

Macrofotografia digital



Treball de recerca
Alba Soria Valent
Tutor: Josep Mari
gener de 2008

Índex

	<u>Pàg.</u>
Pròleg	3
1. Introducció	4
1.1 El problema de l'estàndard digital	4
1.2 La fotografia digital d'aproximació en l'actualitat.....	7
2. L'objectiu fotogràfic i el control de la imatge	9
2.1 L'objectiu "normal" o estàndard de 35 mm.....	10
2.2 Distància focal equivalent (en càmeres digitals).....	10
2.3 Distància focal i angle de visió. Tipus d'objectius.....	12
2.4 Modificació de la perspectiva.....	12
2.5 Obertura i números <i>f</i>	14
3. La profunditat de camp	17
3.1 Control de la profunditat de camp.....	17
3.1.1 Profunditat de camp i diafragma.....	17
3.1.2 Profunditat de camp i distància al subjecte.....	18
3.1.3 Profunditat de camp i distància focal.....	20
3.2 Significat de la profunditat de camp.....	21
4. Fotografia d'aproximació (Macrofotografia)	24
4.1 Graus d'ampliació i classificació formal.....	24
4.2 L'objectiu "macro".....	25
4.3 Existeixen beneficis "digitals" per macrofotografia?.....	28
5. Projectes realitzats	31
5.1 Muntatge d'un dispositiu per a macrofotografia d'estudi i microfotografia.....	31
5.2 Determinació del grau d'ampliació de diverses càmeres i objectius.....	35
5.3 Ampliacions successives d'una fulla d'argentat.....	38
5.4 Fotografiar sense ombres.....	39
5.5 Ganxos de fruits secs... i tipus de velcro.....	41
5.6 Altres fotografies d'aproximació.....	43
5.6.1 Natura.....	43
5.6.2 Natura morta i altres motius.....	46
5.6.3 Fotomicrografia	50
5.6.4 No sempre és tan fàcil.....	51
6. Conclusions	54
7. Bibliografia	55

Pròleg

El meu interès per la fotografia, i en especial per la fotografia de petits detalls, es va incrementar notablement mentre cursava l'assignatura optativa de Fotografia a 1r de Batxillerat. Fent aquest curs vaig aprendre tant aspectes tècnics com de composició fotogràfica que em van permetre començar a fer fotografies amb una certa seguretat. Vaig aprendre el funcionament bàsic de diverses càmeres fotogràfiques, des de les més bàsiques fins a rèflex digitals, com les que podem gaudir a l'escola¹; a utilitzar programes informàtics, sobretot Photoshop, per a deixar les fotos llestes per imprimir, a restaurar fotos malmeses, etc.

Els coneixements que em va proporcionar aquest curs van ser determinants perquè ara d'escollir un tema per a fer el treball de recerca, em decidís per a la fotografia, decantant-me per un dels temes proposats pel meu tutor, la macrofotografia, un tema gairebé desconegut per a mi fins aleshores i que crec que dóna moltes possibilitats ara de fer una bona fotografia artística, ja que jugant amb petits objectes i modificant els controls de la càmera es poden aconseguir, aparentment, grans resultats. He dit aparentment perquè al llarg del treball, que he après a mirar amb ulls més crítics, m'he adonat que aconseguir una bona fotografia no és tant fàcil.

Partint doncs d'un cert nivell em vaig endinsar en el món de la macrofotografia amb l'ajuda del meu tutor. Primer vaig començar per aprendre a "dominar" les càmeres que utilitzaria en el meu treball: Canon G5, Olympus E330 i Canon EOS 350D; després vaig ampliar més els meus coneixements generals de fotografia amb l'ajuda de llibres i d'un curs en DVD², a continuació vaig aprofundir en l'àmbit de la macrofotografia amb bibliografia especialitzada proporcionada pel meu tutor³ i, simultàniament, anava realitzant tot un seguit d'activitats de caire més pràctic, que em permetien conèixer tant l'instrumental bàsic (trípodes, llums d'estudi...), com els instruments òptics (objectius macro, lupes binoculars, microscopis) que després utilitzaria en els meus projectes fotogràfics (proves d'objectius macro, ampliacions successives d'un mateix objecte, temes de natura...).

En concret, els objectius del meu treball de recerca, marcats inicialment pel meu tutor, es poden resumir en els següents:

- Conèixer quins són els factors més decisius en la fotografia d'aproximació i saber utilitzar-los correctament, complementant les explicacions amb fotografies pròpies.
- Determinar quines són les principals diferències entre el sistema analògic i el digital, pel que fa a la macrofotografia.
- Col·laborar en el muntatge i posada en funcionament d'un sistema per a realitzar macrofotografia d'estudi.
- Realització de projectes (lliures) basats en la macrofotografia.
- Col·laborar i assessorar en la part fotogràfica en altres treballs de recerca.

A tots aquets objectius cal afegir el de la intenció que aquest treball pugui resultar una eina de consulta per a les classes de fotografia de batxillerat i també un punt de partida vàlid i útil per a futurs treballs de recerca en l'àmbit de la fotografia digital i, especialment en el de la macrofotografia.

¹ Obtingudes gràcies a premis de fotografia.

² Curso de fotografía digital y analógica (Óscar C.B., Digital Studio Home Video)

³ També he utilitzat sovint apunts de classe de Fotografia.

1. Introducció

La fotografia digital⁴, malgrat la seva joventut, ha madurat força en els últims anys i són realment pocs els fotògrafs professionals que encara no han fet el salt al món digital. Les raons no són únicament per la qualitat d'imatge (la digital actualment iguala o fins i tot supera a l'analògica), la normalització en el disseny de les càmeres també ha influït. Per moltes i bones raons, les càmeres digitals professionals de gamma alta són rèflex d'un objectiu, creades a imatge i semblança de les rèflex (SLR⁵) de 35 mm (negatiu de 24 x 36 mm, aproximadament), que han dominat la fotografia durant més de 40 anys. Avui dia les càmeres rèflex digitals són el més sofisticat que existeix en l'àmbit de la fotografia. Les rèflex convencionals de 35 mm es convertiren ràpidament en l'elecció professional per antonomàsia per diferents raons. En primer lloc, gràcies a la senzilla idea d'incorporar un prisma i un mirall, permetent veure amb exactitud la imatge que s'està a punt de capturar, l'enquadrament i la profunditat de camp. En l'àmbit de la informàtica és el que es coneix com WYSIWYG⁶ (allò que veus és el resultat), i els fotògrafs han estat conscients d'aquesta avantatge durant dècades. Aquesta és precisament una de les característiques de les càmeres compactes digitals des del seu origen, la visió en temps real de la captura a través d'una pantalla LCD⁷ situada en la seva part posterior. En les rèflex digitals la utilització d'aquesta pantalla és només per a revisar la fotografia amb posterioritat, ja que sobrecarrega els circuits del sensor i sembla afectar negativament a la qualitat final de la imatge (Freeman, 2005b). Únicament alguns models de càmeres rèflex Olympus⁸ i els més recents de Canon i Nikon incorporen la funció "Live View" o visió en temps real. L'altra característica de les rèflex és que són d'objectius intercanviables, les rèflex digitals també, i això els hi obra un gran ventall de possibilitats i, com veurem, les fa especialment ideals per a la fotografia d'aproximació.

La tecnologia digital ha popularitzat les càmeres digitals, tant pel que fa als models rèflex com als de consum, si bé aquests últims encara estan subjectes a canvis de disseny, sigui per qüestions de modes, per marketing o per proves ergonòmiques, però les càmeres més ben introduïdes del mercat canviaran poc. Les funcions milloraran⁹ però la forma no variarà gaire (Freeman, 2005b).

No entrarem en detall en la comparativa entre el funcionament d'una càmera analògica tradicional i una de digital perquè no és l'objectiu d'aquest treball, però interessa remarcar alguns aspectes diferencials generals abans d'entrar de ple en el món de la macrofotografia.

1.1 El problema de l'estàndard digital

Acabem de fer referència als "35 mm" i és que, si deixem de banda el gran format i el mitjà format, reservat als professionals per a fer fotografies de mides considerables, la fotografia analògica va aconseguir ràpidament l'estàndard de 35 mm. La majoria de

⁴ Segurament aviat els termes fotografia digital i fotografia analògica passaran a dir-se fotografia moderna o simplement fotografia i fotografia clàssica, semblantment al que va passar en el món de la música (Mellado, 2006).

⁵ Single Lens Reflex, càmeres rèflex d'un objectiu.

⁶ What You See Is What You Get

⁷ Liquid Crystal Display

⁸ És el cas de la Olympus E-330 que tenim a l'Escola

⁹ Com és el cas de la recent incorporació de l'anomenat "estabilitzador d'imatge" en models de consum compactes.

càmeres analògiques tant les compactes¹⁰ com les rèflex d'un objectiu utilitzen la pel·lícula de 35 mm. En les digitals, la pel·lícula és substituïda per un sensor CCD¹¹ o CMOS¹² de mides variables, però generalment bastant més petit que les del negatiu de 35 mm (Figura 1.1).

En el món digital l'absència d'estàndard és la norma i això repercuteix, com veurem, en la impossibilitat de realitzar comparatives de distàncies focals dels objectius de les càmeres digitals (per saber si es tracta d'un objectiu gran angular, teleobjectiu, etc.), si no és calculant l'equivalent en 35mm. A part, en el cas de les rèflex digitals, cal aplicar un factor corrector per la distància focal a l'utilitzar objectius "pensats" per a xassís analògics. D'altra banda, com veurem més endavant, la menor mida del sensor digital en relació al format de 35mm de pel·lícula, també afecta a la macrofotografia.

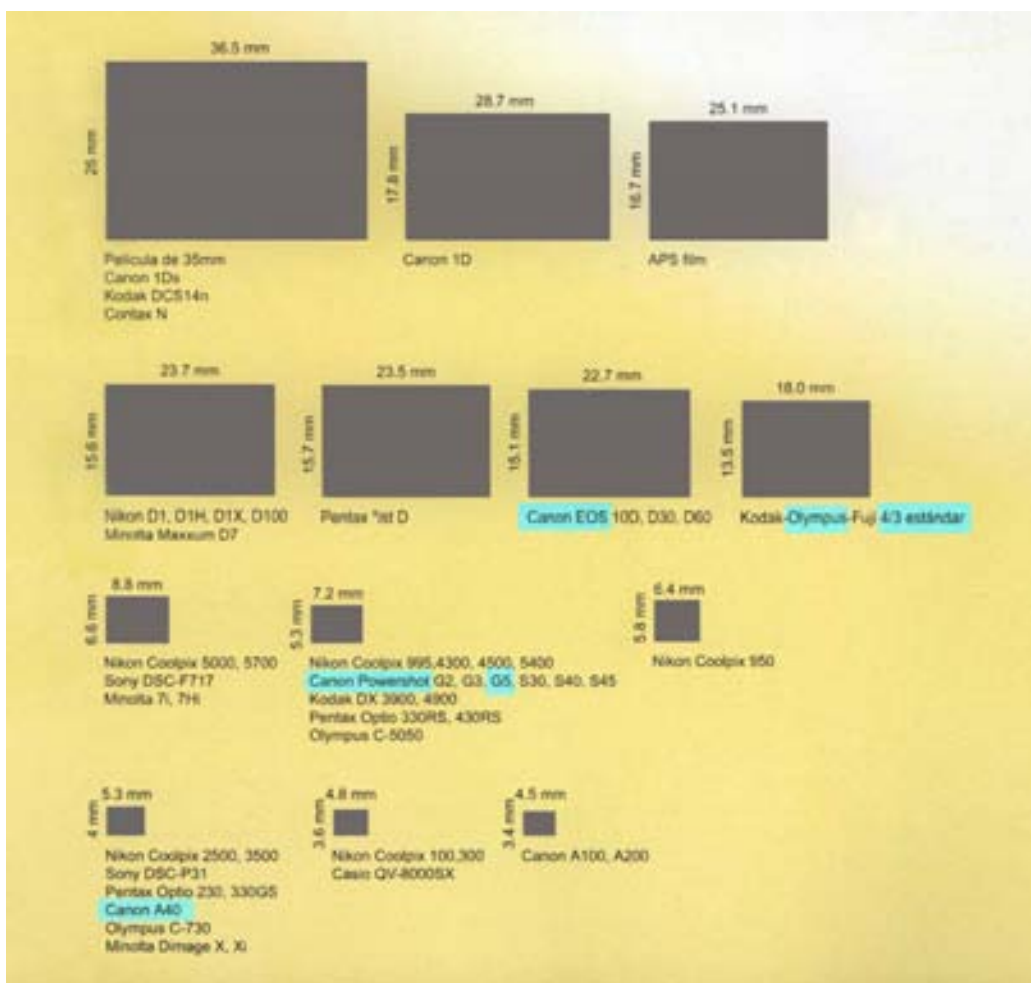


Figura 1.1. Representació a escala de la gran varietat de mides de sensors existents al mercat, generalment més petits que l'equivalent de 35 mm, però mantenint la mateixa proporció de format, a excepció del format 4/3 i el de les compactes digitals, més quadrat. S'indica en color diferent els que corresponen a les càmeres utilitzades en aquest treball (imatge original extreta de White, 2006).

¹⁰ Certament hi va haver un altre intent de format estàndard analògic, el sistema APS (Advanced Photo System), que va representar l'últim intent de modernització de la fotografia analògica abans de l'evolució cap a la fotografia digital.

¹¹ Charge-Coupled Device, dispositiu de càrrega acoblada

¹² Complementary Metal-Oxide Semiconductor, semiconductor d'òxid metàl·lic complementari.

Actualment només hi ha al mercat unes poques càmeres rèflex digitals de format complet (equivalent al de 35 mm)¹³ de les marques líders del mercat (Canon i Nikon) que l'incorporen en només alguns dels seus models professionals més recents. La primera va ser la Canon EOS 5D, seguida de Canon EOS1 Ds Mark II, Nikon D3 i Canon EOS1 Ds Mark III. Aquesta última de 21 megapíxels i amb un preu que supera els 8000 euros. El fet que siguin pocs models i els més cars del mercat indica que aquest format està lluny de convertir-se en estàndard, si més no pel que fa al mercat no professional.

Ara, alguns fabricants de càmeres digitals, entre els que hi ha Olympus¹⁴, Kodak, Panasonic i Fujifilm, han apostat per un estàndard digital totalment nou, pensat des del seu inici per a digital, es tracta del sistema anomenat dels *quatre terços* (4/3).

El sistema 4/3 és un format més quadrat que el del negatiu de 35 mm (Figura 1.2) . Té la mateixa relació d'imatge que una pantalla d'ordinador (no panoràmica), que els sensors de les compactes digitals i també de les càmeres de vídeo que es connecten a lupes binoculars o microscopis.

