

# **Fotografia macro.**

## Compacta, smartphone o rèflex?



Treball de recerca  
Ariadna Górriz Muñoz  
Tutor: Josep Marí i Torres  
Novembre de 2017



## Índex

|                                                                                       | <u>Pàg.</u> |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Pròleg i objectius</b> .....                                                       | 04          |
| <b>1. Introducció i antecedents</b> .....                                             | 05          |
| 1.1 La fotografia a l'escola (antecedents) .....                                      | 05          |
| 1.2 Concepte de fotografia macro .....                                                | 05          |
| <b>2. El problema de la manca d'un estàndard digital</b> .....                        | 08          |
| 2.1 Mides habituals de sensors en càmeres actuals .....                               | 09          |
| 2.2 Mides dels sensors de les càmeres utilitzades .....                               | 10          |
| <b>3. Dispositius de captura macro</b> .....                                          | 10          |
| 3.1 Càmeres compactes amb opció macro .....                                           | 10          |
| 3.2 Càmeres "bridge" .....                                                            | 11          |
| 3.3 Càmeres rèflex amb objectiu macro .....                                           | 12          |
| 3.4 Smartphones .....                                                                 | 13          |
| <b>4. Per què han millorat tant les càmeres que incorporen els smartphones?</b> ..... | 17          |
| <b>5. Macrofotografia i profunditat de camp</b> .....                                 | 20          |
| <b>6. Projectes</b> .....                                                             | 23          |
| <b>PROJECTES TÈCNICS</b>                                                              |             |
| 6.1 Pràctiques de control de la profunditat de camp .....                             | 23          |
| 6.2 Pràctiques de control de la velocitat d'obturació .....                           | 28          |
| 6.2.1 Pintar amb llum .....                                                           | 28          |
| 6.2.2 L'aspecte d'una cascada d'aigua .....                                           | 28          |
| 6.3 Rèflex, compacta o smartphone? .....                                              | 33          |
| 6.3.1 Metodologia .....                                                               | 33          |
| 6.3.2 Resultats i discussió .....                                                     | 33          |
| <b>PROJECTES BIOLÒGICS</b>                                                            |             |
| 6.4 Persecució macro (aranya saltadora) .....                                         | 44          |
| 6.5 Abans i després .....                                                             | 45          |
| 6.6 Ulls de <i>Polycelis felina</i> .....                                             | 48          |
| 6.7 Projectes relacionats amb la profunditat de camp .....                            | 52          |
| 6.7.1 Buscant el pla d'enfocament .....                                               | 52          |
| 6.7.2 Fulles a contrallum .....                                                       | 53          |
| 6.7.3 Líquens (smartphone vs rèflex) .....                                            | 55          |
| 6.7.4 Alzina surera (smartphone vs rèflex) .....                                      | 56          |
| 6.7.5 Ressaltar el motiu .....                                                        | 58          |
| 6.8 Fotografiar organismes aquàtics .....                                             | 60          |
| 6.9 Macrofotografia i reproducció .....                                               | 65          |
| 6.9.1 Fanerògames ( <i>Nelumbo nucifera</i> ) .....                                   | 65          |
| 6.9.2 Criptògames ( <i>Marchantia polymorpha</i> ) .....                              | 66          |
| 6.9.3 Partenogènesi, una reproducció eficient .....                                   | 68          |
| 6.10 Altres projectes .....                                                           | 72          |
| <b>7. Conclusions</b> .....                                                           | 75          |
| <b>8. Bibliografia</b> .....                                                          | 76          |
| <b>Annex: Document fotocronològic</b> .....                                           | 79          |

## Pròleg i objectius

La fotografia sempre m'ha cridat l'atenció, especialment a partir de 2n d'ESO amb els treballs d'estiu voluntaris de fotografia científica per l'assignatura de ciències naturals i amb la participació en diversos concursos fotogràfics que organitzava o participava l'escola, any rere any. Però les fotografies que jo presentava a aquests concursos (*Fotografia matemàtica*, *Bioimatges*, *Fotofilo...*) eren fetes gairebé sempre amb les opcions de programa automàtic de la càmera (Auto o Programa), pel meu desconeixement dels diferents paràmetres de control manual de la càmera. Per tant, el meu primer objectiu d'aquest treball és el de conèixer i aprendre a utilitzar els principals paràmetres fotogràfics en diferents tipus de càmeres, aplicant-ho al tipus de fotografia que més m'agrada, la fotografia macro. Això és el que vaig fer els primers mesos, gràcies a diversos tipus de càmeres de l'escola que vaig poder utilitzar, un curs de fotografia online i llibres de macrofotografia proporcionats pel meu tutor.

La immensa majoria de llibres de fotografia macro (almenys els que jo he consultat) tracten aquesta modalitat de fotografia capturada únicament amb objectius macro muntats en una càmera rèflex, però l'evolució creixent de les millores tecnològiques (molt lligades a les demandes) aplicades a les càmeres que incorporen els smartphones potser ja han arribat a un cert nivell en aquest sentit. Aquesta és una pregunta que ens hem fet, per això un dels objectius serà el de fer una comparativa entre les captures macro utilitzant càmeres rèflex, compactes i smartphones.

Un altre dels objectius d'aquest treball és el de pretendre formar part dels treballs de recerca de fotografia del projecte "Trellant la fotografia" de l'Escola. Per aquest motiu alguns aspectes han estat marcats pel meu tutor per tal de complementar estudis previs, així com el fet que l'explicació ha de ser prou clara perquè pugui resultar útil pels alumnes de Fotografia de 4t d'ESO i ésser utilitzada en futurs treballs de recerca, com ho han estat fins ara els anteriors. En treballs de recerca anteriors s'ha evidenciat que, a diferència de la fotografia clàssica en la que hi havia –encara hi ha- una mida de negatiu estàndard, en la fotografia digital, la norma és precisament la manca d'una mida de sensor estàndard. En aquest treball s'aprofundirà en l'estudi de la influència que té la mida del sensor sobre la profunditat de camp, i s'intentarà comprovar l'expressió "profunditat de camp equivalent a càmera de 35 mm" proposada en un treball anterior (Sandra Roig, 2012), aprofitant que ara disposem d'una càmera de format complet.

A part dels objectius tècnics esmentats, es pretén portar a terme projectes de fotografia macro de caire biològic de diverses temàtiques, amb l'objectiu de treure el màxim rendiment als 3 sistemes de fotografia macro de la comparativa.

La majoria d'aspectes pràctics s'han portat a terme amb l'equipament de fotografia de l'Escola, al laboratori de biologia, al laboratori de fotografia, als voltants de l'Escola, al Pati de les tortugues i en les sortides realitzades aquest estiu als Jardins de Mossèn Cinto Verdaguer de Montjuïc, al Montseny i a Masquefa, on hi ha el CRARC (Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya). Aquestes sortides han estat realitzades juntament amb els meus companys Arnau Ruiz i Sara Jiménez perquè fan un treball de recerca relacionat amb el Pati de les tortugues i, d'alguna manera, he estat l'encarregada de dur a terme el registre fotogràfic de les activitats que s'hi han desenvolupat, així com de les sortides conjuntes. Això ha estat clau per dur a terme l'annex fotocronològic adjuntat al final del treball que mostra bona part de les activitats que hem realitzat des que vam començar el treball de recerca. També he inclòs algunes fotografies realitzades amb el meu equip (Nikon D3200).



## 1. Introducció i antecedents

### 1.1 La fotografia a l'escola (antecedents)

La fotografia a la nostra escola és una modalitat que s'ha treballat des dels seus inicis, i ja estem ben a prop de celebrar el 50è aniversari (el proper curs). En un treball de recerca anterior (Laia Ginestà, 2015) s'explica amb un cert detall l'evolució de la fotografia a l'escola.

Un dels aspectes que m'ha ajudat i també m'ha motivat a intentar millorar la tècnica fotogràfica, és el fet de poder veure fotografies i treballs de fotografia realitzats en cursos anteriors. Doncs bé, el lloc més complet on es poden veure fotografies dels últims anys és la web de l'escola, on hi podem consultar els dos espais dedicats a fotografia: *Treballant la fotografia*<sup>1</sup> i *Fotofilo (El Blog Filomestral)*<sup>2</sup>. El primer està organitzat en diferents apartats en els que s'inclouen, entre altres, els treballs de fotografia científica (sobretot de caire biològic) i fotografia matemàtica i els treballs de recerca de fotografia dels últims 9 anys, així com enllaços a les publicacions al web del CCCB Educació<sup>3</sup>. En el blog de Fotofilo es presenten els treballs de fotofilosofia dels últims 8 anys, ordenats cronològicament.

A més a més, al llarg de tots aquests anys l'escola ha anat adquirint<sup>4</sup> càmeres i equipament fotogràfic divers, que està a la nostra disposició a partir de 2n d'ESO.

Si ens fixem en els títols dels treballs de recerca dels últims anys del projecte esmentat abans veurem que hi predominen els aspectes biològics<sup>5</sup>, molt relacionats amb la macrofotografia. Aquests dos aspectes, biologia i macrofotografia, són també els que a mi més m'interessen. Per això he consultat aquests treballs anteriors (que citaré sovint) per tal de continuar en la mateixa línia del projecte, completant i ampliant alguns aspectes i aportant-ne de nous. Els que més he consultat són els següents: *Macrofotografia digital* (Alba Soria, 2008), *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues* (Laura Pascual, 2009), *Micromons* (Ariadna Simón, 2009), *Fotografia biològica d'aproximació* (Natàlia Garcia, 2010), *Aproximació al control de la profunditat de camp en macrofotografia digital* (Sandra Roig, 2012), *Macrofotografia i micromons* (Júlia Alguacil, 2013), *Objectiu fotogràfic i fotografia biològica* (Mar Prieto, 2014) i *Fotografia biològica i composició fotogràfica* (Laia Ginestà, 2015). En tots els treballs que formen part d'aquest projecte s'aprofundeix en una tècnica o aspecte fotogràfic. En el meu cas, les novetats més importants són la incorporació de les càmeres dels *smartphones* i una càmera rèflex amb sensor *full frame*.

### 1.2 Concepte de fotografia macro

L'expressió "macrofotografia", malgrat la seva ampla difusió, es basa en un concepte erroni i ha estat analitzat en treballs anteriors (Alba Soria, 2008; Sandra Roig, 2012; Júlia Alguacil, 2013). En realitat aquesta paraula significa "fotografia gran", és a dir, una fotografia mural de grans dimensions, generalment de caire publicitari, com podem veure pel carrer. El nom realment correcte per denominar la tècnica de fotografiar subjectes petits és "fotomacrografia". Malgrat tot, el terme macrofotografia s'ha anat estenent i s'admet com a correcta, però potser el millor seria anomenar a aquesta tècnica senzillament amb el nom de macro, o fotografia macro, com es proposa en un dels últims llibres publicats d'aquesta modalitat fotogràfica (Nieto, 2015). Tècnicament es sol considerar la fotografia macro com aquella tècnica fotogràfica que ens permet captar imatges de la mateixa mida que la pel·lícula en les càmeres SLR o el sensor fotogràfic de les càmeres DSLR, és a dir, amb una relació de reproducció 1:1 (Alba Soria, 2008; Sandra Roig, 2012; Júlia Alguacil, 2013; Mar Prieto, 2014).

---

<sup>1</sup> <http://www.escolamestral.cat/mon-cientific/fotografia.html>

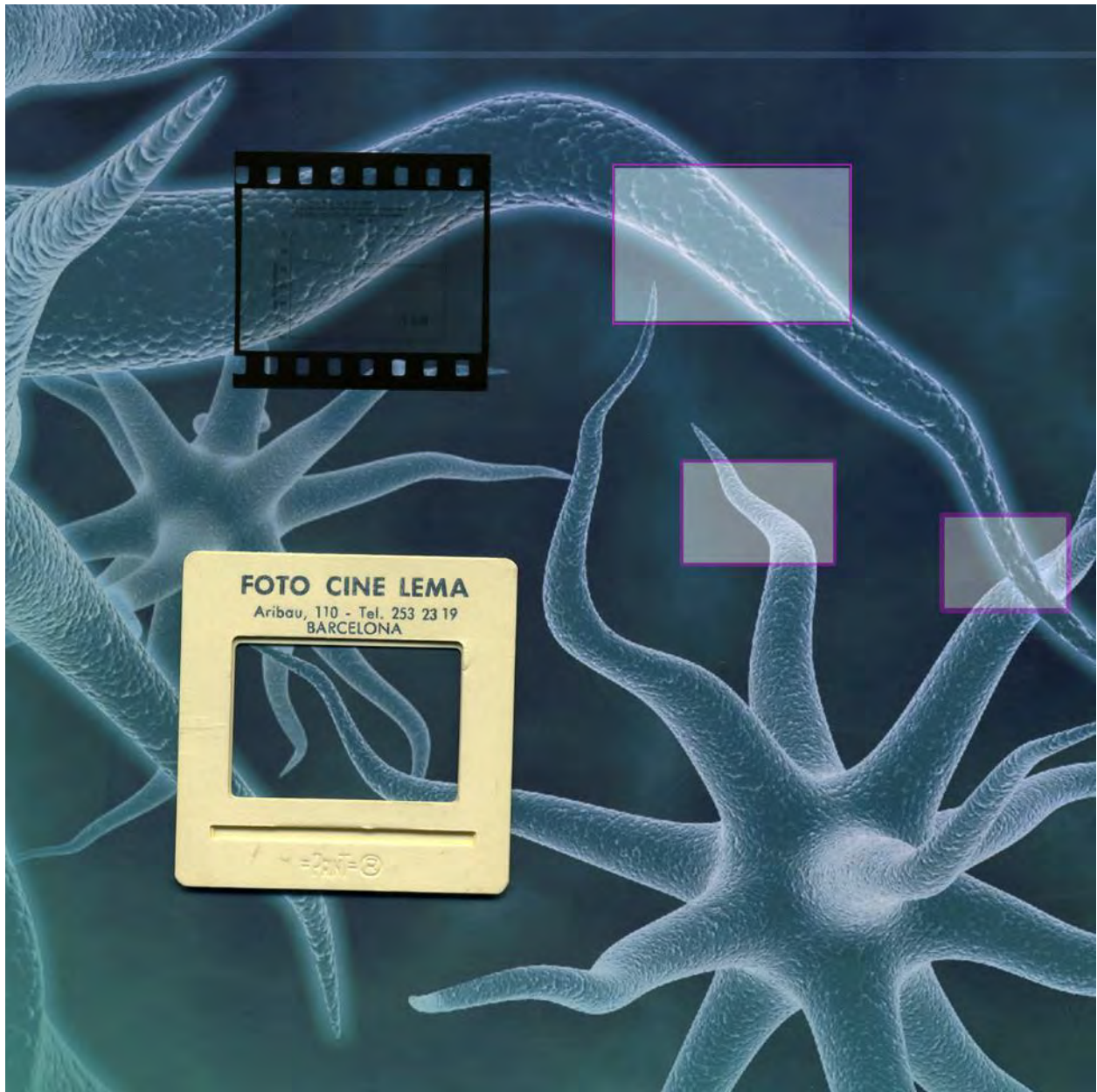
<sup>2</sup> <http://www.escolamestral.cat/filomestral/>

<sup>3</sup> [http://www.cccbeducacio.org/ca\\_ES/web/guest/explorar/-/institut/e\\_11310](http://www.cccbeducacio.org/ca_ES/web/guest/explorar/-/institut/e_11310)

<sup>4</sup> amb la subvenció de premis i també amb donacions i subvencions vinculades a projectes d'investigació

<sup>5</sup> <https://www.escolamestral.cat/mon-cientific/fotografia/treballs-de-recerca.html>

Però convé deixar ben clar què s'entén per relació de reproducció 1:1 (ràtio de 1, o bé x1 d'ampliació) també coneguda com captura a mida real (Figura 1).



**Figura 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, en el negatiu, o en el sensor digital que el que té en la tapa del llibre, per tant en tots ells la relació de reproducció és 1:1. Però, excepte en el cas del sensor fullframe (requadre superior dret) es produirà una retallada de la porció d'imatge, en relació al negatiu de 35 mm. Aquí es representen a escala els tres tipus de sensors de les càmeres rèflex utilitzades en aquest treball: Fullframe, APSc i 4/3. (Imatge original d'Alba Soria, actualitzada).

Per exemple, si fem una fotografia d'una planària d'1,2 cm de llarg amb una càmera rèflex amb objectiu macro 1:1, la capturarem a mida real, però això sempre es refereix a aquesta imatge en el negatiu o diapositiva en fotografia analògica o en el sensor en el cas de les càmeres digitals. Però una captura a mida real no significa una observació a mida real, ja que aquesta es fa sobre una ampliació de la primera (Júlia Alguacil, 2013).

A la figura 1 es representen les tres mides de sensor de càmera rèflex utilitzats i més habituals, la més petita és la del sensor 4/3 de les càmeres rèflex Olympus (en aquest cas una E-30), la següent mida, lleugerament més gran, correspon a un sensor APS-C de Canon (Canon 40D) i la tercera, la més gran, correspon a un sensor de format complet (Nikon D610), de la mateixa mida que el negatiu o la diapositiva de 35 mm, essent el *factor multiplicador* (vegeu següent apartat) de distància focal equivalent a càmera de 35 mm de 2 (Olympus 4/3), 1,6 (Canon APS-C) i 1 (Nikon fullframe). Això significa que a l'hora d'observar la imatge en la que s'ha capturat la planària abans esmentada, en una fotografia de 16,5 cm d'amplada, per exemple, que és la utilitzada en aquest treball de recerca, la seva mida aparent també dependrà de la mida del sensor (Taula 1), essent més gran com més petit sigui el sensor.

**Taula 1.** La mida aparent d'un objecte fotografiat amb objectiu macro 1:1, depèn de la mida del sensor de la càmera utilitzada. En aquesta taula es mostra la mida aparent a la que veuríem una planària de 12 mm presentada en una fotografia de mida típica (com la d'aquesta taula).

| Càmera rèflex utilitzada | Amplada del sensor (mm) | Imatge final (mm) | Factor d'ampliació | Mida real (cm) | Mida aparent (cm) |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|
| Olympus E30              | 18,0                    | 165               | 9,2                | 1,2            | 11                |
| Canon 400                | 22,7                    | 165               | 7,3                | 1,2            | 8,7               |
| Nikon D610               | 36,5                    | 165               | 4,5                | 1,2            | 5,4               |

En qualsevol cas, la mida a la que fem l'observació sempre és més gran que la mida real (entre 4,5 i 9,2 vegades en l'exemple esmentat); per tant, una fotografia macro 1:1 (o x1) ens pot permetre observar aspectes o detalls que no podem "veure" a simple vista. És en aquest sentit que considerem la fotografia macro com una de les eines per observar els micromons (Júlia Alguacil, 2013), i encara més si considerem la possibilitat d'ampliacions més grans, quan la resolució i la qualitat d'imatge ho permeten. En aquest treball hem realitzat un projecte en el que es pot apreciar clarament aquest tipus d'eina (Vegeu projecte 6.6).

La reproducció a mida real serveix de referència per classificar el tipus de captura segons el grau d'ampliació. En moltes ocasions s'utilitza la paraula "a prop" per referir-se a observacions a molt poca distància i que permeten veure detalls molt petits. És per això, per la imprecisió del terme "a prop", que en fotografia s'han considerat diferents nivells d'observació que depenen del grau d'ampliació que vulguem aconseguir. Generalment és consideren tres nivells (Freeman, 2009): fotografia d'aproximació (0,1x a 1x), fotomacrografia (1x a 20x) i fotomicrografia (>20x). Els valors inferiors a 0,1x es solen considerar fotografia estàndard. Aquesta classificació no sempre és coincident amb moltes altres que han realitzat altres autors (Alamany, 2001; Harcourt, 2002; Freeman, 2005; Hoddinott, 2006; Freeman, 2009). Fins i tot hi ha qui fa una divisió entre macrofotografia i macrofotografia extrema (Ruiz, 2009).

Després de tot el que hem exposat, i tenint en compte la visualització final que en fem (còpia en paper, pantalla de l'ordinador, projecció...), creiem que no és desencertat del tot considerar com macro aquella imatge que veiem l'objecte a mida igual o superior a la que té a la realitat, si més no a nivell pràctic.

## 2. El problema de la manca d'un estàndard digital

La gran majoria de càmeres analògiques<sup>6</sup>, tant les compactes com les rèflex, independentment de la marca, tenen una mida de negatiu estàndard, de 24 x 36 mm, popularment conegut com *negatiu de 35 mm*. Amb aquestes dimensions, la longitud focal normal<sup>7</sup> és la d'un objectiu d'uns 50 mm. Més enllà d'aquest valor parlarem de teleobjectiu, mentre que una distància focal inferior als 50 mm correspondrà a un objectiu gran angular. Però aquests valors només són vàlids per les càmeres analògiques esmentades (amb negatiu de 35 mm) o per les digitals que tinguin una mida de sensor igual, és a dir, un sensor de 24 x 36 mm. Aquestes càmeres digitals es coneixen com càmeres de format complet o càmeres *Full Frame*, però n'hi ha poques, perquè fins fa poc eren molt cares i, de moment, són generalment d'ús professional. La gran majoria de càmeres digitals actuals, doncs, tenen un sensor de mida inferior (càmeres rèflex) o molt inferior (compactes), de mides diferents entre marques diferents i també a dintre d'una mateixa marca, segons el model, és a dir, sense haver-se aconseguit una mida estàndard com va passar amb el negatiu de 35 mm.

Cal dir que, coincidint amb l'inici del sistema digital, es va presentar un nou sistema analògic, de negatiu més petit del de la pel·lícula de 35 mm (Figura 2), que es va anomenar APS (*Advanced Photo System*), que va representar l'últim intent de modernització de la fotografia química abans de l'evolució cap a la fotografia digital. La tecnologia híbrida de l'APS<sup>8</sup>, va coexistir amb el format de 35 mm durant uns pocs anys però va caure ràpidament en desús.



**Figura 2.** Negatius de carret fotogràfic on es compara la mida del negatiu de 35 mm (a dalt) amb el negatiu APS (a baix). El de dalt està en blanc i negre i el de baix en color. L'APS només es comercialitza en color. (Figura extreta de Mar Prieto, 2014).

Aquest sistema APS, analitzat exhaustivament en un treball de recerca anterior (Mar Prieto, 2014), tenia 3 formats possibles:

- H per "high definition": 30,2 x 16,7 mm
- C per "Classic": 25,1 x 1,67 mm

<sup>6</sup> si exceptuem les escasses càmeres de gran i de mig format (negatiu més gran).

<sup>7</sup> és a dir, aquella en la que la imatge a través de l'objectiu es veu igual i en les mateixes proporcions que a simple vista (i amb un angle de visió d'uns 45°).

<sup>8</sup> Va ser presentada oficialment per Canon, Fujifilm, Kodak, Minolta i Nikon



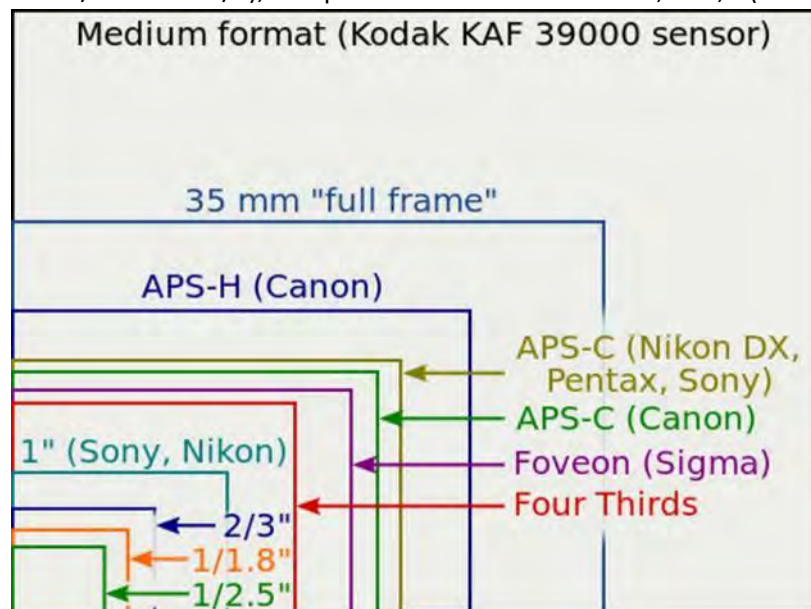
-P per "Panoramic": 30,2 x 9,5 mm

Aquesta era precisament la novetat en relació al del negatiu de 35 mm, la possibilitat de seleccionar diferents formats però que en realitat són retalls d'una foto més gran (H), de la mateixa forma que fan actualment les digitals (però amb més tipus de formats). Més tard, aquest terme que s'ha utilitzat per referir-se a una de les mides possibles en els sensors de les càmeres digitals, en realitat es tracta d'un nom comercial ja que les mides dels formats digitals APS-C i APS-H són només parcialment semblants als del mateix nom en format de suport de pel·lícula (Mar Prieto, 2014).

Però tornem al concepte de longitud focal normal. Un objectiu de longitud focal major (teleobjectiu) que la normal amplia la imatge i 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, com s'ha evidenciat en projectes de treballs de recerca anteriors (Natàlia Garcia, 2010; Xavier Hernández, 2011). És per això que és molt important conèixer la distància focal "normal" de la càmera digital que estem utilitzant.

## 2.1 Mides habituals de sensors en càmeres actuals

Malgrat no hi ha un estàndard, hi ha certa tendència a l'augment en la mida dels sensors en compactes avançades, càmeres EVIL (Mirrorless) i sobretot en smartphones d'alta gamma; pel que fa a les rèflex, segons la mida del sensor actualment podem dir que hi ha principalment tres tipus de càmeres digitals d'objectius intercanviables (DSLR): les que tenen un factor multiplicador de distància focal de 2,0 (sistema dels 4/3 i *micro* 4/3), les que tenen un factor entre 1,6 i 1,5 (APS-C o DX) i les de factor 1, és a dir, de



**Figura 3.** Dibuix a escala duplicada (a la realitat són la meitat més petits) dels diferents tipus i mides de sensors, amb el nom d'algunes marques que els utilitzen.

format complet (Full Frame o FX). Darrerament, s'està popularitzant la mida del sensor APS-C i comença a aparèixer una nova variant, la H (APS-H) (Figura 3). Intentarem aclarir el significat d'aquestes sigles en els propers apartats.

En el món de la fotografia digital no hi ha cap estàndard en la mida del sensor fotogràfic de manera que coexisteixen múltiples formats (Figura 3). Per aquesta raó, quan volem saber a quina distància focal estem fotografiant, hem de mirar la relació que hi ha entre la diagonal del sensor de la càmera que utilitzem i el del negatiu de 35 mm (que s'agafa de referència), per tal d'establir un factor multiplicador entre ells. És

així com aconseguim designar el camp de visió i la distància focal utilitzada. Per exemple, en el cas de la meua Nikon D3200, el quocient entre la diagonal del negatiu de 35 mm (43,2 mm) i la diagonal del sensor de la càmera (28,3 mm)<sup>9</sup> és d'1,5. Per tant, aquest és el factor multiplicador que hem d'utilitzar per transformar les distàncies focals marcades a l'objectiu en distàncies focals equivalents (dfe) a la càmera

<sup>9</sup> Calculada a partir de les dimensions del sensor (27,6 mm x 15,7 mm) extretes del manual de la càmera.

de 35 mm. Així, l'objectiu 18-55 mm muntat en aquesta càmera, equival a un 27-83 mm en dfe, és a dir, de gran angular a tele curt. L'altre opció seria conèixer la diagonal del sensor de cada càmera, que equival a la longitud focal normal d'aquesta càmera, i fer-nos una taula específica per a cada mida de sensor, però això és poc pràctic i de moment s'ha optat per fer-ho en dfe a càmera de 35 mm en les que no són fullframe. La mida del sensor, com veurem, té altres implicacions.

## 2.2 Mides dels sensors de les càmeres utilitzades

A continuació (Taula 2) s'inclouen els models de càmeres rèflex, càmeres compactes i càmeres d'smartphones, amb les dimensions físiques dels sensors (en mm i en píxels), a partir d'informació extreta de les webs oficials de les marques i d'altres fonts<sup>10</sup>.

**Taula 2.** Models de càmeres que hem utilitzat, ordenats segons la mida del sensor. S'hi inclouen 4 models rèflex, 4 compactes i 2 smartphones.

| Càmera (model)          | Mida sensor<br>(longitud x amplada, en mm) | Diagonal<br>(mm) | Mida sensor<br>(longitud x<br>amplada, en píxels) | Mida<br>sensor<br>(Megapíxels) | Mida del píxel<br>(micròmetres) |
|-------------------------|--------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Nikon D610              | 36 x 24.0 (Full Frame)                     | 43.1             | 6016 x 4016                                       | 24                             | 6                               |
| Nikon D300              | 23.6 x 15.7 (APS-C)                        | 28.4             | 4288 x 2848                                       | 12                             | 5.5                             |
| CANON EOS 40D           | 22.2 x 14.8 (APS-C)                        | 26.7             | 3888 x 2592                                       | 10.1                           | 5.7                             |
| OLYMPUS E-30            | 17.3 x 13.0 (Four Thirds)                  | 21.7             | 4032 x 3024                                       | 12                             | 4.2                             |
| SAMSUNG EX1             | 7.44 x 5.58 (1/1.7")                       | 9.3              | 3648 x 2736                                       | 10                             | 2                               |
| CANON SX-20 IS          | 6.17 x 4.55 (1/2.3")                       | 7.7              | 4000 x 3000                                       | 12.1                           | 1.5                             |
| Olympus TG-4            | 6.17 x 4.55 (1/2.3)                        | 7.7              | 4608 x 3.456                                      | 15.9                           | 1.3                             |
| Smartphone<br>Lumia 950 | 6.10 x 4.58 (1/2.4")                       | 7.6              | 4992 x 3744                                       | 20                             | 1.2                             |
| Smartphone<br>iPhone 6  | 4.8 x 3.6 (1/3")                           | 6                | 3264 x 2448                                       | 8                              | 1.5                             |

## 3. Dispositius de captura macro

En treballs de recerca anteriors s'han explicat amb detall bona part dels dispositius de captura macro. Aquí només hi farem una breu referència i utilitzarem algunes imatges explicatives d'aquests treballs i dedicarem una major extensió a tractar aspectes nous, com és el cas dels smartphones.

A nivell pràctic podem classificar les càmeres digitals en càmeres compactes, càmeres "bridge" i càmeres rèflex, i totes elles presenten algun sistema de fotografia macro, com veurem tot seguit.

### 3.1 Càmeres compactes amb opció macro

Són el tipus de càmeres que inclouen els models més senzills i econòmics, però també n'hi ha de més avançades. Totes elles, però, tenen una mida més reduïda que els altres models. Cal dir que si incorporen un visor òptic s'ha de tenir en compte l'error de paral·laxi, és a dir, que hi ha diferència entre el que es veu pel visor i el que captarà el sensor. Aquest fet és especialment important a distàncies curtes. És preferible utilitzar la pantalla, sempre que es pugui. De fet, moltes compactes modernes ja no incorporen visor òptic, però incorporen una pantalla més gran i més lluminosa, com la Samsung EX1, amb un zoom curt (24 mm a 72 mm en dfe), que disposa d'un objectiu molt lluminós (f/1.8) i també de visor de pantalla abatible, però no té visor òptic (Figura 4).

<sup>10</sup> <http://todo-fotografia.com/>, <http://todo-fotografia.com/>



**Figura 4.** Càmera compacta Samsung EX1. És una compacta sense visor òptic, però amb una gran i lluminosa pantalla. S'inclou un detall ampliat (dreta) on s'assenyala la posició del botó per activar la funció macro. (Imatge extreta de Sandra Roig, 2012).

La principal limitació de les càmeres compactes pel que fa a la fotografia macro és la curta distància a l'objecte amb la que s'ha de treballar quan es vol la mínima distància d'enfocament (entre 2 i 4 cm, depenent del model) per obtenir la màxima ampliació. Aquesta distància tan curta té tres conseqüències negatives: distorsió de la imatge (per aberració geomètrica), impossibilitat d'utilitzar el flaix (no s'il·lumina tota l'escena) i a la natura espanta als animals (Sandra Roig, 2012; Júlia Alguacil, 2013). Però quan l'enfocament es fa a més distància, la reduïda mida del sensor permet obtenir una gran profunditat de camp, mentre que es fa pràcticament impossible desenfocar el fons. Un altre aspecte negatiu de les compactes en relació a les rèflex és el retard que es produeix entre que premem el disparador i es fa la captura, sobretot per escenes d'acció on és difícil fotografiar per la lenta velocitat de captura (Nieto, 2015).

### 3.2 Càmeres “bridge”

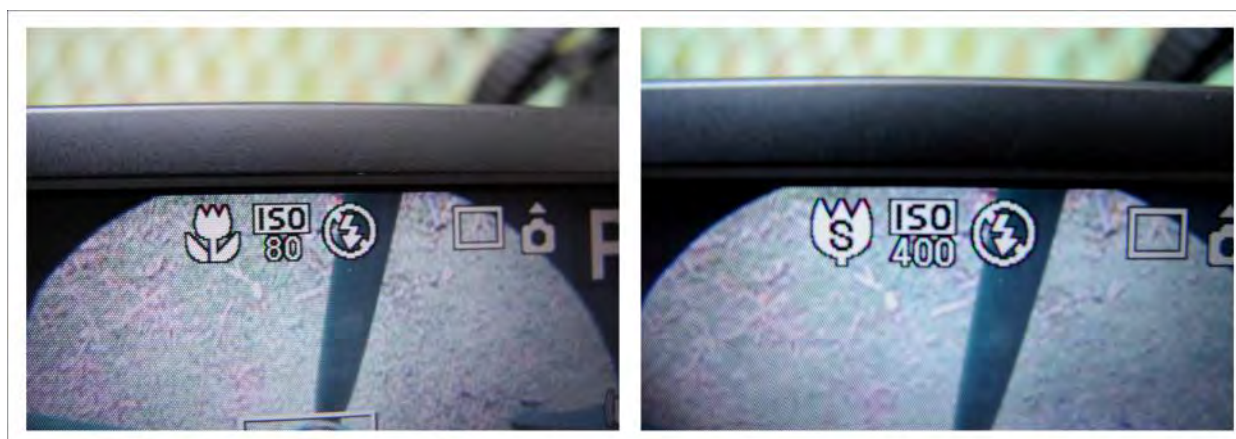
Hi ha una categoria de compactes avançades conegudes com càmeres bridge (pont), perquè es situen entre les compactes i les rèflex, que disposen de visor electrònic (sense error de paral·laxi), són més voluminoses que les compactes i amb més funcions (Figura 5). Actualment n'hi ha de dos tipus, les que incorporen un sol objectiu, però de gran recorregut de focal (súperzoom) i les que sí poden canviar els objectius. A aquestes últimes, conegudes com càmeres DSLM (*Digital Single Lens Mirrorless*), o senzillament *mirrorless*, se les diferencia de les càmeres compactes per la possibilitat d'intercanviar l'objectiu, i de les càmeres rèflex digitals perquè no tenen visor rèflex, cosa que redueix considerablement el seu volum i pes. Tradicionalment, les càmeres compactes sempre havien tingut una mida de sensor aproximadament quatre vegades més petita que les DSLR i, com a conseqüència, la seva qualitat era molt inferior. Però les *mirrorless* se'n diferencien per conservar un sensor de gran mida, i per tant, poden aconseguir una qualitat igual a les rèflex. Els experts es pregunten si les càmeres *mirrorless* acabaran substituint les càmeres rèflex<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Informació extreta de <http://ca.wikipedia.org/wiki/MILC> i de Sandra Roig, 2012.



