9
- (4) Hall, op. cit., pág. 32
- (5) ARNHEIM, R., Arte y percepción visual, ed. Alianza Editoria, Madrid, 1981, pág. 245-246
- (6) PINILLOS, José Luis, Principios de psicología, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1980, págs. 169-170
- (7) DORFLES, G., Símbolo, comunicación y consumo, ed. Lumen, Barcelona, 1975, pág. 236
- (8) FORGUS, Percepción, proceso básico en el desarrollo cognoscitivo, ed. Trillas, México, 1978, págs. 263-273
- (9) PIAGET, J., La psicología de la inteligencia, ed. Crítica, Barcelona, 1983, pág. 68
- (10) VILLAFANE, J., Fundamentos metodológicos de la Teoría de la Imagen ed. Universidad Complutense, Madrid, 1981, pág. 108
- (11) Gibson, op. cit., pág. 58
- (12) Gibson, op. cit., pág. 97
- (13) Gibson, op. cit., pág. 107
- (14) Gibson, op. cit., pág. 129
- (15) gibson, op. cit., pág. 158
- (16) Gibson, op. cit., pág. 105
- (17) Villafañe, op. cit., pág. 92
- (18) Piaget, op. cit., pág. 26
- (19) Piaget, op. cit., pág. 27
- (20) BUCKLEY, Walter, "La epistemología, vista a través de la teoría de sistemas", en BERTALANFFY, ASHBY, WEINBERG y otros, Tendencias en la teoría general de sistemas, ed. Alianza, Madrid, 1978, pág. 223

- (21) Buckley, op. cit., pág. 224
- (22) Piaget, op. cit., pág. 68
- (23) Buckley, op. cit., pág. 226
- (24) Buckley, op. cit., pág. 221

CAPITULO IV

INTRODUCCION

En el capítulo anterior hemos visto el desarrollo del modelo que, con las restricciones que he impuesto, puede ser representativo de la comunicación visual a través de cualquiera de los diversos tipos de imágenes. su carácter general sólo ha sido matizado, de manera somera, en algunas características del estudio correspondiente de la percepción.

El paso al siguiente nivel del modelo impone, por la naturaleza de algunas de las actividades que van a surgir, una aproximación a la imagen fotográfica en una doble vertiente. Por un lado su carácter como objeto; por otro, la naturaleza física de la representación fotográfica. Ambos aspectos van a estar influidos, además, por las condiciones en las que se produzca su contemplación.

Todo esto se estudia en la primera parte de este capítulo; en la segunda se desarrolla el modelo en su nivel 4.

CARACTERISTICAS DE LA IMAGEN FOTOGRAFICA

Dos son los aspectos principales que hay que considerar, según mis criterios, para determinar las características fundamentales de la imagen fotográfica. Uno se refiere a los elementos que le confieren el carácter de objeto físico, integrable en la realidad. El otro aspecto se refiere a la naturaleza de la representación misma, con las cualidades que le confiere el hecho fotográfico. Voy a analizar estos dos aspectos, aunque sea someramente, teniendo en cuenta, fundamentalmente, el punto de vista del receptor, puesto que el objetivo final de las fotografías es el de ser contempladas y completar, así, el ciclo de la comunicación. Por esta razón presentaré, en primer lugar, las características de la imagen fotográfica para adentrarnos luego, en las circunstancias de su observación. Estas conllevan los matices de la contemplación de un objeto plano que se integra en la realidad y que, además, intenta representarla.

CARACTERISTICAS ESPACIALES DE LA IMAGEN

En cuanto a su carácter de objeto físico quiero destacar, aunque me haya referido antes a ello, que una fotografía es plana y finita. El carácter bidimensional de este tipo de imagen se convierte así en un rasgo diferencial neto con respecto a la realidad.

Estamos acostumbrados a ver imágenes planas, aunque la realidad exterior presente relieve y profundidad. El hecho de que aceptemos, con toda normalidad, que las imágenes sean planas está basado en una simple convención cultural, puesto que nuestra experiencia cotidiana nos habla de un espacio tridimensional. Para reducir el espacio a dos dimensiones, la humanidad ha desarrollado numerosos sistemas de representación que permiten evocar esta sensación perceptiva de profundidad, sin que ésta exista realmente. Estos sistemas han ido evolucionando con el tiempo, y transformándose, según las coordenadas culturales de cada época. En el sistema fotográfico, la imagen formada por la óptica con la luz procedente de la escena es proyectada hacia el fondo de la cámara e interceptada por el plano del negativo, donde se forma la imagen que se va a registrar. Es importante destacar, aquí, que la retina posee, también, dos dimensiones solamente.

En las imágenes fotográficas habituales se dan las dos dimensiones y, además, la ausencia del efecto estereoscópico, que podría contribuir a superar la limitación superficial. La visión binocular, base de estas imágenes estereoscópicas, exigiría dos fotos, cada una para ser vista por un ojo, para restablecer la tridimensionalidad en la percepción, mediante el estereoscopio.

Existe un mercado para instrumentos que permiten construir este tipo de imágenes en tres dimensiones, pero su difusión y uso --sujeto a la moda, como todo fenómeno social-- están muy

restringidos. El efecto de relieve, de todas formas, sólo es patente para distancias inferiores a un metro y la mayoría, estadísticamente hablando, de las imágenes fotográficas corresponden a escenas situadas a mayor distancia (1).

El efecto de profundidad y redondez de las formas se obtiene en fotografía por la geometría de la luz (2), es decir, por la naturaleza puntual o extensa de las fuentes de iluminación, por un lado, y, por otro, con la distribución de la luz en la escena. Otros procedimientos para obtener este efecto son la relación de tamaño entre los elementos de la escena y, además, mediante la perspectiva, o punto de vista.

Otra característica básica es que la imagen es finita. Esto indica que tiene unos límites físicos, un contorno que indica dónde acaba y que, generalmente, es rectangular. Esta peculiaridad, aunque lógica, afecta especialmente a las condiciones de observación para la percepción de la imagen, como luego veremos.

La discontinuidad entre la imagen y su entorno no se produce entre la escena y el suyo. Al fijar la atención en algo de la realidad, los elementos circundantes se difuminan; sabemos que están ahí, pero no los vemos con nitidez. Tenemos noción, igualmente, de todo lo que cae fuera de nuestro campo visual, aunque no lo percibamos, como ocurre a todo lo que se encuentra de espaldas al observador.

La casa, la oficina, el taller, el aula, la calle, el cam-

po, forman nuestro entorno cotidiano en el que desarrollamos nuestras actividades. Vivimos en este entorno que reconocemos en su conjunto, pero no nos detenemos en sus detalles de manera especial, hasta que algún cambio nos llama la atención.

Si nos muestran una imagen registrada de ese entorno, un fragmento de nuestro habitat, limitado necesariamente por el contorno de la imagen, la sensación que se produce, en muchas ocasiones, es la de descubrimiento o reencuentro con las cosas y personas. Este hecho tiene lugar cuando nos enfrentamos con un fragmento aislado del resto, lo que transforma nuestra manera de ver.

La imagen hemos visto que se forma ópticamente proyectándose en el negativo; pero son las diferencias en las cantidades de plata precipitada las que van a determinar la posibilidad de ver la imagen, de observar los matices de cada elemento y las diferencias entre ellos. En el material en color la plata es substituida, en un revelado posterior, por los pigmentos coloreados.

El color viene determinado por tres variables fundamentales. El matiz que, en el lenguaje popular, equivale a la noción de color. al hablar de rojo, amarillo, magenta, etc. La saturación , que indica en qué proporción se da el color puro, muy saturado, o mezclado en ciertas cantidades, con el blanco, poco saturado. La luminosidad o brillo, es, por último, la sensación por la cual un color parece emitir más o me-

nos luz que los elementos de su entorno.

Estas tres características permiten representar gráficamente cualquier color, mediante un eje de coordenadas. Las dos primeras (matiz y saturación) nos dan el valor cromático y la tercera el valor tonal, oscilante entre unos límites reales de blanco y negro, que proporcionan la misma sensación de brillo que el valor cromático(3). Existe un método, basado en este principio, y universalmente aceptado, que está definido por la Commission International de l'Eclairage, que permite especificar los colores de los objetos y de las fuentes luminosas.

En este sentido perceptivo se puede decir, siguiendo a Dondis (4), que la presencia o ausencia de color no afecta al tono, que permanece constante. Un televisor en color nos puede proporcionar un medio fácil de probar esto, puesto que, al girar el mando cromático hacia cero, abandonamos toda saturación cromática, pero sí permanecen los tonos en blanco y negro:

"El aumento y disminución de la saturación pone de relieve la constancia del tono y demuestra que el color y el tono coexisten en la percepción, sin que uno modifique al otro."(5)

Dondis resalta, de un modo muy sencillo y pedagógico, esta realidad, pero no sé si sería posible extenderla, desde un punto de vista científico, como una ley perceptiva.

Las distintas teorías sobre la luminosidad de los colores se ha concretado en el sistema C.I.E. (Commsion Internationale

d'Eclairage) en la fotometría heterocroma. Esta última afirma también la independencia de la que habla Dondis entre cromatismo y luminosidad. Si tenemos en cuenta, en cambio, la sensibilidad del individuo medio a los colores, encontraremos (6) mediante un sencillo experimento, que existe un cierto nivel de relación entre cromatismo y luminosidad, o valor tonal. Así, ante varias muestras del mismo matiz de color (con distintos niveles de saturación), si mantenemos la misma cantidad de luz reflejada por cada muestra, la sensación de luminosidad percibida varía, en función de la saturación: mayor sensación de brillo cuanto más saturación. De esta forma se asocia, consiguientemente, cada muestra a un tono distinto.

Con estos planteamientos mínimos sólo pretendo destacar la complejidad de este problema, que no puede ser reducido a unas cuantas recetas simples, sino que debe ser abordado con la metodología adecuada, de forma que pueda ser establecida la relación entre un mundo cromático y las imágenes acromáticas que origine. El interés en abordar este aspecto está en la importancia en la fotografía de los materiales de blanco y negro, que más apropiadamente deberían llamarse acromáticos. La imagen, en estos materiales, está desprovista de color, limitándose a los posibles matices dados por las variaciones en la cantidad de plata. Es el tono, por tanto, el encargado de mostrarnos la imagen, sin que exista matiz ni saturación.

La importancia del tono es fundamental, no sólo para poder

decodificar las fotografías realizadas en materiales de blanco y negro, sino para percibir la realidad. Según Dondis, vivimos en un mundo dimensional y, gracias al tono, podemos expresar esa dimensión, aunque, sin embargo:

"Ni siquiera con la ayuda de la perspectiva podría la línea crear la ilusión de la realidad, si no fuera por la intervención del tono."(7)

Es fundamental comprender la importancia --según la misma autora-- de la claridad y la oscuridad para percibir nuestro entorno. La facilidad con la que aceptamos una representación monocromática nos da una exacta medida de la importancia del tono.

"El valor tonal es otra manera de describir la luz. Gracias a él y sólo a él, vemos."(8)

Dicho de otra manera; las variaciones tonales de elementos adyacentes son las que nos permiten distinguirlos entre sí. En caso de no existir esas diferencias, ambos aparecerán como uno solo, de la misma luminosidad.

La luz es necesaria para ver; pero, por sí sola, no es suficiente para distinguir los objetos.

Nuestra vida se desarrolla en el espacio, pero también en el tiempo, el cual constituye nuestra cuarta dimensión. Si bien nuestra vida se desarrolla en un continuo temporal, la imagen es el registro de un cierto instante, irrepetible y muy con-

creto. Si bien es cierto que la imagen fotográfica no puede captar el discurrir del tiempo sí puede conservar un intervalo muy corto. Ha habido, pues, un momento de registro y, luego, el receptor de la imagen puede contemplarla todo el tiempo que quiera sin que en ella se produzca ninguna transformación. Es como si la vida hubiera quedado detenida, suspendida. Susan Sontag, en su magnífico ensayo sobre la Fotografía, dice al respecto:

"A photograph is both a pseudo-presence and a token of absence. Like a wood fire in a room, photographs --especially those of people, of distant landscapes and faraway cities of the vanished past-- are incitements to reverie."(9)

Es este aspecto de la fotografía el más interesante, quizás, a la vez que el más elusivo. Una imagen fotográfica es un registro "permanente" (10), no sujeto a los mismos cambios de la realidad registrada. El carácter temporal del registro parece haberse transformado en un despliegue espacial de un instante.

CONDICIONES DE OBSERVACION

El problema que quiero abordar ahora es determinar si existe alguna influencia de las condiciones de observación en la apariencia de la imagen --ya sea ésta tonal o cromática-- así como averiguar hasta que punto pueden estas imágenes ser comparables a la realidad.

Un hecho muy frecuente es el de realizar tomas fotográficas de exteriores, intensamente iluminados, mientras que las imágenes son observadas en un interior, con luz artificial y un nivel de iluminación notablemente más bajo.

La iluminación de una escena exterior, con la luz del sol, puede llegar a valores entre los 50.000 y los 100.000 lux (11) mientras que, en una habitación, puede oscilar entre los 100 y los 1000 lux, es decir, la centésima parte. Nelson, uno de los principales especialistas mundiales de la fotometría, opina que, a pesar de esta disparidad de valores:

"Fortunately, the human visual system does compensate to a large extent for this low level of lighting." (12)

Esta capacidad del ojo humano y del sistema perceptivo, en general, para adaptarse, le permite aceptar niveles de iluminación, que oscilen entre 0.01 lux hasta 100.000 lux (13). Cualquiera que sea el nivel el ojo se esfuerza en establecer un "negro" y un "blanco".

Supongamos, por un momento, que este proceso de adaptación general no fuera cierto. Si nuestra vista, en este caso, estuviera adaptada sólo a altos valores de iluminación, al pasar a interiores poco iluminados, las cosas serían oscuras y no podríamos distinguir ningún detalle en la noche.

Esta capacidad de adaptarnos tiene sus límites, sin embargo, y dista mucho de ser completa. Si así fuera, tendríamos

sensaciones idénticas ante el sol de mediodía o en habitaciones cerradas con luz artificial. Esas diferencias de luminosidad son percibidas, por el contrario, y asociadas a las circunstancias cambiantes.

El período de adaptación de una a otra situación extrema no es instantáneo, sino que puede durar varios minutos. Para evaluar, correctamente, una imagen hemos de esperar, por consiguiente, a que este proceso de adaptación se haya concluido. Pese a esta realidad fisiológica y perceptiva nos permitimos enjuiciar fotografías en condiciones absolutamente inadecuadas. Se ha comprobado que variaciones bastante considerables del nivel de iluminación, desde 100 a 1000 lux, aproximadamente, no modifican de forma práctica las luminancias relativas de la imagen (14).

Recordemos que una característica diferencial entre la escena y su imagen es ser plana, delimitada por un contorno y, por tanto, separada físicamente del lugar donde es contemplada. Puede ocurrir, pues, que reciba una iluminación distinta de la que llega al entorno. Esas diferencias, de hecho, afectan a la apariencia de la imagen.

El ojo (15) en su continuo movimiento, pasa de formas claras a oscuras, de forma ininterrumpida. Este fenómeno se denomina adaptación local y se produce en fracciones de segundo. Otras denominaciones frecuentes del mismo son contraste simultáneo, inducción, inhibición, etc. (16).

Cuando el entorno que rodea las imágenes es una zona oscura (como ocurre al proyectar en una sala de cine) las luces parecen aún más luminosas, y el contraste da la impresión de haber aumentado. Si la zona que rodea la imagen posee igual luminancia media, la separación tonal será óptima. Kowaliski opina que:

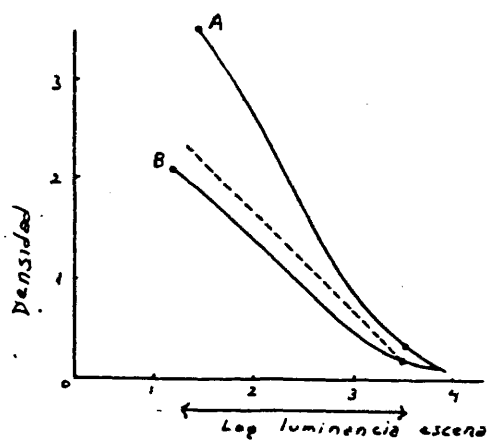
"Il en résulte une augmentation apparente du contraste dans les lumières et les teintes moyennes, et un aplatissement des ombres qui se rapprochent davantage du noir subjectif que sans marge claire."
(17)

La cercanía de zonas claras y oscuras determina el oscurecimiento de las partes sombrías lo que se traduce en un aumento, aparente, del contraste.

Estos efectos de adaptación local sólo se producen con niveles de iluminación suficientemente elevados. Con visión escotópica, nocturna, ocurre lo contrario y, en la opinión del autor citado anteriormente:

"L'assombrissement des 'blancs' devient sensible, en valeur absolue, et les 'noirs' semblent gagner en luminosité; on n'observe alors l'effet de contraste simultané."(18)

Como resultado de estas características de la visión, en cuanto a adaptación general y local, las medidas realizadas de forma estadística para obtener la imagen deseada presenta, según Nelson(19), las siguientes curvas:



- A. Cine y diapositivas contempladas con un entorno oscuro
- B. Copias en papel y diapositivas observadas en un entorno luminoso

Es interesante observar que la reproducción tonal más idónea para el observador se obtiene, tanto en blanco y negro como en color, para imágenes proyectadas en un entorno oscuro.

La limitación del contraste observado en fotografías sobre soporte de papel contempladas en un entorno iluminado, depende de la naturaleza del papel en cuanto a la densidad de negros que puede proporcionar. Ese entorno luminoso se puede simular con un margen blanco de igual luminancia que las luces más intensas de la escena.

Obtener los negros más intensos posibles de cada material es muy importante, por consiguiente, para mantener la calidad óptima deseada.

Hemos visto, hasta ahora, cómo afecta a la contemplación de la imagen el nivel absoluto de la iluminación y la diferencia de iluminación respecto al entorno de la imagen. Veamos, a continuación, cómo los mismo tonos de la imagen --producidos por la plata-- condicionan el resultado, puesto que con ellos no va a ser posible reproducir la riqueza tonal de la realidad.

El papel fotográfico para blanco y negro proporciona luces y sombras cuya relación de luminancias no puede superar ciertos límites. Ansel Adams opina que:

"Under normal print-viewing conditions a range of 1 to 60 units of brilliancy can but seldom be approached, and, for practical considerations, the maximum brilliancy range of a glossy print may be considered to be 1 to 50 (reflection density of 1.70)"(20)

Esto quiere decir que sólo podemos reproducir correctamente escenas cuyo contraste, o relación de luminancias extremas, sean iguales o inferiores a dicho valor.

Las fotografías que recogen escenas iluminadas por el sol de mediodía de una jornada clara, sin nubes, tienen que enfrentarse a un contraste muy superior y, sin embargo, las llegamos a aceptar. Veamos, por un lado, cómo se pueden producir

estas diferencias de contraste y, por otro, qué relaciones se deben cumplir y qué elementos de referencia se toman para estimar que dichas imágenes son válidas.

Los objetos sólo reflejan una parte de la luz que reciben y absorben o transmiten el resto. Podemos expresar numéricamente esta relación, de forma porcentual, para indicar la cantidad de luz reflejada por un objeto en caso de que estuviera iluminado por cien unidades de luz. Esta relación se denomina factor de reflexión.

El óxido de manganeso (MgO) es el material más reflectante que podemos encontrar en la naturaleza (21) con un factor de reflexión cercano al 98 % (22) y el terciopelo negro, por poner un ejemplo de objeto oscuro, tiene un factor del 0.4%.

Una escena donde estuvieran presentes estos dos elementos a la vez, iluminados por una fuente uniforme, como el sol darían un contraste de $98/0.4 = 245/1$, lo cual equivale a afirmar que la luminancia del MgO --es decir, la luz que refleja-- es de 245 veces mayor que la del terciopelo negro.

Supongamos que nuestra escena tipo incluye, además zonas de sombra, lo cual supone que parte de ella no está directamente iluminada por el sol, sino por la luz procedente de la bóveda celeste o reflejada por otros objetos. La iluminación de esta parte en sombras puede ser un diez por ciento de la iluminación principal.

Si colocamos los mismos elementos que teníamos en la par-

te soleada en la zona de sombras, el contraste aumentará. La parte más luminosa será el MgO y el más oscuro el terciopelo situado en las sombras. El MgO refleja 98 partes de las 100 que recibe. El terciopelo, que sólo recibe 10 unidades, con un factor de reflexión del 0.4% sólo llega a reflejar 0.04 unidades. La relación entre las zonas extremas, por consiguiente, es de 98/0.04, o, lo que es lo mismo, un contraste de 2450/1.

Esto no es más que un ejemplo extremo, con unos elementos y unas condiciones de iluminación que son muy improbables que se den en la realidad, aunque sí es un reflejo de la validez de las medidas para escenas iluminadas por una fuente principal muy intensa y, a la vez, por luz difusa que procede de reflexiones y dispersiones. La siguiente tabla tomada de Clerc(23) muestra los contrastes de algunos tipos de escenas:

Sujeto	Máxima relación de luminancias
-Paisaje, con sol en el campo de visión	2.000.000/1
-Interior con paisaje soleado visto desde una ventana	1.000/1
-Retrato, luz artificial, vestido blanco	100/1
-Paisaje en zonas blancas soleadas y sombras densas en el fondo	60/1
-Negro de humo sobre papel blanco	20/1
-Paisaje, luz difusa, con fondo oscuro	15/1

-Interior, sin ventanas ni reflejos en el campo de visión	10/1
-La tierra, vista desde arriba: globo, avión, vista vertical	4/1
-Paisaje con neblina	2/1

Estas relaciones demuestran la extensa gama de escenas que podemos encontrar. Pero eso es lo que ocurre en la realidad. ¿Cuál es, sin embargo, la respuesta concreta de los papeles fotográficos disponibles? ¿Qué relaciones de luminancia pueden proporcionarnos?

Las imágenes fotográficas, habitualmente de dimensiones reducidas y planas, pueden recibir una iluminación homogénea en el lugar de observación. Su contraste depende, por tanto, de la relación de luminancias entre las zonas más claras y las más oscuras. Como la imagen está registrada en un soporte de papel y el blanco más intenso que podemos obtener es el de la parte de la emulsión no expuesta, después de revelada, fijada y secada, podemos asignarle el coeficiente 100%. Según Clerc, por otra parte:

"Los negros fotográficos sobre papel, incluso si éste es satinado, nunca reflejan menos del 2% y llegan al 4 ó al 5% en papeles mate." (24)

El contraste de la fotografía será, pues, en casos extremos, 50/1, como ya hemos visto. Clerc ofrece una tabla de luminancias extremas, obtenidas con los materiales de mejor calidad y una técnica perfecta (25):

-impresión tipográfica	de 10/1 a 35/1
-fotografías de tono negro, mate	de 15/1 a 20/1
-fotograbado	menos de 35/1
-fotos de tono negro, superficie satinada de la mejor calidad	50/1
-copias en color	hasta 10/1

Estos valores, como vemos, no dependen ya de la escena fotografiada, sino de las características intrínsecas de los materiales fotográficos. Sólo podemos reproducir, según estos resultados, aquellas escenas cuyo contraste coincida con el del material positivo que va a ser el soporte de la imagen final.

También podríamos reproducir escenas que posean un contraste inferior al de los papeles fotográficos, pero no parece posible abordar aquellas que tengan un contraste superior a 50/1, las cuales son, sin embargo, bastante frecuentes en la realidad y, de forma habitual, nos permiten obtener imágenes no sólo aceptables, sino totalmente válidas.

Todo esto demuestra que nuestro sistema visual posee una gran capacidad de compensación. Pensemos que, incluso si nuestro material fotográfico positivo fuera capaz de darnos el contraste real de una determinada escena, para poder evaluar su relación con la imagen tendríamos que observar ésta con el mismo nivel de iluminación de aquella, para que todas las condiciones del experimento sean correctas. Ya vimos, anteriormente, cómo podíamos realizar la observación, incluso en niveles muy bajos de luz, gracias al poder de adaptación general del sis-

tema de la visión, sin pérdida ostensible de la calidad.

Las escenas de contraste superior al que pueden recoger los papeles fotográficos también pueden ser aceptadas, sin embargo. Bartleson y Breneman propusieron, en 1968, el criterio de los brillos relativos reproducidos :

"According to this rule, the aim is to obtain a particular kind of proportional reproduction of scene brightness."(26)

De acuerdo con esta propuesta, un objeto blanco debe ser tan próximo como se pueda a otro objeto del mismo color que se encuentren las mismas condiciones de observación que la imagen, en un momento dado, y ese objeto blanco es, pues, el que tomamos como referencia.

El objetivo, en general, es conseguir una proporcionalidad de brillos entre escena e imagen de manera que las zonas más luminosas de la escena lo sean, también, con las referencias del blanco y de la piel humana.

Estas condiciones son menos drásticas cuando se trata de una imagen proyectada, donde falta el blanco, que es sustituido por aquella zona icónica más brillante en relación al resto. El espectador, debido a esta razón, es capaz de aceptar proyecciones cinematográficas con niveles de iluminación muy bajos, lo que le lleva a admitir auténticos grises como si fueran blancos.

Cuando contemplamos una imagen fotográfica parece imposible evitar remitirnos al referente, a la escena original. Es necesario, por ello, establecer unas pautas de referencia, como los tonos extremos, blanco y negro, que acabamos de ver, o la comparación con el tono de la piel humana. Se establece, en definitiva, una relación con la escena, aunque la comparación estricta con ella tiene sentido, como veremos en el próximo capítulo, solamente en algunos casos.

Este problema trae consigo el tipo de análisis de las relaciones posibles entre la escena y su imagen que, como hemos podido ver, puede ser abordado desde dos puntos de vista fundamentales. Uno objetivo, a base de mediciones de luminancias con un fotómetro. Al hacer corresponder ambos resultados obtenemos una medición objetiva.

El otro método de análisis hace intervenir al observador humano, lo que introduce factores subjetivos. Las variaciones de apreciación obligan a adoptar, en este caso, evaluaciones estadísticas. Kowaliski analiza las dificultades derivadas de la adopción de este método:

"La réalisation de ce genre d'étude est incomparablement plus complexe que l'exécution des mesures physiques de la phase objective dont la reproductibilité des instruments employés, et qui sont choisis en conséquence."(27)

Aunque son muchos los investigadores dedicados a este campo, los avances son, por naturaleza, muy lentos, nada especta-

culares. Jones definió un método (28) para establecer la relación entre los resultados de la relación objetiva y la subjetiva encontrados en el análisis de una escena y de su imagen. La aplicación del método de Jones es compleja, pero su carácter modular, permite introducir todos los factores que intervienen en el proceso, incluso aquellos que no se hayan tenido en cuenta. En el capítulo siguiente veremos este método en su forma más simplificada.

Me ha sorprendido encontrar los temas de fotometría subjetiva tratados, exclusivamente, en textos de autores muy especializados, capaces de atreverse a tratar este tema que la mayoría rehuye por su enorme complejidad, como los ya citados Evans, Hunt, Nelson o Kowaliski. Es curioso comprobar, sin embargo, que los autores dedicados, en exclusiva, a la reproducción del tono, sólo se refieren a este problema de pasada, como Todd y Zakia, Wakefield o Sanders.

El estudio de estas relaciones entre las magnitudes físicas, medibles objetivamente, y las sensaciones producidas en el hombre, evaluadas subjetivamente, fueron el comienzo de la Psicofísica, cuya primera ley se estableció el siglo pasado.

Para introducir el tema, cuyas consecuencias son muy importantes para la reproducción fotográfica de los tonos, podemos plantearnos el siguiente problema: una zona, cuya luminancia es doble que la de otra, ¿puede producir una sensación de brillo también doble?. La respuesta es negativa, como vamos a ver.

El fisiólogo Weber comprobó, hacia 1830, que, dada una cierta luminancia (L) en una zona, para conseguir un cambio perceptible de luminosidad era necesario incrementar la luminancia en una cantidad tal que

$$\Delta L/L = \text{constante}$$

Esta relación debe ser interpretada de tal manera que, con luminancias bajas, un pequeño incremento será perceptible, mientras que, con valores altos, necesitaremos un incremento mucho mayor para introducir una variación perceptible.

Fechner buscó qué relación existía con la sensación de brillo obtenida y, para que ese incremento de luminosidad fuera constante, estableció la ecuación:

$$S = K_1 \Delta L/L$$

Al integrarla, esta ecuación diferencial proporciona la ley de Weber-Fechner:

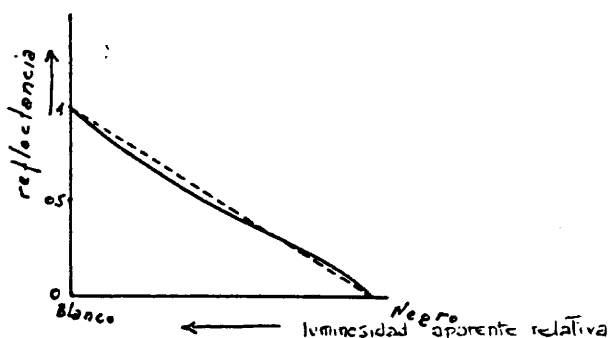
$$S = K_2 \log L + K_3$$

Las implicaciones de esta ley en el campo de la fotometría son tan importantes como para condicionar la representación gráfica del comportamiento de los materiales fotosensibles, como veremos más tarde.

Esta relación, que sólo es válida --en principio-- para los intervalos de luminancia comprendidos entre algunas candelas/metro cuadrado hasta 500 cd/m^2 ha ido evolucionando, desde el siglo pasado hasta llegar a la relación generalizada de Bartleson y Brenemann, propuesta en los trabajos ya citados, publicados entre 1967-68 (29) y que, de forma analítica, refleja perfectamente las evaluaciones estadísticas realizadas hasta entonces.

La misma ley de Weber-Fechner nos plantea un problema a la hora de intentar realizar una escala de grises entre el blanco y el negro, de forma que cada zona de la escala tenga un brillo doble que el de la anterior. Como hemos visto, anteriormente, las luminancias de cada zona no tienen que ser el doble exacto de la que le precede, y, además, la cantidad varía, según que estemos en la parte oscura o clara de la escala.

Munsell, en función de sus necesidades de investigación pictórica, llegó a establecer dicha escala, con tanta aproximación que, en nuestros días, sólo han podido introducirse pequeños factores correctores. La relación entre las sensaciones de gris y la correspondiente reflectancia se reflejan en la siguiente curva:



El estudio de las condiciones de observación de la imagen me ha obligado a realizar una incursión tímida en el campo de la fotometría subjetiva, obteniendo algunas conclusiones para obtener mejores imágenes y valorarlas mejor. Quiero subrayar, a modo de resumen, algunas:

- 1) El nivel de iluminación de la imagen debe de ser suficiente para que subsista la adaptación local de la visión.
- 2) Aunque el nivel de iluminación sea inferior al de la escena, la adaptación general permite establecer un blanco y un negro como tonos extremos.
- 3) Las fotografías de contraste elevado son muy agradables.
- 4) Se deben obtener los tonos negros más intensos para lograr un contraste máximo.
- 5) Es necesario un tono blanco de referencia, el máximo que se pueda obtener en el papel de copia.
- 6) La constancia del tono del rostro humano es básica para aceptar una fotografía.

Kowaliski, uno de los máximos investigadores de este tema, coincide en esta apreciación:

- "La valeur de l'étude des aspects subjectifs de l'image photographique réside en ce qu'elle permet de définir ses caractéristiques objectives les plus favorables."(30)

DESARROLLO DEL NIVEL III

Volvamos al nivel 1 como recordatorio. La actividad 1, "generar", se desdobló en dos subactividades al descender en el análisis hasta el nivel 2. Estas eran la 1.1, denominada "proyectar", y la 1.2, "codificar". Generar la imagen veíamos, por tanto, que tenía una fase de proyectar antes de codificar --o crear la imagen físicamente--, y cuya necesidad quedó ampliamente justificada. Sólo quiero subrayar uno de los argumentos que utilicé: la gran dificultad en producir modificaciones substanciales en las imágenes fotográficas, una vez realizada la exposición del material fotosensible.

ANÁLISIS DE PROYECTAR (actividad 1.1)

Pudimos ver, también, en el capítulo anterior, que, lógicamente, la salida global de "proyectar" era la información precisa para poder abordar la fase de "codificar". A su vez, para iniciar esta actividad de "proyectar" tenemos que comenzar con la necesidad de comunicar algo, y, más específicamente, de comunicarlo por medio de imágenes fotográficas.

El término elegido puede ser, muy posiblemente, insuficiente para todo lo que se alude con él, que es tanto la idea originaria del mensaje como las razones que nos llevan a seleccionar ese estímulo de entre los múltiples que pasan por nuestra mente, y son olvidados de la parte consciente de nuestro yo.

Es difícil sistematizar algo tan fluido y poco sujeto a normas o criterios como la libre voluntad de comunicar. Se podría buscar una simplificación del problema --sin perder su tremenda profundidad y su inasequible entidad misteriosa-- si se admite la existencia de motivos muy diversos, desde la pura necesidad de expresar el propio ser interior de una persona, sin ninguna voluntad de dominio ni exhibicionismo, sin buscar una mejora material, sino el propio placer lúdico que se encuentra en el ejercicio de la actividad comunicativa, hasta el encargo comercial, que busca encontrar un producto icónico capaz de incitar al sufrido ciudadano a comprar.

Esta amplísima gama que comprende los más encontrados extremos puede servir de marco amplio para situar la mayor parte, si no la totalidad, de los ejemplos icónicos que puedan encontrarse, superando, por supuesto, a la imagen fotográfica.

El acto de comunicar, sea cual sea el medio que se utilice, tiene siempre un propósito específico --o al menos, así lo supongo--, sin ignorar la existencia de actos comunicativos que parten de actitudes irracionales, no reflexivas, y probablemente involuntarias, derivadas de planteamientos psicopatológicos, imposibles de recoger en un análisis que intenta ser lógico y arrancar de la normalidad estadística.

DEFINIR OBJETIVOS (actividad 1.1.1)

En el caso de que "proyectar" arranque de unos motivos racionales y de que el emisor sea consciente de ellos, una de las primeras e inevitables fases en que se subdivide esa ac-

tividad es la de "definir objetivos". Dicha definición debe de ser tanto más precisa cuanto más definido y concreto sea el encargo que esté en el origen del proyecto y podrá estar menos clara, e incluso muy confusa, cuando se trate de un proyecto artístico, especialmente si es de naturaleza experimental.

Dicha definición de objetivos, por desgracia, no cuenta sólo con elementos de entrada puramente informativos --necesidad, ambición, deseo de afirmarse, expresión personal-- de naturaleza individual, sino que se introducen, lo queramos o no, datos de control exteriores, ejemplificados en las numerosas censuras que cambian la naturaleza de la imagen, como pueden ser las mismas restricciones impuestas por el cliente al puro acto creativo. Estos elementos ajenos no sólo operan en esta fase, y en este preciso nivel, sino que están presentes, de manera más o menos manifiesta, siempre. Es imposible erradicar la censura --que a menudo adopta la civilizada apariencia del buen gusto o de las normas morales de la comunidad-- pero se puede conocer su influencia e intentar contrarrestarla.

La actividad de "proyectar" tiene como soporte al grupo de trabajo. En los casos en que el proyecto es simple es el mismo fotógrafo quien realiza la actividad; hablo de equipo, sin embargo, para incluir el caso más general, que puede quedar ejemplificado en la publicidad por el colectivo que se encarga de esta fase o en el reportaje de amplia resonancia, que se estudia exhaustivamente y al final es resuelto, posiblemente, por un grupo de fotógrafos perfectamente coordinados.

Además de las entradas a la actividad desde el mundo exterior, como son los encargos, otras informaciones actúan de control del proceso. Aparte de las que he citado en los párrafos anteriores están influyendo los conocimientos del propio equipo sobre el sistema fotográfico. En sus decisiones se va a manifestar, igualmente, la influencia de las tendencias imperantes social o culturalmente. Este fenómeno puede ocurrir de una doble forma. El emisor, por un lado, puede estar influido por el entorno de manera que sus manifestaciones, inconscientemente, reflejen la moda. El emisor, por fin, puede ser consciente de estas circunstancias y usarlas premeditadamente para obtener determinados objetivos.

Una vez definidas las posibles entradas, queda por ver las salidas. El resultado de la actividad van a ser los objetivos; dicho de otra forma, lo que la actividad hace es responder a la pregunta: ¿para qué van a servir las imágenes que hemos de crear? Para ser consistente con el punto de vista --el planteamiento comunicativo-- que preside este trabajo, hay que considerar dos tipos distintos de objetivos. Uno referente, obviamente, al contenido, a la naturaleza del mensaje. El otro tipo de objetivo está relacionado con la forma en que el mensaje se va a hacer llegar hasta el receptor, con el procedimiento de difusión, en definitiva.

Los objetivos atribuibles al mensaje pueden ser los de informar, narrar, crear emociones, atraer la atención, convencer, etc. Es evidente que varios de estos objetivos pueden

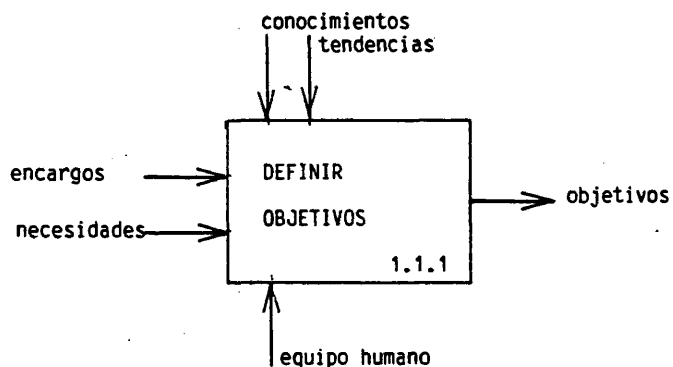
presidir la construcción de la imagen, puesto que no son mutuamente excluyentes. Subyacentes a los objetivos se encuentran las distintas características personales de los fotógrafos, sus intereses o sus dependencias profesionales. El reportero se impondrá, como objetivo, informar; posiblemente el artista aspire a desencadenar emociones, mientras que el fotógrafo publicitario exigirá a sus imágenes la capacidad de atraer la mirada y convencer, por poner algunos ejemplos que se correspondan a la lista de objetivos anteriores.

Los objetivos de difusión vendrán determinados por la forma en que las imágenes deban llegar hasta el espectador. Las fotografías pueden estar destinadas a ilustrar libros, aparecer en la prensa, presidir una valla publicitaria, rellenar las paredes de una sala de exposiciones o iluminar la oscuridad de una sala de proyecciones.

Ambos tipos de objetivos, de mensaje y de difusión, pueden condicionarse mutuamente. Una fotografía que, por ejemplo, va a estar destinada a ser colocada en vallas, repartidas por calles y carreteras, deberá, para atraer la atención, ser muy simple de concepción.

Empiezan a configurarse en esta actividad, también, aunque no definitivamente, algunas informaciones que van a determinar el tipo de material y equipo técnico que va a ser necesario. Siguiendo con el mismo ejemplo, una ampliación de tamaño considerable, como es el caso y que, además va a sufrir unos pasos suplementarios de degradación como la fotomecánica y la

impresión, exigirá usar unos materiales en cámara de unas dimensiones adecuadas para no perder calidad al ampliar, aunque las vallas se vayan a contemplar a distancias considerables.



IDEAR (actividad 1.1.2)

Con los datos de salida de la actividad anterior podemos abordar el siguiente paso: desarrollar la idea que cubre los objetivos predeterminados, probablemente en un lenguaje distinto del que usaremos para codificarla. A esta actividad la llamaremos "idear". La salida de la misma será un "esquema".

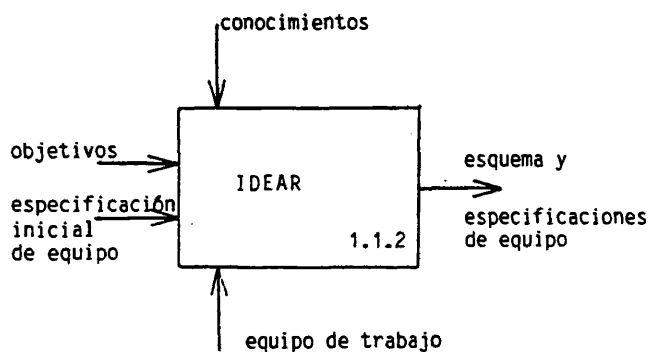
El lenguaje utilizado por la actividad para hacer el esquema puede ser variable. En los casos de complejidad el esquema puede ser mental (recuérdese la naturaleza humana del soporte de esta actividad). En otras ocasiones puede ser útil realizar un boceto o escribir un texto. En algunas ocasiones puede ser muy útil utilizar el mismo lenguaje fotográfico; en estas ocasiones es frecuente el uso de materiales de revelado instantáneo.

Cualquiera de estos procedimientos puede ser adecuado, según la naturaleza y complejidad del proyecto, siempre que se cubra el sentido de la actividad "idear" que es, en definitiva, tener una idea, lo más clara posible, de la apariencia final de la imagen o conjunto de imágenes.

Supongamos, por ejemplo, que hemos de realizar un trabajo documental donde el reportaje va a estar formado por una serie de imágenes. Si el objetivo del mensaje se expresara como "mostrar la interacción hombre-máquina en una cadena de producción", la puerta estaría abierta a presentar muchas soluciones. Los objetivos no están bien especificados, en este caso, porque se indica, solamente, qué hay que registrar, sin referencia de para qué hay que hacerlo. Las múltiples formas de abordar el trabajo disminuyen al especificar los objetivos adecuadamente. Una solicitud procedente del fabricante de herramientas añadiría, a la anterior especificación, por ejemplo, "que muestre el incremento de calidad y producción"; un encargo procedente de un centro de estudios sociológicos podría añadir algo como "que muestre, lo más objetivamente posible, en qué medida el trabajo del hombre está condicionado por la máquina".

De la realidad continua cada fotografía sólo muestra una de las múltiples posibilidades, recortando un fragmento de esa realidad. La conclusión más inmediata, como se ve a través del ejemplo anterior, es que la fotografía no tiene por qué ser objetiva; dicho de otra forma, lo más probable es que no lo sea. Cada uno ve la realidad de una forma distinta o se acerca a ella polarizado según sus intereses (quizás el encargo).

El uso del esquema --salida de la actividad "idear"-- es obligado en aquellos casos en que existe una relación contractual. En los encargos publicitarios el cliente desea saber que se le va a ofrecer. Existen, entonces, una interrelación en forma de retroalimentación hasta llegar a un acuerdo y obtener la aprobación del cliente. Como se ve, la actividad "idear", aunque clara en su intencionalidad y fin, puede ser muy variable en su salida, ofreciendo desde un esquema muy vago hasta el más preciso de los documentos. El esquema, de todas formas, existe siempre, aunque sea mental y quizás difícilmente verbalizable.



BUSCAR RECURSOS (actividad 1.1.3)

Conocer los datos de salida de las actividades anteriores es absolutamente necesario para llevar a cabo la siguiente actividad. Esta actividad se denomina "buscar recursos" (1.1.3), pero, como la mayor parte de las que estamos estudiando, no se queda sólo en esa acción, puesto que, como la mayor parte

de las ya estudiadas y de las que quedan por considerar, las consecuencias de esta actividad pueden modificar, brutalmente, la calidad y la apariencia del mensaje, es decir, modificar totalmente los objetivos, o anularlos. En comunicación visual, como en muchos otros sectores del comportamiento humano, no caben las buenas intenciones. Las imágenes existen o no, no caben grados intermedios. Toda imagen que no pasa de proyecto, simplemente no es nada.

Las imágenes son más difíciles de realizar cuando exigen materiales e instrumentos más caros, aunque es preciso insistir, en bastantes ocasiones, en que los recursos económicos no son para pagar sólo los gastos que se produzcan, inevitablemente, en la realización de las obras, sino para compensar el tiempo disponible que éstas exigen.

Los recursos económicos no son los únicos que hay que buscar. La única razón de insistir en ellos es que detrás de los restantes recursos está, al final, la necesidad de disponibilidad de los recursos económicos. Podemos hablar, entonces, de forma general, de recursos humanos, materiales y económicos.

Los recursos humanos pueden ser necesarios para dos tipos de funciones distintas. Pueden ser, por un lado, elementos principales o secundarios dentro de la escena que vamos a fotografiar. Si recibimos el encargo de hacer un retrato es claro que no es necesario realizar ningún tipo de búsqueda. Si quiero hacer una serie de desnudos o recibo el encargo de pre-

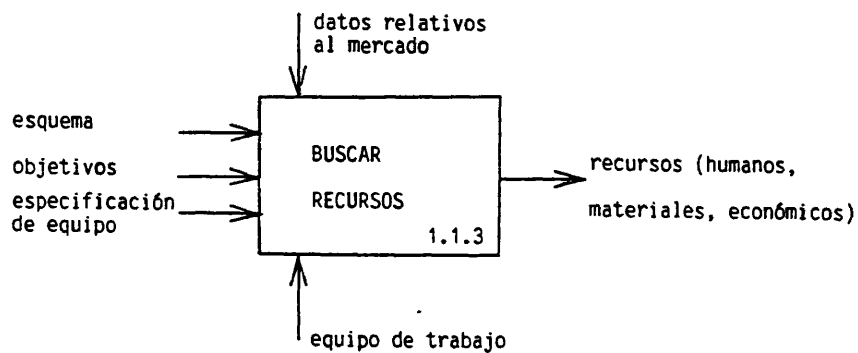
Presentar una fotografía de modas será necesario, en ambos casos, localizar los elementos humanos más adecuados para cada fin.

El otro tipo de recursos humanos que puede ser necesario en determinadas situaciones es el que tiene una función específicamente técnica. La especialización de este tipo de personal puede ser muy diversa. Las tomas en plató de una serie de fotografías publicitarias puede requerir, quizás, de electricistas, decoradores, peluqueros, maquilladores y ayudantes de fotógrafo.

Los recursos materiales pueden estar destinados a incorporarse a la escena o ser imprescindibles para realizar las tomas fotográficas. La escena puede disponer de primer plano y fondo, o sólo de este último. En el caso de que exista primer plano, figura, una exigencia puede ser la de vestuario, por ejemplo. En cuanto al entorno, o fondo pueden concurrir varias circunstancias. La escena puede ser natural o artificial y la fotografiamos respetándola totalmente. En otro caso puede ser sustancial, para nuestros objetivos, manipular la escena, introduciendo modificaciones adecuadas. Por último, la escena puede ser creada, totalmente, de forma artificial, en general en un estudio.

Los otros recursos materiales, por fin están destinados para realizar las tomas. Será necesario proveerse de los materiales fotosensibles adecuados, posiblemente de varios tipos y formatos. La otra partida será para el equipo, compuesto de cámaras, lentes, material de iluminación y otros elemen-

tos auxiliares.

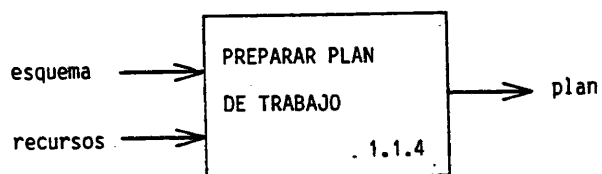


PREPARAR PLAN DE TRABAJO (actividad 1.1.4)

La información que poseemos en este momento es suficiente, ya, para comenzar el trabajo de codificar, mediante el desarrollo de una serie de operaciones que pueden discurrir coordinadamente e, incluso, en paralelo. Cada una de las actividades, como hemos visto, consume un tiempo dado. Ordenar los lapsos de tiempo asignados previamente a cada operación es un medio seguro de racionalizar el proceso. Esta actividad, a la que llamaremos "plan de trabajo", nos permitirá aumentar el grado de eficiencia en energía, tiempo y subactividades implicadas

En el caso de una obra única, de realización individual, la complejidad del plan de trabajo puede ser baja, mientras llegará a ser muy alta cuando existan actividades paralelas,

con grandes equipos de trabajo, como sucede en las llamadas superproducciones americanas.



Los datos de entrada a esta actividad son el esquema y los recursos, que son las salidas, respectivamente de las actividades 1.1.2 y 1.1.3. Las necesidades expresivas, reflejadas en el esquema quedan, así, reguladas o modeladas según los recursos disponibles.

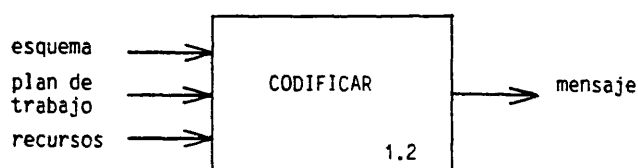
La salida de la actividad es el "plan de trabajo", que recoge la secuencia de operaciones ordenadas cronológicamente. Por la naturaleza de las operaciones a realizar, algunas podrán ser concurrentes, por lo que el plan debe recoger estas circunstancias, que impedirá que se continúe el plan hasta que todas esas actividades estén realizadas. Esto supone que algunas de las acciones a tomar pueden ocurrir en paralelo y, por supuesto, con distintos tiempos de duración.

En el plan deben quedar recogidas las cosas que hay que hacer y el momento de hacerlas. Son ejemplos la obtención de permisos, si son necesarios para realizar las tomas, o de aduanas,

si hay problemas de traslado de equipo a otros países; localizaciones de los lugares donde se van a realizar las tomas, en caso de ser exteriores o interiores naturales; búsqueda de modelos; compra y alquileres de materiales y cosas; estudio de la luz, etc.

