



INS Narcís Munturiol

Emma Wuyts

Tutora: Sara Salip Vilanova

Data: 18-01-13



## [ LA CÀMERA ESTENOPEICA ]

Investigació i realització d'una càmera estenopeica. Comparativa d'imatges obtingudes en el procés de revelat i càlcul de física de lents.

## Índex

Introducció	4
1. Història de la càmera fotogràfica	5
1.1. Inicis de la càmera fotogràfica	5
1.2. Les primeres càmeres i el seu funcionament	7
1.2.1. Càmera de manxa	7
1.2.2. Càmera Kodak	8
1.2.3. Càmera rèflex 35mm	9
1.2.4. Càmera Polaroid	10
1.2.5. Càmera digital	12
2. La càmera estenopecica	15
2.1. Funcionament	15
2.2. Procés de revelat	18
2.2.1. Revelador	19
2.2.2. Bany de parada	19
2.2.3. Fixador	20
2.2.4. Bany d'aigua	20
3. Prototip de la càmera estenopecica	21
3.1. Materials i dimensions	21
3.2. Construcció	23
3.2.1. Elaboració de la caixa fosca	23
3.2.2. Acabats	25
3.2.3. Càlculs	26
4. Fotografies	29
4.1. Obtenció de fotografies	29
4.2. Anàlisi de resultats	31

4.2.1. Lent de 0.35 mm	31
4.2.2. Lent de 0.58 mm	32
4.2.3. Lent de 0.90 mm	33
4.2.4. Experiment de moviment	34
4.2.5. Experiment amb aigua en moviment	34
4.2.6. Experiment de superposició	35
4.2.7. Diferents textures	36
4.2.8. Reflex	36
4.2.9. Gots d'aigua	37
4.2.10. Agrupació de gots	38
4.2.11. Interior	39
5. Sala d'exposició	40
5.1. Presentació	40
5.2. Exposició	41
5.3. Conclusions i comentaris	42
6. Conclusions generals	44
7. Bibliografia	46
7.1. Textos electrònics	46
7.2. Llibres de text	47
8. Annexos fotogràfics	48

## Introducció

La iniciativa d'aquest treball va ser donada per la motivació personal de poder arribar a aconseguir una càmera fotogràfica. Per aquest motiu vaig dur a terme una petita investigació sobre les càmeres, donant com a resultat la càmera estenopecica.

Tenint com a objectiu la càmera estenopecica es desenvoluparà un anàlisi històric sobre com ha evolucionant la càmera fotogràfica al llarg dels anys, per tal de poder veure la importància de la càmera estenopecica i el pas que ha significat per la creació de les càmeres posteriors.

Es durà a terme un estudi aprofundint en el seu funcionament, per tal de comprendre millor la física que hi ha al seu darrera. Tenint com a objectiu, una millora dels coneixements per a poder dissenyar la fabricació de la càmera estenopecica.

Tot seguit, es desenvoluparà un petit anàlisi del funcionament de les càmeres que han evolucionat a partir de la estenopecica, per tal de descobrir quins canvis s'han aportat fins arribar a les càmeres actuals.

L'objectiu principal del treball tractarà sobre el funcionament d'aquesta càmera fotogràfica, donant com a resultat pràctic una maqueta a escala real d'una càmera estenopecica capaç d'obtenir fotografies. Així doncs, es farà un anàlisi de les diferents tipologies de imatges que pot aportar i com s'obtenen a partir de les variacions que es puguin produir a la càmera. Es faran diferents tipus de fotografies, experimentant amb la llum, la textura, la sobre-posició, el temps d'exposició, etc.

Es tracta d'un treball d'experimentació sobre diverses de càmera fotogràfica, des d'una part conceptual de funcionament i càlculs físics, passant per una etapa de consolidació dels temes més teòrics, per tal d'arribar a un prototip capaç de dur a terme la seva funció correctament. Així poder extreure el màxim de resultats i comprendre amb major coneixement sobre la primera tecnologia descoberta de les càmeres fotogràfiques.

## 1. Història de la càmera fotogràfica

### 1.1. Inicis de la càmera fotogràfica

L'arrel del mot càmera prové del llatí que significa “habitació”. Les primeres càmeres fotogràfiques tenen el mateix principi de funcionament que la càmera fosca i el de l’ull humà. El principi físic de tota càmera tracta de fer travessar la llum a través d’un orifici amb unes dimensions acotades i veure reflectit inversament la imatge al costat oposat de l’habitació. Els primers escrits sobre les càmeres es remunten al voltant del segle V a.C, amb el filòsof xinès Mo-Ti on va deixar constància sobre aquest principi fonamental. També va anomenar l’habitació fosca “el lloc de recollida” o “l’habitació del tresor tancat“. Es creu que anteriorment ja es pogués tindre coneixement sobre aquesta tipologia de càmeres.

Un segle més tard entre els anys 384 i 322 a.C, Aristòtil, en la seva obra *Problemas*<sup>1</sup> deixa constància d’explicacions sobre les observacions d’un eclipsi solar. On deixa reflectit les primeres explicacions d’un anàlisi d’aquest fenomen de forma segura. El mètode tractava en observar les projeccions al terra de la llum i les ombres emeses per l’eclipsi a través dels orificis de les fulles d’un arbre situat per sobre d’ell. Degut aquest descobriment de forma casual, Aristòtil va construir una habitació fosca per experimentar aquest fenomen amb major rigor i exactitud<sup>2</sup>. Es tractava de dissenyar una cambra fosca amb orificis de diferents dimensions, formes i altures projectats en els diversos plans de l’habitació.

Va arribar a la conclusió que no importava la grandària o la forma que tinguessin els orificis ja que la llum del sol projectada sempre era de forma circular. També va experimentar l’entrada de llum a través d’un orifici petit en una de les parets d’una cambra fosca, que donava lloc a una imatge reflectida de forma inversa en el pla que formava la paret oposada. Aquest fenomen també va ser redescobert per Leonardo da Vinci.

---

<sup>1</sup> Aristòtil. *Problemas*. Traducció del llatí al Espanyol. (Madrid 2004, Ed. Gredos).

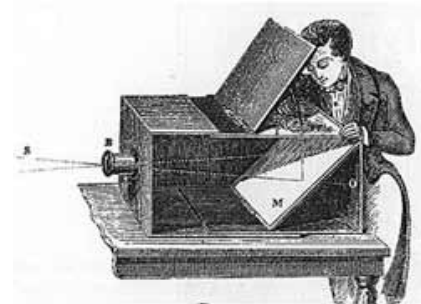
<sup>2</sup> Consultar Il·lustració A1.1 en l’apartat annexos.

Entre els anys 965-1040 d.C Abu Ali Hasan conegut també com Alhzen va fer un experiment amb la càmera fosca utilitzant la llum de cinc espelmes per il·luminar una paret a través un orifici i tenir la imatge reflectida de l'espelma a la paret oposada. Però els seus estudis no van ser gaire eficients.

Al segle XII, el científic anglès Roger Bacon va inventar la lupa, amb el seu desenvolupament es varen poder construir telescopis, microscopis i lents de càmeres. Fenomen que va revolucionar el món de les càmeres modernes.

En el romanticisme, els artistes utilitzaven les habitacions fosques per treballar les perspectives i per obtenir fotografies de paisatges. Entre els anys, 1452-1519, Leonardo da Vinci redescobreix el principi de funcionament de la càmera fosca i també va ser el primer en descriure el funcionament d'una càmera fosca portàtil. La càmera estava construïda per dos caixes de fusta on en un costat hi havia el orifici amb una lent, que es podia desplaçar una sobre l'altre per poder enfocar bé l'objecte desitjat. Al costat oposat de l'orifici s'hi introduïa una cartolina o un paper i l'artista calcava la imatge obtinguda. Leonardo da Vinci va dedicar molt de temps en l'estudi de la càmera fins a proposar la utilització de més lents per tal que la imatge quedés més nítida, però finalment no ho dur a terme.

Entre els anys 1571 i 1630, l'astrònom alemany Johannes Kepler va construir una càmera fosca accessible amb la utilització de lents per observar amb exactitud la lluna. També va dur a terme un estudi acurat de la comparació entre l'ull humà i la càmera fosca<sup>4</sup>.



**Il·lustració 1.1** Camara fosca portàtil de Leonardo da Vinci<sup>3</sup>

Durant el segle XIX les càmeres fosques es van anat popularitzant entre els artistes i van començar a fabricar càmeres portàtils. En el segle XX les càmeres es van anant desenrotllant independentment.

<sup>3</sup> Leonardo da Vinci. *Camara fosca portàtil*. [Il·lustració d'època]. <<http://www.fotonostra.com/biografias/camaraoscura.htm>>.

<sup>4</sup> Consultar Il·lustració A1.2 en l'apartat annexos.

Les càmeres fotogràfiques han tingut un procés d'evolució molt durador i s'han anat perfeccionant al llarg dels anys. Primer es va concebre com un fenomen purament físic relacionat amb l'òptica però també han servit d'ajuda a pintors i a arquitectes, convertint-se en un aparell més pràctic que teòric.

## 1.2. Les primeres càmeres i el seu funcionament

Després del llarg procés d'evolució de la càmera fosca va aparèixer una tipologia de càmera més eficient i amb les mateixes bases físiques de funcionament, anomenada càmera estenoipeica. Ja que a partir del 1830 es van descobrir els compostos fotosensibles, donant lloc al paper sensible com a invent innovador en el mercat de les càmeres de fotografiar. Fet que va marcar un abans i un després en l'evolució de les càmeres ja que va donar nom a les properes màquines de fotografiar, càmeres fotogràfiques.

D'aquesta tipologia ja se'n parlarà en major deteniment en apartats posteriors.

### 1.2.1. Càmera de manxa

La càmera estenoipeica va evolucionar donant lloc a la càmera de manxa<sup>5</sup>. Els primers models d'aquestes càmeres consisteixen en una placa de fusta que serveix de suport del paper sensible o paper fotogràfic negatiu de vidre, que mitjançant la manxa s'obté una cambra obscura graduable. En el pla oposat del panell de fusta es troba l'objectiu format per lents de vidre i que en alguns casos eren regulables per un diafragma.

El material per fer aquestes lents era de vidre i de forma convexa per tal de re-invertir la imatge, és a dir, que la imatge aparegués dreta. Per graduar la distància focal es disposaven d'uns rails a cada costat separant la lent del taulell del costat oposat, això era possible gràcies a la manxa central. Les imatges obtingudes d'aquesta càmera era en blanc i negre això és degut al paper utilitzat.

---

<sup>5</sup> Consultar l'il·lustració A1.3 en l'apartat annexos.

En la següent imatge veiem una càmera de manxa amb un visor instal·lat a la part posterior amb protecció de tela negra per evitar entrades de llum al seu interior, sistema que només disposaven les càmeres de dimensions més grans.



També disposa d'una lent fixe, és a dir sense diafragma, i un sistema de trípede de fusta plegable per facilitar el seu transport.

Les dimensions de la càmera es reduïen de forma considerable al ser plegada, donant lloc a models posteriors de càmeres de manxa de butxaca.

**Il·lustració 1.2** Càmera de manxa, per negatius de vidre, amb trípede lleuger per viatges.<sup>6</sup>

### 1.2.2. Càmera Kodak

El fotògraf Goerge Eastman a l'any 1880 va inventar una nova fórmula per la placa seca de gelatina<sup>7</sup> i una càmera reduïda amb capacitat de funcionar amb una gran quantitat de plaques. Aquest tipus de plaques, en diferència amb les plaques antigues, es podien revelar i ser exposades al gust del fotògraf.

Cinc anys després George Eastman va inventar un nou paper anomenat pel·lícula, que es tracta d'un paper negatiu desplegable<sup>8</sup>, amb un funcionament que tracta bàsicament amb un suport provisional per a la emulsió. El paper es desplega després del revelat, deixant una pel·lícula negativa que es col·lectava sobre un cristall o gelatina espessa per fer les còpies.

Al any 1888 Goerge Eastman va fabricar la càmera Kodak, que va revolucionar els mercats i l'abast de les càmeres a tots els públics, gràcies a la incorporació d'una

<sup>6</sup> Janez Novak. *Old Studio càmera Alter Studio Fotoappart* (21 setembre 2005). [Eslovènia]. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Studijskifotoaparat.JPG?uselang=es>.