**Figura 5.** Càmera bridge Canon SX20 IS súperzoom (28 mm a 560 mm en dfe). Amb un detall ampliat (dreta) on s'assenyala la posició del botó per activar la funció macro. (Imatge extreta de Sandra Roig, 2012).

La distància mínima de macro en aquestes càmeres bridge súperzoom és també d'entre 2 a 4 cm, però les que disposen de súpermacro poden arribar a enfocar a 0 centímetres (Figura 6), per tant tenen el mateix problema que les abans esmentades, però en aquestes es pot utilitzar el súperzoom com a macro, aspecte proposat a l'escola (Xavier Hernández, 2011) i que comprovarem també en aquest treball (vegeu apartat 6.4). En el cas de les mirrorless, al permetre l'intercanvi d'objectius, es pot utilitzar un objectiu macro específic. A l'escola no disposem de cap càmera bridge mirrorless, però sí de dues súperzoom<sup>12</sup>.



**Figura 6.** Detall ampliat del visor de pantalla de la càmera Canon SX20 IS per apreciar el símbol quan està seleccionada la funció macro (esquerra) i quan ho està la funció súpermacro (dreta) de mateixa càmera bridge súperzoom. (Imatge extreta de Sandra Roig, 2012).

### 3.3 Càmeres rèflex amb objectiu macro

Les càmeres rèflex o DSLR (*Digital Single Lens Reflex*) incorporen un visor rèflex amb el que es veu exactament allò que es capturarà gràcies al pentaprisma i al mirall que contenen i permeten canviar l'objectiu, fent servir el més adient per a cada situació. En el cas que ens ocupa es tracta dels objectius *macro*<sup>13</sup>. Existeixen altres sistemes per enfocar motius molt pròxims amb una rèflex que han estat explicats en un treball anterior (Alba Soria, 2008). Aquí només parlarem dels objectius macro.

<sup>12</sup> Una d'elles la vam utilitzar en fotografia nocturna a 3r d'ESO a les Planes de Son (Pallars Sobirà) per fotografiar la lluna.

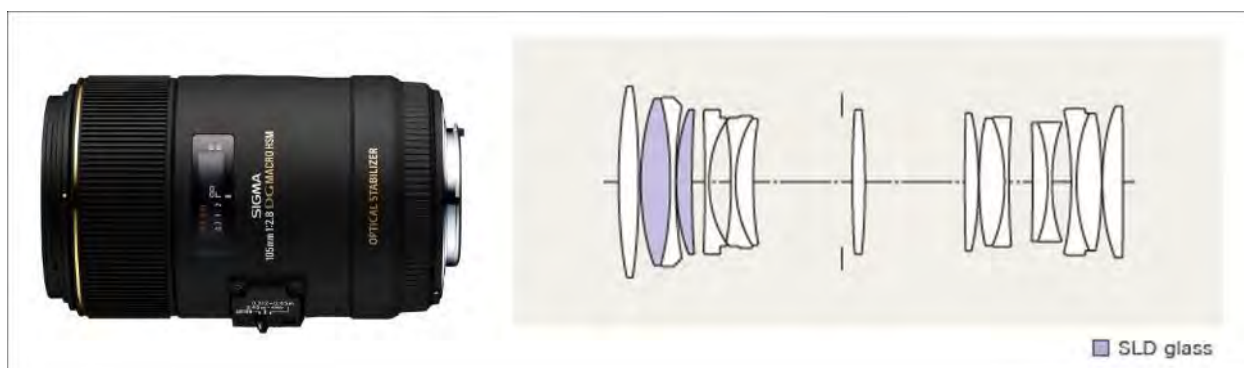
<sup>13</sup> Nikon els anomena *Micro*.



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 gamma d'obertures més extensa, per exemple, de f/2.8 a f/32. El moviment d'enfocament d'un objectiu macro és continu des d'infinít fins al factor màxim d'ampliació (1:1 o més) (vegeu apartat 1.2). 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 altres sistemes de captura macro (Langford, 2003; Langford et al. 2011).

Els objectius macro són de focal fixa, és a dir, no tenen zoom. I per enquadrar el motiu cal apropar-se o allunyar-se del mateix. Hi ha bàsicament dos tipus d'objectius macro, els de distància focal curta (50 mm o menys), petits i lleugers i que enfoquen motius a poca distància, i els de distància focal llarga (de 90 mm o més), que són més grans i pesats, però que a l'enfocar a més distància són els més utilitzats per a fotografiar petits animals que, a menys distància, possiblement s'espantarien (Alamany, 2001; Peterson, 2009).

Cal tenir present que la distància focal efectiva és la distància focal equivalent a càmera de 35 mm, per tant, per obtenir-la caldrà multiplicar la que marca l'objectiu pel factor multiplicador de focal, excepte quan s'utilitzi una càmera fullframe que, en el meu cas ha estat la que més he utilitzat. Es tracta de la càmera Nikon D610 i l'objectiu macro Sigma 105mm f/2.8 Macro (Figura 7).



**Figura 7.** Objectiu Sigma 105mm f/2.8 macro (esquerra) i representació dels seus grups òptics (dreta). S'assenyalen en blau les lents especials de baixa dispersió o SLD que corregeixen l'aberració cromàtica i l'aberració esfèrica. (Extret de: <http://www.sigma-photo.es/producto/macro-105mm-f2-8-ex-dg-hsm-os/>)

### 3.4 Smartphones

Moltes persones consideren a la fotografia mòbil l'ovella negra dins del terreny fotogràfic. Els seus arguments es basen, principalment, en la suposada baixa qualitat d'imatge que ofereixen els sensors i la falta de capacitat de les seves lents per a fomentar la creativitat (Rivas, 2015), però la tecnologia d'aquests darrers anys ha avançat exponencialment i els smartphones han començat a formar part d'aquest món de la fotografia digital de manera molt especial, com veurem més endavant.

Han aparegut al mercat diversos tipus de lents (macro, gran angular, teleobjectiu) per acoblar als mòbils, però aquí no ho tractarem perquè aleshores l'smartphone perd la seva característica principal, la seva portabilitat. Per això ens limitarem a utilitzar, i en part analitzar, dos tipus d'smartphones (un iPhone 6 d'Apple i un Lumia 950 de Microsoft) que incorporen de sèrie càmeres d'un cert nivell de qualitat, malgrat tots dos models ja han estat superats perquè porten al mercat més de dos anys.

En principi, la tecnologia utilitzada en la càmera dels mòbils no presenta gaires diferències de la utilitzada en moltes càmeres digitals i els dos aspectes fonamentals són els mateixos, és a dir, l'objectiu o grup òptic i el sensor, amb les limitacions d'espai que comporta les reduïdes dimensions d'un smartphone (Rivas, 2015).

L'objectiu o bloc òptic és l'encarregat de deixar entrar la llum exterior fins al sensor. Gràcies a l'organització de les lents d'aquest objectiu es redueixen les aberracions òptiques o les distorsions que es poden produir. Per tant, l'objectiu és pràcticament igual d'important que el sensor a l'hora de mirar la qualitat d'imatge (Figura 8).

Una gran diferència amb les altres càmeres anteriorment esmentades és l'obertura de diafragma ja que en els smartphones no és modificable. Això es deu la reduïda mida de les lents que dificulta la possibilitat d'afegir un sistema per variar aquest paràmetre (Rivas, 2015).



**Figura 8.** Exemple d'estructura de bloc òptic (objectiu) muntat en una càmera d'smartphone. (Extret de Rivas, 2015).

El sensor és la zona en la que arriba tota la llum que passa a través de l'objectiu i que aconsegueix formar la imatge que veiem en la pantalla o en el visor.

Un sensor d'imatge és una matriu o quadrícula formada per diminuts dispositius electrònics captadors de llum anomenats fotoreceptors. Els sensors més utilitzats actualment en fotografia mòbil són els CMOS (Figura 9) que disposen d'una varietat d'última generació: els BSI (Back-Illuminated Sensor).

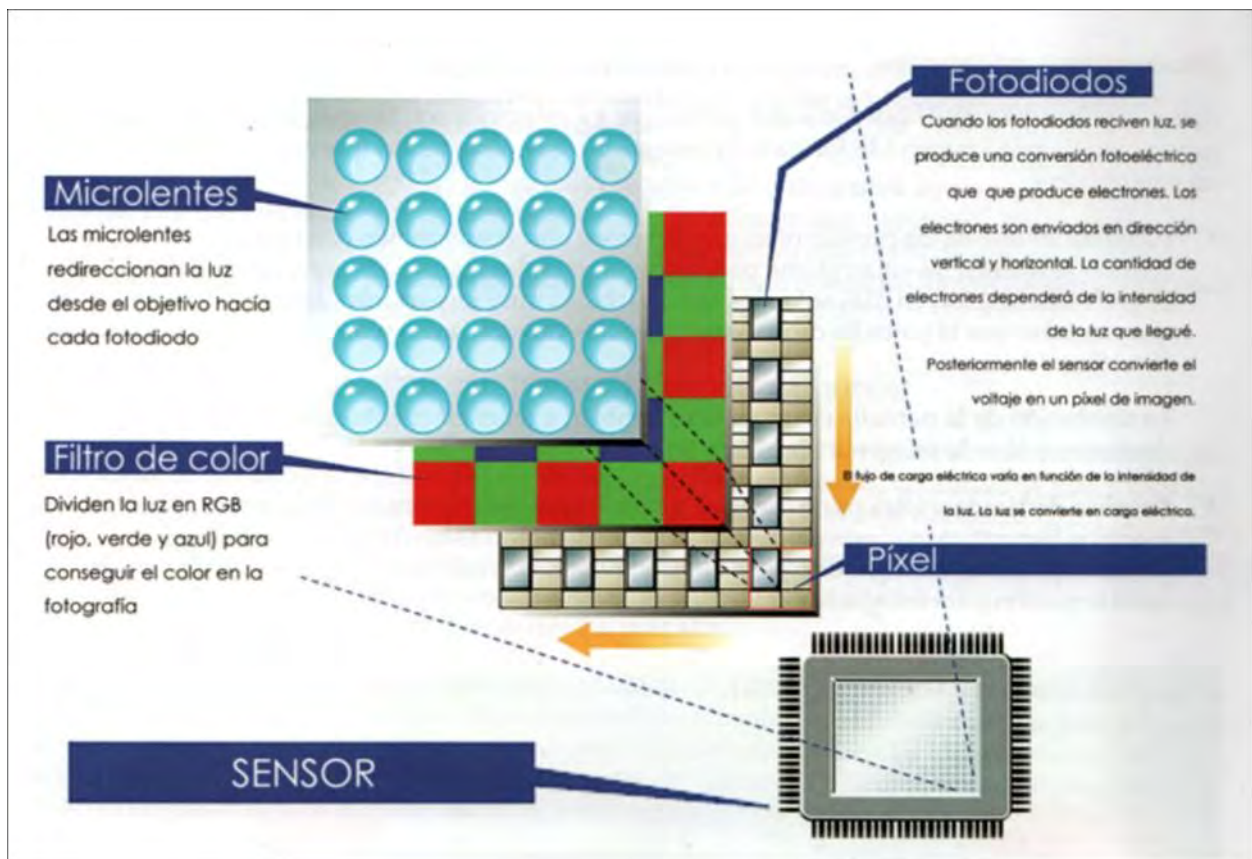
Aquests models es diferencien de la resta de CMOS per la distribució dels quadrants de fotoreceptors. El canvi permet capturar més llum,

inclús en ambients de poca il·luminació, i fa que augmenti la qualitat i es disminueixi el soroll.

El número de quadrants que incorpora el sensor coincideix amb la quantitat de píxels que conformaran les imatges preses. Alhora aquest valor ens indica la resolució, valor expressat com el resultat del producte obtingut al multiplicar els número de files per el número de columnes de la matriu. Donat que els smartphones contenen milions de cel·les, la unitat de mesura és el megapíxel.

Per saber quin és de millor qualitat cal tenir en compte la superfície per conèixer la distribució dels megapíxels. Tenint dos sensor de mateixa superfície, aquell que tingui menys unitats serà el que podrà rebre més llum i per tant tindrà menys soroll a les imatges. La mida del sensor, doncs, és més important que el número de píxels que hi hagi en ell però també hem de pensar quin serà el nostre propòsit fotogràfic i escollir segons aquest (Rivas, 2015).

La fotografia mòbil s'ha incrementat exponencialment (vegeu proper apartat) gràcies a aplicacions com Instagram, on es comparteixen imatges en format 1:1, és a dir, quadrat (Rivas, 2015). Tot i així els sensors incorporats en els smartphones, almenys fins ara, són de format rectangular amb una proporció generalment 4:3 (com en la majoria de càmeres compactes i en el sistema rèflex Olympus) o 3:2 (com en la majoria de càmeres rèflex).



**Figura 9.** Parts i funcionament d'un sensor d'imatge CCD (Extret de Rivas, 2015).

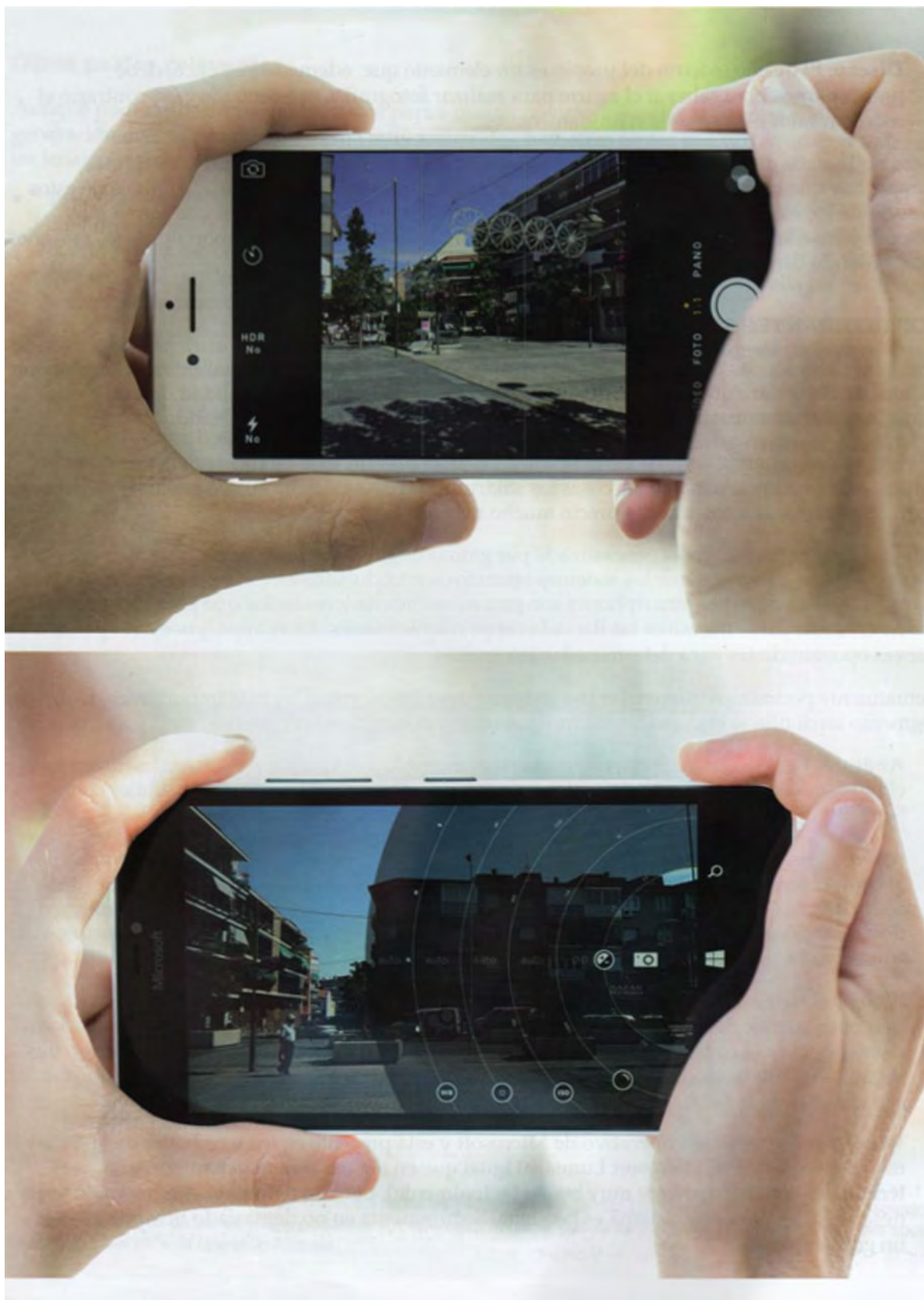
Hi ha altres parts importants a l'hora de seleccionar l'smartphone adient per les nostres necessitats fotogràfiques. La pantalla és de gran importància ja que és l'únic visor del que es disposa al contrari que les càmeres que disposen del mode *Live view* i del visor. Per tant, el contrast la mida i la bona visualització són dades a tenir en compte.

També hi ha smartphones que compten amb un botó dedicat, és a dir, un botó específic per fotografiar sense haver de clicar a la pantalla, com per exemple el botó de volum en l'iPhone o un botó específic en el Lumia 950. Aquest fet repercuteix directament amb l'estabilitat amb la que es fotografia amb un smartphone (Figura 10).

Totes aquestes condicions varien segons el tipus d'smartphone. Atenent al tipus de sistema operatiu, podem destacar tres sistemes actuals que incorporen càmeres de qualitat en els seus smartphones:

- **Android.** Està proporcionat per Google i és el més utilitzat arreu del món ja que està instal·lat a fabricants importants com Samsung, Sony, Huawei, BQ, etc. Això té l'avantatge de trobar una gran varietat de preus però alhora suposa que no es desenvolupin tantes aplicacions per explotar al màxim la càmera.
- **IOS.** És el sistema operatiu d'Apple i el podem trobar en iPhones i Ipads. Tenen un preu elevat però l'avantatge de tenir un tipus de model que els permet exprimir al màxim les possibilitats creant moltes *apps* sobretot per editar i disparar.
- **Windows.** Pertany a Microsoft i s'aplica a models de la marca americana Microsoft Lumia (procedents de l'antiga i rellevant marca Nokia), el qual disposa d'un bon hardware però un nombre reduït d'*apps*.



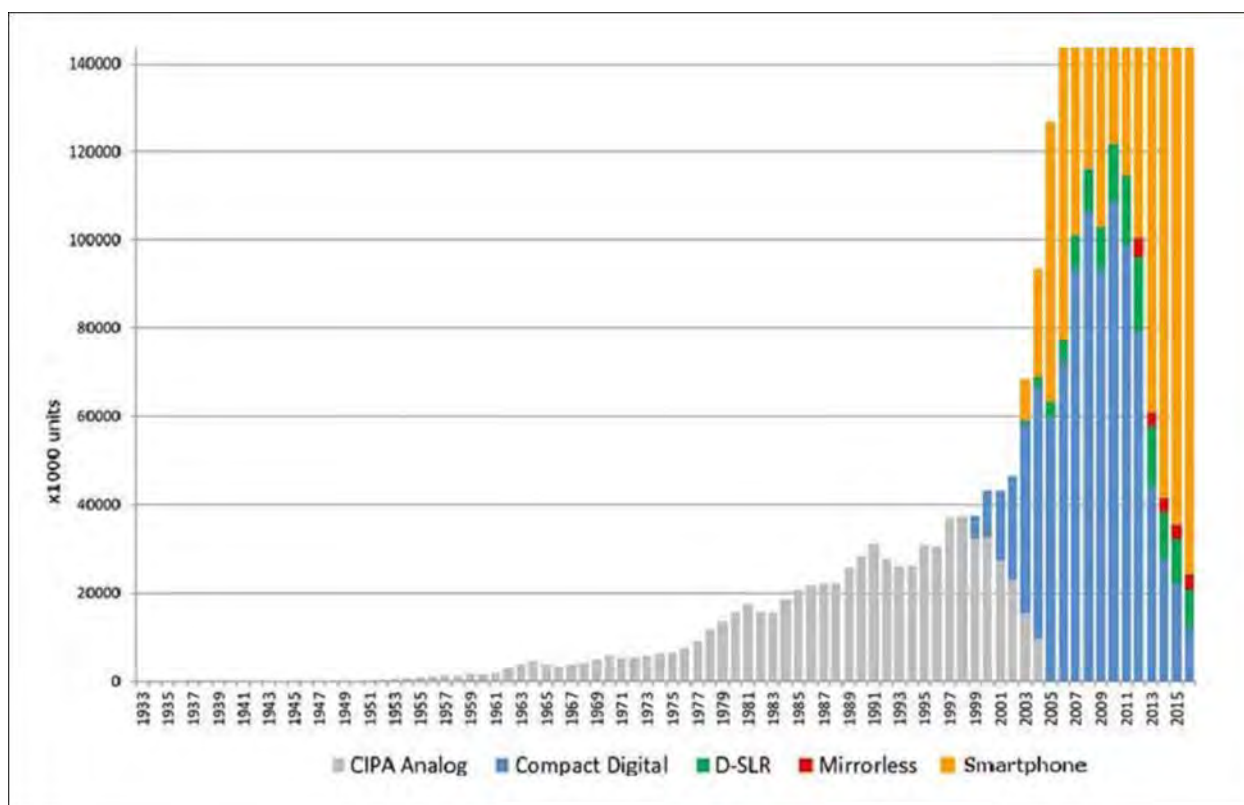


**Figura 10.** Cada tipus d'smartphone té certes diferències a l'hora de disposar d'unes o altres aplicacions, i també en la forma de fer-lo servir. Aquí es representen els dos telèfons mòbils que hem fet servir, l'iPhone 6 (a dalt) i el Lumia 950 (a baix). (Imatge extreta de Rivas, 2015).

#### 4. Per què han millorat tant les càmeres que incorporen els smartphones?

Creiem que la resposta a aquesta pregunta està molt relacionada amb l'evolució de les vendes de càmeres i d'smartphones dels últims anys. La venda de càmeres digitals ha anat disminuint i la dels smartphones que incorporen càmeres, cada vegada de més qualitat, s'ha anat incrementant. Però han estat unes variacions lineals? Certament veurem que no, alguns canvis s'han produït de forma exponencial.

L'Associació de Productes de la Imatge i la Càmera (CIPA, Camera & Imaging Products Association) del Japó (principal fabricant mundial de càmeres) el 6 de març de 2017 va publicar el seu informe amb el detall de vendes de càmeres fins l'any 2016. Amb aquestes dades, el fotògraf Sven Skafisk ha creat un gràfic que facilita la visualització de les dades, és a dir, el gran creixement de les vendes de telèfons intel·ligents durant els últims anys i l'aparent impacte que ha tingut en les vendes de càmeres fotogràfiques, sobretot compactes. En aquest gràfic també s'ha inclòs l'historial de vendes de tots els tipus de càmeres rèflex i compactes<sup>14</sup>, analògiques i digitals, des de l'any 1933 fins l'any passat, i es compara amb les vendes dels smartphones (vegeu figures 11 i 12).



**Figura 11.** Evolució de les vendes de càmeres analògiques, compactes digitals, DSLR, DSLM i smartphones de 1933 a 2016. La gràfica està tallada per la part superior (és 10 vegades més alta). En la part inferior aquí representada, a part de la desaparició de les càmeres analògiques, es pot observar la gran davallada de les compactes digitals els últims anys, mentre que les DSLR baixen una mica i les DSLM pràcticament no varien. (Extret de <https://www.dpreview.com/news/9398648371/2016-cipa-data-shows-compact-digital-camera-sales-lower-than-ever>).

En l'evolució de les vendes de càmeres analògiques, compactes digitals, DSLR (rèflex digitals), DSLM (Mirrorless) i smartphones de 1933 a 2016, podem destacar la desaparició<sup>15</sup> de les càmeres analògiques el 2005 i la gran davallada en la venda de compactes digitals a partir del 2010, moment en què havien assolit el seu màxim, mentre que les DSLR baixen una mica a partir de 2013 i les compactes avançades

<sup>14</sup> Excepte les estrictament professionals de mig i de gran format.

<sup>15</sup> No vol dir necessàriament que hagin desaparegut del tot, però amb relació a la comparativa, si.



(càmeres “bridge”) d’objectius intercanviables (vegeu apartat 3.2) pràcticament no varien. Possiblement perquè ofereixen un nivell de prestacions que no és possible substituir amb les reduïdes dimensions dels smartphones per allotjar les seves càmeres.

La versatilitat dels mòbils fa que sigui una opció atractiva pels aficionats a la fotografia junt amb la incorporació d’un sistema operatiu i un preu “moderat”. Aquests, han anat ocupant el lloc de les càmeres fins convertir-les en un producte gairebé “innecessari”.

Els fabricants davant aquest desinterès per les càmeres compactes han optat per reduir els seus productes i centrar-se en les càmeres de mitjana i alta qualitat (DSLR i DSLM) i sobretot en millorar les càmeres dels smartphones, dotant-los d’apps i característiques cada vegada més sofisticades com és el cas de l’iPhone 7S que, gràcies a que incorpora una doble càmera, pot crear efectes de desenfocament de profunditat de camp, aspecte que fins fa poc era restrictiu de les càmeres rèflex (vegeu apartat 5).



## 5. Macrofotografia i profunditat de camp

La profunditat de camp, és a dir, l'espai entre les parts més properes i més allunyades d'un subjecte que es reproduïen amb suficient nitidesa, és un dels conceptes més importants per un fotògraf perquè permet destacar el motiu enfocant allò que es desitja. Una alta profunditat de camp és perfecta per fotografiar paisatges ja que no hi ha cap element que tingui major importància que la resta. En canvi, quan es vol centrar la mirada en un punt concret ens dona la opció de desenfocar el fons amb una baixa profunditat de camp. Però el control de la profunditat en macrofotografia no és tan senzill i tampoc es pot obtenir la profunditat de camp desitjada en qualsevol càmera, com veurem tot seguit.

Als tres paràmetres clàssics que influeixen en la profunditat de camp (obertura del diafragma, longitud focal de l'objectiu i distància al subjecte) cal afegir-hi el de la mida del sensor, aspecte tractat a fons en un treball de recerca anterior (Sandra Roig, 2012).

En relació a com influeixen en la profunditat de camp aquest paràmetres clàssics, podem dir que, mantenint la resta de paràmetres constants, a) a mesura que l'obertura del diafragma es redueix, la profunditat de camp augmenta; b) quant més gran sigui la distància focal, menor serà la profunditat de camp (així doncs, un teleobjectiu té menor profunditat de camp que un gran angular); c) quant més a prop es situï la càmera de l'objecte a fotografiar, menys profunditat de camp hi haurà (per tant, en fotografia macro la profunditat de camp serà molt petita).

Tradicionalment, el fotògraf porta a terme el control de la profunditat de camp modificant l'obertura del diafragma. A més, en els objectius de focal fixa hi sol haver marcada una escala de profunditat de camp, que depèn de l'obertura escollida (Langford *et al.* 2011). Però tot això que acabem de comentar, que és perfectament vàlid per les càmeres analògiques i les digitals de format complet, no sempre es compleix en les compactes i en els smartphones, sobretot a mesura que la mida del sensor s'allunya de la del format complet. Aquest factor té una conseqüència pràctica molt rellevant: les càmeres que tenen un sensor de mida petita (la majoria de càmeres compactes i smartphones) disposen d'una gran profunditat de camp, mentre que les que el tenen gran (càmeres rèflex) la profunditat de camp es veu molt reduïda. De manera que els valors *f/* en les compactes indueixen a confusió i per fer-los equivalents (pel que fa a profunditat de camp) als d'una càmera rèflex s'hauria de buscar alguna mena de factor, ja que pot arribar a existir una diferència de 4 diafragmes entre compactes i rèflex (Taula 3).

**Taula 3.** Quadre de l'equivalència entre l'obertura del diafragma d'una càmera compacta amb la d'una càmera rèflex pel que fa a la profunditat de camp. (Figura extreta del treball de recerca de Sandra Roig, 2012)

| EQUIVALÈNCIES ENTRE DIAFRAGMES DE COMPACTES I RÈFLEX (SLR) PER OBTENIR UNA MATEIXA PROFUNDITAT DE CAMP |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <i>Compactes</i>                                                                                       | <i>Rèflex (SLR)</i> |
| <i>f/2,8</i>                                                                                           | <i>f/11</i>         |
| <i>f/4</i>                                                                                             | <i>f/16</i>         |
| <i>f/5,6</i>                                                                                           | <i>f/22</i>         |
| <i>f/8</i>                                                                                             | <i>f/32</i>         |
| <i>f/11</i>                                                                                            | <i>f/64</i>         |

Quan nosaltres fem una foto amb una compacta a *f/* menors (diafragma més obert), independentment del número que sigui, la profunditat de camp que obtenim és equivalent a la que obtindríem amb una càmera rèflex a un número *f/* molt major (diafragma molt més tancat). Precisament per aquest fet, en el

treball de la Sandra (Sandra Roig, 2012) es proposa el terme "profunditat de camp equivalent a càmera de 35 mm" de forma anàloga al ja existent de "distància focal equivalent a càmera de 35 mm". Nosaltres hem fet una comprovació d'aquesta relació (vegeu projecte 6.1).

Per altra banda, les càmeres compactes d'un sol objectiu (zoom o súperzoom) no solen presentar un nombre tan elevat d'obertures de diafragma com les rèflex i les mirrorless (que, depenent de l'objectiu, solen arribar a  $f/32$ ) i no presenten diafragmes més tancats de  $f/8$  (al menys les utilitzades en aquest treball) i, com ja hem comentat anteriorment (vegeu apartat 3.4) els smartphones únicament tenen una sola obertura de diafragma i no es pot canviar. Això fa que aquest paràmetre "tradicional" del control de la profunditat de camp no pugui ser utilitzat en càmeres compactes i smartphones.

La part realment positiva de les compactes i smartphones és a l'altre extrem, a les obertures grans ( $f2$  o fins i tot  $f/1.8$ ), la qual cosa permet disparar a més velocitat i sense fer servir trípode. D'altra banda, pel que acabem de veure, és l'única manera que tenim de captura directa si volem que un motiu amb relleu surti tot ell ben enfocat, essent impossible aconseguir-ho amb una rèflex. Dedicarem una part dels projectes a ressaltar aquest aspecte (vegeu projecte 6.7.3).

A part dels factors que determinen la profunditat de camp esmentats abans, podem considerar un parell més d'aspectes que influeixen en el resultat final que podem apreciar a l'observar una determinada fotografia. Per un costat està l'orientació (i el gruix o relleu) del motiu fotografiat respecte el pla de la càmera i per altre, l'ajuda de software específic a l'hora d'editar les imatges. Quan la profunditat de camp és mínima (que és el cas d'utilitzar una rèflex amb objectiu macro) podem fer tres coses, fotografiar un motiu pla i assegurar-nos de situar la càmera en un pla paral·lel (vegeu projecte 6.7.2); fotografiar un motiu tridimensional i decidir l'enquadrament adient per poder buscar la millor orientació de la toma (vegeu projecte 6.7.1) o bé, utilitzar la poca profunditat de camp per a ressaltar una part del motiu (vegeu projecte 6.7.5).

Per solucionar el problema de la poca profunditat de camp existeixen solucions per software utilitzant una tècnica anomenada *Enfocament compost* (Freeman, 2009) o *Enfocament per apilament* (Mallol, 2013). Consisteix en fer diverses fotografies enfocant, en ordre descendent o ascendent, totes les parts del subjecte i després amb un programa de software fer la unió de les fotografies. En treballs anteriors (Ariadna Simón, 2009; Julia Alguacil, 2013) s'ha explicat i s'han realitzat projectes d'enfocament compost. De fet, algunes càmeres modernes i smartphones ja incorporen diversos tipus de bràqueting<sup>16</sup> en les seves captures, i entre ells el bràqueting<sup>17</sup> d'enfocament. Nosaltres no hem utilitzat cap d'aquestes solucions en aquest treball.

---

<sup>16</sup> Terme anglès recentment incorporat al TERMCAT: <https://www.citm.upc.edu/blog/admes-el-terme-de-braqueting-en-catala-proposat-pel-professor-carles-mitja-del-citm/?lang=ca>

<sup>17</sup> la tècnica del bràqueting consisteix en realitzar varies tomes d'una mateixa escena utilitzant diferents configuracions de la càmera (velocitat d'obturació, obertura de diafragma, ISO, enfocament..).  
<https://www.dzoom.org.es/bracketing-horquillado/>





## 6. Projectes

En aquest apartat es presentaran els projectes realitzats al llarg del treball de recerca. Els projectes s'han portat a terme amb l'equipament de fotografia de l'Escola i han estat realitzats en diversos indrets de l'Escola (laboratori de biologia, laboratori de fotografia, aula 4, aula D) als voltants de l'Escola, al Pati de les tortugues i en les sortides realitzades aquest estiu als Jardins de Mossèn Cinto Verdaguer de Montjuïc, al Montseny (a Santa Fe i a Sant Marçal) i a Masquefa, on hi ha el CRARC. Tant els projectes realitzats a l'Escola com en les sortides, queden reflectits al document fotocronològic que s'adjunta com annex i al que sovint s'hi fa referència.

Hem separat els projectes en dos grups conceptuals, un que és de caire més tècnic que representa una sèrie de pràctiques inicials encaminades a aprendre el funcionament dels controls manuals de la càmera, subdividit, al seu torn, en tres aspectes fotogràfics. El primer relacionat amb el control de la profunditat de camp a distància macro, el segon amb el temps d'exposició (inclou una activitat amb nens de P4), i en el tercer es porta a terme una anàlisi per comparar les captures macro amb tres tipus de càmeres. El segon grup de projectes, ja són projectes de caire biològic.

### PROJECTES TÈCNICS

#### 6.1 Pràctiques de control de la profunditat de camp

La idea de fotografiar cartolines i llapis ve donada per un article de la revista *Digital Camera*<sup>18</sup> on es proposen uns projectes per posar en pràctica trucs i tècniques per captar primers plans (macro) utilitzant subjectes quotidians (Vegeu AF del dia 30/06/2017). Per crear imatges artístiques abstractes la revista proposa convertir aquestes fulles de cartolina en art modern. Per aconseguir-ho cal ajuntar aquestes doblegant-les per dibuixar corbes i a continuació agafant-les amb una pinça. A la Figura 13 podem observar les cinc cartolines disposades aproximadament a 3 centímetres de distància entre elles, fotografiades a una obertura de f/4 (la recomanada) que ens dona poca profunditat de camp. Variant el punt d'enfocament aconseguim destacar una sola cartolina i desenfoquem la resta, per tant, fem ús de l'enfocament selectiu. La revista pretenia afinar la tècnica d'enfocament del fotògraf amb una obertura f/8 fixa però en comptes de seguir aquest procés, ens hem inspirat per crear-ne un de nou similar. S'ha variat l'obertura introduint la màxima (números f petits) i la mínima (números f grans) possible, exceptuant els smartphones que és fixa, per donar la mínima i la màxima profunditat de camp (respectivament) a distància macro. Hem utilitzat una càmera rèflex amb objectiu macro (Figura 14), una càmera compacta (Figura 15) i els smartphones ja mencionats (Figura 16).