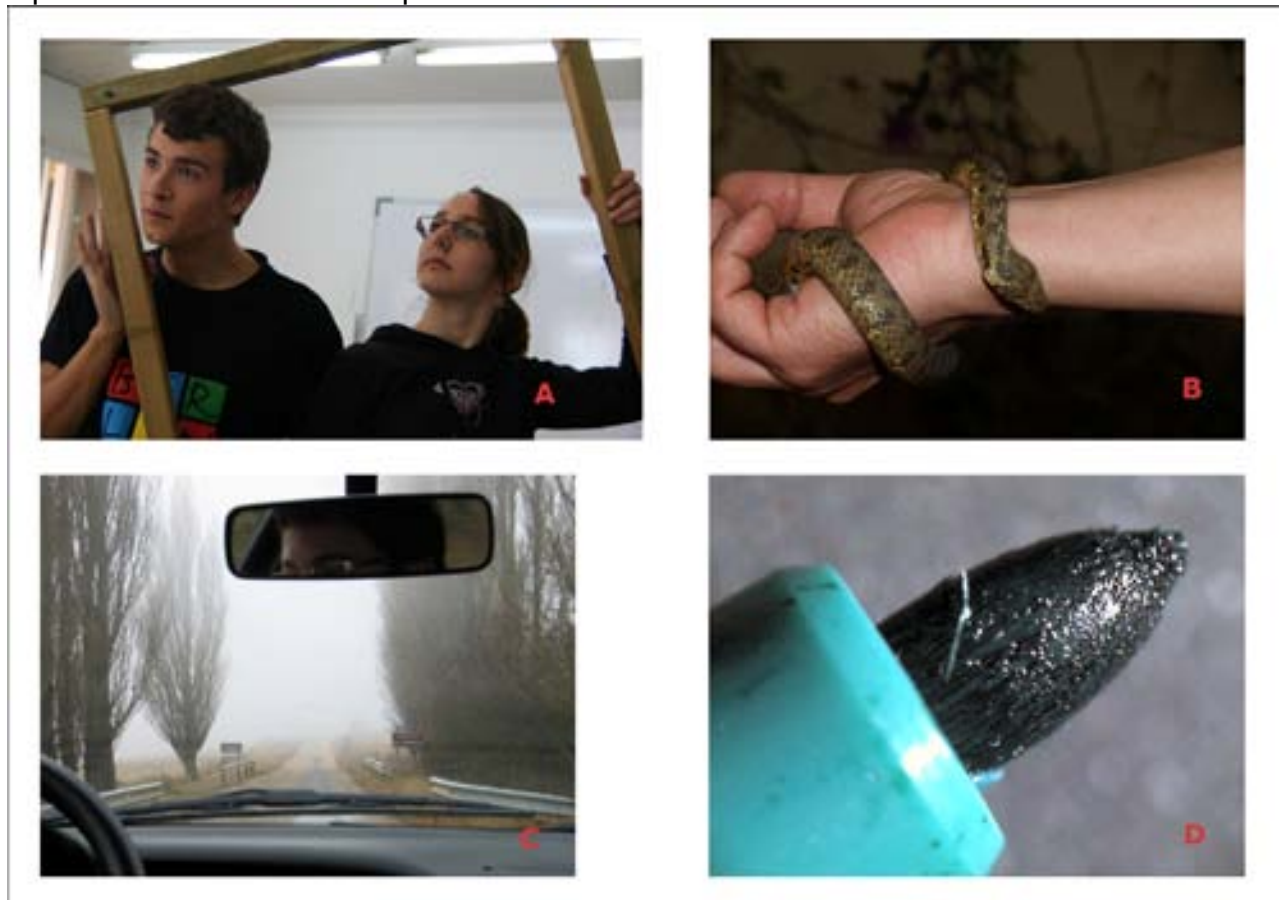


Figura 1.2 Proporcions d'imatge de les càmeres que he utilitzat amb més freqüència al llarg del treball. Totes segueixen la proporció 4/3 excepte la primera que, com s'observa a la imatge, és més allargada (proporció 3/2, la mateixa que la del negatiu de 35 mm). Càmeres utilitzades: A (Canon EOS 350D, rèflex digital), B (Olympus E-330D, rèflex digital), C (Canon PowerShot G5, compacta digital avançada) i D (MotiCam 352, càmera de vídeo connectable a lupes i microscopis).

¹³ El primer intent de fabricació de càmera digital amb sensor de format complet el van realitzar Contax i Kodak, però per raons de preu i tècniques, respectivament, no tingueren èxit.

¹⁴ Olympus ha estat el primer en fabricar una càmera rèflex 4/3: la Olympus E-1

Actualment, pel que fa a les proporcions d'imatge, sembla més utilitzada la 4/3. Això ho he pogut comprovar personalment alhora d'utilitzar el material fotogràfic del laboratori de fotografia i de biologia de l'escola (Figura 1.2)¹⁵.

Aquest estàndard inclou objectius preparats per a funcionar específicament amb sensors d'imatge en lloc de pel·lícula i l'estandardització dels components per intercanviar-los sense problemes entre una marca i una altra. Però convertir-se en un estàndard real depèn tant del mercat com dels fabricants de lents (White, 2006). De moment, el mercat de càmeres rèflex digitals és àmpliament dominat per Canon i Nikon (que no han adoptat el sistema 4/3 ni tampoc cap altre en concret). Pel que fa als fabricants d'òptiques, a part dels esmentats més amunt, únicament Leica ha apostat pel sistema 4/3 al fabricar objectius per Panasonic¹⁶.

1.2 La fotografia digital d'aproximació en l'actualitat

Les fotografies de detalls petits tenen un atractiu gairebé universal perquè ens mostren un món que no estem acostumats a veure. Tradicionalment, la fotografia macro¹⁷ s'ha relacionat amb temes de natura perquè aquesta representa una font inesgotable de motius (flors, insectes...) essent la fotografia preferida de molts naturalistes i biòlegs¹⁸. Com veurem, però, té moltes altres aplicacions interessants.

Encara que pot semblar que la fotografia d'aproximació no implica més que fer la fotografia a una distància inferior a l'habitual, en realitat requereix canvis importants en la forma d'utilitzar una càmera, tant a nivell pràctic com creatiu (Freeman, 2005b).

Per exemple, cal saber que el visor de les càmeres de visor directe no és apropiat per a la fotografia macro, doncs mostra una imatge lleugerament desplaçada respecte la que capta la càmera. Aquest desplaçament, conegut com error de paral·latge, és poc aparent en fotografia normal, però es fa molt acusat a distàncies curtes. Les compactes digitals tenen l'avantatge de disposar del monitor LCD en temps real, sobretot si aquest és orientable, però la millor opció és el visor TTL¹⁹ de les rèflex (Atherton i Crabb, 2005), o les rèflex digitals dotades de visor LCD en temps real i lupa d'enfocament, com explicarem més endavant.

Un altre aspecte pràctic a tenir en compte alhora de fer fotografia d'aproximació és el de les lents. L'objectiu està dissenyat per a les distàncies estàndard i, per tant, ofereix un menor rendiment a distàncies més curtes. A més, no existeix l'objectiu perfecte, perquè tots es veuen afectats per una o més aberracions òptiques. La correcció d'aquestes deficiències requereix certa dedicació, i per això fins fa poc la fotografia de primers plans era considerada una especialització. La solució dels fabricants en front de la incapacitat de crear objectius aptes per a distàncies curtes va ser la invenció dels "macro". Les càmeres rèflex digitals amb un objectiu macro permeten obtenir la millor qualitat d'imatge (veure apartat 4.2). A més, si el sensor de la càmera és menor que la pel·lícula de 35 mm (i com hem vist abans, això és el més habitual), la imatge ocuparà només la part central de l'objectiu, que queda relativament lliure de moltes aberracions,

¹⁵ Aquest material ha estat adquirit amb els premis aconseguits en l'assignatura de fotografia dels últims 3 anys, en l'últim del qual tinc la satisfacció d'haver-hi participat activament (hi vaig aportar 28 fotografies).

¹⁶ Informació extreta de revistes actuals de Fotografia digital i de dades aportades directament pel meu tutor.

¹⁷ Tècnicament parlant, només és macro allò que s'enregistra a mida real en el captador, però anys de mal ús d'aquest terme per part dels fabricants ha fet que actualment macro signifiqui quelcom que està més a prop de lo normal.

¹⁸ Aquí incloc al meu tutor del treball.

¹⁹ Thru The Lens, a través de la lent.

inclosa l'esfèrica (veure apartat 4.3), més acusada en les distàncies curtes (Freeman, 2005b).

La macrofotografia també s'ha popularitzat perquè, gairebé des dels seus inicis, les compactes digitals inclouen la coneguda "floreta", que representa l'opció d'enfocament d'aproximació fins a pocs cm del motiu, i encara que no siguin veritables macros, permeten uns resultats prou dignes i del tot impensables abans de l'aplicació de la tecnologia digital a la fotografia (Hoddinott, 2006).

Pel que fa a la creativitat de la instantània fotogràfica, "l'instant màgic" de què parlava Robert Cappa²⁰, és la part de la fotografia que és impossible d'ensenyar. Alguns opinen que és com la visió espacial, en tens o no en tens. Altres pensen que tots tenim la nostra dosi de creativitat i que, amb la pràctica, la creativitat s'acaba desenvolupant (Méndez-Sánchez, 2005).

En fotografia, els aspectes tècnics també poden afavorir la creativitat, sobretot en l'àmbit que ens ocupa, ja que un estrany efecte secundari que apareix a l'enfocar motius a distàncies molt pròximes és que la profunditat de camp (la zona de nitidesa aparent) passa d'uns quants metres (per a instantànies distants o "normals") a només uns mil·límetres. Aquesta reducció de la profunditat de camp és una de les singularitats del primer pla i té aspectes positius i aspectes negatius, com veurem més endavant. Per un costat, pot resultar del tot impossible mantenir-ho tot enfocat, des del primer pla fins el fons (especialment en motius de gran amplitud, com els pètals d'una rosa), però la reduïda àrea d'enfocament que s'obté no només resulta visualment atractiva, sinó que també té l'efecte de concentrar l'atenció en la zona escollida (Atherton i Crabb, 2005).

²⁰ Robert Cappa (1913-1954), segurament el fotoperiodiste de guerra més famós de tots els temps.

2. L'objectiu fotogràfic i el control de la imatge

Per a entendre el funcionament dels objectius, primer s'ha d'entendre com es pot modificar una imatge mitjançant la manipulació dels controls de les lents: anells d'enfocament i diafragmes (números f/). L'obertura (diafragma) controla la brillantor de la imatge i la gama de distàncies a les que un subjecte pot quedar nítidament enfocat. En fotografia és molt important saber quan i com aconseguir una nitidesa total o local. En aquest punt comencen a aparèixer algunes diferències entre càmeres de diferent format (les càmeres de petit format tenen més profunditat de camp que les de gran format, assumint que s'utilitzen objectius estàndard en ambdues càmeres i sota les mateixes condicions de distància i obertura de diafragma).

El propòsit principal del disseny i fabricació de sistemes òptics és produir objectius amb un mínim de defectes (aberracions) i elevada resolució i brillantor. Per aconseguir-ho s'utilitzen vidres òptics especials, amb diferents propietats de refracció i dispersió. Així doncs un objectiu fotogràfic conté una sèrie d'elements de diferents formes fabricats de diferents tipus de vidre per a neutralitzar les aberracions. De fet, un objectiu de distància focal normal sol tenir entre 5 i 8 elements (Figura 2.1).



Figura 2.1 Objectiu de distància focal considerada normal (50 mm) en format 35 mm. A la dreta (en blanc) els elements (lents) de què consta aquest objectiu Nikkor (va ser el que vaig utilitzar com a base per a entendre el funcionament dels objectius fotogràfics).

Que aquest sistema d'elements estigui ben centrat en el barrilet metàl·lic és essencial ja que el protegeix de cops que puguin afectar a la seva qualitat òptica. Però inclús el número d'elements causa problemes, ja que el percentatge de llum reflectida en cada una de les superfícies de vidre en el punt de refracció es multiplica com llum dispersa. Si aquest efecte no es corregeix, les imatges mancaran de suficient nitidesa i contrast. Els elements dels objectius moderns tenen revestides les superfícies amb una o varies capes finíssimes d'un material transparent que elimina quasi totes les reflexions internes. No obstant, la llum encara pot produir petites llampades si es dirigeix l'objectiu (sense para-sol) cap a un punt molt brillant pròxim a l'àrea d'imatge (Langford, 2003). L'objectiu d'una càmera és, per tant, un cilindre relativament gruixut d'elements de vidre que refracten la llum de forma individual, però que en conjunt tenen un efecte convergent. Qualsevol objectiu té la seva distància focal (normalment xifrada en mil·límetres) gravada sobre el barrilet o l'anell frontal.

2.1 L'objectiu “normal” o estàndard de 35mm

Els objectius fixes (no zoom) considerats com estàndard tenen una longitud focal de 100 mm per a càmeres de format 6x7cm; 50 mm per càmeres de 35 mm (Figura 2.1), i 27 mm per a càmeres APS. Aquestes combinacions de longitud focal i format donen un angle de visió d'uns 45° (Langford, 2003).

Per entendre perquè un angle de 45° es considera normal, es pot fer la següent prova: mirar a través del visor d'una càmera rèflex de 35 mm amb un objectiu de 50mm²¹, subjectant-la de forma horitzontal i mantenint els dos ulls oberts. Comparem l'escena vista a través de l'objectiu i directament amb els ulls. Sens dubte els nostres ulls capten una major àrea, però si ens centrem en l'àrea coberta per l'objectiu i aïllada per el fotograma, veurem que la mida relativa de les coses a diferents distàncies, iguala a la de la vista.

Continuant en format de 35 mm, si canviem d'objectiu (o de longitud focal en un zoom), podem alterar tant l'angle de visió com la impressió visual de la distància. Això es fa especialment evident quan s'utilitzen distàncies focals extremes, allunyades dels 50 mm esmentats, mentre que els angulars discrets i els “teles” curts, es poden utilitzar, com veurem més endavant, com objectius “normals”.

Abans, però, caldrà tractar una mica més a fons les característiques dels objectius digitals, pel que fa a distàncies focals.

2.2 Distància focal equivalent (en càmeres digitals)

El sensor de la càmera digital, a diferència de la pel·lícula, no ha de ser d'una mida específica. Aquesta és una de les raons per les que les càmeres digitals poden ser tant petites: no es veuen limitades per les dimensions del rodet de 35 mm²² ni les de la pel·lícula. Les distàncies focals dels objectius poden resultar confuses ja que les diferents mides de sensor les afecten de manera diferent. Per aquesta raó, alhora de comprovar la distància focal de l'objectiu d'una càmera digital s'ha de comparar amb l'equivalent de 35mm²³.

Una càmera digital diminuta pot tenir una distància focal extremadament curta (6-18mm), una cosa impensable en una SLR de 35mm, i ser, no obstant, equivalent a una de 38-114mm. Inclús les SLR digitals tipus 35mm tenen generalment sensors menors que els de la pel·lícula, com hem vist anteriorment (Figura 1.1). Aquests sensors causen, doncs, un efecte multiplicador en tots els objectius, que sol ser normalment de 1.5x en les rèflex digitals. Un objectiu de 300mm f/2.8, per exemple, ofereix el mateix augment²⁴ que un de 450mm f/2.8 amb un cost, mida i pes menors que aquest. Això suposa una gran ajuda per a fotògrafs d'esport i de naturalesa.

Ja que els sensors de càmeres digitals solen ser menors que els de pel·lícula de 35mm, les distàncies focals del gran angular resulten més complicades. La majoria de les càmeres amb objectius incorporats no solen oferir més que una visió de gran angular limitada (l'equivalent a 35-38mm en càmeres de 35mm). Es necessitarà un conversor de gran angular addicional per angles més amplis. Aquets conversors solen funcionar bastant bé. En les càmeres d'objectius intercanviables, l'efecte multiplicador

²¹ Jo ho vaig comprovar amb una càmera analògica del meu tutor (objectiu Nikkor 50 mm f/1.8).

²² De fet, la reducció de mides ja es va evidenciar amb algunes compactes que utilitzaven el sistema de dimensions més reduïdes APS ja esmentat, com és el cas de la sèrie *Ixus* de Canon.

²³ Aquesta dada es troba en el mateix manual de la càmera o en altres obres de referència.

²⁴ Cal fer notar que aquest augment és aparent, fruit d'un retall de la imatge per la menor mida del sensor.

fa que l'amplitud dels objectius de gran angular sigui d'una meitat més. D'aquesta manera, un objectiu de 24mm actuaria com un de 35mm (Sheppard, 2004).

Les descripcions de distàncies focals com "20 mm", "50 mm" i "180 mm" de les càmeres de 35 mm estan tant incrustades en el llenguatge fotogràfic que continuaran fent-se servir durant molt temps. De fet, són totalment vàlides per a les rèflex digitals de format complet, com ja hem vist anteriorment. La falta d'un estàndard digital i la gran varietat de mides de sensors de les càmeres digitals actuals, tant compactes com rèflex, no permet una descripció adequada de la característica principal d'un objectiu: el seu angle de visió i ampliació. Una solució que s'està utilitzant és la *distància focal equivalent* (dfe), que és la que tindria l'objectiu si la imatge es veiés en un fotograma de 35 mm. Ja hem vist més amunt que els sensors digitals solen ser més petits que el format complet de 35 mm i, per tant, caldrà conèixer el *factor multiplicador de focal* de la càmera per a poder trobar la distància focal equivalent de cada objectiu²⁵. La manera més exacte de trobar el factor multiplicador consisteix en dividir la diagonal d'un fotograma de 35 mm (43,3 mm) per la del sensor. Un cop tenim aquest valor, només ens falta multiplicar-lo per les distàncies focals inscrites a la part frontal de l'objectiu i obtindrem les distàncies focals equivalents a 35 mm (Figura 2.2). Val a dir, que en el cas de la càmera Olympus E-330 (que és la que més he fet servir), aquesta tasca és molt fàcil: només s'ha de multiplicar per 2 per tenir la dfe, degut a que el sensor 4/3 d'Olympus té una diagonal que és exactament la meitat de la diagonal de format complet.