<sup>7</sup> Placa de gelatina: és un procediment fotogràfic creat a l'any 1871. Es tracta d'una placa sensibilitzada amb nitrat de plata, això feia que la placa quedés humida i no fos necessari revelar la fotografia al instant, sinó que es podia fer uns dies després.

<sup>8</sup> Consultar Il·lustració A1.4 en l'apartat annexos.



pel·lícula en carret fabricada per ell mateix. Es van fer moltes campanyes publicitàries sota el famós eslògan, "Pressiona un botó, nosaltres farem la resta".

Al any 1890 Kodak va presentar una altre tipus de càmera, la portable, que podia fer unes 48 fotografies d'una mida de 10 x 12.5cm. Al any 1901, va portar al mercat la càmera Kodak Brownie, que funcionava amb una pel·lícula 117 per una fotografia de mida 6 x 9cm. La càmera estava construïda amb cartró i recoberta de pell de gra.

Entre els anys 1937 i 1940 es va construir una càmera de butxaca, la famosa Kodak folding Brwonie<sup>9</sup>, era una càmera de manxa de visor sensible, amb una pel·lícula 620 per unes fotografies d'una grandària de 6 x 9cm. La càmera Folding Brwonie Six-20 era una càmera de manxa, però amb unes dimensions reduïdes, ja que es podia plegar per facilitar el transport. Per obrir la manxa es tirava d'una palanca que tot seguit s'utilitzava com a suport. La pel·lícula 620 es carregava per la part inferior de la càmera, aquesta no tenia diafragma i l'enfocament podia arribar a una distancia de 2,4 metres. Durant els anys 60 i 70 segueixen sortint al mercat moltes variants d'aquest tipus de càmeres, cada cop innovant tecnològicament.

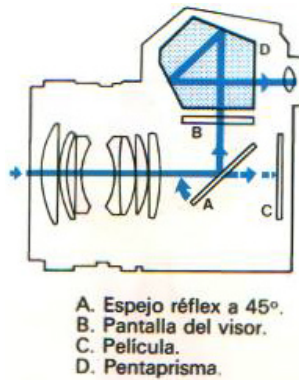
### 1.2.3. Càmera rèflex 35mm

Al 1936 una nova càmera entra al mercat amb grans avenços tecnològics, acabant sent molt utilitzada per professionals de la fotografia, es tracta de la càmera rèflex SLR de 35mm. El seu funcionament es completament nou, té com a base la idea principal de la utilització d'un mirall de 45° fa que la imatge es reflectí des de l'objectiu a una pantalla de visor, d'aquí el seu nom. La seva principal avantatge és que no hi cap error de paral·lelisme, és a dir, que tant la imatge que percep el paper sensible com la que veiem per el visor, es la mateixa. Fet que no passava en les càmeres anteriors, ja que en moltes les dues línies de visió s'acabaven creuant en algun punt del espai, diferint llavors la imatge que primerament observàvem amb la real obtinguda. La distància de l'enfocament es precisa amb l'obertura i el tancament del diafragma.

El format de 35mm permet que el negatiu es pugui utilitzar per a grans ampliacions de mida. Hi ha tres passos molt importants que la llum ha de recorre per a obtenir una imatge, el penta-prisma, l'obturador i el disparador.

---

<sup>9</sup> Càmera Folding Brwonie. Il·lustració A1.5 Ibídem .



**Il·lustració 1.3** Esquema del recorregut intern de la llum en una càmera reflex SLR 35mm.<sup>9</sup>

**Penta-prisma:** la llum solar entra per l'objectiu i es reflecta al mirall rereflex, seguidament es reflectida en el penta-prisma per tal de mantenir la horitzontalitat. La imatge rebota tres cops, això li dona rigidesa tant a la imatge vertical com a la horitzontal. La imatge que volem obtenir a travessa el mirall de 45°.

El penta-prisme rectifica la imatge per tal de obtenir una visió i un enquadra perfecte.

**Obturador:** és una dispositiu que determina el tems de obertura, es situa al darrera del mirall.

**Disparador:** acciona el obturador i el diafragma.

#### 1.2.4. Càmera Polaroid

En la dècada dels anys 70, es va inventar una càmera que obtenia les fotografies a l'instant, és a dir, les imatges es revelaven després de pocs minuts de haver-les preses. Ens referim a les càmeres Polaroid, inventades pel científic Edwin Herbert Land. La més coneguda és la Polaroid SX-70, que té la capacitat de plegar-se. Les característiques principals que tenen totes les càmeres Polaroid són les següents:

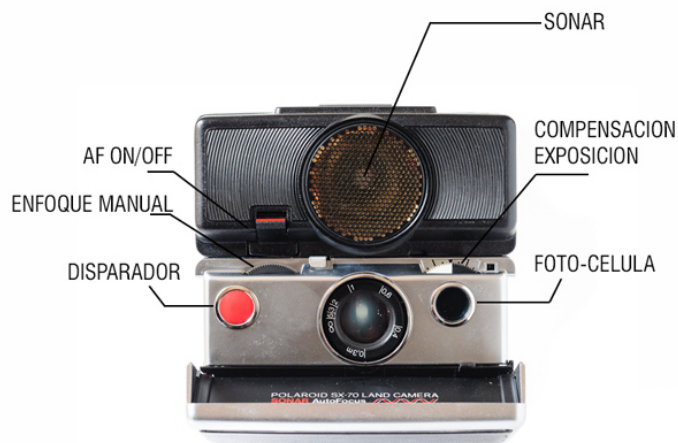
- Òptica de 4 elements de 116mm equivalent a una focal normal.
- Màxima obertura de f/8.
- Distància mínima de enfocament 30 cm.
- Exposició automàtica.
- Velocitat màxima d'exposició 1/175.

Les càmeres es construeixen amb diferents materials com: metall i pell o plàstic i vinil. Les càmeres Polaroid SX-70 també disposen d'un visor rereflex. El paper fotogràfic, està

<sup>10</sup> FotoNostre. *Esquema d'una càmera rereflex 35mm.* <<http://www.fotonostre.com/fotografia/reflex.htm>>

preparat amb una base de productes químics per revelar la fotografia a l'instant. Aquest paper fotogràfic està empaquetat en cartutxos de plàstic, on s'insereixen per una ranura inferior de la mateixa càmera. Aquest paquet de papers fotogràfics també disposen d'una bateria integrada, fet que no passa en cap altre tipus de càmera, ja que la bateria sempre va integrada a la càmera i no als cartutxos o carrets de paper fotogràfic. Opcionalment, disposa d'un dispositiu flash que es pot inserir a la part superior de la càmera.

El funcionament d'aquestes càmeres es basa en un sistema semblant a les càmeres reflex 35mm. a diferència que aquestes no tenen un sistema de cinc miralls, sinó que al disparar una fotografia, una palanca s'acciona aixecant un mirall i deixant lliure el paper fotogràfic per a captació de la llum que es reflecteix en aquest mirall. En canvi per a la visió pròpia de la imatge exterior, la llum entra per l'obturador i per un sistema de tres miralls arriba al nostre ull.<sup>11</sup>



Il·lustració 1.4 Càmera Polaroid SX-70 amb auto-focus.<sup>11</sup>

La majoria de models de paloroid disposaven de les següents parts:

**Sonar:** es tracta d'un element d'ajuda per a la regulació del auto-focus. La majoria de models més recents disposaven d'aquest dispositiu, tot hi que en molts altres era opcional.

<sup>11</sup> Video del funcionament intern d'una càmera Polaroid per a una ampliació de coneixements. <[http://www.youtube.com/watch?v=5jaiq\\_ZZ\\_eM&feature=player\\_embedded#at=287](http://www.youtube.com/watch?v=5jaiq_ZZ_eM&feature=player_embedded#at=287)> [produït per Polaroid].

<sup>12</sup>Jesús León. Càmera Polaroid Sx-70. <<http://www.xatakafoto.com>>

**Compensació d'exposició:** Es tracta d'un element controlador bidireccional que aclareix o enfosqueix la imatge, segons el sentit que girem la rodeta. Si s'utilitzen valors positius aconseguirem aclarir la imatge i si fem servir de negatius, la enfosquirem.

**Foto-cèl·lula:** Es tracta d'un dispositiu de control de llum ambiental. Sempre que la càmera disposi de flash aniran connectats per a que es pugui efectuar un càlcul més exacte de la llum.

Finalment, les càmeres Polaroid van sortir del mercat en veure que les càmeres digitals cada cop agafaven més força i no podien competir contra elles.

### 1.2.5. Càmera digital

Les càmeres digitals van començar a sortir al mercat en la dècada dels 90, juntament amb la revolució de la era informàtica. Les càmeres digitals són de fet petits ordinadors creats per processar imatges. A diferència amb les càmeres clàssiques, aquestes disposen d'un mecanisme que es compon bàsicament de plaques electròniques connectades entre sí formant un únic circuit<sup>13</sup>.

En primer lloc trobem un xip sensible a la llum, sensor d'imatge, aquest xip està compost per una placa dividida en petits puntets microscopis sensibles a la llum solar, anomenades píxels. La funció dels píxels és capturar una porció de la imatge. Per tal de tenir una qualitat òptima, haurem de tenir un major número de píxels. Cada una dels píxels disposen d'una cèl·lula solar, això fa que si la placa rep llum, la seva tensió elèctrica augmenta (la mesura internacional és en volts), així doncs la informació de la imatge es transforma en una senyal elèctrica.

El sensor d'imatge no capta els colors de la imatge. Per fer una fotografia en color cal posar un filtre de color vermell, verd i blau, ja que són els colors primaris, que correspongui a cada un dels píxels. Alhora de travessar la llum pel filtre només deixa passar els colors primaris, al mateix temps la tensió elèctrica del píxel és una mesura de la seva intensitat. Per a aconseguir la resta dels colors, la càmera compta amb un sistema informàtic. A través de la intensitat dels colors veïns, pot fer una estimació de la

---

<sup>13</sup> Consultar Il·lustració A1.6 en l'apartat annexos

resta dels colors, comparant la intensitat del color de cada píxel amb la dels colors primaris.

La càmera digital conté un circuit intern que s'entén en el llenguatge matemàtic dels nombres (dígit). El circuit intern utilitza un codi binari, és una codi numèric que només té el 0 i el 1, el zero significa que no hi circula corrent i el 1 significa que sí que hi ha. Els píxels transmeten una senyal analògica, i per transformar aquest senyal en una senyal digital cal tenir un xip convertidor analògic-digital.

Per tant, després del sensor d'imatge passa al xip de analògic-digital, què fa que la tensió elèctrica es transformi en un codi binari.

Tot seguit, la imatge passa per un microprocessador, aquí el xip està programat per millorar la qualitat de la imatge, donant-li més de color i comprimir-la perquè ocupi menys espai en la targeta de memòria. El microprocessador també està programat per controlar altres sistemes de la càmera digital com: el flaix, l'enfocament, la visualització de les fotos fetes, etc.

Per evitar que es col·lapsi el microprocessador disposa d'una memòria intermèdia on emmagatzema les imatges momentàniament. Quant s'apaga la càmera, aquestes s'esborren.

Per tal de que el microprocessador pugui executar les seves funcions, requereix d'unes instruccions. El programari, és el xip que fa que aquest pugui seguir unes instruccions prèviament programades. Es tracta d'una memòria no volàtil, és a dir, que no s'esborra quan s'apaga.

Finalment, les imatges ja processades pel microprocessador s'emmagatzemen a una targeta de memòria externa, que permet de forma opcional passar-les a l'ordinador o imprimir-les.

La càmera digital la formen, juntament amb els circuits electrònics explicats anteriorment, les següents parts:

**Objectiu i zoom:** és un conjunt de lents que permeten formar la imatge a l'interior de la càmera. La llum que a travessa la lent es processada pel sensor d'imatge. El zoom permet reduir o ampliar la imatge sense perdre l'enfocament.



**Flaix:** és una llum d'ajuda d'una durada de mil·lèsimes de segons, per quant no hi ha suficient il·luminació.

**Pantalla LCD:** és la principal característica de la càmera digital ja que permet preveure i enquadrar la imatge que volem fotografiar, i visualitzar-la després de haver-la realitzat. El seu nom prové de la paraula anglesa *Liquid Crystal Display*, pantalla de cristall líquid.