ANÁLISIS DE CODIFICAR (actividad 1.2)

La siguiente actividad del nivel 2 que vamos a analizar es la de "codificar" (1.2). Ahora tenemos todos los elementos necesarios para empezar la realización de la obra icónica. Las salidas de las actividades anteriores (esquema, plan de trabajo y recursos) actúan como entradas en esta actividad codificadora.



El análisis de esta actividad y su consiguiente explosión en tres subactividades, pasa por tres momentos fundamentales y necesarios, que están en función, a su vez, de tres elementos: la escena de la que partimos, el material fotosensible necesario para registrarla y los instrumentos que me permiten seleccionar y controlar la luz que, procedente de la escena, está destinada a formar la imagen.

Los tres momentos o fases son, por tanto, los dedicados a:

- 1) la escena y su adecuación, si procede, a nuestras necesidades;
- 2) la interrelación de la escena con nuestro equipo a través de la luz y la óptica;
- 3) el registro, por fin, o relación de la luz con los materiales fotosensibles.

De aquí que la actividad 1.2, "codificar", la descompongamos en las tres subactividades 1.2.1, "determinar escena"; 1.2.2, "componer"; 1.2.3, "ejecutar".

DETERMINAR ESCENA (actividad 1.2.1)

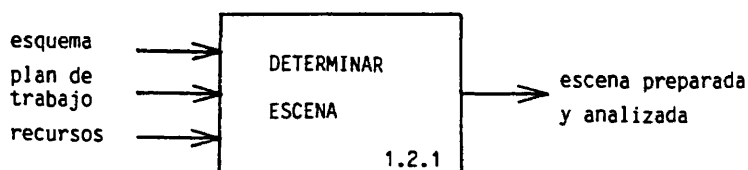
El primer dato fundamental es la escena que va a ser registrada. Encontramos, en principio, dos posibilidades contradictorias; a) que exista previamente a dicho registro o, b) que sea necesario construirla, mediante técnicas complejas, apoyadas en los recursos que han sido obtenidos previamente.

La escena existente, a la que no llevamos ninguna modificación, puede ser recogida de muchas maneras, y los ángulos y puntos de vista son, verdaderamente, infinitos. La codificación perfecta sería, en consecuencia, aquella que permita obtener la cantidad idónea de información, de acuerdo con los propósitos del proyecto inicial, y que, al mismo tiempo, proporcione una comprensión completa de los factores que contiene. Esa

"realidad sorprendida" --como algunas veces ha sido denominada-- no se compone, sino que se registra sin la menor modificación ni cambio. (En la terminología habitual se habla de fotografía "documental" para designar aquellas imágenes realizadas sin alterar la realidad exterior, pretendiendo a la vez ser un reflejo objetivo, mientras que tendríamos en el extremo opuesto aquellas que han sido totalmente reconstruida y manipulada para que posea apariencias veraces.)

Los artistas manuales no necesitan la presencia real de una escena o de un modelo humano para ir elaborando la imagen definitiva. Muchas veces arrancan de una simple idea mental, que se ve reflejada en unos apuntes, un boceto elemental, del que van extrayendo, por el procedimiento de prueba y error --continua "realimentación" podríamos decir, con una terminología más comunicológica-- la imagen deseada o, mejor, el compromiso al que se llega entre el proyecto y el resultado.

La escena, pues, puede ser preparada o tomada tal y como se presenta a los ojos del observador. Para los efectos de nuestro modelo es indiferente que se dé una u otra opción, pero sí es obligatorio incluir la posibilidad, ya que ésta aparece en numerosos casos reales.



Un planteamiento frecuente considera la luz como uno de los elementos constitutivos de la escena. La luz es el agente primero de toda imagen, como ya hemos podido ver. La naturaleza de la luz empleada condiciona, a su vez, todo el proceso comunicativo, puesto que la percepción de la escena, en primer lugar, sería imposible sin la existencia de una luz concreta --natural, artificial, de un determinado color...-- la cual puede ser aprovechada o no para componer la imagen que nos proponemos obtener.

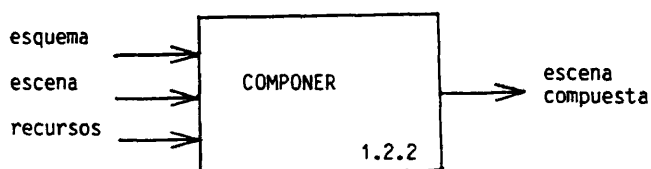
Mi postura, sin embargo, es considerar que la luz no forma parte de la escena, en este sentido de ser parte inherente de ella. Una misma escena, iluminada de forma natural, tendrá distinta apariencia --produciendo distintas sensaciones y emociones-- según la hora del día o la época del año, sin que en ella hayan cambiado, sustancialmente, los elementos que la constituyen. Otro argumento en este sentido es el impuesto por la secuencia natural seguida por el fotógrafo cuando se enfrenta a una escena que debe iluminar. Antes de proceder a realizar esta actividad, ha intervenido ya, si es preciso, en la escena y ha colocado su cámara, en una primera aproximación a la imagen-final.

Considero "determinar la escena", por tanto, como el conjunto de actuaciones sobre los elementos materiales de la misma, ya sea para modificar una escena previamente existente o para crearla (un ejemplo de esto último puede ser la construcción de un bodegón), que viene precedida de su localización y que es observada y analizada en función de los materiales fotográficos y sus posibilidades.

En un planteamiento industrial, caracterizado por un aprovechamiento óptimo de los recursos y un alto sentido de la eficacia energética, todas las operaciones que entran en este apartado, "determinar escena", se organizan mediante un plan de trabajo que permite extraer el máximo resultado con una inversión mínima. A medida que los procesos secundarios se complican --y puede ocurrir cuando el número, la calidad y la interrelación de elementos aumenta hasta grados insospechados-- es necesario coordinar, además, las subactividades para evitar solapamientos y anulaciones mutuas.

COMPONER (actividad 1.2.2)

Una vez que está la escena preparada aparece una nueva actividad que denomino "componer"



En la terminología clásica, componer se refiere, sobre todo, a repartir los elementos en la superficie definitiva de la imagen, , mientras que he debido ampliar el sentido para incluir todas las operaciones de ensayo, tanto en lo que se

refiere a encuadrar como a preparar y adecuar la luz al tipo de escena. La relación que se va a establecer, definitivamente, entre la escena y el material fotosensible a través de la luz, debe arbitrarse, como es sabido, a través de unos instrumentos que posibiliten la formación de la imagen y el control de la luz. La disposición de estos instrumentos va a influir grandemente en el sentido de la imagen. Aunque sepamos, por experiencia, el punto de vista más adecuado para hacer la toma, lo más probable será que haya que recurrir a varios ensayos o aproximaciones hasta encontrar el lugar adecuado de ubicación de la cámara.

Conocer la naturaleza de la luz y, en función de ella, disponer los manantiales para lograr unos determinados efectos --luz dura, suave, tamizada, envolvente, directa o reflejada ...-- constituye una de las operaciones fundamentales de esta actividad, como veremos, con más detalle, en el desglose correspondiente al siguiente nivel. La luz, bajo este punto de vista, se convierte en un elemento de la composición y, por tanto, activo, capaz de crear un clima dramático, al igual que el encuadre, de forma que llegue a desencadenar emociones en el receptor. De aquí, como afirmaba antes, que una misma escena, simplemente con distintas iluminaciones responda a distintos esquemas y, por tanto, pueda cubrir objetivos muy diversos.

Hay que decir, sin embargo, que las funciones de la imagen que estamos elaborando influyen, de forma decisiva, en las operaciones que acometemos. La narratividad de determinadas imágenes condiciona la fabricación de determinados productos icó-

nicos y determina que su composición se acomode a unas exigencias distintas de aquellos otros productos icónicos que no tienen un objetivo narrativo, sino meramente expresivo o de registro. La composición de las imágenes que cuentan una historia, como las fotografías que ilustran un reportaje, será distinta que la que describe un proceso industrial o es adecuada para hacer el registro de un mural.

El cambio de acepción que he introducido al término componer, en el sentido de ampliar el contenido que se le ha asignado tradicionalmente, podría hacer pensar que no hay homologación posible entre ambos tipos de imágenes, manual y registrada. Pienso que sí, por el contrario, y que sólo existe una diferencia, evidente, en el grado de complejidad de una y otra. Podríamos afirmar, sintéticamente, que todos los procesos y operaciones de la imagen manual se encuentran en la registrada, pero no a la inversa.

La imagen manual, como hemos visto, se elabora de forma acumulativa, corrigiendo los errores e intentando modificar los rasgos icónicos a medida que aparecen para que se adapten al proyecto originario. Dentro de unos ciertos límites, es preciso señalar que los principales materiales que sirven de soporte y formante a la imagen manual, permiten esta actitud progresiva, especialmente viable con la ayuda de documentos auxiliares --fotos, esquemas, apuntes, documentación gráfica-- que permiten ahorrar titubeos y dudas.

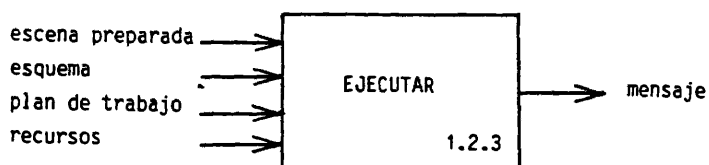
La imagen registrada, en cambio, no tolera errores ni va-

cilaciones. Una vez que se ha compuesto (esto es, que los elementos están integrados de acuerdo con el plan original, y que se han efectuado, satisfactoriamente, los ensayos pertinentes) no cabe más que el registro y, en el caso de que se haya deslizado algún error que inhabilite los resultados, repetir de nuevo para hacer posible un nuevo registro.

Existen medios de controlar al máximo todos los aspectos, previamente, y el desarrollo del modelo nos mostrará cómo la simple adición del visor a las cámaras permite anticipar el aspecto de la imagen definitiva.

EJECUTAR. (actividad 1.2.3)

Una vez que se han realizado todos los ensayos y que se han tomado las decisiones fundamentales --o que se han hecho las modificaciones pertinentes-- se puede proceder a la fase siguiente, "ejecutar":



La naturaleza del sistema fotográfico es un sistema de creación de imágenes enclavado, como se recordará, dentro del grupo de transformación, donde los formantes de la imagen se encuentran ya presentes en el soporte. El registro puede producirse en una fracción de segundo y la imagen reflejada por la escena queda retenida en una imagen latente, invisible, hasta tanto no sea revelada y fijada, mediante unos determinados procesos químicos muy estrictos.

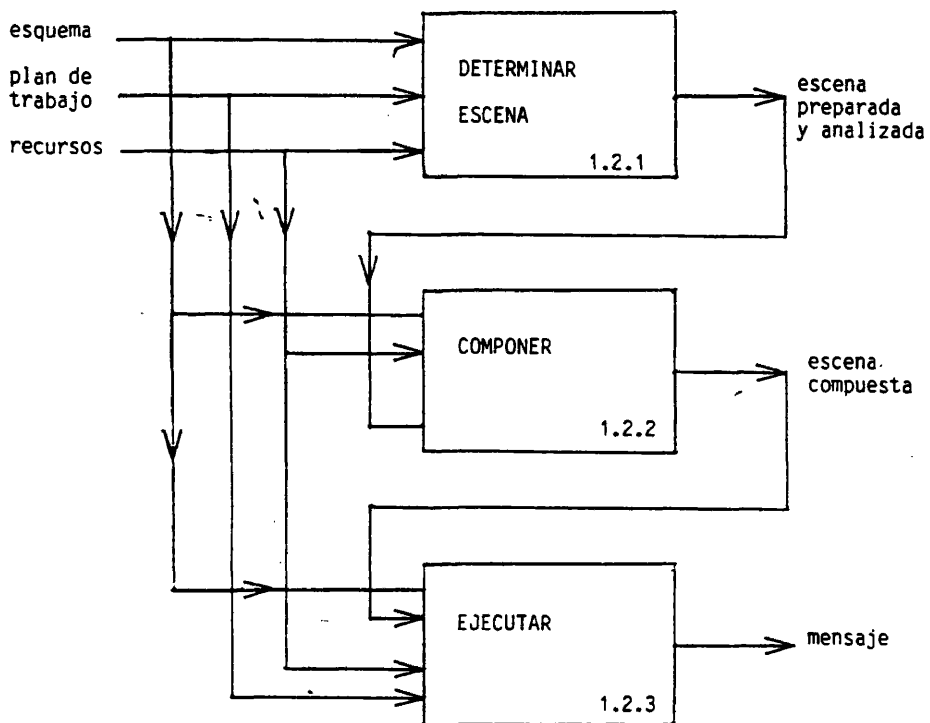
Este doble aspecto, de la escasa duración del momento de registro y de la imposibilidad, inmediata, de poder ver el resultado, le confiere un carácter especial a la fotografía. Son por ello los aspectos más conocidos, posiblemente, de la fotografía y que fomentan un cierto desprecio hacia ella en determinados círculos. Aquellos que plantean estas cuestiones serían incapaces de falsear este modelo contrastándolo con la realidad, puesto que ignoran todas las actividades que he ido desarrollando y su conocimiento, en alguna medida, comienza justo cuando se desarrolla la siguiente actividad, "ejecutar", que tiene su inicio aparente en el acto de liberar el obturador de la cámara (el clásico tópico de "apretar un botón" al que tanto contribuyó la casa Kodak).

Para realizar esta actividad de "ejecutar" (1.2.3) es necesario, además de los datos ya citados, la información correspondiente a las distintas técnicas que permiten la elaboración de las imágenes fotográficas.

El desglose de "ejecutar" en los próximos niveles supone

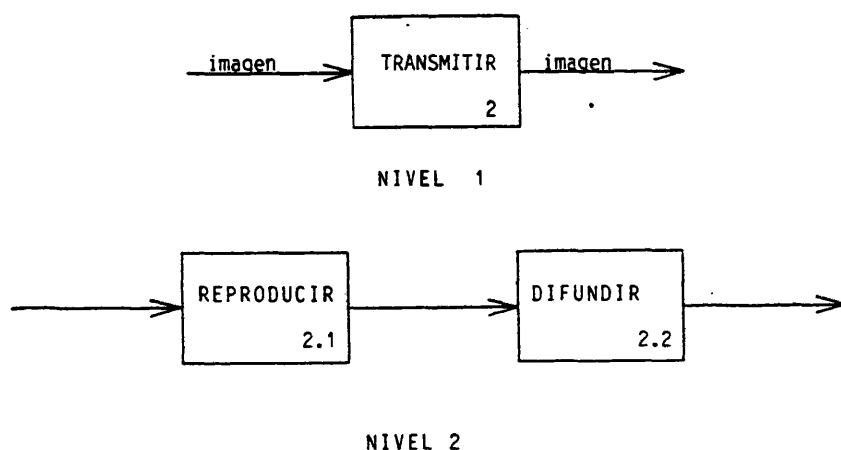
desarrollar la forma de operar en cada paso (con numerosas actividades paralelas) además de varias técnicas asociadas.

Las tres fases implícitas quedarían, pues, de esta forma escalonada:



ANALISIS DE REPRODUCIR (actividad 2.1)

Para continuar el desarrollo del modelo en su nivel 3 voy a volver, a título recordatorio, al nivel 1. Una vez terminado el desglose de la actividad 1, "generar", del nivel 1, comienza la actividad 2, "transmitir", que quedó dividida en "reproducir" y "difundir" en el nivel 2 y que, ahora, vamos a continuar analizando.

PREPARAR MATRIZ (actividad 2.1.1) y HACER COPIAS (actividad 2.1.2)

La necesidad de reproducir está condicionada, por un lado, por la de difundir,; por otro, por la propia naturaleza del material fotográfico. Este segundo factor podría, incluso --al menos en teoría-- aumentar la difusión. Vamos a verlo por partes.

El material fotosensible, como ya hemos visto, después de expuesto y revelado oferta una proporcionalidad entre la luz que incidió en cada una de sus zonas y la plata que en él se encuentra, dentro de unos ciertos límites. El coeficiente de proporcionalidad es variable según el material y el procedimiento de revelado; los límites también depende de los mismos factores, de manera que cantidades de luz por debajo de un cierto valor serán incapaces de hacer precipitar nada de plata y cantidades de luz por encima de un valor que ha sido capaz de precipitar toda la plata serán incapaces de dar más matices, puesto que no hay más plata que precipitar.

Con este comportamiento de los materiales fotosensibles, las zonas que recibieron más luz son las que más plata poseen en la imagen final. La plata actúa de obstáculo para la luz cuando se contempla esta imagen, apareciendo a la vista como más oscura aquella zona que era más brillante en la escena y viceversa. La imagen, desde un punto de vista tonal está invertida y por esto se le ha dado el nombre de imagen negativa. Es necesario, por tanto, proceder a volver a usar el mismo procedimiento proyectando esa imagen negativa en un material fotosensible virgen, para que se restituyan los valores tonales originales. La forma de reproducir es, por tanto, hacer una copia a partir de la imagen negativa que actúa de matriz.

El concepto de "matriz" supone un avance importante, puesto que destruye la idea de "original". La matriz es un ante-

cedente de las "copias", el "negativo" de la obra definitiva, con la que debe corresponderse en todos y cada uno de sus elementos. Ya hemos estudiado la trascendencia que supone su aparición, desde un punto de vista histórico, y cómo permite la difusión de las obras a un número de receptores más elevado. La matriz no es sólo el inverso de la imagen definitiva, sino su origen. Todo lo que está en ella no pasará al producto resultante, sino sólo una parte. Cuanto más elevada sea, más completo será el proceso.

La multiplicación de copias restituye los valores de la escena, pero también provoca una clara degradación en la calidad de la matriz, lo cual obliga a obtener duplicados de la matriz --muy aproximados a ella, pero no totalmente idénticos, no lo olvidemos-- para mantener la calidad de los resultados.

Los casos particulares en relación con el tema de la duplicación son muy variados, y no podemos entrar en todos ellos, pero sí queremos mencionar, aunque sea de pasada, dos curiosos ejemplos: las diapositivas y los sistemas "Polaroid".

Las diapositivas constituyen fotografías transparentes, según la denominación, excepto en los lugares donde se han registrado las zonas oscuras de la escena. El revelado de estas fotos especiales permite obtener, en primer lugar, un negativo, que, mediante una segunda exposición a la luz blanca, se convierte en positivo, es decir, en una obra única, que sólo podrá ser duplicada con análogas técnicas a las empleadas con los productos originales.

Los diversos sistemas patentados por el Dr. Edwin Land, bajo la marca genérica de "Polaroid" han hecho posible el viejo sueño de una foto que se revela, aparentemente, a sí misma, sin intervención humana, puesto que ha sido diseñado para producir, en pocos segundos, una imagen positiva, incluso en color.

De los casos anteriores se ve que el material original introducido en cámara, aquel que ha permitido obtener la imagen directamente de la escena, puede tener apariencia distinta según el carácter de la imagen y la naturaleza del soporte. En cuanto al carácter se desprende que la imagen puede ser negativa o positiva. En principio todos los materiales fotosensibles forman una imagen con plata, de acuerdo a lo explicado anteriormente; la diferencia en obtener una imagen positiva del material de cámara depende de que estén preparados para un procesado que respete ese carácter original o lo transforme en la imagen complementaria, directamente positiva.

El soporte, a su vez, puede ser transparente u opaco. El material de cámara suele tener, en general, el soporte transparente. La razón está en que, en su uso posterior, estos materiales deben permitir que la luz los atraviese. Los materiales que son de carácter negativo deben ser copiados, como hemos visto, para obtener la imagen positiva; esto se hace dirigiendo un haz de luz hacia el soporte que, una vez atravesado, recogerá la información de la emulsión de plata y la dirigirá hacia otro material fotosensible. En el caso de material reversible, como la diapositiva ya citada, además de la misma

problemática que presenta el negativo para ser copiado, necesita un soporte también transparente para cubrir una de sus finalidades más importantes : la proyección.

El soporte opaco tiene sentido cuando la imagen está destinada a ser contemplada directamente, sin ningún instrumento intermediario y en condiciones de iluminación ambiente. Es, por esta razón, el tipo de soporte que se utiliza, normalmente, para las imágenes positivas obtenidas por copia del material de cámara. Existen, sin embargo, excepciones. Un caso típico es el de la fotografía instantánea, tipo "Polaroid", que poseen soporte opaco, aún siendo material de cámara, porque su objeto es poderse ver directamente; el tamaño de estas imágenes, aunque pequeño, es suficientemente grande para el fin que se destinan. Otro caso, menos frecuente, es el de copias obtenidas sobre soporte transparente de tamaño considerable y que se observan por transparencia gracias a una luz difusa que se coloca en su parte posterior.

En los bancos de imágenes y agencias de prensa no se venden las imágenes de forma exclusiva, sino los derechos a una reproducción limitada tanto en el tiempo como en el tipo de medio. Lo que se compra es, por tanto, una copia en papel o un duplicado de una diapositiva.

Todas estas circunstancias nos obligan a dividir la actividad 2.1, "reproducir", en dos nuevas subactividades: 2.1.1, "preparar matriz" y 2.1.2, "hacer copias". Es obvio, en algunas de las circunstancias que hemos visto, que no es necesario siem-

pre realizarlas, puede ser suficiente con "hacer copias" en otros casos; entre las dos actividades cubren el caso más general.

En el esquema siguiente intento recoger todas las combinaciones que se producen realmente. Denomino al carácter (C) como negativo (N) o positivo (P); el soporte (S) puede ser transparente (T) u opaco (O). El material puede ser el de cámara, el que al final se utiliza o contempla y, si es necesario, algún otro de carácter intermedio que ayude a hacer la copia; los denomino, respectivamente, material de cámara (MC), intermedio (MI) y final (MF).

	MC		MI				MF				
	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	
1.	N	T	----->				P	O / P	T		
2.	N	T	-->P	T	-->N	T	-->P	O / P	T		
3.	N	T	-->N	T	----->		P	O / P	T		
4.	P	T	-->N	T	----->		P	O / P	T		
5.	P	T	----->				P	O / P	T		
6.	P	O									
7.	P	T									

1) El caso 1 parte de un material negativo transparente y directamente, sin pasos intermedios, se copia, dando una imagen positiva, ya sea sobre soporte opaco o transparente. Es el caso más frecuente para materiales que dan imágenes tanto en blanco y negro como en color.

2) Es el mismo caso que el anterior en cuanto a material de cámara y material final. Existen, en cambio, unos pasos intermedios que son necesarios cuando es preciso realizar muchas copias, que degradarían la matriz original. Del material negativo transparente, de cámara, se saca una copia positiva, también transparente y, de nuevo, de ésta última, una copia negativa sobre soporte transparente que, al menos teóricamente, debe poseer las mismas características que la matriz. A partir de este último negativo se obtienen las copias que sean necesarias, preservando el original.

El deterioro de los materiales fotográficos pueden tener su origen tanto en la mala conservación como en el uso. La conservación depende del grado de humedad, de la temperatura, de la ausencia de luz y de la exposición a gases contaminantes. En el uso, se pueden producir abrasiones, manchas de grasa, presencia de huellas dactilares, polvo por electricidad estática y deterioro de la imagen por efecto del calor y de la luz cuando se hacen copias.

3) Este caso no difiere de los anteriores en las condiciones iniciales y finales. Surge para resolver el mismo problema planteado en el caso 2, pero reduciendo el número de pasos intermedios a uno. El material de cámara, negativo y transparente, se copia en un material reversible, también transparente, dando una imagen consiguientemente negativa. La reducción del número de generaciones de las imágenes disminuye la degradación de la imagen original. Cada uno de estos pasos puede introducir ruido, elementos espúreos --no pertenecien-

tes a la imagen original-- y que surgen aleatoriamente. La capacidad de los materiales puede, igualmente, limitar la copia de las zonas extremas de la imagen original, aquellas correspondientes a las luces o a las sombras, o ambas, perdiéndose información en el proceso de transferencia. Este procedimiento garantiza, por tanto, una mejor calidad de imagen.

4) En este caso el material de cámara da una imagen positiva sobre soporte transparente. Este tipo de material se denomina reversible y a las imágenes que proporciona, diapositivas. Es especialmente idóneo para proyección y constituye la imagen base del diaporama y de la multivisión. Es el material de partida adecuado para la reproducción en imprenta a través de la fotomecánica. Si bien las agencias de prensa suelen vender imágenes positivas sobre papel, los bancos de imágenes suelen facilitar diapositivas. Para procurar los procesos de copia, sin degradar la diapositiva original, es necesario copiarla en un negativo intermedio, transparente, del cual se sacan las copias necesarias, bien sobre material transparente si están destinadas a la proyección o a la imprenta, o sobre soporte opaco para la contemplación directa.

5) La última de estas aplicaciones, la copia de la diapositiva sobre papel, puede alcanzar un mayor grado de calidad, suprimiendo, aún este único paso intermedio. Para ello es imprescindible utilizar papel, tipo "Cibachrome", que da imágenes directamente positivas, a partir de positivos, por tener características, igualmente, de material reversible. Este material proporciona imágenes en color. ES ideal para copias de

exhibición y las galerías lo exigen para la venta porque, además, es el material que garantiza mayor durabilidad sin degradación aparente, en torno a los 300 años.

6) Este tipo de material da imágenes directamente positivas pero, en este caso, sobre material opaco. Son las imágenes instantáneas, tipo "Polaroid", ya descritas. No están destinadas, en general, a ser copiadas; si se utilizan para reproducir en imprenta, se hace directamente a partir de ellas.

7) Un último tipo de material, reversible e instantáneo, pero sobre soporte transparente, tiene como finalidad directamente la imprenta. Sólo se fabrica para cámaras de gran formato, de 20 x 25 cms.; el revelado instantáneo evita las demoras del proceso de laboratorio y tiene la gran ventaja, además, de poder corregir inmediatamente, en caso de que la toma no cumpla los objetivos previstos.

El planteamiento alternativo para la difusión radica en el cambio del soporte de la imagen y, por tanto, del formante de la misma.

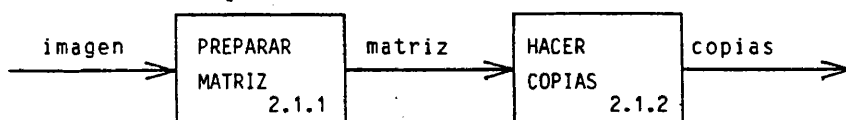
La existencia de la fotomecánica, en sus diversos procedimientos, ha hecho posible, así, la difusión de la cultura impresa, hecha de textos escritos e imágenes, con lo que han cambiado, asimismo todas las estructuras sociales. Curiosamente, la preparación de las matrices para la imprenta pasa, también, por el uso de materiales fotográficos.

La generalización de máquinas fotocopadoras ha hecho posible el viejo sueño de la transferencia icónica, el paso de

un soporte a otro, con facilidad y un bajo coste.

El cambio de soporte magnético de las imágenes, en general, afecta también a la fotografía. Mediante una cámara de video es posible transformar la luz procedente de las imágenes en las señales adecuadas para su grabación. Esta puede realizarse de forma analógica o numérica. En el primer caso se registran las señales continuas producidas por la cámara de video. En el segundo caso cada señal procedente de la realidad se convierte en un número que, como en el caso anterior, modulará la señal analógica que puede grabarse sobre los materiales magnéticos. Este último tipo de técnica --frecuentemente conocida como digital-- permite, con gran facilidad, la manipulación de imágenes con ayuda del ordenador, su análisis, descomposición, modificación por zona en forma y color, la creación fácilmente de secuencias de imágenes sonorizadas, como en el diaporama y, fundamentalmente, el desarrollo de potentes bancos de imágenes, de fácil acceso y transferencia --incluso sin pérdida de calidad-- a través de la red telefónica.

La actividad 2.1, "reproducir", ha quedado, por tanto, dividida en las dos subactividades del nivel 3,



El problema que se plantea en todo deseo de reproducir una imagen existente es, en definitiva, la viabilidad del proyecto. ¿Se puede conseguir un duplicado exacto del original? ¿Existirán diferencias importantes entre el punto de partida y los restantes ejemplares?

Ya hemos abordado, anteriormente, las cuestiones filosóficas planteadas por la obra original y la imposibilidad práctica, por mucho que puedan mejorar los sistemas al uso, de conseguir un duplicado absolutamente exacto de una obra. Lo que sí puede conseguirse, en el estado actual de los conocimientos sobre el tema, como acabamos de ver, es una aproximación razonable al original y, lo que es aún más valioso, una constancia de los factores icónicos de una copia a otra, mediante las técnicas combinadas de la fotografía y de las artes gráficas.

ANÁLISIS DE DIFUNDIR (actividad 2.2)

La actividad "difundir" (2.2) del nivel 2, tenía por objeto, una vez preparadas las imágenes, hacerlas llegar al posible receptor. En esta actividad están implícitos dos aspectos que vamos a tratar en este nivel 3. Será necesario trasladar la obra hasta el lugar adecuado y, en él, proceder a la exhibición. Dentro de esta aparente simplicidad, las cosas son más complejas, según los casos y, especialmente, cuando intervienen cambios de soporte.

DISTRIBUIR (actividad 2.2.1) y EXHIBIR (actividad 2.2.2)

El caso de la obra Única sería el más simple, limitándonos a trasladar la obra, de una manera física, desde el estudio o laboratorio hasta el lugar de exhibición --galería o museo, por ejemplo--. Si se han hecho múltiples copias, especialmente si se ha utilizado un cambio de soporte --por ejemplo, a través de la imprenta-- es necesario utilizar las vías adecuadas. La necesidad ha determinado la aparición de estas vías, en forma de redes de distribución y a cuyos servicios se accede mediante contratos y encargos específicos. Estas redes de distribución posibilitan la difusión de las obras icónicas reproducidas en libros, están especialmente orientadas a la prensa periódica y tienen su similar en los mercados del cine y del video. La calidad de la distribución pueden condicionar totalmente el nivel de difusión. Una vez concertada la distribución se procede, como en el caso de la obra Única, a su traslado físico. Denomino a esta actividad "distribuir" (actividad 2.2.1).

La condición necesaria, pero no suficiente, para que el emisor pueda cumplir sus objetivos iniciales, es que se produzca el encuentro entre el mensaje elaborado y el receptor. La interrelación entre ambos es el objeto de dos actividades que son, respectivamente, la última del desglose de "transmitir" y la primera de "recibir", remitiéndonos, como siempre, al modelo canónico de la comunicación, recogido en el nivel 1 del modelo. En cuanto a la primera de esas dos subactividades

--la única que corresponde a este apartado-- tiene, como objetivo, posibilitar al espectador o receptor potencial la proximidad con la obra. A esta subactividad la denomino "exhibir" (actividad 2.2.2).

La posibilidad de la exhibición pasa por dos aspectos. Uno de ellos recoge los factores específicos que determinan las condiciones de observación; el otro, las circunstancias espaciales y temporales del encuentro. Estas circunstancias no son exclusivas de la relación entre la obra y el espectador.

La misma intercomunicación directa necesita que existan estos canales sociales, procurados por el uso y las normas de convivencia de una determinada comunidad. Los hábitos psicológicos de sus miembros juegan una parte activa y predominante en todo proceso comunicativo y, cuando se trata de intercambiar objetos icónicos, no puede fiarse al azar de los encuentros inorgánicos, sino que debe estar completamente predeterminado, con los márgenes de error reducidos al mínimo. Por esta razón podremos comprender que es tan necesaria la información sobre las condiciones temporales y espaciales de dicho encuentro como la misma existencia de la obra. La publicidad, la crítica y la información oral juegan un gran papel.

En sociedades complejas, multitudinarias, como las nuestras, es necesario el uso de los medios de comunicación social para dar a conocer el lugar y hora del encuentro. Según la relación de dominancia que se establezca entre los aspectos culturales y económicos de la muestra, la difusión de la actividad tendrá

lugares reservados en casi la totalidad de los medios de difusión o habrá de pasar por la inserción de espacios publicitarios en estos mismo medios.

La crítica es otro recurso surgido de la sociedad --entendida ésta como el conjunto de los receptores potenciales-- para su autoprotección que tiene, a la vez, el doble efecto de incrementar la difusión. La crítica fotográfica tiene una vida que corre paralela al nivel de aceptación de la Fotografía, aún bastante bajo en nuestro país.

El otro aspecto relacionado con la exhibición es, como he dicho antes, el de las condiciones de observación. Viene determinado por factores como la iluminación de las imágenes, en cuanto a intensidad y homogeneidad, la distancia de observación, que depende del tamaño de las ampliaciones, y el confort, en general, de la sala de exhibición.

La iluminación es, de todos estos aspectos, el más importante. Se deben evitar, a toda costa, los reflejos; iluminar homogéneamente y que el nivel de iluminación de las copias sea adecuado son las otras dos condiciones. Mientras que las dos primeras afirmaciones son objetivas y comprobables, la última conduce a la ambigüedad.

Determinar qué se considera un nivel adecuado de iluminación no es fácil. El American National Standard Institute (ANSI) --que es el comité de normalización de los Estados Unidos de América-- no posee ninguna norma al respecto, aunque sí tiene una para comparar copias fotográficas con sus repro-

ducciones para imprenta(31). La recomendación es observar las copias con un nivel de luz de "2200 ± 470 Lux" (unos 200 footcandles, aproximadamente). Este nivel de luz es alto, respecto a las condiciones más frecuentemente encontradas en museos y exposiciones; pero es adecuado para una comparación de tonos lo más exacta posible.

La información sobre el tema es bastante escasa, indudablemente porque se le ha prestado escasa atención en los entornos comerciales. Norman Sanders hace una breve exploración por el tema y aporta varios datos. Según este autor, la Photographic Society of America (PSA) --asociación de unos 10.000 fotógrafos aficionados y profesionales-- recomienda, a través de sus PSA Uniform Practice N° 1 y N° 6,

"that during judging, the level of illumination on the print plane should be 25 footcandles. There is no reference to lighting standards during the exhibition. (PSA illumination standard for color prints is 70 footcandles. In both cases, color temperature of the light, approximately 3000 K is also specified.)" (32)

La Illuminating Engineering Society recoge en su manual I.E.S. Lighting Handbook, 4ª edición, también según Sanders, una sección dedicada a las investigaciones científicas del Illuminating Engineering Research Institute, donde aconseja, para las galerías de arte, una iluminación de 90 footcandles; mientras que, si los cuadros son oscuros y con detalle fino, recomienda incrementar este nivel hasta 120 footcandles.

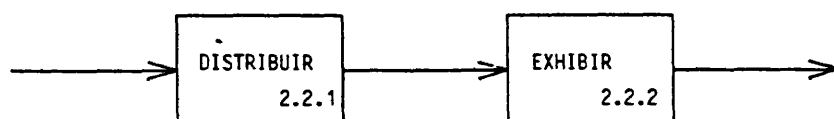
El mismo autor asegura que:

"Readings taken at the Museum of Modern Art in New York showed light levels from 16 to 100 footcandles; and at the George Eastman House in Rochester, New York, 32 footcandles." (33)

Teniendo en cuenta los datos anteriores, unos valores adecuados del nivel de iluminación para observar copias fotográficas, tanto en galerías como museos, parece ser de 100 ± 25 footcandles, que son, aproximadamente, 1100 Lux, expresado en el Sistema Internacional (SI).

Los niveles altos de luz, tal como se aconsejan para el trabajo en las artes gráficas, son adecuados para la comparación exacta de tonos, con la imagen original y su copia una al lado de la otra. Estos otros valores aconsejados para la exhibición son suficientemente adecuados para distinguir tonos distintos adyacentes.

La actividad de "difundir" (2.2), del nivel 2, ha quedado dividida, por tanto, a lo largo de este nivel 3, en



ANALISIS DE DECODIFICAR (actividad 3.1)

Los problemas relacionados con la comprensión del mensaje por parte del receptor se describen con detalle en la actividad "recibir", en el nivel 1 del modelo. El desglose inicial, realizado en el nivel 2, constaba de dos subactividades, "decodificar" (actividad 3.1) y "evaluar" (actividad 3.2). Con el nombre genérico de "recibir" entiendo el conjunto de acciones soportadas por el receptor, incluso por mantener la coherencia de las denominaciones, pero los psicólogos de la percepción suelen preferir el término "percibir". Ronald H. Forgas afirma:

"...concibo la percepción como el conjunto total y el aprendizaje y el pensamiento como subconjuntos incluidos en el proceso perceptual." (34)

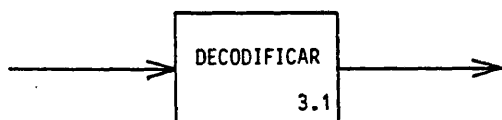
Forgas encierra en este término de "percepción" el conjunto de significados incluidos en los procesos de "recepción", "adquisición", "asimilación" y "utilización". Si se redujera el sentido podríamos admitir, con este mismo autor, que "percibir" es:

"el proceso de extracción de la información" (35)

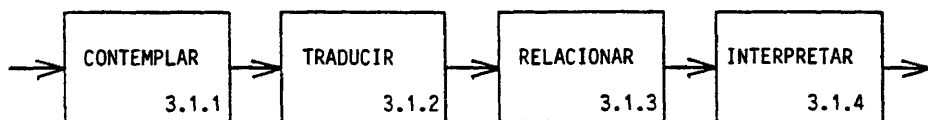
El flujo de información que se produce en todo el proceso es soportado, en primer lugar, por los órganos sensoriales, por el cerebro, posteriormente, y, al final, por los sistemas de respuesta muscular y la acción. Las actividades iniciales

comprenden el intento de entender la información que llega, para "decodificarla" y , a continuación, "evaluarla".

La primera fase, a su vez, puede considerarse desglosada en las siguientes:



NIVEL 2



NIVEL 3

Es evidente que cada operación, resumida en su "caja negra" correspondiente, puede ser demasiado compleja, o sus contenidos poco o mal conocidos, lo que es lo mismo, como para poder afirmar que la realidad sea equivalente al modelo. En esta última actividad que hemos denominado, globalmente, "recibir", se ocultan dificultades especialmente insuperables, y, en última instancia, puntos de vista encontrados que, aunque se intenten abordar desde un punto de vista pluridisciplinar, no han podido ser coordinados totalmente, ni existe un acuerdo

total en los planteamientos distintos.

El soporte total de estas actividades últimas y subactividades de nuestro modelo es la mente, realidad elusiva soportada neurofisiológicamente por el cerebro y el sistema nervioso. No quiero entrar, ni caer, en un reduccionismo fácil y hacer equivalente al espíritu ni a la mente con estas realidades biológicas, pero también es verdad que, en el estado actual de nuestros conocimientos, es preferible basarse en este planteamiento que en otros, aun siendo conscientes de sus limitaciones.

Volvamos, en última instancia, a los planteamientos generales que nos han llevado a este tipo de modelización frente a otras posibles. Cada una de las actividades desconocidas es encerrada en una caja negra, y pasamos a la caja translúcida, ampliando ligeramente nuestros conocimientos del interior de la caja negra.

CONTEMPLAR (actividad 3.1.1)

Un primer paso, necesario para poder establecer la relación entre emisor y receptor, está recogido en la última actividad analizada, la de "exhibir" (2.2.2). Las nuevas actividades que paso a desglosar están, todas ellas, soportadas por el receptor. La primera de todas ellas, lógicamente, es la que posibilita el acercamiento del receptor a la obra exhibida; la denomino "contemplar" (3.1.1). No puedo abordarla de una forma distante, fría, ausente del contexto donde tiene

lugar. Es este entorno, al contrario, el que le da sentido a la actividad de "contemplar", pues no es una actividad de índole física, sino social.

La voluntariedad del receptor, como ya he dicho, es completamente necesaria. En un marco cultural como el que padecemos en la llamada civilización occidental se ha creado una expectativa de negocio económico con la comunicación organizada y la competencia establecida es tan grande que no es extraña la proliferación de empresas e individuos que pretenden captar, simultáneamente, al mismo espectador. La participación se da, por supuesto, dentro de un ritual social muy preciso y, siempre, bajo el concepto de espectáculo, aunque tan atenuado y en sordina como suelen ofrecerse las proyecciones cinematográficas o las exhibiciones en los museos y galerías de arte.

Contemplar es una actividad individual, que puede realizarse en condiciones muy diversas. El receptor puede estar formando parte de un público muy amplio o puede estar solo. La naturaleza del soporte de la imagen fotográfica condiciona también estas circunstancias. Las fotografías sobre soporte opaco se contemplan por reflexión, como es el caso más normal en las galerías de arte, mientras que las de soporte transparente se observan por proyección, con la ayuda del equipo lector adecuado.

La soledad y el silencio de una sala, la ausencia de luz, concentrada en la pantalla, crean unas condiciones psicológicas muy curiosas, que condicionan fuertemente la contemplación.

La televisión, por poner otro ejemplo, suele verse en otro clima, el de la convivencia familiar, con una atención distraída o intermitente. Es la misma actitud --al menos, la más frecuente-- con la que suelen contemplarse las fotografías impresas en revistas y periódicos diarios.

"Contemplar" es una actividad muy compleja y sujeta a numerosas variables culturales. Es frecuente que forme parte de un espectáculo, con sus ceremonias estrictas, sus oficiantes y acciones y actitudes personales que se repiten. El acercamiento o encuentro del receptor con su entorno, con la imagen natural, se produce sin una aparente voluntariedad del receptor. La luz del sol se refleja en los objetos y envía al ojo la información, sin más intervención humana. Cuando hay una acción deliberada por parte del emisor, con ayuda de los otros elementos que actúan de soporte en la cadena comunicativa, como son todos los que hemos visto en el desarrollo de las subactividades de "transmitir", es necesario, en cambio, que se haya constituido, previamente, un ritual de exhibición que debe crearse desde un punto de vista cultural. Tiene sentido recordar que las primeras exhibiciones cinematográficas, por ejemplo, se sitúan en la misma óptica de los espectáculos propios de los cafés cantantes, de las acciones típicas de los teatros ligeros, pero los antecedentes pertenecían, también, a las experiencias de física recreativa que tanto se habían prodigado en los salones dieciochescos. Es imposible inventar una forma original de exhibición porque todas han sido ensayadas numerosas veces y lo que cabe es replantear las estructuras antiguas para

adaptarlas a las exigencias de los nuevos medios icónicos.

TRADUCIR (actividad 3.1.2)

La energía portadora de la información llega hasta los órganos sensoriales y los excita --si se da un nivel mínimo energético-- con lo que se produce un cambio de forma, de impulsos luminosos o sonoros a diferencias de potencial --increíblemente bajas, por otra parte-- en una debilísima corriente eléctrica que es transmitida al cerebro a través de las células nerviosas. Este proceso, conocido como sensación, es el fruto de una subactividad que denomino "traducir", (3.1.2), (acción conocida, normalmente, con el hipercultismo "transducir", tanto en el campo de la ingeniería como en el de la psicología). Esta operación permite que la información pueda llegar al cerebro.

RELACIONAR (actividad 3.1.3)

Penfield, en su libro, Brain as Computer, Mind as Programmer, afirma que el cerebro equivale a los equipos o máquinas que forman un ordenador, mientras que la mente es la que programa el ordenador constituido por el cerebro. J.A. Calle, en Sistema nervioso y sistemas de información dice que:

"...el esquema de Penfield, de forma resumida, pue-

de representarse así: soporte de información
más ordenador es isomorfo con mente más cerebro."
(36)

El cerebro está formado por la corteza (materia gris) y la subcorteza (materia blanca). La corteza recibe, definitivamente, la información, en zonas que realizan una función puramente sensorial, mientras el resto se destina a tareas de asociación. La información que consigue acceder a la corteza, ya seleccionada, se organiza, mediante un complejo sistema de relaciones, hasta obtener formas o modelos, actividad a la que hemos llamado "relacionar". Actuamos, a continuación, sobre esta información con los resultados de operaciones anteriores que permanecen en nuestra memoria, y la comparamos con los nuevos datos, para intentar comprenderlos.

El proceso de aprendizaje no es más que la repetición continuada de este conjunto de operaciones, como único medio de facilitar la comprensión de fenómenos nuevos, mediante la familiaridad, incluso el automatismo, con los antiguos.

Gran parte de la operación de reconocer --otra manera de considerar lo que hemos llamado "relacionar"-- se basa en pautas culturales. Las personas presuntamente civilizadas creemos que estos procesos son naturales, pero no es cierto. casi la totalidad de nuestras acciones, sean físicas o espirituales, viene predeterminada por nuestra capacidad para asimilar pautas de reconocimiento o asociación. Es conocido el ejemplo de los nativos de pueblos "no civilizados" que eran incapaces de reconocer su propia imagen, registrada en una pe-

lícula en blanco y negro como dice Bela Balasz en su libro El arte del film .

INTERPRETAR (actividad 3.1.4)

Desde el punto de vista de la teoría lingüística o de la lógica, los procesos son más simples --al menos en lo que se refiere a la pura terminología, sin entrar en detalles-- puesto que se reducen a traducir los signos presentes, es decir, a buscar el sentido, asociado a estos signos. El proceso parece, evidentemente, sencillo, pero el problema surge con la "polisemia", o sea con la pluralidad de significados asociados a un mismo significante . Se suele decir, entonces, que se presenta el fenómeno de la connotación, es decir, de todas las unidades culturales que el signo evoca en la mente del receptor.

Los problemas suscitados por toda significación se acrecientan en el caso de las imágenes. Según Roland Barthes, en "Elementos de Semiología":

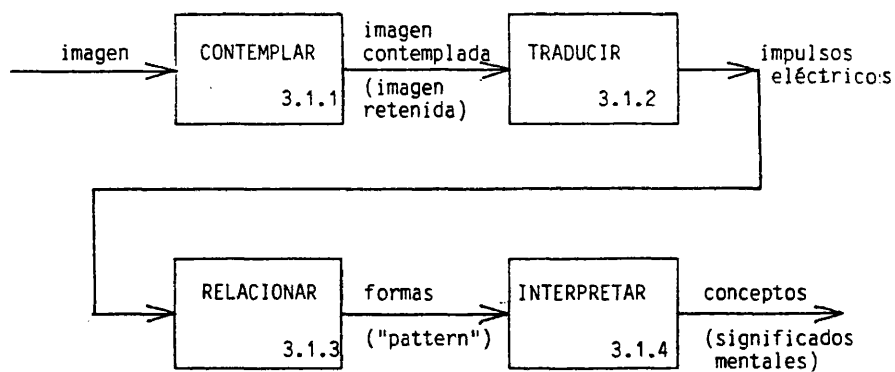
"La significación puede ser concebida como un proceso; es el acto que une el significado y el significante, acto cuyo producto es el signo." (37)

Si cabe estudiar una Semántica, ciencia de la significación asociada a los signos del lenguaje oral, no existe, todavía una Semántica icónica, ni parece estar cerca. Establecer una red de significados icónicos no es posible ni hacedero, en el estado actual de nuestros conocimientos.

Las imágenes son realidades muy complejas y la elaboración --tanto manual como por los variados sistemas de registro-- introduce variantes innumerables, difíciles, si no imposibles, de codificar e inventariar.

Los niveles examinados hasta ahora en el proceso de la recepción son, como podemos comprobar, los más difíciles de resolver y debemos partir de esta convicción para tomar conciencia de esta problemática que no puede ser resuelta en los límites de este estudio, sino que exige --en mi opinión-- una aproximación monográfica e interdisciplinaria.

Las cajas implicadas en este conjunto de operaciones quedan, pues, con estas entradas y salidas:



La actividad que he denominado "evaluar" (3.2) interviene ahora, una vez que hemos sido capaces de extraer información a partir del mensaje que ha llegado al cerebro, con la ayuda de nuestra inteligencia y de nuestra memoria, denominaciones del habla normal y corriente que esconden realidades extraordinariamente complejas que sólo pueden ser abordadas mediante un acercamiento en el que intervenga métodos procedentes de la Psicología, Neurofisiología, Teoría de Sistemas, etc.

No pretendo, y mucho menos en este trabajo, resolver tajantemente las preguntas y dudas que asaltan a cualquier especialista, sino poner un orden --al menos el precario orden que nace de la coherencia formal-- en estas cuestiones.

Un especialista bien conocido como Jagjit Singh, en su obra Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética, llega a afirmar que los hemisferios cerebrales son el lugar de encuentro de innumerables estímulos de diferente calidad e intensidad, conducidos por billones de canales neurales. La forma en que puedan coincidir, chocar e influirse unos a otros para forjar pautas de sentido que aparecen y desaparecen incensantemente, sin detenerse jamás, ni incluso en nuestros sueños más profundos, es un misterio de una enorme complejidad:

- "No existe ningún artefacto en donde el número de componentes sea de billones, como es el caso del cerebro humano, el cual posee una red neural de diez billones de neuronas, cada una de las cuales está aso-

ciada, como media, con unas cien más." (38)

Podríamos clasificar en dos sectores los problemas planteados en este nivel del trabajo. Por un lado las cuestiones derivadas del reconocimiento previo y de la separación de los elementos significativos implicados en la realidad icónica. Segundo, la operación de valorar los elementos significativos y asignarles, aunque sea intuitivamente, un valor, es decir, de señalar los hallazgos --más allá del puro sentido-- o los fracasos.

JERARQUIZAR (actividad 3.2.1)

Al situar la respuesta en una determinada escala de valores --variable para cada receptor, en función de sus pautas culturales, por supuesto-- nuestro mensaje atraviesa una numerosa serie de filtros y amplificadores que nos permiten situar la información de acuerdo con nuestra cultura, carácter e ideología.