Càmera	Distància focal	f. multiplicador	dfe en 35 mm
Canon A40	5.4 mm a 16,4 mm	6,5	35 mm a 107 mm
Canon S2 IS	6 mm a 72 mm	6,0	36 mm a 432 mm
Canon G5	7,2 mm a 28,8 mm	4,9	35 mm a 140 mm
Olympus E330	50 mm (macro)	2,0	100 mm
	14 mm a 42 mm	2,0	28 a 84 mm
	40 mm a 150 mm	2,0	80 mm a 300 mm
Canon EOS 350D	90 mm (macro)	1,6	144 mm
	18mm a 250 mm	1,6	29 mm a 400 mm

Figura 2.2. Càmeres digitals utilitzades, amb la seva distància focal, el factor multiplicador de focal i la distància focal equivalent (dfe) en format 35 mm.

En el següent apartat entendrem millor per què és important conèixer la distància focal equivalent.

²⁵ Les úniques càmeres rèflex digitals que no cal aplicar aquest factor multiplicador són, lògicament, les de format complet.

2.3 Distància focal i angle de visió. Tipus d'objectius

Modificar la longitud focal permet canviar la mida de la imatge en el pla d'enfocament i determinar l'àrea de l'escena que es capta. De poder modificar la longitud focal en deriven dos avantatges: omplir l'enquadrament sense haver d'apropar-se o allunyar-se del subjecte i poder modificar la perspectiva o l'aspecte de la imatge.

Un objectiu normal per a una càmera SLR de format 35mm hem vist que té una longitud focal de 50mm. Les càmeres compactes de 35mm solen incorporar un objectiu de 35mm com estàndard, principalment per raons d'espai. Aquets objectius proporcionen un angle de visió de 46° i 60° respectivament. La focal de 50mm reproduïx els objectes amb la mateixa mida que tenen en la realitat.

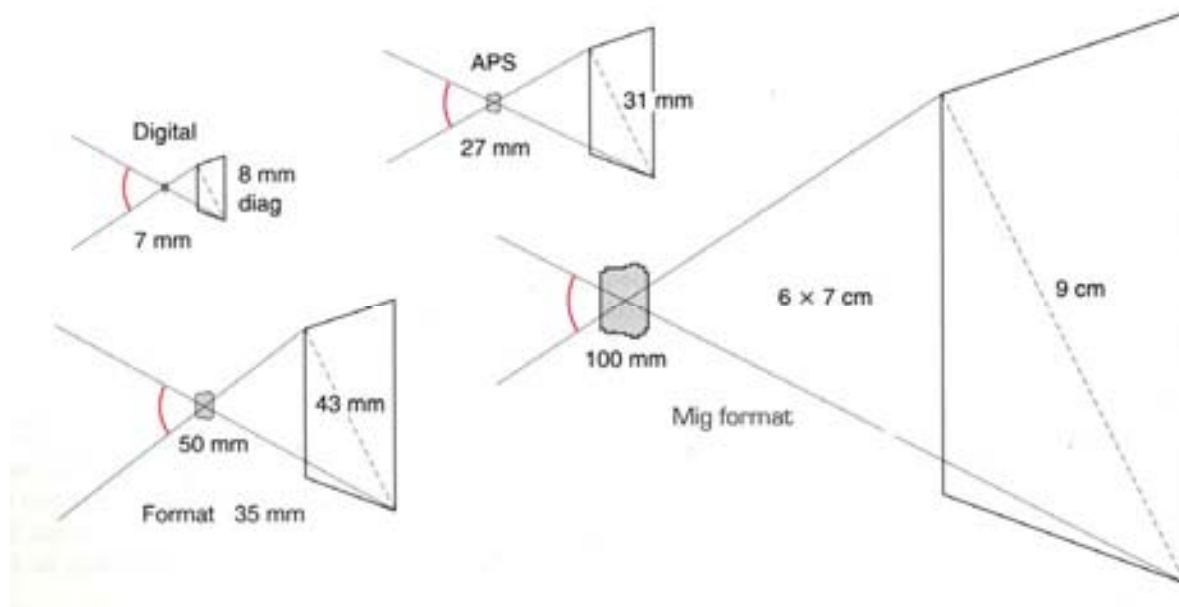


Figura. 2.3. Angle de visió. Aquests quatre objectius tenen un angle de visió aproximat. Són diferents en quant a la longitud focal, però com que s'utilitzen en càmeres de diferent format, mantenen una proporció equivalent amb la diagonal del format de la pel·lícula. Cada combinació inclou, per tant, una àrea pràcticament idèntica de l'escena. (Esquema original de Michael Langford, amb el text traduït al català).

Un objectiu de longitud focal major (teleobjectiu) amplia la imatge. L'angle de visió és més estret, omplint l'enquadrament amb una part menor de l'escena. Un objectiu de longitud focal més curta (gran angular) proporciona l'efecte oposat. Cal tenir en compte que quant més extrems siguin aquests canvis respecte a la focal normal, menys naturals resultaran les mides i les formes dels objectes situats a diferents distàncies, i la imatge final pot semblar distorsionada (veure projectes realitzats a l'apartat 5).

2.4 Modificació de la perspectiva

La perspectiva és un recurs important per a transmetre profunditat en una imatge bidimensional, igual que l'altura i l'amplada. Una fotografia d'una escena com un paisatge mostra els elements més petits i més propers entre sí a una certa distància, i les línees paral·leles convergeixen en l'horitzó.

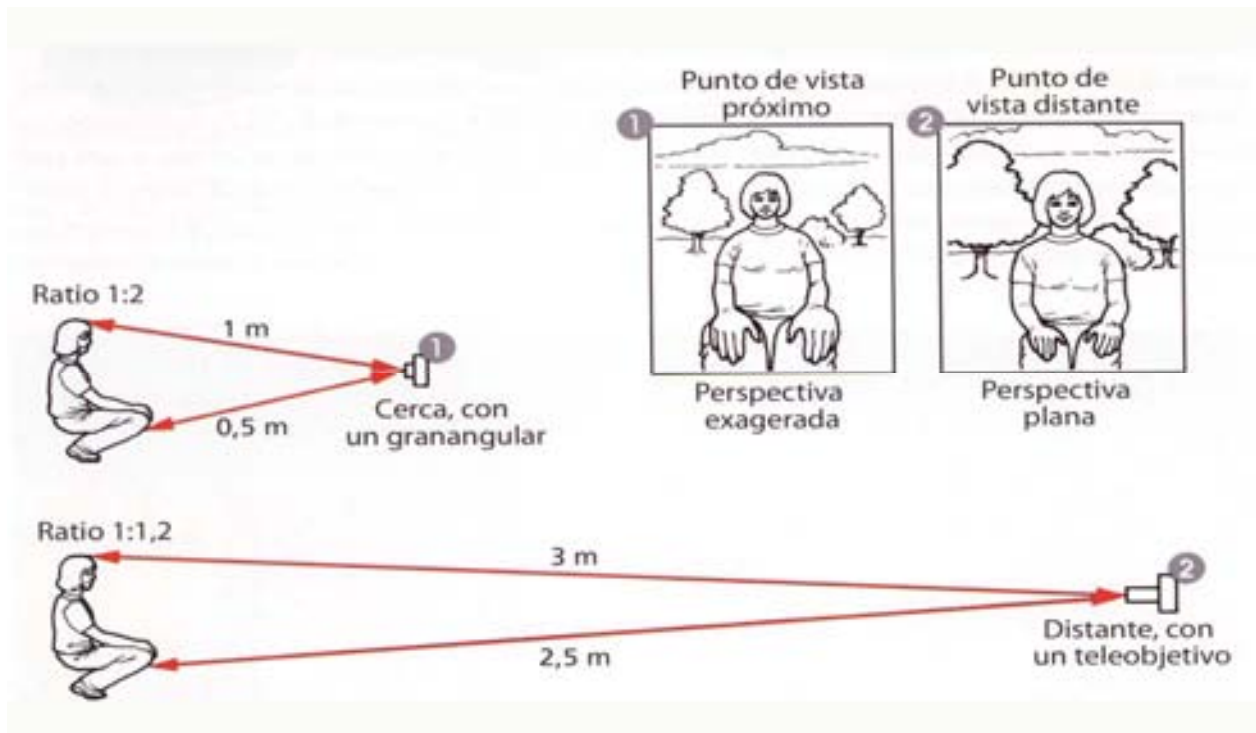


Figura 2.6. En dibuix o en fotografia, un punt de vista proper proporciona la perspectiva més exagerada (canvi aparent de mida entre els elements propers i llunyans). Allunyant-se es redueix la relació de distàncies, comprimint la perspectiva.

Quan major sigui el grau de convergència d'aquestes línees, major serà també la profunditat visual de la imatge. Per tant per exagerar la perspectiva cal apropar-se al subjecte, i per incloure tot el subjecte en l'enquadrament, cal obrir el zoom o utilitzar un gran angular.



Figura 2.7. Com es pot apreciar en aquestes dues imatges, canviant la distància i la longitud focal, s'exagera la perspectiva. En la primera imatge la perspectiva s'exagera i sembla que la persona estigui més lluny de la barana vermella i dels edificis del fons, mentre que la segona imatge es veu més plana.

2.5 Obertura i números f

A l'interior de la majoria d'objectius es pot veure un forat circular o obertura situat entre l'element frontal i l'element posterior. El diafragma (una sèrie de làmines metàl·liques solapades) permet reduir la mida de l'obertura, des del diàmetre màxim de l'objectiu fins a un petit orifici a la part central. S'ajusta mitjançant un anell circumscrit al cilindre de l'objectiu. La majoria de les càmeres de petit format controlen la mida de l'obertura de forma automàtica, en el moment de la exposició.

Es pot percebre una sèrie d'ajustaments relatius que alhora es mostren en una escala coneguda com números f. Quan major és el número f menor és la mida de l'obertura i quan menor és el número f major és l'obertura. La seqüència formal de números f és la següent:

$f/2$; $f/2.8$; $f/4$; $f/5.6$; $f/8$; $f/11$; $f/16$; etc.

Els números f segueixen una seqüència internacionalment reconeguda d'acord a la lluminositat de la imatge. És com utilitzar una "aixeta de llum"; cada pas cap a un número f més alt divideix per dos la quantitat de llum que passa a través de l'objectiu. I com que l'obertura està situada en el centre de l'objectiu, redueix la brillantor de la imatge uniformement.

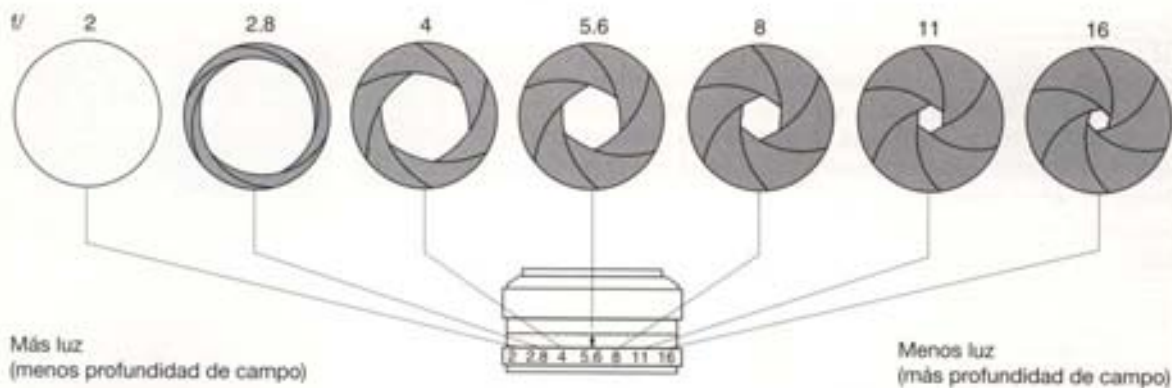


Figura 2.8. Seqüència típica de l'escala de diaframes (alguns objectius obren més de $f/2$ i tanquen més de $f/16$). (Esquema original de Michael Langford).



Figura.2.9. La majoria dels objectius mostren els diafragmes disponibles en el barrilet. L'obertura més gran ve representada pel número f menor i l'obertura més petita pel número f major (imatges reals a partir de fotos d'un objectiu Nikon separat de la càmera i col·locat a sobre d'un banc de llum al laboratori de fotografia. D'esquerra a dreta, des de la màxima obertura (f/1.8) a la mínima (f/22)).

Els números f indiquen el nombre de cops que el diàmetre efectiu de l'obertura divideix la longitud focal de l'objectiu²⁶. De manera que f/2 significa ajustar una obertura de diàmetre igual a la meitat de la longitud focal; f/4 és un quart, i així successivament. El sistema funciona perquè cada número f té en compte dos factors principals que controlen la lluminositat de la imatge:

1. Distància entre l'objectiu i la imatge. Doblant la distància entre el subjecte i la font de il·luminació, es divideix per quatre la quantitat de llum que rep. I com els subjectes distants s'enfoquen a una distància focal per darrere de l'objectiu, un objectiu de 100mm, per exemple, forma una imatge amb una lluminositat quatre vegades menor que un objectiu de 50mm.
2. Diàmetre del feix de llum. Doblant el diàmetre d'un cercle es quadruplica la seva àrea. Per tant, si el diafragma d'un objectiu de 100mm deixa passar un feix de llum de 12mm de diàmetre, i l'objectiu de 50mm deixa passar un feix de llum de 6mm de diàmetre, la imatge del primer serà quatre vegades més lluminosa que la del segon.

A la pràctica, la relació entre números f i la lluminositat es trenca quan es treballa a distàncies molt curtes, ja que la distància entre l'objectiu i la imatge difereix enormement d'una distància focal. A més a més, també es pot observar que els límits superior i inferior de l'escala de diafragmes varia en funció de l'objectiu. La majoria dels objectius per a càmeres de petit format (35mm) tanquen fins a f/16 o f/22. les càmeres de gran format (9x12 o més) poden tancar fins a f/45 o f/64. les obertures més petites resulten útils per augmentar la profunditat de camp, però sobrepasat un cert punt la difracció²⁷ comença a destruir el detall de la imatge.

En l'altre extrem de l'escala de diafragmes, els límits estan imposats per el preu i per l'estat actual de la tecnologia. Quan major és l'obertura màxima relativa més difícil li

²⁶ Número f = longitud focal / diàmetre efectiu de l'obertura.

²⁷ Canvi que pateix la llum quant passa pel marge d'un cos opac.

resulta al fabricant suprimir les aberracions. L'objectiu també ha de ser de major mida i el seu preu és més elevat. Però un objectiu de gran obertura deixa passar més llum, el que fa que sigui útil per a fotografiar en condicions d'il·luminació escassa.

El número f de la màxima obertura, conjuntament amb la longitud focal, formen un número de referència que està gravat sobre l'anell frontal de l'objectiu (Figura 2.10).



Figura 2.10. Visió frontal d'un objectiu, separat de la càmera i amb el diafragma obert al màxim) en el que es pot observar les inscripcions de longitud focal (50 mm) i màxima obertura o lluminositat ($f/1.8$).

Ens podem trobar en el cas en què dos objectius d'igual longitud focal tenen preus molt diferents, només perquè un té una obertura màxima un punt major que l'altre. Pot ser un preu molt alt a pagar per la possibilitat de fer fotos en condicions de llum escassa o per utilitzar velocitats més altes, sobre tot quan es poden comprar excel·lents pel·lícules d'elevada sensibilitat o també es pot treballar a ISO elevat en el cas de les digitals (Langford, 2003). Cal tenir present que, malgrat es pugui modificar la ISO d'una càmera digital, totes elles només tenen una sola sensibilitat real i sol coincidir amb el valor ISO mínim que es pot seleccionar amb la càmera. Les sensibilitats superiors s'aconsegueixen a base d'amplificar la senyal rebuda en els fotosensors, la qual cosa provoca soroll. Per això, a major sensibilitat, més soroll. Hi ha una excepció notable; les càmeres reflex digitals de Canon, amb una sensibilitat real de 100 ISO, permeten utilitzar valors de fins a 1600 ISO sense gairebé soroll (Mellado, 2006).

L'obertura ajustable de l'objectiu determina la zona nítida en la imatge. Quant més petit és el diàmetre de l'orifici (número f més alt), major és la extensió nítida, això es veu quan en una imatge tots els objectes apareixen nítidament enfocats; es diu que té una gran profunditat de camp. En canvi quan el diafragma està obert (número f petit), la profunditat de camp és petita. En aquest cas en la imatge només apareixerà un element enfocat, on la resta estarà borrosa. La profunditat de camp és un tema prou important en macrofotografia que hi dedicarem un capítol sencer.