En el primer cas, amb la Nikon D610 amb objectiu Sigma macro 105mm f/2.8 s'obté com a resultat una gran diferència entre la imatge obtinguda amb l'obertura de f/4, on només es veu un llapis ben enfocat (Figura 14, a dalt), i la que s'obté quan s'utilitza la menor obertura de f/32, on estan pràcticament tots enfocats (Figura 14, a baix).

Per contra, amb la compacta Canon SX-20 IS, fent servir la màxima obertura i la mínima, no s'observa pràcticament cap diferència. Fins i tot amb una obertura més gran (f/2.8) que en la rèflex del cas anterior, la profunditat de camp en la compacta s'assembla a la màxima (f/32) obtinguda amb la rèflex (Figura 15).

Aquest fet representa una comprovació del que hem comentat abans (vegeu taula 3) de que quan nosaltres fem una foto amb una compacta a f/ menors (diafragma més obert), independentment del número que sigui, la profunditat de camp que obtenim és equivalent a la que obtindríem amb una càmera rèflex a un número f/ molt major (diafragma molt més tancat). En aquest cas concret, com acabem de veure, es compleix l'equivalència esmentada a la taula, que la profunditat de camp a f/8 d'una compacta equival a la que s'aconsegueix a f/32 amb una càmera rèflex fullframe. Aquest mateix fet explica que amb els smartphones, que tenen una obertura fixa de f/2.2 en el cas de l'iPhone 6 i de f/1.9 en el del Lumia 950, també s'assoleixi una gran profunditat de camp, malgrat la gran obertura (Figura 16).

---

<sup>18</sup> Revista número 168 de *Grupo Zeta* publicada el juny de 2017.



**Figura 13.** Enfocament selectiu. Quan la profunditat de camp és baixa es pot seleccionar la part que volem que quedi enfocada. En aquest cas la cartolina rosa (imatge superior) o la taronja (imatge inferior).



**Figura 14.** Mínima profunditat de camp a la màxima obertura de diafragma (a dalt) i màxima profunditat de camp a la mínima obertura (a baix) amb la càmera Nikon D610 i objectiu Sigma macro 105mm f/2.8 (a la mínima distància macro l'obertura màxima que vam aconseguir és f/4). Es pot observar que fins i tot a f/32 la profunditat de camp no arriba del tot als extrems.





**Figura 15.** Mínima profunditat de camp a la màxima obertura de diafragma (a dalt) i màxima profunditat de camp a la mínima obertura (a baix) amb la càmera compacta Canon SX-20 IS. Es pot observar que fins i tot a  $f/2.8$  la profunditat de camp és gran i presenta poca diferència amb la d' $f/8$ .



**Figura 16.** Les càmeres dels smartphones tenen una obertura de diafragma fixa i no es pot variar, i malgrat la gran obertura dels aquí representats, f/2.2 de l'iPhone 6 (a dalt) i f/1.9 del Lumia 950 (a baix), la profunditat de camp és força gran.



## 6.2 Pràctiques de control de la velocitat d'obturació

### 6.2.1 Pintar amb llum

Una de les aplicacions de velocitat d'obturació lenta és sens dubte la fotografia nocturna, ja que perquè es pugui captar una imatge quan hi ha poca llum, el temps d'exposició ha de ser molt llarg. En aquestes circumstàncies el trípod resulta imprescindible.

La Laura (tutora de P4) va demanar al Marí de fer una activitat de fotografia amb llums amb els nens de P4 per la portada del projecte de classe de final de curs, i com eren la classe dels Astronautes, volien fer alguna cosa que representés el cel nocturn. El Marí va suggerir que cada nen dibuixés una estrella davant la seva cara, d'aquesta manera cada nen quedaria parcialment il·luminat, cada nen seria una estrella, però va afegir que això tècnicament era molt difícil, però que tenia una alumna de treball de recerca de fotografia que ho podria intentar fer com a projecte. De manera que m'ho va encarregar a mi.

Per preparar-ho s'havien de tenir en compte molts aspectes. El primer que s'havia de fer era decidir a quina aula ho faríem. Havia de ser una aula que es pogués enfosquir. Hi ha tres llocs a l'Escola que es poden enfosquir, el laboratori de fotografia (però és massa petit) i les aules 4 i D, que tenen cortines opaques. En segon lloc s'havia de seleccionar el material (càmera rèflex amb objectiu zoom curt, amb gran angular, trípod, llums de colors...) i, en tercer lloc, havia de fer unes proves de temps d'exposició

La idea és que cada nen es pugui encerclar el cap amb un llum i si pot ser dibuixar una estrella davant el seu cap. Per això vaig demanar als companys de classe de biologia si es podien quedar una estona a última hora per fer unes proves de temps d'exposició (de fet, ja hi teníem certa experiència perquè gairebé tots els que érem aquí ho havíem practicat a les colònies de 3r d'ESO a les Planes de Son, com activitat de fotografia nocturna). Vam pujar a l'aula 4 i vam fer diverses proves de temps d'exposició. Es tractava que donés prou temps de fer el dibuix de llum i s'enregistrés correctament, sense que la imatge quedés cremada (vegeu AF del dia 6/6/2017).

Després de fer diverses proves amb els companys ens vam adonar que dibuixar estrelles resultaria massa complicat pels nens i vam fer proves amb cercles de llum al voltant de la cara (Figura 17).

Les dades de càmera més òptimes vam decidir que eren (en programa Manual), ISO 100, f/10 i velocitat (temps d'exposició) 5 segons (tot pensant en que els nens són petits i necessitarien bastant temps).

Arriba el dia esperat i en primer lloc els portem al passadís de la biblioteca on hi ha alguns pòsters d'aquests tipus de fotografies fets a les Planes de Son perquè vegin que s'ha d'estar a les fosques i que han de moure el llum (vegeu AF del dia 15/06/2017). Després anem a l'aula D (que ja havíem enfosquit prèviament) i els anem cridant en petits grupets, amb l'ajuda de les mestres i la Sara prepara els nens i els hi dona els llums.

En poc més d'una hora tots els nens han fet un dibuix lumínic (Figura 18) i, fins hi tot, han aconseguit dibuixar amb llum les lletres de la paraula "Astronautes" per la portada del projecte de classe (Figura 19).

### 6.2.2 L'aspecte d'una cascada d'aigua

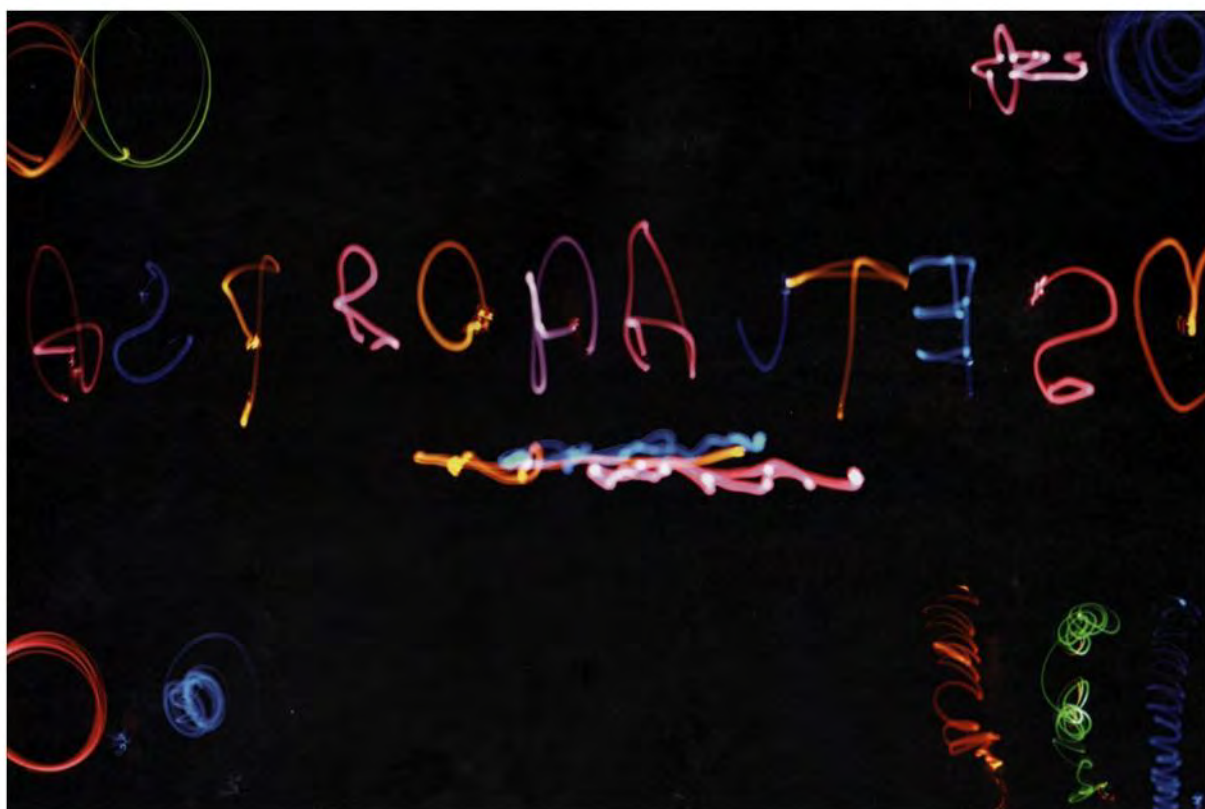
Variant la velocitat d'obturació l'aspecte d'un raig d'aigua o d'una cascada pot variar dràsticament. Si es dispara a alta velocitat l'aigua es pot arribar a aturar, mentre que si la velocitat és lenta (temps d'exposició llarg) l'aigua assoleix un aspecte fluid, més difuminat. En aquest segon cas és imprescindible utilitzar trípod. Vaig poder posar en pràctica aquesta característica en la sortida al Montseny (vegeu AF del dia 26/07/2017), en la cascada que hi ha a la sortida de l'embassament de Santa Fe (Figura 20).



**Figura 17.** Pràctica prèvia amb alguns companys de Biologia per a determinar els paràmetres de càmera. Vam decidir que dibuixar una estrella (imatge superior) resultaria massa complicat pels nens de P4, de manera que vam optar per dibuixar cercles o lletres (a baix).

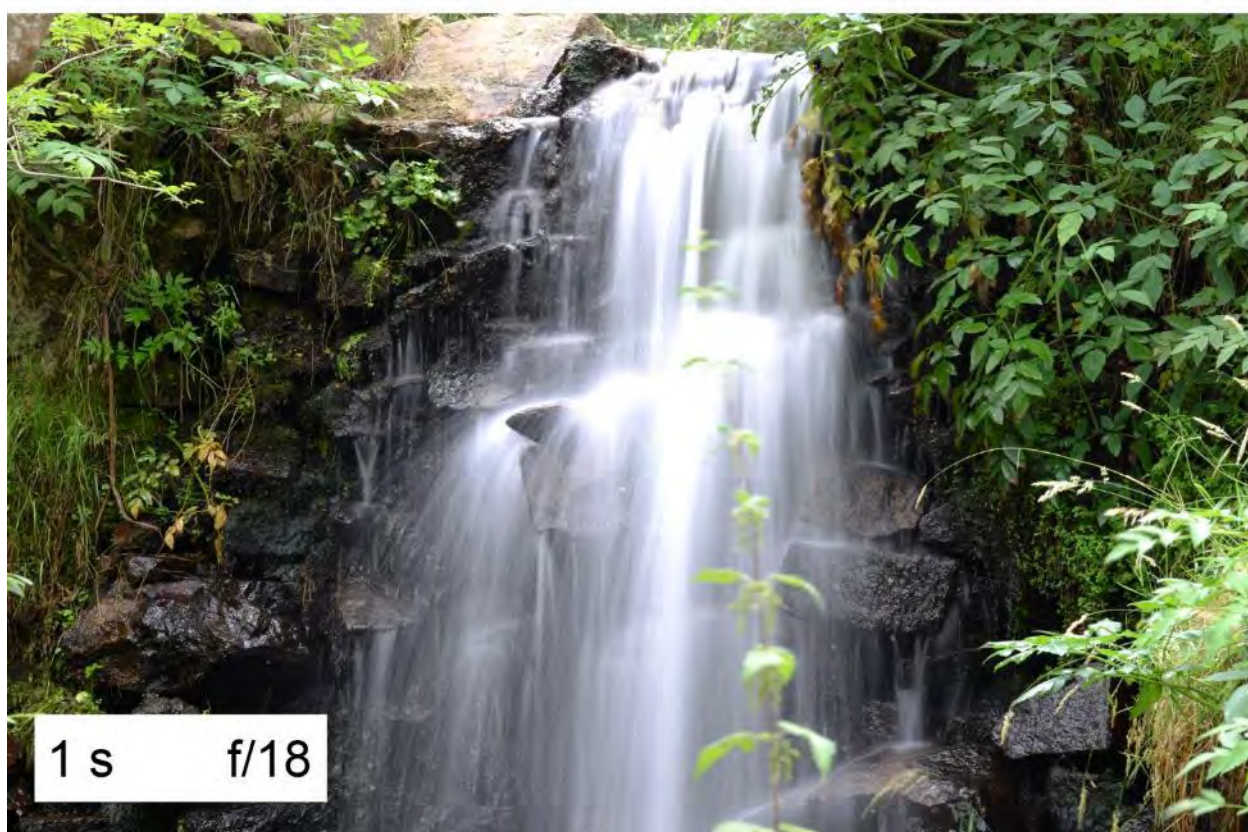
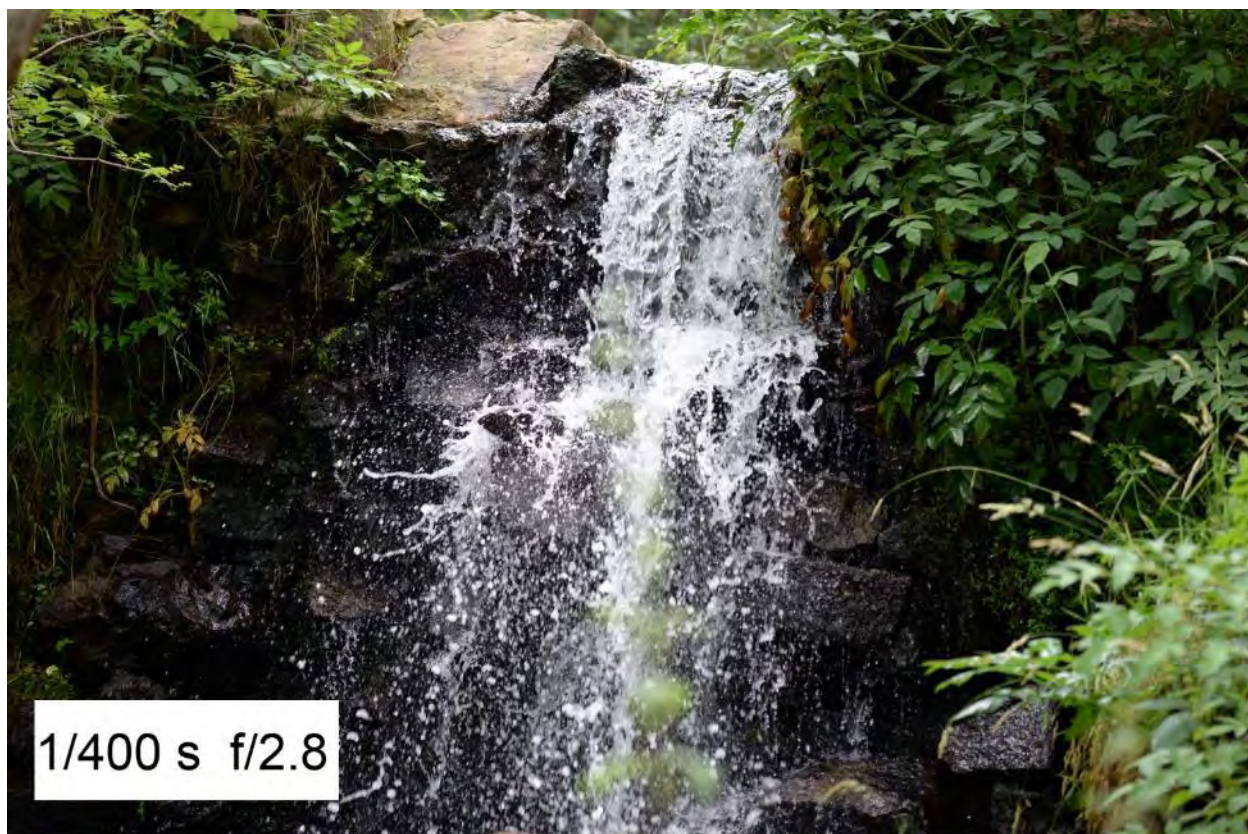


**Figura 18.** Cercles i dibuixos de llum fets pels nens de P4 a l'aula D enfosquida. Els nens disposaven d'un llum de color i un temps de 5 segons per fer el seu dibuix.



**Figura 19.** Portada i contraportada del treball de curs de la classe de P4 del curs 2016-2017, la classe dels ASTRONAUTES. Tots els nens hi tenen el seu dibuix de llum.





**Figura 20.** L'aspecte d'aquesta cascada d'aigua canvia molt en funció de la velocitat d'obturació utilitzada, en el cas d'un temps d'exposició molt curt (1/400 de segon, imatge superior) les gotes i els esquitxos queden com aturats, mentre que amb un temps d'exposició llarg (1 segon, imatge inferior) la sensació de continuïtat i de fluïdesa és molt més gran. (Projecte de camp realitzat a Santa Fe del Montseny).



## 6.4 Rèflex, compacta o smartphone?

### 6.4.1 Metodologia

Es va portar a terme un estudi comparatiu entre càmeres rèflex amb objectiu macro (3 càmeres i 4 objectius macro), càmeres compactes (una compacta i una bridge súperzoom) i dos smartphones (iOS i Windows).

Com a motiu no es va utilitzar cap carta de test d'objectius com s'ha fet en ocasions anteriors (Júlia Alguacil, 2013), sinó un full de paper mil·limetrat de color verd que teníem al laboratori de biologia. La raó principal de fer servir paper mil·limetrat és que, a part de poder comparar visualment la qualitat de les imatges agafades amb cada tipus de càmera i objectiu, ens permetria comprovar la relació de reproducció a mida real dels objectius que tenen un factor 1:1 (vegeu apartat 1.2). I també podríem conèixer quina és la relació de reproducció màxima (a mínima distància d'enfocament) de les compactes i dels smartphones. Així, per exemple, la càmera de format complet, que té unes mides de 36 x 24 mm, el fotograma obtingut a la distància mínima d'enfocament, hauria de ser la mateixa, és a dir, de 36 x 24 mm (comptant les ratlletes del paper mil·limetrat).

Les proves es van fer sempre al laboratori de biologia, amb enfocament manual (excepte amb els smartphones, que es va fer en automàtic), el valor ISO baix (mai superior a 400), balanç de blancs en auto, amb la il·luminació natural (que entrava per la finestra) i amb suplement de focus LED de llum blanca en alguns casos, a la màxima qualitat d'imatge en JPG (mínima compressió) i les càmeres muntades sobre trípode. Cal dir que no es va fer servir cable disparador ni es va fer ús del temporitzador. Es va fer un mínim de 3 fotografies per cada sistema analitzat. De cada grup de fotos es va escollir la millor i més ben enfocada en cada cas, observant-les a la pantalla de l'ordinador.

En tots els casos es van realitzar les captures a la distància mínima d'enfocament per tal d'enregistrar, com hem dit abans, el màxim augment possible del motiu. Cal dir, però, que hi ha una excepció, és el de les càmeres compactes, que tenen una distància mínima d'enfocament de pocs cm i es fa ombra. En aquests casos s'ha enretirat una mica més la càmera de l'objecte per poder fer la fotografia. En el cas de la compacta súperzoom també s'ha fet la foto a la distància mínima d'enfocament (1,5 m aproximadament) amb súperzoom, tant òptic, com òptic i digital.

### 6.4.2 Resultats i discussió

Per tal d'obtenir més informació de les proves es presentaran tres tipus de resultats. En primer lloc (a), els que corresponen a la imatge real obtinguda amb cada càmera i objectiu. Aquesta imatge, com ja hem dit, ens informa de les mides reals del sensor, si la relació de reproducció de l'objectiu és 1:1. En segon lloc (b) es retalla un 1 cm<sup>2</sup> de cada una de les imatges anteriors i es mostren en un mateix full (llenç), per tal d'observar la resolució relativa final obtinguda. En tercer lloc (c) es mostra un 1 cm<sup>2</sup> de cada captura a una mateixa resolució per tal de poder comparar visualment els resultats.

a) A la figura 21 es mostra la imatge completa obtinguda amb la càmera Nikon D610 (Fullframe, 36x24mm) i dos tipus d'objectius, objectiu Micro Nikkor 60mm (a dalt) i objectiu Macro Sigma 105mm (a baix). Ambdós objectius tenen una relació de reproducció 1:1 i, per tant, s'haurien de comptar 36 mm del costat llarg i 24 del curt. La imatge inferior (amb l'objectiu Sigma) coincideix perfectament, però amb el Nikkor li sobra una mica, és a dir, ha agafat més tros de quadrícula. Això pot indicar que la càmera no estava a la mínima distància.

A la figura 22 es mostra la imatge completa obtinguda amb la càmera Nikon D300 (APS, 24x16mm) i dos tipus d'objectius, objectiu Micro Nikkor 60mm (a dalt) i objectiu Macro Sigma 105mm (a baix). Ambdós objectius tenen una relació de reproducció 1:1 i, per tant, s'haurien de poder comptar 24 mm del costat llarg i 16 del curt. Això és realment el que surt, amb els dos objectius.

A la figura 23 es mostra la imatge completa obtinguda amb la càmera Canon EOS 40D (APS, 22.2x14.8mm) i objectiu macro Canon 100mm (a dalt) i càmera Olympus E-30 (4/3, 17.3x13mm) i objectiu macro Olympus 50mm (a baix). L'objectiu Canon té una relació de reproducció 1:1 i els resultats són els esperats, és a dir, coincideixen amb la mida exacta del sensor. Pel que fa a l'objectiu Olympus, en canvi, la relació

de reproducció és 1:2, per tant la meitat. Això vol dir que els valors obtinguts de 34,3 i 25,9 mm els hem de dividir per dos, i aleshores els resultats coincideixen força bé.

A la figura 24 es mostra la imatge completa, però sense ser a la distància mínima d'enfocament perquè es produïen ombres, com ja hem comentat. A més a més, es pot observar una forta distorsió (aberració geomètrica) de les imatges, tant en la superior (càmera Canon SX-20 súperzoom) com en la inferior (càmera Samsung SX-1). Aquestes són, amb diferència les pitjors imatges obtingudes.

A la figura 25, en canvi, podem observar la imatge obtinguda amb la mateixa càmera Canon SX-20 utilitzant la màxima distància focal del súpertele òptic (imatge superior) i amb el súpertele digital (imatge inferior). En ambdós casos s'obté una imatge sense distorsió geomètrica. En aquest segon cas es pot calcular una relació de reproducció aproximada de 1:3,5 (21mm:6,2mm). Això és una prova més de la possibilitat d'utilitzar el súperzoom com a alternativa macro.

A la figura 26 es mostra la imatge completa obtinguda amb els smartphones iPhone 6 (4,8x3,6mm) (a dalt) i Microsoft Lumia 950 (6.1x4.6mm) (a baix). En el primer cas surt una ràtio de 1:3,5 i en el segon de 1:3,2.

b) A la figura 27 es mostra 1 cm<sup>2</sup> de cada una de les imatges anteriors en un mateix full (llenç), mantenint la resolució original relativa (la màxima que permet cada càmera). La mida observada depèn tant de la resolució com de la mida del sensor i de la ràtio. La imatge que es veu més gran és la de l'smartphone Lumia 950.

c) A la figura 28 les imatges corresponen a 1 cm<sup>2</sup> real, però representats tots a la mateixa resolució. De dalt a baix i d'esquerra a dreta: Canon 40D i objectiu macro Canon 100mm, Olympus E-30 i objectiu macro Olympus 50 mm, Nikon D300 i objectiu micro Nikkor 60mm, Nikon D300 i objectiu macro Sigma 105mm, Nikon D610 i objectiu micro Nikkor 60mm, Nikon D610 i objectiu macro Sigma 105mm.

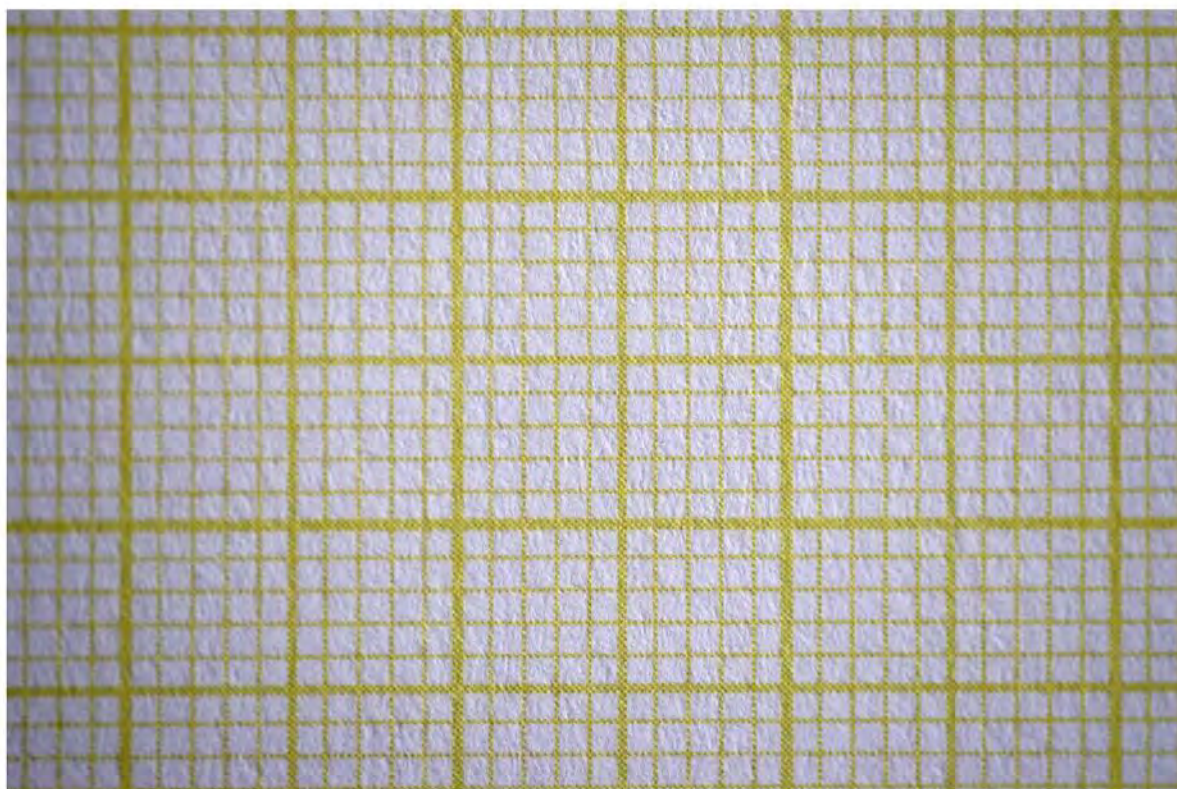
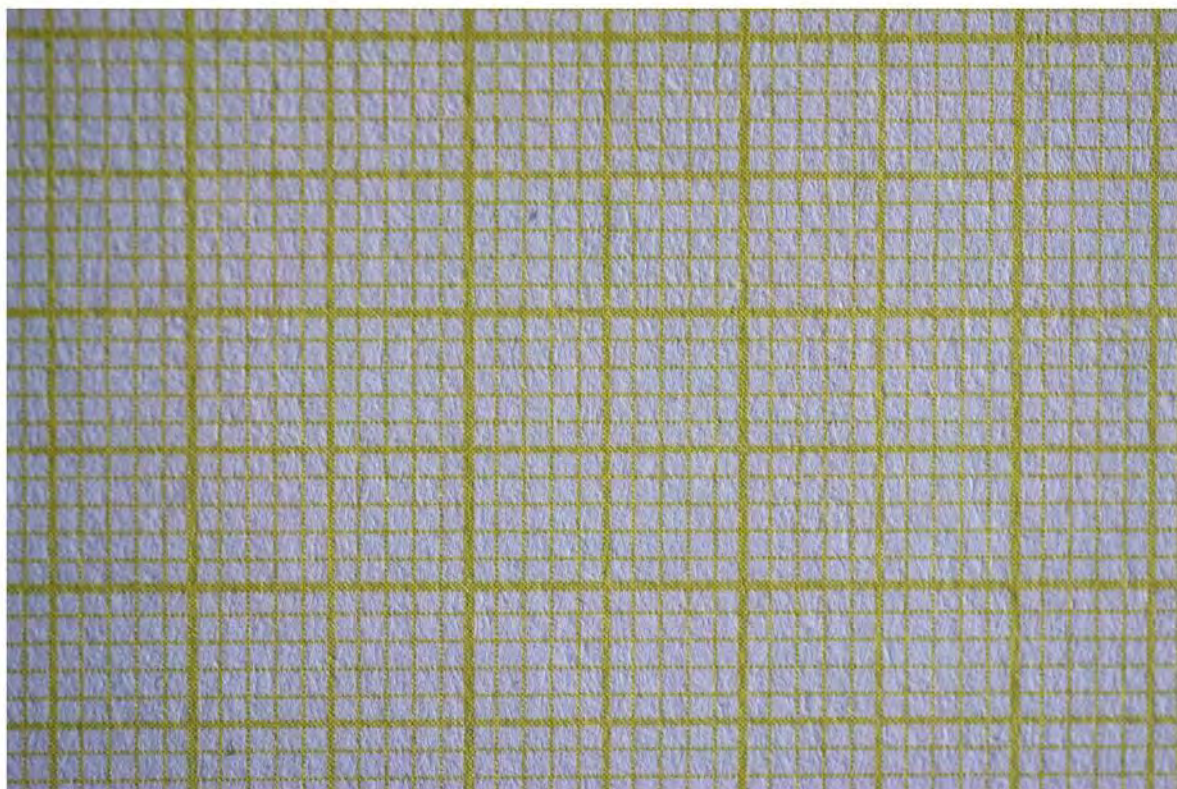
A la figura 29, el mateix, però amb compactes i smartphones. De dalt a baix i d'esquerra a dreta: Compacta Canon SX-20, compacta Samsung EX-1, Smartphone iPhone 6, smartphone Lumia 950, Canon SX-20 súpertele, Canon SX-20 súpertele amb zoom digitalx4.

A partir d'aquestes proves podem concloure que els únics sistemes que permeten una relació de reproducció 1:1 és utilitzant càmeres rèflex amb objectiu macro 1:1. És el cas dels objectius Canon, Nikon i Sigma (l'objectiu Olympus és 1:2). En tots aquests casos s'ha pogut comprovar que les mides del fotograma del paper mil·limetrat coincideixen amb les mides del sensor, independentment de la mida del sensor de la càmera rèflex utilitzada. És a dir, hem pogut comprovar el que hem assenyalat a la figura 1 (vegeu apartat 1.2).

En les compactes i els smartphones, hem vist que en el millor dels casos s'aconsegueix una relació de reproducció de 1:3.5, i que en opció macro a poca distància els smartphones superen clarament a les compactes, excepte quan aquestes utilitzen el súperzoom com a macro. Això és degut a que els fabricants han aconseguit corregir les distorsions (aberracions) en les òptiques dels smartphones, amb un resultat molt semblant al que s'aconsegueix amb un objectiu macro de focal fixa per càmera rèflex, que ja hem dit (vegeu apartat 3.3) que és una de les seves principals virtuts.

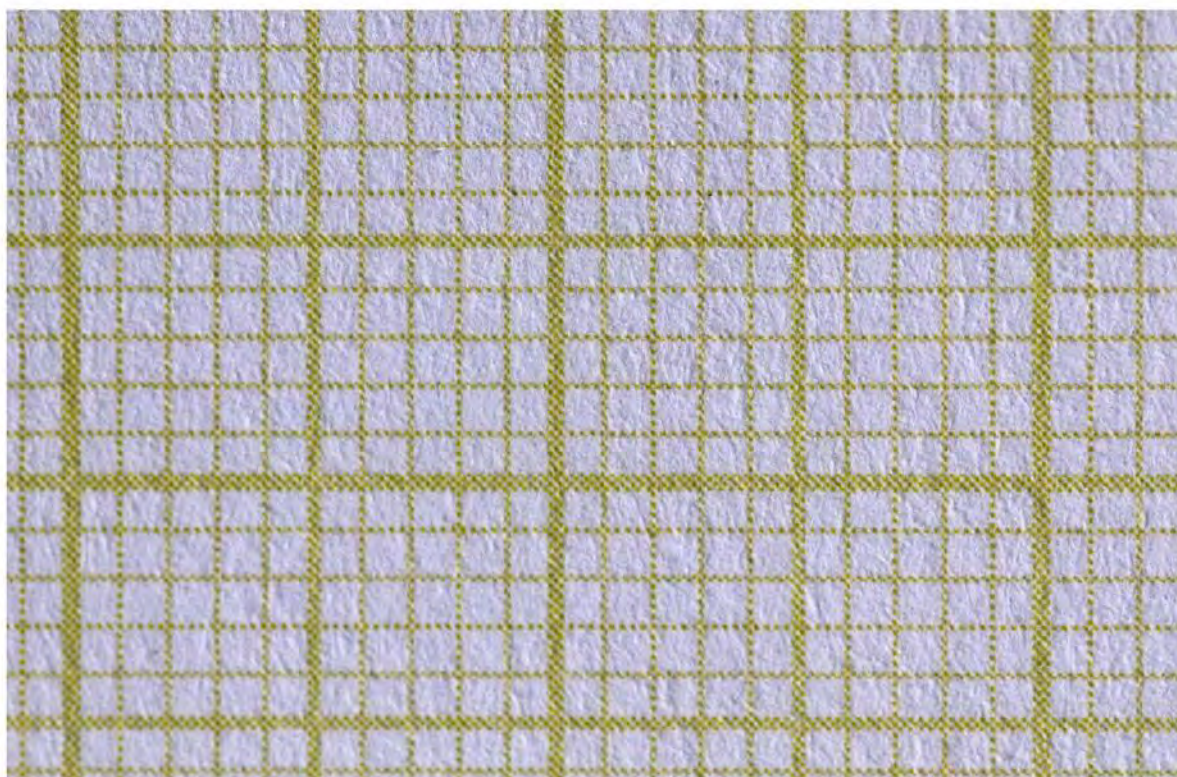
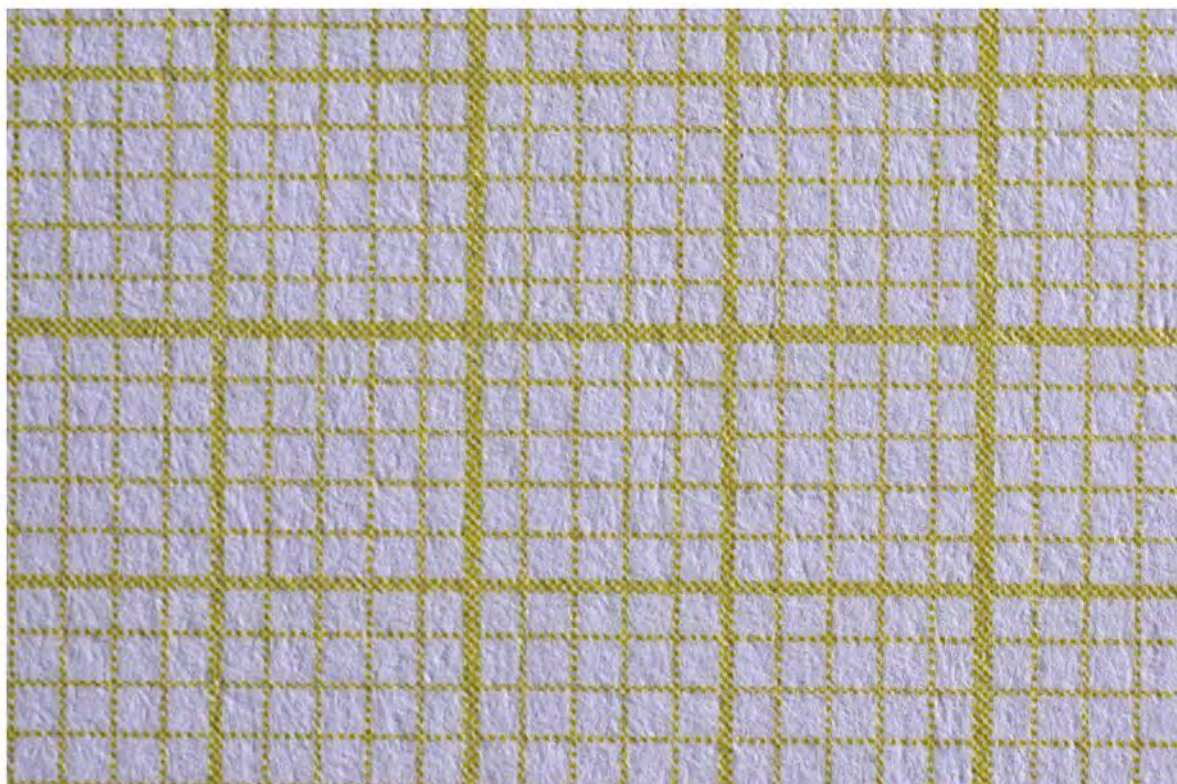
Pel que fa a la qualitat d'imatge, analitzant les ampliacions d'1cm<sup>2</sup>, podem concloure que els millors resultats s'han obtingut amb càmera rèflex i objectiu macro, seguit molt de prop pels smartphones i compacta amb súperzoom al màxim, i a bastanta més distància les compactes amb opció macro. Si volem concretar més, a partir de l'observació d'ampliacions d'aquestes imatges d'1cm<sup>2</sup> en la pantalla de l'ordinador (que és com es veuen realment les diferències), hem considerat que les millors imatges, tenint també en compte el color més real, són les obtingudes amb l'objectiu macro Canon 100 mm muntat en la càmera Canon 40D, en les rèflex (Figura 28, a dalt, a l'esquerra) i amb la Canon Powershot SX20 amb súpertele i màxim zomm digital, en les compactes i smartphones (Figura 29, abaix, a la dreta).