Es bastante frecuente, al llegar a esta fase, que introduzcamos nuevas entradas en el proceso comunicativo, ya que, además de la información procedente de la imagen analizada, solemos añadir los datos extraídos de la actividad crítica, entrevistas, comentarios, recuerdos personales, etc., todo lo cual contribuye a enriquecer esta fase del proceso.

El resultado de la actividad que llamamos "jerarquizar

significados" puede modificar nuestras estructuras mentales. Contemplar la maravillosa obra de Miguel Angel conservada en la Capilla Sixtina, titulada "El juicio final", puede alterar para siempre nuestra capacidad de recepción, en cuanto, después de terminado el proceso, no encontraremos en el resto de nuestra vida, con bastante probabilidad, una obra pictórica capaz de disputar el primer puesto en nuestra escala de valores a ese espléndido mural.

ALMACENAR (actividad 3.2.2)

Después de jerarquizada la información, si ésta no es demasiado valiosa, es posible que decidamos olvidarla o, por el contrario, almacenarla en la memoria si vale la pena.

No deseo entrar en los problemas planteados por la actividad cerebral que llamamos "memoria", como tampoco en su correlato, el "olvido". Habría que insistir en que, con la misma palabra, se usan varios significados, según el campo en que se empleen. En Teoría de la Información, memoria es, simplemente, todo soporte para almacenar información y hacerla accesible cuando se desee recuperar. El profesor Calle, en el libro citado, recoge las aportaciones de Von Foerster y otros investigadores, para los cuales, además de la acepción anterior, está la capacidad de la memoria para interpretarse a sí misma, en continuo espacio-tiempo. El mismo investigador asegura que:

"Filósofos, lingüistas y psicólogos se preocupan básicamente de las manifestaciones de la memoria, pero prestan poca o ninguna atención a la estructura anatómico-funcional de la misma, mientras biofísicos y neurobiólogos centran su atención en las estructuras que soportan la memoria."(39)

Mi planteamiento no se enclava, obviamente, en una u otra categoría, porque sólo me preocupa el funcionamiento de la memoria en relación con las imágenes.

MODIFICAR CONDUCTA (actividad 3.2.3)

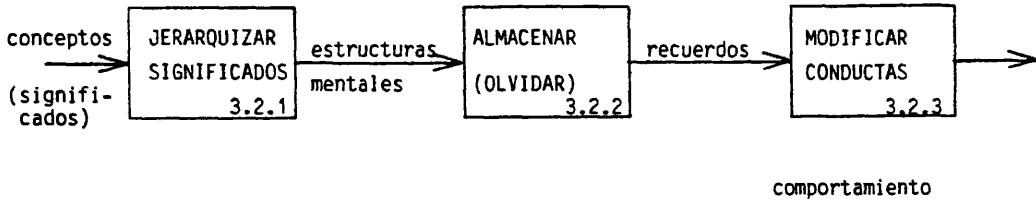
La última de las actividades en el nivel 3 de "evaluar" corresponde a la modificación de la conducta. Nuestro sistema de respuesta se pone en marcha y nos permite comprobar que el proceso de la comunicación se ha completado con la respuesta ante el estímulo percibido. Puede darse una contestación elemental e inmediata, que indique sólo la recepción del mensaje, pero nos interesamos más un nivel superior, que puede no manifestarse inmediatamente. En esta respuesta dilatada en el tiempo se apoya la publicidad subliminal.

La modificación de la conducta supone que el receptor pasa a ser activo y que la comunicación intercambia su sentido. No es fácil ni factible conseguir esta reacción, salvo posteriormente. Ni siquiera es posible, siempre, detectar con cierta precisión la influencia o la respuesta originada por determinadas imágenes o grupos de imágenes.

Los diferentes objetivos de estas imágenes determinan, incluso, la aplicación de varios procedimientos indirectos para intentar averiguar su influencia social. La fotografía publicitaria persigue objetivos bien distintos de la fotografía informativa, periodística, aunque ambas tienen en común la corta perdurabilidad de su interés. La naturaleza de ambos tipos de mensajes no presupone una respuesta con el mismo tipo de mensajes por parte del receptor, excepto cuando son capaces de motivar a algunas personas a dedicarse a esta actividad profesional.

La fotografía de reportaje y, fundamentalmente, la fotografía artística, tienen otro tipo de impacto social, menos inmediato e, incluso, menos incisivo. Pero la "realimentación" o "feed-back" en éste caso, suele ser de la misma naturaleza que el mensaje original, posibilitando la existencia de una compleja red de mensajes, trabados entre sí. Así, los estilos, que surgen como algo personal, se convierten en moda y la influencia se extiende, en estos entornos, fundamentalmente a través de las asociaciones fotográficas y las revistas para aficionados y profesionales.

La descomposición de la actividad "evaluar" finalmente queda así:



NOTAS AL CAPÍTULO IV

- (1) Vid. HUNT, R.W.G. The Reproduction in Color in Photography, Printing and Television, ed. fountain Press, London, 1975, págs. 35 a 47
- (2) Vid. ADAMS, Ansel, Artificial Light , ed. Morgan and Morgan, New York, 1971, págs. 19 a 24
- (3) Vid. Kowaliski, P. Théorie photographique appliquée, ed. Masson et Cie. Paris, 1972, págs. 167 a 188
- (4) Vid. DONDIS, D.A. La sintaxis de la imagen , ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1976, págs. 68-69
- (5) Dondis, cp. cit., pág. 68
- (6) Kowaliski, op. cit., pág. 186
- (7) Dondis, op. cit., pág. 63
- (8) Dondis, op. cit., pág. 64
- (9) SONTAG, Susan. On Photography , ed. Farrar, Strauss and Giroux, New York, 1977
- (10) El término "permanente", aplicado a una imagen fotográfica, es relativo porque en ella se producen cambios, continuamente, a veces de forma muy clara y ostensible. Para reducir estas transformaciones existen procedimientos y precauciones especiales.
- (11) El lux es la unidad de iluminación o intensidad luminosa que llega a una unidad de superficie. Es equivalente, por tanto, a un lumen por metro cuadrado si se trabaja en el sistema métrico decimal.
- (12) NELSON, C.H., "Tone reproduction", en la obra editada por James, The Theory of the Photographic Process, ed. Macmillan, New York, 1977, pág. 536
- (13) Vid. CLERC, Fotografía. Teoría y práctica , ed. Omega, Barcelona, 1974, pág. 21
- (14) Vid. Kowaliski, op. cit. pág. 36
- (15) Ditchburn, según Clerc, op. cit. pág. 21, descubrió, en 1959, que "además de los movimientos normales de exploración, el globo ocular oscila también en unos doscientos ciclos por segundo."
- (16) Nelson, op. cit., pág. 541
- (17) Kowaliski, op. cit., pág. 37
- (18) Kowaliski, op. cit. pág. 35

- (19) Nelson, op. cit., pág. 538
- (20) ADAMS, Ansel, The Print , ed. Morgan and Morgan, New York, 1968, pág. 19
- (21) Clerc, op. cit., pág. 20
- (22) TODD y ZAKIA, Photographic Sensitometry , ed. Morgan and Morgan, New York, 1974, pág. 37
- (23) Clerc, op. cit., pág. 20
- (24) Ibidem
- (25) Clerc, op. cit., pág. 24
- (26) Nelson, op. cit., pág. 547
- (27) Kowaliski, op. cit., pág. 4
- (28) Vid. Kowaliski, op. cit., págs. 43-63
- (29) Vid. Kowaliski, op. cit., pág. 42
- (30) Kowaliski, op. cit., pág. 43
- (31) Vid. SANDERS, Norman, Photographic Tone Control , ed. Morgan and Morgan, New York, 1977, pág. 79
- (32) Sanders, N., op. cit., pág. 80
- (33) Sanders, N., op. cit., pág. 81
- (34) FORGUS, R., Percepción, proceso básico en el desarrollo cognoscitivo ed. Trillas, México, 1978, pág. 134
- (35) Forgus, op. cit., pág. 136
- (36) CALLE, J.A., Sistema nervioso y sistema de información , ed. Pirámide, Madrid, 1977, pág. 83
- (37) BARTHES, R., "Elementos de semiología" en BARTHES y otros, La semiología , ed. Tiempo Contemporáneo, Buenos Aires, 1972, pág. 38
- (38) SINGH, Jagjit, Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética , ed. Alianza Editoria S.A., Madrid, 1976, pág. 155
- (39) Calle, op. cit., pág. 98

CAPITULO V

INTRODUCCION

El desarrollo del modelo en este capítulo no afecta, por primera vez, a todas las actividades. Esto ocurre por dos razones: la primera es que algunas de las actividades han alcanzado su estado terminal; la segunda razón es que otras, en cambio, aunque admiten un desarrollo ulterior, o bien no son suficientemente conocidas o han llegado a un nivel de detalle que considero adecuado. .

Para concretar, considero actividades terminales las codificadas como 1.1.X., aunque en algún caso, como la 1.1.4., "preparar plan de trabajo", se podría indicar su contenido de una forma más detallada. Creo que tienen suficiente nivel de profundidad las denominadas 2.X.X.; algún trabajo específico puede exigir, sin embargo, más información. Por último, todas las actividades de código 3.X.X. es obvio que admiten la descomposición en más subactividades, aunque estimo que el estado actual de análisis permite mantener el sentido de globalidad presente en el modelo.

Las tres actividades 1.2.X., derivadas de 1.2., "codificar", están distantes, en cambio, de su estado terminal. Suponen, por fin, el enfrentamiento del fotógrafo con la escena, establecer la relación de la luz procedente de ella con los materiales fotosensibles y la realización del proceso subsiguiente de revelado.

El conocimiento de los materiales no ha sido necesario, hasta aquí, más que de una manera superficial. Sin embargo, dentro de la estructura jerarquizada de niveles que conforma el modelo, se hace imprescindible, ahora, saber la respuesta de los materiales fotosensibles, su comportamiento en las diversas situaciones y como se relacionan entre si en el sistema negativo-positivo. Sólo esta información nos puede permitir ver la escena a través de la respuesta de los materiales.

Dedico este capítulo, por tanto, al estudio de los materiales y, por último, al desarrollo de nivel 4 de las tres subactividades de "codificar" citadas.

EL COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES FOTOGRAFICOS

Es necesario, en este momento, comprender cómo se forma la imagen fotográfica. Para ello hay que conocer el comportamiento de los materiales fotográficos cuando la luz actúa sobre ellos. Es sabido que los materiales fotosensibles producen, en contacto con la luz, una imagen latente no directamente perceptible por varias razones. Después del proceso adecuado de revelado es necesario, en la mayoría de las ocasiones, realizar una nueva transformación para trasladar la imagen fotográfica original, que está invertida tonalmente respecto de la escena, en una que sea directamente comparable con ella y que posea, además, el tamaño adecuado para su contemplación según los objetivos previstos.

Todo este proceso --verdaderamente complejo-- que separa la escena de su imagen fotográfica no es óbice para que podamos obviarlo y remitirnos directamente al resultado final, visual, sin detenernos en las múltiples teorías del revelado u otros tópicos que, siendo importantes, son colaterales al planteamiento general de este trabajo.

Es posible realizar el estudio de los materiales fotosensibles, afortunadamente, desde este punto de vista. Toda una ciencia, denominada Sensitometría, se ha desarrollado en torno a estos criterios y sus resultados son igualmente prácticos para fabricantes y usuarios.

Vamos a ver ahora, consiguientemente, el principio general de formación de la imagen fotográfica, el comportamiento de

los materiales más simples, como son los de blanco y negro, tanto los que dan imagen negativa como positiva y cómo se relacionan entre sí.

La extensión de estas características a los materiales que proporcionan imágenes coloreadas es simple, aunque la tecnología del color sea extraordinariamente compleja. No considero necesaria, por tanto, su introducción.

EL MATERIAL FOTSENSIBLE

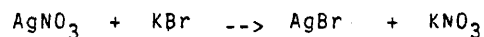
El medio de registro fotográfico se caracteriza por proporcionar una imagen que, como en todo sistema de creación icónica, se encuentra depositada en un soporte (transparente u opaco). De acuerdo con el comportamiento de este soporte frente a la luz, según sea transparente u opaco, se obtendrán imágenes destinadas a ser proyectadas o contempladas por reflexión.

El elemento formante de la imagen en los materiales de blanco y negro es la plata en estado metálico, que presenta un color negro.

La cantidad de plata depositada en el soporte depende de la luz recibida: cuanto mayor iluminación llegue a una zona más cantidad de plata habrá y, por consiguiente, más sensación de ennegrecimiento. Esta relación, aunque es proporcional, no es lineal, como veremos después.

Los materiales de color tienen un comportamiento similar. Los elementos sensibles a la luz son los mismos que en los materiales de blanco y negro, como veremos a continuación. La imagen latente, y la primera imagen obtenida después del revelado inicial son argénticas también, aunque distribuida en tres capas que se han sensibilizado a los tres colores fundamentales. En un revelado posterior se intercambian los granos de plata por los colorantes. Los principios son, pues, como se ve, los mismos, aunque la complejidad sea extraordinariamente mayor.

Los elementos sensibles a la luz son los haluros de plata, normalmente cloruro de plata y bromuro de plata, aunque también se usa, en menor proporción, el yoduro de plata. Se obtienen con la siguiente doble descomposición, cuya fórmula tomo de James (1):

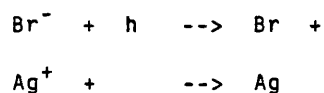


Los granos de BrAg (o de cualquiera de los haluros citados) se pueden separar con relativa facilidad y se mantienen en suspensión durante mucho tiempo. Para evitar la unión aleatoria de estos granos se utiliza un coloide, la gelatina, que actúa como protector. Desde que el Dr. Maddox precipitó haluros de plata, en 1871, en presencia de gelatina, no se ha encontrado un medio más apto para formar la emulsión.

De hecho, el resultado, en propiedad, no debería ser llamado "emulsión", sino "suspensión", pero este término,

erróneamente asignado, se ha difundido tanto que volver a introducir la terminología correcta sería poco menos que imposible.

La emulsión, una vez preparada, se extiende sobre una lámina de triacetato de celulosa, vidrio o papel, según las necesidades que se pretenden cubrir. No deseo detenerme en las peculiaridades de la fabricación --muy interesantes, por supuesto-- pero que sólo nos sirven de pasada en este trabajo. La reacción general de cualquier emulsión puede ser representada por las siguientes ecuaciones, que tomo de James y Higgins (2):



donde h es un "quantum" de energía radiante --o cantidad de energía más pequeña que es posible encontrar-- y e un electrón.

La exposición a la luz sólo permite obtener energía para producir estas reacciones en muy pocas moléculas de cada grano de BrAg, produciendo la denominada imagen latente, de la que James y Higgins dicen:

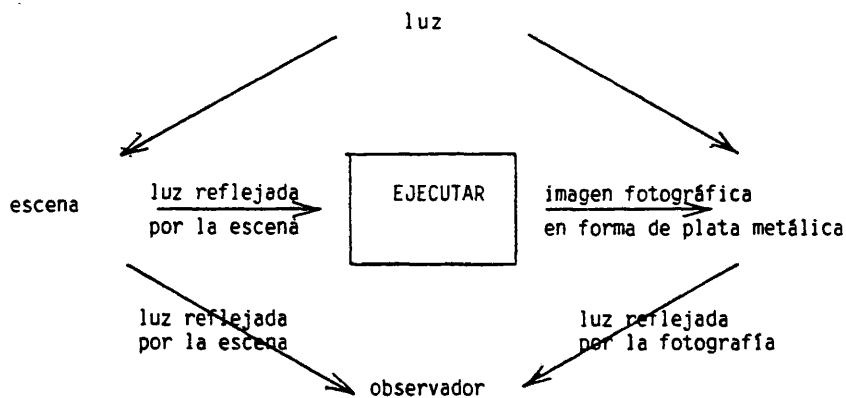
"Because analytical methods are not sufficiently refined to detect silver or halogen in grains which have been given only a normal photographic exposure, direct identification of the latent image with one of the photolytic products has not been achieved. However, several factors point to silver as the latent image material."(3)

Admitiendo la existencia de esta imagen latente, la acción posterior del revelador se va a encargar de amplificar esta imagen hasta hacerla visible.

RELACION ENTRE LA ESCENA Y SU IMAGEN

Me voy a referir, eventualmente, a la actividad 1.2.3, "ejecutar", del nivel 3, que voy a desglosar posteriormente, en la parte de desarrollo del modelo correspondiente a este capítulo. Esta actividad recibe como entrada la luz procedente de la escena, mientras que ofrece como salida, la imagen fotográfica

El esquema siguiente muestra cómo el observador recibe la luz reflejada por la escena, procedente de algún manantial. La imagen fotográfica aparece como salida de dicha actividad de "ejecutar", cuya entrada es, obviamente, la misma luz reflejada por la escena.



La acción de ver es fruto de la interrelación entre la acción de la luz, la reacción de los objetos ante ella y la respuesta del órgano sensor --el ojo-- al reflejo luminoso. Esta triada de elementos y sus respectivos comportamientos está siempre asociada al hecho de la visión. Las sensaciones de luminosidad que obtenemos de la escena dependen de la capacidad mayor o menor que poseen los elementos constituyentes para reflejar la luz.

En el registro fotográfico la información sobre los objetos, contenida en luz modulada, queda traducida a plata metálica y se produce, también una interrelación de los elementos antes citados en el fenómeno de la visión. La sensación de distinta luminosidad en cada parte de la imagen fotográfica es una función inversamente proporcional de la cantidad de plata que existe en cada zona.

Este rasgo se convierte, de hecho, en una característica diferencial entre escena e imagen: la organización granulosa y filamentosa de la plata es brutalmente diferente de la disposición de los datos reales de la escena, como podemos comprobar, fácilmente, si examinamos la imagen con instrumentos de aproximación lo que permite contemplar la estructura argéntica microscópica.

La imagen, consecuentemente, no puede ser contemplada a cualquier distancia, sino a aquella para la que ha sido hecha. Podría plantearse que este carácter supone una importante limitación del fenómeno fotográfico, pero yo pienso, sin

embargo, que esta aparente limitación representa, precisamente, su mayor grandeza: hacer posible registrar el mundo en que vivimos, con una razonable aproximación, y con materiales tan en principio poco apropiados para conseguirlo como la plata metálica.

Podemos preguntarnos, ahora, cómo, siendo la plata el elemento formante de la imagen, se establece la correspondencia entre las luminancias (o brillos, desde un punto de vista subjetivo) de la escena y la cantidad de plata precipitada en la imagen. Relaciono estos dos factores por ser, por un lado, magnitudes mensurables, y , por otro, porque son los elementos que me permiten ver la escena y la imagen fotográfica, respectivamente.

FORMA DE ESTABLECER LAS RELACIONES

Las relaciones a las que me refiero son las resultantes de comparar las informaciones de entrada y salida del sistema fotográfico. Según el esquema anterior, el observador contempla la escena y su fotografía, aparentemente a la vez. Este tipo de situación, en realidad, no es frecuente y se limita, generalmente, a la fotografía técnica y científica.

Cuando no es suficiente el registro de un experimento, sino que es necesaria una reproducción de la escena lo más precisa posible, para poder establecer una comparación simultánea

de la escena y su imagen es necesario que se cumplan dos condiciones; la iluminación de la escena, por un lado, no puede cambiar, mientras que, por otro, la imagen final debe contemplarse con los adecuados niveles de iluminación. El punto de vista para la observación de la escena, a su vez, no debe variar, porque la proyección sobre un plano distinto cambiaría las formas y los volúmenes. De aquí que sólo se pueda garantizar una comparación más precisa con objetos planos, como puede ser la planteada en la reproducción de grabados, ilustraciones, cuadros, etc. y su representación fotográfica.

Fuera de las restricciones de la fotografía técnica no veo razones para efectuar esta comparación; incluso con los objetos más estáticos cambiarían las condiciones de iluminación. Mis experimentos han terminado en fracasos rotundos que han permitido evidenciar, en cambio, la dificultad de volver a encontrar unas mismas condiciones de iluminación natural, convirtiendo cada fotografía en una toma prácticamente única. Habría que preguntarse quién, al margen de los casos citados y de nuestro prurito científico, pueda tener interés en efectuar esta comparación. Dentro de la fotografía convencional cada imagen servirá como testimonio o recuerdo de algún acontecimiento o como objeto artístico, por encima de cualquier comparación, teniendo sentido por sí mismas.

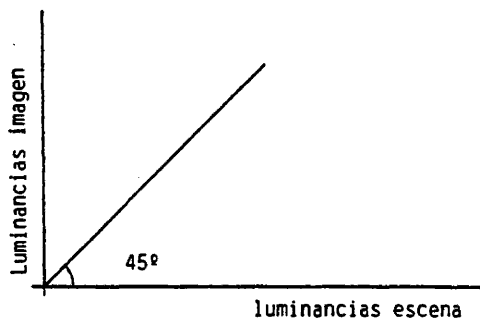
Otras circunstancias vienen a complicar, más aún, el sentido de la comparación. Determinadas escenas pueden tener un contraste superior al que pueda proporcionar el mejor papel

fotográfico; no podemos hablar, entonces, de una reproducción de la realidad, al menos objetivamente, puesto que parte de los elementos visuales de la escena habrán quedado reducidos al negro máximo, al blanco máximo o a ambos extremos límites de la respuesta del soporte fotográfico. Veremos más adelante cómo podemos resolver este problema, obteniendo una imagen final que sea capaz de recoger toda la gama tonal de una escena contrastada y reducirla a los valores que el papel es capaz de proporcionar. Se habrá producido una compresión tonal que, a pesar de todo, podrá crearnos sensaciones de realidad y desencadenar emociones.

Es este el aspecto que nos lleva a considerar como importante establecer las relaciones entre la escena y su imagen: encontrar las variaciones, las distorsiones que se han producido en el paso de realidad a imagen. Que nos permitan, a su vez, determinar las posibilidades que tienen los materiales y, por último, que nos ayuden a encontrar los procedimientos de control adecuados.

Una forma de establecer una relación objetiva entre escena e imagen fotográfica puede ser a través de la medida de la luminancia en puntos correspondientes de ambos. El resultado se puede representar gráficamente trasladando las medidas a unos ejes coordenados cartesianos. Si las medidas en ambos casos coinciden, si las luminancias de idénticas zonas de la escena y de la imagen son iguales, tendríamos una representación icónica similar al sujeto desde el punto de vista tonal y la

representación geométrica de esta relación sería una recta con una inclinación de 45° . Esta sería la respuesta ideal de los materiales fotográficos.



Esta relación podría ser válida; pero en el estudio de los materiales fotográficos no nos vamos a encontrar exclusivamente con imágenes directamente positivas. Uno de los sistemas más extendidos desde que fue introducido por Fox Talbot es el del negativo-positivo. En una imagen negativa se ha producido una inversión tonal de forma que donde ha incidido más energía luminosa ha precipitado, después del proceso de revelado, más cantidad de plata. Los negativos, por otra parte, tienen un soporte transparente que permite el paso de la luz para, a partir de él, poder crear la imagen positiva, por lo que sólo se puede observar por transparencia.

La cantidad de plata varía en cada zona del negativo en función de la cantidad de luz recibida. La medida de la plata precipitada podría servir a nuestros fines tan bien como cualquier otro criterio; este tipo de medidas, de hecho, se realizan pero, al margen del desarrollo de procedimientos más complejos, la industria fotográfica ha adoptado otro planteamiento, de tipo visual, que se impuso desde que F. Hurter y V.C. Driffield publicaron en 1890 un artículo titulado Photochemical Investigations en el Journal of the Society of Chemical Industry. El Dr. Mees relata así el planteamiento:

"They first investigated the relation between the mass of silver produced after development and the exposure which had been given. Since the mass of silver is difficult to measure chemically, they studied the relation between the light transmitted by the silver deposit and the mass of silver per unit area." (4)

En honor a la verdad, las primeras investigaciones en este campo las hizo Abney que, ya en 1882, publicó Notes on Sensitometry (5) y llegó a establecer una relación aproximadamente válida.

Hurter y Driffield trabajaban en la United Alkali Company como fisicoquímico e ingeniero respectivamente. Driffield describe los orígenes de la investigación de la siguiente forma:

"In 1876 I induced Dr. Hurter to take up Photography as a recreation, but to a mind accustomed like his to methods of scientific precision, it became intolerable to practise an art which --at that

time-- was so entirely governed by the rule-of-thumb, and of which the fundamental principles were so little understood. Five years intimate acquaintance with Dr. Hurter and experience of his methods deeply impressed me with his skill as an investigator, and, when it was agreed that we should jointly undertake an investigation with the object of rendering Photography a quantitative science, it was with a keen appreciation of my privilege that I joined Dr. Hurter as his collaborator."(6)

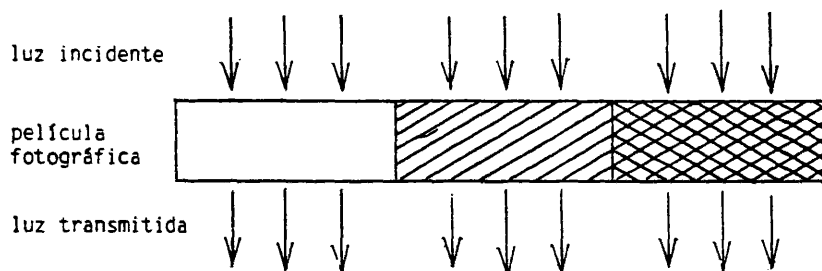
A partir de este momento se inicia una polémica, no extinguida aún, sobre el aspecto dual de la Fotografía como arte y como técnica. Mi punto de vista es que sólo el profundo conocimiento del comportamiento de los materiales y de sus procedimientos de control pueden abrir las puertas de la creatividad en grado sumo.

En vez de considerar, pues, la cantidad de plata precipitada en función de la luz recibida, cabe determinar la cantidad de luz que pasa a través de la película fotográfica. Si se encuentra en un soporte transparente (negativo o diapositiva) la cantidad de plata depositada en una zona dificulta o impide el paso de la luz. Si la plata se encuentra en un soporte opaco a la luz (como el papel) la imagen se contempla por reflexión. A mayor cantidad de plata en una zona, por tanto, mayor absorción de la luz que llega a ella; o lo que es lo mismo, menor cantidad de luz reflejada por esa zona, más sensación de oscurecimiento.

Por claridad gráfica desarrollo el método utilizado para evaluar la cantidad de plata sólo para los materiales de soporte transparente. Consiste en iluminar por un lado la película revelada como una cantidad de luz conocida y medir la cantidad total de luz que deja pasar (mediante procedimiento visual o fotométrico).

La relación entre la luz transmitida y la luz incidente es la transparencia o transmisión, generalmente expresada en tanto por ciento. Obsérvese que no es más que el cociente de las medidas de la misma magnitud física, antes y después de atravesar la lámina fotográfica.

$$T = \frac{\text{Luz transmitida}}{\text{Luz incidente}}$$



La ley de Lambert (7) dice que, cuando el espesor de un medio absorbente incrementa en progresión aritmética, la luz transmitida disminuye en progresión geométrica. Dicho de otra forma (conocida como ley de Beer) : en una capa de pigmentos absorbentes de la luz, el logaritmo de $1/T$ es proporcional a la masa de material presente. Estas razones movieron a definir $1/T$ como O .

$$O = \frac{1}{T}$$

Esta relación fue denominada opacidad por Hurter y Driffield.

$$\text{Opacidad} = \frac{\text{Luz incidente}}{\text{Luz transmitida}}$$

La relación de ambas cantidades nos da el nivel de oposición al paso de la luz. Si la zona es completamente transparente su opacidad vale 1, el valor más bajo que podemos encontrar. El concepto, aplicado a soportes opacos (papel fotográfico), es el mismo, si establecemos la relación de una cierta cantidad de luz incidente con la luz reflejada, en vez de con la transmitida.

Se puede, con estos datos, intentar establecer la relación entre las luminancias de la escena y las opacidades conseguidas sobre el negativo. Pero esto no es posible de forma inmediata, porque ya hemos visto que la cantidad de luz que in-

cide sobre la emulsión negativa determina la cantidad de plata precipitada, y ésta tiene un límite. Si dejamos actuar a la luz procedente de la escena durante un tiempo excesivo, se puede llegar a conseguir que queden afectados todos los granos de haluros de plata y, después del revelado, el negativo aparecerá totalmente opaco, sin registrar las diferencias de brillos existentes entre los distintos elementos de la escena.

Hay que conseguir, por tanto, que llegue la cantidad adecuada de luz al negativo para que los diferentes brillos de la escena queden al final registrados como distintas opacidades de plata. La pregunta lógica, ahora, será conocer cuanta cantidad de luz es necesaria para producir la imagen. O, dicho de otra forma, qué sensibilidad a la luz tienen los materiales fotosensibles. Para ello habrá que establecer algún criterio de medida; estos criterios están normalizados en varios países, pero todos vienen a coincidir en medir la cantidad de energía necesaria para conseguir un nivel determinado de opacidad en el negativo revelado.

Los elementos fotosensibles hemos visto que son los haluros de plata en todos los materiales fotográficos. Parecería lógico suponer que todos tiene, pués, la misma sensibilidad a la luz. Las moléculas de haluros de plata están realmente agrupadas por cientos de miles formando granos. El tamaño de estos granos puede controlarse repitiendo varias veces el ciclo de maduración en el momento de la fabricación.

El tamaño de estos granos de haluros de plata y su distri-

bución son los responsables de la diferente sensibilidad a la luz de los materiales existentes en el mercado. La superficie de la sección de los granos de haluros de plata está directamente relacionada con la capacidad de éstos para ser afectados por la luz: a mayor tamaño (sección) de los granos, mayor probabilidad de captar un rayo luminoso y, por tanto, de que ocurra la reacción básica de separación del BrAg en Br y Ag.

El tamaño y distribución de dichos granos, por tanto, determina su rapidez de reacción ante la luz, en el sentido de la cantidad de energía luminosa necesaria para producir una cierta densidad perceptible. Una definición general puede ser que la rapidez o sensibilidad a la luz es inversamente proporcional a la exposición requerida para producir alguna respuesta deseada.

LA EXPOSICION

La luz que incide sobre los granos de haluros de plata realiza un trabajo al reducir el metal. Hay que dejar actuar la energía luminosa que llega a la película durante un cierto tiempo para que, de acuerdo con los criterios de rapidez que acabamos de ver, llegue a realizar su trabajo. Esta relación se puede establecer como:

$$\text{Exposición efectiva} = \text{Tiempo} \times \text{Intensidad}$$

Esta relación es conocida con el nombre de ley de la Reciprocidad o de Bunsen-Roscoe que, según Walls y Attridge dice:

"La cantidad de cambio químico es proporcional a la intensidad de la luz multiplicada por el tiempo de iluminación." (8)

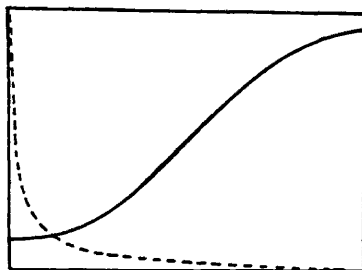
De la fórmula que expresa la exposición se infiere que pueden obtenerse resultados idénticos con una cantidad baja de luz que actúa durante un cierto tiempo que con una cantidad superior de luz, actuando durante un tiempo inferior. Esta relación, aparentemente lógica, no se cumple siempre. La ley de reciprocidad falla cuando los tiempos son inferiores a una milésima de segundo o superiores a la décima de segundo, en términos generales. Por esta razón Kowaliski opina que:

"Le résultat photographique n'est que très approximativement proportionnel à la lamination globale. Il dépend beaucoup de la valeur individuelle de chacun des deux facteurs, éclaircissement et temps d'exposition." (9)

Una misma exposición hemos visto que se puede conseguir con infinitas combinaciones de la intensidad de iluminación del negativo y del tiempo de exposición, siempre que este producto de el mismo valor (y el tiempo se encuentre dentro del intervalo en el que se cumple la ley de Reciprocidad). Las cámaras poseen controles que permiten realizar los ajustes correspondientes para jugar con esta ley. Con el diafragma se puede controlar la anchura del haz luminoso que penetra en la cámara y con el obturador el tiempo de exposición.

LA CURVA CARACTERISTICA

La relación entre las luminancias de la escena y las opacidades del negativo no se puede establecer por la razón que acabamos de ver; hay que acudir, en cambio, a relacionar la exposición del negativo con las opacidades resultantes. La línea de trazos de la figura recoge esta relación, ocupando las exposiciones el eje horizontal (abcisas) y las opacidades el eje vertical (ordenadas).



Es evidente que la información que aporta esta curva es mínima desde el punto de vista visual. Esto, unido a la relación logarítmica existente entre los estímulos visuales y las sensaciones producidas, recogida en la ley de weber-Fechner, como ya vimos, ha inclinado a los fabricantes a establecer la relación entre los logaritmos de estas variables. La curva de trazo continuo, en la misma figura, es la representación equivalente de la relación establecida entre los logarit-

mos de las exposiciones (eje de abcisas) y los logaritmos de las opacidades (eje de ordenadas). Estos últimos son conocidos, normalmente, con el nombre de densidades.

$$\text{Densidad} = \log_{10} \text{Opacidad}$$

Esta curva es conocida con el nombre de "curva característica", por su forma representativa del comportamiento de la inmensa mayoría de las emulsiones fotosensibles. Según opinión de Baines:

"The main thing to remember about the characteristic curve of photographic materials it is not characteristic of the material ; it is characteristic of the combination of the material, conditions of exposure and conditions of processing." (10)

De aquí que sea frecuente denominarla "curva característica del revelado de una emulsión".

Vamos a ver, ahora, cuales son esos elementos constantes característicos de todos los materiales fotosensibles. Voy a distinguir, en primer lugar, dos partes de la curva que reflejan comportamientos radicalmente opuestos. El primer tramo comprendido entre los puntos marcados como A y D es la parte normalmente utilizada. En ella se observa que a mayor exposición corresponde mayor densidad. El resultado será, pues, una imagen invertida tonalmente: a más energía luminosa corresponde más densidad o, desde un punto de vista visual, mayor opacidad, más ennegrecimiento. A partir del punto D encontramos

que, aunque continuemos incrementando las exposiciones, las densidades obtenidas disminuyen. Esto es lo mismo que decir que la imagen resultante es directamente positiva.

Esta parte a la derecha del punto D vemos que es descendente hasta E, donde vuelven a incrementarse las densidades para de nuevo disminuir. Estos ciclos, cada vez más amortiguados, se obtienen con unas exposiciones verdaderamente notables comparadas con las de la primera parte (recuérdese que la escala es logarítmica). La parte que estamos tratando, desde D hasta F en la figura, recibe el nombre de zona de solarización (11). 11

Las exposiciones verdaderamente usadas en la práctica son aquellas comprendidas entre los puntos A y D. El punto D es el resultante de una exposición que proporciona la máxima densidad obtenible con el material fotosensible que estemos usando, por lo que esta densidad es conocida como D_{max} . La mínima densidad está representada por el punto A. Obsérvese que desde el punto A hasta el A' la exposición aumenta mientras que la densidad se mantiene constante, en el valor más bajo. Esta situación indica dos cosas. Por un lado que no se ha alcanzado todavía suficiente cantidad de energía como para iniciar el proceso de separación del halógeno de la plata. Por otro lado vemos que, a pesar de que la reacción fotoquímica no se ha iniciado por falta de energía, existe un cierto nivel de densidad, cuyo origen voy a analizar.

Cojamos un trozo de material negativo que no ha sido expues-

to y sometámoslo al proceso de revelado convencional. Una vez seco podremos observar que es más transparente que cualquier otra parte que haya sido expuesta. Esto es lógico, pero la transparencia no es total; existe aún un cierto nivel de densidad que es propia del mismo soporte sobre el que se asienta la delgada emulsión fotográfica. Según el tipo de soporte esta densidad será distinta. Recibe, generalmente, el nombre de densidad de base (o densidad de soporte).

Existe otro factor, aún, que contribuye a crear esta densidad. La acción del revelador no se limita, en contra de lo que pudiera parecer, a los granos de haluro de plata expuestos, sino que, si el revelado durase suficiente tiempo, esta acción se extendería a todos los granos fotosensibles. Aunque los tiempos de revelado usados normalmente son adecuados para obtener la imagen, una cierta acción general determina un mínimo nivel de densidad o velo sobre todo el negativo.

La acción conjunta de estos dos factores explica la forma de la parte izquierda de la curva, entre los puntos A y A'. Esta densidad recibe el nombre de base más velo (D_{B+V}). Aunque el valor de esta densidad será distinto para cada material y, a su vez, para cada tratamiento dado al mismo, constituirá, en cada caso, la densidad de referencia mínima, a partir de la cual consideraremos las distintas densidades de cada imagen.

Una vez determinados estos puntos que corresponden a las densidades máximas y mínimas, se pueden distinguir tres partes,

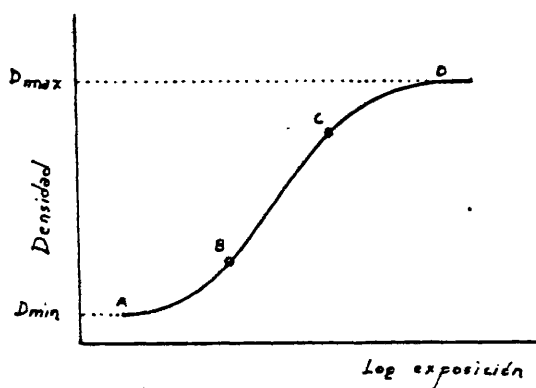
perfectamente diferenciadas, en la curva. La parte más extensa, comprendida entre los puntos B y C, es prácticamente recta. Indica que el aumento de las densidades es proporcional al incremento de las exposiciones. Decimos proporcional, pero no igual, porque esto sólo ocurrirá cuando la inclinación de la parte recta sea de 45° . El comportamiento de los materiales negativos se refleja en una curva característica cuya parte recta posee una pendiente inferior a los 45° , mientras que los materiales positivos tienen esta pendiente superior a los 45° .

La parte inferior de la curva se extiende desde el punto A hasta el comienzo de la parte recta. El inicio de este tramo es horizontal, indicando, como ya hemos visto, que esos valores de energía no son suficientemente altos para producir una densidad discernible respecto de la densidad de base más velo. A partir de un cierto valor de exposición comienzan a incrementarse las densidades de forma exponencial, terminando esta zona cuando el aumento se vuelve constante, es decir, comienza la parte recta que he descrito antes. Este tramo de la curva recibe el nombre de talón de la misma.

La parte comprendida entre los puntos C y D muestra que a iguales incrementos de la exposición los aumentos de densidad correspondientes son cada vez menores, hasta llegar a hacerse nulo. El punto D corresponde al de máxima densidad. Esta parte de la curva se denomina hombro.

A partir de aquí, como hemos visto antes, las densidades empiezan a disminuir. Las imágenes positivas obtenidas median-

te este procedimiento no son de calidad; los tiempos de exposición necesarios son elevados, surgiendo otros problemas colaterales, como es el fallo de la ley de reciprocidad. Sólo consideraremos, a partir de ahora, como parte útil de la curva característica, pues, la comprendida entre los puntos A y D.



La parte que podemos aprovechar de la curva característica de una emulsión corresponde, por tanto, a las exposiciones de valores comprendidos entre los puntos A y D; esta parte aprovechable recibe el nombre de intervalo de exposiciones. Cada área de una escena refleja distinta cantidad de luz y la relación, como ya sabemos, entre las partes más y menos luminosas es el contraste. Si una escena posee un contraste que no supere al intervalo de exposiciones de la película fotográfica, todos sus elementos se registrarán de forma distinta, con detalle.

En la medida en que es posible realizar distintas exposiciones de la misma escena con buena capacidad para registrar los detalles de cualquier parte del tema, se dice que el material posee cierta latitud para este tipo de escena. Si escogemos escenas progresivamente con mayor contraste llegará un momento en que la exposición, para ser correcta, tendría que ser única. Esto ocurre cuando el contraste de la escena coincide, en valor, con el intervalo de exposiciones del material. Entonces las sombras de la escena producirían densidades inmediatamente por encima del punto de D_{\min} y la parte de las luces intensas daría densidades ligeramente por debajo de la D_{\max} . En este caso la latitud sería nula.

El concepto de latitud, aunque permite absorber los errores de exposición cometidos, no es una panacea porque el criterio de la exposición mínima correcta da mejores resultados. En los materiales de blanco y negro es conveniente efectuar la exposición mínima posible, para evitar los problemas de grano que se producen al aumentar la exposición, puesto que el halo producido al reflejarse la luz excesiva en el soporte aparece con aspecto granuloso. De todas las exposiciones posibles debemos realizar, por tanto, la menor. Un negativo muy expuesto, por otra parte, es muy denso y copiarlo, para obtener una imagen positiva, exige mucho tiempo de exposición del material, lo que añade nuevos problemas

EL MATERIAL FOTOSENSIBLE POSITIVO

El material positivo de blanco y negro posee un soporte opaco, en cartón o papel. Las imágenes se contemplan por reflexión, y no por transparencia, como en el caso de los negativos. Al hablar de densidades de forma genérica, se consideran, también, las densidades por reflexión, entendidas como logaritmos de la cantidad de luz reflejada respecto a la que cae sobre el papel fotográfico.

El soporte puede determinar el aspecto final de la copia, según la tonalidad dominante que posea. Si intentamos reproducir los tonos de la escena de la forma más objetiva posible no podemos aceptar otros soportes que los de papel blanco. El acabado influye, también, de dos formas distintas. La capa superior de gelatina que protege la emulsión puede ser rugosa o lisa. Aquella ayuda a disimular defectos, manchas, rayas, a la vez que dispersa la luz. El máximo rendimiento, por consiguiente, se consigue con la superficie lisa. El acabado puede ser brillante o mate y la diferencia radica en la forma de reflejar la luz incidente, bien en un ángulo estrecho (reflexión especular), o en todas direcciones (reflexión difusa).

La luz procedente de las zonas más claras, en el primer caso, van a parar, en su mayoría, a los ojos del observador, lo que origina una sensación de gran brillantez y, por tanto, de alto contraste, mientras que en el segundo caso, al reflejarse en todas direcciones, la luz que llega a los ojos es

menor, y ello disminuye el contraste. El papel que permite obtener el máximo rendimiento tonal posible debe ser, pues, blanco, liso y brillante.

Supongamos que hemos fotografiado una escena que cumplía el requisito de poseer un contraste como mucho igual al intervalo de exposiciones del negativo. El negativo así obtenido poseerá información sobre todos y cada uno de los elementos de la escena. Pero el negativo revelado tiene --como hemos visto-- una curva característica cuya pendiente en la parte recta es inferior a los 45° (tangente inferior a la unidad). Por tanto, los elementos de la escena estarán en el negativo, pero comprimidos, ocupando un intervalo de densidades inferior al contraste de la escena.

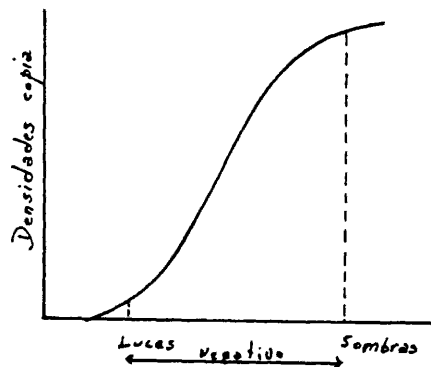
La curva característica de los papeles fotográficos ofrece una pendiente superior a la unidad, lo que permite que el contraste de la escena, que ha quedado comprimido en una estrecha banda de grises, sea expandido, nuevamente, para intentar restituir el contraste del original. A pesar de todo, en las escenas habituales el contraste suele ser superior a las posibilidades de reproducción del papel. Si podemos aspirar, en cambio, a extraer el máximo rendimiento de cada papel, para que la foto posea negros y blancos intensos en alguna porción de la imagen donde no sea necesario reproducir el detalle.

Estos datos aumentarán la sensación de brillantez y profundidad, gracias a los tonos blancos y a los negros, respecti-

vamente. Esta conclusión parece evidente y además, está avalada por estudios subjetivos estadísticos que también hablan de la necesidad de percibir detalle en las sombras:

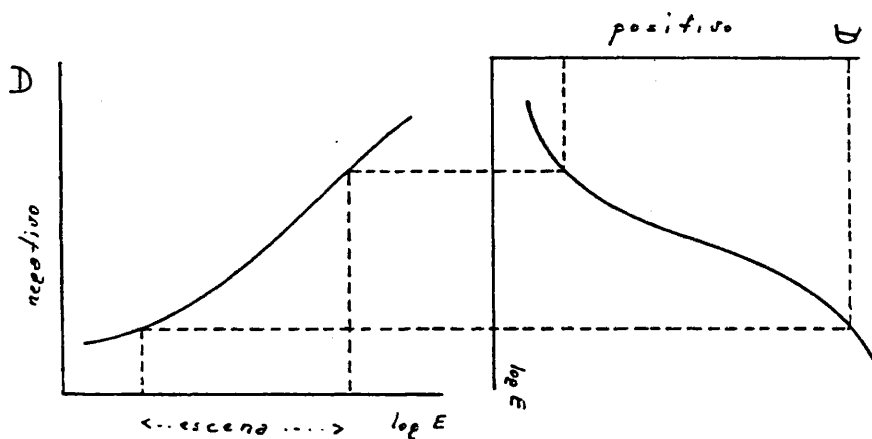
"For pictorial prints, viewers want to see detail in the shadows, even at the expense of the deepest possible black tone." (12)

Los materiales positivos poseen, también, un intervalo de exposiciones. Si el contraste del negativo (es decir, la diferencia entre sus densidades extremas) es idéntico al intervalo de exposiciones del papel, las partes transparentes del negativo se convertirán en los negros más profundos del papel y las densidades más intensas del negativo se convertirán en los blancos del papel.



Si el contraste del negativo es inferior al intervalo de exposiciones del papel, según que exponamos más o menos quedarán agrisadas las sombras o las luces respectivamente, apareciendo carente la imagen final de negros profundos en el primer caso y de blancos brillantes en el segundo.

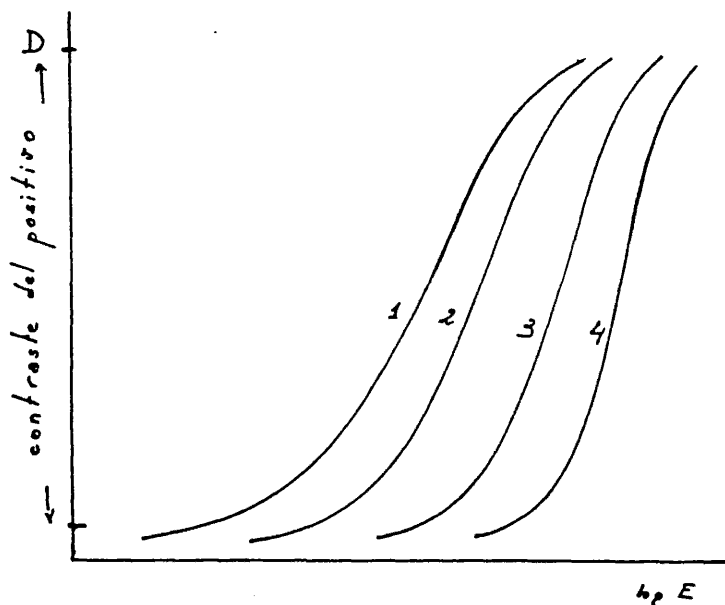
Si el contraste del negativo excede, a su vez, de dicho intervalo, perderemos detalle, según se exponga, en las sombras o en las luces intensas. La única forma de obtener una reproducción tonal óptima, como se ve, es la adecuación del contraste del negativo al intervalo de exposiciones del papel. En este esquema se conjuntan ambas curvas:



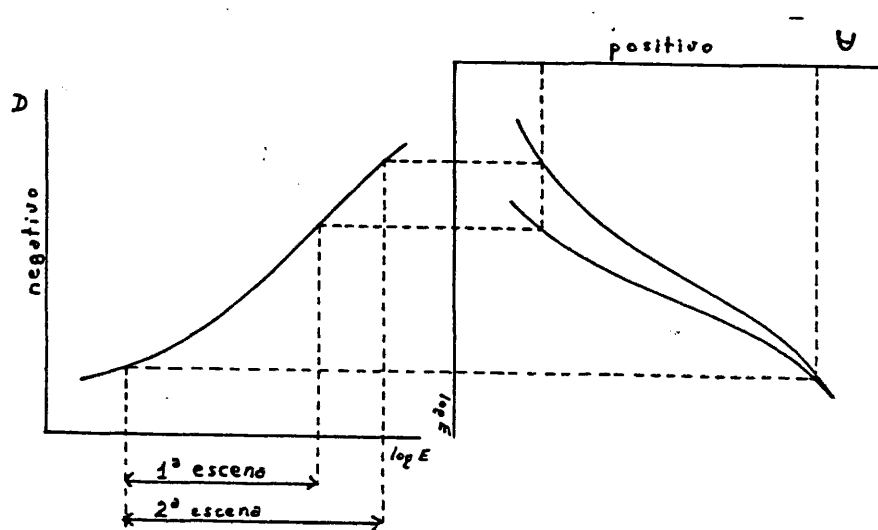
Cada escena posee un contraste y, por tanto, también su negativo. Para un papel de un intervalo determinado de exposiciones puede ser imposible sacar el máximo rendimiento de los distintos negativos. Las casas manufactureras resuelven estos problemas mediante una amplia gama de papeles con distin-

tos intervalos que pueden adaptarse a varios contrastes. A estos papeles se les asigna un "grado", sin que exista, hoy por hoy, una terminología aceptada por todas las empresas, aunque si hay intentos de unificación. Junto a expresiones como "suave", "normal", "duro", se encuentran valores numéricos como 1, 2, 3, 4...