3. La profunditat de camp

La profunditat de camp, com ja hem anat avançant, és l'espai entre les parts més properes i més allunyades d'un subjecte que es reproduïxen amb suficient nitidesa a una distància d'enfocament. Però en realitat no és tant senzill com pot semblar. Aquesta zona de nitidesa no té uns límits concrets, exactes, ja que un punt situat en aquesta zona, i que per tant considerem enfocat, ho està realment més o menys en funció de la seva distància al punt més enfocat.

Hi ha un altre concepte relacionat amb el de profunditat de camp, la *profunditat de focus*, que es considera com homòleg d'aquella, però a l'interior de la càmera. La profunditat de focus és la zona per davant i per darrera del pla en que es situa la pel·lícula o el sensor digital i on cada punt de l'objecte origina un cercle que acceptem com a punt. Això és degut a que cada punt de la imatge, observada a gran augment, té forma discoïdal. Aquest disc, anomenat *cercle de confusió*, augmenta de diàmetre quan ens allunyem en ambdues direccions del punt d'enfocament. Per considerar si un objecte està enfocat, els punts que el formen han de ser menors que el considerat *cercle de confusió acceptable*, és a dir, que els nostres ulls els apreciïn en forma de punt enfocat. És per això que existirà una petita distància igual tant darrera com davant del pla d'enfocament crític que també sembli enfocada. Aquesta àrea és la que rep el nom de profunditat de camp (White, 2006).

La profunditat de camp queda determinada per la distància focal de la lent, el disseny de la seva òptica, el grau d'obertura del diafragma i la distància des de la lent al pla d'enfocament crític de l'objecte. El tipus de format de la pel·lícula o mida del sensor i el destí final (i forma d'observació) de la imatge, també són importants.

3.1 Control de la profunditat de camp

3.1.1 Profunditat de camp i diafragma

L'obertura de l'objectiu és un control important per augmentar o disminuir la brillantor de les imatges; ajuda a aconseguir una exposició correcta. Però té un efecte encara més important sobre els resultats visuals quan es fotografia una escena amb elements a diferents distàncies de l'objectiu actuant sobre la profunditat de camp.

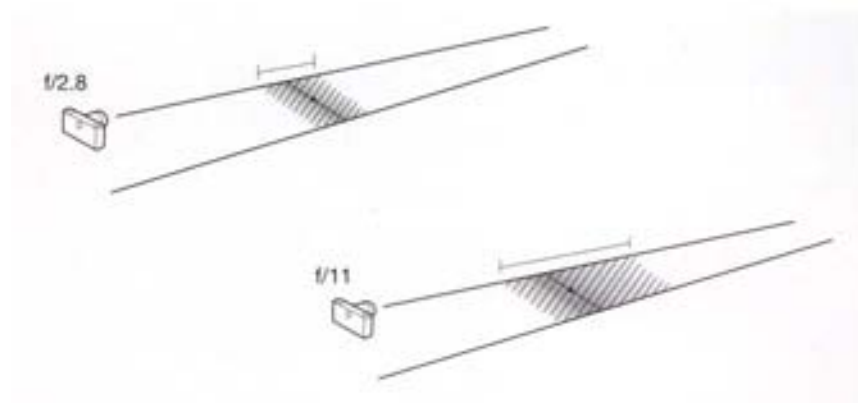


Figura.3.1. Efecte pràctic de la profunditat de camp. En aquets dos exemples l'objectiu està enfocat sobre el mateix punt. (S'ha d'augmentar el temps d'exposició de la versió f/11 per a compensar l'exposició.) (Esquema original de M. Langford, amb el text traduït al català).

Per exemple, com es pot observar en la Figura 3.2., tenim un teclat d'ordinador, en la primera imatge es pot observar com només està enfocada un zona molt específica del teclat, ja que en aquest cas s'ha utilitzat una obertura del diafragma molt obert ($f/2.0$). Però si tanquem bastant l'obertura del diafragma ($f/11$) s'observa com ara moltes més tecles queden enfocades, des de les que estan a primer pla fins les del fons. Aquestes imatges reals evidencien que la profunditat de camp és menor a diafragmes oberts (números f petits) i major a diafragmes tancats (números f grans), com s'explica en el dibuix de la figura 3.1.



Figura.3.2. Fotografies que il·lustren l'efecte de l'obertura del diafragma (esquema igual al dibuix de la figura anterior) en la profunditat de camp. La imatge de l'esquerra correspon a un diafragma molt obert ($f/2.0$), mentre que en la de la dreta és bastant tancat ($f/11$). Amb un temps d'exposició de 1/20 segons i 1,6 segons, respectivament (es va fer ús del trípode).

3.1.2 Profunditat de camp i distància al subjecte

Per a entendre per què la profunditat de camp varia, s'ha de recordar que un objectiu enfoca un sol pla de la imatge, depenent de la distància que hi ha entre l'objectiu i el subjecte. En aquesta posició la llum d'altres parts del subjecte més pròximes i distants de l'objectiu s'enfoquen més a prop o més lluny, formant els *cercles de confusió* ja esmentats. Quan els cercles de confusió són de gran diàmetre i es sobreposen entre ells, donen lloc a imatges desenfocades.

Com que l'ull humà té una capacitat de resolució limitada, quan veiem una còpia en paper o una diapositiva considerem que la imatge té suficient nitidesa encara que estigui formada per petits cercles de confusió i no per punts. El límit superior que la majoria de persones accepta com nítid és de 0,25 mm de diàmetre en la copia (ampliació en paper o projeccions).

Els fabricants d'objectius per a càmeres de 35 mm assumeixen aquest estàndard per a una còpia de 20 x 30 cm²⁸. Per tant, segons aquest estàndard, el diàmetre màxim del cercle de confusió és de $0,25/8 = 0,03\text{mm}$.

Acceptant com a nítids els cercles de confusió de fins a 0,03 mm de diàmetre, els subjectes situats lleugerament per darrere i per davant del pla d'enfoc també es percebran amb suficient nitidesa. I si es disminueix el diàmetre de l'obertura de

²⁸ La mida de la pel·lícula augmenta vuit cops.

l'objectiu (es tanca el diafragma) tots els cons de llum s'ajunten, això fa que les imatges dels subjectes situats a major distància del pla d'enfoc entrin en la zona de nitidesa acceptable. La profunditat de camp per tant augmenta.

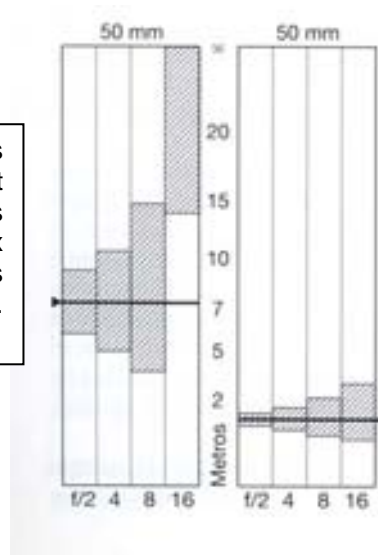
Si ens allunyem encara més del subjecte o canviem a un objectiu de menor distància focal, la nitidesa aparent dels subjectes més pròxims i distants s'incrementa. Els cercles de confusió és fan més petits millorant la profunditat de camp.

Així doncs, la profunditat de camp augmenta quan:

- Es tanca el diafragma.
- El subjecte està més lluny.
- La longitud focal és curta.
- S'accepten cercles de confusió de major diàmetre (ampliacions de petita mida).

Quan un subjecte es troba a més de deu distàncies focals de l'objectiu, la profunditat de camp és major per darrere del subjecte que per davant. D'aquí la màxima "un terç per davant i dos terços per darrere", el que significa que per a obtenir la màxima profunditat de camp s'ha d'enfocar sobre el primer terç de l'escena que es desitja reproduir amb nitidesa. En macrofotografia, no obstant, la profunditat de camp s'escampa més o menys igual per davant i per darrere del pla d'enfoc (Langford, 2003).

Figura 3.3. Profunditat de camp a diferents obertures d'un objectiu de 50mm, enfocat a 7 metres (esquerra) i a 1,5 metres (dreta). La profunditat de camp es redueix enormement quan s'enfoquen subjectes pròxims. (Esquema original de M. Langford, amb el text traduït al català).



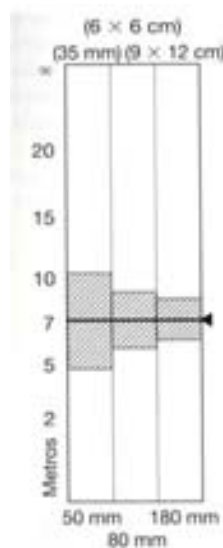
Com bé es pot apreciar en la Figura.3.3. quan més a prop està la càmera d'un motiu, menor serà la profunditat de camp. Aquesta és una de les característiques principals de la macrofotografia perquè treballar a distància molt curta amb certs motius, com són els insectes, allò ideal sol ser que estiguin enfocats en la seva totalitat, el que implica la major profunditat de camp possible. Amb altres, com les flors entre vegetació, el millor és disminuir la profunditat de camp per aïllar-les de l'entorn.

3.1.3 Profunditat de camp i distància focal

La majoria dels objectius de distància focal fixa porten inscrita una escala de profunditat de camp, pròxima a l'escala de distàncies d'enfoc. Aquesta escala proporciona una guia aproximada dels límits de la profunditat de camp i és útil per a enfocar "a ull" amb objectius angulars o estàndard, preajustant una distància quan no hi ha temps de jutjar visualment l'enfoc ni la profunditat de camp. També serveix, en combinació amb l'escala d'enfoc, per a guanyar profunditat de camp en escenes distants. Per exemple, si l'objectiu s'enfoca a una distància en la que el símbol d'infinít de l'anell d'enfoc coincideix amb la marca del diafragma en us, la profunditat de camp s'estendrà des de la meitat d'aquesta distància fins a l'infinít. Aquesta distància d'enfoc es coneix com distància hiperfocal i s'utilitza per a incloure en la zona enfocada fins a l'infinít objectes pròxims.

Una conseqüència derivada de la relació entre profunditat de camp i distància focal és que les càmeres de format (o sensor) més gran, a l'utilitzar objectius de major distància focal, per a la mateixa obertura de diafragma i la mateixa distància a l'objecte, tenen menor profunditat de camp (Figura 3.4). Aquesta és la raó per la qual les compactes digitals, que tenen sensors petits, gaudeixen de més profunditat de camp que les màquines rèflex. Així doncs, en la pràctica, quan menor és el format de la pel·lícula (o del sensor), major és la profunditat de camp (Langford, 2003).

Figura 3.4. Profunditat de camp estàndard per diferents formats de pel·lícula, tots ells ajustats a la mateixa obertura ($f/4$) i enfocats a la mateixa distància (7 metres). Les càmeres de major format tenen menys profunditat de camp degut a que utilitzen objectius de major distància focal (Esquema original de M. Langford, amb el text traduït al català).



En macrofotografia a vegades és més fàcil obtenir la mida correcta de la imatge modificant l'enfoc, i llavors moure tota la càmera lleugerament cap endavant o cap enrere per a aconseguir nitidesa (Langford, 2003).

La profunditat de camp es redueix dràsticament amb els objectius (i oculars) de lupes i microscopis a mida que s'utilitzen els de més augment.

3.2 Significat de la profunditat de camp

És molt important saber controlar la profunditat de camp i aprofitar-la a *favor* nostre, no en *contra*. Escollint una profunditat de camp reduïda es pot aïllar l'element principal de la resta de l'escena. Es pot crear èmfasi i "suggerir" certes parts sense necessitat de mostrar-les amb detall. Aquest tipus de fotografies es diu que tenen un "enfoc selectiu". Però minimitzar la profunditat de camp mitjançant l'obertura del diafragma també significa que l'enfoc ha de ser molt precís. També poden aparèixer problemes d'exposició si s'enquadra una escena molt brillant, si s'utilitza pel·lícula d'alta sensibilitat (sensor ISO elevat) o si es busquen efectes de moviment a través d'una velocitat d'obturació lenta.

Per altra banda, escollint la major profunditat de camp s'aconsegueix que les imatges es reproduïxin amb detall en tots els seus plans. Es podria argumentar que aquesta visió està més pròxima a la realitat, perquè l'observador pot decidir en quina zona fixar la seva atenció i està obligat a complir les preferències del fotògraf. En la majoria de fotografies amb propòsits comercials i de record, la gent espera trobar la màxima informació. Només fa falta tenir molt present què s'inclou en l'enquadrament. Sempre que sigui possible, convé comprovar la profunditat de camp amb el botó de previsualització, que tanca el diafragma a l'obertura seleccionada.

En ocasions no és possible aconseguir suficient profunditat de camp tancant el diafragma (potser hi ha massa poca llum o la pel·lícula és massa lenta per a poder ajustar una velocitat suficientment elevada). En tals casos s'ha de reduir la mida de la imatge. Podem allunyar-nos, utilitzant un objectiu de menor distància focal o escollir una càmera de format més petit. Més tard s'haurà d'augmentar la mida de la imatge en l'amplificador o l'ordinador, però tot i això es guanyarà profunditat de camp (Langford, 2003).



Figura 3.5. Enfocant la primera persona (imatge esquerra) s'aconsegueix conduir l'atenció al primer pla de la imatge. En la imatge de la dreta, l'enfocament es dirigeix a la segona persona. Així doncs jugant amb l'enfocament es pot dirigir la mirada de l'espectador cap al subjecte enfocat.

Enfocar selectivament una part concreta d'un subjecte és un mode excel·lent per a centrar l'atenció del subjecte en la imatge. Utilitzar l'enfocament selectiu ajuda a restar importància a detalls situats a altres distàncies i proporciona sensació de profunditat en

la imatge (sempre i quan utilitzem una obertura correcta, com hem vist en l'apartat anterior)²⁹.

Amb una càmera rèflex i utilitzant l'enfocament manual, es pot observar l'aspecte de la imatge quan es canvia el punt d'enfocament. En canvi, quan s'utilitza l'autofocus (la majoria de compactes només tenen aquest sistema), es necessari que el punt d'enfocament coincideixi amb la línia de sensors en el centre del visor. Per això, caldrà utilitzar la tècnica de retenció d'enfocament (apuntant la càmera al lloc que es vol tenir enfocat, prémer el disparador fins a mig recorregut i mantenint-lo així, enquadrant i disparar).

Màxima profunditat de camp:

Les fotografies fetes amb una càmera automàtica, mostraran una profunditat de camp major quan la llum sigui més intensa o quan la sensibilitat de la pel·lícula sigui major. En aquestes condicions la càmera ajusta automàticament una obertura petita (juntament amb una velocitat d'obturació ràpida) per evitar la sobreexposició.



Figura 3.6. En les fotografies de paisatge sol interessar la màxima profunditat de camp, com podem apreciar en aquest paisatge de Burgos de Osma (Sòria).

Per ajustar la profunditat de camp amb objectius d'enfocament manual, cal enfocar primer l'element principal de la imatge, seleccionar una obertura petita i després modificar la velocitat d'obturació fins que el fotòmetre indiqui una exposició correcta.

²⁹ I una càmera rèflex (difícilment aconseguirem aquest efecte amb càmeres de sensor molt petit, com hem vist anteriorment).

Utilitzant una càmera semiautomàtica, s'ha de seleccionar la prioritat al diafragma i ajustar la obertura més petita de l'objectiu i la càmera seleccionarà la velocitat d'obturació apropiada. Els fabricants faciliten aquest ús per als no experimentats, amb el símbol de paisatge

Utilitzar una gran profunditat de camp s'aplica especialment a fotografies de paisatges, arquitectura... és a dir, en motius en els quals és interessant poder mostrar tots els motius ben enfocats (Figura 3.6.).

Mínima profunditat de camp:

Per aconseguir la mínima profunditat de camp es necessita un objectiu amb una obertura molt àmplia i un mètode d'enfocament molt precís. S'ha de tenir en compte que utilitzar una obertura com f2 (es a dir una obertura molt gran) implica haver d'ajustar velocitats d'obturació ràpides per a evitar la sobreexposició (o s'han d'utilitzar filtres neutres).

Altres mètodes per a crear una profunditat de camp reduïda són: utilitzar un objectiu de longitud focal llarga o apropar-se al subjecte. Amb un teleobjectiu s'aconsegueix menys profunditat de camp inclús conservant el mateix número f. No obstant, s'ha de recordar que l'ús d'aquest focus selectiu significa que no hi ha marge d'error per a ajustar la distància d'enfocament. Això és especialment cert en macro, quan la profunditat de camp es sol mesurar en mil·límetres. Modificar la profunditat de camp per a fer-ne un ús minimitzant-la, interessa per aïllar el motiu que es vol ressaltar de l'entorn, perquè així l'espectador fixi tota la seva atenció en el motiu desitjat (Figura 3.7.).



