

## LA CAMBRA FOSCA: UNA APLICACIÓ DIDÀCTICA DE LA HISTÒRIA DE LA TÈCNICA FOTOGRÀFICA

**Ferran-Vicent Garcia Ferrer**

Professor d'Ensenyament Secundari

Paraules clau: *didàctica, fotografia, camera sense objectiu, ensenyament.*

The pinhole camera: a didactic application of the history of the photographic technique

*Summary: The subject «the pinhole camera» has been imparted to the pupils of Compulsory Secondary Teaching (ESO) and the main purpose for the pupils has been to get to know the pinhole camera and its use and thus learn some principles of the geometric optics and the chemical and physical bases of the photographic image.*

*The present article attempts to show that the history of the science and the technique is an excellent resource to make understand the current conceptions of the science and get the pupils to be able to find their own solutions to the technical problems instead of confining themselves to just become passive consumers.*

Key words: *pinhole, didactic, photography, camera.*

### 1. Introducció

En aquesta comunicació s'intenta mostrar, mitjançant un exemple ja portat a la pràctica, que la història de la ciència i de la tècnica és un excel·lent recurs per fer entendre les concepcions actuals de la ciència i el funcionament de moltes troballes de la tècnica.

En concret, en aquesta aplicació didàctica, s'han perseguit principalment dos objectius:

- Primer, comprovar que si es comprenen els principis que fan funcionar els actuals aparells de fotografia es pot extreure un gran rendiment a altres aparells rudimentaris.
- Segon, aconseguir que els alumnes valorin la importància d'entendre el funcionament de les eines que s'utilitzen per no caure en el consumisme fàcil i passiu.

En aquest sentit, és exemplar la següent reflexió extreta d'un llibre de clar contingut didàctic (FERNÁNDEZ, 1982: 223-224): «Debemos luchar contra la «ceramiquita del horno eléctrico», típico horno de clase media y –por lo tanto– mediocre y mediocrizador. (...) Todo consiste en accionar dos veces una llave eléctrica: al encenderlo y al apagarlo. (...) Para colmo se han ideado programadores de cocción, para estupidizar más aún al ceramista. (...) Al per-

*der el control sobre los procesos de cocción, el ceramista va perdiendo los conocimientos milenarios que dieron vida a la cerámica, reemplazádolos por un automatismo deformante. (...) Es que el consumismo precisa de eso: de consumidores pasivos y autómatas, o sea de idiotas manejables e ignorantes.»*

Per començar, cal recordar què és una cambra sense objectiu o *pinhole camera*

## 2. Què és una cambra sense objectiu

Per simples principis d'òptica geomètrica es pot comprovar que un forat puntual forma una imatge *sempre* enfocada (figura 1).

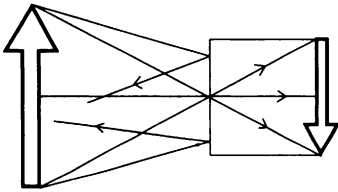


Figura 1

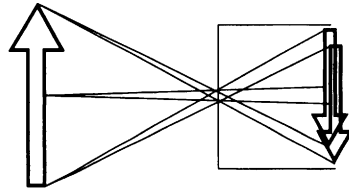


Figura 2

Però el diàmetre real d'un orifici permet passar més d'un raig de llum i els punts del subjecte són reproduïts com petits cercles. Aquests *cercles de confusió* s'amplien amb la distància. (Figura 2)

A causa de les limitacions tècniques i de la difracció, el forat no pot ser indefinidament menut. El diàmetre òptim es troba buscant un compromís entre l'ampliació del cercle de confusió implicada per la profunditat de la cambra i el diàmetre mínim del forat a partir del qual la imatge provocada per la difracció de la llum provinent d'un punt és superior al diàmetre del cercle de confusió.

L'equació generalment emprada per determinar el diàmetre òptim ( $D_0$ ) és:

$$D_0 = (K(L))^{1/2} = 0,036 \cdot (L)^{1/2} \text{ amb } L \text{ i } D \text{ expressats en mm.}$$

Exemples de diàmetres òptims de l'orifici d'acord amb la longitud de la cambra (USLAN, 1979: 380):

Longitud de la cambra (mm)	50	75	101	152	254
Diàmetre òptim (mm)	0,26	0,31	0,36	0,44	0,57

Com s'explica més endavant l'únic inconvenient de fer càmares grans amb forats assequibles fàcilment és l'allargament del temps d'exposició.