Esta terminología induce a error al usuario, que puede pensar que un papel duro proporciona mayor contraste que uno normal, cuando en realidad ambos producen el mismo contraste, mientras que la diferencia está en que el papel duro tiene un intervalo de exposiciones más pequeño que el del papel normal y, por tanto, reproduce mejor negativos menos contrastados. Las curvas correspondientes a los distintos grados son las siguientes:



En la figura siguiente se representan dos escenas de contraste diferente, expuestas en un único tipo de negativo y reveladas en las mismas condiciones, sobre la misma curva por tanto, para ver la necesidad de copiar sobre materiales positivos con intervalos de exposición distintos.



El intervalo de exposiciones de un papel se puede calcular mediante un procedimiento práctico y sencillo que consiste en medir el tiempo de exposición necesario para obtener, sobre el papel, un tono ligeramente más oscuro que la base del papel (que es blanca) y el que produce un tono negro profundo. El cociente de ambos tiempos (o, para seguir con las escalas com-

pensables, el logaritmo de dicho cociente) da el valor buscado del intervalo de exposiciones de un papel (o "Exposure scale" en la terminología anglosajona).

Hemos visto, pues, cómo la plata, elemento formante de la imagen fotográfica, puede reproducir los tonos de una escena (su información, en definitiva) mediante una serie de pasos que ponen en correspondencia las luminancias de la escena con las densidades del negativo y éstas con las densidades del papel. La imposibilidad de reproducir la escena con su mismo contraste hemos visto, también, que es suplida, creando una sensación suficientemente convincente, con la introducción de los tonos extremos del papel que ayudan a dar las impresiones de profundidad (los tonos más oscuros) y de brillantez (los tonos más claros).

Hemos considerado, también, la importancia, para este tipo de materiales, de realizar la exposición mínima que sea adecuada y la necesidad, para obtener la mejor reproducción tonal de la escena, de adecuar el contraste de los negativos con los intervalos de exposiciones de los papeles.

DESARROLLO DEL NIVEL 4

A lo largo de este capítulo no voy a considerar el modelo de nivel 3 completo, como ya había apuntado; me voy a centrar en tres de sus actividades, "determinar escena", "componer" y "ejecutar". Estas últimas son, a su vez, subactividades de "codificar", correspondientes al nivel 2.

Realizar este tipo de desarrollo, en profundidad, de una parte del modelo, exige una explicación. El conjunto de los tres niveles alcanzados hasta ahora muestran, en conjunto, el proceso de la comunicación visual mediante la fotografía. Aparecen en ellos los aspectos fundamentales --y a la vez, los más genéricos-- del proceso. Tres razones abundan para continuar el desarrollo parcial del modelo. Algunas actividades del último nivel hasta ahora alcanzado se encuentran en la linde que separa su lugar en este trabajo de los tratados específicos de otras materias.

El desarrollo de actividades como "buscar recursos" o "preparar plan de trabajo", por ejemplo, me llevaría a la descripción de procedimientos de trabajo que ayudarían a la realización de ciertas tareas, en el caso de un trabajo profesional, pero que no añadirían nada en cuanto a la concepción global, sistémica del proceso. Mi idea, repito, no es la de escribir un tratado de fotografía y prefiero pecar por defecto, remitiendo al lector a textos que tratan estos temas más específicamente.

Otras actividades, concretamente las que resultaron del desglose de la actividad 3, "recibir", del nivel 1, tienen --como hemos visto en el capítulo anterior-- mayor dificultad de análisis, fundamentalmente por el estado actual de los conocimientos. Me refiero a todas las actividades cuyo índice comienza por el número 3. Aún así, al abordar estas actividades me he visto obligado a optar por un cierto modelo epistemológico. Al margen de estas consideraciones, la naturaleza de la metodología que he adoptado permite la remodelación con gran facilidad, si fuera necesaria.

Una mayor profundidad, de todas formas, tendría su verdadero sentido si aportara conocimientos sobre el lenguaje fotográfico, o el lenguaje icónico en general que permitiera un mayor control sobre los objetivos a conseguir. Ayudas que permitieran localizar con precisión la atención en determinados elementos de la imagen, como ejemplo de un factor formal; u otras que permitieran el desencadenamiento de determinadas emociones, como ejemplo de factor de contenido o simbólico.

Las dos razones que acabo de exponer justifican la limitación en el desarrollo total del modelo a nivel 3. Es necesario, en cambio, seguir adelante, aunque sea parcialmente, para introducir elementos específicamente fotográficos, que todavía están ausentes. Obsérvese que, con ligeras modificaciones en el modelo, aunque con cambios más profundos en los fundamentos, se podría aplicar a otras formas de representación icónica, como la pintura, el grabado o el cine, por poner algunos ejemplos.

En este nivel 4 surgen los aspectos diferenciadores más importantes y que son intrínsecos, por tanto, a los nuevos elementos que se introducen. Las capacidades que tienen los materiales fotosensibles para reproducir la realidad y la forma en que lo hacen, determinan parte de los factores que hacen emerger el nivel 4. Los instrumentos necesarios para la manipulación de los materiales fotográficos introducen, a su vez, elementos del lenguaje fotográfico. La conjunción de los materiales y los instrumentos determinan, también, el desarrollo de unas técnicas o procedimientos de trabajo, imperativos algunas veces, pero generadores de nuevas posibilidades creativas también. Son estos elementos, por tanto, los que vamos a desarrollar en el nivel 4 del modelo.

Las actividades del nivel 3 que vamos a analizar son la 1.2.1, "determinar escena", la 1.2.2, "componer", y la 1.2.3, "ejecutar".

ANÁLISIS DE "DETERMINAR ESCENA" (actividad 1.2.1)

Es una actividad fundamental en el proceso fotográfico. Aunque pueden hacerse --sobre soporte fotográfico-- imágenes que no necesiten de la realidad, son poco frecuentes. Lo intrínseco de la fotografía es el registro de elementos visuales de la realidad. Se impone, por tanto, un proceso de selección que vendrá reforzado, después, por uno de acotación.

El objeto de la actividad, de forma primaria, es encontrar la escena que puede cumplir los objetivos propuestos, salida, a su vez, de la actividad 1.1.1, "definir objetivos". Según como estén dados los objetivos se pueden encontrar distintas situaciones. Si los objetivos son tan concretos como documentar las fiestas de una determinada comarca, no quedará más solución que atender al calendario de conmemoraciones y estar en las fechas previstas en los lugares apropiados. Una vez allí habrá que realizar otro tipo de tareas que más adelante veremos.

Otro tipo de objetivos más flexibles pueden permitir, como válidas, tomas correspondientes a escenas muy distintas. Un caso frecuente es el de las campañas publicitarias insertas como anuncios en la prensa, de forma que periódicamente cambia la imagen fotográfica que soporta el mensaje, mientras éste permanece constante. Los objetivos aquí son menos estrictos que en el caso anterior, aunque todas las imágenes deben tener en común la capacidad persuasiva, matizada por la inducción del mismo tipo de sensaciones.

Lejos de los marcos anteriores está la actitud del fotógrafo que actúa libremente, reaccionando a una interacción entre el entorno y sus características personales. Responde a una sensibilidad ante determinadas personas, objetos o situaciones, porque no vale todo. Continuamente se desencadena un mecanismo de filtraje que mueve a un fotógrafo a interesarse por un rostro, aquél otro integra al dueño de ese rostro en

su ambiente, mientras que, aún otro, se interesa por las ausencias, por los restos, por las huellas de lo que aquello fue.

LOCALIZAR (actividad 1.2.1.1)

Esta subactividad de "determinar escena" la denomino "localizar", 1.2.1.1, Depende, como estamos viendo, de los objetivos de las tomas, de las características del fotógrafo y de otros aspectos. Así, aquellos trabajos controlados por especificaciones más estrictas, normalmente protegidos por contrato y sometidos a una continua revisión por el cliente, pueden llegar a tener restricciones muy distantes del trabajo libre que Henri Cartier-Bresson ha ejemplificado mejor que nadie. Una de esas restricciones puede que no sea la localización de la escena, sino del lugar donde se va a montar, como sucede con los bodegones, que pueden necesitar un espacio inusualmente grande. La escasez de grandes estudios ha deparado diversas soluciones que van desde los locales de alquiler a la canalización de este tipo de trabajos hacia los fotógrafos más afortunados económicamente.

PREPARAR (actividad 1.2.1.2).

La preparación previa a la toma corresponde a dos tipos de elementos: los que configuran la escena y el material de trabajo. Recuérdese que los elementos necesarios están ya disponibles como resultado de la actividad "buscar recursos" (1.1.2), incluidos los humanos, tanto técnicos como artísticos. Es necesario, ahora, en cambio, adecuarlos a los objetivos de la toma.

La preparación del material de trabajo es puramente técnica. Destacan, de todas formas, dos aspectos bien diferenciados, relativo uno a la cámara y el otro al material de iluminación. La cámara es el elemento fundamental para formar la imagen y realizar la exposición; cuando me refiero a ella incluyo todos los accesorios relacionados con su puesta a punto. Las operaciones convencionales, sin ser exhaustivo, pasan por la limpieza del cuerpo de la cámara, colocación en el trípode, limpieza y colocación de un objetivo, así como el cambio de la pantalla de enfoque y del visor, si es necesario y posible. Esta fase concluye cargando la cámara con película virgen, o preparando y marcando los chasis intercambiables, según los modelos.

La manipulación de la luz que cae sobre la escena requiere, también, de unos útiles adecuados. La luz puede ser natural, artificial o mezcla de ambas. En los dos últimos casos es necesario disponer de los focos correspondientes, montados sobre trípodes u otros dispositivos. Esta acción se complementa con la colocación de reflectores, difusores, viseras y algún otro elemento auxiliar. La composición y equilibrio cromático de las distintas fuentes se obtiene, por fin, mediante filtros situados en las fuentes luminosas, ventanas y el objetivo. Estos distintos elementos deben estar, por tanto, preparados para ser usados inmediatamente si actividades posteriores los demandan.

La actividad "preparar", cuando se refiere al apartado de la escena, puede no existir o ser verdaderamente compleja. Una

toma sorprendida de la realidad no necesita más fase previa que la preparación de los instrumentos de toma. Cuando mi modelo se está maquillando o peinando, antes de posar, está participando de esta actividad de preparación. Cuando se trabaja en un interior natural será imprescindible colocar cada uno de los elementos que intervienen y, como caso extremo, puede ser necesario crear el espacio de la escena, delimitarlo mediante paneles que configuren el decorado.

En estos casos de ardua preparación pueden presentarse situaciones diferentes, según la naturaleza de la toma. En algunos casos toda la preparación puede estar bajo control, limitándose a traer los elementos y colocarlos. Otras veces, en cambio, pueden surgir circunstancias imprevistas, o disponer en la escena elementos de comportamiento aleatorio --animales, por ejemplo-- que impiden garantizar el proceso en función de los objetivos.

VISUALIZAR. (actividad 1.2.1.3).

Utilizo el término visualizar en el sentido de construcción de una imagen mental. En la actividad "hacer esquema", del nivel anterior, la salida, el esquema, incluía una descripción del tipo de imagen deseada, bien en forma de texto o de boceto. Este último se ha convertido en una herramienta de trabajo fundamental, especialmente en el campo del diaporama, de la multivisión y del cine, es decir, en aquellos medios cuyo

resultado discurre en el tiempo impuesto por el realizador y están registrados sobre material fotosensible y que no permiten conocer el resultado, por tanto, hasta después del proceso de revelado. Son conocidos, estos bocetos, por la expresión inglesa "story board".

Esta actividad puede, aparentemente, no existir. El aire formal que le he dado al esquema, a manera de documento, parece contradecirlo y ya dije, al desarrollar la actividad que lo producía, que en la mayoría de los casos el esquema no quedaba registrado, limitándose a un proceso mental. Puede llegar a existir abundante información, en cambio, en aquellos casos complejos o sometidos a contrato. La actividad de "visualizar" , desarrollada con ayuda de aquella información y en contacto, ya, con la escena, es absolutamente fundamental. Tanto es así, que la considero como el límite que separa la fotografía de otros medios de expresión manual. Ya vimos que la diferencia entre estos medios se establecía, en primer lugar, por la naturaleza de los distintos soportes y formantes, por la exigencia de distintos tipos de instrumentos para realizar la imagen, en función de esos soportes y por las técnicas asociadas para la manipulación y tratamiento de cada uno de ellos. Una vez establecido esto y dados unos objetivos y unos recursos, llega el momento de la aproximación al sujeto. Es, entonces, cuando toma todo su sentido la actividad de "visualizar" porque, dadas las características de los materiales fotográficos, luego no podremos rectificar.

La actividad de "visualizar" consiste en crear, frente a

la escena, una imagen mental que intenta construir lo que se desea como imagen fotográfica final. Esto supone, por tanto, un conocimiento de los materiales, de los instrumentos y de las técnicas fotográficas o, como digo frecuentemente, de la paleta de posibilidades. Es el momento de fijar un valor para cada una de las variables que intervienen en el proceso, es decir, tomar una decisión sobre las características de la imagen que quiero obtener.

El proceso de "visualizar" ha de ser mental, enfrentándose a la escena, aunque se puede contar con algunas ayudas, como la ofertada por el boceto antes aludido. El boceto nos proporciona, fundamentalmente, una idea de la información que debe contener nuestra toma y el punto de vista elegido para abordar la escena. El mundo del cine ha creado toda una terminología para indicar la cantidad de información contenida en cada plano. Aunque esta clasificación es subjetiva y se utiliza con algunas variantes, indica, de manera bastante aproximada, la información que se quiere dar. Su uso, por razones prácticas, se ha extendido a otros medios.

Nuestra vida se desarrolla en un entorno continuo, formado por distintos elementos. Después de realizada la fotografía, la imagen de nuestra escena queda reducida a una superficie plana, generalmente rectangular. La imagen se puede construir de distintos tamaños, pero la contemplación la adecuamos a una distancia desde la que la observación tiene lugar bajo un ángulo de unos 45°. Según dice Clerc:

"El campo angular del ojo es del orden de 45° a 50°. Para percibir simultáneamente todos los objetos de una escena, estos deben de estar dentro de este ángulo de visión. Al mirar una fotografía tendemos por tanto a situar nuestra vista a una distancia no inferior a la diagonal de la copia." (13)

La idea núcleo es, entonces, relativizar la importancia de los distintos elementos de la escena. La forma práctica de conseguirlo consiste en variar la distancia desde cámara hasta la escena o utilizar objetivos que recogen la escena bajo distintos ángulos. Conforme la distancia de toma o el ángulo de registro disminuyen, también lo hace la parte de escena fotografiada y, por tanto, la cantidad de información.

Las escenas fotografiadas a gran distancia o con objetivos que cubren ángulos grandes muestran numerosos elementos pero de tamaño pequeño. La atención se centra, entonces, en el conjunto, que hemos de "ordenar" mediante el encuadre, de acuerdo a las leyes de organización perceptual y potenciar, de este modo, la lectura posterior de la imagen por el receptor, de acuerdo a nuestros deseos. La disminución de la información mediante cualquiera de los procedimientos arriba citados produce, en cambio, un incremento de la atención hacia la parte de la escena registrada. Así, una aproximación a la escena hace que el objetivo pueda recoger luz procedente de menos elementos, mientras que la imagen se va a formar ocupando todo el negativo. Al ampliar este negativo a un tamaño igual que la imagen anterior y contemplarlo a la misma distancia la reducción de

información obliga a centrarnos en los elementos que hemos destacado. Insisto en que esto es así porque el tamaño de la imagen final es el que marca la distancia a la cual se observa. En el supuesto de que contemplemos dos fotografías rectangulares de 30 x 40 cms.por cada lado, una representando un paisaje y la otra una caja de cerillas que ocupa toda la superficie, lo haremos, en ambos casos, desde la misma distancia, sin alejarnos de la segunda para observar la caja de cerillas con el tamaño y la perspectiva a la que estamos acostumbrados. Al margen del tipo de impacto que pueda producir contemplar las cosas de una forma inusual, me parece más importante la función que realiza la Fotografía para ayudar a contemplar el mundo --al menos en algunos casos-- de forma distinta; está patente en el mundo del arte la influencia de la Fotografía en otros medios de expresión.

El ojo realmente sólo puede ver nítidamente dentro de un ángulo muy estrecho, a pesar de lo cual tenemos una visión bajo un ángulo mucho mayor del que hemos citado. El ojo, como ya vimos, realiza una exploración a gran velocidad de los elementos que le interesan. Mientras el ángulo no sea muy grande el ojo tiene posibilidad de abarcarlo todo a una velocidad razonable. Clerc lo justifica así:

"La regla de mantener una fotografía en el campo visual de 50º es más un convenio que una norma absoluta. El ángulo de 50º es un valor geométrico pero no fisiológico. Por un lado el campo total de visión horizontal de los dos ojos es de unos 140º; por otro, el ojo explora su campo de visión

dinámicamente y no estáticamente. Sin embargo puede captar imágenes con una velocidad aceptable dentro del ángulo de 50°." (14)

Son estas consideraciones, por tanto, las que deben presidir la actividad de "visualizar" que, resumiendo, se han centrado en tres aspectos: la naturaleza física de cada fotografía, como elementos planos, rectangulares, que van a ser contemplados bajo un ángulo aproximadamente constante; por otro lado, el conocimiento de las posibilidades de respuestas de los materiales y el conocimiento de las técnicas que posibilitan obtener cada uno de los posibles resultados. Es obvio que este planteamiento no deja de ser una situación teórica deseable; la realidad no permite fotografías que se formen teóricamente y a continuación empiecen a ejercitar su trabajo, sino que consiste en un aprendizaje empírico, resultado de la aplicación de este mismo modelo, pero partiendo de una situación de información menor. El intento de resolver situaciones nuevas posibilita al fotógrafo, en el marco de sus conocimientos, a incrementar la información que posee, puesto que es imposible abordar teóricamente o simular en el aula todas las posibilidades.

El siguiente aspecto a considerar es la aproximación al sujeto. Aunque fuera posible plantear "a priori" todas las posibles situaciones, todo quedaría superado por la cantidad innumerable de planteamientos que surgirían ante cada fotógrafo potencial. La forma de ver la realidad y la concepción del mundo que posee cada uno determinan los temas de interés y el tra-

tamiento de cada uno de ellos, siendo así, generadores de géneros y estilos. Un mismo tema es capaz de suscitar, en personas distintas, sentimientos encontrados que les conducen a la aplicación de distintas técnicas. Hombres como Weston y Hamilton se enfrentan, por ejemplo, de manera diametralmente opuesta al desnudo femenino. El primero muestra el cuerpo con sobriedad y sin ambages, en imágenes contrastadas y con líneas concretas bien definidas, mientras que el segundo rodea su representación de halos, imágenes difusas y posturas ambiguas.

La actitud del fotógrafo en esta fase de "visualizar", por último, debe estar preparada para la consideración de lo aleatorio, cualquiera que sea su origen. Puede radicar en la escena o en los materiales. La observación de la escena puede conducir continuamente a descubrimientos visuales o mentales, bien por la aparición de nuevos efectos visuales o por la posible sugerencia de ideas. Esto supone estar continuamente preparados para el cambio imprevisto de algunos de los elementos de la escena, así como para prever la posibilidad de esas alteraciones. En cada tipo de trabajo existen distintas posibilidades que dan, por otra parte, los indicios sobre los cambios más probables. Es claro que en el caso de un reportaje humano es muy posible que surja una situación de relación nueva, mientras que el paisajista espera, seguramente, un cambio de luz y está, por tanto, más preparado para ello.

La actividad de "visualizar" tiene lugar, muy frecuentemente, de manera desorganizada. Algún elemento de la escena es el que llama la atención del fotógrafo y le sugiere una idea cu-

ya imagen mental surge, posiblemente, de forma inmediata. Sin despreciar este procedimiento de trabajo, sin duda eminentemente práctico, propongo un método estructurado que considere, de forma ordenada, la diferente naturaleza de los elementos que intervienen en el registro fotográfico. Estos son los elementos de la escena como inicio de la cadena, los materiales fotográficos donde se va a construir la imagen como elementos terminales, y todos los instrumentos que van a permitir que la escena y los materiales interaccionen, como elementos intermedios.

La actividad de "visualizar" la ubico en el modelo después de "preparar la escena" (1.2.1.2); la "escena preparada", salida de esta última actividad, actúa de entrada en "visualizar". Se acomete la actividad de visualizar estando el fotógrafo, por tanto, frente a la escena. La idea está en imaginar, contemplando la escena, el tipo de imagen final que queremos. En función de ella se decidirá, según los conocimientos, el tipo de instrumentos, materiales y tratamiento que habrá de usarse para obtener el resultado imaginado. Insisto en dejar claro el planteamiento de esta actividad para subrayar la diferencia que existe con "hacer esquema", por ejemplo, donde imaginamos no sólo el tipo de imagen, sino incluso el tipo de escena. Esta es una actividad de mesa, mientras que aquella, "visualizar", es una actividad de campo.

Visualizar supone, por tanto, considerar dos aspectos fundamentales, relacionados con los instrumentos y con los materiales, respectivamente. La relación se establece en la medida en

que debemos decidir cómo hay que proceder a continuación, como veremos en el posterior desarrollo de las siguientes actividades. Lo que hay que considerar se refiere, en cambio, a las características que deseamos que posea la imagen. Vamos a dividirlas, consecuentemente, en dos apartados.

En el primer apartado incluyo los siguientes elementos:

1) La información que debe contener la imagen, como una selección del continuo visual ofertado por la escena, con las acotaciones lógicas, si la escena está siendo recreada en el estudio.

2) El punto de vista, que determina una forma de aproximación al sujeto de la toma. La elección del punto de vista consiste en establecer una angulación del eje óptico con respecto a un eje arbitrario establecido en la escena. Este eje se suele establecer frontalmente a la escena, si ello es posible, o frontalmente a la parte de la escena seleccionada, y, normalmente, a la altura de la vista de una persona de estatura media.

Respecto a ese eje se establecen las variaciones del eje de la cámara; los resultados son diversos, según el tipo de escena. Si aumentamos la altura de la cámara, por ejemplo, sin desviarnos a derecha o izquierda, hemos de inclinar la cámara hacia abajo para volver a retomar la escena; en el caso de que esta sea una ciudad podemos conseguir una visión inédita y llamativa, mientras que si es una persona el objeto de nues-

tra toma su tamaño aparecerá más pequeño que en la visión frontal produciendo en el receptor, seguramente, alguna sensación relacionada con la opresión, la humillación o el empobrecimiento, según el contexto.

3) La perspectiva. Es posible alterar la perspectiva, o mejor dicho, conseguir imágenes de perspectivas diferentes respetando, afortunadamente, los anteriores valores acerca de la información contenida y el punto de vista. El efecto de un cambio de perspectiva radica en la diferencia del tamaño relativo de los elementos de la escena que están a distinta distancia respecto de la cámara. Si la diferencia entre el tamaño de los distintos planos de una escena es elevada, la sensación producida en el espectador es de gran profundidad y separación entre los elementos que componen la imagen. Podemos conseguir, igualmente, el efecto contrario, con diferencias poco acusadas entre el tamaño de los objetos que se encuentran a distintas distancias; el efecto producido es, en este caso, de aplanamiento, de falta de profundidad.

4) La profundidad de campo. Este concepto, como los anteriores, lo definiré y desarrollaré en las actividades siguientes, justo cuando sea necesaria su aplicación. Aparece en la actividad de "visualizar", sin embargo, porque la aplicación del modelo a un caso concreto sólo tiene sentido de forma dinámica; es decir, el modelo pretende responder a la realidad de un trabajo fotográfico y es necesario, por tanto, el cono-

cimiento de la profesión para poder soportar las actividades asociadas con la construcción de una imagen fotográfica. Baste con indicar, por ahora, que la profundidad de campo, desde un punto de vista icónico, es el conjunto de planos de la escena que aparecen suficientemente nítidos en la imagen final.

El valor expresivo de la profundidad de campo es elevado porque permite aislar algún elemento de la escena, dejando los restantes desenfocados, o bien, integrarlos todos, provocando la sensación de unidad. Cualquier valor intermedio es también posible; y esto es así porque la profundidad de campo es controlable hasta el extremo de conseguir, de forma predeterminada, la deseada en cada momento.

5) Análisis del movimiento. Una de las posibilidades interesantes de la fotografía es la de poder proporcionar imágenes nítidas de objetos en movimiento, siempre que las condiciones sean favorables. Casi desde el mismo comienzo de la Fotografía se advirtió que de la imagen única se podría pasar a recoger el movimiento en sus fases consecutivas. Los trabajos más antiguos que abordan el análisis del movimiento secuencial son obra de Edward Muybridge (1830-1904). Mari-Loup Sougez describe así uno de ellos:

"En 1878, Muybridge, de vuelta a San Francisco, realizó la serie de fotografías del galope de la yegua Sallie Gardner con 24 cámaras colocadas en hilera, cuyos obturadores eran accionados por unos cables que rompía la yegua al pasar. El resultado demostró que los cuatro cascos de un caballo al

galope, despegan del suelo a la vez, desbaratando la idea mantenida hasta entonces sobre los movimientos del caballo." (15)

La motivación para la realización de estos trabajos tiene sus raíces en la preocupación de Etienne-Jules Marey, médico francés, por el análisis del movimiento. Muybridge se desplazó a Paris, en 1881, y colaboró con Marey. Pero éste, no contento suficientemente con el procedimiento, descubrió como conseguir registrar diversas imágenes de un movimiento en un mismo negativo. La misma Sougez, en su Historia de la Fotografía, nos relata que:

"Para ello, ideó la manera de sacar varias imágenes de un mismo modelo en diversas posturas, situando al modelo sobre un fondo completamente negro y disparando la máquina a intervalos regulares, a fin de que el desarrollo del movimiento del modelo se grabase en una sola placa."(16)

Estas posibilidades de detención y estudio del movimiento quedaron mejoradas más tarde, desde un punto de vista técnico, con la introducción de las fuentes de luz de descarga o "flash" y con las luces estroboscópicas.

En el sentido opuesto cabe la imagen borrosa, movida, del objeto en movimiento, sobre un fondo nítido, estático. El trazo dejado por la imagen en movimiento al desplazarse sobre la emulsión fotográfica puede crear imágenes de gran delicadeza o fuerza si la técnica se usa adecuadamente con el sujeto idóneo.

Otro tipo de imágenes, por último, dentro de esta línea de análisis del movimiento, son aquellas que dan una imagen nítida del objeto en movimiento, mientras que el fondo es amorfo. La técnica para conseguir estas imágenes es muy elemental pero difícil de dominar con precisión; consiste, simplemente, en seguir al objeto en movimiento, de forma que ocupe la misma posición en el negativo. El impacto de estas imágenes es alto porque, al margen del contenido, su lectura se hace inmediatamente ya que el ojo no puede detenerse en ningún elemento del fondo, que está borroso.

Es curioso observar la influencia que estas imágenes tuvieron en las artes plásticas, especialmente en la pintura, que inmediatamente adoptó algunos de estos resultados. Son conocidas las escenas hípicas de Degas, donde aplica los descubrimientos de Muybridge, así como sus cuadros de bailarinas. La historiadora de la Fotografía, Sougez, afirma que:

"Más sugerente quizá (...) es la obra de Marcel Duchamp, 'Desnudo bajando una escalera', que data de 1912. Los movimientos de una misma figura se repiten, al igual que en las cronofotografías de Marey." (17)

En cuanto a las características de la imagen fotográfica que deben visualizarse y cuya naturaleza depende de la respuesta de los materiales, voy a referirme a dos que identifico como la respuesta a la mancha y la respuesta a la línea, respectivamente.

Con la primera me refiero a la reproducción de las superficies que constituyen cualquier escena en cuanto a su apariencia final continua de un cierto tono o de un color. Los materiales en blanco y negro limitan su respuesta a una gama de grises, mientras que los de color añaden al tono las otras cualidades del color; el matiz y la saturación.

La fotografía en blanco y negro permite controlar la gama tonal en cuanto al número de elementos intermedios entre el blanco y el negro máximo que pueden dar cada uno de los papeles que actúan de soporte final de la imagen fotográfica. Sabido es, como ya hemos dicho, que no existen ni el blanco ni el negro absolutos; habría que considerar estos extremos como grises próximos a los valores absolutos. Podríamos optar, usando las técnicas adecuadas, por obviar en nuestra imagen algunos de estos extremos, variar la gama de grises intermedios o decidir, incluso, la colocación de un cierto valor de la escena en un tono de la imagen diferente al real.

La gama de posibilidades es, como se ve, de una cierta amplitud y las sensaciones producidas muy diferentes. Junto al contraste global producido se pueden obtener modificaciones del contraste local, mediante el uso de filtros para resaltar algunas zonas de la escena o mediante el uso de la iluminación.

El color tiene un tratamiento más difícil en cuanto a las posibilidades de modificación por la naturaleza compleja de los materiales fotosensibles. La fotografía en color tiene como ventaja respecto a la de blanco y negro que es capaz de sepa-

rar, en función de los distintos matices, zonas contiguas de la escena que, teniendo el mismo tono darían un mismo gris en la imagen monocromática de blanco y negro y quedarían, por tanto, confundidas. Se puede jugar, sin embargo, con los mismos elementos que acabamos de ver para el tratamiento del blanco y negro, a saber, los filtros y la iluminación, para conseguir variaciones en el contraste local, en el general y en la sensación de dramatismo.

En cuanto a la respuesta a la línea, por último, quiero insistir en que considero a ésta como el elemento separador de superficies. La separación nítida de éstas se convierte, en definitiva, en la capacidad para reproducir el detalle. Aunque estoy hablando de la respuesta de los materiales, he de admitir, aquí, que la respuesta a la línea depende también de la calidad de la óptica y de la construcción de la cámara; pero el desarrollo tecnológico ha permitido que estos últimos elementos superen, en el momento actual, a las películas fotográficas que quedan así, como el elemento condicionante de la cadena, actuando de cuello de botella.

La elección del tipo de película se convierte, por tanto, en un factor primordial que estará determinado por el tipo de resultados que queremos obtener y, fundamentalmente, por el tipo de aplicación que vayamos a darle a la imagen final. Puede influir que la imagen se destine a la proyección, a la reproducción o a la exhibición; en este caso influirá, también, el tamaño y la distancia de observación

Con este planteamiento todo parece abundar en que la idea base es la de conseguir la mejor calidad de reproducción del detalle; pero algunos temas exigen huir hacia el otro extremo dando una imagen que, sin ser de mala calidad, pueda sugerir otras sensaciones. No es extraño, por tanto, que se fabriquen objetivos que llevan incorporados difusores de distinta gradación, capaces de suavizar algunas escenas de forma que disminuye el detalle reproducido y baja el contraste; la aplicación fundamental de estas lentes se encuentra en el campo del retrato y la publicidad. Todas estas características visuales dependen de una serie de elementos técnicos como son la granularidad de las emulsiones, el poder de resolución, la capacidad de transmisión y la acutancia; pero, en definitiva, todas ellas conducen a imágenes en las que el observador evalúa una sensación, subjetiva por tanto, que es conocida con el nombre de definición.

ANALISIS DE "COMPONER" (actividad 1.2.2)

La actividad 1.2.2, "componer", del nivel 3, supone, dado que la escena está preparada y aún no hemos realizado la toma, establecer el nexo de unión entre ambos elementos fundamentales, es decir, entre la luz reflejada por la escena y el material fotosensible, donde una imagen de la escena va a quedar registrada. El instrumento intermediario es la cámara, como es sabido. Es por ello que la actividad de "componer" está destinada a

salvar la distancia que existe entre esos dos elementos, permitiendo su interacción, pero de forma que permita registrar, de acuerdo a las posibilidades del lenguaje fotográfico y los objetivos previamente definidos, la imagen que satisfaga a ambos. Esta actividad va a quedar descompuesta en las siguientes subactividades: "establecer relación cámara-escena" (1.2.2.1), "encuadrar" (1.2.2.2) e "iluminar" (1-2-2-3).

ESTABLECER RELACION CAMARA-ESCENA (actividad 1.2.2.1).

La primera aproximación a esta relación es la de establecer un eje imaginario que pase por la escena y por la posición teórica donde debe encontrarse el material fotosensible. Esto supone establecer un desplazamiento en el plano vertical y otro en el plano horizontal respecto de un eje de referencia del que ya hemos hablado. La cámara deberá ocupar una posición dentro de ese eje; el lugar exacto de su ubicación no se puede establecer aún. Fijar esta posición es, en definitiva, marcar un punto en ese eje, a una cierta distancia de la escena.

Los nuevos elementos a fijar son dos, y están interrelacionados. La cantidad de información que deseamos registrar es uno de ellos. El objetivo de la cámara --en general compuesto por varias lentes --, proyecta una imagen de simetría circular de la que sólo vamos a utilizar la parte que incide sobre el trozo de película fotográfica, frecuentemente rectangular. Cada cámara está diseñada, generalmente, para albergar

en su interior un cierto tamaño de película. La combinación, por tanto, de un cierto objetivo con una superficie de película determina el ángulo de visión dentro del cual se puede registrar la escena.

Una vez fijado el tamaño de la película --y, por tanto, la gama de cámaras adecuadas-- cada objetivo usado se caracteriza por un cierto poder de hacer converger la luz. Cuanto menor sea su poder de convergencia (o mayor su distancia focal "F"), la imagen se proyectará más lejos de la lente. El ángulo visual determinado por el centro de la lente y el contorno de la película será menor y, consiguientemente, menor también la cantidad de información procedente de la escena que podemos registrar. Recíprocamente, un objetivo de gran poder de convergencia (pequeña distancia focal), forma su imagen muy cerca de la lente, por lo que habrá que colocar la película próxima a ella y el ángulo cubierto será, por tanto, mayor.

Si fijamos un punto en el eje cámara-escena y colocamos en él nuestro instrumento de registro --la cámara--, es obvio que podemos recoger la escena en mayor o menor medida en función del tipo de objetivo que usemos. El ángulo visual de cada objetivo determinará la cantidad de información que podemos registrar.

Un segundo factor hace este panorama más complejo, pero a la vez más rico. Supongamos que hemos determinado la cantidad de información que queremos registrar. Según lo anterior po-

demos conseguir el mismo resultado, al menos teóricamente, con objetivos distintos. Si utilizamos un objetivo de gran ángulo visual deberemos colocar la cámara en el eje suficientemente cerca de la escena para evitar que aparezcan en la imagen elementos no deseados. Si utilizamos un objetivo de ángulo visual estrecho habrá que alejarse, en cambio, para conseguir cubrir exactamente la misma información que en el caso anterior. La consecuencia inmediata es que la perspectiva ofrecida por las dos imágenes es completamente distinta. En el primer caso la perspectiva puede llegar a estar tan acentuada que incluso produzca deformaciones aparentes de la imagen; en el segundo caso los distintos elementos del espacio tenderán a agruparse en un plano, eludiendo la sensación de profundidad.

Una vez fijado el eje cámara-escena vemos, por tanto, que la posición de la cámara en él puede depender de la información que deseemos registrar y de la perspectiva con que queramos representarla. No puedo obviar aquí que, en numerosas ocasiones, la decisión viene impuesta por las limitaciones de un local pequeño, que obliga a utilizar objetivos de ángulo suficientemente grande para abarcar la parte de la escena que se desea registrar.

La profundidad de campo asociada a cada tipo de objetivo es, por fin, también distinta. Intentaré aclarar este concepto brevemente. La imagen que podemos obtener nítida con cualquier objetivo corresponde exclusivamente al plano de la escena al que estamos enfocando y que es perpendicular al eje

óptico. En la mayoría de las fotografías podemos ver, sin embargo, imágenes nítidas de objetos que están en la escena por delante y por detrás del plano enfocado.

Cualquier elemento de la escena que cumpla alguna de estas condiciones, es decir, que esté por delante o por detrás del plano enfocado, envía imágenes que tienden a converger por detrás o por delante, respectivamente, del plano de la película. Cada punto del plano de la escena que está enfocado produce un punto imagen en el plano del negativo. Los otros planos de la escena producen, por la razón vista, pequeños círculos cuando interceptan la película.

La limitación del ojo, que le lleva a confundir con puntos lo que en realidad son pequeños círculos, permite que las imágenes ligeramente desenfocadas de objetos que no pertenecen al plano enfocado sean aceptadas como suficientemente nítidas. Conforme los elementos de la escena están más lejos del plano enfocado los círculos producidos son mayores. A partir de cierto tamaño de estos círculos el ojo los distingue perfectamente, marcando el final de los elementos de la escena que se pueden observar nítidamente en la imagen. El intervalo de distancias, medido desde la cámara, dentro del cual se observan en la imagen elementos nítidos recibe el nombre de profundidad de campo.

La profundidad de campo varía con la distancia, disminuyendo cuanto más cerca de la escena se encuentra la cámara. La profundidad de campo varía también con la distancia focal

del objetivo. Los objetivos de mayor distancia focal, que ven la escena bajo un ángulo visual más estrecho, ofertan menor profundidad de campo. Otro factor que condiciona la profundidad de campo es el tamaño de los círculos que el ojo llega a confundir con puntos (círculo de confusión) que, al estar determinado experimentalmente, puede variar de un autor a otro; si se considera que el círculo de confusión debe ser mayor, la profundidad de campo se incrementará. El orificio de diámetro variable --o diafragma-- que se coloca en el objetivo para limitar la anchura del haz luminoso que lo atraviesa, condiciona, también, la profundidad de campo, en el sentido de que aumenta cuanto más pequeña es la superficie del orificio.

ENCUADRAR (actividad 1.2.2.2).

Estamos ante una actividad fundamental para la construcción del mensaje icónico, extensible a cualquier medio de expresión visual. Si bien en la actividad de "visualizar" hemos decidido la apariencia final de la imagen, como una propuesta mental de lo que queremos conseguir, y en la última actividad, "establecer relación cámara-escena" hemos materialmente dispuesto los elementos físicos y adoptado una serie de decisiones sobre lo que se quiere recoger y cómo, el resultado final va a depender profundamente de la actividad de encuadrar. La salida de encuadrar va a dejar las cosas preparadas de forma que, si el resto de la cadena de actividades que siguen funcionan correctamente, la imagen que se registre tendrá capacidad para

enviar al receptor la información tal como lo deseamos. Lo curioso de esta actividad es que, manteniendo constantes todas las demás actividades, podemos conseguir varias imágenes prácticamente idénticas en cuanto a la información contenida, punto de vista, contraste, perspectiva, respuesta tonal, etc. y, en cambio, sólo una produce la finalidad propuesta de transmitir al receptor la información deseada. Ligeros matices de cambio en el encuadre pueden producir imágenes profundamente distintas en cuanto a sus capacidades de cubrir los objetivos.

Esta actividad está profundamente interrelacionada con la anterior y la posterior. Obsérvese que las tres actividades de "establecer relación cámara-escena", "encuadrar" e "iluminar" son las subactividades en las que hemos descompuesto la actividad de "componer" del nivel anterior (nivel 3). La salida de "establecer la relación cámara-escena", bajo un esquema rígido, habría determinado completamente la posición de la cámara y el tipo de objetivo. Esto implicaría el no poder modificar esta posición. Si bien esto es cierto en la medida que supone una determinada manera de enfrentarse a la escena, tenemos libertad suficiente para hacer las pequeñas modificaciones necesarias para realizar la actividad de "encuadrar". De estos pequeños cambios, a veces muy sutiles, depende en gran medida la capacidad de las imágenes para atraer al receptor.

Como veremos más adelante, cambios en la iluminación pueden desequilibrar completamente una imagen ya encuadrada. A pesar de ello, en este modelo, después de varios intentos fallando las dos alternativas, he llegado a la solución que ofrez-

co, con la actividad "iluminar" inmediatamente a continuación de "encuadrar". Parece evidente que sólo podría ser posible encuadrar después de haber concluido con las restantes actividades de disponer los elementos de la escena, determinar la posición de la cámara y la iluminación. La experiencia propia y de otros muchos fotógrafos me conduce a esta ordenación que es la que realmente se produce en el trabajo de campo, dejando, como antes hemos visto, un margen para realizar modificaciones de última hora que ajusten definitivamente el encuadre. En conclusión, existe una realimentación entre la actividad de "establecer la relación cámara-escena" y "encuadrar" por un lado, y entre ésta y la de "iluminar" por otro.

El resultado importante, sin embargo, no está en detectar estas realimentaciones entre las subactividades de "componer", sino en reflejar las diferencias funcionales de estas subactividades. La acción de colocar la cámara en una cierta disposición respecto de la escena está determinando una aproximación a los contenidos de la escena, mientras que la de encuadrar se refiere exclusivamente a aspectos formales pero, al parecer, imprescindibles para realizar la lectura correcta de la imagen. La actividad de "iluminar", a su vez --como veremos más adelante, cuando explique las funciones de la iluminación--, permite establecer la conexión entre estas dos subactividades

De nuevo se nos plantea aquí un aspecto que marca las diferencias entre la fotografía y las artes plásticas, en este caso en los procedimientos de trabajo. Si bien en ambos casos puede ser necesaria la intervención en la preparación de la

escena, al dibujante o pintor le basta con colocarse en determinada posición respecto de la escena, en el caso de que la necesite como referencia, mientras que la existencia de la cámara, su colocación y las características del objetivo son incuestionables y están determinando, en gran medida, el resultado. Lo que se denomina componer para el pintor, se desglosa en actividades diferentes para el fotógrafo, como ya hemos visto. Hay que adoptar, incluso, el término "encuadrar", inexistente en los otros campos, y cuyo contenido estaría muy próximo a lo que el pintor denomina componer.

El artista plástico, al componer distribuye los elementos en una superficie acotada, generalmente, por un rectángulo. El fotógrafo debe, en cambio, colocar dentro de un cuadro los elementos de la escena. La diferencia en los procedimientos de trabajo justifica los distintos nombres de esta actividad en los campos de la fotografía y la pintura, pero no así sus contenidos. Admito como válida, por tanto, una definición como la de Villafañe:

"La composición es el procedimiento que hace posible que una serie de elementos inertes cobren actividad y dinamismo al relacionarse unos con otros."(18)

La composición, en su acepción general, y el encuadre, en el sentido que le doy en el campo de la fotografía, están relacionados con aspectos formales de la imagen final y no con los semánticos. Más aún, el encuadre obedece a las características estructurales determinadas por el sistema perceptivo humano.

La manera de ordenar -de organizar-, los elementos visuales, determina la aceptación sin dudas o ambigüedades por parte del receptor de la propuesta icónica. Para que esto ocurra, la organización debe ser simple; este planteamiento no niega que una imagen icónicamente compleja por la cantidad de elementos que intervienen en ella pueda dejar de ser simple en cuanto a su estructura compositiva. La organización simple de los elementos icónicos, por complejos que sean éstos, es, en todo caso, la que va a permitir que la lectura de la imagen se haga de forma rápida, sin confusión y en el orden correcto.

Quiero subrayar que estoy hablando de factores estructurales, al margen de la propia naturaleza de los elementos visuales. Si estos influyeran en la lectura de la imagen de una manera determinante habría que proceder a la organización de los elementos de las imágenes en función de la importancia de ellos. No se puede afirmar que el color, por ejemplo, sea un elemento más determinante en la lectura de la imagen que el tono o la forma. Refiriéndose a los elementos utilizados en la composición plástica, Villafañe dice:

"Entre estos seis elementos, parece, a primera vista, que el color y la forma son más importantes que el resto de los elementos, entre los que destaca alguno de ellos, como el punto, por su extremada sencillez; sin embargo no se puede admitir, al menos a nivel teórico, tal valoración, puesto que en un contexto determinado, alguno de estos elementos más complejos puede convertirse en secundario y, por el contrario, el punto o

cualquier otro pasar a desempeñar un carácter dominante en la composición." (19)

Creo que los elementos, en definitiva, se ponen al servicio de la estructura; según sea ésta la importancia de los elementos tendrá un orden distinto, sin que sistemáticamente sea siempre, por ejemplo, la forma prioritaria al color, el color a la línea, etc. Existen excepciones, sin embargo, aunque no niegan la validez de este planteamiento; algunos elementos visuales, usados estilísticamente o como resultado de la moda, pueden llegar a dar la apariencia de tener más importancia, cuando en el fondo el único cambio ha consistido en darle un nuevo uso a esos elementos. Por poner un ejemplo citaré el uso del tamaño del grano de plata que forma la imagen fotográfica; si se consigue mantener sus dimensiones en valores suficientemente bajos, el ojo no puede distinguirlo, consiguiéndose imágenes aparentemente continuas. Durante cierta época se ha intentado, sin embargo, aumentar el tamaño del grano hasta hacerlo visible, para darle un uso expresivo, no funcional. La monotonía de este elemento así usado --su redundancia-- le resta el papel de elemento preponderante, confiriéndole solamente el valor de un uso distinto, pero no más importante que los otros elementos. Otro ejemplo análogo al anterior, este vez en el campo de la pintura, es el uso del punto en el puntillismo.

Estos dos hechos, la carencia de preponderancia de unos elementos sobre otros y la dominancia de la estructura, abundan en la idea de la percepción de la imagen como un todo. Villañaña apunta:

"El resultado visual inherente a toda composición, depende de un efecto de totalidad y nunca de una adición de elementos."(20)

Esta característica es inherente al sistema perceptivo humano, siempre que pueda recibir la imagen como un todo. Las circunstancias que van a influir son el tamaño de la imagen y la distancia de observación. Ambas se deben adecuar para que la imagen pueda contemplarse en su conjunto bajo un ángulo de unos 45° ó 50°; debo resaltar que este detalle no suele citarse en los textos referidos a la imagen en general o a la imagen pictórica y sí, en cambio, en algunos textos fotográficos. La imagen así observada, y limitada por un contorno, destaca, como un todo, del fondo.

La salida de esta actividad de "encuadrar" será una imagen equilibrada, en la que la vista parece como incapacitada para franquear su contorno; una imagen sin equilibrio impedirá, sin embargo, que la mirada se pierda en ella sin solución de continuidad, facilitándole la salida por cualquiera de los bordes del cuadro. Esta característica es descrita, claramente, por Villafañe:

"Cuando una imagen obtiene el equilibrio entre todos sus elementos y éstos pierden su autonomía en beneficio de la síntesis icónica, ésta adquiere un carácter de permanencia que, sobre todo, en el caso de la imagen aislada es fácilmente perceptible."(21)

Una condición, quizás, para construir la estructura con limpieza, con nitidez, es la de huir de la ambigüedad. Un

punto situado en un rectángulo puede ocupar su centro geométrico o algún punto cercano a cualquiera de sus esquinas, dando suficiente sensación de equilibrio, mientras que en una posición cercana al centro geométrico producirá desconcierto. En una fotografía las líneas que intenten aparentar verticalidad u horizontalidad, por ejemplo, deben ser realmente verticales u horizontales, es decir, deben formar ángulos de 0° o de 90° con respecto a los bordes. Si los ángulos determinados son, en cambio, muy próximos a éstos, la sensación general que producen es la de desequilibrio. Arnheim considera que debe imperar:

"...la tendencia a que la estructura perceptual sea lo más definida posible. Los psicólogos de la Gestalt la han llamado "ley de la prägnanz", desdichadamente no la han distinguido lo bastante de la tendencia a la estructura más simple. (Para rematar la confusión, los traductores han sustituido la palabra alemana prägnanz por la inglesa pregnancy, que significa casi lo contrario.)" (22)

Nuestra actividad tiene por objetivos, por tanto, introducir el equilibrio y el orden; el primero tiene como finalidad retener la mirada dentro de la imagen, mientras que el segundo debe conducir la lectura de la misma.

Los principios sobre los que se basa esta construcción son, por otra parte los siguientes:

-la estructura debe ser lo más simple posible;

- la estructura debe ser lo más concreta posible, sin ambigüedades;
- no existen elementos que siempre sean más importantes en la creación de las estructuras;
- la simplicidad de la estructura no es antitética de la complejidad icónica.

La salida, la imagen encuadrada --en el amplio sentido que le estoy dando--, se obtiene mediante la aplicación de esta actividad en interacción con la de "iluminar", según expliqué antes y con la adopción, además, de otras medidas a aplicar posteriormente en las siguientes actividades, encaminadas a obtener el resultado previsto en la actividad de "visualizar". Queda con esto claro que no entiendo por "encuadrar" exclusivamente la actividad de colocar dentro del marco del visor una parte de la escena bien delimitada. La imagen final, de la que aún estamos distantes varios pasos, va a poseer unas características distintas de la contemplada a través del visor, porque en ella vamos a influir variando la respuesta tonal y el contraste, por ejemplo, mediante el proceso posterior de revelado. Quiero subrayar, de nuevo, la diferencia en estos procedimientos con respecto a los de los artistas plásticos, independientemente de que, al final, el receptor los evalúe bajo los mismo criterios perceptivos, así como la necesidad de unos conocimientos previos sobre la respuesta de los materiales por parte del fotógrafo.