Figura 3.7. En aquesta imatge s'utilitza poca profunditat de camp, per tal de separar el fons del motiu principal.

4 Fotografia d'aproximació (Macrofotografia)

4.1 Graus d'ampliació i classificació formal

El significat “de prop”, encara que sol ser imprecís, per a la majoria de persones equival més o menys a la distància a la qual podem veure el que tenim en la mà o una distància inferior. Si ens fixem en la forma en què els nostres ulls enfoquen els objectes, detectarem una diferència en les distàncies curtes (i amb l'edat, la capacitat de veure de prop és la que es veu més afectada). Els objectius també actuen de manera diferent, raó més que suficient per a subdividir la fotografia de prop en tres graus d'ampliació, cada un d'ells amb les seves necessitats particulars en quant a objectius i tècniques: aproximació, macrofotografia³⁰ (macro) i fotomicrografia.

Abans, però, s'ha de fer referència al llenguatge d'aproximació. Els termes que s'utilitzen per anomenar el grau de proximitat són “ampliació” i “relació de reproducció”, i són intercanviables. Encara que es transcriuen de diferents maneres, tot i que les més habituals són: “2x” (per exemple) per a l'ampliació i “2:1” per a la relació de reproducció. No existeix un acord sobre on comença la fotografia d'aproximació, encara que el límit sol situar-se en una franja d'ampliació entre 0,1 (relació de 1:10) i 0,15 (1:7). Valors inferiors es consideren fotografia estàndard.

Així doncs, la fotografia d'aproximació està entre el marge de 0,1x a 1,0x, es a dir, del punt en que la imatge equival a una dècima part de la mida natural del subjecte a la seva mida natural (de 1:10 a 1:1).

La macrofotografia, anomenada “macro”, es situa entre 1,0x i 20x (una relació aproximada de reproducció de 1:1 a 20:1), punt en que les condicions òptiques requereixen la utilització d'un microscopi (Alamany, 2001; Langford, 2002; Freeman, 2005a).

Per entendre què significa realment la relació de reproducció 1:1 o valor d'ampliació x1, pot ajudar una imatge escanejada en la que s'ha intercalat una diapositiva i/o un negatiu fotogràfic (Figura 4.1).

Molts fotògrafs, però, continuen utilitzant el terme macrofotografia en sentit ampli per referir-se a tota fotografia realitzada a una escala superior a 1:10 (Alamany, 2001). Nosaltres també farem nostra aquesta última observació i considerarem com macro (macrofotografia) la fotografia d'aproximació agafada de molt a prop (amb qualsevol càmera fotogràfica que ho permeti) i com a microfotografia, quan fotografiem (o realitzem captures) a través de lupes binoculars o microscopis (sempre a partir de 20X).

³⁰ En sentit estricte, segons alguns autors (Freeman, 2005a) el terme macrofotografia no és correcte i s'hauria de dir fotomacrografia, però el primer terme és el més utilitzat per la majoria de fotògrafs i és el que nosaltres continuarem utilitzant al llarg de tot el treball.

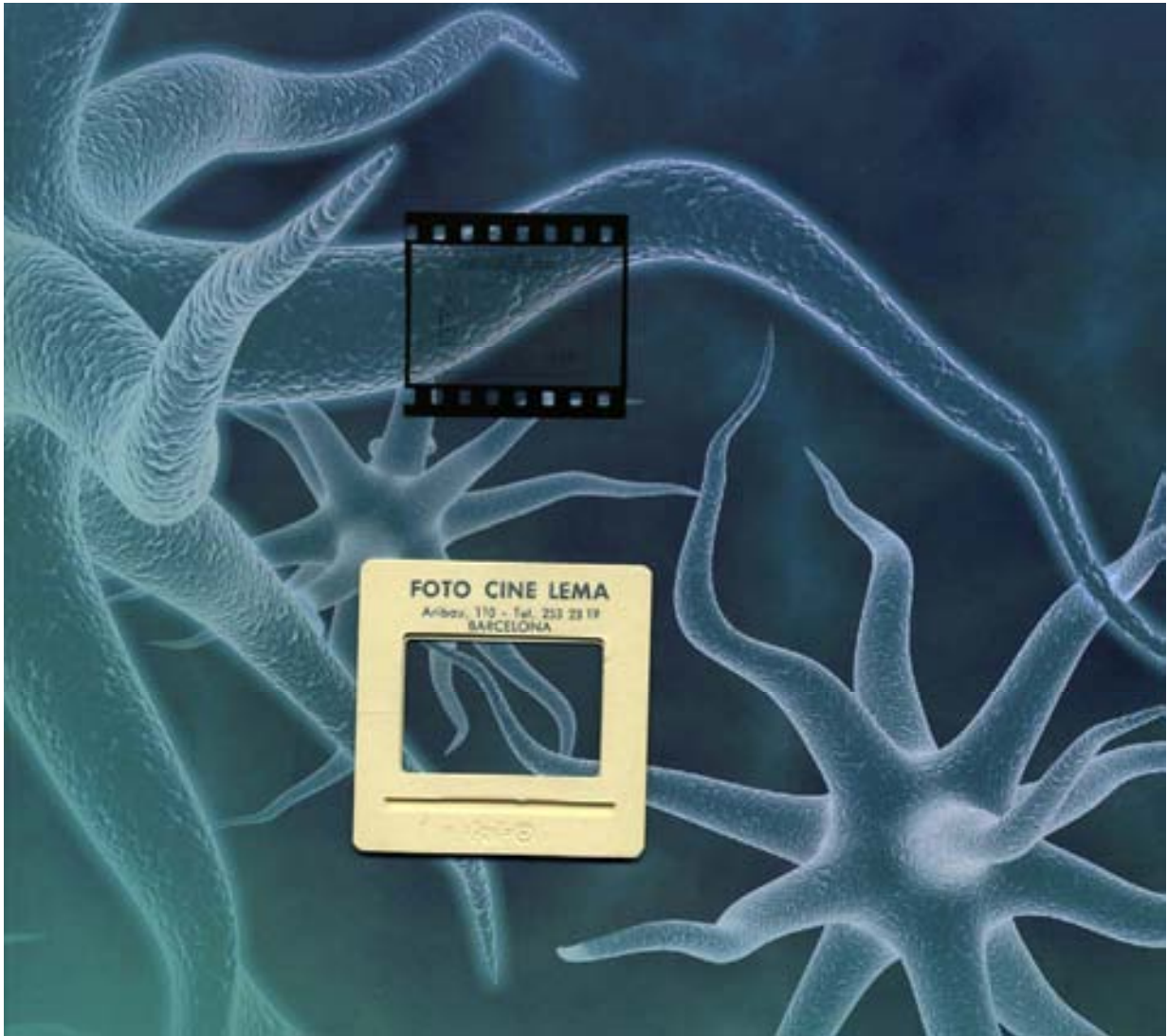


Figura 4.1. Imatge per il·lustrar el significat de la reproducció a mida real (1:1 o x1) d'un objecte. En aquest cas correspon a la tapa d'un llibre de biologia ("Viaje al universo neuronal"). El tros de dendrita tindrà la mateixa mida en la diapositiva o en el negatiu final que el que té en la tapa del llibre. Es va utilitzar l'escàner de l'aula d'Informàtica (comprovant que el valor de sortida estigués configurat al 100%)

4.2 L'objectiu "macro"

Existeixen diferents sistemes per a enfocar motius molt pròxims, manxes, tubs d'extensió, filtres d'aproximació i objectius macro (Figura 4.2). Les manxes proporcionen la major flexibilitat per a enfocar subjectes des de molt a prop, encara que a la mínima extensió el seu volum no permet captar imatges nítides més enllà de 30 metres. Les manxes i els tubs d'extensió més simples no són "automàtics", això significa que el diafragma de l'objectiu no queda obert a menys que se seleccioni l'obertura més gran. Per tant s'hauran de compondre i enfocar imatges poc il·luminades si no es selecciona l'obertura més gran.

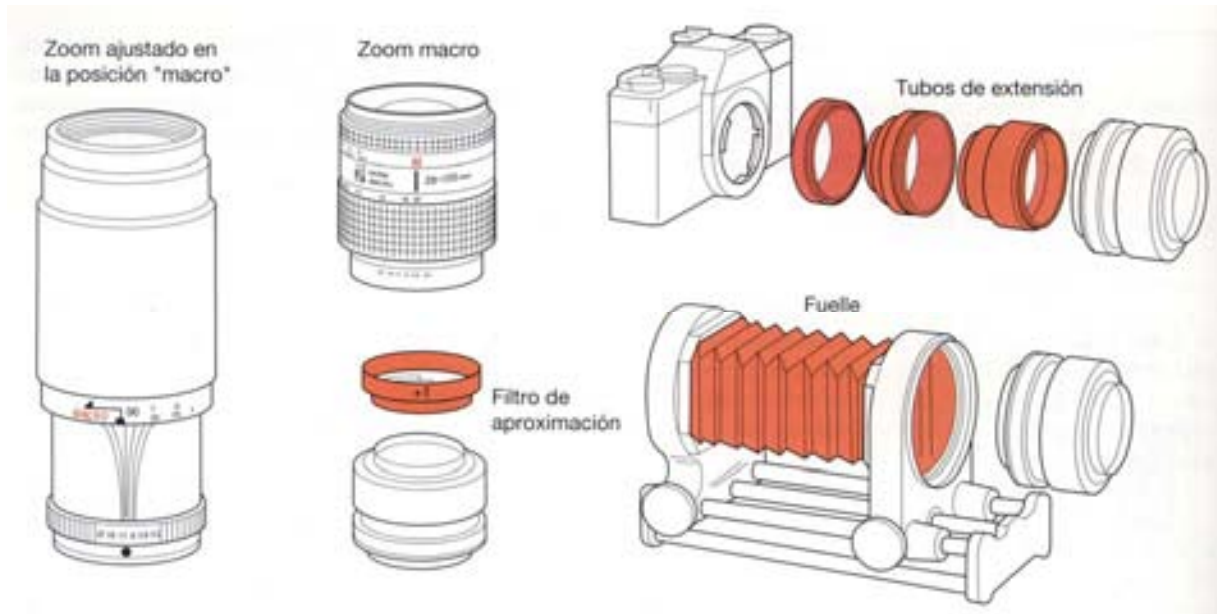


Figura 4.2. Diferents sistemes per enfocar subjectes molt pròxims (format de 35mm) (Esquema original de Langford, amb text traduït al català).

Tot i que aquests sistemes permeten enfocar motius molt pròxims, el que dóna millor resultat és un objectiu macro³¹. Els objectius macro estan dissenyats per a treballar a distàncies molt curtes, oferint el millor rendiment i la màxima correcció de les aberracions òptiques. Aquests objectius costen bastant més que els objectius normals i també tenen una gama d'obertures més extensa, per exemple, de $f/2.8$ a $f/32$.

L'objectiu macro que tenim a l'escola és un Olympus Zuiko 50 mm Macro 2.0, de gamma professional (Figura 4.3), equivalent a 100 mm en 35 mm perquè s'ha utilitzat amb la càmera reflex Olympus E-330 (Figura 2.2). Incorpora 11 elements en 10 grups (Figura 4.3), posseeix una distància d'enfocament mínima de 0,24 m, té una relació de d'ampliació de 1:2 i és un dels objectius macro més lluminosos i més lleugers (només 300 g) del mercat³²

³¹ Objectius polivalents molt adequats per a captar tot tipus de detall dels paisatges, de les flors o de la vida dels animals més petits, però al tractar-se d'òptiques esplèndidament corregides, el seu rendiment a infinit és també excel·lent (Alamany, O., 2001).

³² dades extretes de la pàgina oficial de Olympus (www.olympus.es).



Figura 4.3. Objectiu macro Olympus 50 mm, f/2.0 1:2.

El moviment d'enfoc d'un objectiu macro és continu des d'infinít fins al factor màxim d'ampliació (1:2 o més). Aquesta característica, a més del sistema de diafragma automàtic, fa que els objectius macro siguin més pràctics i còmodes d'utilitzar. A l'infinít el seu rendiment és molt bo, però és en fotografia d'aproximació quan revelen tot el seu potencial, avantatjant en molt als objectius normals en combinació amb tubs d'extensió o manxes (Langford, 2003).

Molts objectius zoom, quan s'ajusten en la posició "tele" permeten seleccionar un ajustament "macro", que reajusta els elements interiors, de manera que poden enfocar motius propers. D'altra banda, la gran majoria de compactes digitals també permeten un ajustament en macro que els permet enfocar fins a pocs cm del motiu, alguns fins i tot, incorporen una funció anomenada "supermacro" que els permet enfocar fins a zero cm. En aquesta posició macro es poden aconseguir factors d'ampliació d'entre 1:4 i 1:2 (o fins a 1:1 en els de supermacro), però la qualitat d'imatge (com comprovarem més endavant) és més aviat pobre, sobretot si la comparem amb la dels objectius macro.

Els objectius macro es comercialitzen en les diferents focals de 50, 60, 90, 100, 180 i 200 mm. Els macro de 50 o 60 mm són objectius petits, lleugers i molt polivalents, que poden utilitzar-se tant per a fotografiar paisatge com un detall d'una flor (o d'una peça d'enginyeria, per exemple). No obstant, la seva curta distància focal obliga a apropar-se molt al subjecte, a vegades fins a tocar-lo amb la punta de l'objectiu gairebé, el què dificulta apropar-se a animals com llargardaixos o papallones, i fa que es projectin ombres dificultant la il·luminació amb flash. Però el que és un defecte per fotografiar animals esdevé un virtut per a macrofotografia d'estudi i d'objectes quiets en general³³. Els objectius macro més adequats per a fotografiar en la naturalesa són els de 90 o 100mm. La seva perspectiva és més natural, ideal per a fotografiar plantes i sobretot animals perquè la seva major distància focal permet treballar a major distància del subjecte, sense espantar-lo o interposant-se entre ell i la font d'il·luminació.

³³ És també el que utilitzen molts biosanitaris, com els odontòlegs (per la curta distància focal i el seu poc pes, el poden controlar amb una sola mà, si la càmera és també de les rèflex lleugeres).



Figura 4.4. Objectiu macro Tamron 90 mm f/2.8 1:1.

A més a més, són suficientment lleugers i portàtils com per a poder realitzar algunes instantànies a mà alçada, encara que en fotografia d'aproximació es preferible recórrer sempre a un sòlid trípede. Els excel·lents macro fabricats per les grans marques tenen la seva alternativa en les ofertes per Tamron, Tokina i Sigma (Langford, 2003)³⁴.

Si el que es pretén és fotografiar sovint a petits animals no hi ha dubte que la millor opció són els macro de major distància focal, encara que el seu preu augmenta al tractar-se d'òptiques molt especialitzades i d'altíssim rendiment (Alamany, 2001).

4.3 Existeixen “beneficis digitals” per macrofotografia?

Acabem de veure que la fotografia d'aproximació i la macrofotografia requereixen objectius especials (i molt cars) i que amb les càmeres analògiques la macrofotografia era tot un repte; costava molt, per exemple, controlar les aberracions òptiques, sobretot l'aberració esfèrica, que és la més habitual en macrofotografia (Freeman, 2005b). Precisament, algunes característiques de les càmeres rèflex digitals (amb sensors de mida inferior al fotograma de 35mm) han permès minimitzar aquestes aberracions quan utilitzen objectius “pensats” per format complet, ja que la imatge ocuparà només la part central de l'objectiu, que queda relativament lliure de moltes aberracions. D'altra banda, i més important, aquest fet de la menor mida del sensor permet dissenyar i construir objectius específics per les càmeres digitals de dimensions molt més reduïdes (perquè no necessiten una òptica amb un diàmetre tant gran), més lleugers i molt més econòmics³⁵.

³⁴ jo ho he pogut comprovar utilitzant l'objectiu macro Tamron 90 mm amb montura Canon del meu tutor) en la Canon EOS 350 de l'escola.

³⁵ En contrapartida, aquests objectius no seran compatibles amb un cos rèflex de format complet.

Els usuaris de càmeres compactes també s'han beneficiat de la tecnologia digital perquè els fabricants s'han adonat de la gran utilitat del macro i l'han afegit al seus models, de manera que gairebé totes les compactes digitals, a més a més del popular zoom, disposen d'una funció d'aproximació (la coneguda floreta).