**Bateries:** són uns elements indispensables en aquest tipus de càmeres, ja que al basar-se en circuits elèctrics necessiten forçosament una font d'alimentació. Aquesta prové d'una bateria interna recarregable.

## 2. La càmera estenopecica

La càmera estenopecica és un aparell fotogràfic que no disposa de sistema òptic. Que basa els seus orígens en el segle V a.C. Va ser la pionera de les càmeres actuals i va suposar grans avenç en la tecnologia d'aquella època. Va ser descoberta per varies persones al llarg de diferents segles, ja que no hi havia bones comunicacions entre els països.

Consta d'un funcionament molt bàsic que serà explicat a continuació.

### 2.1. Funcionament

La càmera estenopecica es tracta simplement d'una caixa fosca amb un orifici en una de les cares, anomenat estenop. Aquest és l'encarregat de deixar passar la llum dins del recinte fosc. Alhora de l'entrada de llum hi ha un feix de raigs que van per totes direccions, però només dos entren per l'estenop de la càmera, i formen un únic punt de la imatge.

La imatge que apareixerà al interior serà invertida, poc nítida i depèn del paper sensible que disposen serà una imatge negativa o positiva. El fenomen de la inversió de la imatge és simple, ja que al passar els rajos per l'orifici ho fan de forma creuada, formant així una imatge totalment inversa plasmada en el paper sensible. De igual manera, també obtindrem una imatge en blanc i negre i amb l'invers d'aquest colors, ja que la llum el que fa és cremar el paper sensible. Per això com més excés de llum es tingui més fosca quedarà la imatge.

Si disposem d'una càmera estenopecica amb disponibilitat de lent, tindrem un límit de lents, la seva funció és utilitzar tots els raigs existents i format una imatge virtual.

En els dos casos sempre hi haurà una distància focal entre el objecte i la lent o estenop. Aquesta distància focal influirà directament amb la profunditat del camp igual que els raigs que hi entraran. S'ha de tenir en compte també que el angle del raig pot variar depèn de les dimensions de la càmera estenopecica. El camp de visió en aquestes càmeres és infinita, és a dir, que tot el que està enfocat sortirà en la imatge, i el que es refereix a la distància mínima d'enfocament és zero.

Òbviament, ens cal fer un càlcul de la distància focal en relació al diàmetre de l'estenop, ja que d'aquesta manera podrem fer un càlcul estimat de les dimensions que haurà que tenir la superfície que contindrà el paper sensible.

A continuació hi ha una de les taules més recents de Fuller (1992), que relaciona ambdós paràmetres.

Longitud Focal (mm)	Diàmetre Estenop (mm)	Nº f
50	0.26	200
75	0.32	220
100	0.45	240
150	0.55	270
200	0.63	320
250	0.71	350
300	0.77	390
350	0.83	420
400	0.89	450
500	1.00	500

Tal com es pot apreciar a més distància focal major diàmetre de l'estenop, ja que podem obtindre un major angle d'entrada de llum respecte la horitzontal, i per tant una major altura del pla de recepció de llum.

En la taula també apareix una altre columna, Nº f, que és la freqüència, és a dir, la quantitat de llum que entra en la pel·lícula o paper sensible. Aquest ve regulat majoritàriament pel diafragma. Que s'encarrega de deixar passar i tancar l'obertura del orifici de la caixa fosca.

Aquest valor s'extreu de la fórmula:

$$f = \text{distància focal} / \varnothing \text{ estenop}$$

El diàmetre de l'estenop també es pot calcular, que depèn de la distància focal i l'amplada de les ones de llum. La distància focal és un paràmetre fixe en aquest tipus de càmeres ja que no disposen de cap tipus de zoom. Per tant, només ens cal conèixer l'amplada de les ones. Tot es calcula amb la següent expressió:

$$\varnothing \text{ estenop} = 2 \sqrt{v \cdot \lambda}$$



On trobem que,

$v$ : distància focal (mm).

$\lambda$ : amplada de l'ona de llum (mm).

Moltes vegades el diàmetre de l'estenop ve donat pel número d'agulla, ja que normalment és l'eina utilitzada per a la seva realització. A continuació trobem una taula on es mostren unes comparatives entre el número d'agulla i el diàmetre real. Més endavant, es farà referència molts cops al número d'agulla, enlloc del diàmetre real.

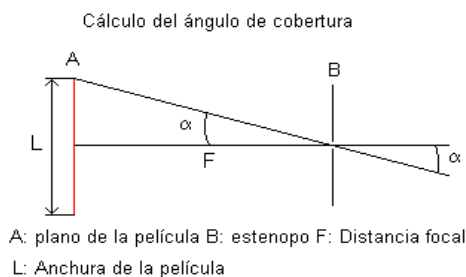
Número agulla	Diàmetre
4	0.90
5	0.80
6	0.73
7	0.66
8	0.58
9	0.51
10	0.46
11	0.40
12	0.35
13	0.33
14	0.30
15	0.25

L'últim càlcul que ens quedaria per fer seria, tal com ja s'ha parlat anteriorment, l'angle de cobertura. Aquest ens servirà per obtindre per trigonometria l'alçada total i amplada que abraçarà tota la imatge.

En el següent esquema podem veure com l'angle de cobertura es deriva de la fórmula:

$$A = 2 \cotg(L/2F)$$

**Il·lustració 2.1** Esquema del angle de cobertura.<sup>12</sup>



<sup>14</sup> Anònim *Càlcul del angle de cobertura*. < <http://www.terra.es> >

On trobem que,

L: altura de cobertura de la imatge (mm).

F: distància focal (mm).

A partir d'un esquema similar també podríem arribar a calcular la mida en que obtindríem una imatge en relació a la imatge real.

Tot es calcularia a partir de l'expressió extreta per trigonometria, de la fórmula:

$$\text{Mida imatge} = H \cdot F / D - H$$

On trobem que,

H: altura del subjecte (mm).

F: distància focal (mm).

D: distància objectiu (mm).

A partir d'aquest càlcul ens permetrà saber la posició exacte de la càmera respecte al objecte per tal de poder-lo encabir en el paper sensible. En aquest tipus de càmeres és un càlcul força habitual, ja que no es disposa de cap mena de visor. Tot hi així en la majoria dels casos s'acostuma a fer a ull un cop agafada les dimensions d'enquadrament.

## 2.2. Procés de revelat

El procés de revelat, per al paper sensible de les càmeres estenoipeiques, està basat en un seguit de passos que s'han de fer en un temps determinat i un ordre definit: primer de tot necessitem una habitació que estigui completament aliada de la llum. Cal recordar que no tots els tipus de paper sensibles fan servir un mateix procés de revelat ni tampoc és de igual manera amb els revelats de pel·lícules.

En la habitació fosca només pot ser il·luminada per una llum vermella. No totes les llums vermelles tenen una freqüència més baixa que la llum blanca, per tant, fem servir aquest tipus de llum per no perjudicar la imatge en el seu procés de revelat.

Es poden fer servir llums especialitzades que no afectin a la sensibilitat del paper fotogràfic o simplement una llum LED vermella (Light Emitting Diode), díode emissor de llum.

Tot seguit hem de disposar de uns productes químics que serviran per fer el revelat, hi trobem el revelador, un bany de parada, el fixador i agua.

### 2.2.1. Revelador

De tipus de reveladors em podem trobar coma aquest:

- **LITH**

La seva avantatge principal es basa una producció de tramats excel·lents per reproduir la imatge el més exacte possible. Però en comparació amb els altres, és més difícil de controlar i és molt sensible als canvis de concentració dels elements químics actius. També afecta al alt contrast de text i altres petits detalls en la fotografia, disminuint-los.

- **Ràpid accés**

Tal com el nom indica es tracta d'un procés ràpid i permet barrejar i combinar productes. És molt més estable que el revelador LITH i permet un temps de revelat més ampli. En canvi la imatge resultant es considera d'un tramet de menor qualitat.

- **Híbrid**

Aquest tipus de revelat es una barreja dels dos reveladors explicats anteriorment, d'aquí el nom. La qualitat del tramet es més propera a la del LITH i la velocitat del procés s'ha aproxima més a la del Ràpid Accés. Però quest revelat es inestable i sensible a les variacions de revelat i es necessita productes químics especials.

### 2.2.2. Bany de parada

Després del revelat passem al següent pas, el bany de parada. Aquest s'encarrega de interrompre l'acció del revelador, per evitar petits residus d'aquest que podrien quedar-se al fixador, que el depositarem més tard. El bany de parada és una solució química molt concentrada que consta d'un bany d'àcid que actua com a amortidor del pH.

### 2.2.3. Fixador

Un cop realitzat el bany de parada introduïm la fotografia al fixador. La majoria d'aquestes solucions químiques s'han de diluir amb aigua ja que venen comercialment en concentrat. De igual manera passa amb els reveladors i banys de parada.

La comesa del fixador és la eliminació de les partícules sensibles a la llum que no han sigut estimulades pel revelador, fent que les parts del paper sensible que no van ser sotmeses a cap raig de llum es mantinguin de forma transparent. Aquest procés té una durada d'uns 14 o 15 minuts, depenent del paper sensible utilitzat.

### 2.2.4. Bany d'aigua

Aquest últim procés és fonamental de dur-se a terme just després del fixador per eliminar els elements químics que puguin quedar i evitar l'aparició posterior de zones groguenques en la fotografia.

L'aigua pot ser de l'aixeta a uns 20°C durant uns 20 minuts, passat aquest temps és recomanable ruixar la fotografia amb un raig d'aigua. Per finalitzar el procés de revelat s'han de deixar assecar les fotografies, preferiblement a temperatura ambient.

### 3. Prototip de la càmera estenopeica

#### 3.1. Materials i dimensions

Per realitzar el prototip de la càmera s'han utilitzat diversos materials tenint com a consideració, les seves propietats, la ergonomia i el seu cost. Partint d'una ampla llista de materials finalment s'ha optat per a la fabricació del prototip dels següents elements, per tal de construir una càmera duradora i fiable en la seva reproducció d'imatges.

Com a materials trobem:

- Taulell de fusta DM (100 x 50cm)
- Perfil en L de PVC negre (1 x 1cm)
- Esprai d'imprimació negre mate
- 2 frontisses petites
- Cinta adhesiva de Velcro
- Pua de guitarra negra
- Claus i cargols petits (>1cm.)
- Agulles de cosir (nº 4,8,12)
- Llauna de llautó
- Cola blanca
- Trepant amb broca de fusta 1cm
- Cúter
- Martell i tornavís
- Paper de vidre de nº 00



**Il·lustració 3.1** Materials per la construcció del prototip de la càmera.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Agustí Gongora. *Materiales*. < <http://www.foto3.es/web/aprende/pinhole.htm>>

L'elecció de la fusta com a base del prototip de la càmera ha estat elegit per la facilitat de la seva manipulació, opacitat i resistència als cops, entre altres característiques. La fusta triada en qüestió es tracta de fusta DM ja que està composta per un conglomerat, és un element lleuger i econòmic. Al tractar-se d'un conglomerat de alta pressió evita la penetració de llum residual. Fet molt important en la fabricació d'aquestes tipologies de càmeres.

L'esprai elegit en qüestió es tracta d'una pintura negra que alhora d'aplicar-la s'impregna al material deixant una capa homogènia, tapant qualsevol porus que pugui tindre el material. S'ha utilitzat un esprai en comptes d'un pot de pintura per la seva facilitat i per obtenir un acabat més professional.

La cinta adhesiva Velcro s'ha triat per evitar l'entrada de llum a les juntes de la tapa superior amb el cos de la càmera, fent així de filtre de llum actuant per pressió i gruix de material. També s'ha buscat que fos autoadhesiu per tal de facilitar la seva col·locació i tingués una adherència més homogènia.

Per una millor subjecció del paper sensible s'ha triat un perfil en L de PVC negre, la forma de L ha estat escollida per facilitar l'adheriment tant en unes cares de la càmera com per l'altre banda per tenir suficient dimensió per mantindre de forma estable i recta el paper sensible.

La planxa de llautó ha estat extreta d'una llauna de refresc, aquest material és molt adequat perquè té un espessor de mil·lèsimes de mil·límetre i és molt opac a la llum. A més a més és fàcil de perforar-lo per crear orificis per tal de realitzar una obertura. També és un material molt adequat degut a la seva facilitat de reutilitzar-lo.