Los elementos a considerar son, en primer lugar, de dos

tipos. Por un lado está el cuadro, dentro del cual se va a formar la imagen y que la va a separar del resto de la realidad; dentro del cuadro, por fin, la imagen se va a configurar con unos elementos icónicos.

El cuadro posee dos características: el tamaño y el formato. El tamaño de la imagen final puede ser variable; pero, en todo caso, ateniéndonos a lo que ya hemos visto, debe contemplarse a una distancia tal que el ángulo de visión sea aproximadamente el mismo. Es decir, a mayor imagen la distancia de observación debe ser mayor, manteniéndose constante, por tanto, la perspectiva. Con este planteamiento, el tamaño de la imagen sólo debe condicionar la distancia de observación.

El formato nos indica la relación que existe entre las dimensiones de los lados de la imagen. Supongo que la mayoría de las imágenes son rectangulares, considerando el cuadrado como un caso particular de rectángulo. Como los lados son iguales dos a dos, sólo es necesario comparar dos de estas longitudes; se toma como primera longitud la del lado vertical y la relación se simplifica de forma que uno de los términos de la relación valga uno. Si el primero de los términos es la unidad, indica que el formato es apaisado; si es el segundo de los términos el idéntico a la unidad, indica formato vertical (si los dos términos de la relación son iguales determinan, obviamente, un formato cuadrado).

Utilizando en fotografía el sistema negativo-positivo, una imagen registrada en cámara en un determinado formato de nega-

tivo, debe ser copiada posteriormente en un papel, para obtener una imagen positiva, que posea el mismo formato de la imagen negativa. La propuesta parece simple y lógica, pretendiendo que la imagen encuadrada sea la que al final se muestre al receptor. Curiosamente, sin embargo, los papeles fotográficos se fabrican en formatos muy dispares de forma que no es fácil conseguir que el papel tenga, para el tamaño deseado, el mismo formato del negativo.

Ante esta situación el fotógrafo posee una doble alternativa: o mutilar parte de su negativo rellenando por completo el papel fotográfico con imagen, pero sin poder recoger todo lo que estaba en el negativo o, por el contrario, proyecta su imagen negativa completa sobre el papel, aunque parte del papel se pierda, se desaproveche. Esta reflexión quizás puede parecer carente de sentido al no iniciado; pero incide directamente en el sentido profundo de la actividad de "encuadrar" que estamos considerando. He podido observar, a lo largo de muchos años de docencia de la fotografía, la atracción inmensa que supone, en el momento del positivado, hacer una imagen que ocupe por completo toda la superficie del papel, despreciando lo que hay en el negativo de información registrada y encuadrada. Esta tendencia no debe ser obvia, por otra parte --aunque no he investigado más sobre el tema-- puesto que todos los laboratorios producen el mismo tipo de defecto con sus tiradoras automáticas.

La raíz de este curioso fenómeno se encuentra, como otras

tantas cosas en fotografía, en el azar. Oscar Barnack, diseñador de la primera cámara para película de 35 mm., la más usada en la actualidad, tuvo su idea a partir de un ingenio que había desarrollado para ayudar a la industria del cine. La dificultad de controlar la exposición y la iluminación en los primeros tiempos del cine, propiciaba que se hicieran frecuentes controles, en el mismo plató, revelando algunos metros de película de prueba. Para simplificar estas operaciones, Barnack diseñó un instrumento que, dotado de su propia óptica, se situaba en la misma cámara de cine. Cuando piensa en su adaptación para cámara fotográfica de uso general el cambio fundamental que introduce consiste en duplicar la superficie del negativo. La imagen inicial, de 18 x 24 mms. se convierte en una de 24 x 36 mms., pasando de un formato universalmente aceptado de 1:1,33 a uno de 1:1,5. El curso de los años ha convertido este sistema en el más extendido, con mucha diferencia con respecto a todos los demás gracias, fundamentalmente, a la increíble mejora en la calidad de los materiales fotosensibles y, paralelamente, a la de los objetivos. Una decisión pragmática tomada circunstancialmente como una forma práctica de hacer la fotografía más flexible ha convertido al formato 1:1,5 en la norma prácticamente universal.

Los formatos de los papeles más frecuentes, como ahora mostraré, no coinciden más que excepcionalmente con este formato consagrado, en contradicción con lo que sería previsible. Por un lado los fabricantes hacen esta oferta restringida, mientras que por otro los usuarios tienden a aprovechar todo el papel,

en detrimento de la información contenida en el negativo. A pesar de ser ésta la actitud más frecuente, considero que, dada la importancia de esta actividad de "encuadrar", el formato original determinado frente a la escena con la ayuda del visor, debe ser respetado y, por tanto, copiado el negativo a su tamaño final conservando todos los elementos icónicos incluidos en él.

Los tamaños de materiales de cámara más frecuentes y sus formatos asociados son:

13 x 18 mm.	1:1,3
18 x 24 mm.	1:1,3
24 x 36 mm.	1:1,5
4,5x 6 cm.	1:1,3
6 x 6 cm.	1:1
6 x 9 cm.	1:1,5
9 x12 cm.	1:1,3
13 x 18 cm.	1:1,3
18 x 24 cm.	1:1,3
20 x 25 cm.	1:1,25

La relación correspondiente de medidas y formatos para los papeles fotográficos de copias es:

6 x 9 cms.	1:1,5
9 x 13 cms.	1:1,4
13 x 18 cms.	1:1,3
18 x 24 cms.	1:1,3
20 x 25 cms.	1:1,25
24 x 30 cms.	1:1,25
27,5x 35 cms.	1:1,27
30 x 40 cms.	1:1,3
40 x 50 cms.	1:1,25

Los elementos que forman la imagen fotográfica son verdaderamente simples. En última instancia, el formante de la imagen fotoquímica es, como ya vimos, la plata; ésta se agrupa en forma de granos que, a su vez, se unen en forma de hilos. Cualquier imagen no está formada, en definitiva, más que por una organización de estos granos de plata, cuya configuración final obedece por un lado a la imagen óptica de la escena proyectada sobre la emulsión fotográfica, y por otro lado a la propia naturaleza de los materiales fotosensibles y al proceso de revelado. La distribución definitiva de los granos de plata configura la imagen merced a un reparto más o menos homogéneo de estos granos de plata por la superficie de la película fotográfica, aumentando la cantidad de plata acumulada en cada zona en función de la cantidad de luz que ha recibido.

Haciendo abstracción del grano de plata, a nivel visual se pueden distinguir zonas de igual densidad de plata o, mejor, superficies que, a su vez, pueden ser texturadas o lisas. En el continuo espacial, la unión con otra superficie (o zona de distinta cantidad de plata) determina la línea, que puede ser cerrada o abierta y aparecerá de forma nítida o borrosa. En el caso de material de color, las superficies se caracterizan, también, por su matiz, además del tono (o capacidad de los elementos para crear la sensación de brillo).

El objeto de la actividad es, con todos los condicionantes que ha mencionado, conseguir el equilibrio para obtener, en primer lugar, el adecuado reposo de la vista del re-

ceptor en la imagen, evitando la tendencia de la mirada a salir del cuadro y construyendo, a la vez, de manera abstracta, las líneas o puntos singulares que permiten que la lectura se haga de una forma determinada. Arnheim expone que:

"Dos propiedades de los objetos visuales ejercen especial influencia sobre el equilibrio: el peso y la dirección." (23)

Considero que son el peso y la dirección, justamente, los dos elementos que nos van a permitir la construcción del equilibrio; pero discrepo de Arnheim en conferirle al peso y la dirección el carácter de propiedad de los objetos visuales. Ya hemos visto cuáles son las características de los elementos visuales ; el peso y la dirección surgen, en cambio, al establecer una relación entre los elementos visuales. Los procedimientos de la actividad de "encuadrar" serán, en definitiva, los destinados a conseguir establecer estas relaciones.

Los conceptos que estoy usando son, todavía hoy, difícilmente formalizables; no he encontrado una definición adecuada del término y Arnheim sólo oferta una aproximación al tema:

"En el mundo de nuestros cuerpos, llamamos peso a la intensidad de la fuerza gravitatorio que tira de los objetos hacia abajo. Se puede observar un tirón similar hacia abajo en los objetos pictóricos y escultóricos, pero el peso visual se ejerce también en otras direcciones." (24)

Si el peso que conduce al equilibrio es una fuerza nula --aceptando esta terminología--, hemos de considerar todas las

fuerzas que concurren en la imagen, entendiendo como fuerza la conducción más o menos intensa de la mirada producida por la relación que se establece entre dos elementos visuales dentro del cuadro de la imagen. Podría ser más adecuado, quizás, hablar de un potencial relativo, asociado a cada elemento visual, y de la resultante como la diferencia de potencial que se establece entre dos elementos concretos.

Según mi criterio, el potencial relativo asociado a cada elemento dependería de sus características, que ya hemos visto, de tamaño, tono y color. La relación entre ellos se establecería de forma espacial puesto que, en definitiva, cada uno ocupa un lugar en el trozo de plano acotado por el contorno de la imagen. Aquí es donde entraría en juego la distancia de separación como relación métrica fundamental. Las distancias a considerar serían múltiples, tomadas de dos en dos y tendría un doble carácter, según el par de elementos a los que esté asociada: podemos considerar, así, la distancia entre un par de elementos icónicos o entre un elemento y el contorno de la imagen. La línea juega el papel de indicar la separación entre los distintos elementos o superficies, siendo el centro geométrico de cada superficie el lugar desde el que establecer las medidas de distancias.

De esta estructura que es estática cuando se ha conseguido el equilibrio, emerge la estructura dinámica que conduce la mirada. El peso actúa como un elemento más, al que hay que añadir otros factores.

Los gradientes de tamaño y de tono, entendidos como una disminución progresiva del tamaño o una variación continua del tono, producen, en ambos caso, profundidad en la imagen que, a su vez, crea dirección de lectura.

El contraste tonal aparece cuando, por contraposición al gradiente, las variaciones de tono no son continuas. Los puntos más brillantes de la imagen fotográfica producen atracción, especialmente cuando el contraste es más elevado. Los dos extremos tonales confieren dinamismo a la imagen, dándole brillantez los tonos más claros, y profundidad los tonos más oscuros. Estos tonos extremos ayudan al equilibrio general, tanto en la fotografía en blanco y negro como en color; pero, al ser los valores máximo y mínimo de brillantez que puede ofertar el material, esas zonas están desprovistas de detalle, por lo que deben poseer unas dimensiones pequeñas respecto al total de la superficie de la imagen. Las zonas contiguas a estos tonos extremos poseen, ya, textura, detalle de la forma y son, especialmente las más brillantes, las que llaman antes la atención. Un ejemplo, dentro del campo del cine, es la iluminación clásica de los actores, con niveles de luz superiores al fondo para conseguir atraer la mirada del espectador.

La forma es otro de los elementos creadores de direcciones de lectura. La forma surge de la línea, entendida ésta, según dije antes, como la frontera entre dos zonas de distinto tono. En un esquema simple una línea cerrada hace que la superficie contenida dentro de ella aparezca como figura, destacando sobre

el resto de la superficie, que pasa a ocupar el papel de fondo. Las formas surgen, en definitiva, de las líneas cerradas. La simplicidad de las formas y su ubicación espacial son determinantes de la creación de líneas de dirección; también lo son, en gran medida, las líneas abiertas, como la línea del horizonte en un paisaje abierto, aunque sea éste un ejemplo tópico.

Cuando se pasa del nivel de abstracción, puramente formal, en el que he estado trabajando, a un nivel de contenidos, la naturaleza del referente juega un papel fundamental. En el registro de una escena en la que intervienen seres animados, estos atraen más la atención que los inanimados; dentro de los primeros, a su vez, las personas son prioritarias a los animales. Esta escala, propia de nuestra naturaleza, nos provee de criterios para la localización dentro del cuadro de los elementos principales.

La relación entre estos elementos, por último, crea líneas de lectura que varían en dinamismo según la naturaleza de los elementos relacionados y el tipo de relación que se establece entre ellos. Estas relaciones están también jerarquizadas, como hemos visto que estaban jerarquizados los elementos por su naturaleza.

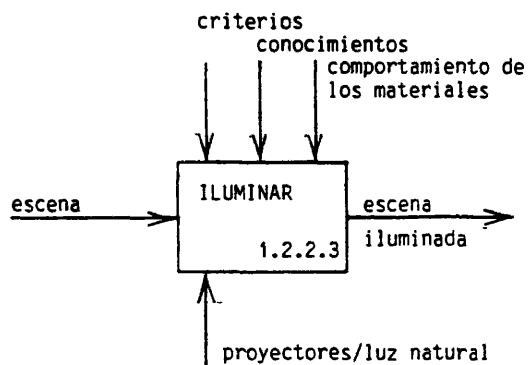
ILUMINAR (actividad 1.2.2.3)

La actividad de "iluminar" toma la "escena" como entrada para ofertar como salida la "escena iluminada". Esto supone que la luz no forma parte de la escena. Cuando hablé de la escena hice, ya, esta distinción que es, obviamente, discutible. MI argumento radica en que la escena existe aunque no haya luz y es perceptible, por tanto, a través de otros sentidos. La existencia de luz posibilita que la escena la refleje y se forme una imagen, bien mediante el ojo o el objetivo, destinada a ser percibida o registrada.

La luz tiene, en cambio, la capacidad de calificar las escenas. Distintas formas y niveles de iluminación de la misma escena producen imágenes que decodificamos de manera diferente, generalmente asociando cada una a una determinada situación. La separación de la escena de su iluminación ayuda, también, a encontrar el repertorio de posibilidades asociado a un mismo elemento constante, la escena. En un medio como el cine, donde la iluminación artificial ha sido imperativa desde sus comienzos por razón, entre otras cosas, de la baja sensibilidad a la luz de los antiguos materiales fotosensibles, se han creado, con el tiempo, una serie de géneros de iluminación, normalmente asociados a ciertos géneros narrativos. Esta relación ha llegado a ser tan estrecha que es posible identificar, en muchos casos, el género al que pertenece una película con sólo contemplar su primera secuencia. He de admitir la evolución en el tiempo de estos esquemas de iluminación y, por tanto,

la posibilidad de identificar en el modelo diacrónico la fecha de producción de un filme. Los cambios que es posible observar a lo largo del tiempo están relacionados con los cambios en los materiales fotosensibles y de iluminación, así como en la evolución de los estilos de realización.

Los elementos que actúan de información de control en esta actividad --es decir, toda la información que es usada para realizar la actividad por el fotógrafo-- están agrupados en el conocimiento de la respuesta de los materiales fotosensibles y de los instrumentos de iluminación, en el dominio de las técnicas de iluminación y, por fin, en los criterios a adoptar en un caso concreto, con una escena dada y unos objetivos que cumplir. Como soportes para la actividad tenemos los proyectores, la luz natural y los elementos auxiliares.



Funciones de la iluminación.

La iluminación está presente en cada fotografía, en cada imagen registrada, incluso aunque el soporte no sea el convencional material fotosensible y pasemos a las nuevas cámaras de registro sobre soporte magnético, (hoy en día existen algunos prototipos funcionando en manos de profesionales). El término iluminación parece asociado a una actuación premeditada del fotógrafo disponiendo sus instrumentos de iluminación artificial. Nada más lejos de la realidad. Cada fotógrafo decide en un cierto momento la toma de su imagen por razones muy diversas; esto ocurre, en general, cuando concurren una serie de circunstancias. Es cierto que, con frecuencia, se hacen fotografías en malas condiciones de luz que no garantizan, por tanto, imágenes de calidad; pero válida, a su vez, el principio de que es mejor tener una imagen que no tenerla. Las circunstancias a las que me refiero incluyen la iluminación como una más; después de haber elegido la escena, el punto de vista, la interrelación entre los elementos, el encuadre y otros aspectos más técnicos, hemos de incluir la iluminación. O quizás en primer lugar, porque en muchas ocasiones es la iluminación de una escena la que sugiere su toma fotográfica. Es un elemento, por tanto, absolutamente primordial en la toma de imágenes iluminadas con luz natural. El fotógrafo busca las condiciones ideales de luz para su imagen o se deja influir por las existentes; si no se adecuan a sus necesidades, intenta modificarlas con la ayuda de algún instrumento auxiliar,

como reflectores o fuentes de luz artificial portátiles. Cuando nada de esto es suficiente, simplemente, se espera.

La iluminación artificial tiene como ventajas el control bastante riguroso al que se puede llegar, siempre que se disponga de los instrumentos adecuados y la posibilidad, importantísima para algunos trabajos, de poder repetir el mismo esquema de iluminación en otro momento. La mayor dificultad del iluminador están en conseguir un modelo claramente abstracto o uno similar a la luz natural, sin caer en el terreno intermedio en el que, una mala calidad de iluminación, ponga en evidencia los manantiales de luz artificial.

Los aspectos que estoy tratando son los más evidentes, los que emergen con más facilidad al analizar la iluminación de una fotografía. La iluminación cumple, además, otras funciones que clasifico en lo que llamo niveles técnico, formal y de contenido.

Funciones de nivel técnico.

La función más elemental consiste en conseguir el nivel correcto de luz. La primera razón para ello es buscar el nivel de luz suficiente para adaptarse a la sensibilidad de los materiales. Existen diversas normas para la determinación de la sensibilidad; pero todas giran en torno a la idea de calcular la cantidad mínima de energía luminosa necesaria para producir una cierta opacidad en el material. Según esto, materiales de sensibilidad diferente necesitarán cantidades distintas de

energía para conseguir el mismo resultado.

Para regular la cantidad de luz que accede en la cámara hasta el plano de la película fotográfica se disponen de dos controles. Uno es el diafragma, que regula la anchura del haz luminoso de entrada y se encuentra entre las lentes del objetivo. El otro mecanismo es el obturador, que controla el tiempo que la luz está incidiendo en la emulsión fotográfica. Puede estar situado en el mismo objetivo, como el diafragma, o justo delante del plano de la película.

Estos dos mecanismos permiten adecuarnos, con facilidad, a las condiciones de las distintas escenas. Dado que la sensibilidad del material que estamos usando exige una cantidad dada de energía luminosa y que la cantidad de luz que refleja cada escena hacia la cámara puede ser distinta, los controles que poseemos sobre diafragma y obturador permiten ajustar la cantidad de luz que alcanza el plano de la emulsión fotográfica a la exigida por su sensibilidad.

Estos mecanismos, además, están regulados de forma que, disponiéndolos en unas posiciones previamente marcadas, podemos permitir que pase la mitad o el doble de luz que en la posición anterior. Como diafragma y obturador se pueden regular por el mismo procedimiento, podemos conseguir distintas combinaciones de las posiciones de ambos mecanismo que permiten el paso de la misma cantidad de luz. De todas las posibilidades el fotógrafo elige en cada situación la que más le conviene.

Los criterios de selección de la combinación adecuada se centran en el incremento de la profundidad de campo y en la detención del movimiento. De todas las posiciones del diafragma, aquellas que llevan aparejadas un menor diámetro para el paso de la luz por la óptica, implica una mayor profundidad de campo y, por tanto, un mayor intervalo de distancias en la escena, en torno al plano enfocado, que da imágenes nítidas. Un tiempo más corto de obturación, a su vez, permite obtener imágenes nítidas de objetos en movimiento con más facilidad. Si una vez fijada la velocidad de obturación, por ejemplo, observamos que la posición correspondiente del diafragma no satisface nuestros objetivos de profundidad de campo, sólo tendremos la alternativa de incrementar la cantidad de luz existente, teniendo en cuenta que por cada paso de diafragma que nos falte hasta alcanzar el valor deseado hemos de duplicar el nivel luminoso.

Otro factor más a considerar, en esta lista de funciones de la iluminación desde un punto de vista técnico, es la adecuación que debe establecerse entre el contraste de la escena y las características del material fotosensible. Los materiales fotográficos tienen capacidad para reproducir con detalle, matizando las ligeras diferencias tonales, elementos de la escena que no superen unos ciertos valores máximo y mínimo. Estos valores extremos dependen del tipo de material que se esté usando. Para obtener la máxima respuesta tonal, por ejemplo, una técnica puede ser la de hacer coincidir el contraste de la escena con las capacidades extremas del negativo (o, me--

por dicho, con su intervalo de exposiciones). Si la escena tiene un contraste inferior al óptimo, podemos incrementarlo iluminando por zonas, mientras que si el contraste de la escena supera al máximo permisible, es factible disminuirlo rellenando de luz las zonas menos iluminadas. Existen otros procedimientos; pero sólo era mi intención mostrar cómo la iluminación cumple una función clara para ajustar la relación que se va a establecer entre la escena y los materiales fotográficos en el momento de la exposición, de manera que podamos obtener el mejor rendimiento o, al menos, la respuesta deseada.

Funciones de nivel formal.

Este nivel tiene que ver, fundamentalmente, con la manera como percibimos y decodificamos los elementos visuales incluidos en una superficie plana y delimitada por un contorno. La preparación para la codificación adecuada ha pasado ya por varias etapas. En un primer momento hablamos de la preparación de la escena, de la disposición de los elementos presentes o añadidos y del establecimiento, por sus posiciones relativas, de la interrelación entre ellos. Después vimos cómo, mediante el encuadre, se establecían centros de atención y líneas de lectura de las imágenes. Es, en este mismo sentido formal, donde la luz juega un papel primordial.

La sensación de espacialidad en una imagen de dos dimensiones se consigue, como ya vimos, mediante la perspectiva y los gradientes de tonos. El fotógrafo utiliza para modificar la

primera objetivos que recogen la escena bajo ángulos distintos. Para producir los gradientes tonales usa, en cambio, la iluminación. Con ella produce sensación de volumen para los objetos, por un lado, y sensación de espacialidad, de profundidad, por otro. Una iluminación lateral sobre un cuerpo redondeado acentúa la sensación de volumen. El efecto de profundidad de una sala, por ejemplo, puede conseguirse dando una iluminación al fondo inferior en intensidad que a los elementos del primer plano. Si la disminución de luz es progresiva, se acentuará la sensación de profundidad.

Otro papel de la iluminación, a nivel formal, es como determinante de la composición. Esta no viene influida, exclusivamente, por la distribución de las líneas que demarcan las formas. Bien al contrario, las líneas, según mi criterio, surgen por una diferencia brusca de luminancia, fruto, normalmente, de un cambio del coeficiente de reflexión, o por un cambio brusco en la cantidad de luz que incide sobre el cuerpo. Distinguimos los cuerpos por sus características de absorber cierta parte de la luz que le incide y reflejar, por tanto, el resto. Las líneas surgen para nosotros, como representación visual, en la medida que constituyen las fronteras entre dos zonas de diferente reflectancia. Curiosamente, la imagen fotográfica funciona por los mismo principios, asociando distinta cantidad de plata a zonas que reflejan distintas cantidades de luz. Estas diferencias de plata se convierten en diferencias de opacidad a la luz, cuando contemplamos un negativo a su través. La línea no es, por tanto, más que un elemento artificial, pe-

ro necesario, de la representación manual : el dibujante ha necesitado inventarla.

Uso el término línea en este sentido, donde supone la unión --o separación-- de superficies que producen sensaciones de brillo diferentes. Es esto lo que permite que unos objetos emerjan visualmente entre otros, convirtiéndose la línea en su contorno, en la apariencia de su forma. La línea surge, así, como definidora de forma, cuando no es más que la delimitadora de distintas superficies. La iluminación de estas superficies de maneras diferentes va a determinar que los objetos sean más o menos preponderantes. Igualando los tonos de superficies de distintas reflectancias por la simple vía de iluminar más la menos luminosa de ellas, permitirá que aparezcan como un continuo o que, por lo menos, no destaque tanto. Podemos, igualmente, actuar a la inversa. Con esta técnica podemos proceder a cambiar el equilibrio --o desequilibrio-- de una escena delimitada en el visor de nuestra cámara, para conseguir la composición correcta. Esta función de la iluminación, tan importante, incide en mi planteamiento de distinguirla de los elementos de la escena, de considerarla como un elemento modificador, pero no perteneciente a ella.

Otra función de la iluminación, a nivel formal es, por último, la de destacar los elementos importantes de la escena. Los objetos que reflejan más luz atraen la atención antes o, incluso, prioritariamente. Para crear una estructura dinámica que obligue a la lectura de la imagen de la forma que más nos

convenga, se puede hacer resaltar con la iluminación aquellos elementos de la escena cuya interrelación determina la línea de lectura.

Funciones de nivel semántico.

La naturaleza de los elementos de la escena y el tipo de relación que se establece entre ellos, determinan, en gran medida, el grado de interés que pueda suscitar en el lector y, consiguientemente, las emociones que pueda producirle en función de las connotaciones que posea para él. La iluminación puede potenciar el ambiente dramático creado por el tipo de escena. Este tipo de aplicación de la iluminación en el campo de la fotografía puede parecer frío, artificial, fuera de la realidad cotidiana, que vendría recogida por la fotografía de reportaje de hechos reales. Parece evidente, a primera vista, que nada serio puede ocurrir en una escena preparada, donde se ha creado previamente la iluminación apropiada para un determinado tipo de situación.

Son las condiciones adecuadas para las historias de ficción, donde todo está preparado, como ocurre en el cine, por ejemplo, en el cual este tipo de iluminación tiene su más amplio exponente. Dentro de la fotografía convencional la iluminación cumple bien este tipo de cometidos en campos más asépticos, como la fotografía industrial o publicitaria. Hay que admitir, sin embargo, que en un género fotográfico como el retrato, la

iluminación puede reforzar el carácter del retrato o evidenciar elementos que, incluso, están ocultos.

Otra función de la iluminación en este mismo nivel de contenido es la de reproducir las mismas condiciones de luz que otras imágenes. Puede ser necesario en la preparación de una secuencia de imágenes que deban tener todas el mismo tipo de ambiente; la dificultad extrema en este tipo de planteamiento --por otra parte más frecuente últimamente-- es la de conseguir recrear la misma iluminación en tomas separadas en el tiempo o en el espacio. Esta función puede ser absolutamente perentoria cuando las imágenes fotográficas están destinadas a formar parte de un diaporama o multivisión.

Voy a hablar, por último, de la aplicación de la iluminación a un caso, en el que la exigencia máxima está en no modificar la escena con la iluminación, aunque haya que iluminarla; dicho de otra forma, hay que intentar ser neutros y respetar la escena tal como se contemplaría si la iluminación fuera homogénea. La aplicación principal de este caso está en la reproducción a través de la imprenta, con la ayuda de la fotomecánica, de las obras planas hechas por otras personas. La difusión de las obras de arte que cumplen estos requisitos, como el dibujo o la pintura, obligan a respetar al máximo el original. Una iluminación no homogénea de las mismas aumentaría la cantidad de luz reflejada por algunas zonas, variando el contraste de la imagen reproducida con respecto de la escena, que estaría en contradicción con las condiciones de ilumina-

ción uniforme, al menos teóricamente, en las que se suele observar este tipo de obras.

FUNDAMENTOS DE LA ILUMINACION BASICA

La iluminación clásica básica gira, siempre, en torno a la disposición de varias fuentes de luz, denominadas luz principal, luz de relleno, luz de contra y luz de fondo. Estos principios, comprobados por mí en la práctica, no aparecen justificados, al menos suficientemente, en la escasísima bibliografía existente sobre el tema de iluminación, considerando éste ampliado a todos los sistemas de registro, incluidos el cine y el vídeo.

Es preciso, antes de observar la función de las distintas fuentes de luz mencionadas antes, ver el efecto que produce la relación de la luz con la escena, desglosando, por fin, los elementos de ésta.

Los elementos de una escena se caracterizan, desde el punto de vista que nos interesa ahora, por su capacidad de reflejar la luz, medida por el coeficiente de reflexión. Se entiende éste, como ya he dicho, como el porcentaje de luz que refleja una superficie. Cada superficie de la escena se caracteriza, así, por reflejar una parte de la luz que incide sobre ella. El contraste de una escena es la relación que existe entre la cantidad de luz reflejada por la parte más luminosa y la menos

luminosa de ella. Si la escena está homogéneamente iluminada, el contraste de la escena coincide con la relación que exista entre los coeficientes de reflexión de la zona más clara y de la más oscura. Sería la forma más neutra de observar una escena, puesto que el contraste percibido va a responder a las características inherentes a los objetos.

Las cosas cambian si una parte de la escena está más iluminada que otra. Voy a tomar una situación extremadamente simple como ejemplo. La escena va a consistir en dos superficies contiguas, una encima de la otra, tal que la superior refleje el doble de luz que la inferior. Si la escena está homogéneamente iluminada el contraste será, obviamente, de 2:1; es decir, la relación que existe entre sus coeficientes de reflexión. Si ahora iluminamos la mitad izquierda de nuestra escena ejemplo haciendo que caiga sobre ella el doble de luz que sobre la parte derecha, el contraste de la escena --que sigue siendo la misma-- se incrementa. La parte inferior de la izquierda reflejará, ahora, la misma cantidad de luz que la parte superior de la derecha, o sea 2 unidades, mientras que la parte superior de la izquierda, que refleja el doble que lo que le cae, reflejará 4 unidades; la parte inferior derecha, en cambio, refleja solamente 1 unidad de luz. El nuevo contraste será, por tanto, de 4:1.

Este planteamiento está profundamente ligado al tipo de manantial luminoso que se utilice. Si la luz procede de un punto --o de una superficie relativamente pequeña comparada con

la superficie iluminada-- la luz toma la característica de dirigida produciendo líneas nítidas de separación entre las zonas de luz y de sombras. Es la luz que produce el sol cuando ilumina los objetos directamente. El tipo de iluminación resultante es calificado, frecuentemente, como dura y el contraste de la escena, como hemos visto, se incrementa.

Opuesto a este tipo de iluminación es el producido por fuentes de luz difusa, que son aquellas que emiten sus radiaciones desde una superficie extensa. Las zonas de sombras no son tan profundas porque a ellas llegan rayos luminosos procedentes de otras partes del manantial extenso que no han sido interceptados por el objeto iluminado. El resultado es una escena de menor contraste y como ejemplo de manantial extenso de luz difusa tenemos la bóveda celeste o las nubes en un día cubierto.

Cualquier escena está constituida por una serie de elementos que son, en definitiva, de dos clases: objetos y fondo. Los objetos, sean animados o no, se relacionan con el fondo generalmente destacando de él. El contraste de iluminación que exista entre los objetos y el fondo va a influir profundamente en la relación que se establece entre ellos. Podemos conseguir, incluso, que lo que es objeto en la escena aparezca como fondo en la imagen. El fondo se puede convertir, igualmente, en el objeto de nuestra representación. Un ejemplo simple, pero que ilustra bien este caso, sería la fotografía de una pared. En el extremo opuesto esté el caso de un primer plano de rostro humano donde se ha dejado poca superficie para recoger el fondo que puede, para acentuar más el efecto, estar desenfoca-

do.

Entre los casos extremos de luz difusa y dirigida y las posibles relaciones entre objeto y fondo existen infinitas posibilidades. Dentro de ellas se van a enmarcar las posibles iluminaciones. La actividad anterior, "establecer la relación cámara-escena", ha supuesto fijar un eje imaginario de unión entre el instrumento de registro y aquello que deseamos fotografiar. Este eje es la marca que sirve de referencia para la colocación de las fuentes de luz. Las posiciones relativas de los focos se establecen respecto a él. No existe, curiosamente, ningún procedimiento normalizado para describir estas posiciones, siendo el método más cómodo indicar los grados de desviación respecto al citado eje, para luego indicar la inclinación de la fuente de luz respecto al objeto por el ángulo que forma la línea que une el foco con el objeto respecto a la vertical que pasa por dicho objeto.

Considerando el plano horizontal solamente, podemos colocar los focos en un intervalo de 180° , 90° a izquierda y derecha, respectivamente, del eje cámara-escena. Ante una escena concreta decidiremos, según los casos, colocar los focos a derecha o izquierda del citado eje. En un caso abstracto podemos considerar que ambas mitades son simétricas. Dentro de esos 90° de intervalo angular en el que podemos movernos, con infinitas posiciones, destaca, por su relevancia en el resultado, las correspondientes a 0° , 45° y 90° . La primera corresponde a la colocación de la fuente de luz en el eje de cámara; es-

ta iluminación, frontal para el objeto, aplanar la imagen porque la sensación de relieve de los objetos se obtiene cuando los relacionamos con sus sombras. La iluminación bajo un ángulo de 90° respecto al eje de cámara produce una imagen, por contraposición, terriblemente dura, contrastada, con sombras intensas y alargadas. La posición intermedia, de 45° , ofrece una iluminación que no puedo afirmar que sea la más real, pero sí más adecuada a la mayoría de las situaciones y más placentera. Si las fuentes de luz fueran extensas, productoras de luz difusa, incluso la iluminación lateral puede ser perfectamente aceptable, puesto que, en definitiva, sería bastante equivalente a la iluminación producida por una ventanaña.

Un nuevo elemento viene a añadirse a los anteriores. De los objetos fotografiados y fotografiables, el rostro humano siempre ha sido y será el que desencadene más emociones, porque no hay nada más próximo al receptor. El rostro se caracteriza por ser simétrico respecto a un plano vertical al que pertenece la nariz. El carácter saliente de ésta provoca una iluminación desigual de ambos lados de la cara. La sombra de la nariz queda proyectada en el lado del rostro opuesto a aquel que recibe la iluminación. Esta sombra varía de forma y tamaño según la posición de la fuente de luz, resultando la colocación a 45° de desviación horizontal y otros 45° respecto a la vertical, la que produce el resultado más agradable y estéticamente más válido. En este caso no puedo afirmar que esté hablando de una experiencia puramente fotográfica, sino que me he de remitir al mundo de la pintura, donde todos estos efectos ya habían sido obser-

dos y recogidos siglos atrás.

Estamos ahora en condiciones de recoger los principios básicos de iluminación citados al principio de este apartado. La luz principal o clave va a determinar la iluminación fundamental, no sólo por el efecto producido, sino, incluso, para determinar la exposición. Según su posición --y por las razones antes vistas-- el lado del rostro no iluminado directamente, va a quedar más oscuro. Podemos hacer variar la relación de iluminación entre ambos lados de la cara colocando una fuente de luz suplementaria, conocida como luz de relleno, en el cuadrante opuesto a aquel donde se encuentra la luz principal. La posición puede ser variable, llegando a estar, como posición extrema, en el mismo eje de cámara. En este caso la luz de relleno inundará los dos lados del rostro aumentando, por tanto, el contraste, pero produciendo, a la vez, un brillo en los ojos que puede ser atractivo en determinadas ocasiones. La luz de fondo está destinada --no es necesario decirlo-- a iluminar el fondo. La capacidad de reflectancia de éste va a indicar la cantidad de luz necesaria para establecer una relación de espacialidad dramatismo con respecto al modelo. Un tono más oscuro para el fondo que el del rostro --esquema, por otra parte muy frecuente-- puede hacer que otros elementos, como el pelo o el vestido lleguen a confundirse, tonalmente, con el fondo. Para evitarlo sin desvirtuar, a la vez, los tonos correspondientes de fondo y cabello, por ejemplo, aunque sean idénticos, se utiliza la luz de contra. Este tipo de manantial luminoso se coloca por detrás del plano en el que se

encuentra el sujeto y se dirige hacia la parte afectada, en general el cabello y los hombros, creando una línea más luminosa que permite identificar la línea natural de separación entre el fondo y el objeto. La posición de este foco, en cierta medida dirigido hacia cámara, obliga a tener especiales cuidados para evitar que algunos de sus rayos vayan a parar al objetivo, produciendo imágenes espúreas y bajando el contraste. La luz de contra está destinada a separar elementos para evitar que se confundan; no se usa, por tanto, para iluminar. Por esta razón no debe ser evaluada en el momento de hacer la medida de la exposición.

Este esquema de iluminación, por lo demás clásico, que he descrito --por comodidad-- mediante la introducción progresiva de fuentes artificiales de iluminación, tiene su parangón con la iluminación natural. Un retrato realizado utilizando como luz principal directamente la del sol, cuando se encuentre éste a la altura adecuada, puede producir una imagen agradable pero excesivamente contrastada. La luz de relleno se consigue en ~~estos~~ casos mediante una fuente de luz artificial, como un flash o, simplemente, con la ayuda de una lámina reflectora. Mejores resultados se obtienen, en cambio, utilizando el sol, aunque parezca paradójico, como luz de contra, la luz de la bóveda celeste como luz de relleno y la luz de un reflector o de un flash como luz clave.

Si algo llega a ser clásico, como el esquema de iluminación que he descrito, es porque, a lo largo del tiempo, ha demostra-

do que proporciona los mejores resultados. Hemos visto sin embargo, que existen infinitas posiciones, aunque pocas sean relevantes. Y los esquemas, aunque estén probados, también están para ser rotos y superados.

FUENTES DE LUZ

Existen dos grandes grupos de fuentes luminosas: las naturales y las artificiales. La fuente de luz natural básica es el sol, utilizándola ya sea directamente, difundida o reflejada, con las variantes de calidad que cada una produce. La luz natural, adecuadamente recogida, crea ambientes y produce sensaciones que a veces son difícilmente recreables de manera artificial. La luz artificial tiene, como ventaja insuperable, que siempre está disponible, es regulable con bastante aproximación y , además, permite volver a recrear una misma iluminación con precisión.

Las fuentes de luz artificial a las que me refiero están alimentadas, obviamente, por energía eléctrica. El paso de una corriente eléctrica por una resistencia genera calor que hace vibrar sus partículas. Cuando éstas alcanzan ciertas frecuencias emiten radiaciones electromagnéticas dentro del espectro visible. El calor desprendido, en contacto con el oxígeno del aire, produciría la combustión inmediata del filamento. Por eso se aísla éste dentro de una ampolla de vidrio transparente

en la que se ha hecho previamente el vacío o, mejor, introducido un gas inerte como el nitrógeno.

El rendimiento de una fuente de luz de esta naturaleza va a depender de la capacidad para producir más luz con el menor aporte de energía eléctrica. La relación, por tanto, entre la energía luminosa y la eléctrica va a ser la medida de la eficiencia de una lámpara. Otro factor a considerar es la evolución del rendimiento de una lámpara a lo largo de su vida. La disminución del rendimiento con el tiempo de uso ha sido uno de los principales problemas que han debido afrontar los fabricantes en su empeño, a veces afortunado, por incrementar la vida útil de las lámparas.

Otro aspecto importante, que ya vimos al analizar la luz, es el de su composición espectral. Si bien, en la luz producida por este tipo de lámparas están presentes todas las longitudes de onda del espectro visible, se encuentran en distintas proporciones, aunque variando de forma lineal de un extremo a otro del espectro. La medida de esta composición espectral se realiza mediante el concepto de temperatura de color, medido en Kelvin. La distribución de los distintos colores no ha sido relevante para la fotografía en la medida en que se utilizaban emulsiones sensibles a todas las longitudes de onda, pero de respuesta monocromática, en blanco y negro.

La aparición en el mercado de los materiales fotográficos de color supone la introducción de un nuevo problema. Las películas de color sólo pueden dar una respuesta adecuada cuando es-

tán equilibrada para un sólo tipo de fuente de luz. Esto obligó a normalizar las fuentes de luz, en consonancia con la respuesta de los materiales fotográficos. Existen dos tipos fundamentales de película en color; una preparada para luz de día, que funciona correctamente cuando la temperatura de color de la fuente de luz es de 5400 k, cosa que ocurre cuando se efectúa la exposición a la luz directa del sol; la luz procedente de la bóveda celeste o de un día nublado es, en cambio, más azulada, con mayor temperatura de color. Las películas para luz artificial están equilibrada para 3400 k en algunos casos pero fundamentalmente para 3200 k. Estas son las correspondientes temperaturas de color de las fuentes de luz artificial más frecuentes en el campo de la fotografía, del cine y del vídeo, dominando ampliamente las últimas.

Las fuentes de luz artificial podemos dividir las, en una primera aproximación, en continuas y de descarga, según que la luz se emita de forma continua o intermitente.

Las fuentes de luz continuas producen su energía luminosa al pasar una corriente eléctrica por un filamento o resistencia de tungsteno (también conocido como wolframio). Los mayores inconvenientes de este tipo de lámparas son la gran pérdida de energía en forma de calor, la mala respuesta espectral en la zona de las longitudes de ondas azules y la tendencia a bajar el rendimiento de forma pronunciada con la vida de la lámpara. Este fenómeno ocurre al envejecerse el filamento, depositándose en las paredes de la ampolla de vidrio. Gerald

Millerson lo explica así:

"At high working temperatures, the filament metal slowly evaporates despite an argon or nitrogen gas filling, condensing on cooler parts of the bulb as a progressively obscuring black deposit."(25)

La disminución del tamaño del filamento por efecto de la evaporación trae aparejado el acortamiento de la vida de la lámpara. Ambos factores determinan un cambio en la temperatura color de la luz emitida, convirtiendo su uso en crítico cuando se trabaja con materiales en color.

Este tipo de lámparas ha sido superado con las de tungsteno-halógeno, también llamadas de cuarzo-yodo. Los elementos de la familia de los halógenos tienen la propiedad de combinarse con el tungsteno y de separarse de él en función de la temperatura. Las deficiencias de las lámparas de tungsteno son disminuidas con este procedimiento, como explica Millerson:

"By adding a halogen vapour, such as iodine or bromine, a regenerative cycling process is introduced, so that the evaporated tungsten now becomes redeposited on to the filament, avoiding both blackening and undue thinning of the filament."
(26)

La mejora es importante porque alarga la vida de la lámpara, aumenta su eficiencia y mantiene constante, durante casi toda la vida de la lámpara la temperatura de color. Lógicamente, la devolución del tungsteno al filamento no ocurre en los mismos

puntos de los que partió, por lo que el filamento, con el tiempo, va decreciendo de espesor en algunas zonas, rompiéndose frecuentemente por golpes recibidos cuando la lámpara está caliente. Para acentuar la diferencia de temperaturas entre el filamento y la ampolla, y mejorar, por tanto, este proceso cíclico de viaje del tungsteno, se fabrican estas lámparas en ampollas de cuarzo, mucho más pequeñas que las anteriores. La ventaja añadida del menor tamaño de este tipo de lámparas es la reducción en volumen y peso de los reflectores preparados para alojarlas. Esto permite su traslado y uso fuera de los estudios, en interiores naturales.

El problema de iluminar interiores naturales con lámparas de luz continua ha sido resuelto, sin embargo, tradicionalmente, con lámparas de pequeño tamaño y gran rendimiento, especialmente si se puede incrementar su voltaje de trabajo. Pueden llevar un reflector incorporado, por lo que, al no necesitar carcasa, pesa y ocupa poco. Según Millerson:

"They produce hard or softener-off light, according to their constructional design. Invaluable where space is restricted, they require no housing. are extremely lightweight, adaptable and readily concealed."(27)

Este tipo de lámpara tiene como ventaja que se adapta perfectamente a cualquier casquillo de rosca tipo Edison, que es el soporte doméstico más frecuente. Reciben el nombre genérico de lámparas fotográficas. Las que tienen forma de bulbo envía su luz en todas direcciones; se usa frecuentemente para

substituir los bulbos de las lámparas de mesa y pie y dar la impresión de iluminación natural. Las "Photoflood" llevan el reflector incorporado y permiten, por tanto, un control mucho mayor en la direccionalidad del haz que emite.

Lámparas de descarga.

La lámpara más ampliamente difundida, aunque no con propósito fotográfico, es la fluorescente. El rendimiento de estas fuentes es elevado y su color depende del tipo de acabado interior que se da al tubo. Inconvenientes fundamentales son, por un lado, que no emite todas las longitudes de onda, por lo que no puede hablarse estrictamente de una temperatura de color de cada tubo, sino de una temperatura de color equivalente. Aunque existen filtros especiales, la carencia de ciertos colores en su espectro puede provocar graves problemas en la fotografía con materiales de color, que es, hoy día, la más frecuente. El otro tipo de inconveniente de este tipo de iluminación es su baja potencia, por lo que, para conseguir iluminaciones suficientemente elevadas para las necesidades fotográficas, sería imprescindible agrupar varios de estos tubos en paneles, que acabarían siendo voluminosos y frágiles. Constituye, de todas formas, una solución a considerar en ciertas ocasiones.

Las lámparas de descarga son cada día más frecuentes, aunque su uso es más adecuado en el cine, a menos que sea necesaria una gran cantidad de luz o iluminar superficies muy amplias.

Se fundamentan en la descarga de un arco de mercurio en una atmósfera de argón. Son compactas, muy eficientes y producen una temperatura de color próxima a la luz de día. Su precio, en cambio, es muy elevado.

De todas las fuentes de luz utilizadas en fotografía la reina es el flash electrónico. Otros tipos de flash, basados en la combustión de hilos de aluminio y magnesio en cápsulas no recuperables, han sido paulatinamente desplazados en los últimos años por este tipo de sistema. El flash electrónico no es muy distinto, en su fundamento, del de los tubos fluorescentes. La diferencia principal es que en el tubo de flash se descarga, de golpe, un potente condensador, dando un breve pero intenso haz luminoso. El mismo tubo puede servir para dar numerosos destellos; teóricamente podría funcionar siempre, aunque en la práctica el número de descargas suele estar en torno a las 10.000 porque pequeñas fisuras en el tubo van permitiendo el paso del aire progresivamente. En cuanto a las características de los flash electrónicos, Langford dice:

"Actualmente se fabrican los tubos de gas con vidrio templado ('Pyrex'), lleno de gas xenón, y con un electrodo de tungsteno en cada extremo. Los tubos pueden ser de cualquier forma y de casi cualquier longitud que ofrezcan suficiente resistencia mecánica." (28)

La duración del destello de los equipos de estudio oscila entre 1/300 y 1/1500 de segundo, aunque es posible encontrar tubos diseñados para fines científicos que producen destellos

de una duración de $1/500.000$ de segundo.

Proyectores.

Existen lámparas de tungsteno y tungsteno-halógeno que, igual que las lámparas fotográficas que llevan incorporado un reflector, están encerradas herméticamente en una carcasa de forma cónica, con la parte delantera plana y estriada --a manera de un faro de automóvil-- para producir un haz estrecho. Son lámparas de emisión bajo un ángulo estrecho, denominadas "spot" que pueden utilizarse sueltas o en paneles de 6, 9 ó 12 unidades. La luz que produce se puede usar para distintos fines, como simular la luz del sol que entra por la ventana, servir de luz de relleno en exteriores iluminados por el sol o actuar de luz principal en interiores.

A excepción de estas lámparas, que llevan el reflector incorporado, las restantes se han de usar en el interior de una carcasa destinada a aumentar su eficiencia y a conferirle determinado tipo de calidad a la luz. Estos instrumentos reciben el nombre de proyectores.

Los proyectores pueden dividirse en tres categorías: proyectores puntuales, proyectores de luz difusa y proyectores variables puntuales-difusos. Esta última categoría es, aunque una clase en sí misma, una solución intermedia entre las dos primeras que intenta recoger lo mejor de ambas. El éxito de este intento, aunque parcial, permite la fabricación de equi-

pos muy compactos y flexibles, adaptables, fundamentalmente, a la iluminación en interiores naturales. Estas ventajas hacen de estos equipos los más usados para estos fines.

Los proyectores puntuales o dirigidos se caracterizan por poder controlar la anchura del haz, sin que afecte a la temperatura de color, y por producir bordes netos en las sombras proyectadas. Esta característica permite que, mediante un sistema de viseras que se coloca en el mismo proyector u otros elementos opacos, se pueda recortar perfectamente el campo iluminado, adecuándolo a las necesidades de cada escena.

La estructura de estos proyectores consiste en una lámpara, un reflector en la parte trasera y una lente en la parte frontal, ensamblando el conjunto de forma que la lámpara se pueda acercar o alejar de la lente para cubrir un ángulo distinto. Estos proyectores son conocidos, también, bajo el nombre de Fresnel, por ser de este tipo, frecuentemente, la lente delantera, que Bernhart describe así:

"Se les llama proyectores de haz dirigido, ya que su característica principal es la de poder proporcionar un haz luminoso muy concentrado; esa es la característica de la lente de Fresnel, que presenta en su cara externa una serie de escalones concéntricos, los cuales producen una delimitación del haz más suave que en el caso de una lente ordinaria." (29)

Los proyectores de luz difusa confieren esta calidad a la luz mediante el uso de superficies emisoras lo más amplias po-

sible. Este condicionante convierte a estos equipos en voluminosos y más difíciles de manipular. La luz que emiten produce, en cambio, sombras débiles y poco definidas. Aunque se han usado profusamente como generadores de luz ambiente se emplean, también, como luz principal para producir el conocido efecto ventana. Su uso se extiende más cada día por su capacidad para reproducir la luz difusa que suele existir en interiores naturales, en un intento de huir de la artificiosidad que hasta hace poco impregnaba la imagen fotográfica iluminada con fuentes no naturales.

La estructura de estos proyectores de luz difusa es variable según el fabricante; en rasgos generales todos coinciden en disponer de una gran superficie reflectante que envía la luz que llega de lámparas de forma tubular. Estas lámparas están protegidas de manera que su luz no llegue directamente, nunca, a la escena. Por esta razón la eficiencia de estos proyectores es muy baja y es necesario construirlos de gran potencia.

La diferencia entre estas dos clases de proyectores es, como se ve, el tipo de sombra producida, oscilando entre una sombra profunda para el proyector de luz dirigida y una sombra suave para el proyector de luz difusa. Con el primero de los dos proyectores podemos conseguir sombras más suaves si lo dirigimos hacia un panel reflectante, en vez de a la escena. Otro procedimiento, para obtener el mismo fin, es el de intercalar en el camino de la luz una lámina difusora, convirtiéndose, así, en una fuente extensa.