I si ens fixem únicament en el detall fi, sense considerar el color, destaca l'objectiu macro Olympus 50 mm muntat en la càmera Olympus E-30 (Figura 28, a dalt, a la dreta) i l'smartphone Lumia 950 (Figura 29, al mig, a la dreta).



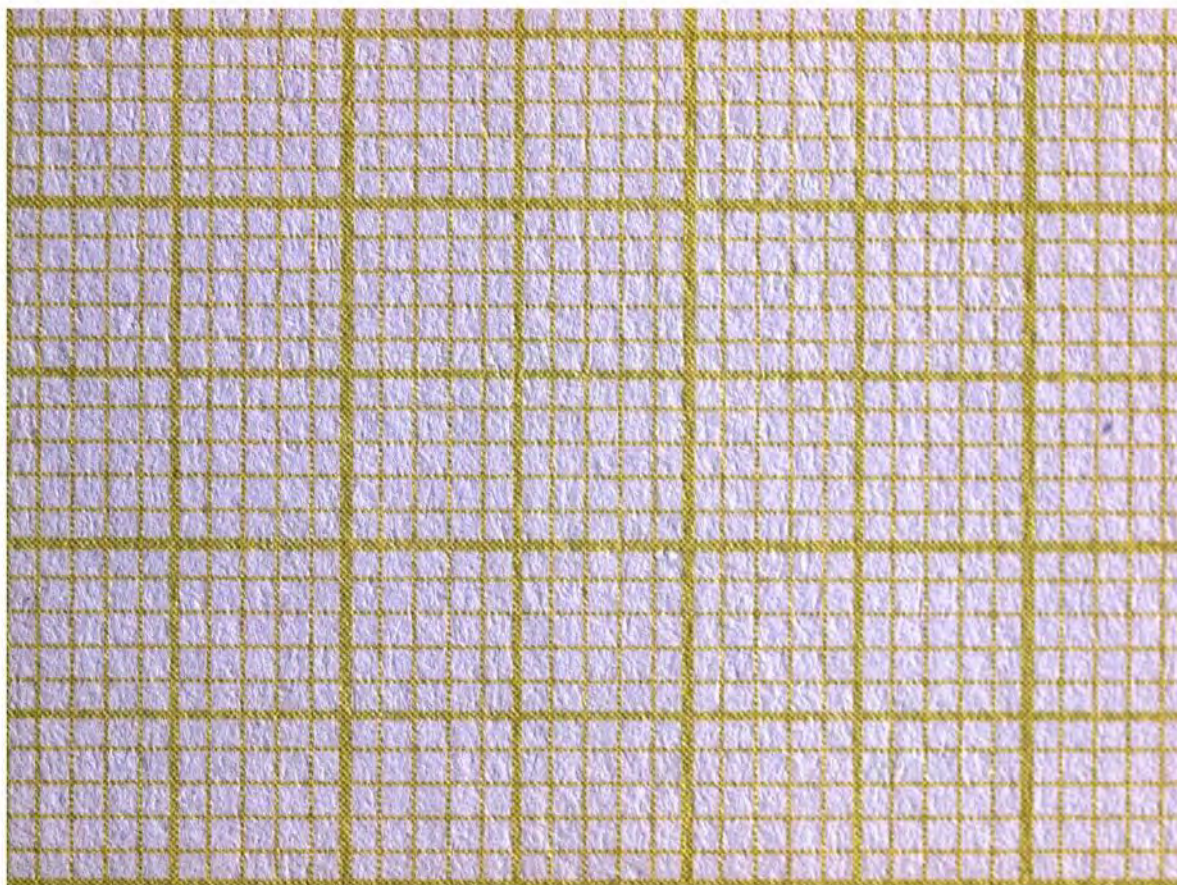
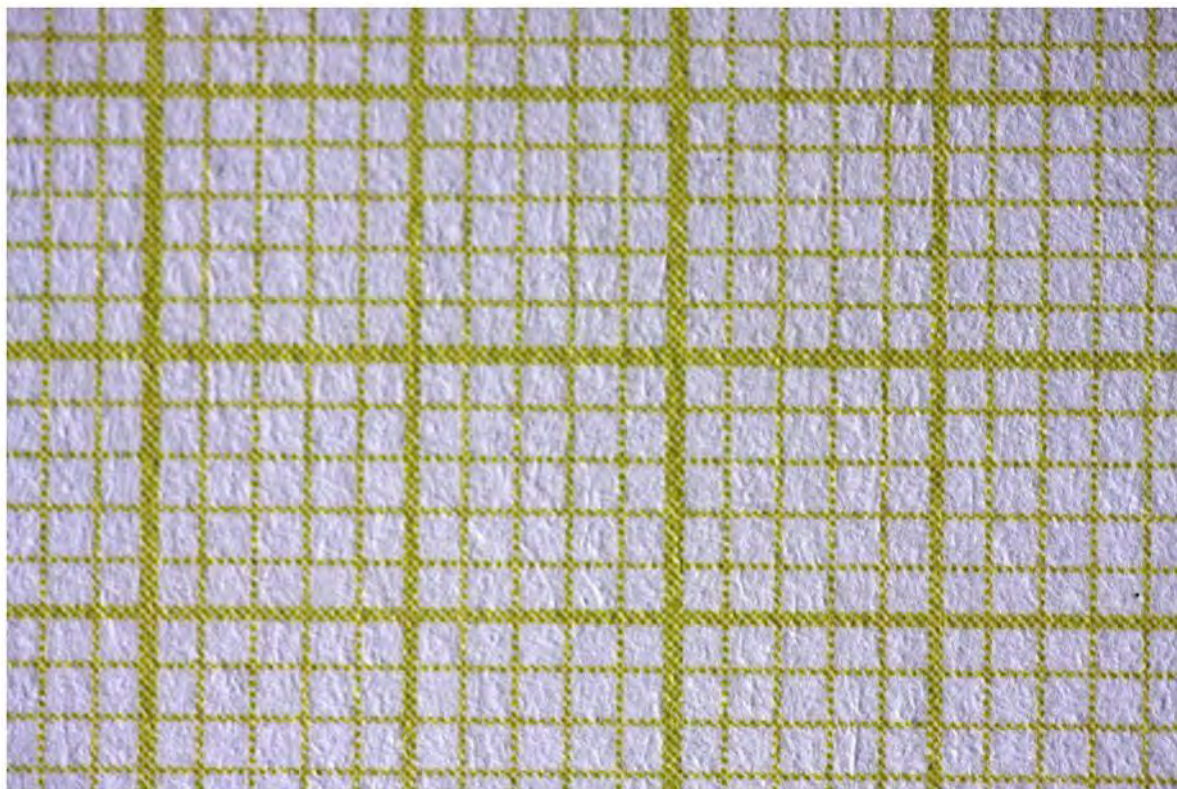
**Figura 21.** Imatge completa amb Nikon D610 (Fullframe, 36x24mm) i objectiu Micro Nikkor 60mm (a dalt) i objectiu Macro Sigma 105mm (a baix).





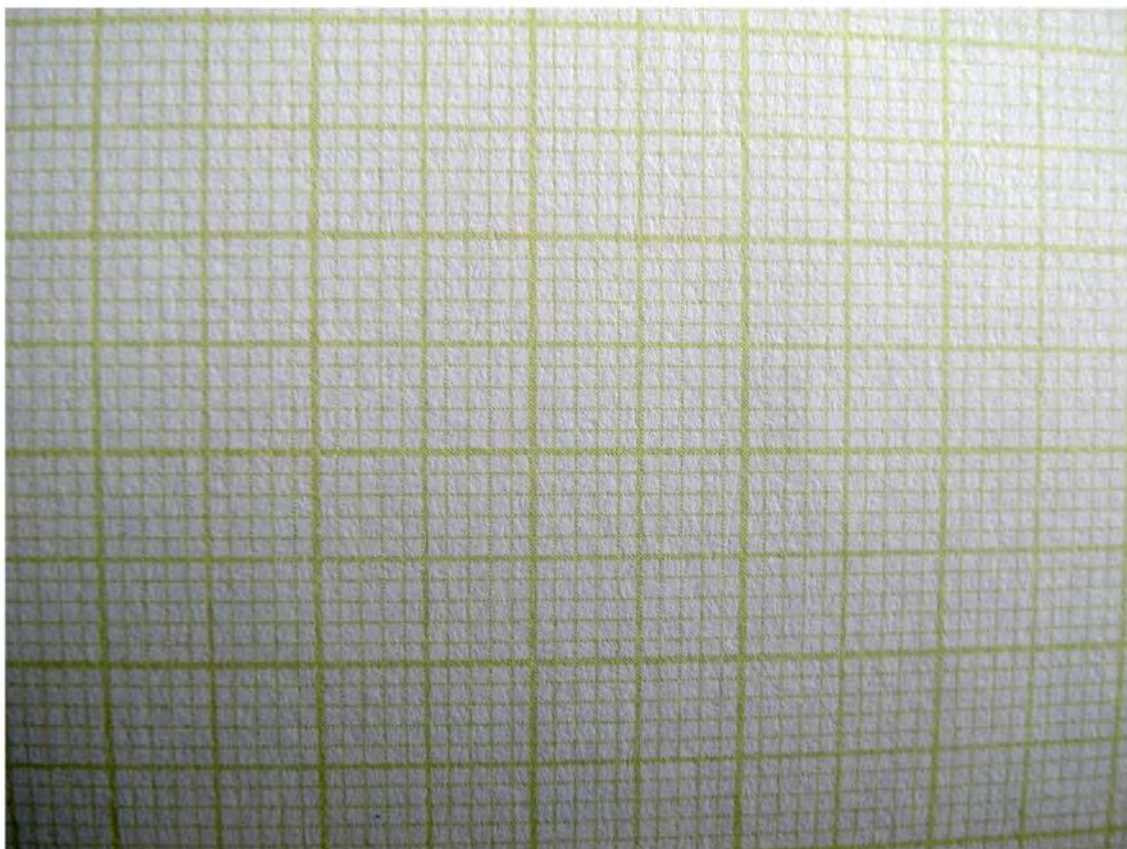
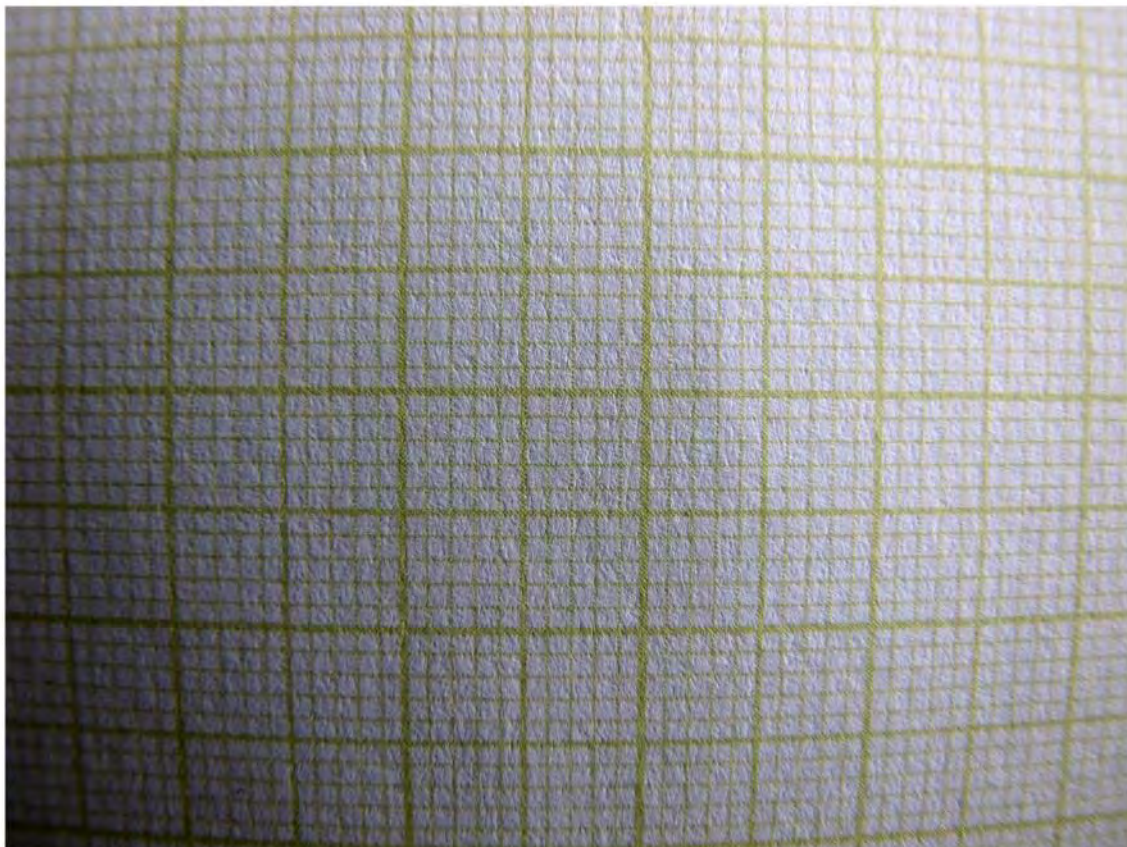
**Figura 22.** Imatge completa amb Nikon D300 (APS, 24x16mm) i objectiu Micro Nikkor 60mm (a dalt) i objectiu Macro Sigma 105mm (a baix).





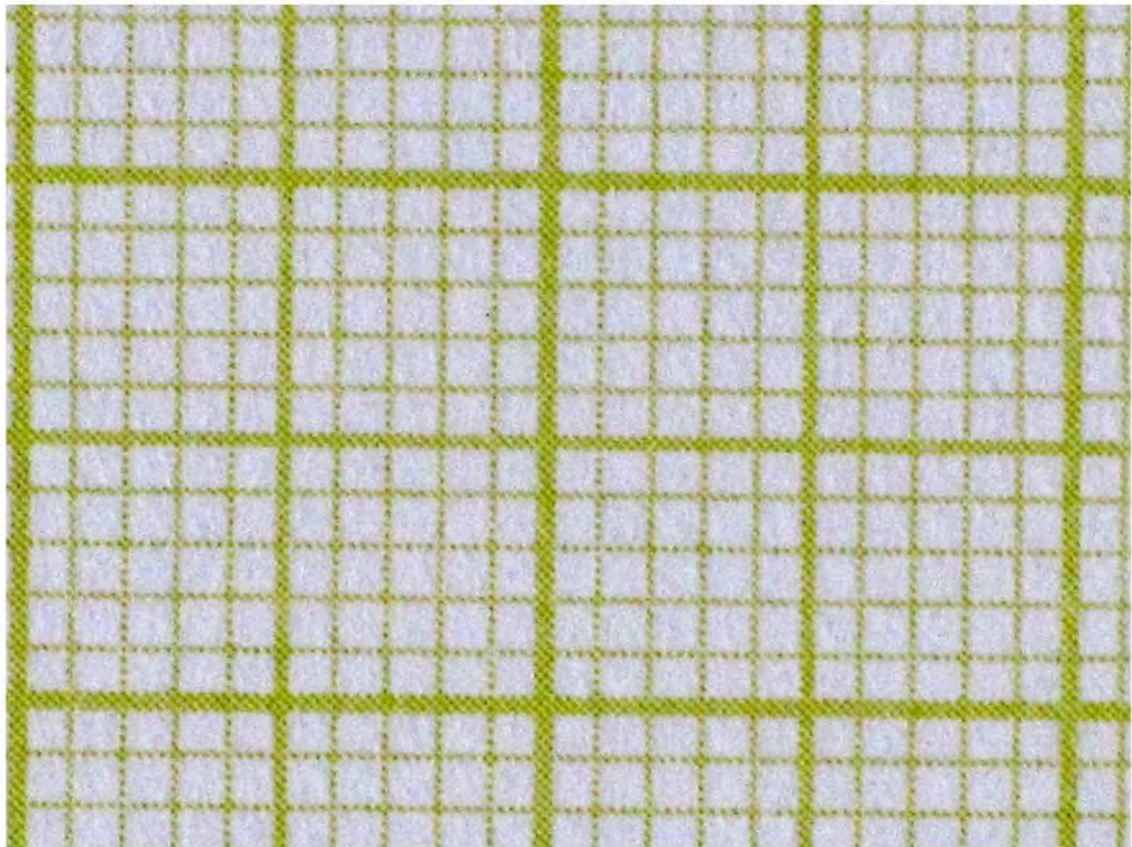
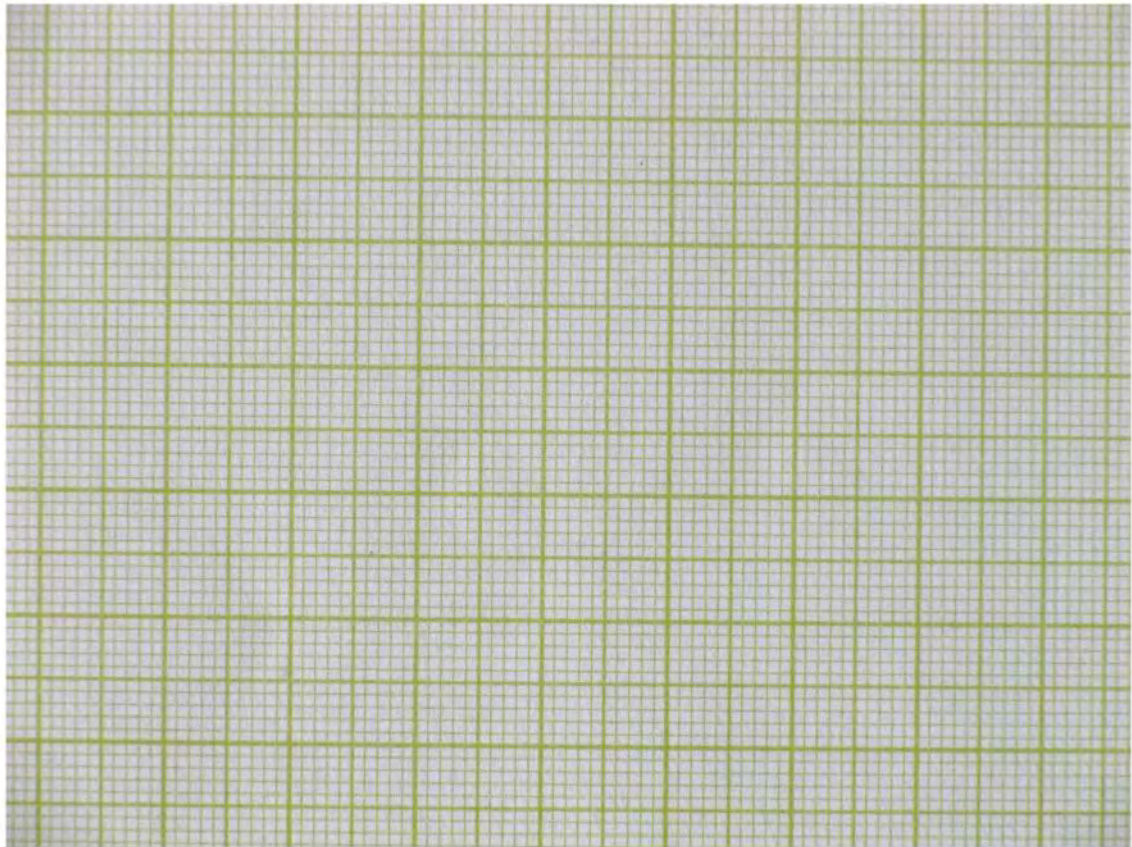
**Figura 23.** Imatge completa amb Canon 40D (APS, 22.2x14.8mm) i objectiu macro Canon 100mm (a dalt) i càmera Olympus E-30 (4/3, 17.3x13mm) i objectiu macro Olympus 50mm (a baix).





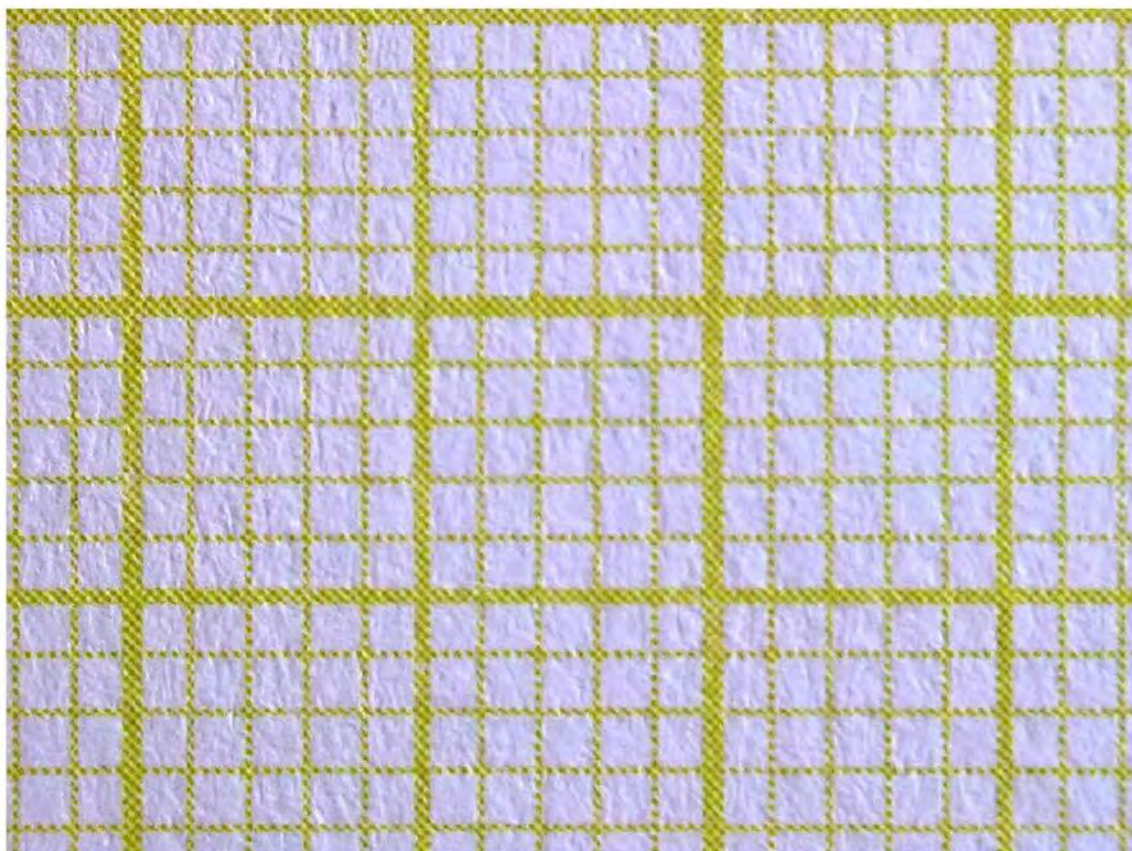
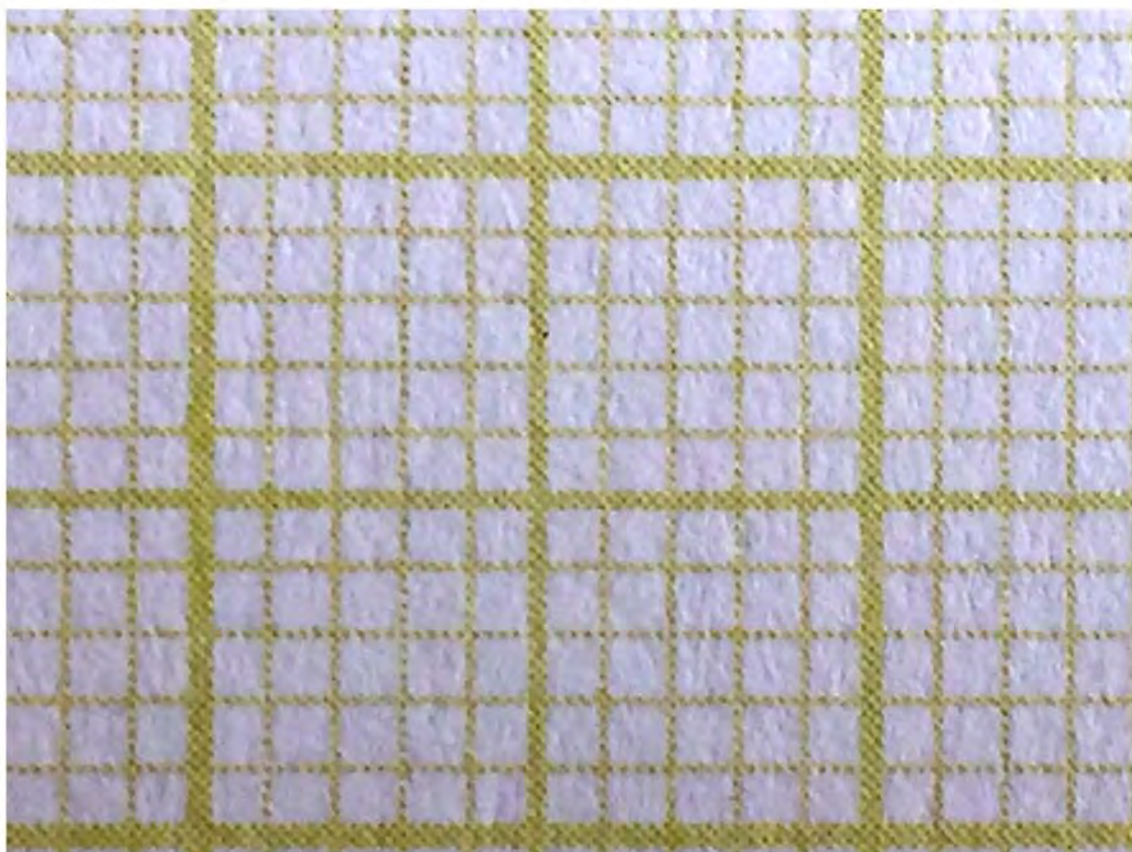
**Figura 24.** Imatge completa amb Canon SX-20 súperzoom (Compacta, 6.2x4.6mm) (a dalt) i càmera Samsung EX-1 (Compacta, 7.4x5.6mm) (a baix).





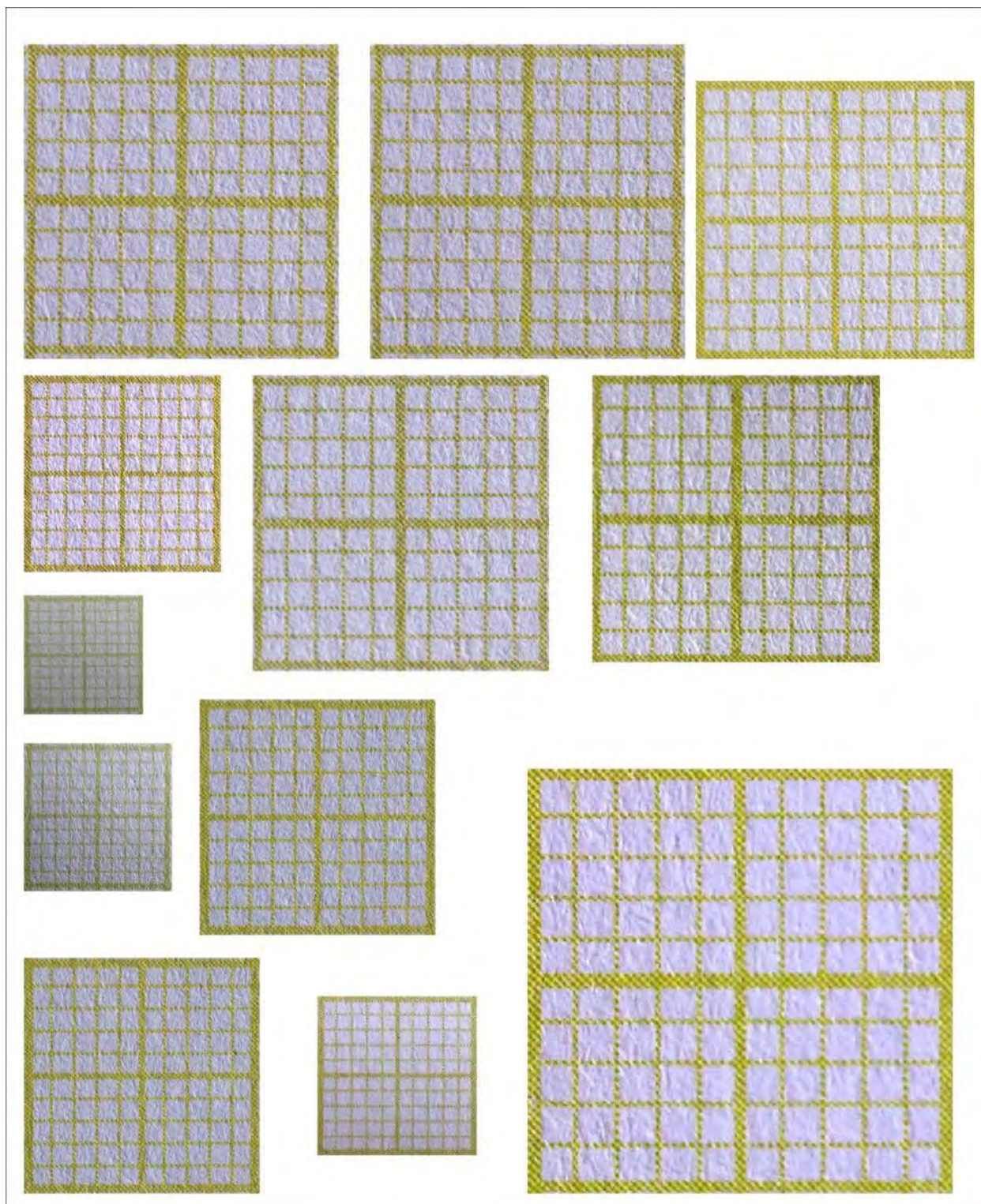
**Figura 25.** Imatge completa amb Canon SX-20 súperzoom (Compacta, 6.2x4.6mm) amb súpertele òptic (a dalt) i amb súpertele digital (a baix).





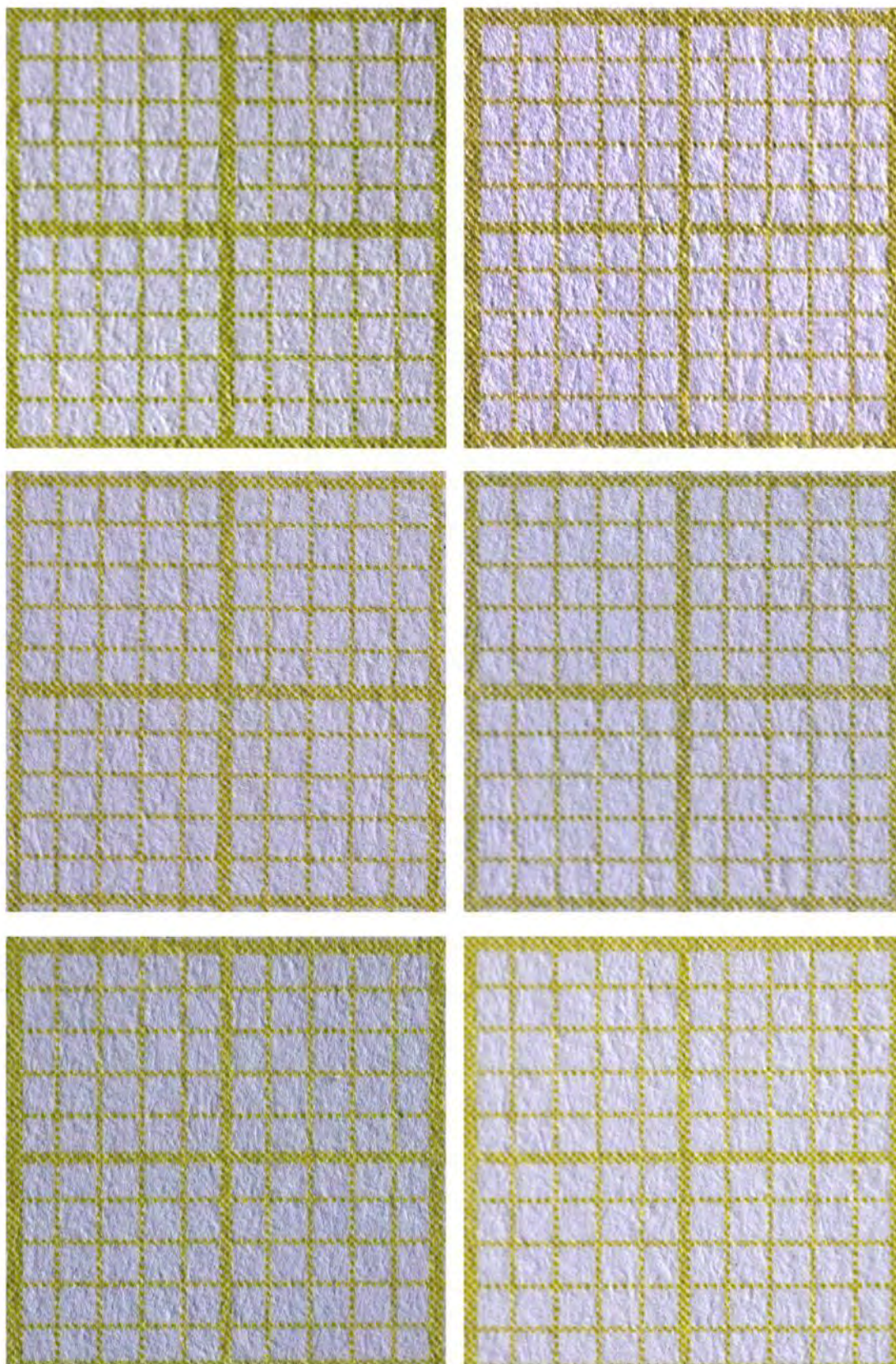
**Figura 26.** Imatge completa amb els smartphones iPhone 6 (4.8x3.6mm) (a dalt) i Microsoft Lumia 950 (6.1x4.6mm) (a baix).