Alhora de perforar la planxa de llautó es necessita una eina capaç de poder produir un forat amb un diàmetre determinat i sense deixar rugositats en el seu interior, ja que sinó la imatge produïda per la càmera podria perdre qualitat. Així que s'ha optat per utilitzar unes agulles de cosir amb un numero concret que equivalen a un diàmetre ja determinat.

La pua de guitarra és un element important ja que ens permetrà disposar d'un element de control d'obertura de la llum. Per tal ha de ser un material ergonòmic i totalment opac, a demés disposa d'una forma ideal per tindre un punt de rotació amb una amplada

més petita i una amplitud major en la part del orifici per tal de poder-lo deixar estanc a la llum d'una manera idònia.

## 3.2. Construcció

### 3.2.1. Elaboració de la caixa fosca

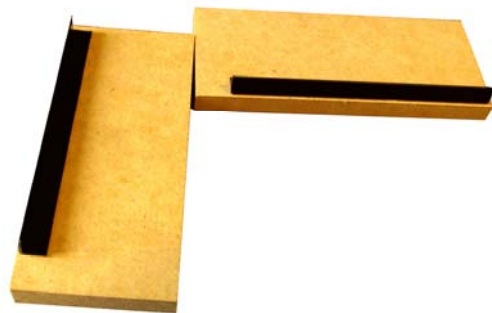
Un cop obtinguts tots els materials necessaris per construir la càmera necessitem un planejament de treball.

En primer lloc es tindrà que tallar del taulell de fusta DM de 100 x 50cm per elaborar la caixa principal de la càmera. El taulell es dividirà en sis trossos tallats amb cerra mecànica mil·limètrica que tindran les diferents mesures:

- 2 de 13'2 x 11'2cm (cara frontal i posterior)
- 2 de 13'2 x 5'7cm (laterals)
- 1 de 9'2 x 5'7cm (tapa inferior)
- 1 de 11'2 x 7'7cm (tapa superior)

Un dels tall de 13'2 x 11'2cm serà la part frontal de la càmera on anirà allotjat l'estenop, que tindrà un orifici circular de diàmetre 1cm. Aquest orifici es realitzarà amb una broca de fusta mitjançant un trempant.

El segon pas serà polir les fustes amb el paper de vidre i tot seguit es posarà les dos guies de PVC negre en forma de L, d'una longitud de 12 cm. Amb aquesta mesura ens assegurem que aquests perfils seran lleugerament més petits que l'altura interior dels laterals, tenint en compte el centímetre inferior que es perd per la incorporació de la base. Els dos laterals (13'2 x 5'7cm) s'enganxaran amb



**Il·lustració 3.2** Laterals amb guies de PVC.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Emma Wuyts. *Laterals amb guies de PVC.* (fotografia pròpia).

cola blanca al perfil de PVC. Procurarem deixar entre 1-2 mm de separació al llarg de tot el perfil per poder introduir el paper sensible i que es quedi ben fixat i rectilini.

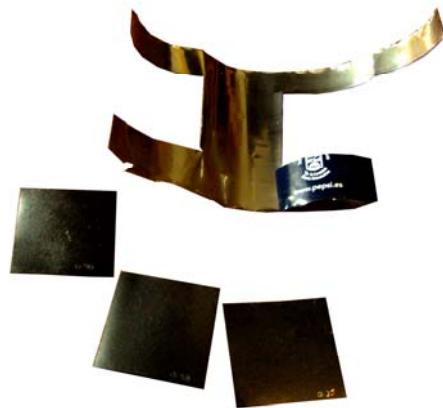
Tot seguit ja es podrà pintar la fusta de color negre però només la part que mirarà cap a l'interior, ja que d'altre manera l'exterior perdria el color de fusta natural. La pintura a utilitzar serà un esprai de color negre mate i gràcies al polit realitzat anteriorment amb el paper de vidre, obtindrem un major adheriment de la pintura. Per tal d'evitar i acotar l'àrea de pintura que volem, ens ajudarem de cinta de pintor per



**Il·lustració 3.3** Cares de fusta pintades.<sup>17</sup>

resseguir les vores dels taulells de fusta, així ens assegurarem de tindre pintades únicament les cares que donen al interior. Ja que sinó podríem tindre pintura residual a les cantonades, que donarien un aspecte poc professional a la càmera resultant. Realitzarem dues capes de pintura perquè quedi una superfície uniforme i assegurar-nos de haver tapat tots els porus de la fusta. També cal tindre cura de no aproximar en excés l'esprai a la superfície a pintar per evitar gotes. Mentre la pintura es seca, es pot aprofitar per dur a terme la fabricació de les lents.

Per a realitzar les lents ens basarem bàsicament amb una llauna de refresc. Mitjançant un cúter es tallarà tres rectangles de 5 x 5cm. Un cop obtingudes les peces les llimarem amb el paper de vidre i traçarem dues línies des d' un costat fins l'altre costat oposat, allà on es creuin les línies farem un orifici amb la agulla del diàmetre que volem obtenir. Tot seguit pintarem les dues cares de les superfícies de les lamines de llautó amb el mateix esprai utilitzat anteriorment.



**Il·lustració 3.4** Lents.<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Emma Wuyts. *Cares de fusta pintades*. (fotografia pròpia).

<sup>18</sup> Emma wuyts. *Lents*. (fotografia pròpia).



Totes les peces que van ubicades a l'interior han d'estar pintades en color negre mate per així evitar rebots de llum a l'interior. Ja que en cas contrari es podrien reproduir rebots a l'interior que provocarien un excés de llum al paper sensible.

Abans de unir totes les parts que formen el cos de la càmera, haurem de col·locar uns suports del mateix PVC que els suports del paper sensible, per poder tindre sostingudes les lents a l'altura del orifici que s'ha realitzat a la cara frontal. A partir de dos làmines de PVC negre i dos cargols pintats amb l'esprai negre mate, centrarem els suports de tal manera que les lents quedin centrades al ser col·locades. Els suports aniran cargolats només per la part inferior per tal de fer l'efecte pinça al ser inserides per la part superior. Aquest sistema també ens permetrà acabar de centrar l'orifici de la lent amb l'estenop i facilitar el canvi d'una lent a una altre.

Per finalitzar amb el cos principal de la càmera, hem d'unir totes les cares entre sí formant una caixa formada per quadrilàters. Encolem amb cola blanca totes les cares per evitar orificis en les juntes on pogués entrar la llum i per reforçar més la unió clavem claus > 1cm. S'ha de tenir en compte que totes les juntes d'unió mai són perfectament estanques a la llum, per tant, el disseny de la càmera s'ha mirat de forma que a les cares frontal i posterior no trobem cap mena de junta i que a la cara inferior s'hi trobin la majoria. Ja que la llum li costarà molt més entrar per la part inferior que no per un lateral o frontal.

### 3.2.2. Acabats

Per donar com a finalitzada la construcció de la càmera i per poder-la fer funcionar, disposarem dues frontisses a la part posterior per poder facilitar la obertura de la càmera i per que la tapa es mantingui en la seva posició quan està tancada durant el seu funcionament.

Per a un sistema de tancament s'ha fet servir un mètode molt senzill, que consta de dos claus



**Il·lustració 3.5** Detall de frontisses i perímetre superior.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Emma Wuyts. *Detall de frontisses i perímetre superior.* (fotografia pròpia).

separats, un a la tapa superior l'altre a la cara frontal i unir-los mitjançant una goma sintètica.

Per tal de evitar completament que la llum entri per la tapa superior, col·locarem una cinta de Velcro en tot el perímetre superior. De tal forma que al baixar la tapa superior i tancar-la, el propi pes de la fusta i la pressió que exerceix el sistema de tancat, evitarem que es filtri qualsevol tipus de llum per les ranures. També s'ha posat cinta de Velcro al perímetre inferior per tal de no fer malbé la fusta o la superfície on la càmera està en contacte.

Tant mateix, s'ha fet servir una pua de guitarra negra per tancar l'estenop de la cara frontal, aquesta està sostinguda per dos claus, un que manté unida la pua amb la cara de fusta i l'altre que funcionarà com a indicador de posició de tancament. D'aquesta manera evitarem que la pua pugui destapar l'estenop i deixi entrar la llum dintre a càmera de forma involuntària.



Il·lustració 3.6 Detalls de la cara frontal.<sup>20</sup>

### 3.2.3. Càlculs

Alhora de la construcció també s'ha de tenir en compte els paràmetres de càlcul, ja que tota càmera fotogràfica sigui del tipus que sigui es basa en conceptes físics de lents i llum.

En el primer lloc hem d'establir una distància focal de la nostra càmera, en aquest cas es tracta d'una longitud de 57mm. Ja que és la distància entre l'estenop i el pla vertical on està ubicat el paper sensible. És la mesura ortogonal entre les dos cares interiors.

Tenint ja establert el paràmetre de la distància focal, podem obtenir mitjançant la fórmula explicada anteriorment, l'angle d'obertura.

$$A = 2 \cotg(L/2F)$$

<sup>20</sup> Emma Wuyts. *Detalls de la cara frontal.* (fotografia pròpia).

On trobem que,

L: altura de cobertura de la imatge (10 mm).

F: distància focal (57 mm).

Per tant,

$$A = 2 \cotg(10/2 \cdot 57) = \mathbf{22,74^\circ}$$
 (respecte la horitzontal)

Un altre valor significatiu de càlcul de les càmeres en general és la freqüència (f), que ens quantifica la quantitat de llum que es necessita que entri per l'estenop segons el diàmetre d'aquest i la distància focal. Es tracta d'un valor sense unitats.

$$f = \text{distància focal} / \varnothing \text{ estenop}$$

En la càmera construïda, s'han fabricat tres tipologies de lents diferents per poder tindre un ventall més ampli de experimentació. Trobem una lent de 0.90mm, una de 0.58mm i finalment una de 0.35mm, equivalents a unes agulles del nº 4, 8, 12, respectivament.

Fent el càlcul segons la fórmula d'escripta anteriorment trobem que el paràmetre f en cada un dels diferents tipus de diàmetre és:

$$f = 57 / 0.90 = \mathbf{63.33}$$

$$f = 57 / 0.58 = \mathbf{98.27}$$

$$f = 57 / 0.35 = \mathbf{162.85}$$

Obtinguts aquests valors, ja tenim una referència del temps d'exposició que necessitarem segons la lent que utilitzem. Ja que a menor valor de freqüència, menor quantitat de llum necessitem. Tot dependrà també directament del estat de lluminositat que tinguem al fer la fotografia, ja que un dia molt assolellat entrarà més quantitat de llum per unitat de temps que no un dia amb núvols o si estem a la ombra o en un interior.

Tot i així es pot fer una petita idea de aproximadament quant de temps necessitarem. En el nostre cas farem servir com a valors estàndards en un dia parcialment assolellat de:

$$0.90 = \mathbf{4s.} \quad 0.58 = \mathbf{14s.} \quad 0.35 = \mathbf{30s.}$$

Per últim, també es pot calcular la mida de la imatge que nosaltres reproduïrem al paper sensible segons la magnitud del objecte real, amb la fórmula explicada ja amb anterioritat:

$$\text{Mida imatge} = H \cdot F / D - H$$

On trobem que,

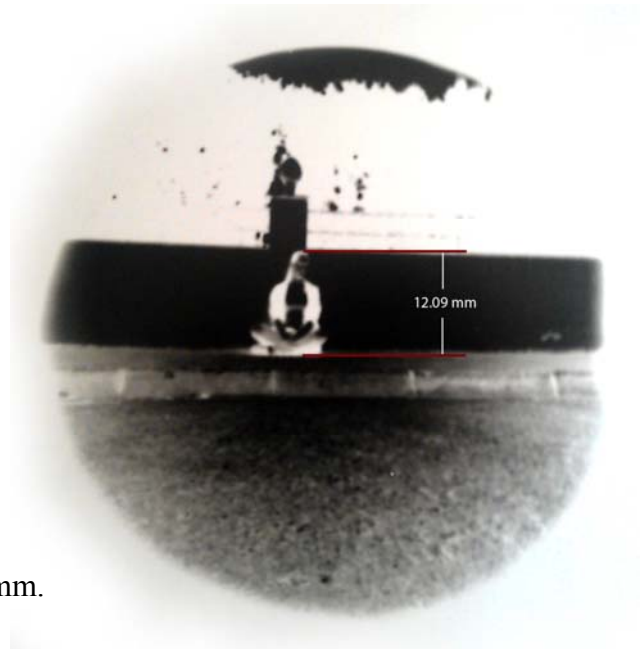
H: altura del subjecte (910 mm).