El problema queda reducido, en definitiva, a que, dado un proyector, podamos determinar la calidad de la difusión de la luz emitida, magnitud que se conoce con el nombre de "factor de sombra". Según Bernhart:

"El factor de sombra de una fuente luminosa puede determinarse fácilmente colocando sobre el eje del haz luminoso y a una distancia predeterminada de la fuente una caja paralelepípedica que no produzca reflexión en su interior. La caja tiene dos orificios circulares: el primero puede obturarse parcialmente por medio de una tira de madera fina; en el segundo se sitúa una célula fotoeléctrica colocada en el exterior de la caja." (30)

El factor de sombra se calcula relacionando la iluminancia producida con obturación (I_0) y sin obturación (I), de acuerdo a $(I - I_0)/I$. Cuando se utilice un proyector de luz dirigida, al colocar el obturador la iluminancia disminuirá bastante, puesto que este tipo de manantial produce sombras netas, dando factores de sombra alto. Un manantial de luz difusa, al contrario, tendrá asociado un factor de sombra bajo.

Los proyectores variables puntuales-difusos poseen una carcasa parabólica reflectora, dentro de la cual se suele desplazar la lámpara, variando, por tanto, el ángulo de luz proyectada. A diferencia del proyector de luz puntual no posee lente en la parte frontal, por lo que la luz procedente de la parábola no es concentrada. La luz que emiten tiene un carácter intermedio entre las producidas por los dos proyectores fundamentales citados antes. Como ventajas están, al no poseer len-

te de Fresnel ni una gran superficie, la de ser poco voluminosos y pesados. Como inconveniente tienen, a pesar de estar dotados frecuentemente de viseras, el de no poder recortar nítidamente las sombras.

Existen elementos auxiliares para los proyectores, además de las viseras, como son difusores de distinta intensidad, elementos opacos que permiten recortar las sombras, filtros para producir un color dominante o para adecuarse a la temperatura de color de las emulsiones, etc.

De entre las fuentes de luz de descarga sólo me parece relevante, para el campo de la fotografía, el flash electrónico, especialmente por la amplia difusión que ha llegado a alcanzar. Estos proyectores tienen, también, la dificultad de conseguir sombras nítidas, por lo que no permiten resolver todas las situaciones. Se han desarrollado dos tipos de flash, portátiles y de estudio. La foto de reportaje y la de ceremonia, por poner algunos ejemplos, han encontrado en estos instrumentos el aliado perfecto; los flash portátiles son compactos y alimentados por baterías recargables, características que les confieren transportabilidad y autonomía. Los flash de estudio son, en cambio, mucho más potentes y se alimentan de la red.

La gran fascinación producida entre los fotógrafos por el flash de estudio radica en su capacidad para dar en una fracción de segundo un haz de luz muy intenso. Combinado con el uso de obturadores centrales permiten el uso de velocidades de obturación elevadas y pequeñas aberturas del diafragma

que llevan aparejadas grandes profundidades de campo. Su uso es bastante flexible cuando se combina con algunos accesorios. Usado para iluminar directamente la escena da una luz dirigida, aunque no controlable en el ángulo cubierto. Para producir luz difusa existen dos tipos de dispositivos: grandes difusores, que se colocan interceptando el haz de luz, y paraguas, cuya parte interior sirve para reflejar la luz de forma distinta según su acabado y color.

El principal problema del flash, cualquiera que sea su tipo --electrónico o lámparas de magnesio que se autoconsumen--, es que necesitan emitir su luz en sincronización con el obturador, es decir, cuando el negativo está completamente descubierta. Para conseguir esta sincronización hace falta establecer una conexión eléctrica que una ambos instrumentos, el flash y el obturador de la cámara.

Al principio sólo se podía disponer de una unidad de flash conectada a la cámara. Esta limitación inicial se ha superado de varias maneras; todas ellas permiten la conexión de varias antorchas de flash y, por tanto, modelar la iluminación como si se tratara de fuentes de luz continua. El tipo de conexión que se establece entre las diferentes fuentes puede ser eléctrica o mediante algún tipo de radiación infrarroja o visible.

La duración del destello del flash es tan breve que es imposible evaluar visualmente el resultado de la iluminación. Los equipos de estudio vienen dotados de una lámpara de iluminación continua, denominada de modelado, generalmente de baja

potencia, y cuya intensidad luminosa es proporcional a la del flash. Es posible, así, obtener iluminaciones bien distribuidas y equilibradas, de manera similar a la de los equipos de iluminación continua.

La determinación de la exposición se realiza con la ayuda de fotómetros especiales, de respuesta muy rápida. Estos instrumentos son capaces de integrar la luz procedente de varias fuentes. Las unidades portátiles vienen caracterizadas por el denominado número guía, especificado para una cierta sensibilidad de película. Dado el número guía y la distancia a la que se encuentra el objeto enfocado, el cociente entre ambos da el valor al cual hay que colocar el diafragma (expresado en números "f") para obtener una exposición correcta.

CONTENIDO DE LA ACTIVIDAD "ILUMINAR"

Una vez establecidos los instrumentos inherentes a esta actividad de "iluminar", los criterios de iluminación y la adecuación a los materiales fotosensibles y dada la información fundamental de entrada, la escena, queda por determinar el contenido de la actividad "iluminar". Hemos de recordar, sin embargo, que ya disponemos de una información previa, proporcionada por las actividades de "buscar recursos" y "preparar plan de trabajo". Como es de suponer, es imposible prede-terminar todo el equipo de iluminación que va a ser necesario, por lo que hay que dimensionarlo con un margen de seguridad.

Sí es sabido, en cambio, el tipo de iluminación que se desea conseguir; pero sólo las circunstancias concretas de una escena indicarán el material a usar, al considerar en el lugar de la toma las dificultades de colocación de cada uno de los proyectores y del tendido de los cables para su alimentación.

Una vez hechos estos pormenores, el contenido de la actividad de "iluminar" radicará en colocar los proyectores y regularlos. Es frecuente, aunque no preceptivo, disponer en primer lugar la luz clave. Colocar un proyector supone fijar la orientación del haz de luz respecto a la zona de la escena que se está iluminando, la cobertura del haz y su intensidad. La calidad de la iluminación viene determinada al elegir el tipo de proyector. El nivel de exposición, en función de las necesidades de la toma, suele determinarse en este momento, puesto que un cambio posterior supondría volver a reorganizar la colocación de los proyectores en el caso de que la luz principal no tuviera la potencia adecuada.

A continuación, y según el esquema que mostré antes --fundamentalmente orientado hacia el retrato-- se dispone la luz de relleno. Después se coloca la luz de fondo que puede necesitar, lógicamente, de varios proyectores. Si es necesario, para ayudar a separar la figura del fondo, se dispone la luz de contra. Se regulan, entonces, los proyectores, ajustando por un lado el contraste de iluminación, o relación entre la luz que incide sobre el sujeto procedente de la fuente principal y del manantial de relleno. El contraste de iluminación

ha estado relacionado, al menos en el modelo clásico al que me he referido antes, con el nivel de dramatismo de manera directamente proporcional. Los valores máximos de contraste que pueden alcanzarse dependen, a su vez, de la respuesta extrema de los materiales. El ambiente general lo determina el contraste de la escena, tomado éste como la relación entre las luminancias máxima y mínima. Los coeficientes de reflexión de los elementos que constituyen el fondo condicionan, por último, el nivel de la luz de fondo en función del contraste general de la escena que queramos obtener.

ANALISIS DE "EJECUTAR" (actividad 1.2.3)

El nivel 4 se ha reducido al análisis de tres de las actividades del nivel 3, de las cuales "ejecutar" es la última. Todas ellas, en definitiva, eran el resultado del desglose de la actividad "codificar" del nivel 2.

La entrada de "ejecutar" era salida, a su vez, de "componer", cuyo análisis acabamos de ver. Tenemos la escena preparada, iluminada y con la relación cámara-escena perfectamente establecida. La salida de "ejecutar" es la imagen, ya realizada y destinada, por tanto, a ser abordada por la primera de las subactividades que van a posibilitar su transmisión hacia el receptor.

La actividad de "ejecutar" queda, así, claramente delimitada como caja negra, por sus entradas y salidas. Teniendo en cuenta la naturaleza de los materiales fotosensibles, que ya hemos visto, esta actividad debe cumplir varias funciones. Posibilitar, en primer lugar, que la luz procedente de la escena pueda llegar hasta la emulsión fotográfica, colocada en el fondo de la cámara, para registrar la imagen. Para ello, la luz debe pasar a través de la óptica convergente, formadora de la imagen, o por un orificio suficientemente pequeño - como es el caso en las cámaras estenopéicas - e incidir en la emulsión durante el tiempo adecuado a la sensibilidad a la luz del material fotosensible, que dependerá, a su vez, de la luz reflejada por la escena (según su nivel de iluminación y reflec-

tancia de los objetos) y del diámetro del haz luminoso que atraviese el objetivo (que podemos controlar con el instrumento denominado diafragma). La acción de la luz sobre la emulsión va a realizar el trabajo de separación de la plata del halógeno correspondiente en algunas moléculas de haluros de plata de algunos de los granos fotosensibles, creando una imagen latente.

A esta actividad, muy clara y bien delimitada, le doy el nombre de "realizar toma" (actividad 1.2.3.1).

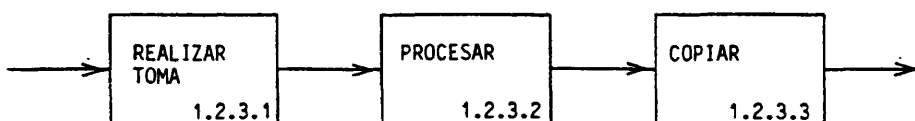
Todos los materiales fotosensibles necesitan de un tratamiento posterior de amplificación de la imagen latente que pueda convertirla en visible. Este proceso es común para todos los materiales, incluidos los denominados instantáneos, como los de la casa Polaroid. En cualquiera de estos casos las operaciones deben realizarse en oscuridad, para evitar una nueva exposición a la luz del material, mediante inmersión en el líquido adecuado. En el caso de los materiales instantáneos, los agentes químicos desencadenantes del proceso están contenidos en una pequeña bolsa colocada en uno de los extremos de la imagen que se rompe en el momento de la extracción, ya sea mecánica o manual, y se extiende mediante unos rodillos colocados en la abertura de paso de la imagen desde la cámara hacia el exterior. Estas y algunas otras subactividades que se han de realizar las engloba con el nombre genérico y profusamente extendido de "procesar" (actividad 1.2.3.2).

La naturaleza del material usado en cámara puede dar una imagen invertida tonalmente o negativa, o bien, una directa-

mente positiva con los materiales denominados reversibles. El resultado de estos últimos, también denominados diapositivas cuando el soporte es transparente (en los materiales instantáneos se obtiene una imagen directamente positiva sobre soporte opaco), puede cumplir su función sin más pasos en el caso de estar destinados a la proyección, como en conferencias, presentaciones, diaporamas y multivisiones, o en todo caso, a la reproducción fotomecánica, en revistas, libros, etc.

En todas estas situaciones la diapositiva es el material adecuado. Si la finalidad es la exhibición como imagen sobre soporte opaco, destinada a una exposición, por ejemplo, la diapositiva se encuentra en el mismo caso que la imagen negativa. En ambos casos hay que realizar un nuevo paso, mientras que en los restantes casos, la nueva actividad deja de tener sentido. Aunque la actividad pueda no ser necesaria en algunos casos aparece, lógicamente, en el modelo; casualmente, esta nueva actividad se realiza, estadísticamente, para la mayoría de las tomas realizadas, ya que tanto con materiales de blanco y negro como de color, el procedimiento negativo-positivo es el más extendido. A esta actividad le doy el nombre de "copiar" (1.2.3.3).

La actividad de "ejecutar" (1.2.3) queda, pues, definitivamente así:



NOTAS AL CAPÍTULO V

- (1) JAMES, Th. y HIGGINS, G., Fundamentals of Photographic Theory , ed. Morgan and Morgan, New York, 1968, pág. 27
- (2) James y Higgins, op. cit., pág. 45
- (3) Ibidem
- (4) MEES, C.E. Kenneth, The Theory of the Photographic Process, ed. Macmillan, New York, 1942, pág. 201
- (5) ABNEY, W de W, "Notes on Sensitometry", British Journal of Photography, tomo 29, pág. 243, London, 1882. Citado por Mees, C.E.K., op. cit., pág. 200
- (6) FERGUSON, W.B. A Memorial Volume Containing on Account of the Photographic Researches of Ferdinand Hurter and Vero C. Driffield , The Royal Photographic Society of Great Britain, London, 1920, pág. 6, citado por Mees, C.E.K., op. cit., pág. 201
- (7) Aunque conocida bajo el nombre de Lambert, esta ley fue realmente establecida y dada a conocer por Bouguer, unos 30 años antes, en Essai d'optique sur la gradation de la lumière , ed. Claude Jombert, Paris, 1729, citado por Mees, C.E.K., op. cit., pág. 202
- (8) WALLS, H.J. y ATTRIDGE, G.G., La fotografía. Sus fundamentos científicos , ed. Omega. Barcelona, 1981, pág. 81
- (9) KOWALISKI, P., Théorie photographique appliquée , ed Masson et Cie., Paris, 1972, pág. 23
- (10) BAINES, The Science of Photography, ed. Fountain Press, London, 1976 pág. 89
- (11) Es frecuente encontrar el término solarización designando el efecto Sabattier, que es de hecho una falsa solarización ya que algunos tonos se invierten de una forma distinta a como se producirían en ésta. El resultado es también una imagen positiva, obtenida iluminando homogéneamente el papel positivo durante el proceso de revelado.
- (12) TODD, H. y ZAKIA, R., Photographic Sensitometry. The study of tone reproduction , ed. Morgan and Morgan, New York, 1974, pág. 82
- (13) CLERC, L.P. Fotografía. Teoría y práctica, ed. Omega, Barcelona, 1975, pág. 32
- (14) Ibidem
- (15) SOUGEZ, Marie-Loup, Historia de la Fotografía, ed. Cátedra, Madrid, 1981, pág. 258

- (16) Sougez, M.L., op. cit., pág. 260
- (17) Sougez, M.L., op. cit., pág. 262
- (18) VILLAFANE, J., Introducción a la teoría de la imagen, ed. Pirámide, 1985, pág. 177
- (19) Villafañe, op. cit., pág. 180
- (20) Villafañe, op. cit., pág. 181
- (21) Ibidem
- (22) ARNHEIM, R. Arte y percepción visual, Alianza Editorial, Madrid, 1981, pág. 83
- (23) Arnheim, op. cit., pág. 37
- (24) Ibidem
- (25) MILLERSON, G. The Technique of Lighting for Television and Motion Picture, ed. Focal Press, London, 1972, pág. 90
- (26) Millerson, op. cit., pág. 93
- (27) Ibidem
- (28) LANGFORD, M. Tratado de fotografía, ed. Omega, Barcelona, 1972, pág. 120
- (29) BERNHART, J., Iluminación para la televisión en color, ed. Instituto Oficial de Radiodifusión y Televisión, Madrid, 1977, pág. 45
- (30) Bernhart, op. cit., pág. 48

Referencia de figuras:

- pág. 317: tomada de JAMES, T.H., The Theory of the Photographic Process, Macmillan, New York, 1977, pág. 481
- pág. 322: tomada de James, T.H., op. cit., pág. 501
- pág. 326: tomada de Todd y Zakia, op. cit., pág. 87
- pág. 328: tomada de SALTZER, Joseph, A Zone System for all Formats, Amphoto, New York, 1979, pág. 174

CAPITULO VI

INTRODUCCION

Este último capítulo está dedicado al análisis de las actividades "realizar toma" (1.2.3.1), "procesar" (1.2.3.2) y "copiar" (1.2.3.1), resultantes todas ellas, en el nivel 4, del análisis de "ejecutar" (1.2.3) del nivel 3.

Son las últimas actividades que quedan, por tanto, para alcanzar su nivel terminal, aunque este concepto sea relativo. La naturaleza de estas actividades exige la introducción de la mayoría de los instrumentos específicos del campo de la fotografía. Una actividad como la 1.1.3, "hacer esquema" se podría realizar con algunos instrumentos simples y nada específicos - de este campo, como el lapicero y el papel. Las actividades de este nivel 5 requieren, en cambio, la introducción de los instrumentos pertinentes.

En el nivel 4 aparecen, por primera vez en el modelo, instrumentos puramente fotográficos, concretamente el material de iluminación, que actúa de soporte de la actividad de "iluminar" (1.2.2.3).

Considero pertinente, en este momento, hacer una reflexión acerca de los instrumentos y su función, así como introducir una propuesta de clasificación según la naturaleza de sus entradas y salidas.

En este nivel va a surgir, asimismo, suficiente detalle en las subactividades como para establecer una relación de reajustación entre ellas.

Vamos a ver, concretamente, como es posible, conociendo las limitaciones de los materiales y sus interrelaciones, determinar a priori las condiciones de la toma para obtener los resultados deseados. Para ello muestro como obtener el mejor resultado del papel positivo fotográfico y como esta decisión, justificada, determina la elección, frente a la escena, de los valores de exposición y revelado.

Acabo este capítulo con el desarrollo del modelo de nivel 5 para las tres actividades antes citadas. Las subactividades que surgen son del tipo "revelar", "fijar", etc. que, como es obvio, a pesar de su importancia en el proceso fotográfico, no voy a estudiar. Para ser más exactos, la mayoría de los manuales de fotografía comienzan su exposición donde yo termino este trabajo.

INSTRUMENTOS.

Para llevar a cabo las distintas actividades del proceso fotográfico es necesario recurrir a una serie de instrumentos o utensilios de naturaleza variada. Según el nivel de descripción del modelo las actividades pueden ser suficientemente complejas como para que admitan, en un nivel posterior, una descomposición en otras actividades. Otras actividades pueden, en cambio, haber alcanzado su nivel terminal de desarrollo, concretando, en este caso, actividades que ni son genéricas ni informativas, al menos exclusivamente. Serán realizables físicamente y no meras descripciones de procesos más generales. Esta idea de lo físico unida al sentido de actividad puede hacernos pensar exclusivamente en la manipulación de datos también físicos. Quiero dejar claro este aspecto múltiple de una actividad terminal, porque es posible encontrarnos, en nuestro sistema, alguna de las actividades del último nivel de desarrollo que no están manipulando más que datos abstractos - información - que van a ser utilizados, posiblemente, como información de control.

Para aclarar estos puntos vamos a poner un ejemplo real, dentro de nuestro sistema fotográfico. Tomemos un caso que puede ilustrar algún otro aspecto de la naturaleza compleja del sistema: la actividad de "medir la luz", para lo que se necesita un instrumento, el fotómetro, como mecanismo que le soporta. La ausencia de esta actividad, sin embargo, no alteraría el proceso, ni en su objetivo final, ni en su secuencialidad.

Podríamos prescindir de la misma sin que el proceso se detenga. El hecho de medir o no la luz no puede impedir que se realice la exposición y obtengamos una imagen latente; no entramos a considerar si la imagen obtenida poseerá las especificaciones requeridas. Si la actividad se desarrolla, por otra parte, no modificará el proceso ni en su forma de realizarse ni en su resultado. Esto es así porque si es la luz la capacitada para generar una imagen en la película fotográfica, nosotros, al medirla, no la alteramos. Recogemos de ella, sin modificarla, algunos datos que, interpretados, nos servirían para facilitar información de control a alguna otra actividad. La actividad, aunque pueda parecerlo por esta exposición, no sólo es innecesaria, sino que su resultado es fundamental para relacionar ambos mundos, el de la escena y el de la emulsión donde quedaría registrada.

Los mecanismos pueden desarrollar, por lo que hemos visto, funciones muy distintas en el proceso. Unas pueden ser informativas y otras físicas; cada una puede ser a su vez pasiva o activa. Aclaremos cada caso con un ejemplo. Un termómetro nos aporta datos; cumple una función informativa pasiva. Es cierto que el estado de un termómetro varía y depende del medio en el que se inserte, pero estos cambios no son suficientes para suponer que la naturaleza del termómetro es activa, puesto que nuestro punto de vista es, siempre, el del proceso y la presencia o no del termómetro, como ocurría antes con el fotómetro, no cambia la marcha del mismo, aunque permite su control y op-

timización. Un mecanismo informativo de naturaleza activa puede ser el reloj de ampliadora, que, como es sabido, desconecta la fuente de luz al alcanzar el final del intervalo de tiempo marcado en él.

Los mecanismos que cumplen funciones físicas en el proceso fotográfico pueden, igualmente, verse desde la doble vertiente activa y pasiva. El nivel de reflexiones internas en la cámara oscura de un aparato fotográfico ("flare", según la terminología anglosajona), aumenta con la iluminación del plano de la película. Aunque la relación existente no es totalmente lineal, podemos aproximarnos al tema suficientemente, diciendo que la cantidad de luz reflejada es proporcional a la iluminación - (usado este término en su sentido fotométrico), o que, siempre, es el mismo porcentaje de luz la que se refleja, por lo que un cierto coeficiente de reflexión es lo que caracteriza al acabado interior de cada cámara. Este mecanismo, la cámara oscura, es de naturaleza física pasiva. Hemos elegido un ejemplo suficientemente complejo para ilustrar la situación más confusa, en el intento de aclarar que este tipo de mecanismo incide en el proceso siempre de igual forma.

Para completar nuestro cuadro de ejemplos, consideramos el diafragma como representante de la clase de los mecanismos físicos activos. El diafragma, cualquiera que sea la forma de su construcción determina la anchura del haz luminoso que pasa al interior de la cámara. Su anchura se puede variar, ya sea por consideraciones técnicas o expresivas. Un nivel bajo de luz

puede ser una de las circunstancias técnicas que nos obligaría, en este caso, a regular con el diafragma la anchura del haz para conseguir ampliar su diámetro. La necesidad de un enfoque selectivo de la escena para conseguir imagen nítida de algún elemento de la misma, mientras que el resto de los términos, tanto de los más próximos como de los más lejanos, aparecen borrosos en la imagen, nos lleva de nuevo a regular el diafragma para conseguir un haz más ancho, en este caso, movidos por consideraciones expresivas. En ambos casos, la modificación del estado del diafragma conduce a resultados distintos, lo que incide de manera directa en el proceso fotográfico, que es la característica determinante de los mecanismos que hemos dado en llamar físicos y activos.

Esta clasificación de los mecanismos en cuatro grandes grupos permite conocer la importancia de cada uno dentro del proceso y el tipo de función que en él desempeña. Hemos llegado a concluir la existencia de estas clases, partiendo de un análisis directo de mecanismos propios del sistema fotográfico; pero no se nos escapa que estos cuatro grupos, obtenidos en base a consideraciones tan generales, pueden ser trasladables a otros sistemas de índole distinta, como la misma Teoría General de Sistemas nos hace prever.

Un mayor enriquecimiento de estos tipos de mecanismos vendría del reconocimiento de la naturaleza de la entrada al mismo y no sólo de la salida. Esto nos llevaría a mecanismos clasificados en ocho clases, al menos teóricamente; por un lado

las cuatro posibles combinaciones de la entrada y salida, según sean informativas o físicas, multiplicadas por la doble posibilidad, pasiva o activa. Los ejemplos utilizados en este apartado pertenecerían, con esta perspectiva, a las siguientes clases: diafragma y reloj de ampliadora, a entrada y salida de información física; fotómetro y termómetro, al grupo de entrada física y salida de información; la cámara oscura, por último, a la clase de entrada física y salida del mismo tipo.

Podemos concluir que los mecanismos son entes físicos que actúan como soporte de actividades. Las actividades que utilizan mecanismos son actividades físicas, no conceptuales, y por tanto, nos encontramos con ellas al final del análisis descendente, como entes reales del sistema que se describe. Les he dado, por eso, el nombre de actividades terminales. Los mecanismos, a su vez, los he clasificado por su acción directa o no en el proceso que soporta y por la naturaleza de la acción que ejerce, sea esta informativa o física. La clasificación posterior que he hecho abre las puertas a posibles aplicaciones de la metodología de trabajo, aunque se desciende a un nivel demasiado prolijo que, en cambio, no enriquece la visión sistémica que preside este trabajo.

Voy a describir algunos de los instrumentos más importantes concretamente, la cámara y los fotómetros. En el capítulo anterior vimos los instrumentos de iluminación. Los restantes tipos de mecanismos, fundamentalmente aquellos que están relacionados con los procesos de laboratorio, tienen un carácter menos

trascendente, excepto aquellos -ya mencionados- que realizan una función importante de control del tiempo o la temperatura. Si se producen cambios en los soportes, como la introducción de materiales magnéticos, los instrumentos fundamentales seguirán siendo estos: cámara, material de iluminación y fotómetro.

LA CAMARA.

Es uno de los instrumentos principales del proceso fotográfico. Su ausencia haría imposible el registro de imágenes. Si nos planteamos el proceso de una forma estricta, podríamos ir reduciendo elementos, simplificando hasta el extremo de encontrar, por este procedimiento, el conjunto mínimo de elementos. Todos ellos se caracterizan por ser necesarios, pero no suficientes, para establecer el proceso por sí solos. Este conjunto está formado, al menos hasta obtener una imagen latente sólomente, por la luz, la escena, la cámara, el material fotosensible. Podemos prescindir de todos los demás, excepto de estos; incluso en procesos aparentemente hechos de forma más sencilla, como los famosos fotogramas-rayogramas, según Man Ray, de los que se habla como de imágenes obtenidas sin cámara, lo único que se ha hecho es sustituir la cámara por el cuarto oscuro que, al fin y al cabo, no es más que una cámara más grande. En la obtención de fotogramas también existe una fuente de luz, frecuentemente la de la ampliadora, un material fotosensible, normalmente papel fotográfico, y una escena de la que sólo recogemos su silueta si está formada por materiales opacos a la

luz, interpuestos en el camino de la misma, o bien la que deje pasar por transparencia, nunca por la luz reflejada por la escena, como en la fotografía normal.

Admitiendo este conjunto de elementos como mínimo, la cámara es un término que estamos usando para designar a unos instrumentos que son cada día más complejos, más sofisticados en un intento de aunar facilidad de uso con flexibilidad. Si consideramos el término cámara en su sentido original, estaríamos designando con él a la cámara oscura, lugar donde va a entrar la luz formada por la óptica o, incluso sólo la que pase a través de un pequeño orificio (cámara estenopéica).

La luz que incide sobre los objetos de la escena se refleja en todas las direcciones. Haciendo un pequeño orificio en la parte frontal de la cámara, dejaríamos pasar un haz estrecho de luz por cada punto. Este haz, de ángulo determinado por el diámetro del orificio, se sigue propagando de forma rectilínea - y por tanto, divergente - produciendo en el fondo de la cámara pequeñas manchas, circulares o elípticas, por cada uno de los puntos de la escena. Un simple orificio como se ve, puede ser suficiente para obtener imágenes, incluso de buena calidad en la mayoría de las ocasiones. Mejores resultados obtendremos si conseguimos que el haz de luz divergente que sale de cada punto vuelva a converger, dando imágenes nítidas y más luminosas. Las ópticas no hacen más que aplicar las leyes de la refracción para conseguir este resultado, como veremos más adelante.

La necesidad de un receptáculo donde sólo penetre la luz procedente de la escena tiene por objeto evitar que sobre la imagen formada caiga cualquier otra luz que acabaría haciéndola desaparecer al reducir su contraste.

Obtengamos la imagen mediante un pequeño orificio o una óptica, necesitamos, además un lugar adecuado en el fondo de la cámara para colocar nuestro material fotosensible. La luz no podría, entonces, entrar indefinidamente; si así lo hiciera, al cabo del rato todos los elementos fotosensibles habrían recibido luz en cantidad suficiente para que la imagen latente fuera totalmente homogénea, plana, sin contraste. De aquí la necesidad de colocar un elemento mecánico que permita controlar el tiempo durante el cual la luz va a formar imagen sobre el material fotosensible. Este elemento recibe el nombre de obturador.

Hasta aquí hemos señalado todas las partes mínimas imprescindibles que debe poseer una cámara, cualquier cámara. Estos elementos comunes a todas las cámaras y cuya existencia hemos justificado, no son los que nos van a permitir hablar de los distintos tipos de cámaras y las diferencias existentes entre ellas. No he mencionado hasta ahora la existencia de algún sistema que nos permita encuadrar la escena, porque para hacer una fotografía podemos llegar a prescindir de él. La necesidad de hacer encuadres precisos, como una de las posibilidades más interesantes que nos ofrece la fotografía, viene a convertir el desarrollo de las cámaras, al menos desde mi punto de vista,

en el desarrollo de los sistemas de visor.

El sistema más elemental para poder encuadrar es sustituir el fondo de la cámara, donde debe colocarse el material fotosensible, por una pantalla translúcida que, a la vez que detiene la luz en su camino, formando imagen, por tanto, permite que ésta se pueda ver desde fuera de la cámara, siempre que protejamos este vidrio deslustrado de la luz ambiente con el clásico trapo negro.

Cuando el orificio de la cámara estenopéica se sustituye por una óptica, nos encontramos con que hemos de añadir al encuadre la necesidad del enfoque. Esta mayor complejidad se traduce - por una riqueza expresiva más elevada, como luego veremos. - Una lente convergente simple (o un objetivo compuesto), da imagen nítida de un plano sóloamente. Si queremos obtener nítida la imagen de un plano que esté más próximo al objetivo que el anterior, debemos desplazar el fondo de la cámara, alejándolo del objetivo. Cuando el objeto está más lejos, su imagen se forma más cerca de la lente, y esto siempre de acuerdo con la fórmula de las distancias conjugadas. Esto supone que cuando varía la distancia a la que se encuentra el objeto cuya imagen quiero obtener nítida, he de variar también la distancia que se para la lente en el fondo de la cámara. Para poder hacer esto, la cámara no debe ser rígida; uniendo el plano de la lente con el plano de la pantalla de enfoque, mediante un fuelle, podemos conseguir una cámara que permita realizar estas funciones.

Una cámara de este tipo nos dará una imagen desenfocada hasta que no procedamos a ajustar la separación entre la óptica y el fondo de la cámara de acuerdo con la distancia a la que se encuentre el objeto; pero hacer esto no supone aplicar la fórmula que relaciona las distancias conjugadas. El enfoque lo haremos visualmente, de forma directa sobre la "pantalla de enfoque".

Una vez hecho el enfoque y el encuadre habrá que substituir el vidrio deslustrado por el material fotosensible o, mejor aún, por el chasis que lo contiene. Cerrar el obturador, ajustar los valores de velocidad de obturación y diafragma, tensar el muelle del obturador, destapar el chasis portanegativos y, a continuación, exponer. Después de hecha la toma, al volver a encuadrar necesitamos tensar de nuevo el obturador y dispararlo para que se pueda abrir, desplazar el diafragma para que la imagen sea lo más luminosa posible y substituir el chasis portanegativos por la pantalla de enfoque.

No es necesario insistir en que esta compleja lista de operaciones hace que el trabajo con este tipo de cámaras sea lento. Primero utilizamos la cámara para hacer el encuadre y el enfoque; luego para hacer el registro. Una buena solución a este problema fue construir una cámara doble, una encima de la otra, que permitiera hacer cada una de las funciones por separado. La cámara inferior está dotada de obturador y diafragma y en ella se coloca el negativo; la superior posee un objetivo de iguales características que la cámara de registro, aunque sin obturador ni diafragma. Es esta cámara superior la que utilizaremos para

realizar las funciones de encuadrar y enfocar, mientras que la cámara inferior se destina exclusivamente a hacer el registro.

La imagen que facilita la cámara superior es observada en una pantalla que está colocada perpendicularmente al plano de los objetivos; este cambio de dirección de la luz que pasa a través del objetivo de visión se realiza con un espejo que intercepta el haz de luz bajo un ángulo de 45°. La imagen obtenida no está invertida totalmente como la proporcionada en el vidrio deslustrado por la cámara anterior - cámara técnica, cámara de placas, de fuéille, de campo, plegable, etc. - sino sólo lateralmente.

El enfoque es posible mediante un mecanismo simple que permite desplazar simultáneamente los dos objetivos y que garantiza que cuando en el vidrio deslustrado de la cámara superior o de visión veamos nítida la imagen, también se registrará así en la cámara inferior o de toma. El vidrio deslustrado que nos permite encuadrar y enfocar está protegido de la luz ambiente por cuatro laminillas de metal que permiten prescindir del trapo negro. Este tipo de cámara admite un trabajo más rápido al no ser imprescindible que la misma cámara cumpla las dos funciones; podemos mantener el control visual de la imagen incluso durante el mismo momento de la toma. Estas cámaras reciben el nombre de TLR, que son las iniciales de las palabras inglesas "Twin Lens Reflex", o cámara reflex de dos objetivos.

A las ventajas de mucha rapidez y comodidad de trabajo hay que enfrentar algunos inconvenientes. El cambio de óptica, por

ejemplo, no es tan simple como en la cámara técnica; cada nuevo objetivo debe ser doble para dar simultáneamente la misma imagen en las dos cámaras. La dificultad es principalmente de orden mecánico, aparte del mayor peso y volumen de estos objetivos; sólo un fabricante resolvió el problema, mientras que otros renunciaron porque no consideraban que el resultado fueran cámaras suficientemente duraderas.

Las cámaras TLR presentan otro problema: el error de paralaje. Cuando el objeto a fotografiar está próximo a la cámara la separación entre los dos objetivos, aun siendo pequeña, es ya lo suficiente para que, entre ambas imágenes, exista una diferencia. La cámara técnica no plantea estos problemas, porque la imagen que se ha utilizado para encuadrar y enfocar es la misma que va a ser registrada, por el simple procedimiento de sustituir el vidrio deslustrado por el chasis portanegativos.

La imagen obtenida en el vidrio deslustrado es una imagen invertida sólo lateralmente; esto supone que los objetos no estarán invertidos como en la cámara técnica, permitiendo así acelerar la acción de encuadrar. Cuando los elementos de la escena estén en movimiento, los desplazamientos horizontales tendrán lugar en la pantalla en la misma dirección, pero en sentido opuesto al de la escena, por la inversión lateral proporcionada por el espejo. Si se pretende seguir un objeto en movimiento con la cámara y aceptamos como información de entrada la que nos llega directamente de la pantalla de enfoque, lo más probable es que hagamos el desplazamiento en sentido opuesto al

del móvil; sólo un proceso de desconexión - o de inversión - entre la información visual de entrada y la salida motriz dirigida hacia la cámara nos va a permitir usar este instrumento adecuadamente con objetos en movimiento.

Observadas estas dos cámaras desde el punto de vista de las características hemos de inclinarnos a favor de la cámara técnica; parece cubrir un campo de aplicaciones más extenso que la cámara de dos objetivos, y sin embargo, ésta última se desarrolla posteriormente y consigue implantarse en el mercado, aunque sin sustituir a la cámara técnica. La razón parece estar, principalmente, en el tipo de planteamiento que he adoptado para hacer este análisis de las cámaras: los sistemas de visor y enfoque. Al poseer ópticas distintas para hacer estas funciones por un lado y la de registro por otro, la operación de la toma fotográfica resulta más rápida.

El sentido de la rapidez en efectuar la toma presupone el transcurso de menos tiempo antes de estar preparado para efectuarla; las características de diseño de las cámaras TLR lo permiten así. Se facilita, incluso, la toma de fotografías con la cámara en la mano. Esto supone un cambio en la fotografía, una toma de postura ante la realidad; estos planteamientos permiten abordar otros temas, enfrentarse a la escena sin condicionarla. Parece lógico suponer que retirar la cámara del trípode es a la vez un intento de buscar no sólo los datos, sino también los hechos.

Disminuye, pues, el tiempo que se tarda en preparar la cá-

mara desde que vemos una escena que nos interesa fotografiar, hasta que estamos dispuestos para hacer la toma. Esto va a permitir ese cambio fundamental que supone recoger los distintos momentos de la batalla, en vez de los campos arrasados.

"Un británico llamado Roger Fenton es el primer fotógrafo de guerra del que se sabe algo; y gracias a sus descripciones de cómo fue cubierta la guerra de Crimea, no resulta difícil comprender por qué tanto él como sus contemporáneos sólo tomaban fotografías de hombres inmóviles".(1)

En aquella época era necesario preparar las placas húmedas en el momento de realizar la toma y volver enseguida a hacer el revelado. Aquellos fotógrafos debían disponer de un carromato para trasladar su pesado equipo y realizar estas operaciones.

El cambio del aparato fotográfico no es suficiente para el cambio de actitud; los materiales fotográficos están cambiando también, permitiendo tiempos de obturación más breves - exposiciones más cortas, en definitiva - al aumentar su sensibilidad a la luz. Es posible, entonces, realizar ya esa toma sorprendente que permite detener el movimiento, registrar el gesto, el momento en que ocurre el hecho principal, dejando, afortunada o desgraciadamente para esta sociedad, el registro incuestionable del acontecimiento. El reportero Eliot Elisofon cubrió la Segunda Guerra Mundial con dos cámaras de 35 mm.

"Dotado con un equipo moderno, Elisofon pudo retratar más acciones de guerra que los fotógrafos anteriores" (2)

La unión de estas dos circunstancias, tipo de cámara y sensibilidad de los materiales, posibilita también, al ser posible tiempos de obturación más cortos, que las cámaras se puedan sujetar a mano y hacer fotos quizás inviables en otros momentos. Pero la ansiedad fotográfica no descansa aquí. Entre toma y toma hay que cambiar la película, en hojas, mediante una operación de cierta lentitud. El uso de la película en rollos sobre soporte flexible, permite hacer varias tomas por el simple procedimiento de arrastrar la emulsión hasta que un nuevo fotograma virgen quede colocado justo en la ventanilla de toma. Esta nueva posibilidad deja al fotógrafo preparado para la captura de cualquier acontecimiento.

El sentido del diseño de las cámaras reflex de dos objetivos está en posibilitar el encuadre y el enfoque de una forma rápida, sin los inconvenientes asociados a la cámara técnica; Sin embargo, no resuelve el problema de cambios de objetivos y presenta error de paralaje. Si ambos problemas vienen de haber dividido la cámara en dos cámaras de funciones distintas, la idea está en volver a unirlos físicamente, pero de forma que cumpla una sola función cada vez: en primer lugar, la cámara servirá para hacer el encuadre y el enfoque y después para el registro, al igual que en la cámara técnica, pero resuelto de una forma más ágil aunque, eso sí, bastante más compleja. La solución a este problema va a ser la cámara reflex de un solo objetivo o SLR (single lens reflex).

La forma de convertir una única cámara en dos distintas según el momento, se realiza mediante un elemento que va a conmutar

ambas cámaras: un espejo colocado formando un ángulo de 45° en la trayectoria de los rayos formados por la lente. En este caso, el espejo envía la luz hacia una pantalla de enfoque donde se formará la imagen, igual que en la parte superior de las cámaras TLR. En el momento de realizar la exposición, la cámara debe quedar oscura y cerrada herméticamente a la luz; para ello se hace pivotar el espejo hasta que acaba tapando por completo la pantalla de enfoque; en ese momento, se libera el obturador y la toma se puede realizar. La óptica usada en ambas ocasiones es la misma; por lo que no hay problemas de error de paralaje ni de intercambio de óptica. El problema que plantea esta cámara, en principio, es de otra índole.

Con la cámara técnica, una vez utilizada la pantalla de enfoque, se sustituye por el chasis portanegativos, para poder realizar la toma. En ese momento, el fotógrafo pierde de vista el encuadre y sólo tiene como opción mirar directamente la escena. Recuérdese que en las cámaras TLR una de las partes cumple exclusivamente la función de visor; no lleva siquiera obturador y se puede observar continuamente la imagen, incluso durante el tiempo de la toma. Esta facilidad es básica para abordar la fotografía de objetos en movimiento y de acción en general.

FOTOMETROS.

Los instrumentos que se utilizan para hacer los cálculos que permiten controlar la exposición del material de cámara son los fotómetros. Existen de dos tipos: de luz reflejada y de luz incidente.

Supongamos una escena tan simple como la formada por una superficie lisa de un mismo tono. La luz que se dirige hacia la cámara, y por tanto, va a determinar en una primera aproximación la cantidad de exposición que debemos de dar para registrar su imagen, depende de dos factores: por un lado de la intensidad luminosa que incide sobre su superficie o, dicho de una manera más exacta, de su iluminancia; por otro, del coeficiente de reflexión de esta superficie. El resultado de estos dos factores, cantidad de luz que incide y capacidad reflectora de la superficie determinan la luminancia de la misma. A cada luminancia, que es una magnitud física objetiva, corresponde una sensación de brillo subjetiva.

Según lo anterior, dos superficies pueden producir la misma sensación de brillo, aunque reflejen la luz de forma distinta, siempre que ajustemos cuidadosamente la cantidad de luz que incide sobre ellas. Al final, estas dos escenas de distintos tonos reflejan la misma cantidad de luz hacia la cámara y producen la misma sensación en el fotógrafo; los ajustes de cámara deberán ser, lógicamente, los mismos en los dos casos. Parece adecuado, por tanto, medir la luz que se dirige hacia la

cámara. El tipo de fotómetro que hace esta función se denomina fotómetro de luz reflejada.

Supongamos ahora una escena más compleja, formada por dos superficies idénticas en tamaño, pero de tonos distintos. Si la iluminamos homogéneamente, cada superficie reflejará luz de acuerdo con su coeficiente de reflexión. La célula del fotómetro recibirá la luz de la escena mezclada sin poder discriminar de cual de las superficies viene. La lectura que hará será un promedio de las dos. El valor de exposición obtenido a partir del calculador que suele poseer todo fotómetro, permitirá una toma, supongamos por ahora, correcta.

Vamos a considerar a continuación una escena compuesta por dos superficies de los mismos tonos que antes, pero una de ellas mucho mayor que la otra. La imagen formada por el objetivo y proyectada sobre el negativo muestra una escena formada por dos tonos idénticos a los de la escena anterior; para exponerse correctamente deberemos dar la misma exposición que vimos que era correcta, para que precipite así la misma cantidad de plata en las zonas correspondientes a cada superficie. Si dirigimos el fotómetro de luz reflejada hacia la escena, comprobaremos que da una indicación diferente a la de la escena anterior. La célula del fotómetro recibe la luz procedente de la escena mezclada y no como el negativo. En el último supuesto domina la luz procedente de la superficie mayor. Si ésta es la más luminosa enviará luz, en mayor medida que la superficie pequeña, hacia el fotómetro. Como la célula del fotómetro integra toda la luz

que le llega, como si procediese de una superficie única, continua, de un único tono, la respuesta que nos dará dependerá de la relación de tamaños que existan entre estas dos superficies. Si la superficie dominante es la más luminosa, el fotómetro nos dará indicación de que hay mucha luz para la emulsión negativa y dará un valor "f" para colocar el diafragma más cerrado que en la toma que hicimos cuando las dos superficies eran iguales. Si aceptamos estos valores, el negativo quedará escasamente expuesto y al positivizar la imagen aparecerá demasiado oscura comparada con los tonos reales de la escena. En este caso, habrá que desviarse, por tanto, de los valores ofrecidos por el fotómetro y usar un número "f" que indique un diafragma más abierto. La regla sería exactamente la contraria si en la escena dominase la superficie más oscura: habrá que tomar como referencia la medida del fotómetro y luego cerrar el diafragma, justo al contrario de lo que podría parecer de forma intuitiva.

Vemos así, que los fotómetros de luz reflejada pueden dar medidas erróneas si unos tonos dominan sobre otros, dado que son incapaces de reconocer la naturaleza de los objetos. Plantean, además, otro problema: una vez efectuada la medida de la luminancia de la escena, el resultado no es ofrecido en las unidades correspondientes (candelas por metro cuadrado, por ejemplo), sino convertido, a través del calculador, en valores controlables en la cámara, tanto de diafragma como de tiempo de obturación. Supongamos, por un momento, que nuestro fotómetro no posee calculador de exposiciones y debemos construir uno. Para calibrar el fotómetro deberíamos de tomar una escena compuesta por

una superficie de un tono único, por ejemplo un gris cualquiera. Al medir la escena con el fotómetro se desviará la aguja en función de la luminancia; hacemos entonces varias fotografías de la misma escena, variando la cantidad de exposición y después de revelada la película elegimos aquella toma que nos da, al po sitivarla, un mismo tono de gris que la escena. El valor de expo sición que hemos usado lo colocamos frente a la desviación que - había alcanzado la aguja del fotómetro. Tenemos ya el fotóme- tro calibrado de forma que siempre que encontremos una escena de ese tono sabemos, experimentalmente que el resultado será correcto. Si ahora medimos una superficie de tono distinto, su- pongamos que más brillante, el fotómetro, que está calibrado - para otro valor tonal y no tiene capacidad para reconocer que existe una diferencia, reaccionará dando un valor de exposi- ción que, si lo respetamos, nos volverá a dar un tono idéntico al de la toma anterior. Si ahora calibramos el fotómetro para el nuevo tono, dejará de estar calibrado para el tono anterior; en definitiva, no se puede calibrar cada fotómetro más que para un sólo tono.

El problema está en decidir para qué tono, de todos los po sibles, se deben calibrar los fotómetros. El estudio estadís- tico de la luminancia media de las escenas más fotografiadas ha permitido conocer, aunque con discrepancias entre los diver sos autores, que las escenas más frecuentes reflejan, en media, un 18 % de la luz que les incide. Si un fotómetro de refle- xión se calibra para este valor, podrán medirse con fiabilidad y fotografiarse correctamente la mayoría de las escenas. Esto

es así porque el fotómetro integra la luz procedentes de todas las partes de la escena y cualquiera que sea el tipo de sujeto, con tal que refleje el 18 % de luz en media, la medida será correcta. Dicho de otra forma, el fotómetro da el mismo valor al enfrentarse a una escena compleja que refleja el 18 % de la luz que le incide que a una superficie plana, lisa, del mismo coeficiente de reflexión.

Según Sanders (3), la nieve refleja un 81 % de la luz que cae sobre ella, mientras que sus zonas oscuras llegan a un 4 %, por lo tanto, la media geométrica es $\sqrt{4.81} = 18$.

Dunn y Wakefield consideran, en cambio, que las luces más intensas son aquellas que reflejan el 66 %, mientras que las sombras más oscuras sólo llegan a un 1 %, que corresponde al coeficiente de reflexión del terciopelo negro. La media es, aproximadamente, de un 8 %, mientras que estos mismos autores opinan que el tono medio para calibrar los fotómetros debería ser el 10 %. (4)

Andreas Feininger piensa que:

"The reflectance of the gray scale is 18 % because this is the percentage of light with "average" indoor subjects reflects; "average" outdoor subjects reflect a bit less". (5)

Para facilitar la labor del fotógrafo se fabrican tarjetas calibradas para este poder de reflectancia. El resultado de medir una escena media y la tarjeta gris del 18 % de reflectan

cia colocada en la escena de forma que reciba la misma iluminación debe ser el mismo.

Este sistema permite también hacer medidas que se aparten de la media.

Una escena atípica, más o menos brillante que la media es evaluada incorrectamente por el fotómetro, como hemos visto antes. Ante una situación de este tipo, como un paisaje nevado, por ejemplo, se obtiene una buena medida colocando la tarjeta gris en la escena y exponiendo de acuerdo con los resultados de su medida.

Esta operación puede resultar laboriosa porque la tarjeta es plana y para que reciba la misma iluminación que la escena hay que colocarla de forma que un eje perpendicular a ella - ocupe la bisectriz del ángulo formado por la línea que va desde la cámara hasta la escena y desde la escena hasta la fuente de luz principal. Para facilitar este trabajo se han diseñado los fotómetros de luz incidente que se colocan en la escena de forma que reciban la misma luz que ésta y se orientan hacia la cámara. La célula receptora del fotómetro está rodeada por una hemiesfera de algún material difusor (las primeras experiencias se hicieron utilizando pelotas de ping-pong) que permite recoger la luz que incide en la escena desde cualquier dirección. Este tipo de fotómetro está calibrado de forma que se comporta como si en su interior tuviera una tarjeta gris del 18 % de reflectancia. Las medidas serán correctas en la mayoría de las

situaciones, salvo cuando la iluminación de la escena es completamente lateral o a contraluz.

HACIA UN MODELO CUANTITATIVO.

La construcción progresiva de la imagen tiene su momento cubre en la actividad de "ejecutar", que voy a desarrollar después. La luz procedente de la escena va a incidir sobre el material - fotosensible, creando una imagen latente que se va a convertir en visible y permanente a través del proceso de revelado y, según el tipo de material y nuestras necesidades, en imagen positiva al tamaño final deseado.