L'altre avantatge de la tecnologia digital per macrofotografia és el de poder veure en la pantalla LCD i en temps real la imatge abans de la seva captura. Aquesta pantalla, disponible en totes les càmeres digitals, funciona en temps real en totes les compactes, però només en aquelles rèflex digitals (com hem vist a la Introducció) que disposen de la funció *Live View*.

Alguns models de càmera³⁶ permeten que aquesta pantalla sigui orientable i això és especialment útil quan es tracta de fotografiar escenes o motius en situacions dificultoses (com podria ser un contrapicat a partir de nivell molt a prop de terra, per exemple).



Figura 4.5. Càmera Olympus E-330. Les seves característiques: rèflex digital, amb pantalla Live View (visió en temps real) d'alt contrast, abatible, i amb lupa d'augment, la fan especialment apropiada per a la macrofotografia, sobretot quan es combina amb l'objectiu Zuiko Digital Olympus Macro 2.0 de 50 mm.

L'altra avantatge digital per a macrofotografia fa referència a la nitidesa, a la qualitat d'enfocament que, com hem vist en apartats anteriors, és especialment crítica a distàncies macro. Doncs bé, algunes càmeres (Figura 4.5.) permeten augmentar la zona d'enfocament (fins a 10x en la Olympus E-330) de manera que permet afinar molt més l'enfocament de la imatge.

³⁶ És el cas de la Canon G5 i de la Olympus E-330 utilitzades.

El funcionament és similar a la lupa d'enfocament que s'utilitza en fotografia analògica alhora d'ajustar l'amplidora³⁷. L'únic problema d'aquest sistema és quan la llum ambiental és intensa; aleshores les petites diferències ampliades poden costar de veure³⁸.

D'altra banda, totes les càmeres digitals es poden connectar (via port USB) a un ordinador i moltes incorporen software que els hi permet realitzar captures a través de l'ordinador, és a dir, és l'ordinador qui controla la càmera i també és a través de la pantalla de l'ordinador que es veu la imatge en temps real. Això ofereix un rendiment excel·lent sobre el control de la imatge. Aquest és el sistema que s'utilitza per a microfotografia. Recordem que la microfotografia, que necessita de l'augment de lupes i microscopis, comença just on acaba la macrofotografia.

Queda clar, doncs, que la macrofotografia s'ha vist beneficiada en diversos aspectes pels avançaments tecnològics aplicats a la fotografia digital.

³⁷ Dades extretes d'apunts de classe de Fotografia.

³⁸ Ho he pogut comprovar fins i tot en interiors quan hi entra llum directa del Sol (laboratori de biologia amb les persianes obertes).

5. Projectes realitzats

5.1 Muntatge d'un dispositiu per a macrofotografia d'estudi

La fotografia té una llarga tradició a l'escola³⁹ i malgrat es parla de fotografia digital i sovint aquesta s'associa amb retocs i canvis a les fotografies, la fotografia a l'escola continua essent com sempre, però aprofitant la tecnologia actual que hem anat explicant. Amb això vull dir que totes les fotografies presentades en aquest treball mantenen l'enquadrament original i no són fruit de cap muntatge posterior amb software d'edició de l'estil de Photoshop. Per exemple, amb un programa d'edició d'imatge és molt fàcil eliminar unes ombres molestes o bé desenfocar una part de la imatge⁴⁰. Evidentment que les fotografies s'han d'editar amb un programa d'aquest estil (he utilitzat Photoshop CS2, el mateix que utilitzem en el curs de fotografia), però l'únic retoc d'imatge que s'ha aplicat, si ha fet falta, ha estat ajustament de nivells i màscara d'enfocament i sempre al conjunt de tota la fotografia, d'aquesta manera tots els efectes que s'observin en les fotografies presentades responen únicament a la manera en com s'ha utilitzat la càmera i la llum en el moment de fer la fotografia.



Figura 5.1. Laboratori de fotografia tal com està actualment, fotografiat amb un objectiu "ull de peix".

³⁹ El meu tutor i professor actual de fotografia de l'escola, va agafar el relleu de mans de Vicenç del Hoyo fa més de 10 anys.

⁴⁰ A les classes de Fotografia s'aprèn a utilitzar aquests programes, però aplicàvem aquests coneixements a la restauració de fotos antigues i a muntatges panoràmics, però fins i tot en aquest últim cas havíem de presentar les fotos originals, tal com s'havien capturat.

Durant un temps, el laboratori de fotografia de l'escola va funcionar de forma mixta, és a dir, mantenia el procés analògic (tancs de revelatge, ampliadores...) i començava a funcionar com a laboratori digital (ordinador, impressora, escàner) però des de ja fa uns anys es realitza només el procés digital⁴¹, millorant de mica en mica els equips.

Aquest pas està explicat de forma detallada en el treball de recerca "*Tecnologia digital aplicada a la fotografia: el nou laboratori fotogràfic*" d'Elisa Iglesias, en el que dedica bona part del seu treball a l'estudi del color i a posar a punt el calibratge del monitor i de la primera impressora de qualitat fotogràfica (Epson R-800) del laboratori (Elisa Iglesias, 2006). També hi havia una impressora Din-A3 (HP-1300C), que ha estat substituïda recentment per una impressora Canon d'alta qualitat (Pixma Pro 9000).⁴²



Figura 5.2. Amb aquesta imatge ens adonem millor de les mides reals del petit laboratori de fotografia, sobretot si el comparem amb la imatge de la figura anterior.

Quan parlem de "muntatge d'un dispositiu per a macrofotografia d'estudi" ens referim bàsicament a poder situar la càmera en un trípode especial que li permeti acostar-se suficientment a l'objecte que, al seu torn, està situat en un indret on podem controlar (o eliminar) les ombres a voluntat.

Es necessitava un trípode que tingués barra transversal i amb possibilitat de gran obertura de les potes. Després d'un estudi detallat per part del meu tutor⁴³, es va adquirir el trípode *Manfrotto 055 Pro* amb la ròtula *804 RC2*⁴⁴ (Figura 5.3).

⁴¹ Malgrat tot es mantenen les ampliadores i demés material analògic convenientment protegits de la pols.

⁴² Regal d'empresa (Canon) a través d'un pare de la cooperativa. Amb aquestes impressores Din-A3 s'imprimeixen, entre altres coses, els resums dels treballs de recerca de batxillerat.

⁴³ Em va ensenyar un estudi comparatiu sobre trípodes professionals en el que aquest model sortia clarament guanyador

⁴⁴ Aquest material, a l'igual que les càmeres i objectius ja esmentats, també es va adquirir a càrrec dels diners dels premis de fotografia.



Figura 5.3. Trípod amb barra transversal i d'un elevat grau d'obertura de les potes (la tercera pota, la que no es veu on acaba, arriba al terra).

El flash proporciona una llum semblant a la natural, congela el moviment i no genera calor. Per això s'ha convertit en el instrument essencial per a la fotografia d'estudi. Totalment diferent del flash incorporat de les càmeres, el flash d'estudi és més gran, més potent i funciona amb diversos complements per difondre, concentrar o alterar la qualitat de la llum. Considerant la facilitat amb que les càmeres digitals s'adapten al color de qualsevol font de llum mitjançant l'ajustament de balanç de blancs, el flash ha deixat de ser tant necessari com ho era en l'època de la fotografia tradicional, però conserva avantatges com la rapidesa i la baixa temperatura. L'expressió "natura morta" es contradiu amb el moviment que sol haver davant de la càmera. De prop, els moviments es magnifiquen, i les fonts de llum contínues com el tungstè les capten, en el millor dels casos, com una imatge borrosa. El flash congela la imatge, encara que la velocitat de les grans unitats és menor que la dels flashos incorporats.

Ara bé, tant el flash d'estudi com el flash anular (específic per a macrofotografia) són molt cars i s'ha optat per una solució més econòmica, consistent en dos focus de llum contínua freda de tipus mini (una de capçal rectangular i l'altra anular), amb dos

suports també diferents (un amb peu per situar al terra i l'altre amb pinça). També s'ha adquirit una taula "de bodegó" de sobretaula, de les més petites. Aquesta última m'ha servit per a poder fotografiar motius petits evitant ombres. A més a més, amb l'ajuda del nou trípod el control de la càmera des de diferents posicions, m'ha permès apropar la càmera fins el límit de proximitat que permet l'objectiu.

Tot aquest material que jo he començat a utilitzar ben segur que servirà per les classes de fotografia de batxillerat i per altres treballs de recerca de fotografia, però també per a poder fotografiar mostres i treballs de plàstica o de dibuix tècnic, per exemple, que per la seva mida (Din-A3 o superior) no es poden escanejar directament.

També he pogut iniciar-me en la **microfotografia** gràcies a que el laboratori de biologia disposa d'una càmera de vídeo *Moticam 352* enviada per que el CDECT (Centre de Documentació i Experimentació en Ciències i en Tecnologia) per haver guanyat el 1r premi de fotografia científica del curs passat. Aquesta càmera no té gaire resolució però incorpora adaptadors per acoblar-se a tots els tipus de lupes binoculars i microscopis i un complet software de captura digital. Tot el procés es controla a través de l'ordinador (Figura 5.4.).



Figura 5.4. Aquí es pot veure el muntatge per microfotografia, situat al laboratori de biologia.



Figura 5.5. Microfotografia d'un ganxo de fruit sec vist a través de la lupa binocular (com es pot observar en la pantalla de l'ordinador de la figura anterior).

5.2 Determinació del grau d'ampliació de diverses càmeres i objectius

S'ha volgut realitzar un estudi experimental tant del grau màxim de reproducció (ampliació) com de la qualitat òptica (mínimes aberracions) de diverses càmeres i objectius, per tal de comprovar si s'ajusta al que s'ha explicat en l'apartat 4.

Per a trobar el grau màxim d'ampliació s'ha utilitzat la distància més propera possible d'enfocament de cada càmera amb l'objectiu que s'indica i seleccionant la modalitat macro o súpermacro, en el cas que no es tracti d'un objectiu macro. Com a motiu s'ha triat un regle transparent (Figura 5.6).

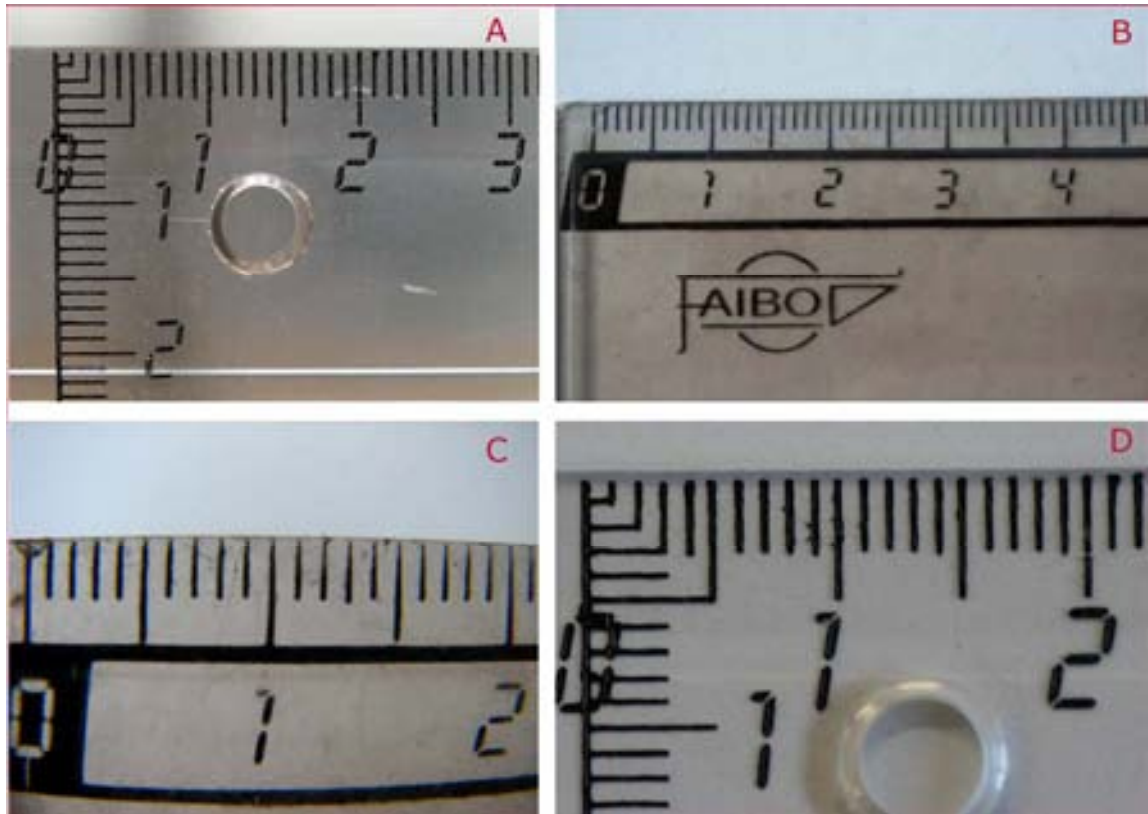


Figura 5.6. Comparativa del grau màxim d'ampliació de diverses càmeres i objectius: A (Olympus E-330 amb objectiu macro 50 mm 1:2), B (Canon EOS 350 D amb objectiu zoom Canon), C (Canon Powershot S2 IS amb súpermacro) i D (Canon EOS 350D amb objectiu Tamron 90 mm 1:1).

El súpermacro de la compacta avançada Canon S2 IS és tan gran d'ampliació com el macro 1:1 de Tamron, però amb una aberració esfèrica molt evident (Figura 5.6.C). Aquest objectiu permet enfocar a la increïble distància de 0 cm!, es a dir, tocant el motiu).

L'objectiu macro Tamron⁴⁵ de 90 mm (amb una dfe de 144 mm) i l'objectiu macro 50 mm (amb una dfe de 100 mm) són els que donen més bons resultats en totes les proves realitzades, mentre que els objectius zoom Canon i zoom Tamron es comporten bé en totes les longituds focals, excepte en gran angular que presenten un cert grau d'aberració esfèrica (Figura 5.7) .

⁴⁵ Prestat per el meu tutor del treball per a fer les proves.

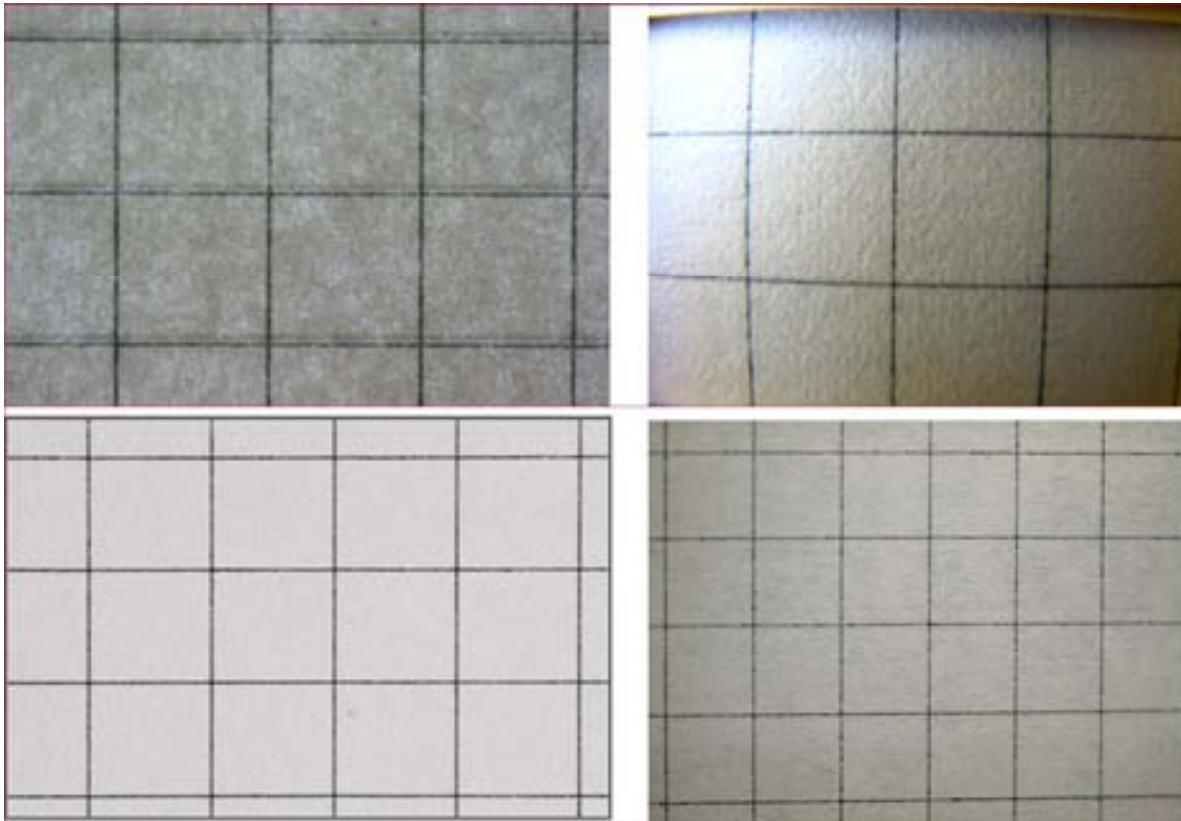


Figura 5.7. Comparativa del grau màxim d'ampliació de diverses càmeres i objectius: en les quatre imatges només hi ha una de les quadricules que presenta aberracions, la primera de la dreta, feta amb el supermacro de la Canon S2 IS. La resta d'imatges s'han realitzat amb objectius macro. Les dues de l'esquerra corresponen al macro Tamron de 90 mm, la de dalt és feta per nosaltres i la de baix és la prova oficial realitzada per la casa Tamron (extreta de la web Tamron.com).