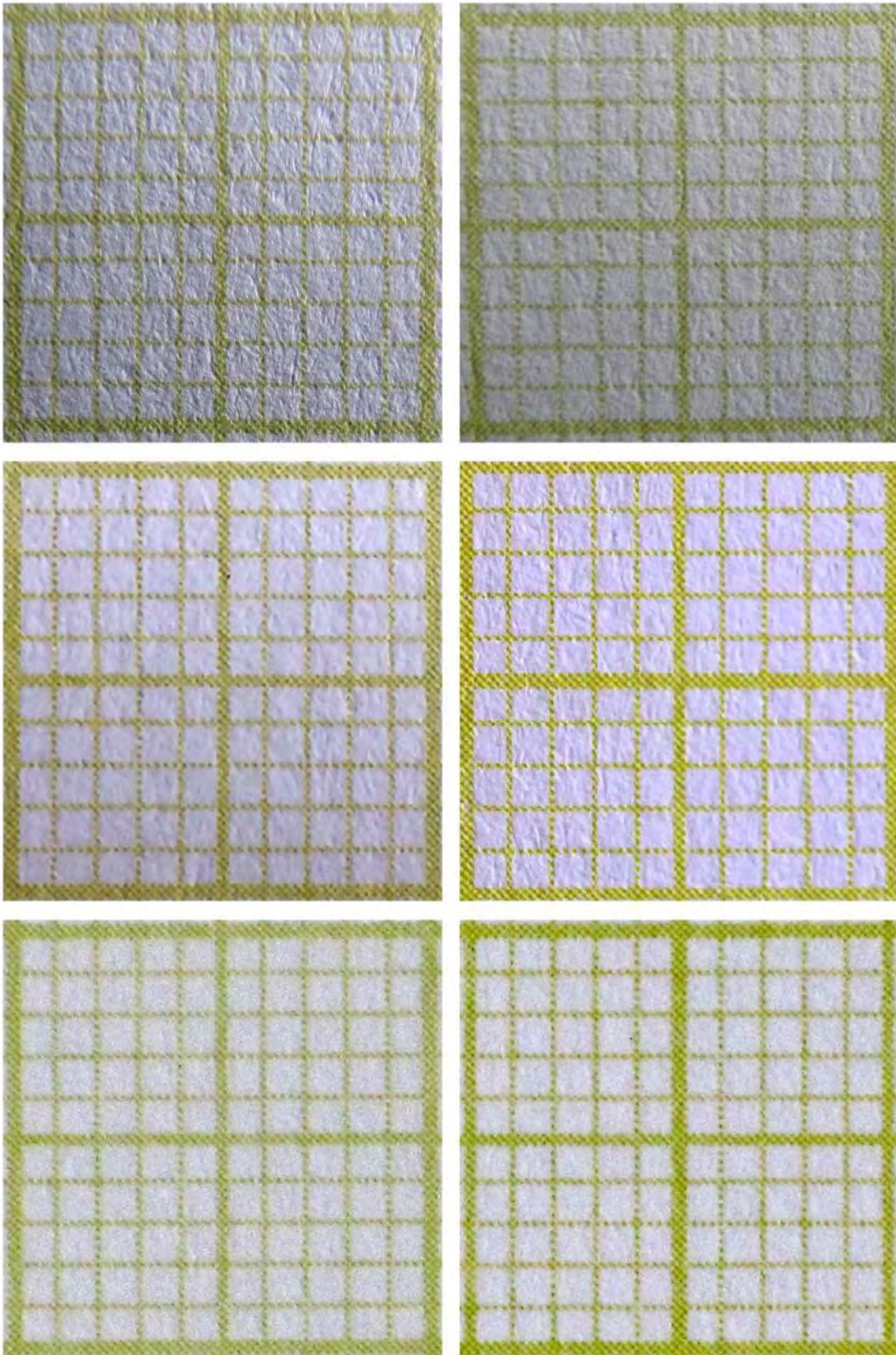
**Figura 27.** Aquí es mostra 1 cm<sup>2</sup> de cada una de les imatges anteriors en un mateix full (llenç), mantenint la resolució original relativa. La mida que s'observa depèn de la resolució, de la mida física del sensor i de la ràtio. La imatge més gran (extrem inferior dret) correspon a l'smartphone Lumia 950.





**Figura 28.** Les imatges corresponen a 1 cm<sup>2</sup> real. De dalt a baix i d'esquerra a dreta: Canon 40D i objectiu macro Canon 100mm, Olympus E-30 i objectiu macro Olympus 50 mm, Nikon D300 i objectiu micro Nikon 60mm, Nikon D300 i objectiu macro Sigma 105mm, Nikon D610 i objectiu micro Nikon 60mm, Nikon D610 i objectiu macro Sigma 105mm.





**Figura 29.** Les imatges corresponen a 1 cm<sup>2</sup> real. De dalt a baix i d'esquerra a dreta: Compacta Canon SX-20, compacta Samsung EX-1, Smartphone iPhone 6, smartphone Lumia 950, Canon SX-20 súpertele, Canon SX-20 súpertele amb zoom digitalx4.



### 6.4 Persecució macro (aranya saltadora)

A la zona enjardinada del pati de batxillerat, prop de l'entrada de l'escola, em vaig trobar una vistosa aranya de mida petita que posteriorment, gràcies a la informació que em va passar el meu tutor, vaig descobrir que es tractava d'una aranya de la família dels saltícids, aranyes saltadores o saltarines. Són aranyes araneomorfes, és a dir, tenen els quelícers situats diagonalment i encreuats en forma de pinça<sup>19</sup>.

Disposen de vuit ulls de mides diverses situats en tres fileres dels quals destaquen els dos grans ulls centrals que poden arribar a tenir fins a quatre classes diferents de receptors cel·lulars. Aquesta qualitat els dóna una visió de color tetracromàtica amb diferenciació de color i sensibilitat que arriba a la gamma de l'ultraviolat.

Tenen potes amb un sistema hidràulic basat en el canvi de pressió de la sang i a l'hora de saltar lliguen un fil de seda per pujar-hi si cauen en el procés. En un salt poden recórrer 30 vegades la llargada del seu cos, fet que utilitzen per caçar amb gran precisió.

També són artròpodes amb una gran curiositat ja que dirigeixen la mirada cap allò que es mou al seu voltant, es posen sempre de cara; per exemple, si li apropes un objecte com en aquest cas la càmera, mou el cap i els seus grans ulls en la direcció d'aquest. Això s'ha pogut comprovar ja que a l'inici l'animal estava despistat i poc a poc la càmera li va anar cridant l'atenció fins posar-se a observar sobre una planta de roser (que es distingeix de l'esbarzer pels seus agullons enlloc de les espines).



**Figura 30.** Reportatge seqüencial (de dalt a baix i d'esquerra a dreta) de la persecució fotogràfica que vaig fer a aquesta petita aranya saltadora, amb el que vaig poder comprovar dos dels seus trets característics: els seus dos grans ulls frontals i la seva curiositat (vegeu explicació en el text).

<sup>19</sup> <https://ca.wikipedia.org/wiki/Salt%C3%ADcid>

## 6.5 Abans i després

Hem posat aquest títol perquè es tractava de capturar dos moments d'aquests insectes pol·linitzadors, quan volaven i quan estaven aturats o bé en dues posicions diferents.



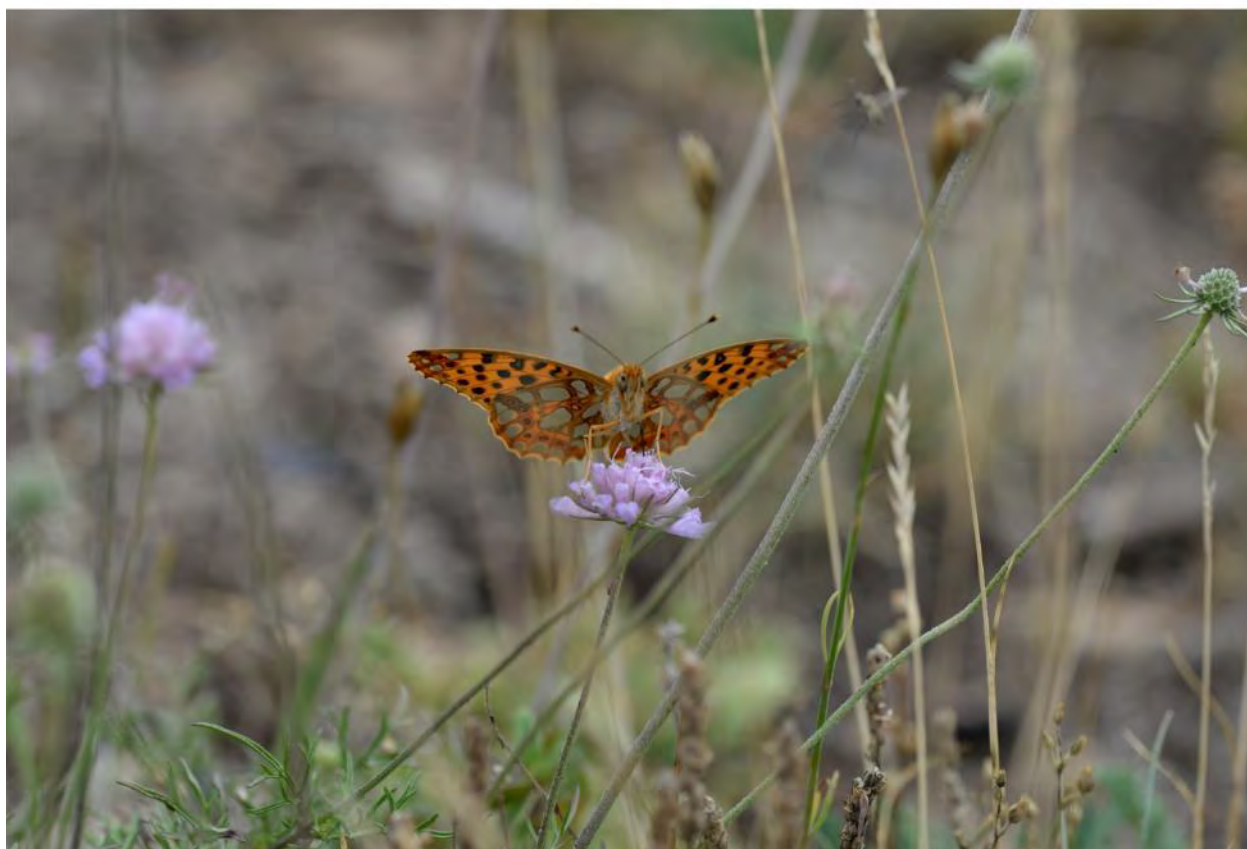
**Figura 31.** Tipus de mosca capturada just abans (a dalt) i una mica després de posar-se a sobre d'aquesta flor umbel·lífera que estava plena de petits insectes (a baix). Fotografies fetes a Sant Marçal (Montseny).





**Figura 32.** Dues papallones, una en ple vol (a dalt) al pati de l'escola amb una coloració críptica, semblants a fulles amb poc contrast amb el medi (passen bastant desapercebudes).





**Figura 33.** Papallona fotografiada a Sant Marçal (Montseny) en visió superior (a dalt) i en visió frontal (a baix) amb l'espíritrompa desenrotllada xuclant el nèctar de la flor. Aquesta presenta una coloració cridanera.

## 6.6 Ulls de *Polycelis felina*

Durant la sortida al Montseny vaig tenir l'oportunitat de fotografiar planàries de diverses classes pel treball de recerca de la meua companya Sara Jiménez (vegeu AF del dia 26/07/2017). L'espècie que vam trobar al rierol de la riera de Santa Fe del Montseny (el primer lloc que vam buscar planàries) amb més abundància va ser *Polycelis felina* (identificada *in situ* per la Sara, gràcies a unes guies de camp que portàvem).

Aquesta espècie de planària, típica d'aigües fredes de muntanya, té un parell de característiques destacable, una de ben visible, les dues "banyes" que recorden els pinzells de les orelles dels linx i d'altres felins (d'aquí possiblement el terme "*felina*" del nom específic del seu nom científic). L'altre característica, ja no és tant visible, es tracta d'una gran quantitat de petits ulls que voregen el terç anterior del seu cos. Aquests ulls són diminuts i només visibles al microscopi o amb lupa de bastants augments, però els veiem dibuixats en un dibuix d'una guia de camp. Per cert, el terme "*Polycelis*" del nom genèric del seu nom científic, significa molts ulls.

El marí hem va demanar que intentés aconseguir fer una fotografia tan ben enfocada d'aquest animal, que a l'ampliar la imatge es pogués distingir els ulls, i si pot ser en més d'un exemplar. Tot això a pols, és a dir, sense utilitzar trípod.

El repte era fer "macros" on es veiessin aquests ulls que a simple vista són imperceptibles i que només es poden observar a través del microscopi. Per que es pogués fer vam posar les planàries trobades en un recipient transparent obert i hi vam col·locar una cartolina blanca a sota per augmentar el contrast i també per poder enfocar millor, ja que el terra era d'un color fosc i les planàries, també fosques, es confonien amb el fons.

A més a més, al ser a l'interior de la fageda, arribava poca llum i vaig haver de procurar no tancar la llum natural per no fer ombra amb la càmera ja que em trobava en posició vertical, tenir molt rigor a l'hora d'enfocar i buscar l'enquadrament ideal pel motiu desitjat en cada cas.

Després de fer bastantes fotos, vaig fer una selecció de les més ben enfocades i allí mateix, ampliant les imatges a la pantalla LCD de la càmera (Nikon D610, amb objectiu Sigma macro 105mm) vaig poder comprovar, emocionada, que es podien veure els ulls.

Després, ja a l'ordinador del laboratori de l'Escola, amb un programa d'edició d'imatge (Photoshop) vaig seleccionar les tres fotografies en les que es veien millor els ulls i vaig posar la imatge original i l'ampliació a sota de cada una.

En la primera (Figura 34) es pot observar, a part dels nombrosos ulls, que estava aixecant el cap perquè la banya esquerra desenfocada.

La segona foto (Figura 35) m'agrada pel contrast de la planària amb el fons i el lateral del recipient de plàstic, i per la nitidesa de la fotografia.

En la tercera imatge (Figura 36) es pot observar un exemplar complet i ben estirat, sense que hi hagi res en l'enquadrament que despisti.

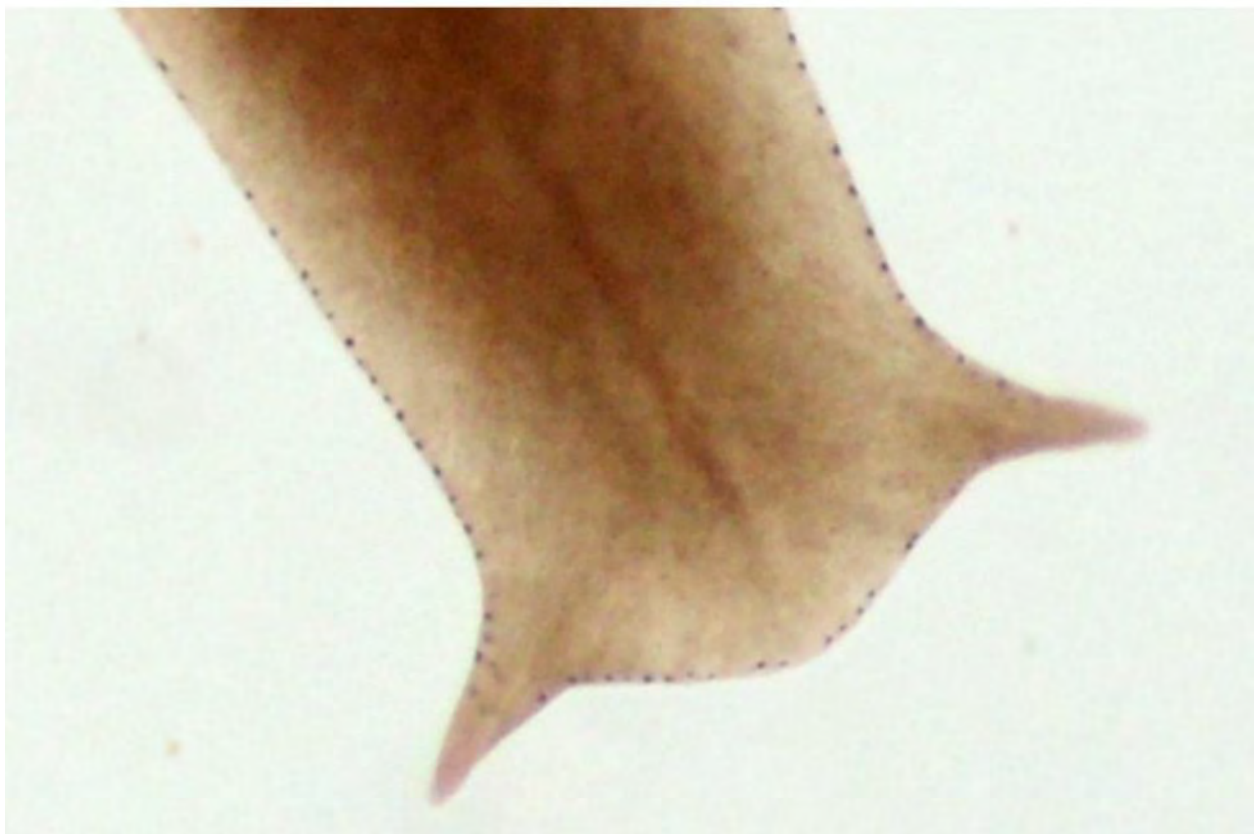


**Figura 34.** *Polycelis felina*. Fotografia macro original (a dalt) i ampliació per poder distingir els nombrosos i petits ulls en la perifèria de la part anterior del cos. S'aprecia com estava aixecant una mica el cap perquè la "banya" esquerra està bastant desenfocada i la part frontal del cap una mica.





**Figura 35.** *Polycelis felina*. Fotografia macro original (a dalt) i ampliació per poder distingir els nombrosos i petits ulls en la perifèria de la part anterior del cos. Es pot veure part del lateral del recipient on les teníem temporalment per fer la fotografies, cosa que no era fàcil perquè es movien ràpid cercant les cantonades per enfilar-se, cosa que hem observat amb molta freqüència.



**Figura 36.** *Polycelis felina*. Fotografia macro original (a dalt) i ampliació per poder distingir els nombrosos i petits ulls en la perifèria de la part anterior del cos. En aquesta imatge les banyes es veuen més abaixades.

## 6.7 Projectes relacionats amb la profunditat de camp

### 6.7.1 Buscant el pla d'enfocament

Al Pati de les tortugues de l'Escola, a prop de la zona de vegetació semiprotegida, em va cridar l'atenció un insecte gros i desconegut per mi i que més tard en ensenyar les fotos al meu tutor em va dir que era un tipus de tàvec, però que no és hematòfag (com el veritable i temut tàvec) sinó que es tracta d'un gran depredador d'altres insectes, als quals caça en ple vol.

Al ser un cos amb relleu s'ha de jugar amb la profunditat de camp per aconseguir ressaltar allò desitjat, a diferència del què passa quan els objectes són plans, com veurem en el proper projecte. En aquest cas vaig provar diversos plans d'enfocament, de costat, zenital i frontal (Figura 37). Tant a la imatge superior esquerra com a la inferior dreta es pot visualitzar clarament aquesta poca profunditat de camp seguint les línies d'enfocament que es creen al terra. A les altres dues ens podem guiar pel desenfocament general del cos exceptuant les potes a la fotografia superior dreta o bé del terra juntament amb l'insecte exceptuant el tronc superior. En aquest cas, la visió frontal enfocant els ulls i el segon parell de potes, juntament amb la línia diagonal que mostra la petita zona enfocada, és l'orientació que vaig trobar més interessant (Figura 37, a baix, a la dreta). Aquesta és una de les fotos que he escollit per presentar al concurs de Bioimatges i també per la portada del treball. Una profunditat de camp tan petita no es pot aconseguir amb una càmera compacta ni amb un smartphone. Fins i tot té els ulls tan grans que no queden enfocats en la seva totalitat (com es pot comprovar si s'amplia la imatge).

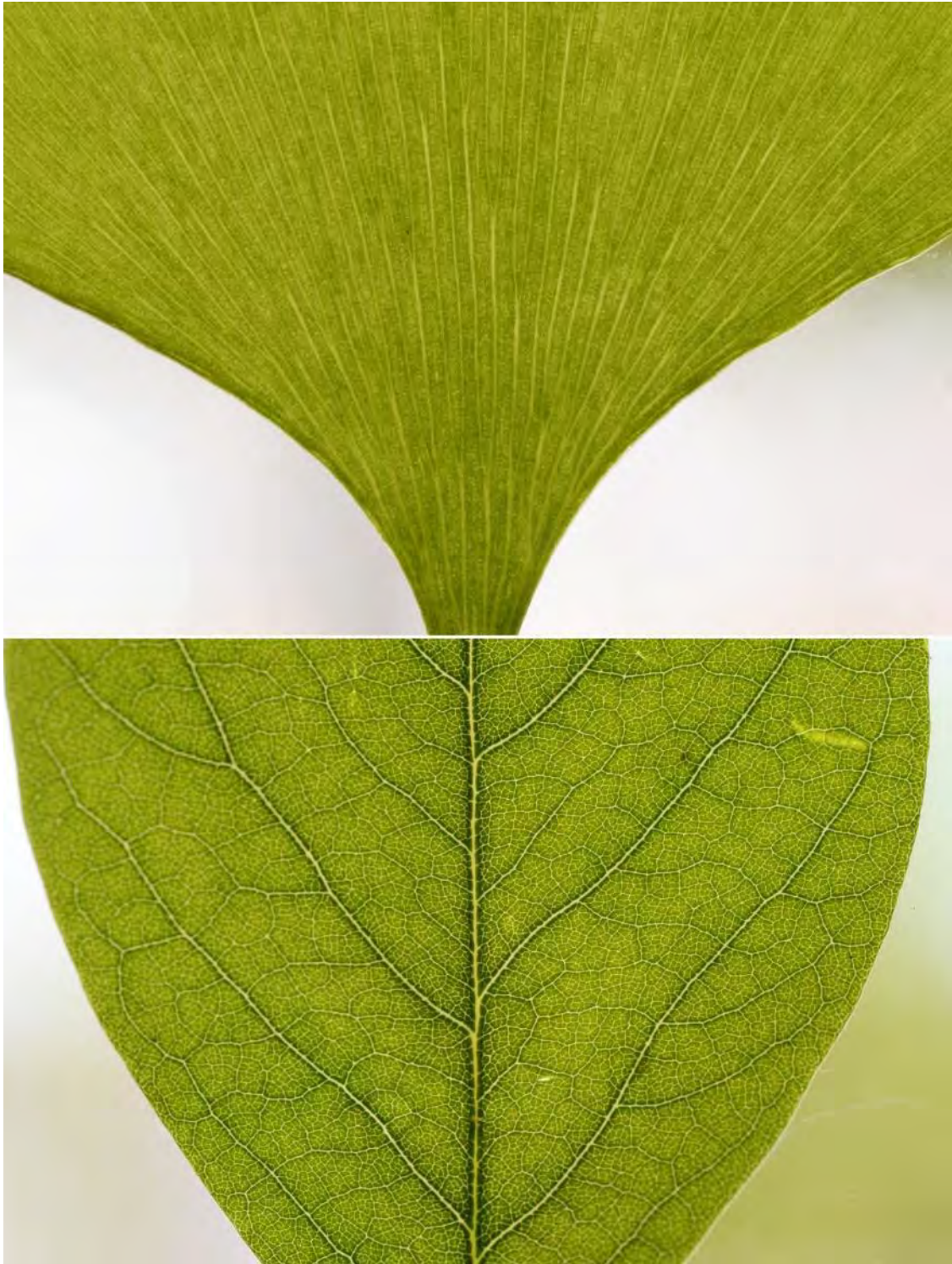


**Figura 37.** Quan la profunditat de camp és mínima i l'objecte a fotografiar no és pla, es pot buscar un punt de vista o postura de més interès. En aquest cas, la visió frontal enfocant els ulls i el segon parell de potes, juntament amb la línia diagonal que mostra la petita zona enfocada, és l'orientació més rellevant. Fotografies realitzades al Pati de les tortugues de l'Escola.



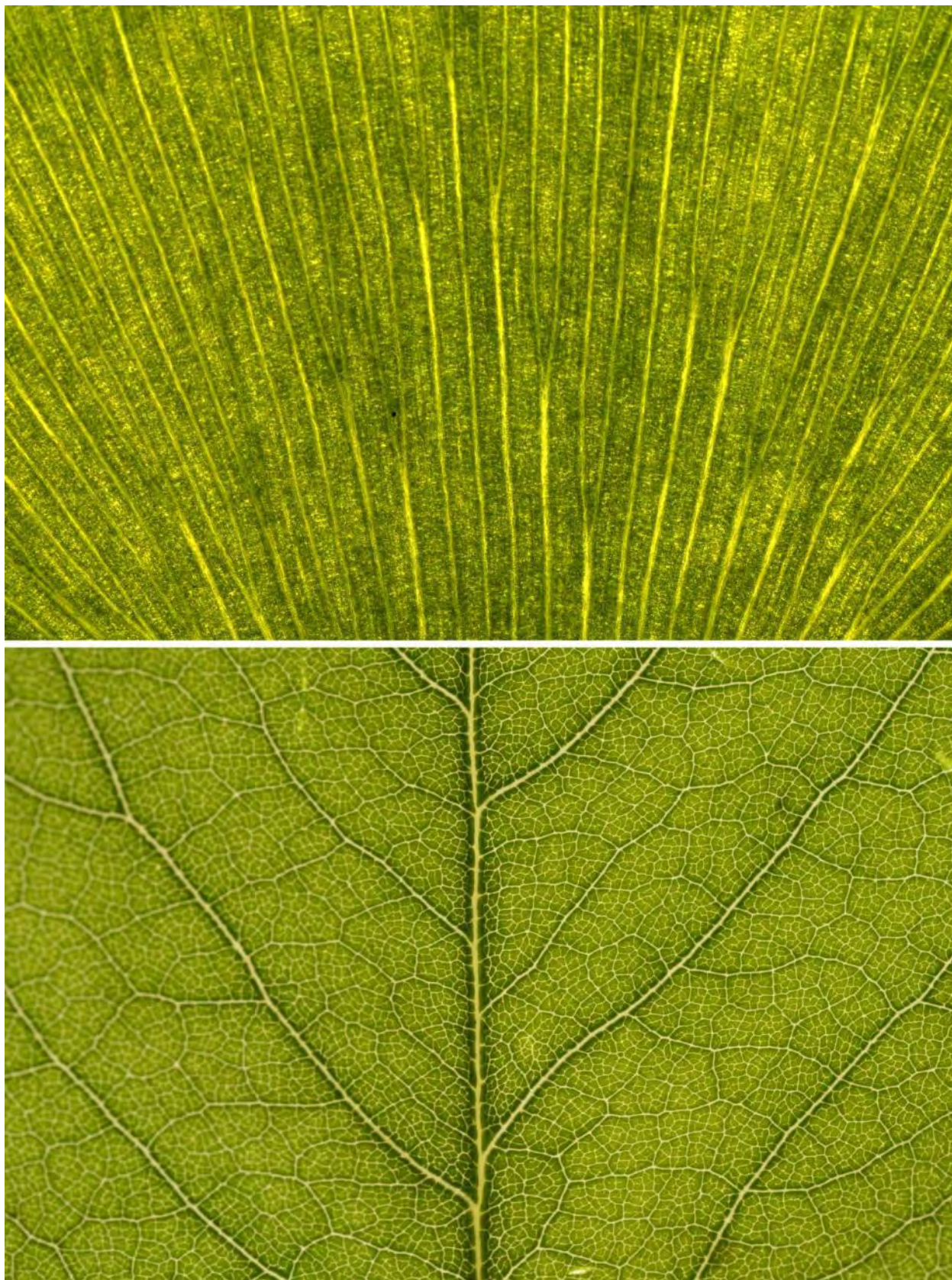
### 6.7.2 Fulles a contrallum

En aquest cas es tractava de fotografar una estructura molt plana i col·locada en un pla paral·lel al pla de l'objectiu de la càmera, d'aquesta manera, malgrat la profunditat de camp sigui petita (està feta amb càmera rèflex i objectiu macro com en el projecte anterior), no ho sembla perquè tota la imatge queda perfectament enfocada.



**Figura 38.** Fulles col·locades al vidre de la finestra del laboratori per fotografar a contrallum amb objectiu macro i destacar els tipus de nervació.



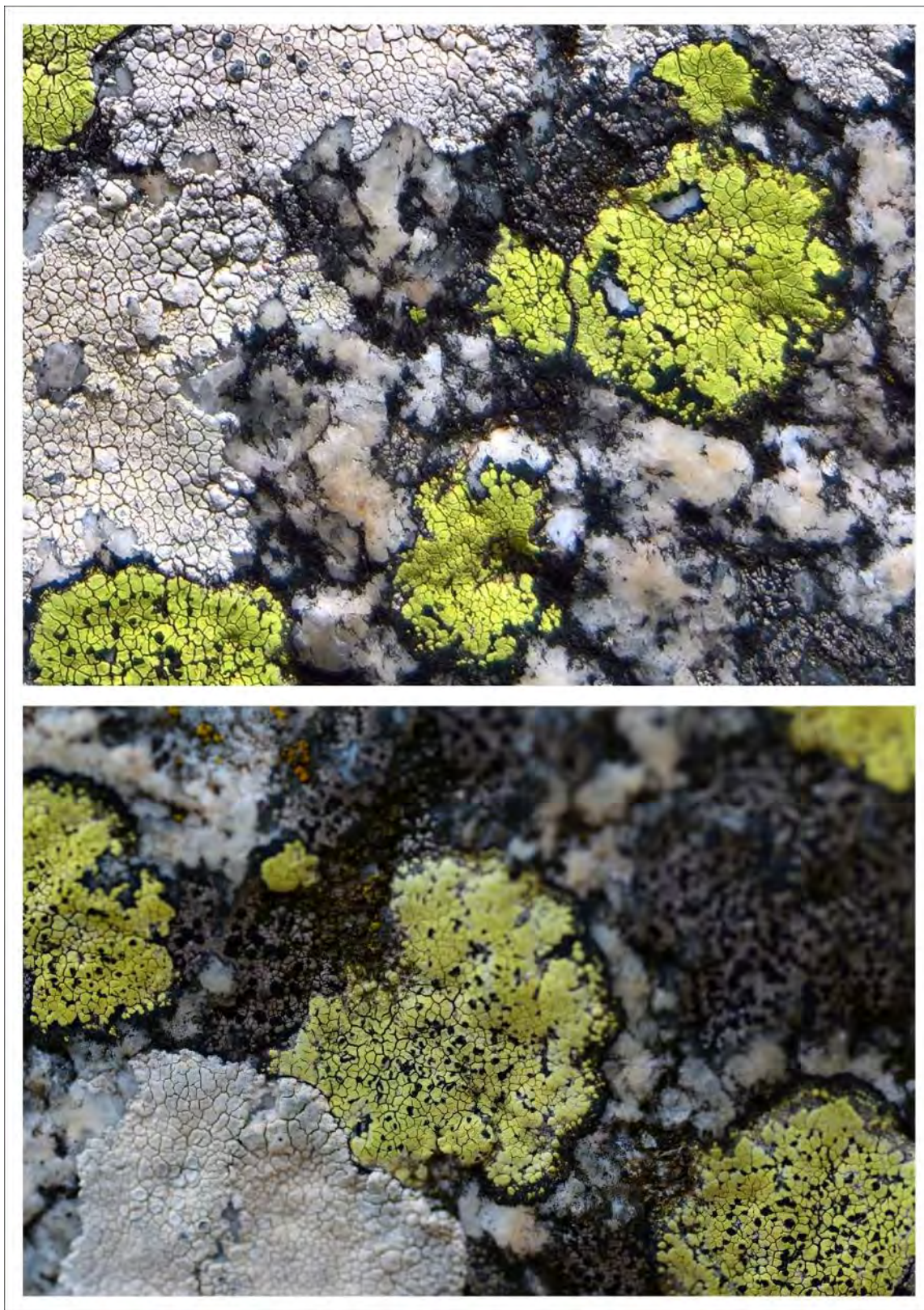


**Figura 39.** Ampliació d'un fragment de cada una de les fulles de la figura anterior en la que es pot apreciar millor la nervació dicotòmica del *Ginkgo biloba* (a dalt) i la reticulació interior de la nervació pinnada de la fulla inferior (a baix).



### 6.7.3 Líquens (smartphone vs rèflex)

En aquest cas es comprova que la millor fotografia s'obté amb l'smartphone (o amb una compacta) perquè amb la rèflex i objectiu macro no s'aconsegueix enfocar tota la rugositat líquènica.



**Figura 40.** Líquens a sobre roca granítica fotografiats amb un smartphone (a dalt) i amb una rèflex amb objectiu macro (a baix) a molt poca distància. Es pot apreciar com només queda tot ben enfocat amb l'smartphone.



#### 6.7.4 Alzina surera (smartphone vs rèflex)

Durant el trajecte d'anada al Montseny (vegeu AF del dia 26/07/2017) ens van cridar l'atenció les alzines sureres ja que algunes havien estat pelades recentment per extreure suro i destacaven els seus colors vermellosos. De tornada ens vam aturar a fotografiar amb diverses càmeres (smartphone, compacta i rèflex), si bé només presentem aquí els resultats d'smartphone (la compacta respon igual) i rèflex. Cal destacar que amb l'smartphone queda tot perfectament enfocat, tant el tronc com el fons, però la imatge és molt plana, li falta el relleu. En aquest cas ens agrada més l'obtinguda amb la rèflex, malgrat no quedi tot el tronc ben enfocat.