En todo este conjunto de actividades es imposible obviar el comportamiento de los materiales y sus limitaciones para conseguir nuestros objetivos. La comunicación podía ser, según dije en su momento, directa o mediada. Emisor y receptor contactan en este último caso, a través de un objeto icónico que podía ser el resultado de una elaboración manual, como en el caso de la pintura o la escultura, o de un registro, sobre soporte fotoquímico o magnético. La lectura del grupo de imágenes elaboradas manualmente se realiza de forma directa, sin necesidad de ningún instrumento intermediario, mientras que la imagen registrada puede necesitar, en la mayoría de los casos, de instrumentos de complejidad variable para permitir que las imágenes sean directamente legibles. La imagen de vídeo necesita del magnetoscopio como elemento lector y de un monitor como elemento terminal para presentar la imagen; en el cine se dispone de un proyector como lector y de una pantalla como terminal. La fotografía, aún siendo imagen registrada, no necesita de ningún dispositivo especial de lectura, apareciendo, quizás, como el puen-

te de unión entre ambos tipos de imágenes (o si se prefiere, como frontera de separación)

Toda imagen surge de la variación, del contraste entre su formante y el soporte que lo sustenta. En la mancha, por ejemplo, la forma emerge de la diferente intensidad de grafito depositado en cada zona del papel. Las posibilidades de distintos matices están muy limitadas por la escasa gama de tonos obtenibles por este procedimiento; pero es adecuado para proporcionar formas suficientemente ricas e inductoras de la sensación de profundidad.

Un ejemplo más claro de las limitaciones reproductoras de los distintos sistemas es la de los equipos de sonido. La imagen auditiva, previamente registrada en una banda magnética o en los surcos de un disco, debe ser leída en primer lugar, convertida a otra forma de energía después, y, por fin, amplificada a niveles adecuados para atacar el último elemento de la cadena reproductora, el altavoz, encargado de convertir la información portada en una forma de energía irreconocible por el oído humano, a señales audibles. En el caso de que la señal registrada sea rica en registro y todos los elementos posteriores se encarguen de deteriorarla, mediante la introducción de ruidos, si el último elemento, el altavoz, es incapaz de reproducir toda la información contenida en la señal inicial, el resultado será pobre. El supuesto contrario incluiría un buen altavoz, capaz de responder a muchas frecuencias y matices, atacado por una señal pobre en su origen muy deteriorada por la baja calidad de los elementos intermedios. En ambos casos no

existe adecuación entre la señal inicial registrada y las posibilidades del elemento terminal.

Una comparación similar es la que se puede establecer, dentro del campo fotográfico, entre la información existente en una imagen negativa, obtenida a partir de un material expuesto en cámara y posteriormente revelado, cuando intentamos copiarla para conseguir una imagen positiva, sobre material opaco, directamente perceptible por el receptor. La falta de adecuación entre la respuesta informativa del material negativo y del material positivo puede proporcionar resultados muy pobres, sin riqueza informativa o expresiva. Un negativo rico en información, en sutilezas icónicas, copiado en un papel inadecuado, perderá parte de la información. En el caso opuesto, un papel rico en posibilidades frente a un negativo carente de información no podrá mejorar, aportar, lo que no está en la imagen inicial de la cámara. La adecuación entre estos dos elementos y los procesos intermedios para conseguirlo, es fundamental para la obtención de una buena imagen, o incluso, para conseguir una imagen simplemente adaptada a nuestros objetivos.

Dicho con otras palabras, si el sistema posee alguna restricción, hay que adecuar todos los procesos de la actividad de "ejecutar" para obtener el resultado deseado dentro de estas limitaciones. En el caso del sistema fotográfico, la limitación se encuentra en la respuesta del papel, como luego intentaré demostrar y la idea central está en adecuar todos los pasos, partiendo del análisis de la escena, para situar los

elementos de la misma que nos interesan, dentro de las posibilidades del papel fotográfico.

La visión sistémica con la que he planteado el proceso fotográfico nos permite ver la interrelación entre los diversos factores que intervienen y cómo repercuten en las distintas fases. El problema consiste, ahora, en determinar cómo influye cada actividad en casos concretos, y cómo puedo, en condiciones reales de trabajo, prever los resultados y controlar cada fase. Obsérvese que estas actividades ya son terminales, donde se manipulan los materiales sobre los que vamos a construir las imágenes.

El elemento formante de la imagen fotográfica es la plata. Es cierto que en los materiales de color, la imagen la forman pigmentos de los tres colores fundamentales para la síntesis subtractiva; pero en su estadio inicial, en el momento de exponer la película fotográfica, incluso en estos materiales, la imagen la forma la plata y sólo en un segundo revelado ésta es sustituida por los citados pigmentos.

La cantidad de plata que precipita en cada parte del negativo depende de la cantidad de energía luminosa que incida sobre ella. Esta relación es linealmente proporcional excepto en los extremos, es decir, en aquellas zonas que han recibido o mucha o poca luz. Este comportamiento de los materiales fotosensibles hemos visto que quedaba reflejado en la curva característica del revelado de una emulsión, en la que se relacionan niveles logarítmicos de exposición y densidades de plata obtenidas.

Una escena cualquiera, por compleja que sea icónicamente, queda reducida, desde el punto de vista del material fotográfico, a un conjunto de zonas de luminancias crecientes comprendidas entre un valor máximo y uno mínimo. Estoy haciendo abstracción del color, o mejor dicho, considerando exclusivamente la característica del color conocida como tono.

El contraste de una escena es la relación que existe entre los valores extremos del conjunto de luminancias que representa a la escena. Cada una de ellas se convierte en una cierta densidad de plata en la emulsión fotográfica revelada. La relación existente entre las densidades extremas es el contraste del material fotosensible, que puede ser, respectivamente, del negativo o del material de copia positivo.

Un sistema negativo-positivo se caracteriza por la necesidad de dos pasos hasta obtener una imagen comparable, desde el punto de vista tonal, a la escena. La relación que se establece, como hemos visto, es de un incremento de la plata precipitada en función de la cantidad de energía luminosa que incide en cada zona del material fotosensible. La plata precipitada es opaca a la luz; después del revelado existe más plata en las zonas del material fotográfico que ha recibido más exposición a la luz, por lo que la imagen está invertida tonalmente. Para obtener una imagen con luminancias comparables a las de la escena, al menos en cierta medida, debemos realizar una copia de esa imagen negativa, en un material fotográfico que, operando bajo el mismo principio, nos de una imagen no invertida tonalmente. Para poder realizar esta operación con facilidad, la imagen ne

gativa se suele obtener con materiales fotográficos cuyo soporte es transparente. El negativo así obtenido podrá ser copiado con facilidad, bien por contacto o por proyección, por el procedimiento de iluminarlo homogéneamente por la parte del soporte. Las zonas del negativo muy opacas porque recibieron mucha luz en el momento de la exposición en cámara, dejarán pasar poca energía luminosa hacia el material fotográfico virgen sobre el que estamos copiando, produciendo zonas blancas o transparentes, según las características de su soporte. Las restantes opacidades del negativo producirán efectos similares, obteniéndose por tanto, una imagen positiva, directamente comparable a la realidad.

Al estudiar la curva característica de los materiales negativos comprobamos cómo el contraste de la escena es reproducido en el negativo con un contraste menor. Esto significa que el conjunto de tonos de la escena ha quedado reducido a un conjunto más limitado, especialmente por los extremos. Los tonos del negativo, aunque fuéramos capaces de leerlos haciendo la inversión tonal mentalmente, no harían justicia a la escena, que es, en general, más contrastada. Para compensar este bajo contraste de los materiales negativos, los fabricantes dotan a los productos destinados a la copia de unas características que permiten, en alguna medida, imagen positiva con un contraste más similar a la realidad. Para ello los dotan de un comportamiento que se representa por una curva característica dotada de mayor pendiente, incrementando, así, el bajo contraste del negativo.

El especial comportamiento de cada uno de estos materiales

nos va a llevar a encontrar la forma de adecuar las características de la escena al comportamiento conjunto de los materiales negativos y positivos. Los materiales de respuesta en color no tienen la flexibilidad de tratamiento de que están dotados los materiales en blanco y negro, por lo que propondré estrategias alternativas para obtener resultados óptimos y consistentes. Concluiré, de nuevo, después de que tengamos la visión de conjunto de esta propuesta, la necesidad del conocimiento profundo del proceso para conseguir adecuarse a los objetivos que actúan siempre, como mandatarios y restrictivos.

Centrándome en principio en el estudio de los materiales de blanco y negro, voy a analizar las limitaciones, ya anunciadas, del sistema, empezando por el elemento que constituye la restricción fundamental, el material de copia positiva.

El comportamiento del papel.

El estudio del papel fotográfico monocromático, como el de cualquier otro material, se puede abordar a partir de los datos, fundamentalmente de tipo sensitométrico, que proporcionan los fabricantes.

La dificultad que plantea el uso de esta información estriba en la diferencia de condiciones entre el trabajo de campo y los del laboratorio. Los datos de los fabricantes se refieren a pruebas hechas en condiciones técnicas, imposibles de reproducir en la práctica. Debemos disponer, por otra parte, de

un metodo operativo que se refiera a las condiciones reales, sin necesidad de recurrir a equipos costosos y sofisticados.

La curva característica refleja, como hemos visto, la forma de reaccionar de un material, al relacionar la exposición que recibe con la densidad obtenida. Vamos a intentar una experiencia que nos permita obtener en la práctica, datos sobre la naturaleza del papel. Para ello se simula un negativo con una cuña sensitométrica (6) que es un trozo de material negativo dividido en escalones de distinta densidad, entre los que existe una relación fija (es equivalente a tener los posibles tonos de una escena ordenados de menor a mayor valor). Suelen tener, normalmente, 21 pasos, desde un escalón transparente hasta uno negro, mediante ennegrecimiento progresivo y controlado, donde cada zona posee una densidad superior a la anterior, según factor fijo y simple.

Cada una de estas cuñas, fácilmente obtenibles en las casas comerciales, se colocan en el portanegativos de la ampliadora y se realizan varias copias de ella en un mismo tipo de papel fotográfico con distintos tiempos de exposición. Una vez reveladas todas de forma idéntica, se puede observar que cada una de ellas reproduce el mismo número de zonas, lo que demuestra que el contraste o diferencia de densidades que es capaz de mostrar determinado papel es independiente del tiempo de exposición. El número de tonos que puede proporcionar un papel es, por tanto, independiente del tiempo de exposición. El tiempo de exposición del papel servirá, exclusivamente, para

obtener la respuesta tonal que más nos plazca a partir de un negativo tomado de una escena real.

La segunda prueba consiste en exponer varias hojas nuevas de un mismo papel en condiciones idénticas a las anteriores, y con un único tiempo, pero cambiando el tiempo de revelado para cada una de ellas. Se observa, después de procesadas y secadas, que no existen, prácticamente, diferencias entre ellas. Tampoco influye en el papel, por tanto, el tiempo de revelado, como comprobamos que sí ocurría con los materiales negativos. Esto demuestra que no es posible modificar, al menos de forma profunda, las características de un determinado papel. Cuando el tiempo de revelado llega a superar cierto valor, los haluros de plata no impresionados empiezan también a ser afectados, produciéndose un velo general que confiere un cierto tono grisáceo a las zonas más blancas, reduciéndose la diferencia con el negro más profundo y disminuyendo, incluso, el contraste general del papel.

La posibilidad de cambiar el comportamiento del papel en el sentido de poder reproducir negativos de contrastes diferentes es factible mediante algunas técnicas.

El procedimiento denominado de "iluminación uniforme suplementaria" (7) permite modificar la curva característica de un papel de un intervalo pequeño de exposiciones (normalmente denominado de grado duro), mediante la adición de una cantidad uniforme de luz, realizada antes o después de la exposición base, y suficientemente pequeña para no incrementar el velo. El sig

tema está muy desarrollado para máquinas industriales y necesita el cálculo previo del contraste del negativo con un densitómetro. La aplicación al campo manual de este procedimiento, que data de 1.958, aparece en un breve artículo de la revista Darkroom Photography, de Enero de 1.980 (8), donde sólo se indica cómo ponerlo en práctica, pero no la forma de manejar cada negativo, según su contraste.

Glaflkidés, al hablar de las buenas emulsiones modernas, - afirma:

"Le contrast optimum est rapidement obtenu des le début de développement, puis les courbes suivantes, au lieu d'augmenter de pente, se déplacent seulement vers la gauche, par translation horizontale" (9)

Esto nos permite afirmar que sólo se produce un aumento de la sensibilidad al aumentar el tiempo del revelado, mientras el contraste del positivo permanece constante.

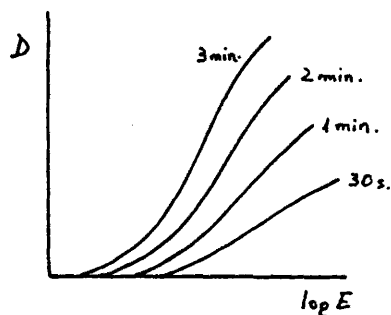
En este mismo sentido cree Baines que:

"Variation of contrast by development - (as in the case of the negative materials) offer very little control with print materials as the maximum black is obtained only with full development" (10)

Kowaliski opina que les ocurre lo mismo a los papeles con emulsión a base de cloruros de plata, mientras los de bromuro sí la admiten:

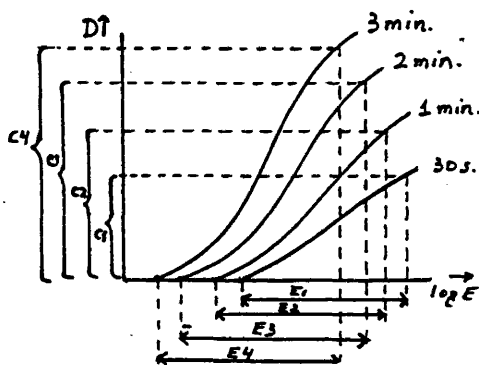
"Ce type de papier permet ainsi d'adapter les caractéristiques du papier a celles de chaque négatif, mieux encore que le simple choix du grade approprié" (11)

El autor no tiene en cuenta, en este caso, el criterio de obtener la máxima calidad, puesto que, cuanto menor es el tiempo de revelado, menor es el contraste y, por tanto, las partes más oscuras de la escena quedan reflejadas como grises, cuando ya hemos visto la necesidad de negros profundos para dotar de sensación tridimensional a las imágenes. Las afirmaciones de Kowaliski se reflejan en este conjunto de curvas:



Kowaliski considera que negativos de distinto contraste se pueden reproducir adecuadamente. Lo único que se puede afirmar en todo caso, es que todas las densidades del negativo van a ser reproducidas con detalle en el positivo, pero no que se obtenga una correspondencia tonal entre escena y copia positiva. Cuando se revela el papel positivo durante poco tiempo, la curva característica tiene menor pendiente y, por consi-

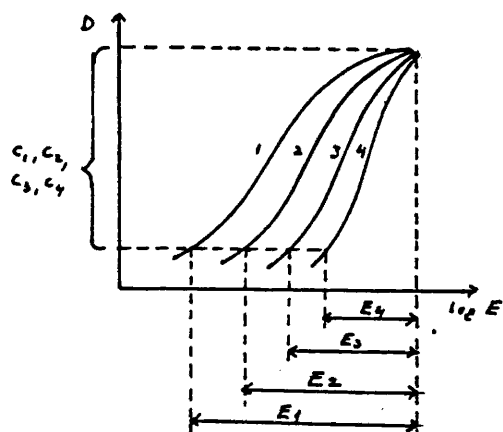
guiente, admite un negativo de mayor contraste o diferencia de densidades.



Los diferentes negativos, E_1 a E_4 poseen distintos contrastes que van de mayor a menor y pueden ser reproducidos, por tanto, con detalle en todas sus partes, sin que se confundan, - es decir, sin que tengan el mismo tono - dos valores contiguos. Las correspondientes imágenes positivas nos muestran contrastes también distintos, C_1 a C_4 , progresivamente también mayores, pero con adecuado detalle en cada uno de ellos. Los blancos de la escena se reproducen como tal en todas las copias; las partes más densas de cada copia, en cambio, son distintas y aumentan progresivamente, de forma que el primer positivo representa la partes de las sombras mediante gris hasta alcanzar, de forma paulatina, el negro máximo que puede dar el papel en el último. Sólo en este caso tenemos una mejor reproducción de la escena.

Si quisiéramos reproducir adecuadamente cada negativo del

ejemplo anterior con toda la gama de grises, del blanco al negro, tendríamos que utilizar cuatro papeles que tuvieran las siguientes curvas características:



Como se ve, todas las copias tienen el mismo contraste, y dan, pues, los mismos blancos y negros.

Estos papeles, afortunadamente se fabrican comercialmente y su grado se asocia a cada tipo de pendiente. Al llamado papel normal se suele asignar el número 2, con el bromuro de plata como elemento fotosensible; estos números aumentan con la pendiente del papel. Como estos papeles no se alteran con el revelado, si coincide el contraste del negativo con el intervalo de exposiciones admisible por el papel, podemos obtener una gama completa de blancos puros con negros intensos y una serie amplia de grises.

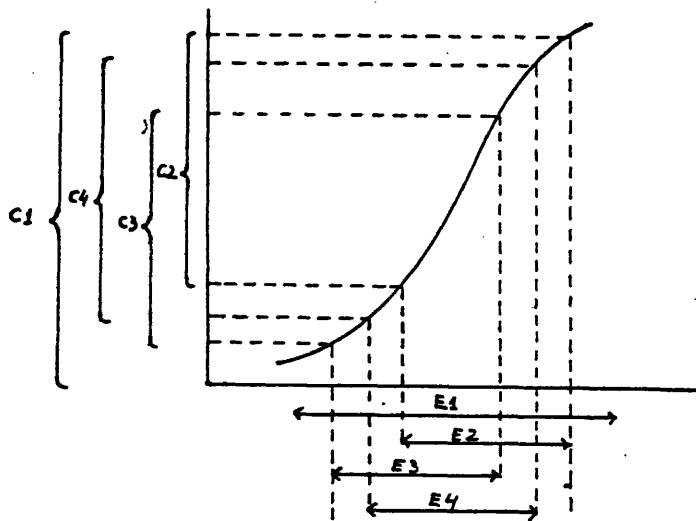
Si podemos disponer de papeles de varios grados, seremos

capaces de reproducir correctamente negativos cuyos contrastes sean idénticos a los intervalos de exposiciones de estos papeles. Normalmente pueden existir de 3 a 5 de estos grados por cada tipo de papel. Estos serán entonces - de 3 a 5 -, los posibles contrastes distintos de negativos que podremos reproducir correctamente. El problema radica en que las escenas tienen contrastes que producen negativos que no coinciden, exactamente con esos valores e incluso, se pueden mover en un intervalo mucho más amplio.

En el caso de no coincidir, puede ocurrir que el contraste del negativo sea superior al intervalo de exposiciones del papel. Si es superior, las partes de las sombras y de las luces intensas quedan comprimidas en el negativo, aunque el contraste final de la copia sea el máximo que puede llegar a dar el papel.

Si el contraste del negativo es menor, en cambio, podemos exponer de forma que salgan las sombras con su tono correspondiente y queden las luces agrisadas, o bien exponemos para reproducir los tonos de las luces intensas, con lo que las sombras quedan excesivamente claras. Una exposición intermedia no reproduciría ni los negros ni las luces con sus valores tonales.

Un procedimiento usado muy frecuentemente es el de elegir en primer lugar un papel cuyo intervalo de exposiciones sea lo más próximo posible, por debajo, al contraste del negativo, exponiendo correctamente el papel para obtener detalle en la parte de las sombras de la escena, parte de la información del -



negativo se perderá, concretamente la correspondiente a la zona de las luces altas de la escena, como acabamos de ver en los supuestos anteriores. Estas zonas aparecerán con el tono blanco del papel; aquellas partes de la escena con luces elevadas, como por ejemplo el cielo y las nubes, estarán indiferenciadas del blanco. Una exposición suplementaria permitiría obtener detalle en esta zona, puesto que comenzaría a precipitar plata y a formarse, por tanto, las nubes sobre el cielo. Esta exposición adicional tendría, en cambio, un efecto perjudicial para las zonas de sombras, puesto que un exceso de luz acabaría dando un mismo tono, el negro máximo del papel, a todas aquellas zonas que antes se distinguían sutilmente mediante distintos tonos de gris. Para obtener el resultado deseado, con información en todas las zonas del papel, se procede, después de haber expuesto para obtener el detalle adecuado en las zonas de sombras, me-

diante una reserva de todas aquellas partes bien expuestas, de forma que una segunda exposición sólo afecta a las partes sin detalle.

Otro procedimiento para conseguir copiar toda la información del negativo obteniendo una copia rica en tonos grises, y con un contraste adecuado que incluya alguna zona, por mínima que sea, que corresponda al blanco y al negro máximo que pueda dar el papel, es la de simular, partiendo de un único tipo de papel, los diferentes grados que ofrecen los fabricantes mediante el uso de una solución reveladora en dos baños, bien mezclados o por separado. Existen varias fórmulas reveladoras que cumplen estas funciones, aunque todas obedecen al mismo principio que, según White,

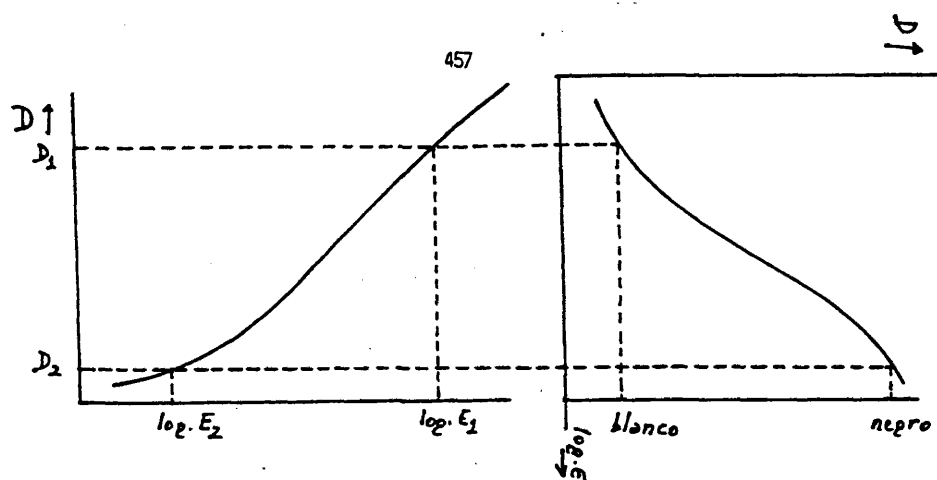
"... the first solution is a low contrast developer (Kodak Selectol Soft for example), the second high contrast (Kodak Dektol). the two solutions may be mixed to form a single bath, or kept in separate trays and the prints developed at different times in each bath". (12)

Se ha visto, en definitiva, que en los sistemas negativo-positivo con materiales de blanco y negro, la limitación extrema se encuentra en la respuesta del papel positivo de copia. Estas limitaciones se concretan en que el papel no tiene un comportamiento variable con el revelado ni con ningún otro factor, salvo en muy ligera medida con algunas técnicas especiales que requiere un equipo costoso de medida (densitómetro). Este com-

portamiento inflexible del papel implica que sólo es capaz de responder adecuadamente a negativos que tengan un contraste - bien determinado. Con papeles de varios grados es posible adecuarse a varios contrastes de negativos, pero también muy reducidos en números. El contraste del negativo depende, a su vez, del contraste de la escena, que puede ser muy variable, por lo que parece casi imposible obtener buenas copias positivas de la mayoría de los negativos. Hemos visto, también, sin embargo, - que ante una misma escena podemos obtener negativos con contrastes diferentes por el procedimiento de variar el revelado de cada uno de ellos.

Estos ejemplos nos demuestran la necesidad de adecuar el contraste del negativo al intervalo de exposiciones del positivo.

Supongamos que vamos a efectuar siempre el mismo revelado, constante en todas sus condiciones y con el mismo material. Su curva característica por consiguiente, será siempre la misma, porque partimos de un material positivo de respuesta constante, tanto en el contraste que es capaz de dar como en la clase de negativo que admite, siempre con el mismo contraste. Construyamos las curvas de ambos materiales, relacionadas con el punto de partida, el papel, que es el elemento limitador de la cadena, hacia atrás.

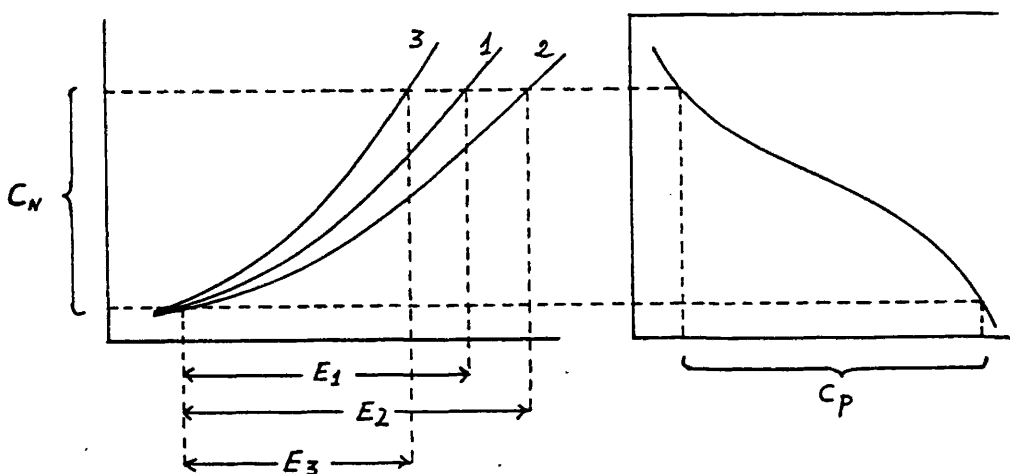


En esta curva característica vemos que el negro y el blanco se consiguen con unas densidades en el negativo D_1 y D_2 . Las que sean más bajas que ésta última no proporcionan detalles al reproducirse como negro intenso y las densidades superiores a D_1 ocasionan el blanco intenso y ambas son las densidades extremas que acepta el papel. Aquellas partes de la escena con luminancias L_1 y L_2 corresponden a las exposiciones $\log E_1$ y $\log E_2$, expresadas logarítmicamente. Las comprendidas entre éstas quedarán muy bien recogidas, pero las inferiores o superiores no dejarán rastro. El contraste de la escena debe tener como límite dichas luminancias para poder reproducirlas correctamente. Si es superior el contraste podemos intentar reducirlo al elevar la iluminación de las partes en sombra y esto es posible cuando tenemos todas las posibilidades de control, como en un estudio profesional, donde las fuentes luminosas artificiales permiten ajustar las luminancias a los valores adecuados. El problema es diferente en exteriores, pero puede paliarse, cuando los contrastes no son excesivos, mediante el uso de pantallas reflexivas o de un flash para rellenar las partes de sombra.

Puede ocurrir, por el contrario, que el contraste de la escena sea inferior a L_1/L_2 y, en este caso, habría que proceder al revés, elevando las luces intensas de la escena mediante iluminación artificial y pantallas.

Si no imposible, en la mayoría de las ocasiones es bastante complejo y difícil resolver estas situaciones. Al no poder modificar la curva característica del positivo o el contraste de la escena sólo queda, para obtener el máximo rendimiento de los papeles sensibilizados, variar el revelado de los materiales negativos para que su intervalo de contrastes se adapte al del positivo.

Dado que éste es fijo para un papel dado, podemos conseguir que el contraste del negativo coincida con él al modificar el tiempo de revelado, de tal manera que las escenas muy contrastadas, al revelar menos, se acomoden, mientras las que exhiben menos contraste llegan a producir idéntico resultado si se revela más tiempo.

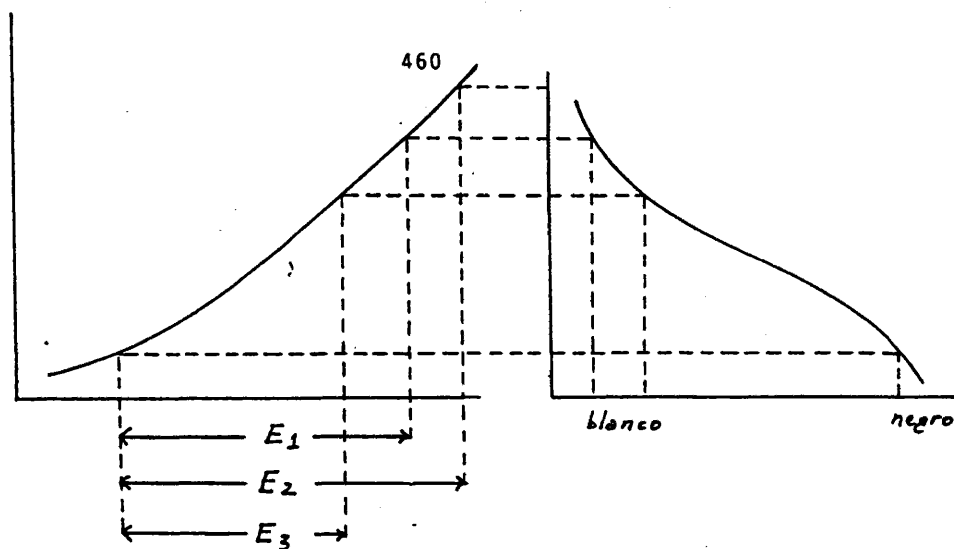


La escena E_1 , que podemos considerar normal, con un revelado estimado también normal nos da un contraste del negativo C_n , que se adapta perfectamente al positivo. La escena E_2 tiene un contraste mayor que la anterior y, mediante una reducción en el revelado del negativo que la ha registrado, presenta un contraste igual a la anterior. La E_3 exhibe un contraste menor y, al aumentar la duración del revelado, se consigue una curva del mismo contraste C_n .

¿Qué hubiera ocurrido si se mantiene constante el revelado del negativo, independientemente del contraste de la escena? Esta solución es, de hecho, la más frecuente, puesto que el fotógrafo expone, en un mismo rollo de película, una serie muy variada en cuanto a contrastes, de diversas escenas. Con los revelados normales, como puede comprobarse en la figura, sólo reproduce bien E_1 ; E_2 habría perdido detalle en las luces intensas y E_3 podría ver transformados sus blancos en grises. Esta situación se puede resolver con el empleo de papeles de distinto grado, adaptados cada uno a los diversos intervalos posibles. El problema se reduciría a saber qué papel utilizar.

Con este método de trabajo, por otra parte, puede haber negativos que presenten contraste intermedio entre las posibilidades de dos papeles muy concretos.

Un sólo tipo de papel, el llamado "normal", es el que mejor respuesta subjetiva puede dar, según Ansel Adams, en su obra The Print (13), y según otros estudiosos, entre los que destaca Saltzer, el cual opina:



"Graded papers, on the other hand, lose definition in the low tones, as well in the higher tones, limiting their usefulness for this calibration in general and for miniature roll film in particular"
 (14)

Presidiendo el desarrollo de este modelo de la comunicación fotográfica se encuentra siempre la adecuación a los objetivos, unida a la obtención de la máxima calidad, por muy sutil que pueda ser este concepto. El descubrimiento de los distintos elementos que intervienen en el proceso, así como de sus interrelaciones, pasa de nuevo en este nivel en el que nos hemos acercado de forma definitiva, a los elementos físicos que van a dar cuerpo a las imágenes fotográficas, sean materiales o instrumentos, por una limitación más.

En cada marca de papel, dentro de un mismo tipo, uno de los papeles de distintos grados es el que se adecúa a una mejor calidad.

EL SISTEMA DE ZONAS.

Para resolver este problema Ansel Adams desarrolló un método que bautizó con el nombre de "Sistema de Zonas", que aúna el estudio sensitométrico de los materiales fotográficos con las características visuales subjetivas que todo producto icónico, destinado a un receptor humano potencial debe poseer.

Voy a exponer las líneas básicas de este método de forma sucinta, pero intentando recoger lo fundamental de él, dada la importancia que ha tenido en la introducción de una visión sistémica más amplia de la fotografía.

El problema que se plantea es la posibilidad de conseguir que un negativo dado posea siempre, después de revelado, el mismo contraste capaz de adaptarse al grado normal de papel seleccionado, ante diversos contrastes en la escena.

El concepto de zona.

El concepto de zona está ligado a la exposición. Según Minor White:

"A 'zone' is a visual unit of measurement as arrived at by altering a standard exposure by one 'stop' more or a 'stop' less". (15)

Los elementos que nos sirven para controlar la exposición son el diafragma y el obturador, cada uno de cuyos valores está relacionado con el anterior y el siguiente según 2/1.

Supongamos que nuestra tarjeta gris, de 18 % de reflectancia, constituye la escena. Si exponemos para recoger ese gris total, después de revelar y copiar, tendríamos que obtener un tono semejante. Una exposición con un diafragma más cerrado, o con otro más abierto, (mitad o doble de la anterior), en las mismas condiciones de trabajo, produce un positivo con zonas distintas. Ansel Adams, empleando este procedimiento, dividió - en lo que es una operación puramente convencional, por supuesto - las posibles respuestas del material positivo en diez zonas, numeradas del 0 al 9. Con los papeles modernos, los negros son menos profundos y es más realista considerar una división en sólo nueve zonas, del 1 al 9.

El número de zonas posibles, en última instancia, depende de la capacidad del papel para separar los tonos cercanos. La diferencia entre dos zonas reproducidas en el positivo no es la misma que la existente en el momento de la exposición, es decir, una zona no refleja el doble de luz que su predecesora.

La zona V representa la tarjeta gris, o sea, el valor medio de una escena, y es la zona pivote, por encima de la cual se encuentran las más luminosas y por debajo las de sombras. Es, por definición, el tono medio.

El concepto de zona ha ido cambiando históricamente desde los primeros escritos de Ansel Adams, Mino White y los difusores del método. Al principio, hacia finales de los años 30, el concepto se aplica, simultáneamente a los tonos de la escena, a los de

la copia y a la exposición dada, para aplicarse, al final sólo a este último factor.

En la experiencia citada con la tarjeta gris, precisaba que los criterios necesarios para poder reproducirla con exactitud en el papel obligaban a exponer para el tono 4, el cual refleja la mitad de luz que el 5, mientras que la reproducción del tono 4 en el papel no refleja la mitad de luz que la reproducción del tono 5, dadas las características limitativas del material.

En vez de clasificar los tonos de la escena del 1 al 9, con una reflectancia mutua de 1 a 2, se debiera buscar cuáles son los tonos de la escena que quedan reproducidos en el positivo con una relación análoga.

Se trata, pues, de encontrar el mecanismo que nos permita establecer una escala de tonos igualmente separados en el positivo, independientemente de la relación que tengan en la escena. Las dificultades de la fotometría subjetiva han sido ya expuestas en esta tesis y la única forma de objetivar un método de trabajo es encontrar factores susceptibles de ser medidos mediante procedimientos sistemáticamente repetibles. El fotómetro de luz reflejada nos permite determinar si dos tonos son iguales y en qué relación exacta se encuentran.

Saltzer divide los tonos en tres grupos: bajos, del 1 al 3, medios, del 4 al 6 y altos, del 7 al 9 (16). La definición se refiere tanto a los tonos de la escena como a los correspondientes del papel.

Definición de tonos.

Tono 1. Tan negro como el máximo depósito de plata que es capaz de dar el papel fotográfico.

Tono 9. El recíproco del tono 1 respecto a la base blanca del papel.

Tono 2. Refleja el doble de la luz incidente que el tono 1. Es el primer tono bajo que no es totalmente negro.

Tono 8. Refleja la mitad de luz incidente que el tono 9. Es la última área en exhibir algún detalle.

Tono 3. Refleja doble cantidad de luz incidente que el tono 2. Es el primer tono bajo que muestra detalle en las sombras y aparece en la textura.

Tono 7. Refleja la mitad de luz incidente que el tono 8. Es el tono algo donde aparecen los detalles y texturas de las luces intensas.

Tono 4.

Tono 6.

Son los tonos medios donde se registra la mayor parte de la información visual.

Tono 5. El tono medio por definición, con una reflectancia del 18 %.

El sistema funciona, en principio, sobre la base de nueve zonas;

diez al principio, para Ansel Adams, aunque se hubiera podido realizar con cualquier otro número convencional. Con la prueba de la tarjeta gris quedarán claras las bases del revelado normal, denominado N, en la nomenclatura de Adams. Si exponemos dicha tarjeta para la zona VI, con el diafragma abierto un paso por tanto, se produce una cierta densidad en el negativo y un cierto tono en el positivo. Podemos exponer la citada tarjeta para la zona IV y cerrar un paso más el diafragma, respecto a la primera exposición y así sucesivamente.

Una vez expuesta la tarjeta gris para cualquier zona, obtenemos en el positivo los correspondientes tonos. En caso de exponer para más zonas de las nueve reseñadas, los tonos obtenidos en el papel para cada una empiezan a mostrar diferencias tan pequeñas y sutiles que resulta muy difícil separarlas en la práctica. El ojo es capaz de reconocer un número mayor de tonos, por supuesto, pero nueve son suficientes para ser recordados, porque luego tenemos que asociar cada tono de la escena a uno de la copia, previamente a la realización de la imagen.

Ante un sujeto dado, es preciso decidir qué tono presenta mayor interés y en qué otro tono de la copia quiero representarlo y exponer para él. Adams afirma:

"A gray scale of 10 stops of tone, including black and white, is entirely adequate. More steps would be confusing. " (17)

La medida de cualquier tono de la escena nos da indicaciones de exposición que, de ser respetadas, permitirán reproducirlo

como un tono 5, es decir, un gris medio. Para conseguir que un tono de la escena sea reproducido tal cual o como cualquier otro, hemos de corregir la exposición mediante los controles del diafragma y del obturador.

Supongamos que cierta parte de las sombras de la escena queremos reproducirla como tono 3. La medida del fotómetro para ese área es la necesaria para reproducirla como gris, tono 5. Si quiero pasarla, en cambio, al 3, he de trabajar con un diafragma cerrado en dos pasos y exponer, por tanto, para la zona III. (Las zonas se expresan, tradicionalmente, con números romanos). Desde el momento en que hemos decidido exponer como zona III, los restantes elementos de la escena pasarán, automáticamente, a ocupar otras zonas.

Estos conceptos pueden aclararse más con un ejemplo. Supongamos que la parte de sombras que queremos reproducir con detalle tiene una luminancia de 25 cd/pie^2 , mientras que el área más brillante refleja 400 cd/pie^2 . La parte de la escena que queremos reproducir como 3 no tiene, necesariamente, que ser la más oscura. La exposición para la luminancia baja es $1/60$ de segundo y un diafragma de 4, que es la exposición necesaria para la zona 5, y debería ser dos pasos más cerrados, es decir, $f:8$ para la zona III. Una vez que sabemos cómo van a reproducir las sombras, veamos qué pasa con las luces intensas donde necesitamos detalles:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
		25		100	200	400		
		cd/p^2						

Si expongo las sombras para la zona III, las luces intensas caen, necesariamente, en la VII y se reproducirán, por consiguiente, con el detalle deseado, ya que el tono 7 correspondiente presenta aún detalle en las luces intensas.

La escena puede contener elementos humanos que interese reproducir correctamente, a menos que queramos alterar los valores tonales o crear algún efecto intencional. La piel blanca refleja, aproximadamente, el 36 % de la luz que le llega con una luminosidad doble, por tanto, de la tarjeta gris. Para conseguir una reproducción correcta deberíamos de exponerla en la zona VI, lo que se logra al abrir un paso respecto a la exposición indicada por el fotómetro. Las restantes luminancias de la escena se expondrán como si pertenecieran a otras zonas.

El tercer caso que se puede plantear es una escena donde se necesita que los tonos altos exhiban detalle. Supongamos que presentan una luminancia de 200 cd/pie^2 , mientras que las zonas más oscuras sólo llegan a 6. Para obtener lo que buscamos, habría que exponer para la zona VII, y abrir en dos diafragmas el valor dado por el calculador del fotómetro. Las sombras caen, entonces, en la zona II, según el diagrama:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	6,5	12,5	25	50	100	200		

Esto quiere decir que no tendrán ningún detalle y, si no nos importa, ésta es la exposición correcta que me reproduce la escena con detalle en las luces intensas. Puede ocurrir

que existan luces aún más elevadas que me interese reproducir y que queden fuera de la capacidad de registro. Las reflexiones especulares propias del agua o de objetos metálicos son buenos ejemplos.

Variación del contraste mediante el revelado.

Los ejemplos expuestos hasta ahora permitían reproducir con detalle los tonos 3 al 7, dadas las circunstancias de la escena, con contraste similar, con revelado normal, según lo define Saltzer:

"Normal development is the development (usually measured as a function of time) needed to render all the tones in the scene photographed so as to appear in the negative/print with their tones/reflectances in the same relationship as they originally occurred or as they were perceived/translated." (18)

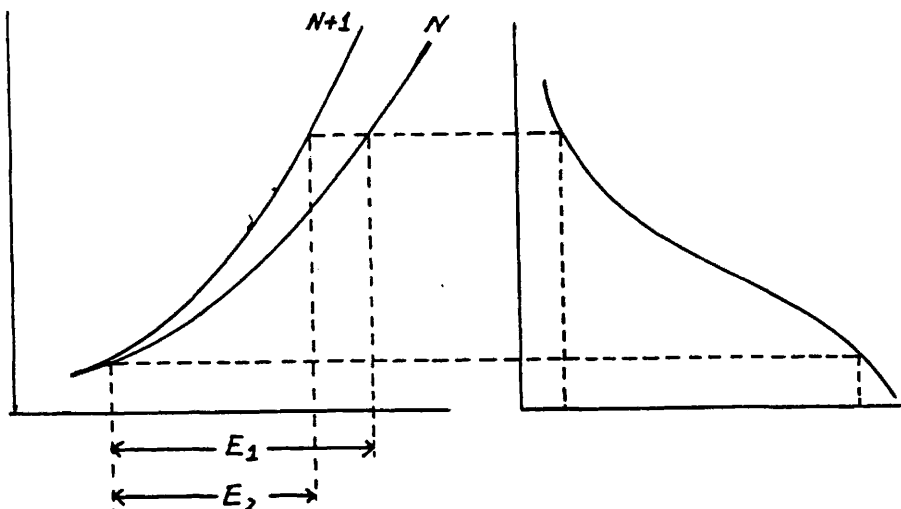
Las cosas no tienen siempre por qué ser así, puesto que es frecuente encontrar escenas con contraste superior o inferior a a aquellas que un revelado normal es capaz de reproducir correctamente.

Supongamos, por ejemplo, que nuestra escena nos da una luminancia, en las sombras, de 25 cd/pie^2 y, en las luces, 200. Si exponemos para la zona III, los tonos altos se reproducen como zona VI.

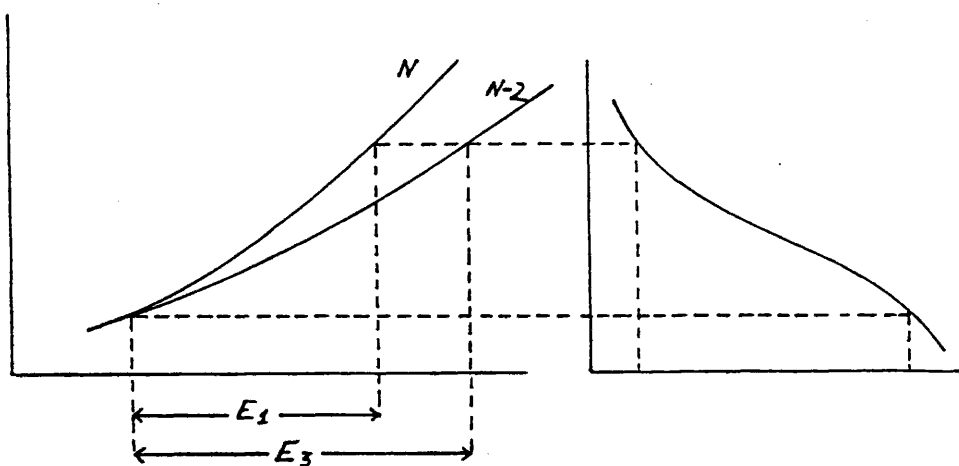
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
		25			200			

Si quisiéramos reproducir los tonos altos como zona VII, para obtener el máximo contraste y aprovechar el uso del papel, debemos revelar de modo que lo expuesto en la zona VI se reproduzca como tono 7. Esto se consigue, como ya vimos, variando el revelado en el sentido de aumentar la pendiente de la curva característica, lo que se consigue al incrementar el tiempo. El revelado necesario para conseguir que la exposición de la zona VI se reproduzca exactamente como tono 7, se denomina revelado normal+1 ó $N+1$.

El primer ejemplo queda reproducido en la curva de revelado normal, N . El segundo ejemplo, al revelar $N+1$, consigue obtener el mismo contraste en el negativo y reproducir, por tanto, en el mismo papel. Decimos, entonces, que se ha producido una expansión de los tonos.



Una tercera escena, E_3 , con un contraste superior, necesita un revelado que proporcione una curva característica de pendiente más suave. Si las sombras reflejaran 25 cd/p y las luces 1600, al exponer las sombras para la zona III, los tonos altos de la escena caerían en la zona IX. Si queremos conseguir que entren en la VII y el contraste del negativo se adapte, por tanto, al intervalo de exposiciones del papel, debemos revelar de forma tal que la curva característica dé una pendiente inferior a la normal. En estas condiciones se tendrá un revelado normal-2 ó N-2.



EL CONTROL DE LA RESPUESTA EN LOS MATERIALES DE COLOR.

El material de color, tanto reversible como negativo o positivo, tiene limitaciones respecto del monocromático. El revelado no puede variarse en el tiempo. Los materiales de color están constituidos por tres capas fundamentales, sensibles a cada uno de los tres colores primarios, rojo, verde y azul. Variando el tiempo de revelado en los materiales de blanco y negro, se ha visto que se producen variaciones en el contraste obtenido.

Conocer el comportamiento de los materiales de color supone estudiar el de cada una de sus tres capas. Variando el tiempo de revelado, se observa que las tres emulsiones evolucionan de forma diferente, unas capas tienden a precipitar más plata que otras. Cuando estas cantidades de plata se sustituyen por pigmentos coloreados en igual proporción, el resultado es una imagen con alguna dominante de color. Hay que revelar, por tanto, durante el tiempo exacto y en las condiciones marcadas por el fabricante, para conseguir una respuesta adecuada.

La falta de flexibilidad sólo permite reproducir correctamente escenas cuyo contraste no supere el máximo permitido por cada material. Si la escena tiene un contraste mayor, hemos de optar por perder detalle en las sombras de la escena o en las partes más brillantes.

Ante esta opción, hay que recurrir nuevamente para decidir, a criterios subjetivos. Se ha comprobado, estadísticamente, que

resultan más agradables los tonos en color con detalles en las luces altas, aunque se haya perdido la zona de sombras, justo al contrario que con los materiales de blanco y negro. Para hacer medidas consistentes con los materiales de color y conservar el detalle en las zonas más luminosas, se puede utilizar directamente la medida de luz incidente o la medida de luz reflejada de la zona más brillante que posee detalle y exponer como si fuera zona VII u VIII, según la capacidad del material que se use, es decir, abriendo 2 ó 3 pasos el valor del diafragma calculado con el fotómetro.

Si el detalle en las zonas de sombras es importante, tenemos como opción disminuir el contraste de la escena hasta el valor que admita el material por el procedimiento de iluminar las sombras. Se puede hacer con láminas reflectantes o luz de flash en las escenas exteriores. El trabajo en estudio se simplifica porque podemos controlar la disposición de las fuentes de luz.

De todos los materiales en color, el reversible es el más limitado. Según Dowdell y Zakia:

"Color transparency films will be able to hold detail from about zone III $\frac{1}{2}$ to VII. You can improvise a number of simple tests to show how many luminances can be represented on your transparency with detail." (19)

Otra técnica, por último, para la limitación de los materiales en color, es hacer una exposición sobre el mismo nega-

tivo de la tarjeta gris subexpuesta en tres pasos de diafragma, antes de hacer la toma real.

Dowdell y Zakia explican así, el efecto de esta exposición previa:

"Placing the metered luminance of the gray card on Zone II produced an overall diffuse density equivalent to two units of exposure. These units are added to all values in the scene photograph, but are inconsequential in the highlight image areas." (20)

Con este procedimiento se puede recoger detalle en escenas que posean un contraste doble o cuádruple que el admitido normalmente por el material.

DESARROLLO DEL NIVEL 5 DEL MODELO

En el estudio del modelo a nivel 5 vamos a analizar solamente tres subactividades:

Realizar la toma (actividad 1.2.3.1)

Procesar (actividad 1.2.3.2)

Copiar (actividad 1.2.3.3)

ANALISIS DE "REALIZAR TOMA".(actividad 1.2.3.1)

Se ha visto claramente, por las entradas y salidas de esta actividad, es decir, la luz procedente de la escena y el negativo expuesto, el sentido de ésta.

Para obtener el detalle deseado en cada parte de la escena es necesario realizar una exposición adecuada. La imposibilidad del ojo humano para hacer evaluaciones correctas exige la utilización del fotómetro.

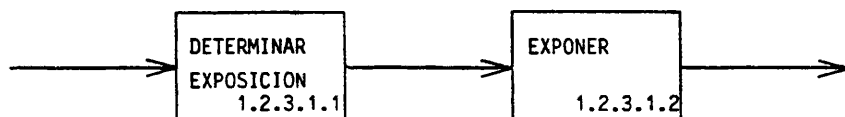
Los fotómetros tienen incorporado un calculador de exposición que convierte los valores de la magnitud medida, ya sea luminancia o iluminancia, (expresadas respectivamente en candelas por metro cuadrado o lux, respectivamente) en un par de números "f" y "t", que pueden ser trasladados, directamente a la cámara.

Para conseguir una mayor precisión en la exposición del material fotosensible, se realizan, sobre todo en fotografía publicitaria, tomas de control con material de revelado instan

táneo, reduciéndose así los riesgos de un cálculo erróneo de exposición.