Ara es farà una breu descripció de l'evolució seguida per aquest descobriment al llarg de la història. Aquesta descripció es realitza també al curs destinat als alumnes per tal que vegin la diferència entre descobriment científic i evolució tècnica.

### 3. Evolució històrica

Aristòtil (s. IV aC) descriu el principi de la cambra fosca. Observà la imatge del sol, en un eclipsi parcial, projectada al terra quan la seva llum travessava un sedàs o un forat practicat a les fulles d'un plataner. Es va adonar també que com més menut era el forat més nítida era la imatge projectada. El mateix fenomen és descrit per Alhazén al s. XI en la seva obra sobre òptica.

El físic holandès Reiner Gemma Frisius descriu, en un llibre de 1545, amb una il·lustració gràfica de la cambra fosca, l'observació de l'eclipsi de sol del 24 de gener de 1544.

Leonardo da Vinci va descriure el principi de la cambra fosca. Va comparar l'ull humà amb aquest principi i va dissenyar les primeres cambres fosques amb una lent en lloc d'un orifici.

Una descripció completa fou realitzada per Giovanni della Porta que publicà als 17 anys el tractat *Magiae Naturalis* (1558) on explicava com utilitzar aquesta cambra per dibuixar imatges.

Al s. XVII començaren a emprar-se les primeres cambres portàtils que podien traslladar-se fins el paisatge triat pel pintor.

El jesuïta Athanasius Kircher va dissenyar el 1646 una gran cambra fosca que podia ser transportada per dos homes. Es tractava d'un cub de metall lleuger amb una lent a cada costat i dins un altre cub de paper transparent on l'artista pot dibuixar els motius projectats.

La primera «cambra reflex» fou descrita per Johan C. Sturm, professor de matemàtiques alemany a la seva obra *Collegium experimentale, sive curiosum* (1676). Es tracta d'un mirall pla que forma un angle de 45° amb la lent, de forma que reflecteix una imatge vertical sobre un paper oliat que se situa a la part superior de la cambra.

Al s. XVIII la cambra fosca assolí gran popularitat i es fabricaven quasi en sèrie, adaptada a tota mena d'usos i circumstàncies.

El problema clau, però, era la possibilitat de fixar la imatge sobre un suport fotosensible. Però l'evolució de les solucions d'aquest problema conformen una altra història.

La nostra cambra consistirà, en principi, en una llauna, pintada de negre al seu interior, a la qual se li ha practicat un forat. Aquest orifici es tanca i s'obre afegint un quadrat de cartolina negra.

Passem ara a comparar la llauna amb una càmera comercial actual.

### 4. Elements en comú amb la càmera fotogràfica actual

#### I) El negatiu

La solució més senzilla, que ens permet triar forma i grandària, ha estat impressionar el negatiu sobre paper fotogràfic

#### II) El diafragma

La nostra càmera és d'obertura fixa i ens interessa conèixer el seu número ( equivalent per tal d'avaluar l'exposició necessària per enregistrar una escena.

La fórmula per calcular el número  $f$  d'una cambra sense objectiu (USLAN, 1979: 379) és:

$$\text{Número } f = (\text{distància orifici - emulsió}) : (\text{diàmetre de l'orifici})$$

Un cop conegut el número  $f$  es pot mesurar la intensitat de la llum en un cas concret i calcular l'exposició necessària mitjançant un fotòmetre.

Si el fotòmetre ens indica un temps  $t$  per a un diafragma de  $f = 22$  aquesta és la taula que indica els temps corresponents a altres números  $f$ :

número $f$	5,6	8	11	16	22	32	45	64	90	128	180
temps	$t/2^4$	$t/2^3$	$t/2^2$	$t/2$	$t$	$2 \cdot t$	$2^2 \cdot t$	$2^3 \cdot t$	$2^4 \cdot t$	$2^5 \cdot t$	$2^6 \cdot t$

### III) Profunditat de camp

En el cas de les lents cada obertura de diafragma porta associada una profunditat de camp.