F: distància focal (57 mm).

D: distància objectiu (5200 mm).

Per tant,

$$M. \text{ img.} = 910 \cdot 57 / 5200 - 910 = \mathbf{12.09 \text{ mm.}}$$



**Il·lustració 3.7** Fotografia de càlcul de mides.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Emma Wuyts. *Fotografia de càlcul de mides*. (fotografia realitzada per la càmera estenopecica).

## 4. Fotografies

### 4.1. Obtenció de fotografies

Per a l'obtenció de fotografies, són requerits diversos elements importants. En primer lloc, és indispensable la elecció d'un paper sensible, en el nostre cas hem optat per un ILFORD RC amb acabat perla de dimensions 12'7 x 17'8 cm. Aquesta mida és massa gran per poder-lo inserir dins la nostre càmera estenopecica, el que farem és tallar-la amb unes dimensions de 10 x 8'9 cm. D'aquesta manera encaixarà perfectament i de cada paper sensible del paquet en podrem extreure dos per a la nostre càmera. Sempre que es faci alguna manipulació del paper sensible, haurà de ser en un lloc fosc i el més estanc a la llum possible, ja que qualsevol faig de llum podria fer-lo malbé. Per aquest motiu és totalment indispensable tindre un frontal de LED vermella, o llums vermelles de laboratori.

Un cop obtingudes les porcions de paper sensible que corresponen amb les mesures de la nostre càmera, introduïm el paper dintre la càmera en el lloc que li correspon, és a dir, en la part posterior entre les guies de PVC. S'ha de mirar si la lent està ben centrada amb l'estenop per obtenir una imatge en el centre del paper sensible.

Finalment, tancarem la tapa superior i l'estenop amb la pua de guitarra per tal de evitar la entrada llum no desitjada. Ara ja podem sortir fora a fotografiar el objecte o paisatge desitjat. Depenent del diàmetre de lent que haguem col·locat a l'estenop tindrem que exposar-lo més temps o menys a la llum per aconseguir una imatge en bones condicions.

Ja feta la fotografia, haurem de tornar dins el laboratori o habitació estanca a la llum per a la execució del revelat de la fotografia. En el nostre cas al tractar-se d'un paper de tipus RC, hem seguit aquests passos:

- En primer lloc hem de tenir preparat el revelador i les altres cubetes amb els materials químics corresponents. S'ha optat per utilitzar un revelador EUKOBRON, per a fotografies en blanc i negre. Es tracta d'un revelador de tipus concentrat, per tal s'haurà de barrejar amb aigua, la relació equivalent és 1+9, és a dir, 9 parts d'aigua per 1 de revelador. El temps d'espera és entre 1'5-3 minuts.

- Un cop passat el temps del revelador passarem la fotografia al bany de parada. Es pot comprar un producte químic especial per aquest procés o simplement utilitzar aigua amb un raig de vinagre. El bany de parada frenarà el funcionament del revelador. En aquest procés la fotografia haurà d'estar aproximadament uns 2 minuts.
- Llavor, la fotografia passarà a la cubeta del fixador. S'ha utilitzat un fixador SUPER ERIFIX PLUS (fixador ràpid), aquest producte al igual que el revelador cal barrejar-lo amb aigua, amb la relació 1+9. El temps aproximat serà entre 30-60 segons.
- Tot seguit, podrem disposar la fotografia en el bany d'aigua per treure les restes del fixador. Aquest bany és molt important que es canviï l'aigua cada cop que s'hi introdueixi una nova fotografia, per tal d'evitar que la fotografia següent no tingui restes de fixador de l'anterior imatge. Ja que sinó l'aigua disposaria de masses elements químics de revelador i no faria eficientment la funció de netejar la fotografia. El temps serà d'uns 10-15 min.
- Finalment, deixarem la fotografia sota un raig d'aigua per treure els productes químics que podrien haver quedat impregnats en la fotografia que la farien mal bé després d'un temps. L'últim pas d'aquest procés és penjar la fotografia en un lloc que pugui secar. Un lloc preferible seria una corda d'estendre amb pinces, tal s'ha fet servir en aquest treball.

Tot aquest procés s'ha de elaborar en una habitació fosca, sinó la fotografia podria sortir amb fons gris en comptes de blanc. Els productes químics tampoc es poden manipular en un lloc amb llum ja que poden perjudicar la fotografia. Aquests productes es poden reutilitzar introduint-los en recipients estancs a la llum i guardant-los en llocs amb una temperatura preferible de al voltant de 20-22°C.



Il·lustració 4.1 Materials i productes de revelat.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Emma Wuyts. *Material i productes de revelat*. (fotografia pròpia).

## 4.2. Anàlisi de resultats

L'anàlisi de resultats contindrà una detallada explicació de diferents fotografies obtingudes a partir de diverses tècniques. L'experimentació amb la càmera realitzada serà el principal punt de partida. Els elements constants en aquest anàlisi seran el paper sensible i la càmera estenopeica construïda.

A partir de la variació de diàmetres de lents, espai i temps d'exposició, entre d'altres, buscarem com a objectiu una gran diversitat artística de fotografies.

Tot seguit es mostren les diferents tipologies de fotografies realitzades a partir de les tècniques experimentades.

### 4.2.1. Lent de 0.35 mm



La fotografia que podem observar, s'ha realitzat utilitzant una lent de 0.35 mm amb una durada de temps d'exposició de 36 segons. La meteorologia del dia era de sol parcialment ennuvolat.

Aquest diàmetre ens permet tenir més detalls de la imatge, ja que disposem més temps per obtenir-la i la llum entra per l'estenop d'una forma més progressiva i constant. La fotografia s'ha realitzat per comprovar com un objecte de grans dimensions es projectava en el paper sensible. Veient fins quin punt de detall era capaç de captar, si es podrien veure alguns detalls com les finestres o les pedres de la façana de l'església.

La fotografia inferior ens mostra la inversa de la fotografia. Aquesta tècnica l'hem aconseguit gràcies a un programa fotogràfic, (*Adobe Photoshop CS6 Extended*).

**Il·lustració 4.2** Observació d'un objecte<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Emma Wuyts. *Església*. (fotografia pròpia).



Per a realitzar aquesta fotografia hem utilitzat una lent d'un diàmetre 0.35 mm amb un temps d'exposició de 60 segons, la meteorologia del dia era nuvolós per això un major temps de d'exposició.

En aquesta imatge s'ha intentat ensenyar com es veuen les lletres d'un rètol a través de la càmera estenopecica. En el nostre cas hem fotografiat una Farmàcia. Tal com es pot observar el la imatge superior totes les lletres queden totalment invertides.



Mentre s'estava exposant la càmera a l'espai triat, hi havia una lleugera aflluència de persones passant per davant la càmera estenopecica. Ja que el temps d'exposició era elevat i el temps de pas de les persones molt petit, no es pot apreciar cap mena de ombra o persona borrosa.

**Il·lustració 4.3** Observació de rètols <sup>24</sup>

La fotografia inferior esta invertida tant de color com de simetria, per tal de poder veure com era aquell espai realment fotografiat. Totes les imatges estan passades per el programa fotogràfic esmentat anteriorment, (*Adobe Photoshop CS6 Extended*), que serà el principal programa de disseny d'imatges que es farà servir en aquest treball.

#### 4.2.2. Lent de 0.58 mm

La lent de 0.58 mm és el diàmetre entremig de les tres que hi ha, és una mica més gran i per això deixa passar més llum. També vol dir que hi podrem veure menys detalls a la fotografia, ja que la llum entra de manera menys progressiva i menys constant. La durada d'exposició és aproximadament d'uns 14 segons, però depenent de la metrologia pot ser més o menys segons.

<sup>24</sup> Emma Wuyts. *Observació de rètols*. (fotografia pròpia).





Il·lustració 4.4 Retrat d'una persona<sup>25</sup>

La fotografia s'ha exposat 14 segons, realitzada amb una lent de 0.58 mm i amb una meteorologia d'un cel parcialment ennuvolat.

Aquesta imatge s'ha realitzat per poder observar amb quina sensibilitat és capaç de captar les persones. Ja que al retratar a una persona s'ha de tenir en compte que no és un objecte totalment immòbil, per més que ho intenti, per això s'ha pensat que aquesta lent seria bastant adient, ja que aconseguim un punt entremig entre la durada de la fotografia i la sensibilitat de detalls que pot captar.

Tal com es pot observar a la fotografia feta per la càmera estenopecica (la superior), es veu com l'herba aparentment no entra en molt detall, de igual manera que les ombres, però al fer la inversa, es comprova que té un bon grau de sensibilitat dels cossos.

#### 4.2.3. Lent de 0.90 mm



Il·lustració 4.5. Hèrcules.<sup>26</sup>

La imatge està aconseguida amb una lent de 0.90mm, la durada del temps d'exposició és de 4 segons, la meteorologia del era de sol i núvols alts.

Aquesta fotografia en diferència de les altres, té poca qualitat, és a dir, no defineix molt bé els detalls i té una tonalitat pobre. Aquesta lents com que té una durada de pocs segons no li dona temps per agafar els detalls i només li permet una escala de blanc i negre. En les altres fotografies, es pot veure més tonalitats de grisos.

<sup>25</sup> Emma Wuyts. *Retrat d'una persona*. (fotografia pròpia).

<sup>26</sup> Emma Wuyts. *Hèrcules*. (fotografia pròpia).

#### 4.2.4. Experiment de moviment



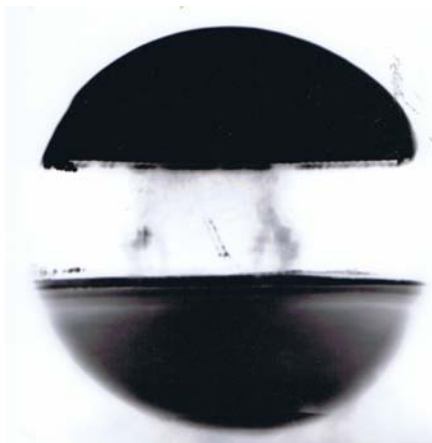
**Il·lustració 4.6** Experiment en moviment.<sup>27</sup>

La fotografia s'ha realitzat amb una lent de 0.35 mm amb una durada de temps d'exposició de 35 segons, la meteorologia del dia era d'un cel clar amb una forta radiació.

Durant l'exposició de la càmera estenopeica a l'objecte, en aquest cas una persona, anava movent els braços de forma constant simulant al vol d'una au. Per això hem pogut obtenir un efecte de àngel al veure projectat en el paper sensible el recorregut dels braços en el llarg del temps.

Aquest moviment també ha afectat de forma indirecta a la resta del cos, ja que es molt difícil mantenir una posició totalment estable del tronc i només moure els braços. Per aquest motiu també es veu de forma més difuminada les parts del cos que es movien a menys velocitat, quedant només de manera més fosca a la imatge les que es mantenien més quietes.

#### 4.2.5. Experiment amb aigua en moviment



**Il·lustració 4.7** Una persona tirant<sup>28</sup>

La fotografia s'ha realitzat amb una lent de 0.58mm, l'exposició ha estat de una durada total de 30 segons. La meteorologia del dia corresponia a un cel amb poc nuvolat.

Com podem observar la persona es veu desenfocada perquè anava movent-se contínuament i tirant aigua amb una galleda a la piscina que tenia al davant. Els puntets que s'observen és l'aigua que s'ha pogut captar en moviment instants abans de caure a la

<sup>27</sup> Emma Wuyts. *Experiment en moviment*. (fotografia pròpia).

<sup>28</sup> EmmaWuyts. *Experiment amb aigua en moviment*.(fotografia pròpia).

piscina. De fet no es tracta de la captació de unes partícules d'aigua en concret sinó a la successió de flux que anava passant aproximadament per el mateix lloc. Tota la fotografia no ha estat feta de un sol cop, sinó que s'ha anat tancant el diafragma de la càmera per tal de només captar el moment en que es llençava aigua, ja que sinó la fotografia hagués quedat cremada per un temps molt elevat d'exposició.