Per a poder saber amb quines càmeres, objectius i distàncies focals estan fetes cada una de les imatges un cop descarregades a l'ordinador, he utilitzat les dades EXIF de l'arxiu d'informació conegut com **metadata**. Aquesta és una de les avantatges del sistema digital i que fins ara no havíem comentat. Els metadata incorporen dos tipus d'informació, una aportada per la càmera (que no es pot modificar) i una altre de modificable, aportada per l'usuari. Aquests metadata inclouen el següent:

Propietats de l'arxiu: Característiques com la mida i la data de creació i modificació de l'arxiu.

Dades de la càmera (EXIF): Facilitada per la càmera, la informació EXIF inclou els ajustos de la càmera en el moment de la presa, tals com l'hora, la data, la sensibilitat ISO, velocitat de l'obturador, l'obertura i altres detalls. El format EXIF (Exchangeable Image File, o arxiu d'imatge intercanviable) és un estàndard desenvolupat per la JEIDA (Japan Electronic Industry Development Association).

GPS: Algunes càmeres digitals incorporen tecnologia GPS (Global Positioning System, o sistema de posició global) per a enregistrar la ubicació d'una fotografia.

Historia: Assenyala tots els canvis realitzats en una imatge, sempre i quant estigui l'opció activada en un programa com Photoshop⁴⁶.

⁴⁶ El meu tutor obliga a tenir activada aquesta opció a les classes de Fotografia i així pot veure totes les modificacions que s'han fet a una fotografia determinada.

IPTC: Són les úniques metadades editables per l'usuari, permet afegir llegendes i informació de copyright a una imatge.

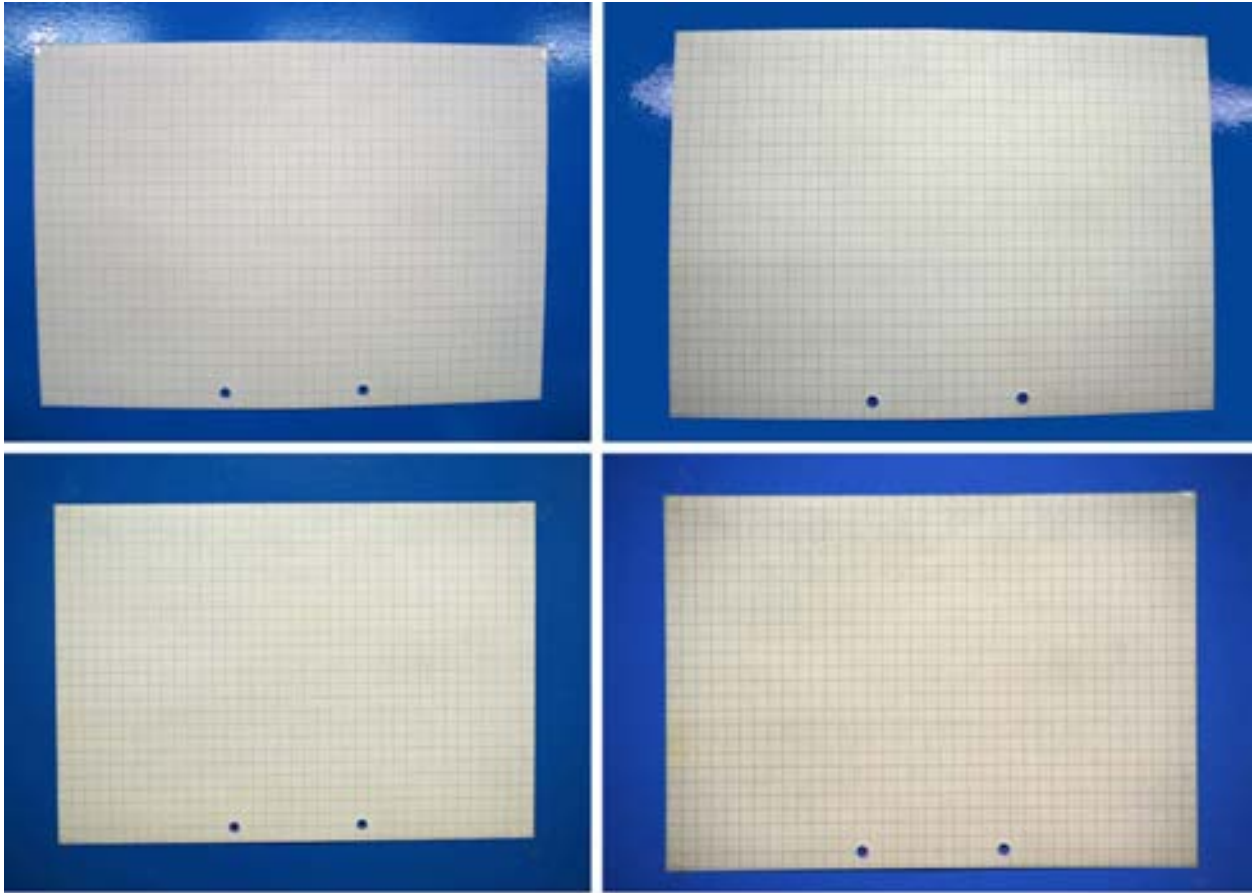


Figura 5.8. En les dues imatges de dalt, la de l'esquerra està feta amb la càmera Canon PowerShot G5 i la de la dreta amb la EOS 350 amb l'objectiu zoom Tamron a una dfe de 28 mm; s'hi poden observar aberracions esfèriques, en canvi, en les dues imatges de baix, la de l'esquerra feta amb el macro Olympus i la de la dreta amb l'objectiu Tamron a una dfe de 400 mm, no hi ha aberracions però s'observa un enfosquiment en les cantonades de la imatge de la dreta.

Tornant a les proves realitzades amb les càmeres i objectius mostrats en les figures anteriors (Figura 5.6, Figura 5.7, Figura 5.8), podem concloure que la millor qualitat d'imatge, lliure d'aberracions i ombres, sempre s'obté quan s'utilitzen els objectius macro en una càmera rèflex digital. Aquest diagnòstic que hem pogut comprovar a la pràctica concorda amb el que hem explicat a l'apartat 4.2.

5.3 Ampliacions successives d'una fulla d'argentat

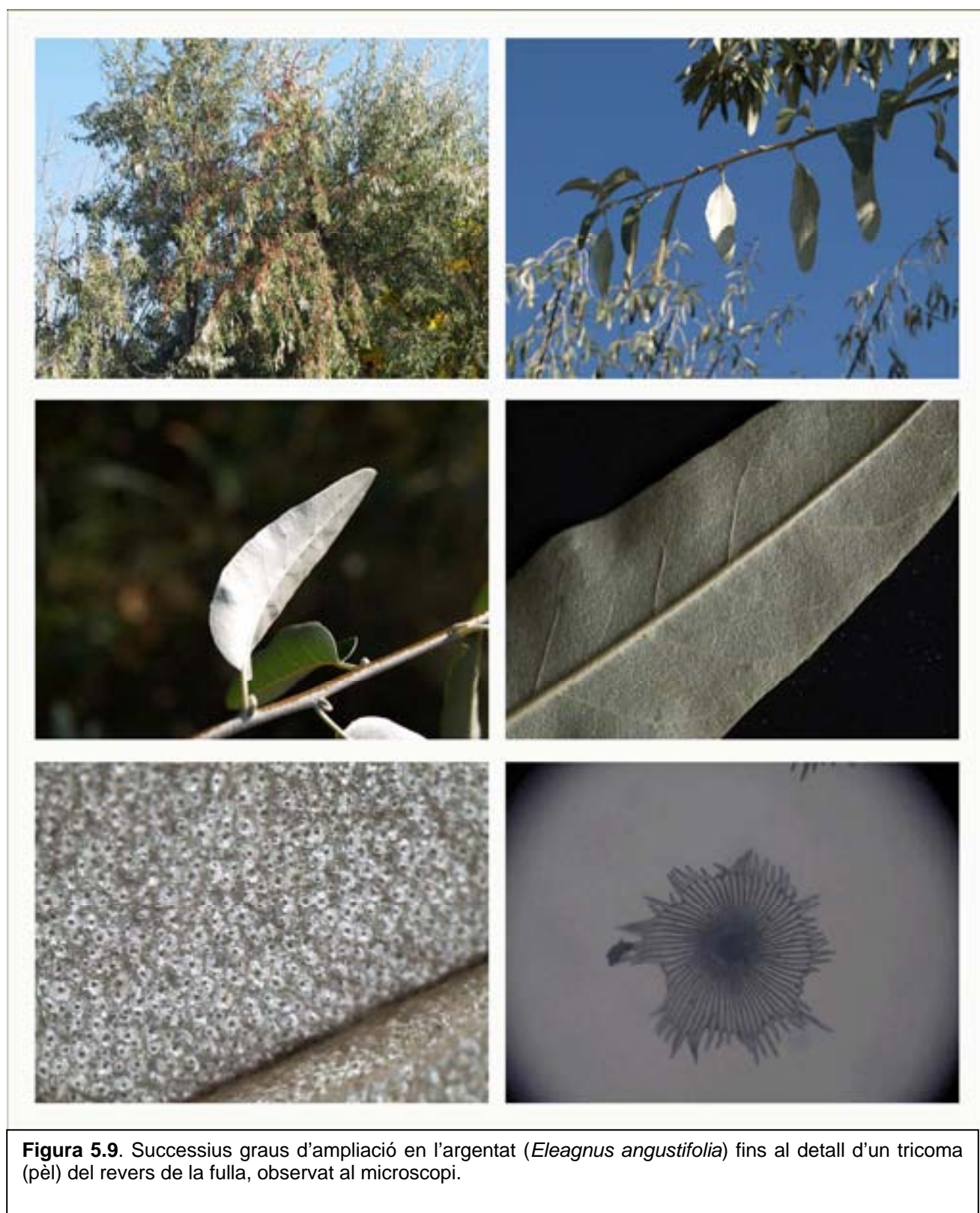


Figura 5.9. Successius graus d'ampliació en l'argentat (*Eleagnus angustifolia*) fins al detall d'un tricoma (pèl) del revers de la fulla, observat al microscopi.

5.4 Fotografiar sense ombres

Per aconseguir eliminar les ombres es va utilitzar una cadira de bodegó, focus de llum freda i trípod (Figura 5.10.), aprofitant la llum solar que entra al laboratori i que il·lumina a l'objecte per darrera, a través de la làmina translúcida de la cadira de bodegó. Simultàniament, per davant i pels costats, s'il·lumina l'objecte amb els focus de llum freda. Eventualment i depenent de la distància al motiu, s'utilitza el flash de la càmera.



Figura 5.10. Treballant amb la cadira de bodegó i els focus per a evitar ombres en el motiu, aprofitant la llum solar que entra al laboratori.



Figura 5.11. Imatges de fruits secs en les que es persequien dos objectius, en primer lloc aconseguir una profunditat de camp suficient perquè tota la imatge quedés enfocada i per un altre, buscar la manera d'obtenir les imatges sense ombres.

5.5 Ganxos de fruits secs... i tipus de velcro

L'any 1948 l'enginyer suís George de Mestral (1907-1990), després d'una excursió pel camp, s'adonà de com s'enganxaven a la roba i al pèl del seu gos les flors de card. Va decidir observar-les al microscopi. Cada flor tenia centenars de petits garfis que s'enganxaven a les fibres de la roba i al pèl. Amb la seva gran creativitat, De Mestral s'inspirà en les flors de card per a una invenció genial: el velcro.

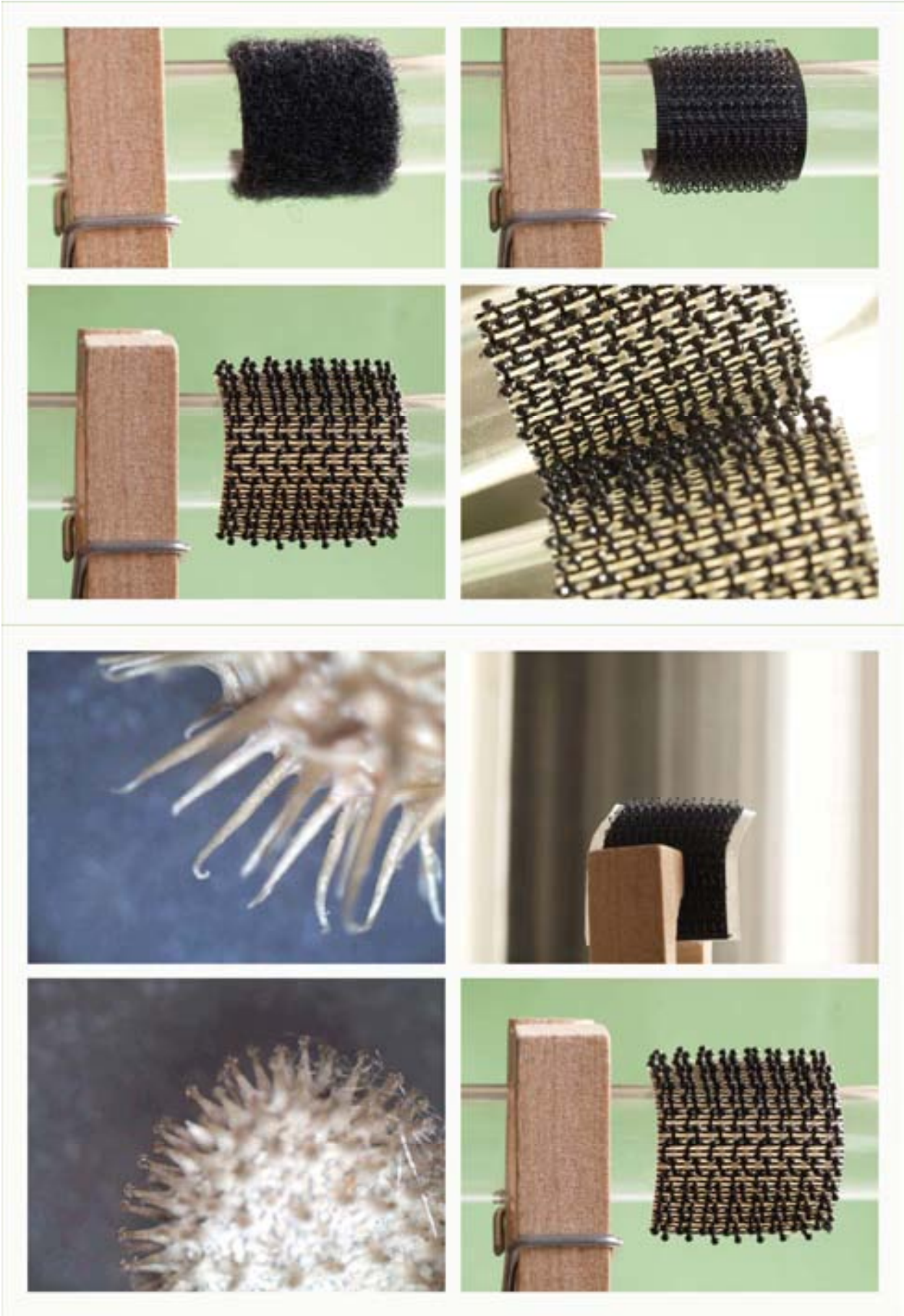
Li va costar trobar algú que s'interessés per la idea, però finalment un fabricant de teles de Lió va fer dues tires de cotó, una formada per molts ganxos petitíssims i l'altra per una mena de llaços. Quan s'oprimia una tira contra l'altra, les dues quedaven enganxades. La unió, però, no era prou forta i, a més a més, les tires de cotó es desgastaven fàcilment. L'inventor va continuar investigant i va substituir el cotó per niló, una fibra sintètica. A fi que els garfis fossin més rígids i no es deformessin, va sotmetre el niló a l'acció de calor intensa. El 1955, George de Mestral va patentar el seu invent, el velcro, nom format per la unió de la primera síl·laba de *velour*, "vellut" i *crochet*, "ganxet", en francès.