**Figura 41.** Imatge aproximada feta amb la càmera Nikon D610 (a dalt) i amb l'smartphone Lumia 950 (a baix). Podem observar com la sensació de volum és més accentuada en la primera.





**Figura 42.** En aquestes imatges es mostra el mateix, però amb una disposició vertical i una ampliació en les imatges de la dreta. La diferència en la sensació de relleu es fa encara més intensa. La captura del color també és més realista en la imatge feta amb rèflex.



### 6.7.5 Ressaltar el motiu

On realment l'objectiu macro treu tot el seu potencial és quan es vol ressaltar un motiu determinat desenfocant la resta de la imatge. A part del gran valor estètic que tenen aquestes imatges. Aquí és on encara les compactes i els smartphones no poden competir amb les rèflex.

Aquí presentem dos projectes, en un es mostra la diferència entre agullons i espines, centrant l'enfocament en aquestes estructures (Figura 43) i en l'altre, una profunditat de camp molt petita aplicada sobre el punt d'enfocament permet ressaltar estructures que d'altra manera passarien desapercebudes a la vista (Figura 44).



**Figura 43.** Espines o agullons? Les tres imatges de l'esquerra corresponen a agullons (es poden treure amb certa facilitat) de roser, mentre que les tres de la dreta corresponen a veritables espines (formen part de l'estructura de la tija i no es poden treure) d'esbarzer. Fotografies fetes a Sant Marçal (Montseny).



**Figura 44.** Enfocament selectiu i poca profunditat de camp. Assenyalant únicament els estigmes florals (a dalt) i l'agalla a sobre fulla de faig i petit insecte amb ales de colors iridescents al costat (a baix). La poca profunditat de camp permet que quedin ressaltats i aïllats de la resta els elements enfocats.

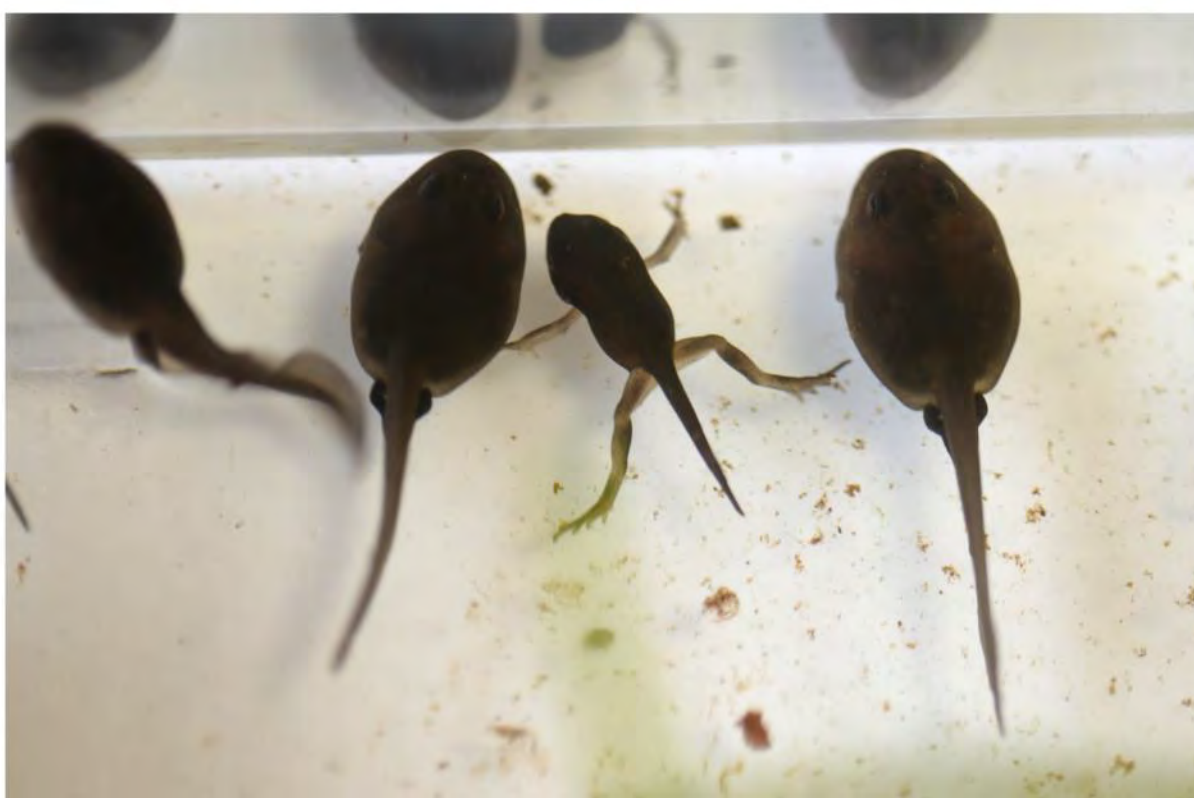


## 6.9 Fotografiar organismes aquàtics

Hem fet servir tres metodologies diferents per a fotografar organismes aquàtics d'un rierol de muntanya (vegeu AF del dia 26/07/2017). Un sistema, que és el que s'ha fet servir fins ara en anys anteriors, consisteix en agafar alguns organismes amb un recipient petit (per exemple un falcon) i traslladar-los a una espècie d'aquari de plàstic transparent (transportí) que es col·loca en un indret pla i que es pot posar algun paper blanc o de color a sota per tal d'augmentar el contrast, com ja hem explicat en un projecte anterior (vegeu apartat 6.6). Aleshores es pot fer la fotografia amb càmera rèflex i objectiu macro a la distància desitjada. Aquesta també és la metodologia més còmoda per a fotografar. Amb aquest sistema vam agafar i fotografar planàries, tricòpters, sangoneres, plecòpters, capgrossos de granota roja, una molsa aquàtica (*Fontinalis antipyretica*) i larves de salamandra (Figura 45).

Una segona metodologia, incorporada aquest any, consisteix en fer servir com a font d'il·luminació un focus LED potent allà on es desitgi fotografar, amb càmera rèflex i objectiu macro. La il·luminació en aquests indrets tant foscos es fa necessària. Els millors resultats els hem obtingut amb il·luminació lateral. Cal dir que per fotografar amb aquest sistema es necessiten dues persones, una per il·luminar amb el focus i l'altre és la que porta la càmera i fa les fotos. Amb aquest sistema vam fotografar sobretot ous de tritó i casetes de tricòpters en el seu medi, girant una mica les pedres, però mantenint-les a dintre de l'aigua (Figura 46).

I, per últim, el tercer mètode utilitzat, també nou d'aquest any, ha estat fent servir una càmera submarina (una Olympus TG-4). Aquesta càmera es pot controlar a través del mòbil (o de l'iPad) amb l'aplicació *Olympus Camera Remote*, però perquè funcioni es necessita tenir bona cobertura WiFi i en aquest indret no en teníem. Vam utilitzar-la en dos indrets (vegeu AF del dia 26/07/2017), en el rierol abans esmentat, on hem pogut fotografar ous de tritó i larves de tritó del Montseny i de salamandra i també capgrossos de granota roja després del pantà. Les fotografies realitzades amb aquest sistema són les reproduïen l'ambient i els colors més naturals (Figures 47 i 48).



**Figura 45.** Larves de salamandra i granota roja entre mig d'unes branquetes de *Fontinalis antipyretica* (a dalt) i capgrossos de granota roja (a baix). Fotos realitzades en un transportí en el que es van introduir temporalment els organismes per identificar-los i fotografiar-los, abans de retornar-los al seu medi.





**Figura 46.** Fotografia macro feta des de fora de l'aigua amb l'ajuda de focus potent de llum LED lateral de conjunt de casetes de tricòpters (a dalt) i ou de tritó (a baix). Fotografies realitzades a un rierol del Montseny.



**Figura 47.** Conjunt de casetes de tricòpters (a dalt) i ou de tritó (a baix) fotografiats amb càmera subaquàtica en el seu hàbitat. Fotografies realitzades a un rierol del Montseny.





**Figura 48.** Larves d'urodel (creiem que de tritó del Montseny) fotografiats amb càmera subaquàtica en el seu hàbitat. Fotografies realitzades a un rierol del Montseny.



## 6.9 Macrofotografia i reproducció

En aquest projecte es volen mostrar tres aspectes biològics relacionats amb la reproducció, dos d'estructures vegetals (fanerògames i criptògames) i un molt curiós de reproducció animal, la partenogènesi.

### 6.9.1 Fanerògames (*Nelumbo nucifera*)

Etimològicament prové del grec *phanos* que significa visible i *gamos*, unió. Són aquelles plantes que tenen els òrgans reproductors a la vista, és a dir, les flors. Són molt vistoses i la més destacada que he pogut fotografiar és el nenúfar gegant (*Nelumbo nucifera*) a Montjuïc. Aquestes flors de plantes aquàtiques han estat de les més retratades en treballs de recerca anteriors de fotografia a l'Escola (Laura Pascual, 2009; Natàlia García, 2010; Laia Ginestà, 2015) i també més estudiada (Laura Pascual, 2009; Sònia Marías, 2015). Aquest cop, però, és la primera vegada que es fotografia un exemplar de color blanc (Figura 49).



**Figura 49.** Aspecte general i detalls florals i fruit de *Nelumbo nucifera*. Fotografies realitzades als jardins de Mossèn Cinto Verdaguer de Montjuïc.



### 6.9.2 Criptògames (*Marchantia polymorfa*)

La paraula “criptògama” etimològicament prové del grec *kryptos* que significa amagat i *gamos* que, com s’ha dit a l’apartat anterior, és unió. Les criptògames són les plantes que no mostren els seus òrgans sexuals, és a dir, plantes que no fan flor, com les molles (briòfits) i les falgueres (pteridòfits).

A finals de juliol, abans del període més llarg de vacances sense pujar a l’Escola, el Marí ens va portar diverses plantes per plantar-les a la zona de vegetació semiprotegida, entre les quals es trobaven unes plantetes amb unes estructures molt curioses (Vegeu Annex Fotocronològic 28/07/2017).

Abans de portar-les al pati de les tortugues em vaig dedicar a fer fotografies del briòfit que estava fructificat i em va semblar molt curiós per les seves estranyes estructures reproductores de diverses formes que a continuació explicaré.

El terme Briòfit inclou, a més a més de les molles, dos altres subgrups, un d’ells el de les hepàtiques, a al qual pertany *Marchantia polymorfa*, l’espècie aquí fotografiada. A diferència de les molles, aquesta hepàtica té un aspecte aplanat, amb una estructura anomenada tal·lus. Però el més curiós és el polimorfisme dels òrgans reproductors.

Els conceptacles amb forma de copa denticulada tenen en el seu interior propàguls verds, aplanats i lenticulars d’un mil·límetre de diàmetre. Aquest tal·lus es el gametòfit i produeix gàmetes masculines i femenines.

Les masculines es troben en anteridiòfors que es formen en un extrem del tal·lus i tenen un peduncle d’un centímetre de longitud amb un disc amb vuit lòbuls a l’extrem.

Les femenines als arquegoniòfors o carpocèfals que també sorgeixen d’un extrem però tenen un peduncle de fins a vuit centímetres de longitud i a l’extrem té un disc d’entre set i deu lòbuls radials, en aquest cas, de nou, que porten els esporòfits al seu interior.

A la figura 50 es poden veure aquestes estructures i també es detallen en el peu de figura.



**Figura 50.** Visió general (fotografia 1) i ampliacions de les parts reproductores del briòfit *Marchantia polymorpha*. La part visible correspon al gametòfit amb els anteridiòfors masculins (fotografies 2 i 3), conceptacles amb propàguls (fotografies 3 i 4) i arquegoniòfors (o carpocèfals) femenins amb nou lòbuls (fotografies 5 i 6), portadors dels esporòfits a la seva part inferior (no visibles a la imatge). (Més informació en el text).



### 6.9.3 Partenogènesi, una reproducció eficient

La partenogènesi és una varietat de la reproducció sexual que consisteix en el desenvolupament d'un gàmeta fins a arribar a formar un individu adult, és a dir, sense que hi hagi fecundació. La paraula prové del grec *parthenos*, verge i *gènesis*, generació.

Generalment, el gàmeta és el femení, però hi ha espècies (sobretot a les algues i els fongs) on el fenomen partenogenètic es dona també en els gàmetes masculins. Entre els animals hi ha tres modalitats de partenogènesi: l'arrenotòcia, quan origina exclusivament mascles, la telitròcia, si només dona femelles, i la deuterotòcia, si es produeixen individus de qualsevol sexe. Les dues últimes modalitats es distingeixen pel fet de presentar una *partenogènesi cíclica*, és a dir, una alternança més o menys regular de generacions produïdes per reproducció sexual normal i de generacions partenogenètiques (es dona sobretot en els rotífers, els cladòcers i els còccids). L'arrenotòcia sol ésser facultativa, és a dir, l'òvul es desenvolupa tant si és fecundat com si no, bé que en l'últim cas només es produiran mascles; l'exemple més conegut és el de les abelles i altres himenòpters. També hi ha casos de *partenogènesi geogràfica*, quan varietats d'una mateixa espècie amb àrees de distribució separades es poden reproduir les unes bisexualment i les altres partenogenèticament<sup>20</sup>.

La característica principal de la partenogènesi és la gran quantitat d'individus que es poden generar en molt poc temps, quan les condicions del medi són les idònies (temperatura, disponibilitat d'aliment...). Durant aquest treball de recerca nosaltres hem tingut ocasió de fotografiar dos casos de partenogènesi, una d'organismes terrestres al mateix pati de l'escola (vegeu AF del dia 14/06/2017) i una d'organismes aquàtics en dues sortides a les basses del parc de Montjuïc (vegeu AF dels dies 7/07/2017 i 1/08/2017).

El pugó és un homòpter, subordre dels insectes, de la família dels àfids que insereixen en els teixits vegetals per alimentar-se de la saba de les plantes. Extreuen els nutrients i excreten la resta en forma d'un líquid dolç que atrau a formigues i facilita la proliferació de fongs. Ataquen generalment a aquelles que són fàcils de penetrar i on l'afluència de saba es gran. S'ha de vigilar ja que provoquen un debilitament de la planta i propaguen malalties víriques, ja que en la seva saliva poden sobreviure els virus, que aniran transmetent a cada planta on s'instal·lin (Figura 51).

El seu cicle biològic basat en la partenogènesi s'inicia amb un ou que eclosiona a primavera, havent passat tot l'hivern residint a un hoste primari, i es dona lloc a les femelles fundadores que poden ser alades o àpteres. En el primer cas, busquen hostes secundaris i s'escampen. Un cop assentats a la planta, es reproduïxen per partenogènesi, generant grans poblacions en poc temps. A la tardor, apareix una nova generació que pel mateix procés dona lloc a mascles i femelles. Aquests s'aparellaran i buscaran un lloc protegit per fer la posta dels ous hivernals.

Aquest fet fa que aquests hostes siguin molt abundants ja que una generació es pot completar en tres setmanes i de cada pugó en neix un de nou, al contrari de si fos una reproducció sexual que només les femelles podrien reproduir-se i seria un procés més lent. Per aquest motiu al topar-nos amb una plaga a l'escola vam decidir posar-hi remei col·locant unes larves de marietes a diferents punts encarregades d'eliminar-los (vegeu AF del dia 14/06/2017). En aquest cas no és l'espècie típica de set punts (*Coccinella septempunctata*) sinó la marieta de dos punt (*Adalia bipunctata*). Observem que hi ha diverses espècies de plantes amb pugó, però les més atacades són els brots tendres de la robínia i de la ginesta (Figura 51). Posem caixetes amb larves de marieta a diversos indrets de l'escola. En total hem alliberat unes 200 larves de marieta.

---

<sup>20</sup> <http://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0129937.xml>

En el segon cas es tracta d'un tipus de crustacis, els cladòcers. Són de mida petita i viuen fonamentalment en aigües dolces exceptuant alguns gèneres marins. El cladòcer més conegut és el gènere *Daphnia*, i els seus individus se'ls anomena popularment *puces d'aigua* a causa de la seva capacitat per donar grans salts, gràcies al moviment ràpid de les seves antenes, a mode de rem. Tenen un sol ull que correspon a dos ulls fusionats.

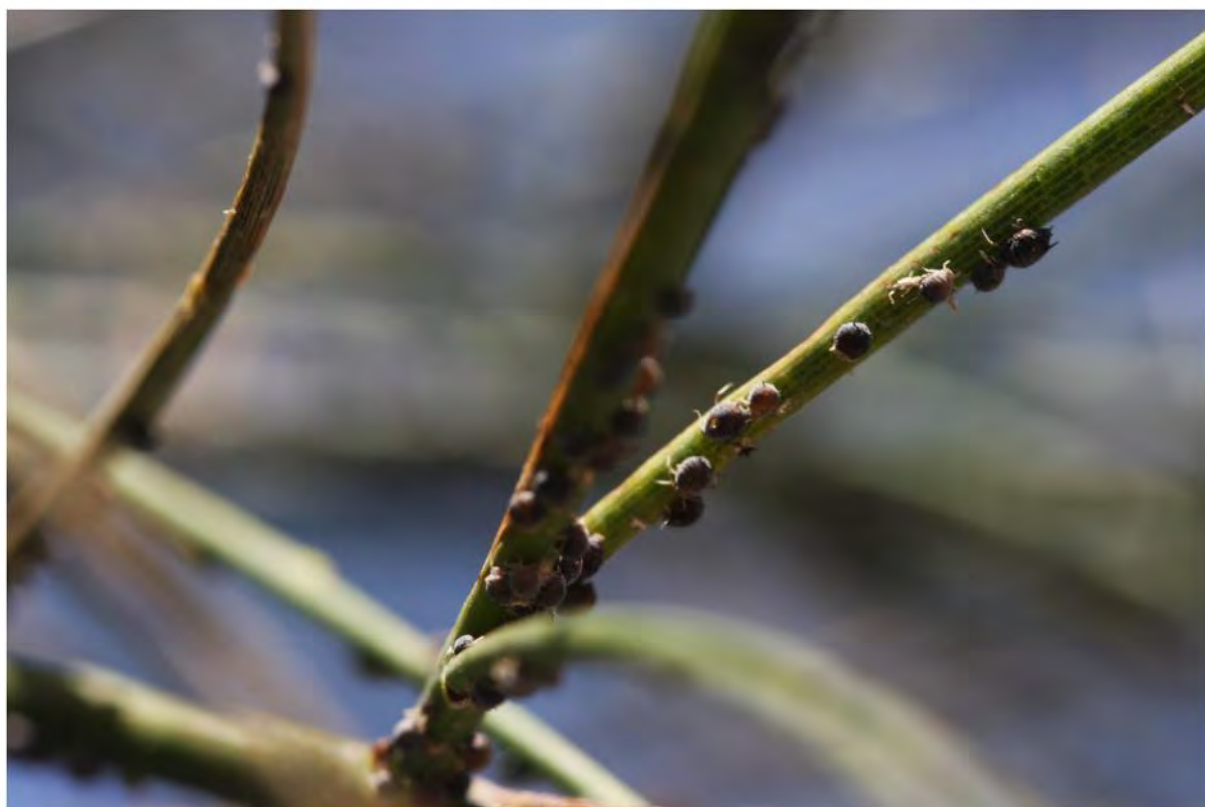
Pel que fa a la seva ecologia, és fàcil trobar-les en basses, estanys i llacs i algunes de les espècies de cladòcers són els principals representants del zooplàncton d'aigua dolça. Les que conformen el plàncton dels llacs moltes vegades s'aclimaten al mar. Són animals increïblement prolífics, i gràcies a la partenogènesi, és possible que la progènie d'una sola femella pugui arribar a la respectable xifra de 10.000 milions de cries en un període de 60 dies, si les condicions són favorables<sup>21</sup>. Així mateix són aliment per a multitud de predadors com peixos i altres animals aquàtics. Com tots els altres grups de branquiòpodes els ous, en períodes de sequera o temperatures molt fredes, poden sobreviure bastant temps en estat latent.

Els vam fotografiar en els mateixos recipients que els agafàrem directament (Figura 52) i ho vam fer amb un smartphone (en aquest cas el Lumia 950) per assegurar la màxima profunditat de camp possible. Després de fer les fotos els vam repartir entre l'aquaterrari i el bassal del Pati de les tortugues (vegeu AF del dia 1/08/2017).

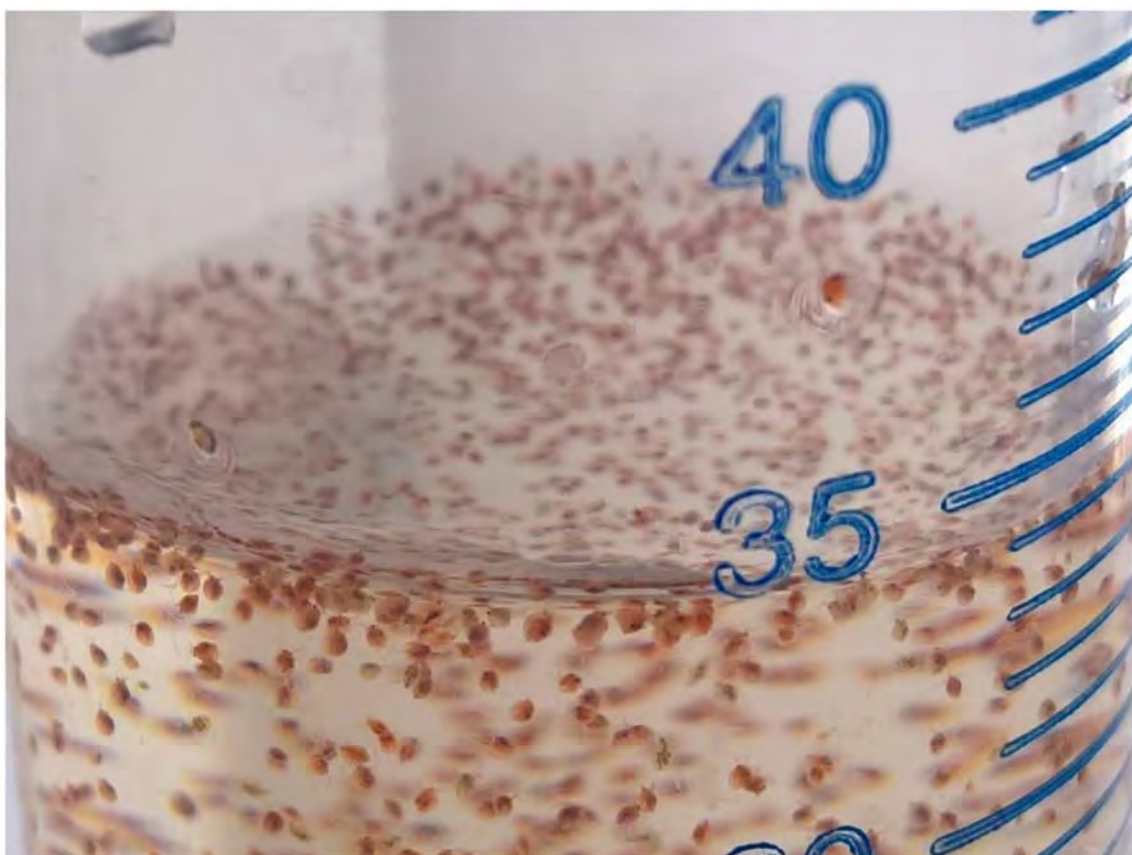
---

<sup>21</sup> <https://ca.m.wikipedia.org/wiki/Clad%C3%B2cer>





**Figura 51.** Fulles de ginesta (a dalt) i de robínia (a baix) atacades per pugó. S'hi poden observar diverses generacions.



**Figura 52.** Zooplàncton d'aigua dolça (crustacis cladòcers del tipus “puces d'aigua”) agafats directament del medi dels indrets on estaven més concentrats, amb els recipients aquí presentats, un petit flascó de vidre (a dalt) i un tub falcon (A baix).



## 6.10 Altres projectes

A la Figura 53 observem diversos tipus de rèptils, que destaquen per la seva vistosa pell, recoberta d'escames. La dels llargardaixos (nom comú) està recoberta d'escames superposades fetes de queratina que els proporciona protecció el medi ambient i redueix la pèrdua d'aigua per evaporació. Aquesta característica fa que puguin viure en llocs secs com deserts. La pell es muda periòdicament i de vegades queden alguns restes penjant quan fa poc que s'ha fet la muda, com es pot observar a la imatge superior dreta. La pell de les serps també està formada per escames còrnies que els proporciona protecció, duresa i resistència. També els hi proporciona elasticitat per alimentar-se de preses més grans que elles. Per permetre'ls el creixement, produeixen noves escames sota les antigues i es fa la muda que en el seu cas és total i d'una sola peça. Vam tenir l'oportunitat d'observar i fotografiar-ne un exemplar d'aquest canvi de pell al CRAC (vegeu AF dia 19/07/2017).

La Figura 54 és una seqüència de la còpula de dues tortugues on podem observar el dimorfisme sexual de mida d'aquesta espècie: el mascle és més petit que la femella. El mascle, un cop la femella està receptiva, es munta i emet uns sons greus característics, emesos per l'aire que surt bruscament dels seus pulmons mentre penetra la femella. Aquests "crits" els vam poder escoltar al CRARC, d'on s'extreu el moment captat a la imatge superior dreta. Tot i que a l'Escola ja n'havíem sentit prèviament, perquè la tortuga mediterrània té el mateix comportament.

Un cas a part és la còpula aèria de les libèl·lules. El procés s'inicia un cop el mascle ha marcat el seu territori en una relació de competència amb altres mascles i troba una femella. Per cridar l'atenció d'aquesta, canvia el seu vol i comença un procés de festeig. Un cop és acceptat el mascle allibera una pinça de la zona abdominal amb la qual subjecta el cap de la femella, que arqueja el seu abdomen per unir els dos òrgans sexuals (vegeu Figura 55).



**Figura 53.** Diverses espècies de rèptils, fotografiades al CRARC, que comparteixen la composició d'escames a la pell. A la imatge superior dreta prop de l'obertura de la boca del llargardaix hi descobrim un tros de pell en procés de muda. Amb més proximitat destaquen les de les serps que muden totes alhora.





**Figura 54.** Petita seqüència del procés de còpula de dues grans tortugues al CRARC. Observem un primer instant on el mascle, d'una considerable menor mida, munta a la femella. Tot seguit, emet el particular so característic del procés i, finalment, es dona una imatge zenital en la que s'aprecia millor el dimorfisme sexual.





**Figura 55.** Malgrat sembla que les dues libèl·lules de les imatges superiors són les mateixes que les de la imatge inferior pel seu color, es tracta d'exemplars diferents fotografiats en indrets i dies diferents (CRARC i Montjuïc, respectivament). No és del tot clar que siguin de la mateixa espècie ja que els detalls només són observables sense moviment.

## 7. Conclusions

S'han portat a terme un total de 10 projectes de fotografia macro, 3 de caire tècnic i 7 de perfil biològic, en l'anàlisi i discussió dels quals ja s'han esmentat algunes conclusions, de manera que aquí només tractarem les més rellevants, relacionades amb els objectius inicials.

De la comparativa realitzada amb càmeres rèflex amb objectiu macro, càmeres compactes i smartphones utilitzats, podem concloure que els millors resultats s'han obtingut amb càmera rèflex i objectiu macro, seguit molt de prop pels smartphones i a bastanta més distància les compactes amb opció macro. Les càmeres dels smartphones superen a les compactes en fotografia macro perquè hem pogut comprovar que les seves òptiques permeten fotografiar a poca distància sense distorsions ni aberracions, de la mateixa manera que ho fan els veritables objectius macro per càmeres rèflex. La millora en les òptiques dels smartphones en relació a les de les compactes s'explica per l'evolució diferencial de vendes dels últims anys d'aquests dos productes.

Hem pogut comprovar la relació de reproducció 1:1 i 1:2 indicada dels objectius macro utilitzats, fotografiant paper mil·limetrat a la mínima distància d'enfocament. I també hem pogut esbrinar, amb el mateix sistema, la relació de reproducció de les compactes i els smartphones, que era desconeguda.

Hem pogut visualitzar i comprovar a la pràctica, que la profunditat de camp a  $f/8$  en una compacta (sensor petit) és equivalent a la que s'obté a  $f/32$  en una rèflex *fullframe* (sensor gran). Aquest mateix fet explica que amb els smartphones, malgrat la gran obertura (diafragma  $f/2$  o encara més obert) també s'assoleixi una gran profunditat de camp. Per aquesta raó no es pot fer amb una compacta o amb un smartphone una foto com la de la portada, ni amb una rèflex una com la de la contraportada, sense trípode.

Dels projectes biològics realitzats relacionats amb la profunditat de camp, es conclou que si el motiu té relleu i es vol obtenir una fotografia amb tot el motiu ben enfocat, cal utilitzar una compacta o un smartphone, i si s'utilitza una rèflex, cal buscar un pla d'enfocament que resulti interessant; si el motiu és pla es pot utilitzar qualsevol tipus de càmera, sempre i quant el pla d'enfocament sigui paral·lel al motiu.

Dels tres sistemes utilitzats per a fotografiar organismes aquàtics es conclou que tots són vàlids, depenent del tipus d'organisme, però que el sistema que reproduïx els colors més naturals és el de la càmera compacta subaquàtica.

En relació a l'ampliació d'una fotografia macro per observar detalls que només podríem veure amb lupa o microscopi, podem concloure que és un recurs efectiu, sempre i quant ens assegurem de realitzar un enfocament acurat, com hem pogut comprovar amb un exemplar de planària.

Finalment, a nivell personal, m'ha agradat molt la manera d'anar aprenent amb la pràctica constant, tant a nivell tècnic (que no sempre ha estat fàcil), com pensar què fotografiar per enregistrar les activitats i sortides (annex fotocronològic), però el que més m'ha agradat ha estat la sensació que et produeix observar i fotografiar la natura a través del visor d'una càmera rèflex amb un objectiu macro llarg, que és el sistema que més he utilitzat.



## 8. Bibliografia

ALAMANY, O. (2001). *Fotografiar la naturaleza. Una guía para hacer las mejores fotografías*. Editorial Planeta S.A. (3ª edición). Barcelona.

ALAMANY, O. (2013). *Fotografía en tus Viajes. Inspiración y técnica para conseguir fotos espectaculares*. Editorial JdeJ Editores. FotoRuta Colección. ISBN: 978-84-15131-27-4. Printed in Spain. 255 pp.

ALGUACIL, JÚLIA (2013). *Macrofotografia i micromons*. Treball de recerca de batxillerat de l'Escola Mestral. [En línia]. Disponible a Internet: [https://issuu.com/escolamestral/docs/macrofotografia\\_i\\_micromons\\_ar\\_tot](https://issuu.com/escolamestral/docs/macrofotografia_i_micromons_ar_tot)

CUSÓ OSCAR (2007) *El bassal del Pati de les tortugues*. Treball de recerca. Escola Mestral. (Premi Baldiri-Reixac). [En línia]. Disponible a Internet: [http://issuu.com/escolamestral/docs/bassal\\_ocusco?e=1116350/3981904](http://issuu.com/escolamestral/docs/bassal_ocusco?e=1116350/3981904)

DAVIS, H. (2010). *Fotografía de aproximación*. Ediciones Anaya Multimedia (Grupo Anaya, S.A.). ISBN: 978-84-415-2814-7. Printed in Spain, Varoprinter, S.A.

FREEMAN, M. (2009). *Compendio del fotografía digital*. 1a ed. Evergreen GmbH, Köln. ISBN: 978-3-8365-1475-0 Printed in China. 640 pp.

GARCIA, NATÀLIA (2010). *Fotografia biològica d'aproximació*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/natalia-garcia-tr-web>.

GINESTÀ, LAIA (2015). *Fotografia biològica i composició fotogràfica*. Treball de recerca. Escola Mestral. Premi Bioimatges 2015. Disponible a Internet: [http://issuu.com/escolamestral/docs/fotografia\\_biologica\\_i\\_composicio](http://issuu.com/escolamestral/docs/fotografia_biologica_i_composicio)

HARCOURT D., P. (2002). *MACROFOTOGRAFÍA*. EDICIONES OMEGA S.A. BARCELONA. ISBN: 84-282-1294-5

HERNÁNDEZ, XAVIER (2011). *Aproximació pràctica al control manual de la imatge digital*. Treball de recerca. Escola Mestral. Premi al VI Fòrum de Treballs de Recerca del Baix Llobregat. Disponible a Internet: [http://issuu.com/escolamestral/docs/tr\\_xavirhdez?mode=window&background%20Color=%23222222](http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_xavirhdez?mode=window&background%20Color=%23222222)

HODDINOTT, R. (2006). *Digital macro photography*. Photographers' Institute Press, Castle Place, 166 High street, Lewes, East Sussex, BN71XU (United Kindom). ISBN: 1-86108-452-8.

JAN KAMPS, H. (2013). *Las reglas de la fotografía y cuando romperlas*. Editorial Blume. 1ª edición. ISBN: 978-84-15317-19-7. Impreso en China.

LANGFORD, M., FOX, A. & SWDON, R. (2011). *Fotografía básica. Guía para fotógrafos* (9ª edición). Editorial Omega Barcelona. 464 pp.

MALLOL, B.R (2013). ENFOQUE POR APILAMIENTO. TALLER DE FOTOGRAFIA DIGITAL. SUPER FOTO DIGITAL Nº 212. GRUPO V. MADRID.

MARIAS, SÒNIA (2015). *La tècnica fotogràfica time-lapse i la seva aplicació biològica a l'escola*. Treball de recerca. Escola Mestral. Diploma amb menció especial i reconeixement pel rigor en la recerca en el 10è fòrum de treballs de recerca del baix Llobregat. Disponible a internet: [http://issuu.com/escolamestral/docs/la\\_tecnica\\_fotografica\\_time-lapse](http://issuu.com/escolamestral/docs/la_tecnica_fotografica_time-lapse)

MASALLES R.M. et al. (1988). *Història Natural dels Països Catalans. Vol 6. Plantes superiors*. Enciclopèdia Catalana S. A. Barcelona.

NIETO, F. (2015) *Fotografía MACRO. Descubre todos sus secretos*. FotoRuta colección. JdeJ. Editores. Madrid. 275 pp.

PASCUAL, LAURA (2009). *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 69 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2009; Premi al Fòrum de treballs de recerca del Baix Llobregat ). [En línia]. Disponible a Internet: <[http://issuu.com/escolamestral/docs/tr\\_lapascual?e=1116350/3288132](http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_lapascual?e=1116350/3288132)>

PETERSON, B. (2012). *Los secretos de la composición fotográfica*. Ediciones Tutor. ISBN: 978-84-7902-941-8. Printed in Spain, ORYMUS, S.A.

PRIETO, ALBA (2009). *Osteocronologia aplicada a la tortuga mediterrànea II.*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 60 pp. (Premi Recerca Jove 2010, nous premis CIRIT). [En línia]. Disponible a Internet:< [http://issuu.com/escolamestral/docs/osteocronologia2\\_tr\\_complet\\_br?e=1116350/2587960](http://issuu.com/escolamestral/docs/osteocronologia2_tr_complet_br?e=1116350/2587960)>

PRIETO, A., MARTÍNEZ-SILVESTRE, A., SOLER, J., BRETONES, D., PASCUAL, E., MARÍ, J. (2013). *Aportaciones al estudio osteocronológico en un ejemplar de Testudo hermanni*. Boletín de la Asociación Herpetológica Española. Número 24(1): 50-55.