També es pot observar com es veuen dos ombres de persones, això es degut al canvi de lloc de la mateixa persona mentre el diafragma estava tancat. La ombra més negra de la part inferior de la fotografia correspon a l'impacte continu de l'aigua que feia en xocar contra la massa líquida de la piscina. En cada obrir i tancar s'exposava 5 segons.

#### 4.2.6. Experiment de superposició



La imatge s'ha aconseguit amb una lent de 0.35, amb un temps total d'exposició de 60 segons. La meteorologia del dia era d'un cel assolellat amb llum de vespre.



A l'inici de l'exposició, dos persones s'han col·locat a terra per ser retratats amb la càmera. Aquesta captació ha tingut una durada de 20 segons, tot seguit s'ha tancat el diafragma i les dos persones de abans s'han substituït per dos més, que es col·loquen drets just darrere de les que ocupaven aquella posició anteriorment. l'exposició amb les dues persones dretes ha tingut una durada de 20 segons més. Després d'aquest temps es torna a tancar el diafragma. Tot seguit les persones que estaven dretes se'n van i s'hi posen dos al costat d'on estaven les altres quatre persones. S'obre el diafragma i es deixa 20 segons més d'exposició.

**Il·lustració 4.8** Superposició de persones<sup>29</sup>.

Fent aquest obrir i tancar canviant tant persones com la posició d'aquestes, hem aconseguit una imatge en que les persones es superposen

<sup>29</sup> Emma Wuyts. *Superposició de persones*. (fotografia pròpia).

amb les altres creant una sensació de ambigüitat espacial. El primer duo de persones assentades costa de veure ja que s'ha creat una forta superposició amb les que s'han col·locat dretes just al seu darrere, tot hi així es poden observar sis persones que ocupen un mateix espai físic en diversos espais de temps.

#### 4.2.7. Diferents textures



La fotografia s'ha realitzat amb una lent de 0.35 mm. El temps d'exposició ha tingut una durada de 40 segons. La meteorologia del dia era nuvolat i amb poca llum.

En aquesta imatge es pot diferenciar molt bé les diferents textures dels diversos materials que es mostren en la imatge. Es pot observar com la textura de l'herba té una menor nitidesa ja que es tracta d'un element que té petites variacions de moviment encara que per l'ull humà siguin pràcticament inexistents. En canvi la textura de pedra aplacada pren un relleu molt més definit. També es pot observar textures com roba tèxtil agafant una nitidesa bastant heterogènia depenent de la zona i plàstic amb una nitidesa més homogènia.



**Il·lustració 4.9** Textures <sup>30</sup>

#### 4.2.8. Reflex

Per realitzar aquesta fotografia s'ha fet servir una lent de 0.35 mm. S'ha exposat a la llum durant 34 segons. La meteorologia del dia era nuvolat i amb llum moderada.

<sup>30</sup> Emma Wuyts . *Textures* . (fotografia pròpia).



**Il·lustració 4.10** Reflex<sup>31</sup>

El principal motiu del experiment era saber fins quin punt la càmera podia captar els reflexos, per aquest motiu es va sotmetre a una prova de captació de reflexos a través d'un mirall. Ja que era una superfície prou reflectant com per poder veure de manera nítida l'element que es posava davant. Per donar un gradient de dificultat es va optar per reflexar l'imatge d'una persona, tenint en compte que es un element que per poc que sigui mostra un cert moviment en un curt període de temps, com ja és el d'exposició de la càmera per tal de poder captar l'imatge.

El resultat va ser molt òptim, tenint en compte que al tindre un reflex del cel, és a dir, un reflex d'un element emissor d'una forta llum, es veu com a la part superior dreta hi ha un cert cremat de foto, degut a la sobreexposició de llum, tot hi que en la resta de l'imatge la quantitat de llum és l'adequada i s'observa una gran nitidesa dels elements reflectats.

#### 4.2.9. Gots d'aigua



La imatge s'ha realitzat amb una lent de 0.35 mm, amb un temps exposició de 14 segons. La meteorologia del dia era de núvol i de poca intensitat de lumínica.

Aquest experiment continua amb la línia del anterior però portat a un extrem més conceptual i compositiu de la llum.

<sup>31</sup> Emma Wuyts . *Reflex* . (fotografia pròpia).



**Il·lustració 4.11** Agrupació de gots <sup>32</sup>

El que s'ha fet es col·locar 10 gots de diferents diàmetres i longituds, omplir aquest amb diferents quantitats d'aigua i de vi, tenint així diferents volums de líquids, i per tant diferents reflexions de llum i contrastos cromàtics. Els líquids fan que la llum no es centralitzi en un sol punt o superfície, fet que passava anteriorment amb el mirall, i així el paper no es cremi, bàsicament el que es busca es crear el màxim de refraccions possibles en varies direccions per tal de obtenir llum molt dispersa i de diferents intensitats lumíniques. D'aquesta manera podem obtenir una imatge plena de reflexes de llum, aconseguint una nitidesa molt bona i amb grans contrastos de color i material.

#### 4.2.10. Agrupació de gots



**Il·lustració 4.12** Agrupació de gots <sup>33</sup>

La imatge s'ha dut a terme amb una lent de 0.35mm, amb una meteorologia clarament nuvolada. La exposició ha tingut una durada de 15 segons.

Aquest experiment va ser realitzat per contrastar el anterior, tenint així una prova real de les teories que es van posar en practica per a la seva realització.

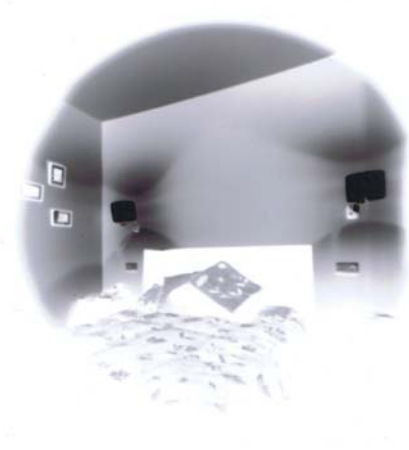
Per obtenir la imatge s'ha agrupat 12 gots. Els gots el que fan és rebotar la llum d'una forma bastant directe entre ells mateixos, ja que al ser tots de vidre, el reflex anava augmentant d'intensitat. Provocant que la càmera capti un excés de llum, obtenim un punt

més fosc en la fotografia i de menys nitidesa en les textures dels materials i la definició dels seus contorns, quedant així una imatge mes difusa.

<sup>32</sup> Emma Wuyts . *Gots d'aigua*. (fotografia pròpia).

<sup>33</sup> Emma Wuyts . *Agrupació de gots* . (fotografia pròpia).

#### 4.2.11. Interior



**Il·lustració 4.13** Interior <sup>35</sup>

La imatge s'ha realitzat amb una lent de 0.58 mm, i ha estat exposada 55 minuts. La llum és artificial i d'intensitat mitjana, 25 W de potència, amb làmpades d'incandescència estàndard, de 220 lúmens de flux lluminós, una temperatura de color de 2700 K i un IRC<sup>34</sup> del 100 .

La fotografia s'ha exposat molt de temps ja que la llum artificial no té la mateixa intensitat lluminosa que la llum natural. Si deixéssim la càmera estenoipeica un període de temps com si es tractés de llum exterior natural (uns 14 segons), el resultat final seria un punt negre que correspondria a la bombeta, ja que el flux de llum no tindria prou temps com per poder il·luminar correctament tota l'escena. Per obtenir una fotografia d'interior s'ha de deixar un mínim de 50 minuts, a partir d'aquest temps ja es pot donar per òptim el resultat de la fotografia, obtenint un resultat similar a la que està exposada en el treball.

Es pot observar perfectament els detalls que es troben en l'habitació, colors, textures, contorn, etc. En la fotografia també es pot contemplar el bulb lumínic de la bombeta projectat en la paret.

<sup>34</sup> IRC: Índex de reproducció del color, són valors que van del 0 a 100 (%), definint la qualitat de la llum que emet una font de llum des de el punt de vista de proporcionar una cromacitat més exacta possible dels objectes que l'envolten.

<sup>35</sup> Emma Wuyts . *Interior*. (fotografia pròpia).

## 5. Sala d'exposició

### 5.1. Presentació

Un cop realitzades gran part de les fotografies es va creure oportú intentar realitzar una exposició en un lloc públic per poder mostrar el treball realitzat i rebre tot d'opinions al respecte de la gent que hi pogués assistir. Tenint com a resultat una valoració del públic assistent i com perceben la fotografia estenopecica, desconeguda per molta gent actualment.

Primerament faltava trobar un lloc, es va pensar en exposar les fotografies a Maçanet de Cabrenys. Un cop trobat el lloc, faltava moure contactes per a trobar un recinte on poder exposar-ho, llavors va fer falta posar-se en contacte amb l'ajuntament i parlar amb l'alcalde i els regidors que portaven el tema de cultura.

Finalment es va arribar al acord de poder exposar el dissabte dia 29 de Desembre a l'oficina de turisme de Maçanet de Cabrenys. Aquest espai és una sala polivalent on normalment es destina a informació turística, però es va creure un lloc molt oportú degut al seu horari d'obertura al públic tant de matí com de tarda i a la seva bona il·luminació i espai per rebre a la gent.

Per atraure el màxim de públic possible es van dissenyar cartells publicitaris<sup>36</sup> que es van penjar en els diferents bars i locals del poble. També es va crear un esdeveniment a les xarxes socials informant de l'exposició.

Pel dia de l'exposició es va comprar un altre tipologia de paper sensible per tindre una major varietat de fotografies, el paper sensible ILFORD acabat brillant. També es van realitzar un gran nombre de fotografies dels voltants del poble per a què el públic assistent pogués reconèixer els indrets que el rodegen.

Un cop obtingudes les fotografies a ser exposades, un total de 27 , només calia pensar la manera en que s'exposarien i com els assistents tindrien una o altre percepció del treball exposat.

---

<sup>36</sup> Cartell de propaganda a Annexos.



## 5.2. Exposició

Arribat el dia, s'havia de muntar l'exposició i establir els horaris d'obertura al públic que finalment van ser des de les 10:00 del matí fins 13:00 del mig dia, i a la tarda de 15:00 a 18:00.



Les fotografies es van col·locar sobre plafons de 50 x 30 cm forats amb paper blau marí, al ser fotografies en blanc i negre s'havia de buscar un color que ressaltés la imatge i no fos molt cridaner. A cada plafó hi havien tres imatges que entre elles es relacionaven creant series o diferents perspectives d'un mateix lloc.



L'exposició començava amb la presentació del prototip de la càmera estenopecica amb la mateixa càmera com a protagonista i una petita explicació del seu funcionament. Seguidament es podien observar les fotografies obtingudes amb la càmera.



Els plafons es van posar sobre cavallets i penjats a les parts, obtenint un espai amb una mica de diversitat que a l'hora permetia dividir en grups les imatges exposades.

El dia va ser animat, la gent anava venint progressivament a veure el treball que s'exposava i alguns mostraven gran interès, mentre d'altres sentien incredulitat al no entendre com una simple caixa de fusta amb un forat podia produir aquelles imatges. L'assistència a l'exposició va ser

**Il·lustració 5.1** Exposició <sup>37</sup>

<sup>37</sup> Emma Wuyts . *Exposició*. (fotografia pròpia).

aproximadament mig centenar de persones, entre les quals hi va assistir un fotògraf professional, Marcelo Caballero, i també una professora del INS. La Jonquera, Isabel, llicenciada en fotografia.

Per aclarir els dubtes de la gent, es van fer explicacions a les persones més interessades en les fotografies, comentant com s'havien obtingut i com ha estat tot el procés de fabricació de la càmera i el revelat de les fotografies.

### 5.3. Conclusions i comentaris

En general la gent no havia sentit mai a parlar d'aquestes tipologies de càmeres ja que funcionen amb un mecanisme molt antic. Algunes persones no es creien que la càmera estenoipeica funcionés sense bateries o no entenien com es creaven les imatges en el seu interior, ja que estan acostumats a la càmera digital tant present avui en dia.