En l'actualitat el velcro és un sistema de tancament i fixació utilitzat en infinitat d'aplicacions en roba, sabates, bosses, ortopèdia, decoració, tapisseria... Fins i tot s'ha tornat imprescindible per a la NASA, que l'utilitza per adherir alguns estris als vestits des astronautes i també per fixar objectes fotogràfiques i de vídeo dins de les naus espacials en situacions d'ingravedesa.

El velcro és un dels materials sintètics que s'han incorporat a la vida quotidiana i que han produït veritables revolucions en la medicina, l'electrònica, les comunicacions o l'esport⁴⁷.

Hem volgut comprovar aquesta relació realitzant unes macrofotografies dels dos sistemes actuals més utilitzats de tipus de velcro (tipus ganxo i tipus bolet) i hem mirat de trobar fruits secs amb ganxos similars. Els resultats els presentem en les imatges de la pàgina següent, en les que s'ha combinat microfotografia i macrofotografia.

⁴⁷ Informació extreta de llibre de ciències naturals de primer d'ESO.



5.6 Altres fotografies d'aproximació

En aquest apartat es mostren conjunts d'imatges d'aproximació agrupades per temàtiques.

5.6.1 Natura





Escarot i l'entorn Abu Soria



Surfejant ones metàl·liques Abu Soria



Vida animal a la metròpolis Abu Soria





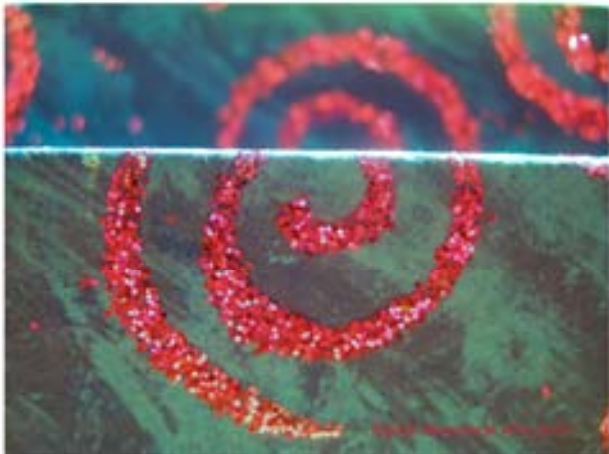
5.6.2 Natura morta i altres motius





Puntejant Alba Sortia

Perspectiva circular Alba Sortia



Obertura invertebrada Alba Sorla



Edifici Clujului (regimentului) Alba Sorla



De lapeste Alba Sorla

Embeltran, 4

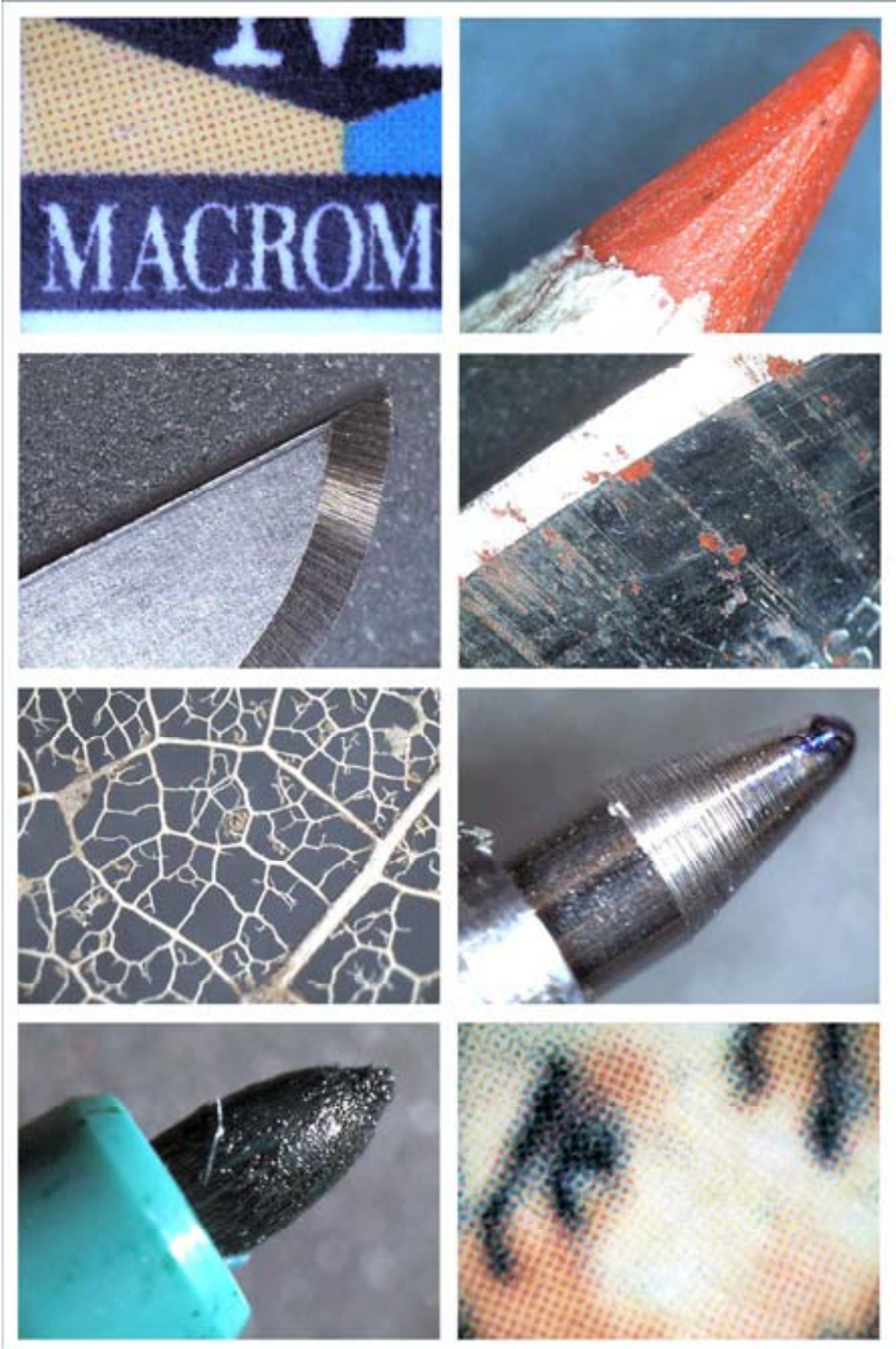


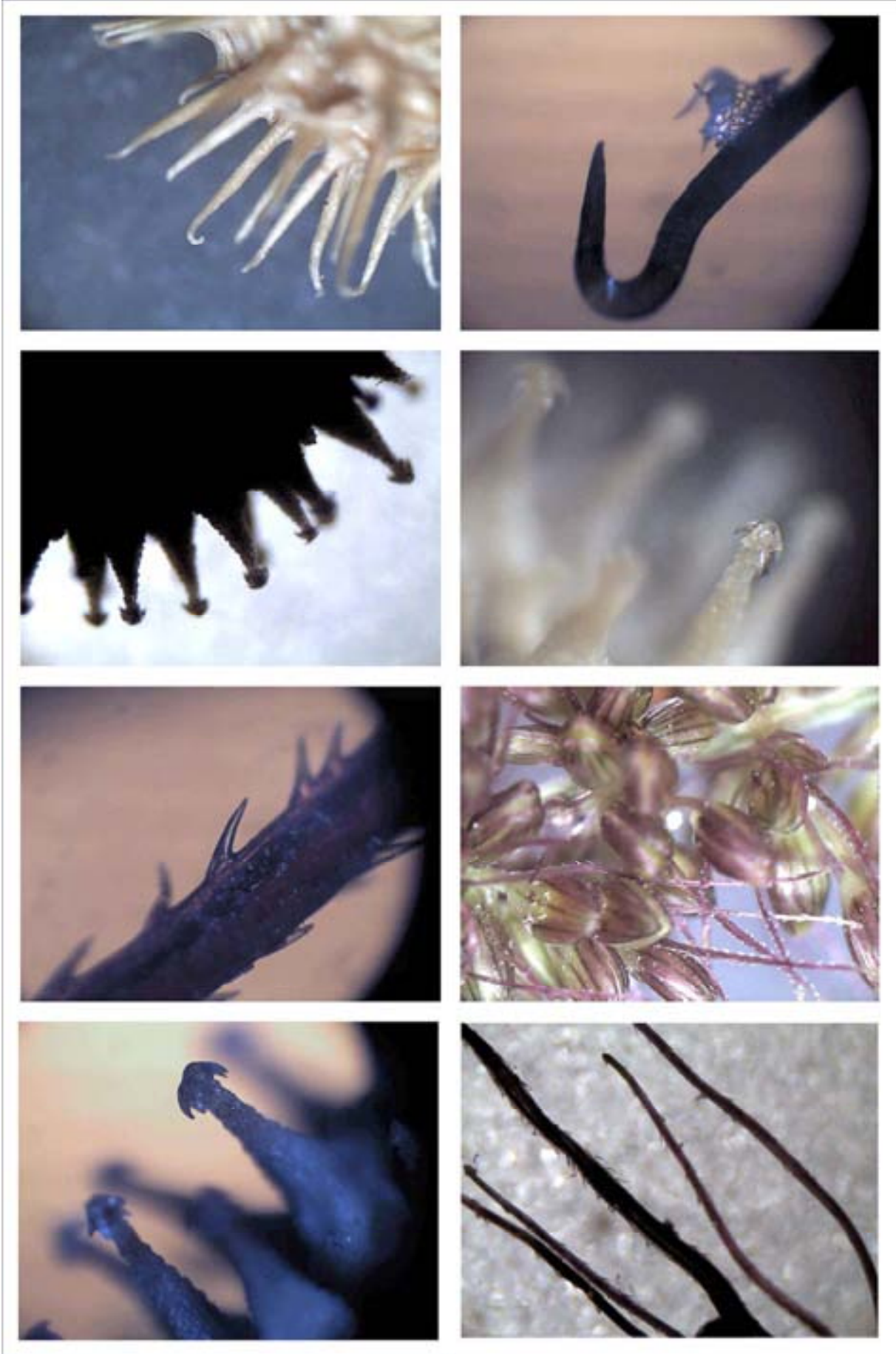
Continuitat de gotes Alba Sorla





5.6.3 Fotomicrografia





5.6.4 No tots els motius són tant fàcils...



Havia de fer el reportatge de la troballa de la serp als meus companys Berta i Eudald, però no hem va resultar gens fàcil enfocar l'animal observant pel visor a distància macro, tenint en compte que tinc pànic a les serps. Per això la majoria de fotos sortiren desenfocades.

...ni (*a priori*) sempre tant evidents.



Aquesta fotografia, que és la que he escollit per la portada, la vaig fer el curs passat; al presentar-la en l'exposició de l'escola li vaig posar un títol senzill ("Lliri"), però amb posterioritat un comentari fet per una altra persona em va fer caure en que la imatge també pot representar a una dona ballant⁴⁸.

Això de la interpretació posterior és bastant més habitual del que pot semblar i, de fet, sovint va bé preguntar als companys què hi veuen en una fotografia que has fet i que t'agrada, per ajudar-te, per exemple, a posar-li un títol⁴⁹.

⁴⁸ En realitat el comentari el va fer un fotògraf professional al meu tutor.

⁴⁹ El meu tutor en les classes de fotografia obliga a titular totes les fotografies.

6. Conclusions

Arribat aquest punt del meu treball, després d'una recerca llarga però satisfactòria, puc dir que tots els meus objectius marcats a l'inici han estat aconseguits. Ara bé, cal dir que he trobat molta més dificultat de la que m'esperava en els aspectes tècnics i reconec que molts d'ells encara se m'escapen, però ara conec i sé utilitzar correctament quins són els factors més decisius en la fotografia d'aproximació. He entès com funciona l'objectiu fotogràfic, tot i que he de reconèixer que he tingut més dificultats que en cap altre apartat, i he après a controlar la imatge utilitzant la perspectiva i la profunditat de camp.

Dels estudis i proves realitzats es conclou que la macrofotografia s'ha vist especialment beneficiada amb la tecnologia digital, de manera que avui dia la fotografia d'aproximació està a l'abast de tothom per característiques que incorporen les càmeres digitals, tant les compactes com les rèflex. Ara bé, la millor qualitat d'imatge s'obté en utilitzar un objectiu *macro* amb una càmera rèflex digital, preferiblement amb pantalla abatible, *Live View* (visió en temps real) i amb lupa d'augment, perquè permeten un major control de l'enfocament, que és un aspecte especialment crític a distància macro.

A més a més, també he pogut aplicar la meva afició per a la fotografia col·laborant i assessorant en la part fotogràfica en els treballs de recerca dels meus companys Berta i Eudald. Amb ells, malgrat tenir treballs de temàtiques diferents, ens hem sabut ajudar mútuament i he trobat molt interessants tant les sortides que hem realitzat tots junts (al camp, al CRARC de Masquefa, a una clínica veterinària) com les vivències de les hores que hem passat al pati de les tortugues (experiència de la serp inclosa).

Per altra banda també em sento orgullosa pel fet que part d'aquest estudi sobre la macrofotografia servirà, i de fet ja ha servit, per a les classes de Fotografia de batxillerat.

Finalment, m'agradaria acabar donant les gràcies al meu tutor Josep Marí, per tot el seu suport i ajuda en la realització d'aquest treball i, sobretot, per tot el que he après de fotografia al seu costat durant aquests gairebé dos anys (si incloem l'assignatura de Fotografia del curs passat).

7. Bibliografia

Alamany, O. (2001). *Fotografiar la naturalesa. Una guia para hacer las mejores fotografías.* Editorial Planeta S.A. (3ª edición). Barcelona.

Duran, E., Fernandez, A., Pérez, C., Rial, D. (2007). *Ciències de la naturalesa 1.* Projecte Fluvià. McGrauthill. Barcelona.

Freeman, M. (2005a). *Fotografia digital de aproximación.* Evergreen. Equipo de Edició S.L. Barcelona.

Freeman, M. (2005b). *Fotografia digital (Cámaras réflex).* Evergreen. Equipo de Edició S.L. Barcelona.

Harcourt, P. (2002). *Macrofotografía.* Ediciones Omega, S.A. Barcelona.

Hoddinott, R. (2006). *Digital macro photography.* Photographies. Pip. Institute Press (www.pipress.com).

Langford, M. (2003). *Fotografia básica.* Edicions Omega. Barcelona.

Mellado, J.M^a (2006). *Fotografia digital de alta calidad. Método de trabajo eficaz para guiar al fotógrafo en la transición digital.* Ediciones Artual, S.L. Barcelona.

Sheppard, R. (2004). *Guia de fotografia digital. Secretos para hacer grandes fotos.* National Geographic Society.

White, R. (2006). *Cómo funcionan las cámaras digitales.* Ediciones Anaya Multimedia (Grupo Anaya S.A.). Madrid.

Treballs de recerca anteriors sobre fotografia consultats:

Oriol Borràs. *Fotografia digital.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral (gener de 2005)

Elisa Iglesias. *Tecnologia digital aplicada a la fotografia: el nou laboratori fotogràfic.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral (gener de 2006).

Webgrafia:

www.canon.es

www.nikon.es

www.digitalfotored.com

www.grec.cat

www.infonomia.com

www.olympus.es

www.tamron.de

www.wikipedia.com

<http://www.digitalaltacalidad.com>

<http://www.macuarium.com/>

<http://www.digitalcamaralens.com/Html/Objetivos/>

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometria/Instrumentos/cFotografica/cFotografica.htm>

Revistes de fotografia consultades:

Chasseur d'Images. Premier magazine de l'image en Europe. (especialment el número 300 –gener de 2008- que parla de l'evolució de les rèflex digitals, del sistema 4/3 d'Olympus i de les noves càmeres que incorporen "Live View").

Digital Camera. La revista para el fotógrafo de hoy. Grupo Zeta.

Digitalphoto. La revista de fotografía digital para aficionados i profesionales. MC Ediciones.

Naturaleza salvaje a través de la fotografía. Edita International Wildlife Photography Society. Rotographic, S.A.