PRIETO, MAR (2014). *Objectiu fotogràfic i fotografia biològica*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 115 pp. [En línia]. Disponible a Internet: [https://issuu.com/escolamestral/docs/objectiu\\_fotografic\\_i\\_fotografia\\_biolologica](https://issuu.com/escolamestral/docs/objectiu_fotografic_i_fotografia_biolologica)

RIVAS, R. (2015). *La fotografía móvil*. Photoclub. Ediciones Anaya Multimedia. ISBN: 978-84-415-3735-4. Madrid. 228 pp.

ROIG, SANDRA (2012). *Aproximació al control de la profunditat de camp en macrofotografia digital*. Treball de recerca de batxillerat de l'Escola Mestral.

RUIZ, J.B. (2009) *El fotógrafo en la naturaleza. Guía completa para la Era Digital*. 2ª Edición. JdeJ Editores. Art FinEditions. ISBN: 978-84-936304-1-6. 415pp.

SIMÓN, ARIADNA (2009). *Micromons*. Treball de recerca. Escola Mestral. <<http://issuu.com/escolamestral/docs/micromons?e=1116350/3288068>>

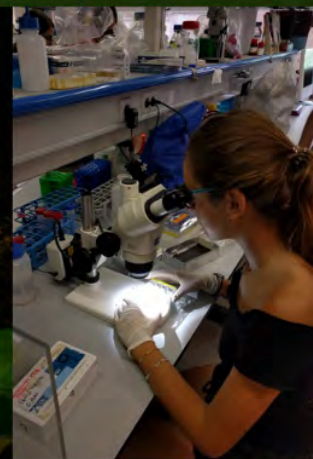
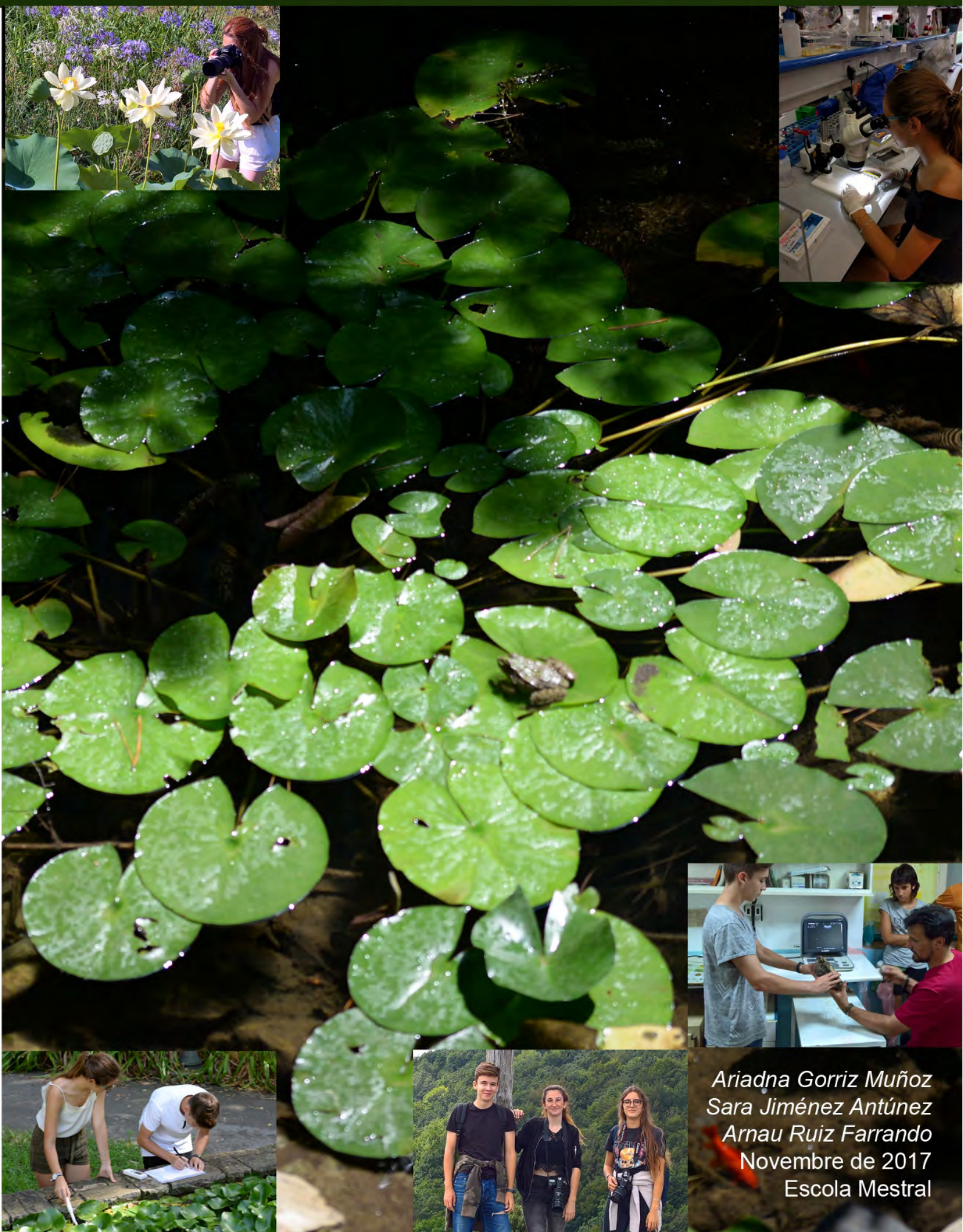
SORIA, ALBA (2008). *Macrofotografia digital*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a Internet: <[http://www.escolamestral.cat/macrofotografia\\_alba\\_soria.pdf](http://www.escolamestral.cat/macrofotografia_alba_soria.pdf)>





# ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del

## Projecte del *Pati de les tortugues* (curs 2017-2018)



Ariadna Gorriz Muñoz  
Sara Jiménez Antúnez  
Arnau Ruiz Farrando  
Novembre de 2017  
Escola Mestral



## Pròleg

Des de ja fa uns quants anys, concretament des de l'any 2003, que és quan el *Pati de les tortugues* passa a ser instal·lació col·laboradora del DMAH (Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya), que ara s'inclou en el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM) de la Direcció General de Medi Natural i Biodiversitat, per a la tinença i cria de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) a l'Escola, es porta a terme un registre de les activitats que s'hi desenvolupen, any rere any, pels alumnes que hi fan treballs de recerca relacionats, independentment del tema del seu treball de recerca concret.

Això, malgrat representa un esforç extra, facilita als alumnes la realització de pràctiques diverses i permet l'existència d'un "fil conductor" de les diferents accions i activitats realitzades al llarg dels anys i sobretot la seva ràpida consulta, per tal d'aprendre dels estudis previs i no repetir aquells ja finalitzats. D'aquesta manera, el *projecte* pot anar enriquint-se i evolucionar, amb la participació de tots els alumnes que en formen part.

Per tal de portar a terme aquest registre es fa servir una metodologia molt senzilla, però eficaç, consistent en dues eines, una basada en l'antiga llibreta de camp (transformada actualment en un arxiu compartit al *Dropbox*) on cada alumne hi anota les diferents activitats que va realitzant i les idees que se li van acudint, relacionades amb el seu treball de recerca) i una de més moderna, la fotografia digital. Aquesta última esdevé, més enllà del seu valor gràfic, una eina molt útil per el registre de tasques i esdeveniments de caire cronològic, perquè queda tot enregistrat en les *metadades* que acompanyen a tot arxiu electrònic (data i hora, a part de totes les dades dels paràmetres fotogràfics de la captura realitzada).

Tant les fotografies com els comentaris del document fotocronològic les fem sempre entre tots, però la principal responsabilitat de l'edició digital (agrupació fotos de tres en tres...) i muntatge final de les fotografies tradicionalment recau en l'alumne que fa el seu treball de recerca de fotografia. Això és el que ha passat en 9 dels últims 10 anys, en què ha coincidit que un dels tres treballs relacionats amb el projecte era de fotografia (el curs passat no n'hi havia cap, però en l'anterior eren dos). Aquest any tornem a la norma. D'aquesta manera es manté viva aquesta eina de consulta i de registre d'accions que resulta tan útil a qualsevol alumne interessat en entrar a formar part del projecte del Pati de les tortugues o del projecte Treballant la fotografia de l'Escola.

Josep Marí

## 1. Actualització del banc de dades del projecte *Pati de les tortugues*

### 1.1 Dades de pes i biomètriques de les tortugues

Es continua el seguiment del registre periòdic de pes de les tortugues adultes (tant del període actiu com durant la hibernació) i juvenils que estan en estudi. Aquestes dades es van incorporant, en format Excel, a la base de dades iniciada el 4 de novembre de 2005. També es guarda un registre de les dades de pes i biomètriques de les tortugues nascudes a l'escola (i també dels ous). Aquests arxius es van actualitzant periòdicament, per a possibles estudis posteriors a més llarg termini i també per a fer consultes per als actuals (treball de recerca d'Arnau Ruíz).

### 1.2 Registres de dades ambientals

S'enregistren els valors de temperatura de diversos indrets (a nivell de superfície i a nivell d'on s'enterren les tortugues per a hibernar i a nivell dels ous de les incubadores). Aquestes dades són enregistrades periòdicament de forma intermitent (des de desembre de 2004) amb enregistadors *DataLogger Escort* i guardats en una carpeta (*MyLogger Data*) i *Lascar\_USB* que es va actualitzant amb els treballs de recerca dels últims anys, per tal de poder ser utilitzades en qualsevol moment en treballs actuals (Arnau Ruíz) o futurs. Els fitxers de dades es guarden en el format original (editables amb el programa *EscortConsole* o *EasyLog*) i també en format full de càlcul (*Excel*).

### 1.3 Lliurament al CRARC d'exemplars nascuts a l'escola

Fa uns anys s'havien fet alliberaments (al massís del Garraf i a la serra del Montsant) de tortugues nascudes a l'escola, perquè eren tortugues que havien format part d'estudis relativament llargs (procés d'ossificació de la closca, hibernació/no hibernació, creixement...), les hem tingut alguns anys a l'escola i ja havien assolit les mides mínimes per ésser alliberades. Des de fa quatre anys els estudis en juvenils només són necessaris el primer any de vida i, per altra banda, ens neixen molts exemplars cada any i no els podem mantenir a l'escola, de manera que les portem al CRARC, en la visita anual que es fa a l'estiu (juliol o agost), perquè es quedin ja allí fins el moment d'ésser alliberades.

### 1.4 Introducció de planàries al bassal del Pati de les tortugues

Aquest any és el segon consecutiu que es dedica un treball monogràfic a les planàries i un dels objectius és el de comprovar alguns aspectes de caire ecològic encetats amb el treball anterior. Per això es faran tant estudis de camp, recollint exemplars de diversos indrets de Catalunya i analitzant diversos paràmetres de l'aigua (conductivitat, temperatura i pH), com de laboratori (una part al Departament de Genètica de la Facultat de Biologia, gràcies a la col·laboració d'un exalumne, Eudald Pascual, que serà co-tutor del treball (treball de recerca de Sara Jiménez).

### 1.5 Document fotocronològic

Es continua portant a terme un registre fotogràfic de les principals tasques i accions realitzades pels alumnes durant el període que dura el seu treball de recerca, ordenades cronològicament, en el mateix format d'anys anteriors (agrupaments generalment de 3 fotografies). Les explicacions del document es fan entre tots, però la responsabilitat de la part fotogràfica i el muntatge final recau, sobretot, en la persona que realitza el treball de recerca de fotografia (treball d'Ariadna Gorriz).



01/02/2017 Avui l'Ariadna Górriz, la Sara Jiménez i l'Arnau Ruiz, comencem oficialment el treball de recerca amb el nostre tutor, Josep Marí. L'Ariadna fa el seu treball de fotografia macro, la Sara farà recerca sobre les planàries amb un tema que és continuació d'un del curs passat, també codirigit per Eudald Pascual, i l'Arnau sobre la tortuga mediterrània, concretament sobre un nou sistema d'incubadores i continuar l'estudi de les malformacions. Obrim un grup de WhatsApp entre els cinc i també un grup compartit al Dropbox, que deixem instal·lat a l'ordinador del laboratori de biologia.



15/02/2017 El Marí demana a l'Ariadna que faci un minireportatge dels preparatius del muntatge d'una caseta per parvulari. La faran els propis pares sota la direcció del Joan serrat (arquitecte i professor de dibuix) i de la exalumna Aida Artiz, arquitecte i mare de parvulari. També acompanyarà al Roger Ferraz i al Xavi Taulé (alumnes de 2n de Batxillerat) que buscaran el lloc ideal per fer un *time-lapse* del procés de muntatge el dia de la construcció. Decideixen que s'haurà de fer des del terrat, perquè les lames de les finestres del primer pis dificulten la visió del conjunt.



17/02/2017 L'Arnau posa en marxa una de les dues incubadores noves (aquesta de la marca ExoTerra) que provarà amb el seu treball, juntament amb les Jaeger que hi havia a l'escola (més informació en el TR de l'Arnau Ruiz).



La Sara es posa a rentar l'aquari per les planàries i es dona compta massa tard que no es pot utilitzar sabó (no va bé per les planàries). Ho esbandeix molt bé i després, amb l'ajuda de l'Arnau, ho repassa tot amb un paper impregnat d'alcohol. Un cop ben net l'Ariadna es fixa com incideixen els raigs de llum i el seu efecte en travessar el vidre i hi veu una foto matemàtica. En fa moltes, variant la posició del recipient de vidre en relació als raigs incidents.



03/03/2017 Avui fem un intensiu a l'escola, cadascú amb el seu tema. La Sara acaba de fer el muntatge de les instal·lacions per les planàries, posant filtres i tubs flexibles nous als aquaris dedicats i estudiant les claus de pas i la inclinació del tub perquè brolli aigua. També agafa aigua del bassal per posar a l'aquaterrari.

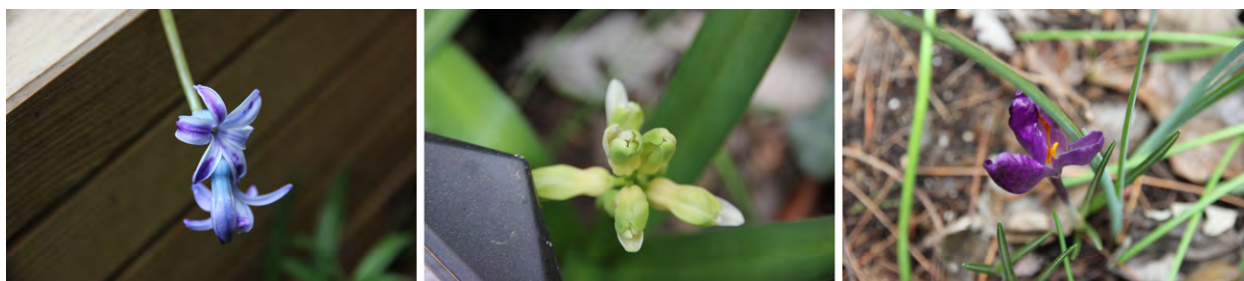


Per una de les primeres proves de les incubadores es necessitava disposar del substrat (vermiculita) ben sec. Per això es van posar 6 caixes de Ferrero Rocher, amb una determinada quantitat de vermiculita a l'estufa de cultiu per tal de dessecar-la (a 80 °C fins pes constant). El que no ens esperàvem és que el plàstic de les caixes es deformés a aquesta temperatura. La vermiculita dessecada la vam poder utilitzar, però amb caixes de Ferrero Rocher noves.

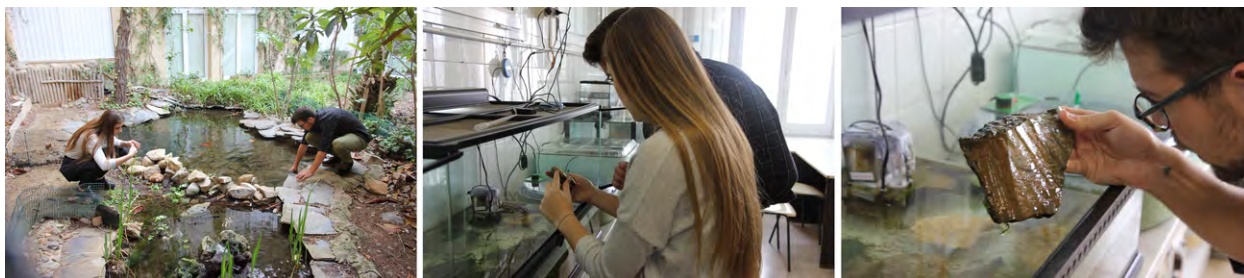


L'Ariadna va practicar amb els objectius macro amb alguns detalls del Pati de les tortugues, sobretot amb algunes flors (dels bulbs que havíem plantat a l'hivern) que es començaven a obrir.





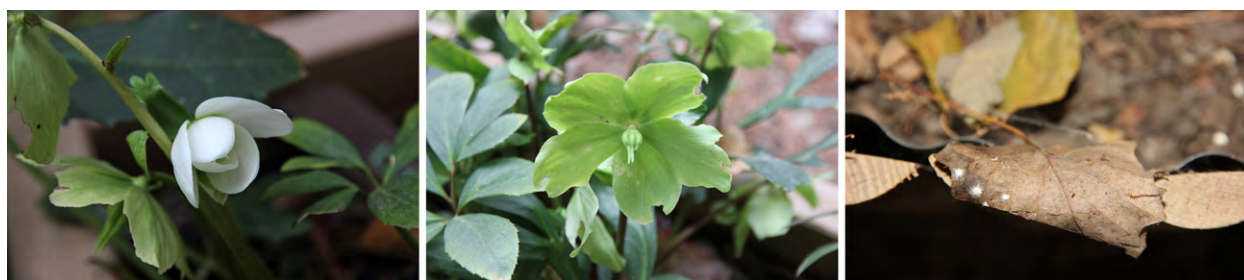
Aquesta mateixa tarda va venir l'Eudald per ensenyar a la Sara com buscar les planàries (al bassal i a l'aquaterrari) i per comprovar el muntatge de l'aquari del laboratori per les planàries.



Fa uns dies ens havia arribat la segona incubadora nova (model Reptibator de la marca Zoomed), que és molt semblant a la Jaeger, però molt més alta. Introduïm dues caixes d'incubació amb vermiculita amb dues proporcions diferents d'aigua (1:4 i 1:5; aigua:vermiculita) en cada un dels tres models d'incubadores i a una mateixa temperatura (més informació en el TR de l'Arnau). Revisem les piles dels dataloggers i substituïm les que estan gastades.



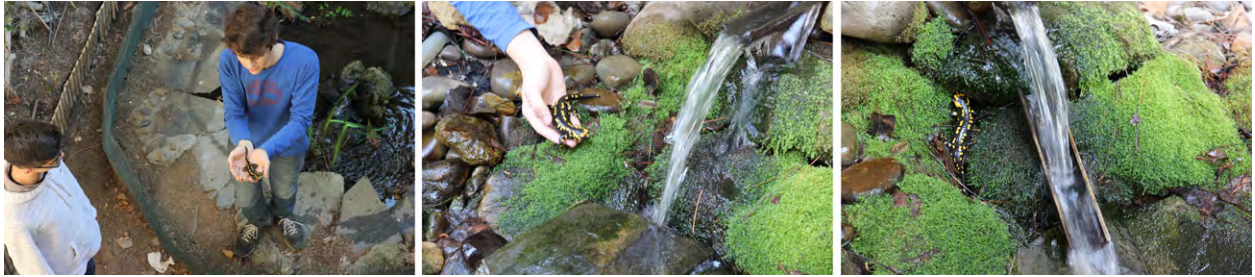
L'Ariadna segueix practicant amb el macro i està veient que enfocar bé costa molt més amb la rèflex de format complet. Avui ha descobert la flor d'hivern, una planta que floreix a l'hivern i que ha pogut comprovar (consultant els documents fotocronològics d'anys anteriors) que fa molts anys que es fotografia a l'Escola.



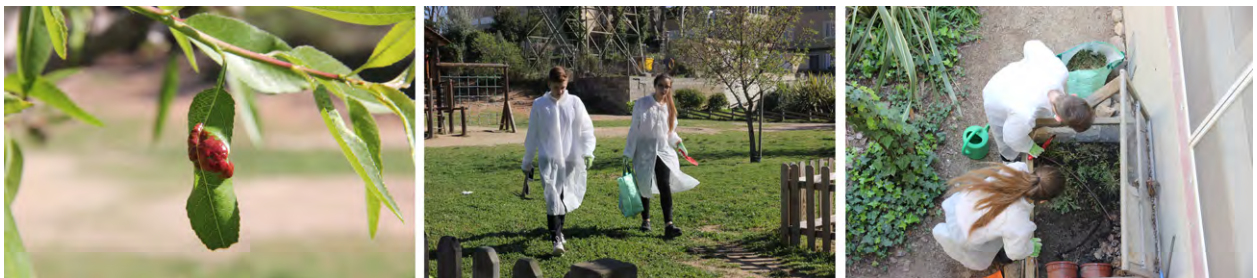
17/03/2017 Avui, a l'acabar les classes de la tarda, uns alumnes de biologia de 2n de Batxillerat han vist la serp d'aigua al bassal del Pati de les tortugues i han baixat per tal d'intentar atrapar-



la (perquè s'ha fet una mica gran i perillen els amfibis petits). No ho han aconseguit, però han trobat la salamandra (a sota de les caixes on hibernen les tortugues juvenils). Feia molt temps que no s'havia vist i té molt bon aspecte, senyal que amb el que troba pel pati s'alimenta bé. El Guillem Bosch la deixa a prop del brollador de la petita cascada del bassal.



L'Ariadna, a part del reportatge de fotos de les activitats, continua practicant amb la modalitat que més li agrada de fotografia, la macrofotografia. I ha trobat un detall en una fulla d'ametller que li ha cridat l'atenció. Segons el Marí es tracta d'un fong paràsit que deforma les fulles (d'aquí el nom específic del nom científic: *Taphrina deformans*) i que es molt freqüent en els arbres del gènere *Prunus*. L'Arnau i la Sara han anat a prop de l'hortet del pati de secundària per agafar plantes amb arrel per trasplantar al terrari exterior, perquè hi hem posat una tortuga juvenil que ja estava desperta i no hibernava; la resta estan hibernant, però creiem que aviat despertaran perquè les temperatures mitjanes ja s'acosten als 15°C, moment en què hem llegit que solen despertar de la hibernació.



24/03/2017 Pesem les tortugues que encara estan hibernant. Observem que estan totes dormides (les temperatures aquests dies han baixat de cop) i, amb l'ajuda del Pol, netegem els filtres de les bombes hidràuliques. Ara l'aigua brolla amb més força.



28/03/2017 Trobem que les tortugues juvenils ja estan totes despertes, les posem amb aigua perquè beguin i s'hidratin bé i les trasludem al terrari exterior, que ja teníem preparat de la setmana passada. Les pesem després de beure (hem oblidat fer-ho abans de posar-les amb

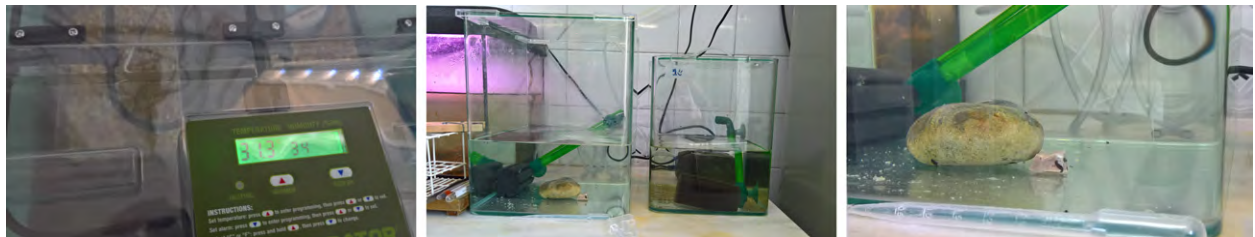


aigua, per tant les dades de pes finals de la hibernació s'hauran de considerar les últimes agafades abans d'aquesta data).

30/03/2017 Acaba la prova de dessecació del substrat de les caixes d'incubació de les incubadores i observem que la humitat relativa de l'interior de les incubadores és molt baixa. Afegim una mica d'aigua (uns 50 cm<sup>3</sup>) al fons de les incubadores Jaeger i Reptibator i tornem a col·locar les caixes amb el substrat i els enregistradors (més informació en el TR de l'Arnau).

31/03/2017 Ens adonem que l'enregistrador H7 de la incubadora reptibator es va quedar fora, ens el vam deixar ahir quan els vam treure per posar aigua a sota l'espuma. Ho anotem a les observacions del full de pesades (per tenir-ho en compte a l'hora d'interpretar les dades) i el tornem a introduir a dins de la caixa d'incubació de l'interior de la incubadora.

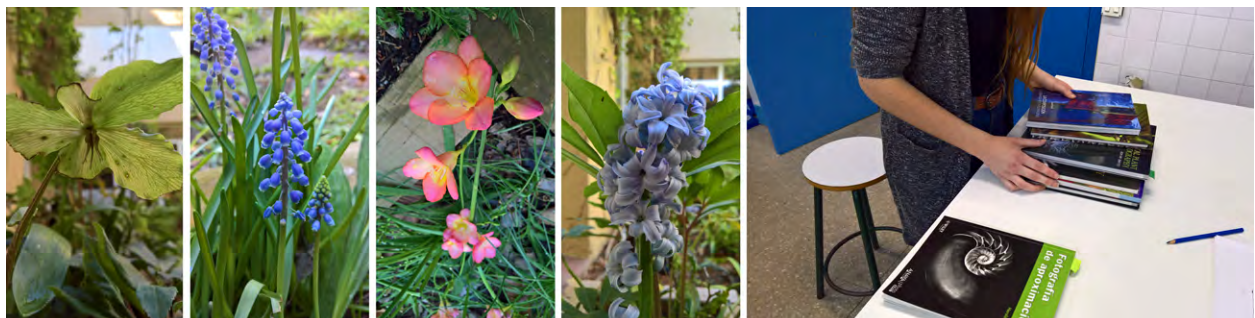
12/04/2017 Avui dediquem tot el matí als nostres treballs i a deixar preparat tot el necessari per les vacances de setmana santa. L'Arnau afegeix una mesura d'aigua (un pot preparat per fer la proporció 1:4, aigua:vermiculita, d'uns 220 cm<sup>3</sup>) al substrat de cada incubadora (ara ja molt sec) per veure com influeix en el registre d'humitat relativa, sense afegir aigua al fons de les incubadores, com s'havia fet anteriorment. La Sara alimenta (amb fetge) les planàries; els hi deixa tot el matí.



Els arbres caducifolis del pati ja tenen les fulles desenvolupades (excepte l'àlber, que les té incipients). Trasplantem algunes plantes de l'hortet (plantatge i dent de lleó) al terrari exterior i també els donem un suplement (també a les grans) perquè tinguin suficient menjar durant les vacances.



Encara queda alguna flor d'hivern (*Helleborus*), però el que més es veu són les flors de les bulboses que havíem plantat a l'hivern. L'Ariadna s'encarrega de fotografiar-les i el Marí li deixa un bon grapat de llibres de macrofotografia perquè se'ls emporti a casa.



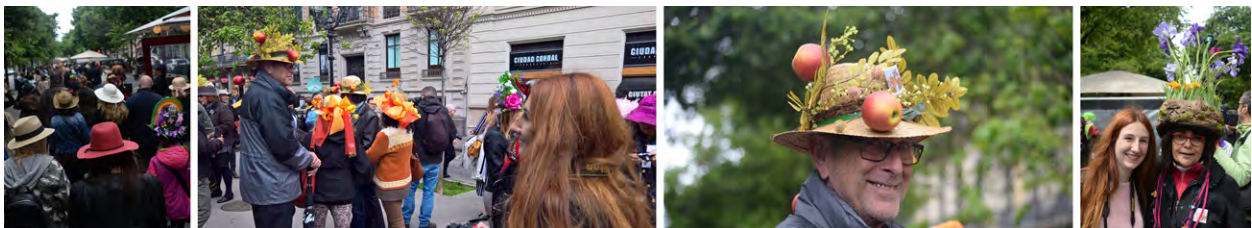
25/04/2017 Avui, després del període de vacances, amb l'ajuda dels demés companys de Biologia, dediquem una estona a facilitar la hidratació de les tortugues juvenils.



26/04/2017 Es descarreguen les dades dels dataloggers Escort i EasyLog de les proves realitzades amb els tres tipus d'incubadores i s'inicia la última prova amb dues incubadores del model escollit (Reptibator). S'han posat les sondes dels dos dataloggers Escort (T4 i T3) de doble sonda tèrmica, de manera que la sonda esquerra de cada enregistrator es situaria a dins de les caixes d'incubació de la incubadora de l'esquerra (incubadora 1, amb tractament a 32,2°C) i la sonda dreta de cada enregistrator, a les de la incubadora de la dreta (incubadora 2, amb tractament de 31,5°C). A més a més, a l'interior de cada incubadora hi ha dos termohigròmetres, un de la marca Escort (situat a sobre de l'esponja del fons de la incubadora i un de la marca EasyLog situat a l'interior d'una caixa d'incubació, a nivell d'on es situaran els ous). S'han omplert amb aigua les ranures de la base de cada incubadora (uns 300 cm<sup>3</sup>) i s'ha humitejat l'esponja i s'ha espremut. Després s'han posat dues caixes d'incubació (Ferrero-Rocher) amb vermiculita (proporció 1:4), deixant-les destapades. Hem comprovat que perquè a nivell dels ous hi hagi la temperatura desitjada (32,2°C i 31,5°C) els selectors de les incubadores s'han d'ajustar a 36°C i a 34,5°C, respectivament (més informació en el TR de l'Arnau).



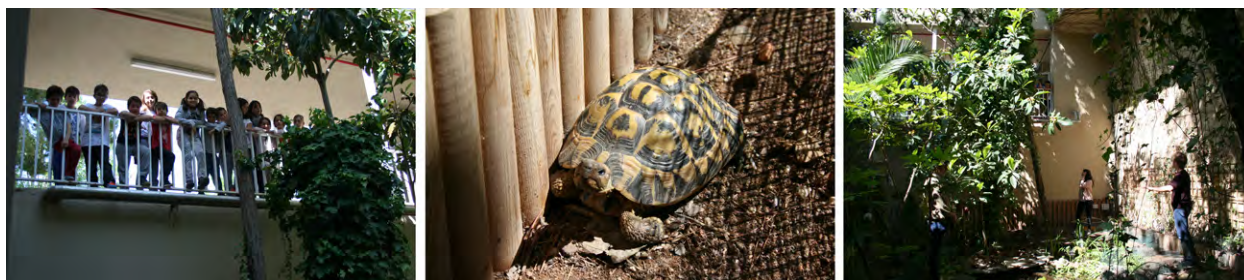
30/04/2017 Avui a la Rambla de Barcelona hi ha una desfilada de barrets i el Marí va dir a l'Ariadna que era una bona ocasió per fer pràctica de fotografiar a la gent sense que sigui un problema (ja que no es pot anar pel carrer fent fotos a la gent...). Hi havia barrets de tot tipus i alguns de molt originals.



04/05/2017 Avui hem de fer una explicació de les tortugues de l'escola als nens de 4t de Primària, com ja és habitual que siguin els alumnes que fan el treball de recerca relacionat amb el Pati de les tortugues els encarregats de fer-ho. El Marí no hi és (és de colònies a les Planes de Son) però ens ha deixat algunes instruccions. Ho fem a l'hora que teníem classe amb ell, de manera que també ens hi poden ajudar els companys de biologia. En primer lloc els hi ensenyem, des



de dins del pati, les tortugues grans, on hibernen les grans i les petites del pati i altres detalls mentre ells ho miren des de dalt i ens fan bastantes preguntes.



Després anem al laboratori i els hi ensenyem les tortugues petites nascudes l'estiu passat i que fa poc temps han despertat de la hibernació. Els nens han mostrat molt d'interès i nosaltres ens ho hem passat molt bé. A més, les mestres ens han dit que ho havíem explicat tot molt bé.



12/05/2017 La Sara comença a fer persecucions fotogràfiques de petits organismes, sobretot d'aranyes. També ha fet un llarg reportatge de com menjaven pastanaga les tortugues grans.



18/05/2017 El Marí li demana a la Sara que faci un reportatge de les flors dels clavells d'aire perquè és la primera vegada que fan flor al pati. També li diu que busqui informació d'aquestes plantes epífites.





20/05/2017 Aviat les tortugues faran les primeres postes, de manera que preparem les incubadores amb el substrat definitiu, descarreguem les lectures dels dataloggers i fem una revisió de la càrrega de les piles (més informació en el TR de l'Arnau).



06/06/2017 Observem a la tortuga mitjana fent niu. És la segona posta de la temporada i la segona de la tortuga mitjana (de la tortuga gran encara no n'hem trobat cap). L'Ariadna ha de fer una activitat amb llums amb els nens de P4, la classe dels astronautes. La idea és que cada nen es pugui encerclar el cap amb un llum i si pot ser dibuixar una estrella davant el seu cap. Per això va demanar als companys de classe si es podien quedar una estona a última hora per fer unes proves de temps d'exposició. De fet, ja hi teníem certa experiència perquè gairebé tots els que érem aquí ho havíem practicat a les colònies de 3r d'ESO a les Planes de Son, com activitat de fotografia nocturna. Aviat ens vam adonar que dibuixar estrelles resultaria massa complicat pels nens i vam fer proves amb cercles de llum al voltant de la cara.



09/06/2017 Avui és l'examen de VISUM de 3r d'ESO, que l'ajudem a posar, vigilar i corregir els alumnes de biologia de 1r de Batxillerat.

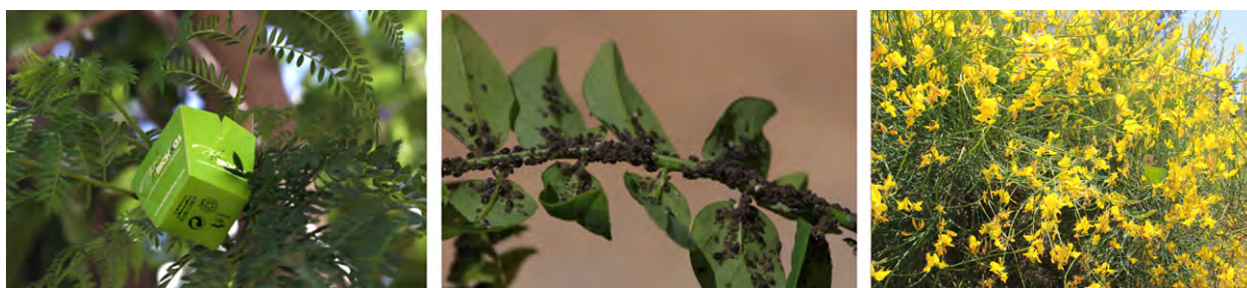


14/06/2017 Avui ens ha arribat el material viu per atacar el pugó mitjançant lluita biològica, "sebrant" larves de marieta de dos punts (*Adalia bipunctata*). Fem una inspecció per totes les zones amb vegetació de l'escola per detectar els llocs on hi ha més pugó. L'Ariadna ha agafat una càmera amb macro per captar els detalls, tant del pugó com d'altres petits organismes, entre els quals una petita aranya saltadora molt curiosa.