En el cas de la cambra fosca la nitidesa de tots els plans de la imatge és la mateixa.

### IV) Obturador

En aquest cas, el seu accionament és manual i, necessàriament,  $t \geq 1$  s.

### V) Grandària de la imatge

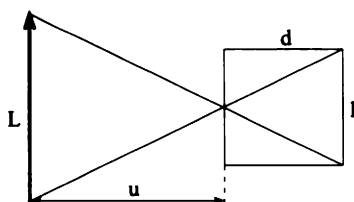


Figura 3

La distància ( $u$ ) fins al subjecte, determina la grandària de la imatge ( $l$ )

Per una relació geomètrica senzilla:

grandària del subjecte ( $L$ ) : grandària de la imatge ( $l$ ) = distància orifici-subjecte ( $u$ )  
: distància orifici-negatiu ( $d$ )

Podem definir un factor de distància:

$$\text{distància orifici-subjecte} = F \cdot \text{grandària del subjecte} ; F = l/d$$

### VI) L'angle de visió

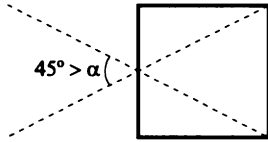


Figura 4

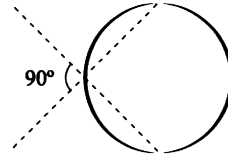


Figura 5

Si el negatiu es fixa al fons de la llauna (figura 4), aquest angle depèn de la grandària del negatiu i de la distància d'aquest a l'orifici. Però no pot superar els  $45^{\circ}$  perquè la diferència d'energia rebuda, funció de  $r^2$ , pel negatiu entre el centre i les vores fa impossible un enregistrament uniforme.

Si, en canvi, el negatiu es fixa a la paret de la llauna, fàcilment s'obtenen angles de  $90^{\circ}$  (figura 5).

Per acabar, es presenten els trets més importants de la programació del crèdit impartit a quart d'ESO.

## 5. El crèdit variable impartit a quart d'ESO

### I) Objectius

1. Considerar tres etapes en la resolució d'un problema pràctic o d'investigació: la planificació, la realització i la conclusió.

2. Identificar les variables clau implicades en el procés d'enregistrament fotogràfic. És a dir, què variar, què mesurar i què controlar.

### II) Continguts

#### a) Procediments

1. Enregistrament d'imatges sobre un paper fotogràfic per exposició directa a la llum (fotogrames o *rayographies*)

2. Construcció d'una cambra fosca amb una llauna

3. Construcció d'una cambra fosca amb cartolina i un rodet comercial de 126

4. Confecció i ús d'un quadern on enregistrar els procediments emprats i les millores possibles.

**b) Fets, conceptes i sistemes conceptuals**

**Unitat 1: Per què podem fer fotografies?**

– formació d'imatges

– processos físics i químics implicats en l'enregistrament d'una fotografia

**Unitat 2: Una llauna transformada en càmera fotogràfica.**

**Unitat 3: Una cambra fosca amb un rodet en color.**

**Unitat 4: Una exposició fotogràfica.**

**c) Actituds, valors i normes**

1. Tendència a la meticulositat i exactitud en la realització d'experiències i en l'ús de l'utilatge propi del procés fotogràfic.

2. Satisfacció per la resolució de problemes mitjançant la investigació en equip

**IV) Orientacions didàctiques**

Necessitat de fer comprendre als alumnes la relació entre el domini de la tècnica en l'elaboració d'una fotografia i la seva capacitat de comunicació o expressió.

**Bibliografia**

FERNÁNDEZ CHITI, J. (1982), *Curso práctico de cerámica, tomo 4: Apéndices Generales*, Buenos Aires, Condorhuasi.

SALVAT, J. (dir.) et al. (1979), *Historia de la Fotografía*. Barcelona, Salvat.

USLAND, S. D. (dir.) et al. (1979), *Enciclopedia Práctica de la Fotografía. tomo 2*. Barcelona, Salvat.