Molta gent es donava compte que el gran i ràpid avenç de l'electrònica ens feia d'alguna manera oblidar els principis bàsics del funcionament de la majoria d'objectes que fem servir de manera quotidiana. Donant com a resultat una gran admiració per les fotografies produïdes per una càmera dissenyada ja fa més de 25 segles.

També es va fer una breu explicació de com s'havien obtingut les fotografies ja que sorgien molts dubtes dels assistents sobre el procés, tant de fabricació, com el de revelatge. També es va fer un petit resum de temes més físics per explicar el perquè de la inversió de la imatge i també del color. De manera que la gent es donava compte que portava bastanta feina realitzar una fotografia.

Puntualment, s'explicava el procés d'obtenció de les fotografies més artístiques ja que a vegades no quedava del tot clar la imatge resultant, tot hi que donava lloc a la imaginació dels assistents aportant noves lectures de les imatges.

Majoritàriament els comentaris de la gent eren molt positius al igual que la valoració del treball, fins al punt que el fotògraf Marcelo Caballero va demanar si era possible fabricar una càmera estenoipeica, ja que li ha interessat molt el treball i volia poder reproduir imatges com les exposades per els seus propis treballs. També va sorgir una proposta per exposar el treball a un bar artístic a la ciutat de Figueres.

Les fotografies millor valorades i més comentades en general van ser: *L'església*, *El carreró*<sup>38</sup>, *Els gots d'aigua*, *Experiment d'aigua en moviment* i *Bicicleta*.<sup>39</sup>

*L'església* per que és una imatge que crida molt l'atenció ja que es tracta d'un edifici grandios i emblemàtic del poble.

El *carreró* per ser una fotografia amb una tendència abstracte però clara i definida.

El *gots amb aigua* per que es veu molt bé l'experiment que s'ha volgut realitzar donant com a resultat una imatge molt singular i original.

*L'experiment d'aigua en moviment* per que és una fotografia molt abstracte que dona pas a la possibilitat d'imaginar qualsevol cosa.

La *Bicicleta* per tractar-se d'una fotografia amb uns contrastos molt definits donant lloc a una composició molt rica en llum i forma.

---

<sup>38</sup> Consultar Il·lustració A5.2 en l'apartat annexos

<sup>39</sup> *Ibidem*

## 6. Conclusions generals

A la vista de tot el que s'ha anat explicant al llarg d'aquest treball s'ha pogut veure de forma clara la repercussió, tant social com tecnològica, de la càmera estenoipeica al llarg de la història. Ha estat un punt important de partida per les càmeres que s'han desenvolupat anys després, ja que va ser la primera càmera d'ús quotidià.

El seu funcionament és molt simple, pràcticament es podria definir com a rudimentari, ja que es necessita de molt poc material i molt poc manipulat. A partir de simples càlculs físics de lents i de trigonometria bàsica es pot aconseguir una molt bona precisió i control sobre la mida i llum de les imatges.

No és d'estranyar per tots aquests motius que hagi estat un dels punts de partida més importants d'innovació i desenvolupament de les noves tecnologies relacionades amb el món de les càmeres.

Amb l'elaboració de la càmera estenoipeica s'ha pogut posar en pràctica tota la teoria explicada en el treball sobre el funcionament i el procés d'obtenció de les fotografies, fins arribar al punt d'aconseguir una càmera capaç de crear imatges de la mateixa manera que ho feien anys enrere. L'elaboració de la càmera no suposa un cost gaire elevat i està a l'abast de qualsevol persona.

El treball permet endinsar-nos en el món del revelat i d'obtenció de fotografies d'una forma més personal i artística, veient com a partir de productes químics bàsics es pot obtenir una imatge que fa pocs minuts estàvem enfocant amb el nostre prototip. També ens mostra el rigor que suposa el planejament previ a l'obtenció d'una fotografia ja que el paper sensible mai pot estar en contacte amb la llum, a excepció de quan estem exposant la càmera al objecte a retratar.

Les fotografies que es poden obtenir amb la càmera poden ser molt més artístiques i d'experimentació tal com es mostra en el treball, ja que al tenir un coneixement més exacte de com s'obté la imatge, a diferència de les càmeres digitals, es pot manipular més fàcilment el punt del procés que volem alterar per tal de produir un efecte desitjat.

Per tot això crec que la realització d'aquesta càmera ens apropa molt més al món de la fotografia, degut a la seva senzillesa i complexitat al mateix temps alhora de obtenir la nostra pròpia imatge.

Per altre banda les càmeres actuals ens ofereixen una fotografia a temps casi immediat i amb una millor percepció del color i de la nitidesa de la imatge, ja que el procés d'obtenció és de mil·lèsimes de segon i disposen d'emmagatzematge d'imatges, fet que no es produeix en la càmera estenopecica.

Des del meu punt de vista trobo que és un exercici molt interessant, fent-nos entendre perfectament el funcionament bàsic de la captació d'imatges a través d'elements externs.

Personalment, ha estat una experiència molt enriquidora i satisfactòria, sobretot haver pogut arribar al punt de tindre l'oportunitat d'exposar tot el treball que tant de temps i esforç he dedicat i tenir l'ocasió de comentar amb la gent les diferents opinions i punts de vista que tenien sobre les fotografies.

Tot hi tractar-se només d'un treball, la càmera estenopecica seguirà fent fotografies durant molt de temps. Així que arribats aquest punt conclouré el treball amb una frase que m'ha inspirat al llarg d'aquest camí:

*Fotografiar una imatge en un temps present,*

*per poder-la veure en un futur,*

*recordant el passat.*

## 7. Bibliografia

### 7.1. Textos electrònics

- *Càmera digital*. [En línia]. Generalitat de Catalunya. Departament d'ensenyament. Cristóbal Sánchez. [Consulta: 3 Juliol de 2012]. Disponible a: <<http://www.edu365.cat/eso/muds/tecnologia/camera/>>.
- *Càmera estenoipeica (Phinhol)*. [En línia]. Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya. Text publicat. [Consulta: 10 Juliol de 2012]. Disponible a: <<http://xtec.cat/~rnieto/imatge/practiques/camera%20estenoipeica.htm>>.
- *La evolució de la càmera fotogràfica*. [En línia]. Bloc on-line Sildshare. 27 de Novembre 2009. L.D.I. Febe Muñoz. [Consulta: 2 Juny 2012]. Disponible a: <<http://www.slideshare.net/zayrasi/la-evolucion-de-la-camara-fotografica>>.
- *Història 1890 a 1899*. [En línia]. Pàgina oficial de l'empresa Kodak. Kodak. [Consulta: 9 Agost de 2012]. Disponible a: <[http://wwwes.kodak.com/ES/es/corp/histo\\_7.shtml](http://wwwes.kodak.com/ES/es/corp/histo_7.shtml)>.
- *Construcción de una cámara estenoipeica*. [En línia]. Bloc on-line Scribd. Jose Luis Cuenca [Consulta: 9 Agost de 2012]. Disponible a: <<http://es.scribd.com/doc/3175032/Camara-Estenoipeica>>.
- *La cámara*. [En línia]. Text d'ensenyament de la càmera. Luis Monje Arenas 1992. [Consulta: 10 Agost de 2012]. Disponible a: <<http://rt001adf.en.eresmas.net/cursfoto/www.difo.uah.es/curso/c06/index.html>>
- *La cámara estenoipeica teoría A*. [En línia]. Bloc on-line Scribd. Septiembre 2008. Eduardod'acosta. [Consulta: 29 Juliol de 2012]. Disponible a: <<http://www.slideshare.net/edudacosta.foto/02-la-camara-estenoipeica-teora-presentation>>.
- *Cámeras Clásicas: Polaroid SX-70*. [En línia]. Bloc on-line Xatakafoto. 22 maig de 2012. José Juan González. [Consulta: 29 Juliol de 2012]. Disponible a: <<http://www.xatakafoto.com/guias/camaras-clasicas-polaroid-sx-70>>.

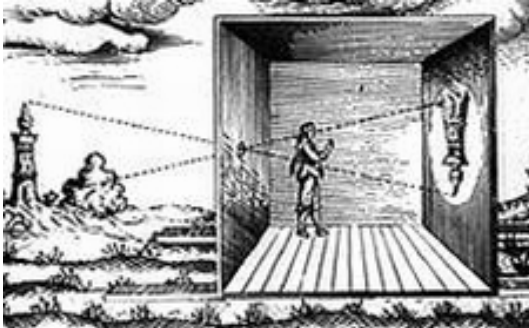
- *Fotografía estenopeica*. [En línia]. Text on-line. Fernando Martínez. [Consulta: 30 Juliol de 2012]. Disponible a: <<http://www.terra.es/personal/chullora/estenope.htm>>.
- *Aprende*. [En línia]. Article d'aprenentatge de construcció d'una càmera Foto3. Joaquin Casado. [Consulta: 13 Juny de 2012]. Disponible a: <<http://www.foto3.es/web/aprende/pinhole.htm>>.
- *Fotonostra*. [En línia]. Pàgina oficial de Fotonostra. Fotonostra. [Consulta: 15 Agost de 2012]. Disponible a: <<http://www.fotonostra.com/fotografia/camaras.htm>>.
- *Cámara fotogràfica*. [En línia]. Plataforma de Teleformación de la Intranet Educativa Municipal. GestiónIM. [Consulta: 15 Juliol de 2012]. Disponible a: <<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/Instrumentos/cFotografica/cFotofragica.htm#arriba>>.
- *Cámara*. [En línia]. Introducció a la fotografia científica. Luis Monje Arenas. [Consulta: 10 Agost de 2012]. Disponible a: <[http://foto.difo.uah.es/curso/la\\_camara\\_fotografica.html#1](http://foto.difo.uah.es/curso/la_camara_fotografica.html#1)>.

## 7.2. Llibres de text

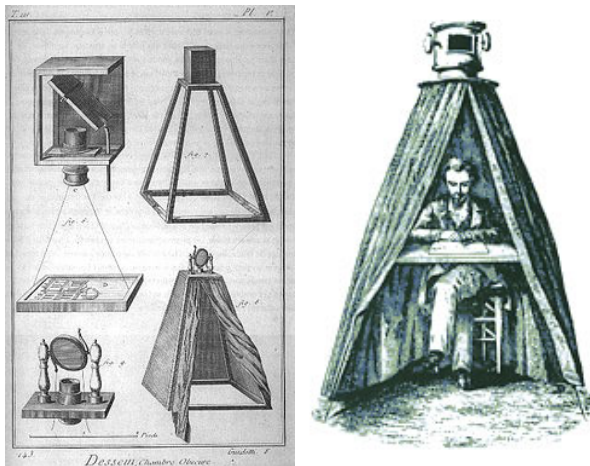
- *Como funcionan las cosas*. MACAULAY, David. Editorial Circulo de lectores. Barcelona: Muchnik, cop. 1989. [Pàgines: 210- 367].
- *Enciclopedia salvat ciencia y técnica*. Vol. III. Salvat Editors. Barcelona, 1991. [Pàgines: 594-597].
- *Manual de la camera digital y compacta*. LEZANO, Daniel. Editorial Lisba, S.A. 2001. Espanya. [Pàgines: 8 -70].
- *Historia general de la fotografia*. SOUGEZ, Maria-Loup (coord), AAVV. Madrid: Cátedra, 2009. 2a ed. [Capítol 13: pàg. 677-716].

## 8. Annexos fotogràfics

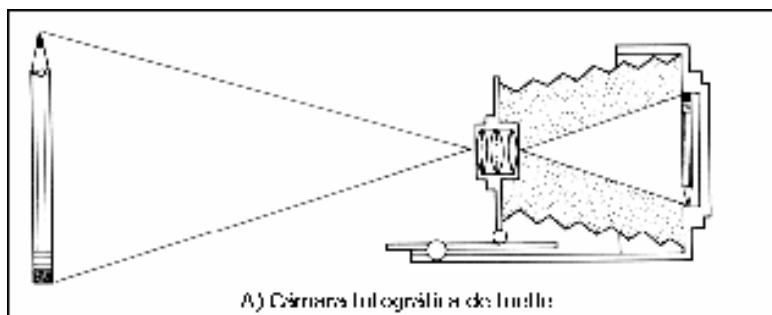
Il·lustració A1.1. Aristòtil i l'habitació fosca.



Il·lustració A1.2. El científic alemany Johannes Kepler.