A esta subactividad le doy el nombre de "determinar exposición" (actividad 1.2.3.1.1).

Para concluir la toma quedan muy pocas cosas por hacer. Una de ellas consiste en poner en la cámara los valores calculados, es decir, girar el anillo del diafragma que controla la abertura del haz de luz que atraviesa la óptica hasta el valor "f"; hacer lo mismo con el valor "t", disponiendo el obturador para que esté abierto el tiempo "t" expresado en segundos. A partir de este momento, en el que todo está dispuesto, sólo queda esperar, si ha lugar, el momento oportuno, para liberar el dispositivo obturador de la cámara, mediante una acción mecánica o eléctrica. Al cerrarse el obturador, la exposición queda concluida. Denomino a esta actividad "exponer" (1.2.3.1.2), con la que finaliza "realizar la toma", habiéndose convertido en :



ANALISIS DE "PROCESAR". (actividad 1.2.3.2)

La imagen latente producida en el material fotosensible a resultas de la exposición debe ser procesada para hacerla visible. Estas operaciones conllevan varias subactividades.

La primera de ellas es la de revelar. La función que cumple es la de separar la plata del halógeno en los granos que poseen algunas moléculas de haluros de plata que han recibido algo de luz. El revelador actúa, de hecho, sobre todos los haluros de plata, aunque lo hace antes sobre aquellos granos expuestos a la luz. El control del tiempo es, por tanto, fundamental. Una vez terminado este paso, la película fotográfica presenta plata en estado metálico en todas las zonas que han recibido luz (el halógeno ha pasado a la solución reveladora), mientras que los haluros de plata no expuestos siguen presentes en suspensión en la gelatina. Si la película se expusiera en estos momentos a la luz continuaría la acción de separación de la plata del halógeno en todos los granos de haluro de plata todavía no impresionados, por lo que la mejor solución es suprimirlos. Esto se consigue mediante la acción de una solución denominada fijador.

Terminada dicha actividad, es posible ya, contemplar la imagen. La gelatina retiene, mientras tanto, restos de los baños anteriores que, si no son suprimidos, van a degradar la imagen más o menos rápidamente, según las circunstancias de conservación. Es necesario, pues, lavar la película revelada y fijada.

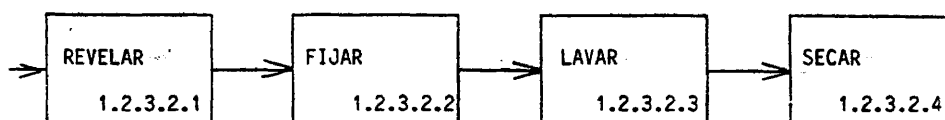
Un último paso, que puede ser importante para el resultado final, según como se realice, es la actividad de secar el material fotográfico.

Todas estas actividades son válidas para los materiales de blanco y negro. Los de color necesitan, además, de una opera-

ción de blanqueo de la plata que permita su sustitución por los pigmentos coloreados. Si el material fuera reversible haría falta una doble exposición, física o química, que permita la inversión tonal o de color.

Quiero insistir en que no tiene ningún interés para este trabajo, exponer con más detalle todas estas actividades, puesto que son recogidas en los múltiples manuales dedicados al tema, donde se relatan todas las circunstancias de estos procedimientos, como son los tipos de instrumentos, detalle de las operaciones y la influencia en el resultado de las distintas variables que controlan el proceso.

La actividad de "procesar" (1.2.3.2) queda, por tanto, dividida en las siguientes subactividades, con las salvedades que he señalado para los diferentes tipos de materiales en color:



ANÁLISIS DE "COPIAR" (actividad 1.2.3.3)

Esta actividad es necesaria, como ya he dicho antes, sólo en el caso de haber usado materiales negativos en la cámara, por lo que puede no existir en algunos casos. La imagen invertida procedente de un negativo de material de blanco y negro o color,

necesita, para ser contemplada, de un nuevo paso que permita el reconocimiento inmediato de lo representado. Esto es sólo posible mediante una nueva operación que repite, de hecho, todo el proceso que acabamos de ver. Los elementos que están en la imagen negativa deben ser copiados en un material fotosensible que posea la base opaca o transparente, según las necesidades. El material de copia, ya hemos visto que posee unas características diferentes de las del material negativo para equilibrar la comprensión tonal que se ha producido. Tiene, - además, un grano más pequeño que permite tener la máxima calidad posible.

La copia se puede realizar al mismo o diferente tamaño del negativo original. En el primero de los casos es necesario colocar negativo y positivo con sus emulsiones en contacto, mientras que para ampliar es imprescindible intercalar una óptica entre ambos para que la imagen proyectada puede aumentar de tamaño. En ambos casos es necesario utilizar una fuente de luz que atraviese el negativo en dirección al material positivo.

El instrumento requerido para esta operación es la ampliadora, que puede ser de dos tipos: de condensador y de luz difusa. La primera de ellas, gracias a una lente condensadora, envía directamente toda su luz al negativo. La otra hace llegar la luz al negativo después de atravesar una lámina difusora.

Aunque no es mi intención insistir en los detalles, hago esta distinción, ya que influye en el resultado final.

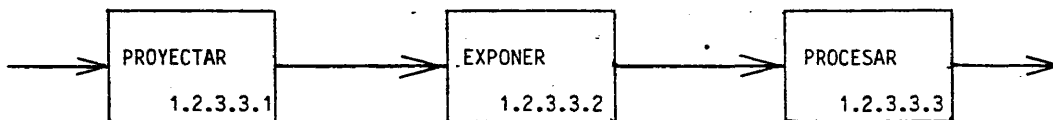
Las ampliadoras de condensador dan una imagen más contrastada, aunque con menos matices que una ampliadora de difusión; estas últimas son especialmente indicadas para hacer trabajo de color. A esta actividad la denominó "proyectar" (1.2.3.3.1)

A continuación, con todos los elementos preparados, hay que realizar la exposición. Esta se puede regular, como siempre, mediante un diafragma incorporado a la óptica y con el tiempo, generalmente controlado por un reloj de ampliadora que desconecta automáticamente la fuente de luz cuando se alcanza el final del periodo de exposición. La duración de esta exposición suele ser, en la mayoría de los casos, muy superior a la del negativo, porque el material positivo es poco sensible a la luz. A esta actividad la denominó "exponer" (actividad 1.2.3.3.2), con el mismo nombre que la 1.2.3.1.2, porque ambas, conceptualmente son iguales. La diferencia que existe está en el tipo de material que se expone, el material de cámara en un caso y el positivo, en la ampliadora o por contacto, en el otro, así como en los instrumentos necesarios para cada función.

Con el material positivo expuesto, como también está formado por haluros de plata, hay que realizar el mismo conjunto de operaciones que ya vimos para el material de cámara. A todo este conjunto de actividades lo denominé, en el nivel 4, "procesar" (1.2.3.2), que ha quedado desglosado en este nivel 5 en "revelar", "fijar", "lavar" y "secar". Es conveniente, por tanto, denominar el conjunto de actividades realizadas con el material positivo, con el mismo término de "procesar", aunque corresponda

a un nivel distinto en el proceso general.

Destacar este hecho es fundamental a nivel pedagógico, puesto que ayuda a entender las relaciones existentes entre las actividades de obtención de la imagen negativa y de la positiva. La actividad "copiar" (1.2.3.3) del nivel 4 ha quedado descompuesta, en el nivel 5 de la siguiente forma:



NOTAS AL CAPÍTULO VI

- (1) Equipo editorial de libros Time-Life, Life La Fotografia. Grandes temas, ed. Salvat, pág. 208
- (2) Ibidem, pág. 209
- (3) SANDERS, Norman, Photographic Tone Control, ed. Morgan and Morgan, New York, 1977, pág. 18
- (4) DUNN, J. y WAKEFIELD, G., Exposure Manual, ed. Fountain Press, London, 1974, págs. 2 y 3
- (5) FEININGER, A., The complete colour photographer, ed. Thames Hudson, London, 1969, pág. 144
- (6) Sanders, op. cit., pág. 10
- (7) KOWALISKI, P., Théorie photographique appliqué, ed. Masson et Cie., Paris, 1972, pág. 56
- (8) FRAZIER, William, "Flash Printing", en Darkroom Photography, Enero-Febrero, 1980, pág. 60
- (9) GLAFKIDES, Pierre, Développement des papiers, ed. Paul Montel, Paris, 1977, pág. 14
- (10) BAINES, The Science of Photography, ed. Fountain Press, London, 1976, pág. 245
- (11) Kowaliski, op. cit., pág. 55
- (12) WHITE, M., ZAKIA, R. y LORENZ, P., The New Zone System Manual, ed. Morgan Press Incorporated, New York, 1976, pág. 74
- (13) ADAMS, A., The Print, ed. Morgan and Morgan, New York, 1968
- (14) SALTZER, Joseph, A Zone System for All Formats, ed. Amphoto, New York, 1979, pág. 221
- (15) WHITE, Minor, Zone System Manual, ed. Morgan and Morgan, New York, 1974, pág. 23
- (16) Saltzer, op. cit., pág. 29
- (17) ADAMS, A., The Negative, ed. Morgan and Morgan, New York, 1971, pág. 23
- (18) Saltzer, op. cit., pág. 65

- (19) DOWDELL, J. y ZAKIA, R., Zone Systemizer, ed. Morgan and Morgan, New York, 1973, pág. 43
- (20) Dowdell y Zakia, op. cit., pág. 45

Referencia de figuras:

pág. 450, tomada de Kowaliski, op. cit., pág. 55

CONCLUSIONES

Mi propuesta era intentar construir un modelo abstracto que, partiendo de considerar la Fotografía como un medio de comunicación, represente, de la forma lo más parecida posible a como ocurre en la realidad, las distintas fases del proceso completo que establece las relaciones entre el emisor, desde que surge la motivación para hacer una fotografía, y el receptor, hasta que se manifiesta su conducta mediante emociones, críticas, cambios de estilo, etc.

Voy a dividir las conclusiones en dos partes, dedicando la primera de ellas a referir algunas de las circunstancias y dificultades que he encontrado en el desarrollo del trabajo y cuya importancia, para mí, ya señalé en la introducción.

La construcción del modelo no ha surgido de forma natural, tal como lo expongo, es decir, desde arriba hacia abajo. En primer lugar he necesitado identificar las actividades que intervienen en el proceso comunicativo establecido a través de la fotografía, asignarles un nombre y averiguar las entradas y salidas de cada uno de ellos. Procedí, a continuación, a agruparlas en conjuntos, considerando como criterios de pertenencia la homogeneidad en el tipo de información asociada a cada una de las actividades y la consistencia de sus entradas y salidas. Como consecuencia las actividades quedaban ordenadas dentro de cada conjunto. Hicé, después, una ordenación de estos conjuntos según su cuantía de detalle y los etiqueté con un número de nivel.

De este conjunto de niveles ordenados deduje, a continuación, los temas que eran necesarios introducir para apoyar la aparición de un nuevo nivel. Estos temas, que he ido introduciendo en cada capítulo, no forman parte del modelo; pero marcan las diferencias básicas existentes entre cada par de niveles contiguos. Tienen, además, el interés complementario de poder servir de orientación en aplicaciones pedagógicas, como el diseño de un programa para la enseñanza de la Fotografía. Podrá extrañar, quizás, que no aparezcan recogidos temas clásicos, como la química fotográfica o la óptica. El punto de vista adoptado ha hecho surgir como fundamentales, sin embargo, la formación del color en los objetos o el comportamiento visual de los materiales fotográficos, por ejemplo, que son, por otra parte, temas menos desarrollados por la literatura clásica.

Las principales dificultades fueron de dos tipos, relacionadas con las actividades y los niveles, respectivamente. En cuanto a las primeras no fue fácil identificar las actividades, encontrar los límites bien definidos para cada una de ellas y un nombre adecuadamente representativo. Algunas de ellas las descubrí en etapas posteriores y otras cambiaron de nombre varias veces.

Los únicos niveles, por otra parte, totalmente identificados desde el principio fueron el 0, que recoge el planteamiento del problema y el 1, que es el resultado de la adaptación del punto de vista comunicativo a la metodología. Con los res-

tantes niveles los problemas se redujeron al orden definitivo de algunas de las actividades que, por la naturaleza de sus entradas y salidas eran intercambiables y a la identificación de las actividades terminales. En cuanto a éstas el criterio que he usado ha sido el de considerar como actividades terminales aquellas que, habiendo alcanzado el desarrollo suficiente para tener un soporte instrumental (y, por tanto, ser, ya, realizables físicamente) un posterior desarrollo no añadiría detalles relevantes y la prolijidad, en cambio, podría ocultar la visión de conjunto.

Concluyendo, el modelo que he construido se caracteriza por estar constituido por una familia de niveles. Cada nivel presenta el mismo objeto de estudio pero descrito con distinta profundidad. Cada nivel lo forma un conjunto de actividades relacionadas. Cada actividad se caracteriza por datos de entrada, salida y control y por soportes que pueden ser humanos e instrumentales. A lo largo de cada nivel fluye información que no es exclusivamente visual. La unión entre el emisor y el receptor se realiza a través de la fotografía. Cada actividad viene determinada por un nombre y un texto que la explica y que es parte inherente del modelo.

Este modelo de la comunicación fotográfica ha exigido el uso de numerosas disciplinas pero no es el resultado de un enfoque multidisciplinar. La multitud de materias necesarias es la consecuencia de la naturaleza tan diversa que poseen los

elementos que intervienen. He utilizado, por ello, la Química, la Psicología, la Historia o la Óptica, por poner algunos ejemplos. El estudio de los elementos con ayuda de las materias pertinentes es condición necesaria pero no suficiente para comprender qué es la Fotografía y cómo actúa de mediadora en un proceso comunicativo. Digamos que los elementos, ya sean de naturaleza física o informativa constituyen los datos del problema; pero que, por sí solos, son insuficientes. Lo que les da sentido son las relaciones posibles entre ellos. En este modelo las actividades son las que establecen las relaciones entre dichos elementos.

Por otra parte, la consistencia de entradas y salidas de cada actividad de un nivel dado con las correspondientes del conjunto de actividades en que se divide en el siguiente nivel permite hacer modificaciones profundas en el modelo sin que se resienta el resto del mismo.

El modelo general permite, también, hacer modelos particulares cuando se aplica a casos concretos --como la fotografía de reportaje, por ejemplo-- suprimiendo las actividades que no sean necesarias.

Esta flexibilidad permite ampliarlo, igualmente, a los cambios previsibles, en un futuro próximo, en el campo de los so-

portes y de los instrumentos.

Probado esto, que era mi objetivo principal, quiero destacar algunos otros hechos importantes relacionados, siguiendo el esquema comunicativo, con el emisor, el receptor y las fotografías, que actúan como elemento de unión entre ambos.

El fotógrafo, al margen del origen de la motivación que le conduce a hacer una fotografía y de la fase de proyecto, tantas veces realizada inconscientemente, encuentra el momento culminante cuando hace la toma. Este acto supone varias cosas: el fotógrafo se enfrenta a la escena, descubriendo los elementos que le interesa de ella y que abstrae y relaciona mediante el encuadre, es decir, estableciendo la conexión de la luz procedente de la escena con la cámara; la luz portadora de la información incide, posteriormente, sobre el material fotosensible en el momento de la exposición. El proceso ulterior de revelado permitirá obtener una imagen visible y del tamaño deseado; pero la imagen registrada en el momento de la exposición no podrá modificarse más que mínimamente en lo sustancial. Es necesario, para tener un control lo más estricto posible, que el fotógrafo se imagine, mentalmente, el resultado que puede obtener cuando concurren unas circunstancias dadas de tipo de escena, iluminación, materiales e instrumentos. Así, aprender a ver la realidad e imaginar el resultado constituyen, pues, las claves principales de la Fotografía.

Vivimos en una sociedad donde las imágenes fotográficas ocupan un papel privilegiado, aunque su difusión más amplia tiene lugar mediante la reproducción fotomecánica y en menos ocasiones de forma directa. Tampoco es frecuente que el receptor busque las condiciones idóneas para contemplarlas, con el detrimento de calidad que esto supone. Aquellas fotografías que están creadas, tanto en su estructura estática como dinámica, según los principios de la percepción visual, atraen antes la atención del receptor y se leen con más rapidez. El principal interés del receptor en contemplar fotografías está en la capacidad que tienen para informar y despertar emociones.

Cada fotografía es un objeto físico, plano, finito, con un contorno normalmente rectangular, donde se encuentra registrada, mediante plata o pigmentos de colores, una imagen de una escena proyectada en dos dimensiones, generalmente por una óptica, durante un tiempo frecuentemente muy breve. De aquí que nos remita a la escena, con cierto carácter evocador y de apresamiento de la realidad.

BIBLIOGRAFIA

Con objeto de facilitar la búsqueda de cualquier obra a la que se haya hecho referencia en el texto, este bloque bibliográfico se ha subdividido en trece apartados, cada uno de los cuales está dedicado a un tema específico y diferenciado. Dentro de cada uno de los apartados las obras se han colocado por orden alfabético de autores.

- . Metodología de la investigación científica y documentación
- . Teoría general de sistemas y cibernética
- . Imagen y comunicación
- . Teoría de la Imagen
- . Imagen y Psicología
- . Teoría del arte
- . Imagen: Ciencia y Tecnología
- . Historia de la Fotografía
- . Teoría fotográfica
- . Técnica fotográfica
- . Diaporamas y Multivisión
- . Miscelánea
- . Diccionarios, Enciclopedias y manuales

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y DOCUMENTACION

BLANCHET, E.

La epistemología
Oikos-Tau. Barcelona. 1973

BOCHENSKI, I.M.

Los métodos actuales de pensamiento
Rialp. Madrid. 1972

BUNGE, M.

La ciencia, su método y su filosofía
Siglo XX. Buenos Aires. 1963

Teoría y realidad
Ariel. Barcelona. 1974

La investigación científica. Su estrategia y su filosofía
Ariel. Barcelona. 1973

ROMANO, David

Elementos y técnica del trabajo científico
Teide. Barcelona. 1973 (edición actualizada 1979)

ECO, Umberto

Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de investigación, estudio y escritura.
Gedisa. Barcelona. 1982

GARZA MERCADO, Ario

Manual de técnicas de investigación para estudiantes de Ciencias Sociales.
Colegio de México. México. 1970

LASSO DE LA VEGA, J.

El trabajo intelectual. Normas, técnicas y ejercicios de documentación.
Paraninfo. Madrid. 1975

Cómo se hace una tesis doctoral
F.U.E. Madrid. 1977

LOPEZ YEPES, José

Estudios sobre documentación de las Ciencias de la Información
Instituto Nacional de Publicidad. Madrid. 1977

Teoría de la documentación
Universidad de Navarra. Pamplona. 1978

RIVIERE, J.

Metodología de la documentación científica
C.C.A.A. Madrid. 1975

VIVES, José

Normas de metodología para el trabajo científico
C.S.I.C. Instituto P. Enriquez Flórez. Madrid. 1967

TEORIA GENERAL DE SISTEMAS Y CIBERNETICA

A.A.V.V.

Teoría General de Sistemas
Revista de la Universidad Complutense de Madrid (nº extraordinario) Vol. XXIII, 89, Enero-Marzo, 1974

ARBIB, M.A.

Brains, Machines and Mathematic
McGraw-Hill, New-York, 1964

BERTALANFFY, L. von

Teoría General de los Sistemas
Fondo de Cultura Económica, México. 1976

Tendencias en la teoría general de sistemas
Alianza Editorial. Madrid. 1978

FERBER, J.

"Les langages objects: une affaire de messages"
Micro Systemes , nº 52, Abril 1985, pp. 152-158

GARCIA COTARELO, ramón

Crítica de la Teoría de Sistemas
Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid, 1979

GRENIEWSKI, H.

Cibernética sin matemáticas
Fondo de Cultura Económica, México, 1965

HEWITT, Patrick H.

"The Challenge of Open Systems"
BYTE , vol. X, nº 4, Abril 1985, pp. 223-242

LANCELOT, Law et al.

Las estructuras jerárquicas
Alianza Editorial, Madrid, 1973

MESAROVIC, M.D. (ed.)

Views on General Systems Theory
John Willey and Sons, New York, 1964

MINSKY, M.L.

Computation, Finite and Infinite Machines
Prentice Hall, Englewood Cliffs (N.J.), 1967

"Communication with Alien Intelligence"
BYTE, Vol, X, nº 4, Abril 1985, pp. 126-138

TRAJTENBROT, B.A.

Introducción a la teoría matemática de las computadoras y de
la programación
SIDLO XXI, México, 1967

SINGH, Jagjit

Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética
Alianza Editorial, Madrid, 1974

WIENER, Norbert

Cibernética
Guadiana, Madrid, 1960

IMAGEN Y COMUNICACION

BARTHES, R. et al.

La communication audiovisuelle
Apostolat des Editions, Paris. 1969

BENSE, Mas

Estética de la información
Alberto Corazón. Madrid. 1973

BERGER, René

Arte y comunicación
Gustavo Gili. Barcelona. 1976

BERLO, David K.

The Process of Communication: An Introduction to Theory and Practice
Holt, Rinehart and Winston, New York. 1960

COSETTE, Claude

Approche scientifique de l'image communicationnelle
Université Laval, Quebec, 1974

CHOMSKY, N.

El lenguaje y el entendimiento
Seix Barral. Barcelona. 1973

DORFLES, G.

Símbolo, comunicación, consumo
Lumen. Barcelona. 1975

ECO, Umberto

La estructura ausente. Introducción a la semiótica
Lumen. Barcelona. 1978

FRANCASTEL, P.

Sociología del arte
Alianza Editorial. Madrid. 1975

LARA, Antonio y PEREA, Joaquín

Modelo de la comunicación visual
Memoria de investigación. Fundación Juan March. Madrid. 1980

MALTESE, Corrado

Semiología del mensaje objetual
Alberto Corazón. Madrid. 1972

MELICH MAIXE, A.

La influencia de la imagen en la sociedad de masas
Eunsa. Pamplona. 1964

MOLES, Abraham (ed.)

La communication et les mass media
Marabout (Dictionnaires Marabout-Université). Verviers. 1973

Teoría de la información y percepción estética
Paidós. Barcelona. 1973

"Imagen y comunicación visual"
Comunicación XXI, nums. 15-16. 1974

MORAGAS, M

Semiótica y comunicación de masas
Península. Barcelona. 1976

MORRIS, Ch.

La significación y lo significativo
Alberto Corazón. Madrid. 1974

PIERCE, Ch. S.

La ciencia de la semiótica
Nueva Visión. Buenos Aires. 1974

PIGNATARI, D.

Información, lenguaje, comunicación
Gustavo Gili. Barcelona. 1977

PRIETO, L.J.

Pertinencia y práctica
Gustavo Gili. Barcelona. 1977

SAUSSURE, Ferdinand

Curso de lingüística general
Losada. Buenos Aires. 1973

THIBAUT-LAULAN, Anne Marie

Imagen y comunicación
Fernando Torres. Valencia. 1974

SAPIR, E.

Language
Harcourt and brace. New York. 1921

SHANNON, Claude

The Mathematical Theory of Communication
Illinois University Press. Urbana. 1972

SILVA, A.

La comunicación visual. Teoría y método para la lectura de las artes visuales y sistemas visuales
Suramérica. Bogotá. 1978

SOLA POOL, Ithiel de

Handbook of Communication
Rand McNally College Publ. Chicago. 1973

TEORIA DE LA IMAGEN

BARTHES, R.

"Elementos de Semiología"
en BARTHES, R. et al., La semiología
Tiempo Contemporáneo. Buenos Aires. 1972

CASASUS, J.M.

Teoría de la imagen
Salvat. Barcelona. 1974

DAUCHER, H.

Visión artística y visión racionalizada
Gustavo Gili. Barcelona. 1978

DONDIS, Donis A.

La sintaxis de la imagen: Introducción al alfabeto visual
Gustavo Gili. Barcelona. 1976

FULCHINOGNI, A.

La civilisation de l'image
Fayard. Paris. 1974

GUBERN, Roman

Mensajes icónicos en la cultura de masas
Lumen. Barcelona. 1974

La imagen y la cultura de masas
Bruguera. Barcelona. 1983

HUYGHE, R.

Los poderes de la imagen
Labor. Barcelona. 1968

IVINS, W.M.

Imagen impresa y conocimiento. Análisis de la imagen fotográfica
Gustavo Gill. Barcelona. 1975

KEPES, G.

Signe, image, symbole
La Connaissance. Bruxelles. 1968

El lenguaje de la visión
Infinito. Buenos Aires. 1976

KNOBLER, Nathan

El diálogo visual
Aguilar. Madrid. 1969

KOESTLER, Arthur

El acto de la creación
Losada. Buenos Aires. 1965

LORAS, F. et al.

El lenguaje de la imagen
Edimag. Valencia. 1976

LYONS, Nathan

Vision and Expression
Horizon Press. New York. 1965

METZ, Ch.

"Más allá de la analogía, la imagen"
en Análisis de las imágenes
Tiempo Contemporáneo. Buenos Aires. 1972

MITRY, J.

Estética y psicología del cine
Siglo XXI. Madrid. 1978

ROHMER, E.

L'organisation de l'espace dans le "Faust" de Murnau
Union Générale d'Éditions. Paris. 1977

SHEENAN, P.W.

The Function and Nature of Imagery
Academic Press. New York. 1972

THIBAUT-LAULAN, Anne Marie

El lenguaje de la imagen
Marova. Madrid. 1973

TORAN, L.E.

El espacio en la imagen mecánica
Mitre. Barcelona. 1985

VILLAFANE, Justo

Fundamentos metodológicos de la teoría de la imagen
Universidad Complutense. Madrid. 1981

Introducción a la teoría de la imagen
Pirámide. Madrid. 1985

IMAGEN Y PSICOLOGIA

ALPORT, F.

Theories of perception and the concept of structure
John Wiley and Sons. New York. 1955

ARMSTRONG, D.A.

La percepción del mundo físico
Tecnos. Madrid. 1966

ARNHEIM, Rudolf

El pensamiento visual
Infinito. Buenos Aires. 1975

Arte y percepción visual
Alianza Editorial. Madrid. 1979

BARBER, P.J. y LEGGE, D.

Percepción e información
CECSA. México. 1980

BARTLEY, Howard S.

Principios de percepción
Trillas. México. 1973

BERGER, J.

Modos de ver
gustavo Gili. Barcelona. 1975

BINET, A.

L'etude experimentale de l'intelligence
Costes. Paris. 1921

BUHLER, K.

Psicología de la forma. Cibernética y vida
Morata. Madrid. 1965

CALLE, J.A.

Sistema nervioso y sistema de información
Pirámide. Madrid. 1977

COFER, Ch.

Motivación y emoción
Ed. Española Desde de Brouwer. Bilbao. 1980

COHEN, J.

Sensación y percepción visuales
Trillas. México. 1973

EHRENZWEIG, Anton

El orden oculto del arte
Labor. Madrid. 1975

Psicoanálisis de la percepción artística.
Gustavo Gili. Barcelona. 1976

FORGUS, P.M.

Percepción, proceso básico en el desarrollo cognoscitivo.
Trillas. México. 1978

GIBSON, J.J.

La percepción del mundo visual
Infinito. Buenos Aires. 1974

GOMBRICH, Ersnt

Arte e ilusión
Gustavo Gili. Barcelona. 1979

GREGORY, R.L.

Eye and Brain
McGraw Hill. New York. 1972

GUILFORD, J. P.

La naturaleza de la inteligencia humana
Paidós. Buenos Aires. 1977

HOGG, J.

Psicología de las artes visuales
Gustavo Gili. Barcelona. 1975

HOLLOWAY, G.

Concepción del espacio en el niño según Piaget
Paidós. Buenos Aires. 1969

KATZ, D.

Psicología de la forma
Espasa Calpe. Madrid. 1967

KEPES, G.

El lenguaje de la visión
Infinito. Buenos Aires. 1969

KOELER, W., KOFFKA, K. y SANDER, F.

Psicología de la forma
Paidós. Buenos Aires. 1969

KOFFKA, K.

Principios de psicología de la forma
Paidós. Buenos Aires. 1973

LINDSAY, P.H. y NORMAN, D.A.

Memoria y lenguaje (vol.II)
Tecnos. Madrid. 1975

Procesamiento de información humana, percepción y reconocimiento de formas (vol. I)
Tecnos. Madrid. 1976

MERLEAU-PONTY, M.

La fenomenología de la percepción
Península. Barcelona. 1975

MUELLER, C. y RUDOLPH, M.

Luz y visión
Time-Life International (nederland). Hamburgo. 1969

NEISSER, U.

Psicología cognoscitiva
Trillas. México. 1979

PIAGET, J.

La psicología de la inteligencia
Crítica. Barcelona. 1983

PINILLOS, J.L.

Principios de psicología
Alianza Editorial. Madrid. 1980

SMITH, C.U.M.

El cerebro
Alianza Editorial. Madrid. 1975

WERTHEIMER, M.

Principios de organización perceptual
Tres. Buenos Aires. 1960

WOLHAN, B.B.

Bases orgánicas de la conducta y percepción
Martínez Roca. Barcelona. 1979

TEORIA DEL ARTE

BERGER, R.

El conocimiento de la pintura (3 volúmenes)
Noguer. Barcelona. 1976

BERENSON, B

Estética e historia de las artes visuales
Fondo de Cultura Económica. México. 1966

BOZAL, Valeriano

El lenguaje artístico
Península. Barcelona. 1980

ECO, Umberto

La definición del arte
Martínez Roca. Barcelona. 1970

GHYCA, M.

El número de oro. I. Los ritmos.
El número de oro. II. Los ritos.
Poseidón. Buenos Aires. 1978

Estética de las proporciones en la naturaleza y el arte
Poseidón. Buenos Aires. 1979

GOMBRICH, E.

Arte e ilusión
Gustavo Gili. Barcelona. 1979

JACOBSON, R.

"El realismo artístico" en
LUKACS, G. et al. Polémica sobre el realismo
Tiempo Contemporáneo. Buenos Aires. 1972

KANDINSKY, P.

Punto y línea sobre el plano
Barral Editores. Barcelona. 1972

LUKACS, G.

Estética. La peculiaridad de lo estético
Grijalbo. Barcelona. 1966

MOHOLY-NAGY, L.

La nueva visión
Infinito. Buenos Aires. 1972

MUKAROVSKY, J.

Escritos de estética y semiótica del arte
Gustavo Gili. Barcelona. 1977

IMAGEN : CIENCIA Y TECNOLOGIA

BERNARD HAPPE, L.

Basic motion picture technology
Focal Press. London. 1975

BRAJNOVICH, L.

Tecnología de la información
EUNSA. Pamplona. 1979

DERRY, T.K. y WILLIAMS, T.I.

Historia de la tecnología (3 volúmenes)
Siglo XXI. Madrid. 1977

DULLER, H.J.

Development Technology
Routledge and Kegan Paul. London. 1982

FRANCASTEL, P.

Arte y técnica en los siglos XIX y XX
Fomento de cultura. Valencia. 1961

FRANCON, M.

Optique (Formation et traitement des Images)
Masson, Paris. 1972

GERRITSEN, F.

Color. Apariencia óptica, medio de expresión artístico y fenómeno físico
Blume. Barcelona. 1976

HALL, A.R. y SMITH, N (ed.)

History of Technology
Mausell. London. 1982

HECHT, E. y ZAJAC, A.

Optica
Fondo Educativo Interamericano. Bogotá. 1977

KEITZ, H.A.E.

Cálculos y medidas en luminotecnia
Paraninfo. Madrid. 1974

KUPPERS, H.

Color. Origen, metodología, sistematización, aplicación
Lectura. Caracas. 1973

Fundamentos de la teoría de los colores
Gustavo Gili. Barcelona. 1980

LAND, Edwin y McALPIN, Davis

Ansel Adams, singular images
Morgan and Morgan. New York. 1975

LAND, Edwin

"La teoría retinex de la visión del color" en
Investigación y ciencia, Febrero 1978, pág. 64

LERMISSION, S. y LUCAS, Alain

Photocopie et Reprographie
Presses Universitaires de France. Paris. 1974

LOTHIAN, G.F.

Optics and its uses
Van Nostrand Reinhold. London. 1975

LYONS, Nathan

Photographers on Photography
Prentice Hall. New York. 1976

MARTIN AGUADO, J.A.

Fundamentos de tecnología
Piramide. Madrid. 1978

MOUSSA, A. y PONSONNET, P.

Cours de Physique
André Desvigne. Paris. 1975

ROSS, Rodger J.

Television Film Engineering
John Wiley and Sons. New York. 1966

SAMUELSON, D.W.

Motion Picture, Camera and Lighting Equipment
Focal Press. London. 1977

TERRIEN, J. y DESVIGNES, F.

La photométrie
Presses Universitaires de France. Paris. 1972

WALLS, W.T.

Photometry
Dover. New York. 1965

WEIGEL, R.G.

Luminotécnica, sus principios y aplicación
Gustavo Gili. Barcelona. 1957

HISTORIA DE LA FOTOGRAFIA

COE, Brian

L'appareil photo. Une histoire illustrée
Crown Publishers. Gothenburg. 1978

FRIEDMAN, J.S.

History of Color Photography
The American Photographic Publishing Company. Boston. 1944

GERNSHEIM, Helmut

Historia gráfica de la Fotografía
Omega. Barcelona. 1967

The Origins of Photography
Thames and Hudson. London. 1982

GUTIERREZ ESPADA, Luis

Historia de los Medios Audiovisuales
Pirámide. Madrid. 1980

KEIM, J. A.

Historia de la Fotografía
Oikos-lau. Barcelona. 1971

NEWHALL, Beaumont

Historia de la fotografía
Gustavo Gili. Barcelona. 1983

SOUGEZ, Marie Loup

Historia de la Fotografía
Cátedra S.A. Madrid. 1981

TAUSK, Petr

Historia de la Fotografía en el siglo XX.
De la fotografía artística al periodismo gráfico
Gustavo Gili. Barcelona. 1978

WILLS. Camfield

Histoire de la photographie
Princesse (Josée de Bergerin). Paris. 1980

TEORIA FOTOGRAFICA

BARTHES, R.

"El mensaje fotográfico"
en AA.VV. La semiología.
Tiempo Contemporáneo, Buenos Aires. 1972

BARTHES, R.

"Retórica de la imagen"
en AA.VV. La semiología
Tiempo Contemporáneo. Buenos Aires. 1972

La cámara lúcida
Gustavo Gili. Barcelona. 1982

COSTA, Joan

El lenguaje fotográfico
Ibérico Europea de Ediciones. Madrid. 1977

CRAVEN, George M.

Objet and Image: An Introduction to Photography
Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey. 1975

CHINI, Renzo

Il Linguaggio Fotografico
Turin. 1968

DANZIGER, J. y CONRAD III, B.

Interviews with master photographers
Paddington Press Ltd. New York. 1977

DORFLES, G.

"Apuntes para una estética de la fotografía"
en AA.VV. Sentido e insensatez en el arte de hoy
Fernando Torres. Valencia. 1973

DUBOIS, Ph.

El acto fotográfico. De la representación a la recepción
Paidós. Barcelona. 1986

FREUND, Gisèle

La fotografía como documento social
Gustavo Gili. Barcelona. 1976

GERNSHEIM, Helmut

Creative Photography: Aesthetic Trends 1830-1960
Faber and Faber Ltd. London. 1962

NOORDNOEK, W.

Composición en la fotografía en color
Instituto Parramon ediciones S.A. Barcelona. 1980

OLLE, A.

El arte de la fotografía
Sul de E. Messeguer. Barcelona

SCHARF, A.

Art and Photography
Pelikan Books, London. 1974

SONTAG, Susan

On Photography
Farrar, Strauss and Giroux. New York. 1977

STELZER, O.

Arte y fotografía. Contactos, influencias y efectos
Gustavo Gili. Barcelona. 1981

STENSVOLD, M. y DALE, D.

"Ansel Adams. An exclusive interview"
Photographic, Vol. 9, nº 5, Agosto 1980, pp.39-47

SZARKOVSKI, John

Looking at Photographs
Museum of Modern Art. New York. 1973

WHITING, John R.

Photography is a Language
Ziff Davis. New York. 1948

TECNICA FOTOGRAFICA

ADAMS, Ansel

Natural Light Photography
Morgan and Morgan. New York. 1952

Artificial Light Photography
Morgan and Morgan. New York. 1968

The Negative: Exposure and Development
Morgan and Morgan. New York. 1968

The Print: Contact Printing and Enlarging
Morgan and Morgan. New York. 1968

Camera and Lens
Morgan and Morgan. New York. 1970

Polaroid Land Photography
New York Graphic Society. Boston. 1978

ADAMS, Ansel

"The Zone System revisited" (I)
Popular Photography, vol. 88, nº 11, pp. 99-106 y 148-149, Nov. 1981

"The Zone System revisited" (II)
Popular Photography, vol. 88, nº 12., pp. 96-103 y 138-139, Dic. 19

ARNOLD, C.R. et al.

Fotografía aplicada
Omega. Barcelona. 1974

ASTRUA, M.

Manual of Colour Reproduction
Fountain Press. Hertfordshire. 1973

BAINES, H.

The Science of Photography
Fountain Press. Hertfordshire. 1976

BENEZAT, J. y THEVENET, A.

Photos au flash
Publications Photo-Cinema Paul Montel. Paris. 1973

BERG, W.T.

Exposure. Theory and Practice
Focal Press. London. 1971

BERNHART, J.

La iluminación en TV
TVE Servicio de Formación. Madrid. 1967

Iluminación para la televisión en color
Instituto Oficial de Radiodifusión y Televisión. Madrid. 1977

BETTON, G.

Développement et tirage couleur
Presses Universitaires de France. Paris. 1978

Développement et tirage noir et blanc
P.U.F. Paris. 1980

BIRNBAUM, H.

"How to avoid indecent exposure"
Camera, vol. 25, nº 4, Abril 1980, pp. 32-39

BLUME, Hermann

Técnicas de los grandes fotógrafos
Blume. Madrid. 1983

BOUILLOT, R.

Moyens et grands formats
Publications Photo'Cinéma Paul Montel. Paris. 1971

CALDER, Julian y GARRET, John

The 35 mm. Photographers Handbook
Crown Publishers Inc. New York

CLERC, L.P.

Fotografía. Teoría y práctica
Omega. Barcelona. 1975

COOTE, J.H.

Copias en color. La técnica fotográfica del positivo en color
Omega. Barcelona. 1976

Gufa del Cibachrome
Omega. Barcelona. 1980

COX, A.

Photographic Optics
Focal Press. London. 1974

CROY, O.R.

Complete Art of Printing and Enlarging
Focal Press. London. 1962

CHENZ y SIEFF, J.L.

La Photo
Denoel. Paris. 1976

DAVIS, Phil

Beyond the Zone System
Van Nostrand Reinhold. New York. 1981

DENSTMAN, H. y SCHULTZ, J.M.

Photographic reproduction
Methods, techniques and applications for engineering and the
graphic arts
McGraw Hill. New York. 1963

DOWDELL, John J. III y ZAKIA, Richar D.

zone Systemizar for creative photographic control
Morgan and Morgan. New York. 1973

DUFFIN, G.T.

Photographic Emulsion Chemistry
Focal Press. London. 1966

DUNN, J.F. y WAKEFIELD, G.L.

Exposure Manual
Fountain Press. Hertfordshire. 1974

EVANS, R.M.

An Introduction to Color
John Wiley and Sons. New York. 1948

EVANS, R.M., HANSON Jr., W.T. y BREWER, W. Lyle

Principios de fotografía en color
Omega. Barcelona. 1957

EVANS, Ralph M.

Eye, Film and Camera in Color Photography
John Wiley and Sons. New York. 1969

FEININGER, Andreas

The Complete Colour Photographer
Thames and Hudson. London. 1969

FRACHE, M. y PRIOLEAUD, J.

Développement couleur
Publications Photo-Cinéma Paul Montel. Paris. 1976

LOOTENS, Ghislain J.

Lootens on photographic enlarging and print quality
AMPHOTO. New York. 1967

GLAFKIDES, Pierre

Chimie et physique photographiques
Publications Photo-Cinéma Paul Montel. Paris. 1967

Développement des papiers
Publications Photo-Cinéma Paul Montel. Paris. 1977

GOLOVNIYA, A.

La iluminación cinematográfica
Rialp. Madrid. 19860

GORDON, A.M. y SCHNEIDER, J.

"Film formats: we tried them all!"
Modern Photography, vol. 42, nº 1, Enero 1978, pp. 84-89

GOROKMOVSKII, Y.N.

General Sensitometry
Focal Press. London. 1965

HORENSTEIN, H.

"The Large Wiew"
How-To Guide, winter 1979, pp. 90-105

HUNT, R.W.G.

The Reproduction of Colour
Fountain Press. Hertfordshire. 1975

JACOBSON, C.I.

Revelado. La técnica del negativo
Omega. Barcelona. 1966

JACOBSON, C.I. y MANNHEIM, L.P.

La ampliación. La técnica del positivo
Omega. Barcelona. 1974

JAMES, T.H. y HIGGINS, G.

Fundamentals of Photographic Theory
Morgan and Morgan. New York. 1968

JAMES, T.H.

The Theory of the Photographic Process
Macmillan. New York. 1977

JONAS, P.

Manual of Darkroom. Procedures and Techniques
AMPHOTO. New York. 1967

KOSAK, J.

Light Sensitive Materials
John Wiley and Sons. New York. 1965

KOWALISKI, P.

Théorie photographique appliquée
Masson et Cie. Paris. 1972

LANGFORD, Michael

Fotografía básica
Omega. Barcelona. 1968

Tratado de fotografía
Omega. Barcelona. 1972

Professional Photography
Focal Press. London. 1974

LOBEL, L.

Sensitometry. The Technique of Measuring Photographic Materials
Focal Press. London. 1951

LOTHROP, Eaton S. Jr.

"The Popularization of Photography"
35 mm. Photography, Spring 1979, pp. 19-34

MEES, C.E.K.

The Theory of the Photographic Process
Macmillan. New York. 1942

MILLERSON, G.

The Technique of Lighting for Television and Motion Pictures
Focal Press. London. 1972

MOORE, P.

"Is your meter on target?"
Modern Photography, Vol. 44, nº 7, July 1980, pp- 94-95

NEBLETTE, C.B.

La fotografía. Sus materiales y procedimientos
Omega. Barcelona. 1958

NURNBERG, W.

La iluminación en el retrato
Omega. Barcelona. 1951

PAGE, André

Photographs for Exhibitions and Competitions
Pelham Books. London. 1973

PETZOLD, P.

La iluminación en el retrato
Omega. Barcelona. 1980

PICKER, F.

Zone VI. The fine Print in Black & White Photography
AMPHOTO. New York. 1974

PRIOLEAUD, J.

Technique et pratique du tirage
Publications Photo-Cinéma Paul Monte. Paris. 1971

Technique et pratique du développement des négatifs et
inversibles "couleur"
Publications Photo-Cinéma Paul Montel, Paris. 1971

RITSKO, A.J.

Lighting for Location Motion Pictures
Van Nostrand Reinhold. New York. 1979

ROTHSCHILD, N.

Making slide duplicates
AMPHOTO. New York. 1977

SANDERS, Norman

Photographic Tone Control
Morgan and Morgan. New York. 1977

STROEBEL, L.

View Camera Technique
Focal Press. London. 1967

TODD, H y ZAKIA, R.

Photography Sensitometry. The study of tone reproduction
Morgan and Morgan. New York, 1969

TOWERS, T.D.

Electronics and the photographer.
Focal Press. London. 1976

VESTAL, David

"How Big is Big Enough?"
35 mm Photography, summer, 1979, pp. 26-34

ZAKIA, R.D. y TODD, H.N.

101 Experiments in Photography
Morgan and Morgan. New York. 1969

ZITTER, A. de y PRIOLEAUD, J.

Agrandir noir et blanc couleur
Paul Montel. Paris. 1971

WAKEFIELD, G.L.

Exposure control in Enlarging
Fountain Press. Hertfordshire. 1972

WALLS, H. J, y ATTRIDGE, G.G.

La fotografia. Sus fundamentos científicos
Omega. Barcelona. 1981

WAYNE, R.D.

Photochemistry
Butterworths. London. 1970

WHITE, M., ZAKIA. R. y LORENZ, P.

The New Zone System Manual
Morgan and Morgan. New York. 1976

DIAPORAMAS Y MULTIVISION

MILLERO, Gary y MILLARD, Howard

"Dissolve Units for Dramatic Slide Shows"
Modern Photography , nov. 1981

KENNY, Michael F. y SCHMIIT, Raimond F.

Images, Images, Images
The book of programmed multi-image
Eastman Kodak Co., Rochester, 1979

LEWEL, J.

Multivision
Focal Press. London. 1980

MADIER, C.

Projections sonorisées et diaporamas
Publications Photo-Cinéma Paul Montel. Paris. 1971

MISCELANEA

BAUDRILLARD, Jean

Système des objets
Maspéro. Paris. 1970

CAPEK, M.

El impacto filosófico de la física contemporánea
Tecnos. Madrid. 1973

FONTANA/ J.

La Historia
Salvat. Barcelona. 1975

GIACOMANTONIO, Marcello

La enseñanza audiovisual
Gustavo Gili. Barcelona. 1979

HALL, E.T.

El espacio oculto
Siglo XXI, Madrid. 1977

MUNARI, B.

Diseño y comunicación visual
Gustavo Gili. Barcelona. 1977

MUNDFORD, Lewis

Técnica y civilización
Alianza Editorial. Madrid. 1971

RENAU, Josep

Función social del cartel
Fernando Torres. Valencia. 1976

REVAULT D'ALLONES, O.

Creación artística y promesas de libertad
Gustavo Gili. Barcelona. 1977

SHAPIRO, M.

Words and Pictures
The Hague. Mouton. 1973

DICCIONARIOS, ENCICLOPEDIAS Y MANUALES

BACKHOUSE, D., MARSH, C., TAIT, J. y WAKEFIELD, G.

Diccionario ilustrado de fotografía
Instituto Parramon. Barcelona. 1974

CARROLL, John S.

Photographic Lab Handbook
Amphoto. New York. 1976

CLARK, Ch. G. y STRENGE, W. (eds)

American Cinematographer Manual
American society of Cinematographers. Hollywood. 1973

ASSITER, Kenneth T. y USLAN, Seymour D. (eds)

Enciclopedia práctica de la fotografía
Salvat Editores, S.A. Barcelona. 1979

EVITAN, Eli L. (ed)

An alphabetical guide to motion picture, television and
videotape production
McGraw-Hill Book Co. New York

ITTATO, Ernest M. (ed)

Photo Lab Index
Morgan and Morgan. New York. 1966

URVES, Frederick (ed)

Enciclopedia Focal de Fotografia
Omega. Barcelona. 1975

CHOTTLE, Hugo

Diccionario de la fotografía. Técnica-Arte-Diseño
Blume. Barcelona. 1982

POTTISWOODE, Raymond (ed)

The Focal Encyclopedia of Film and Television Techniques
Focal Pres. London. 1973

COLOR Dataguide
Eastman Kodak. Rochester. 1976

Darkroom Dataguide
Eastman Kodak. Rochester. 1976 y 1979

Enciclopedia Life de la Fotografía
Salvat. Barcelona. 1974 (12 volúmenes)

FE DE ERRATAS

PAG.	LINEA	DONDE DICE	DEBE DECIR
21	26	multidisciplinar	interdisciplinar
26	27	distitnos	distintos
29	3	haci	hacia
51	19	será necesario	serán necesarios
57	16	a	la
81	15	social	material
85	16	POdría	Podría
85	17	podría	podiera
92	24	refe:xió:n	reflexión
102	19	tdo	todo
115	12	rectilíneamete	rectilíneamente
117	2	lisa	lisas
124	1	la	La
127	28	vítrio	vítreo
29	23	mayuor	mayor
29	27	corresponde	corresponden
31	1	elmento	elemento
32	5	profundiad	profundidad
56	8	informació	información
68	8	cosntituyen	constituyen
91	16	a	de
08	23	rproceso	proceso
23	26	Commsion	Commsion

PAG	LINEA	DONDE DICE	DEBE DECIR
254	7	acitividad	actividad
270	11	pueden	puede
271	20	cotemplación	contemplación
286	23	casi	Casi
286	25	predetermianda	predeterminada
292	7	obivamente	obviamente
311	18	pués	pues
314	21	tiene	tienen
314	24	pués	pues
318	17	característicos	característicos
322	5	pués	pues
330	4	pués	pues
339	11	ofertada	ofrecida
344	20	"hacer esquema"	"idear"
355	8	ofertada	ofrecida
357	2	ofertan	ofrecen
358	4	cotenida	contenida
358	8	proudcir	producir
363	6	circusntancias	circunstancias
366	12	condiconar	condicionar
367	12	proyecta	proyectar
370	25	ha	ya
375	20	ofertar	ofrecer
378	7	iluminaicón	iluminación
379	23	mecanismo	mecanismos
382	23	mismo	mismos

PAG	LINEA	DONDE DICE	DEBE DECIR
385	14	ene	en
388	25	esté	está
395	1	equilibrada	equilibradas
411	9	la diapositiva es	las diapositivas sson
417	24	instrumentos	instrumento
418	13	sólo es	sólo no es
448	25	lus	luz
459	17	siguación	situación
462	23	Mino	Minor
463	22	tres	tres
470	3	cd/p	.cd/p ²
477	3	premita	permita
502	15	gustavo	Gustavo
517	19	zone	Zone