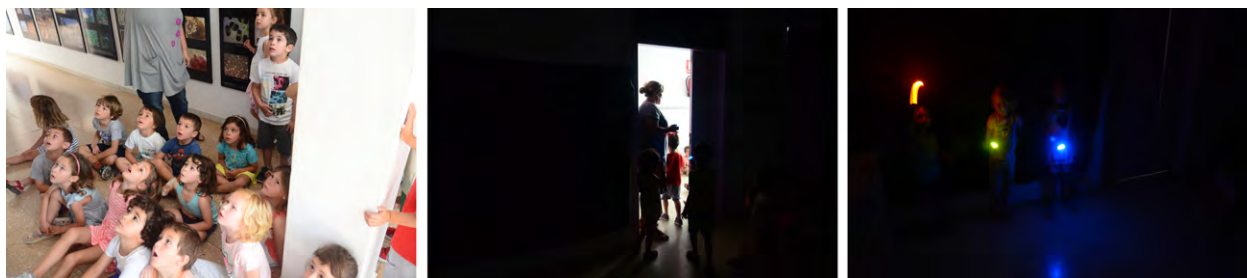
Observem que hi ha diverses espècies de plantes amb pugó, però les més atacades són els brots tendres de la robínia i de la ginesta. Posem caixetes amb larves de marieta a diversos indrets de l'escola. En total hem alliberat unes 200 larves de marieta.



Al tornar al laboratori observem que la tortuga gran està fent niu; és la tercera posta de la temporada, però la primera d'aquesta tortuga, almenys la primera que hem trobat. Alguns alumnes de Biologia participen en la recollida i tramitació dels ous fins a la incubadora.



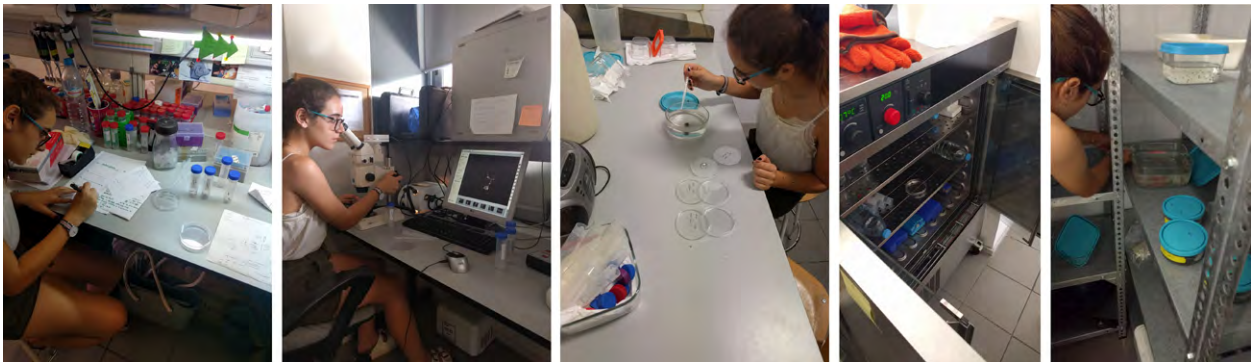
15/06/2017 Activitat de llums amb els nens de P4. En primer lloc els portem al passadís de la biblioteca on hi ha alguns pòsters d'aquests tipus de fotografies fets a les Planes de Son perquè vegin que s'ha d'estar a les fosques. Després anem a l'aula D (que es pot enfosquir) i els anem cridant en petits grupets, amb l'ajuda de les mestres. L'Ariadna és l'encarregada de fer les fotos i la Sara prepara els nens i els hi dóna els llums.



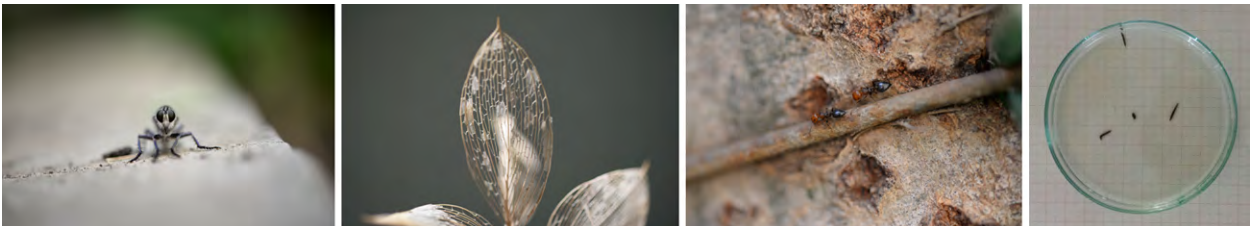
En poc més d'una hora tots els nens han fet un dibuix lumínic i, fins hi tot, han aconseguit dibuixar amb llum les lletres de la paraula "Astronautes" per la portada del projecte de classe.



26/06/2017 És el primer dia de la Sara al departament de Genètica a la facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona. L'Eudald té dos projectes per portar a terme: Amputació de diferents parts del cos (cap, tronc i cua) de diferents planàries i veure la seva regeneració i, fer una hibridació *In situ* amb diferents marcadors per diferenciar i marcar unes cèl·lules específiques.



29/06/2017 L'Ariadna dedica una bona estona a fer fotografia macro al Pati de les tortugues i la Sara comença avui un experiment amb planàries de 4 espècies diferents i compta els individus de cada espècie que posa a l'aquari de planàries, a l'aquaterrari i a la càmera Exoterra (més informació en el TR de la Sara).



30/06/2017 El Marí demana a l'Ariadna que reproduïxi uns projectes de macrofotografia que surten a una revista de fotografia.



07/07/2017 Sortida als jardins de Mossèn Cinto Verdaguer de Montjuïc perquè el curs passat es va descobrir que hi havia moltes planàries en les fulles dels nenúfars dels nombrosos estancs. En la sortida del curs passat es va observar que hi havia més planàries a última hora de la tarda



que al mig dia, i més en les zones on donava l'ombra que a ple sol. A més a més, es va observar que hi havia alguns exemplars al llarg del pecíol de les fulles i es va fer la hipòtesis d'una migració vertical de les planàries, que de dia baixaven cap al fons i que al vespre i a la nit tornaven a pujar pels esmentats pecíols. Per això nosaltres arribem bastant d'hora, a les 9 del matí (en teoria la zona d'accés s'obre a les 10 del matí). Ho hem trobat obert i ens adonem que el sol ja està bastant alt a aquesta hora aquesta època de l'any. Malgrat tot és bastant d'hora i tenim l'esperança de trobar molts exemplars de planàries. Venim equipats amb instruments de mesura, observació i recol·lecció de planàries (conductímetre, tubs falcon, pinzells, termo...) i una càmera rèflex amb objectiu macro. La Sara i l'Arnau ens dediquem a les planàries i l'Ariadna a la fotografia.

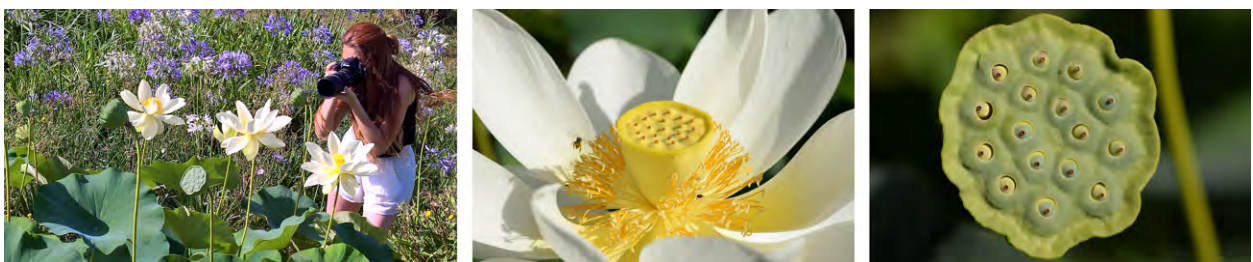
En primer lloc fem unes primeres observacions i observem que als estancs de la part esquerra (en sentit oest, escales amunt) n'hi ha moltes menys que als de la part dreta.



També hem comprovat que n'hi ha més quantitat on l'aigua té una mica de moviment. Una altra observació que hem pogut fer es que hi ha algunes planàries al pecíol de les fulles (potser és certa la hipòtesi del Quim), però això només ho hem vist en les basses que tenien sol i ombra (per arbres propers), els de la part dreta pujant les escales (sentit O-NO, més o menys). El Marí li ha demanat a la Sara que anoti molt bé (li ajuda l'Arnau) quines basses es prenen les mesures amb el conductímetre i també que es fixi on es troben més planàries (més informació en el TR de la Sara).



L'Ariadna està descobrint un indret fantàstic per fer fotografia macro i ho està aprofitant. També fem algunes fotografies amb un smartphone, però la majoria es fan amb la Nikon D610 i objectiu macro sigma de 105 mm (va bé que sigui macro llarg perquè permet disparar a més distància sense que s'espantin tant els animals). La flor de lotó (nenúfar gegant) de color blanc és impressionant i el fruit (encara verd) molt curiós.



El Marí li ha demanat a l'Ariadna que aprofiti aquest indret també per practicar la composició fotogràfica, jugant amb el desenfocament.



Hi ha diversos tipus de libèl·lules però es mouen molt. També hem vist que hi ha una gran proliferació de dàfnies (zooplàncton), que hem intentat fotografiar.



La Sara i l'Arnau han pres mesures de temperatura, pH i conductivitat dels indrets on hem agafat mostres, en 7 basses concretament; en dues d'elles s'han pres les mesures en dos indrets: a prop de la zona on queia un rajolí d'aigua (procedent de la bassa d'un nivell superior) i a l'extrem més allunyat d'aquest punt, on no hi ha moviment d'aigua. Després posem els falcons amb les planàries i també els falcons amb dàfnies als termos i anem cap a l'Escola.



Un cop arribem a l'escola separem les planàries en diferents plaques de petri, una per cada falcon que conté planàries. Ens adonem que hi ha dos individus de color vermellós (un més que l'altre) i l'Ariadna els fa diferents fotografies per, més tard, fixar-nos en els petits detalls. Trobem que hi ha molts exemplars de *Smidchtea polychroa* i també bastants de *Girardia tigrina*. (més informació en el TR de la Sara). La Sara fa el recompte de les planàries posades a l'aquari i a la càmera Exoterra la setmana passada.





11/07/2017 l'Eudald instrueix a la Sara i l'ajuda a familiaritzar-se amb el material del laboratori i les instal·lacions.



A part, continuen avançant en els 2 projectes: fan fotografies de les planàries tallades horitzontalment amb determinats dies de regeneració i, comencen a preparar els animals per la hibridació amb les diferents cadenes complementàries (sondes) amb la solució Prehybe a 56°C durant 2 hores per evitar unions inespecífiques.



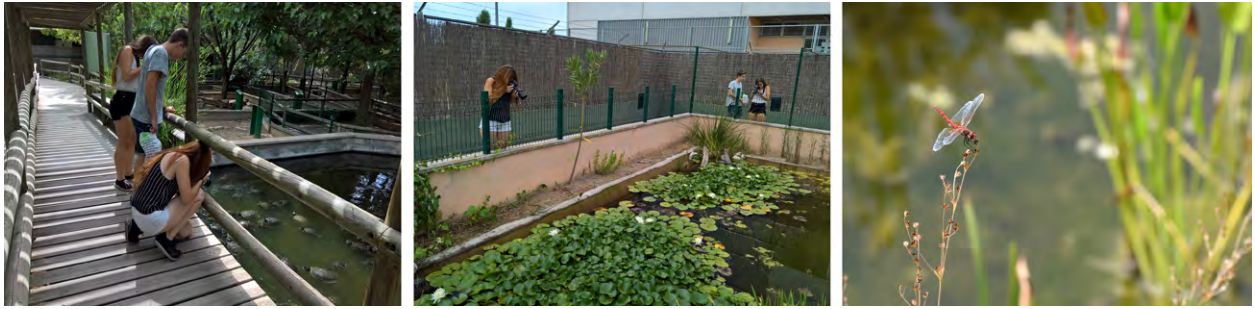
19/07/17 Visita anual al CRARC. Abans de marxar fem una fotografia de les tortugues que lliurarem en visió dorsoventral i també ventrodorsal, per mostrar que totes presenten la coloració fosca típica de l'espècie.



Hem arribat al CRARC i el Marí ens ha presentat al Joaquim Soler (Director tècnic del CRARC), que ens ha dit on havíem de deixar les capses amb les nostres tortugues fins que ens avisessin per la pràctica del curs. Com no havíem estat mai al CRARC cap de nosaltres tres, ens ha dit que féssim una visita per les instal·lacions, però abans hem anat a esmorzar, a l'entrada, perquè la zona de pícnic era ocupada per una escola.



Hem vist les tortugues de Florida (molts exemplars junts) i les grans instal·lacions dedicades a les tortugues mediterrànies (les protagonistes del CRARC, sens dubte).



Hem estat una bona estona observant i fotografiant libèl·lules i també les tortugues de rierol. Les petites tenen un nedar molt curiós, fent un xip-xap força sorollós que hem trobat molt divertit.



Ens criden i passem al laboratori amb les nostres tortugues. L'Albert ens ensenya per pantalla uns protozous paràsits (no de les nostres tortugues) i fa una explicació d'altres elements que es poden observar en una mostra d'excrements. Després parlem una estona dels nostres treballs i el Marí li entrega dos treballs del curs passat i els comenta una mica, quedant per parlar-ne més tard perquè el Marí li diu a l'Albert que creu que hi ha material per començar a preparar dues publicacions més, una sobre hibernació de tortugues juvenils (treball de Ferran Jiménez) i una altra sobre malformacions (treball de Pau Vilaseca). L'Albert aprofita per explicar que les malformacions són molt freqüents en els rèptils i ens ensenya una tortuga mediterrània de dos caps nascuda al CRARC.

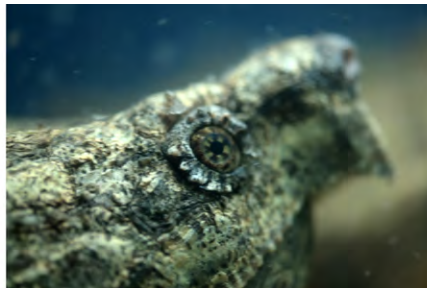


A continuació passem a una altra sala per fer una ecografia de les tortugues. Ens diu que a la mitjana no se li veu res, però que la gran sembla que té fol·licles involucionant, és a dir, que els està reabsorbint. Li comentem que només hem trobat una posta d'aquesta tortuga i que normalment en fa dues o tres i també li hem dit que aquest estiu a l'escola hem tingut (i tenim) obres a la cuina, que està al costat del Pati de les tortugues i que els operaris han treballat bastants dies amb el martell pneumàtic. És molt possible que s'hagin estressat i com a conseqüència hagin fet menys postes. Finalment, l'Albert injecta la dosi necessària d'antiparasitari a les nostres tortugues.





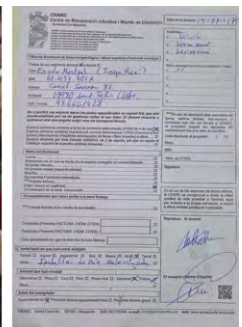
Com ens havíem quedat a mitges de la visita, després del laboratori l'hem continuat per l'exterior i també per l'interior del recinte.



Hem vist alguna cosa curiosa, com una serp albina que passava per sobre d'una tortuga o una petita tapa que fa ombra a una instal·lació de tortugues mediterrànies i hi estaven totes a sota.



Per últim anem a un indret que representa un tros de selva tropical amb molta vegetació i humitat elevada en la que, en teoria, hi ha dos camaleons, però hi hem estat una bona estona buscant i no n'hem trobat cap. Després hem anat a buscar les nostres coses i les tortugues grans i hem vist que l'Albert estava fent una necròpsia d'una tortuga als integrants del curs de rèptils. Abans de marxar hem recollit el justificant d'haver lliurat les tortugues.





25/07/2017 Neixen A1 i A2. Ja feia un parell de dies que estaven els ous una mica esquerdats, però segurament no han volgut sortir fins que han reabsorbit tot el vitel. La A1 presenta absència de placa nugal.



26/07/2017 Fem una sortida al massís del Montseny amb l'objectiu de realitzar fotografia biològica d'aproximació i macrofotografia en un indret natural i també per observar i fotografiar planàries en el seu hàbitat. El Montseny no està gaire lluny i té ambients molt diversos, per això és un dels llocs escollits pel nostre tutor. Fem la primera parada a Sant Marçal i el Marí ens ofereix una càmera a cadascú perquè anem fotografiant allò que ens cridi més l'atenció, però l'Arnau diu que prefereix tenir les dues mans lliures.



La Sara utilitza una rèflex amb objectiu zoom curt i l'Ariadna una rèflex de format complet amb un objectiu macro de 105mm i també fa servir, de tant en tant, una compacta i un smartphone. Per comparar la profunditat de camp de les diferents càmeres fotografia una mateixa superfície plena de líquens amb càmera rèflex i objectiu macro i amb un smartphone (més informació en el TR de l'Ariadna).

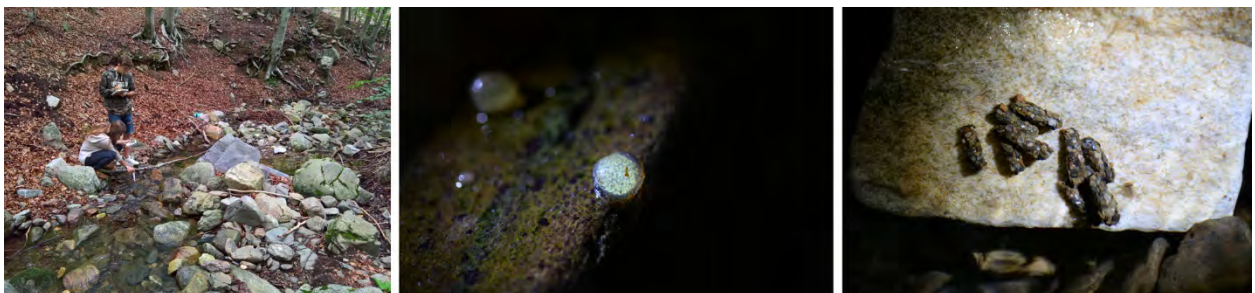




Però el que realment li interessa més és fotografiar amb l'objectiu macro, que és relativament llarg de focal i pot situar-se a certa distància dels insectes abans d'espantar-los. A més a més, com és un indret tan assolellat es pot disparar a velocitat d'obturació altes.



Deixem el descampat de San Marçal i ens endinsem en la fageda de Santa Fe, aquí tot és molt més fosc. Arribem al rierol i la Sara i l'Arnau troben les primeres planàries i prenen mesures de diversos paràmetres de l'aigua del rierol (Més informació en el TR de la Sara), mentre que l'Ariadna i el Marí fan proves d'il·luminació amb una llanterna LED molt potent, intentant fotografiar ous de tritó i "casetes" de tricòpter, entre altres motius.



El Marí demana a la Sara que intenti identificar la única espècie de planària que hem trobat en aquest rierol d'aigua freda, fent servir guies de camp i un article de planàries de la Península Ibèrica, que hem agafat del laboratori de l'escola aquest matí abans de sortir. La Sara la identifica com *Polycelis felina*. En un dibuix es veu com aquesta espècie té múltiples ulls molt petits en la meitat anterior del seu cos, aleshores el Marí li posa un repte fotogràfic a l'Ariadna. Consisteix en aconseguir fer una fotografia tan ben enfocada d'aquest animal, que a l'ampliar la imatge es puguin distingir els ulls, i si pot ser en més d'un exemplar. Tot això a pols, és a dir, sense utilitzar trípode (més informació en el TR de l'Ariadna).



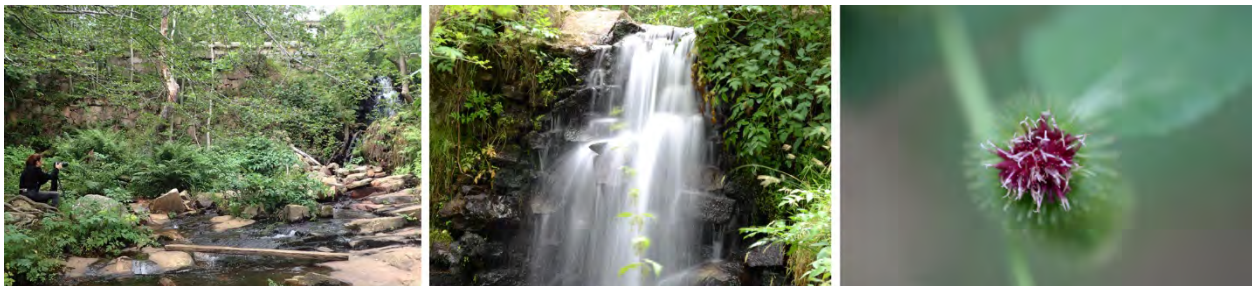
Avui també hem provat una càmera submarina (una Olympus TG-4) i l'hem utilitzat en dos indrets, en el rierol abans esmentat, on hem pogut fotografiar ous de tritó i larves de tritó del Montseny o de salamandra.



I també a la sortida del pantà de Santa Fe, on l'aigua no és tan freda i té altres característiques. Aquí hi hem trobat molts cap grossos de granota roja. Aquesta càmera es pot controlar a través del mòbil amb l'aplicació *Olympus Camera Remote*, però perquè funcioni es necessita tenir bona cobertura WiFi i en aquest indret no en teníem. L'Arnau i la Sara també han trobat planàries, però d'una espècie diferent a la d'abans (més informació en el TR de la Sara), i una granota roja molt petita.



L'Ariadna, que ha portat el trípod, dedica una bona estona a fer fotos de la petita cascada variant la velocitat d'obturació i després, pel camí de tornada cap al cotxe continuem fent algunes fotos amb poca profunditat de camp (fruits amb ganxos, agalles en fulles de faig...).



Arribem al cotxe i al voltant del pàrquing hi ha plantatge de fulla ampla. Aquesta planta és una de les preferides de les tortugues i n'agafarem de petites per trasplantar al Pati de les tortugues de l'escola. El Marí diu que ja les agafarà ell i que mentrestant nosaltres anem a veure els joves exemplars de sequoies que hi ha al costat i que comprovem que tenen una escorça esponjosa.

Són uns arbres enormes i molt rectes. Realment l'escorça és molt esponjosa, li pots donar un cop i no et fas mal.





Quan pujàvem aquest matí ens ha sobtat molt que hi havia uns arbres que tenien mitja soca com pintada, de color vermellós, molt llampant. El Marí ens ha explicat que es tractava d'alzina surera i que això que es veia era el tronc sense la capa de suro. Cap dels tres ho havíem vist mai i ho hem trobat molt curiós. Aleshores hem quedat que en baixar ens aturàriem per veure-ho de prop i fer-hi unes fotos. Precisament, l'Ariadna ha fet fotos amb els tres tipus de càmeres, com en el cas dels líquens, però aquí, al tractar-se d'una superfície més corbada, el tema de la profunditat de camp és més crític (més informació en el TR de l'Ariadna).



Arribem a l'escola a tres quarts de 8 del vespre, la Sara revisa que estiguin bé les planàries que hem portat (a dins dels termos), pren mesures de la seva llargada sobre paper mil·limetrat i després les distribueix en els diferents indrets (càmera ExoTerra, aquari de les planàries, aquaterrari) (Més informació en el TR de la Sara). Després baixem les bosses amb el plantatge al Pati de les tortugues, però no les trasplantem perquè ja és molt tard (hi posem una mica d'aigua a l'interior de les bosses perquè les plantes no s'assequin). Marxem a les 9 del vespre.





27/07/2017 Al matí plantem el plantatge de fulla ample procedent del Montseny al voltant de la zona de vegetació semiprotegida. Per la tarda el Marí va a comprar planter a Planters i verdures Barrau de Cabrera de Mar per posar a la zona de vegetació semiprotegida. Ens informa que un altre ou s'està esquerdant (l'ou nº1).



28/07/2017 Neix la tortuga A3 (presenta una duplicació de placa vertebral). Plantem al Pati de les tortugues la major part dels exemplars de planter procedent de Cabrera de Mar.



Ens reservem una part per anar posant al terrari del laboratori. L'Ariadna fa moltes fotografies d'un briòfit molt curiós (*Marchantia polymorpha*) pel seu tipus de reproducció (més informació en el TR de l'Ariadna); després també el posem en uns indrets molt humits del costat del brollador i de la cascada per veure si agafa bé. També fa moltes fotos de la dent d'ou de les tortugues petites, però es belluguen molt.



30/07/2017 Es preparen les incubadores (es deixen una mica obertes) perquè el dia 1 d'agost està previst que hi hagi un tall de llum durant tot el matí. També es deixa un full explicatiu amb les anotacions que cal fer dels propers naixements, així com el codi de marcatge, ja que és molt important saber de quina de les dues incubadores és cada tortuga que neix (més informació en el TR de l'Arnau).





01/08/2017 Avui és el dia que es fa el tall de llum durant tot el matí. A primera hora el Marí ha dit que passaria pels jardins de Mossèn Cinto Verdaguer per fer una comprovació de si hi ha més planàries que una mica més tard (quan hi anàrem nosaltres, vegeu AF del dia 07/07/2017). Ha trobat planàries als mateixos indrets, però amb més quantitat i també ha pogut comprovar que n'hi havia alguna tija avall. Ha trobat moltes dàfnies i n'ha portat en un flascó petit i en dos falcons.



Avui l'Ariadna porta a terme un projecte tècnic amb un munt de càmeres, objectius macro i 2 smartphones sobre paper mil·limetrat de color verd (més informació en el TR de l'Ariadna).



I un altre projecte de biologia relacionat amb la partenogènesi amb les dàfnies a l'interior dels recipients originals i un smartphone, en aquest cas el Lumia 950. Un cop fetes les fotos vam posar una petita part de les dàfnies a l'aquaterrari del laboratori i la resta al bassal del Pati de les tortugues.



La Sara fa recompte de les planàries dels diferents tractaments i després administrem la segona dosi d'antiparasitari a les tortugues grans, seguint les instruccions del CRARC i amb l'ajuda del nostre tutor. També repassem el calendari del mes d'agost per veure qui de nosaltres pujarem pel control de naixements els dies que ens obrin l'escola el Carlos (15 d'agost), el Pol (19 d'agost) i el Raül (22 d'agost).



07/08/2017 Amb el termòmetre làser per infrarojos, mesurem la temperatura del laboratori i, de passada, comprovem que la temperatura a la que estan els ous coincideix amb la desitjada i enregistrada de forma continuada pels enregistradors electrònics.



14/08/2017 Avui puja l'Arnau amb el Carlos. Acaba de néixer la tortuga A5 de l'ou nº 13. Presenta una duplicació de les plaques vertebrals. També es veu que comencen a esquerdar-se els ous nº 6 i nº 8. La humitat relativa de les dues incubadores és correcta, està al voltant del 80%.

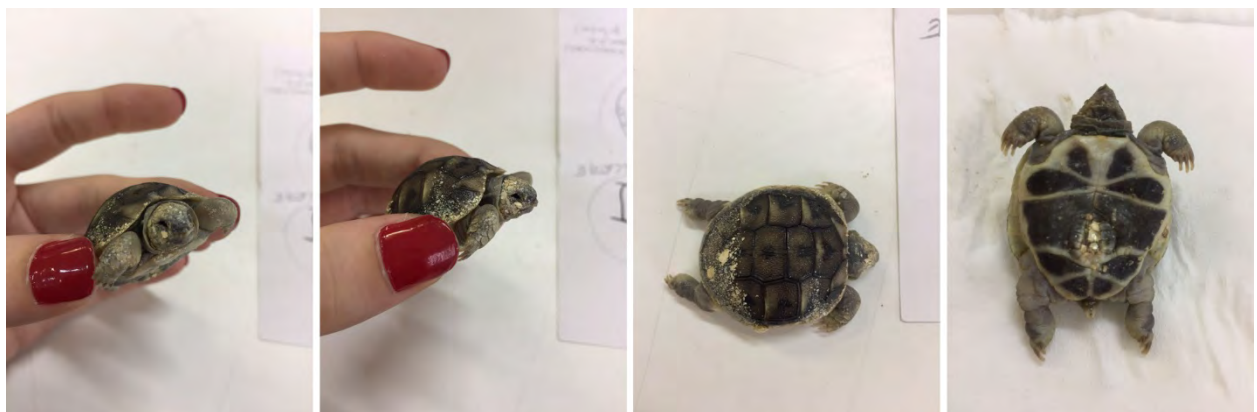




19/08/2017 Avui la Sara havia de pujar a l'Escola perquè era un dia que pujava el Pol a regar, però no ha pogut. De manera que el Pol s'ha comunicat directament amb el Marí per informar dels naixements. El Pol ha trobat que havien nascut les tortugues corresponents als ous nº 6 i nº 8, les ha pesat i les ha marcat a la placa marginal esquerra nº 6 i nº 7, respectivament, seguint les instruccions del Marí per telèfon, i ho ha anotat tot al full de dades que hi havia a la taula, al costat de la balança. També estava una mica esquerdat l'ou nº 10. Abans de marxar el Pol ha tornat al laboratori i ha vist que l'ou número 10 estava bastant esquerdat, però que la tortuga encara no havia acabat de sortir, continuava a dins de l'ou.



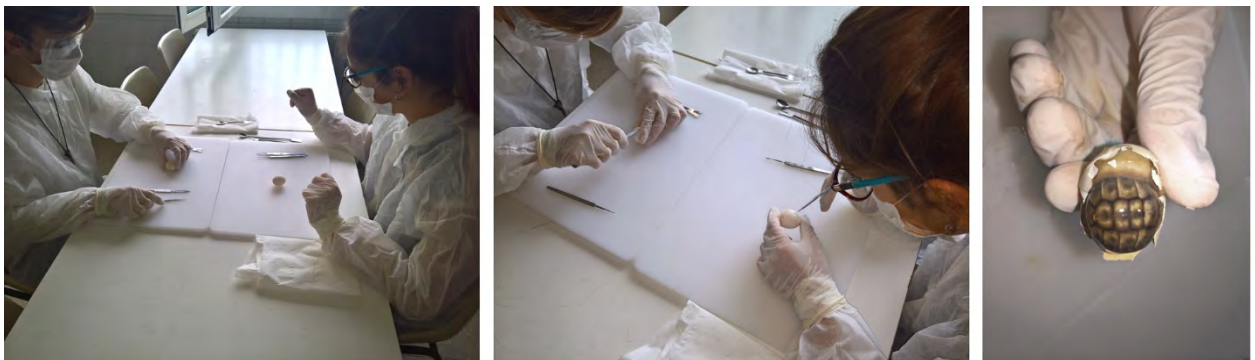
23/08/2017 Avui la Sara i l'Ariadna pugem a l'Escola perquè ens obre el Raül. Trobem que la tortuga de l'ou nº 10 ha nascut (està a dins de la incubadora), però està morta. Sembla que no tingui ulls, però quan li comuniquem al Marí (i li enviem imatges) ens diu que la tortuga té els ulls enfonsats perquè està deshidratada i que possiblement sigui per això que ha mort, perquè el Pol se la va trobar que estava a mig sortir de l'ou el dia 19 d'agost (vegeu més amunt). Aquesta tortuga no presenta cap anomalia visible.



07/09/2017 La Sara fa la tercera sessió al laboratori de genètica de la Facultat de Biologia. Amb animals ja preparats i fixats per l'Eudald, tornen a fer una hibridació *In situ* a causa de la disfunció d'una de les sondes experimentades al més de juny, a la primera sessió al laboratori. Aquest cop, tampoc s'han marcat totes les sondes, ja que hi ha una que no es veu gaire on estan les cèl·lules marcades, i una altra que no ha funcionat.



21/09/2017 Avui fem la dissecció dels 3 ous que no han eclosionat. Són els ous números 5, 7 i 9. Corresponen a la segona posta trobada (primera i única de la tortuga gran) i estaven incubats a 32,2°C. Dels ous 5 i 9 no s'ha vist que estiguessin embrionats, mentre que de l'ou número 7 s'ha trobat un embrió amb estat bastant avançat i amb una duplicació (petita) vertebral (més informació en el TR de l'Arnau).



06/10/2017 Amb la calor que fa aquest mes d'octubre torna a haver-hi mosquits per l'escola i una activitat que hem fet avui és la de buidar el recipient dels dos antimosquits M3 que tenim a l'escola. Un al Pati de les tortugues, que vam buidar a primers de setembre (i els donem als peixos del bassal) i l'altre que hem tingut de prova al laboratori de biologia durant tot l'estiu. En el del laboratori, com era d'esperar, n'hem trobat molt pocs.





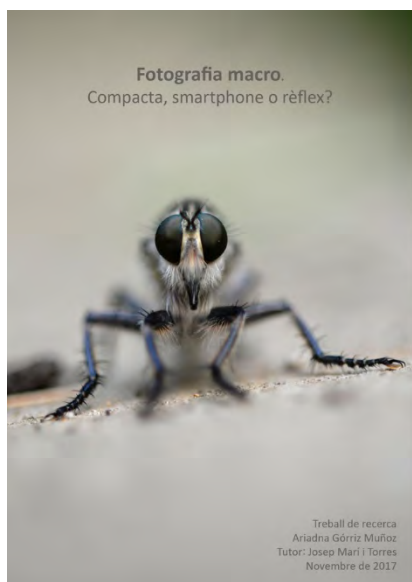
Després hem baixat els del recipient del pati al bassal i hem fet una revisió de tots els indrets de l'escola susceptibles de trobar-hi algun focus de mosquits (Pati de les tortugues, hortet, pati de parvular, de primària i ESO i pati de batxillerat). Però tot estava correcta (carretilla i regadores de l'hortet cap avall...). Únicament hem trobat un possible focus, els pneumàtics que hi ha en un racó del pati de batxillerat, però actualment tampoc hi hem trobat larves.



03/11/2017 Avui ens quedem a l'escola fins tard per acabar els últims detalls del treball, ja que el proper dimarts és l'entrega definitiva. La Sara acaba de fer les mesures de les planàries amb el Photoshop i en sortir al Pati veu una lluna plena molt bonica, que li recorda les fotos nocturnes que vam fer a les Planes de Son a 3r d'ESO i li demana al Marí que li deixi una càmera amb teleobjectiu per fotografiar-la. L'Arnau i la Sara, ens la trobem allà plantada amb el trípode i la càmera i també ens hi acostem.



Demà dimarts és l'entrega definitiva de les tres còpies dels nostres treballs de recerca i com a últim mini-reportatge fotogràfic d'aquest annex fotocronològic, i com ja és habitual, hi posem les portades dels nostres treballs.



## **Agraïments**

Al meu tutor, Josep Marí, per facilitar-me informació i llibres durant el treball de recerca, la paciència a l'hora d'explicar-me els aspectes més tècnics, les hores que ha dedicat en les múltiples correccions i sobretot, per haver-me ensenyat tot el que he après de fotografia.

A l'empresa Almirall S.A. (Laboratori I+D de Sant Feliu de Llobregat) que, amb la seva subvenció, l'Escola ha pogut adquirir una part important dels equips digitals utilitzats en aquest treball.

I, finalment, als meus companys de recerca Arnau Ruiz i Sara Jiménez per la seva col·laboració en les tasques realitzades al Pati de les tortugues, en els projectes al laboratori de biologia i en les sortides conjunes.