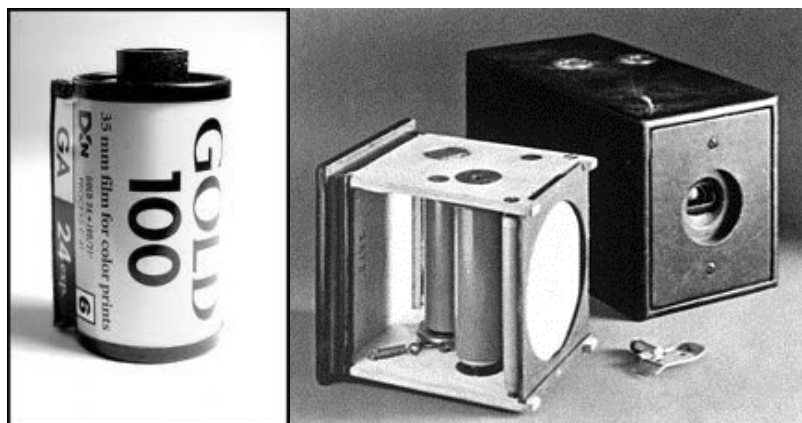


Il·lustració A1.3. Esquema del funcionament de la càmera manxa.





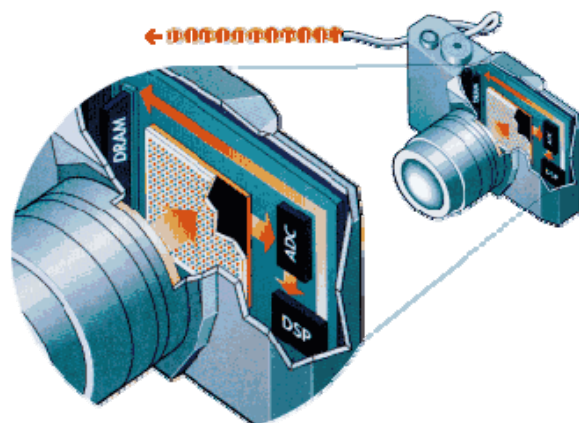
Il·lustració A1.4. Paper negatiu desplegable, la pel·lícula.



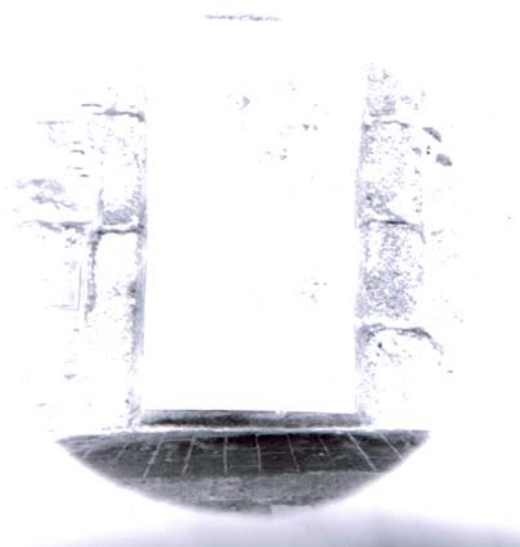
Il·lustració A1.5. La càmera Kodak folding Brwonie.



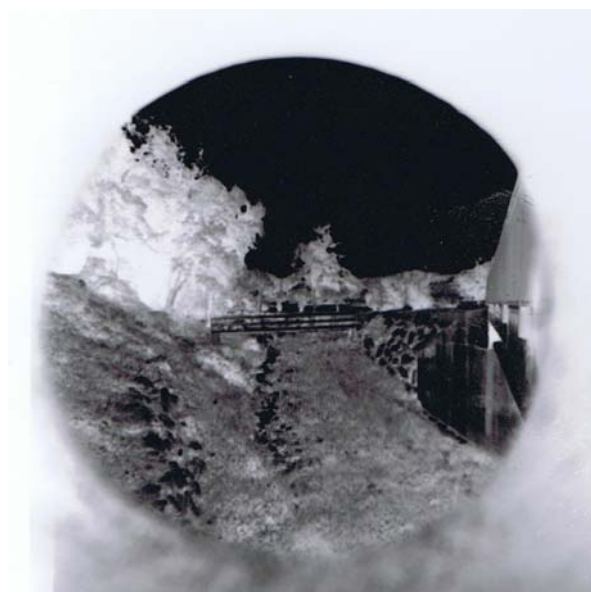
Il·lustració A1.6. Càmera digital, un simple esquema del seu funcionament.



Il·lustració A4.1. *Porta artistica*



Il·lustració A4.2. *Pont.*



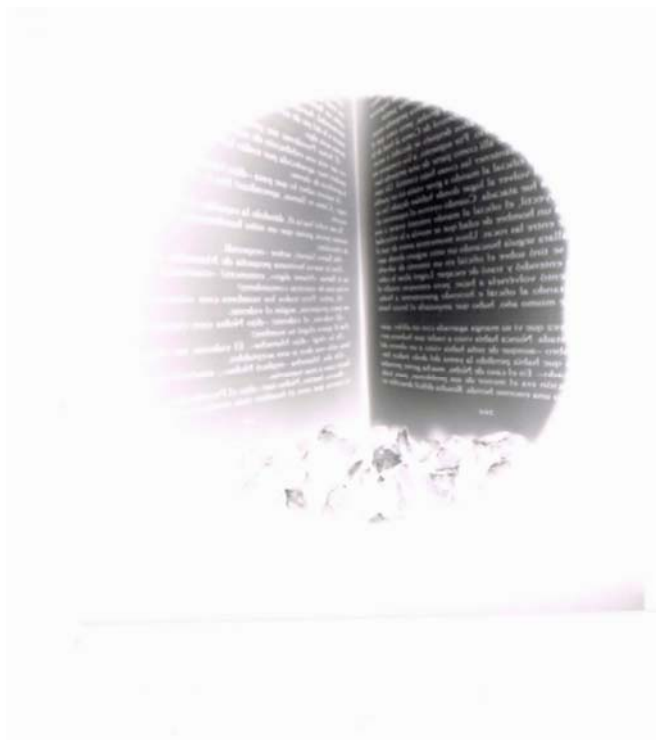
Il·lustració A4.3. *La societat, La Pau.*



Il·lustració A4.4. *Cementiri.*



Il·lustració A4.5. *Les memories*



Il·lustració A4.6. *Mirall.*



Il·lustració A4.7. *Muralla frontal.*



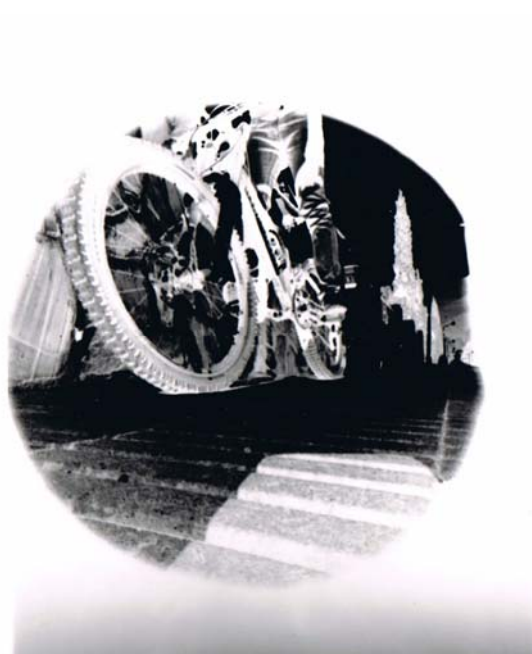
Il·lustració A4.8. *Muralla.*



Il·lustració A4.9. *Prohibit.*



Il·lustració A4.10. *Bicicleta.*



Il·lustració A4.11. *Carrer infinit.*



Il·lustració A4.12. *L'escola, Les Salines.*



Il·lustració A4.13. *Ca la Nati.*



Il·lustració A4.14. *Casa de l'escultor.*



Il·lustració A4.15. *Baixada de l'església.*



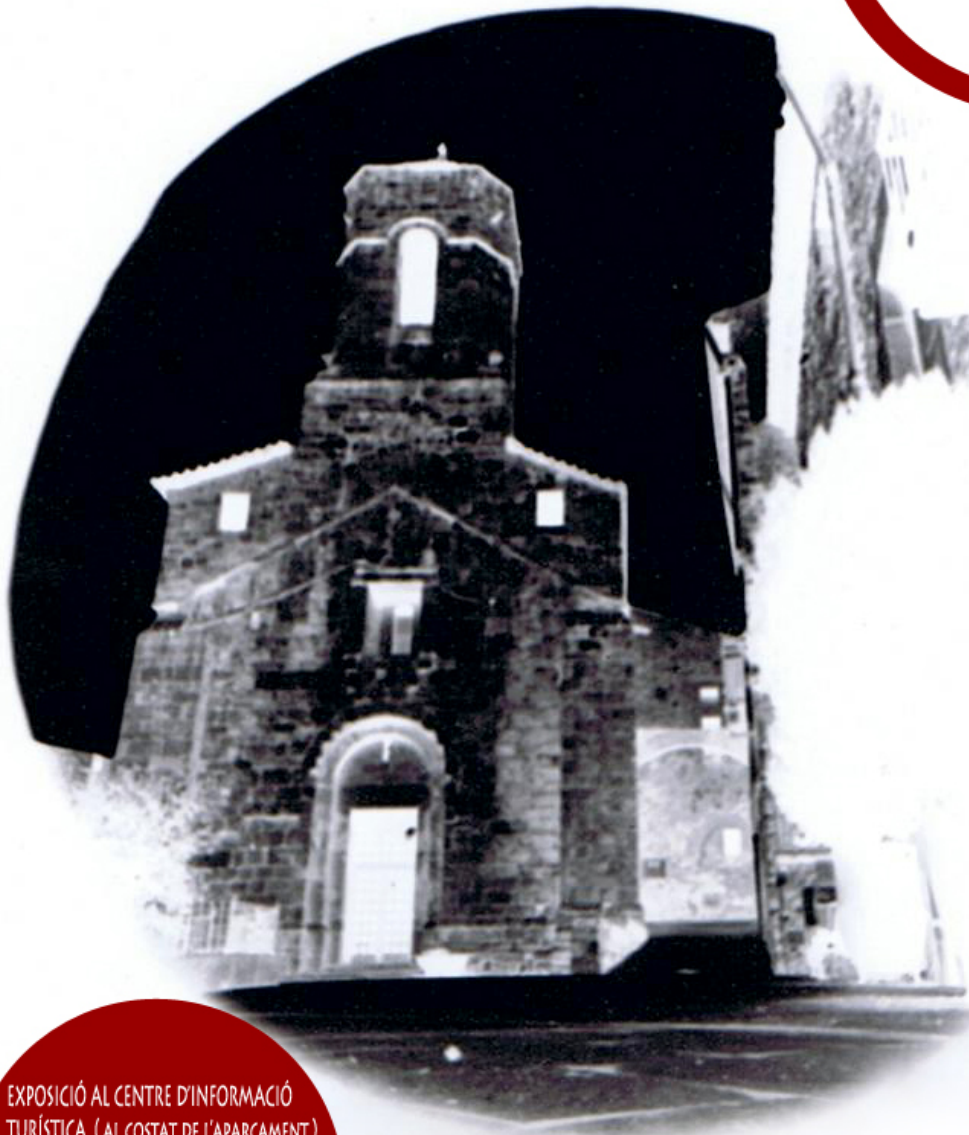
Il·lustració A4.16. *Can Coll.*



Il·lustració A5.1. *Cartell exposició.*

# EXPOSICIÓ DISSABTE 29 DE DESEMBRE

## FOTOGRAFIA ESTENOPEICA



EXPOSICIÓ AL CENTRE D'INFORMACIÓ  
TURÍSTICA (AL COSTAT DE L'APARCAMENT)

AMB LA COL·LABORACIÓ DE L'AJUNTAMENT DE  
MAÇANET DE CABRENYS

ORGANITZAT PER: EMMA WUYTS

Il·lustració A5.2.



Il·lustració A5.3.



Il·lustració A5.4.



Il·lustració A5.5.



Il·lustració A5.6.



Il·lustració A5.7.



Il·lustració A5.8.



Il·lustració A5.9.





Il·lustració A5.2. *El carreró.*



Il·lustració A5.4. *Bicicleta.*

