

Macrofotografia i Micromons



Treball de recerca
Júlia Alguacil Aguilar
Tutor: Josep Marí Torres
Novembre de 2013

ÍNDEX

	<u>Pàg.</u>
Pròleg i objectius	03
1. Introducció i antecedents	05
1.1. Què entenem per micromons?	06
1.1.1 Augment vs. Resolució	06
1.1.2 Nivells d'observació	08
1.1.3 Observacions vs captura	10
2. Instruments per captar micromons	11
2.1. Macrofotografia i ampliacions per software	11
2.1.1. Càmeres compactes amb funció macro	11
2.1.2. Càmeres reflex amb objectiu macro	12
2.2. Microfotografia	14
2.2.1. Lupa Binocular	14
2.2.2. Microscopi USB	16
2.2.2.1. Augments i qualitat d'imatge del microscopi USB.....	18
2.2.3. Microscopi Òptic (a l'Escola Mestral)	21
2.2.4. Microscopi Òptic (a la Facultat de Biologia)	23
2.2.5. Altres microscopis	25
3. Macrofotografia i composició fotogràfica	29
3.1 Les regles clàssiques de composició	29
3.2 Les regles en macrofotografia	33
3.3 Saltar-se les regles	35
4. Macrofotografia i profunditat de camp	37
4.1 Profunditat de camp dels objectius utilitzats	37
4.1.1 Metodologia	38
4.1.2 Resultats i discussió	39
5. Projectes	41
5.1. Projectes amb fotografia macro	41
5.1.1 Augment de la profunditat de camp (Enfocament compost)	41
5.1.2 Objectius macro i anàlisi comparatiu	47
5.1.3 Ulls i mirades.....	53
5.1.4 Detalls florals.....	55
5.1.5 Composició vertical.....	55
5.1.6 Mantis.....	57
5.2. Projectes amb lupa binocular	61

5.2.1 Insecte bastó.....	61
5.2.2 Hidra d'aigua dolça	63
5.3. Projectes amb microscopi USB	64
5.3.1. Colors primaris de llum	64
5.3.2. Superfícies foliars.....	68
5.3.3. Biofilms microbians.....	69
5.3.4. Textures tèxtils	70
5.3.5. Llibres antics	71
5.4. Projectes amb microscopi òptic	72
5.4.1. Micromons en una gota d'aigua.....	72
6. Conclusions	77
7. Bibliografia	78
8. Annex fotocronològic.....	85

Pròleg i objectius

Des de ben petita que el món de la fotografia m'ha interessat especialment, però arran d'introduir la fotografia com a eina de treball en les classes de biologia va fer que el meu interès s'enfoqués en una temàtica on el món fotogràfic i la biologia quedaven units. A més a més el fet de que ens proposessin formar part de certs concursos em motivava més a l'hora de fer fotografia fora de l'escola i he participat activament en tots els concursos i exposicions de l'escola des de 2n d'ESO¹

Molt abans d'arribar al moment d'escollir treball de recerca jo ja tenia clar que m'agradaria fer-lo de fotografia, però no tenia del tot clar el tema, perquè en tenia molts possibles, entre ells un de restauració de fotos antigues. Més endavant, però, a partir de començar a fer pràctiques de fotografia amb els microscopis de l'escola a les classes de biologia i de llegir alguns apartats de treballs de recerca de fotografia anteriors relacionats amb la macrofotografia, em vaig decantar clarament per aprofundir en l'estudi de la observació i captura de petits detalls biològics.

Ja fa un cert temps que tinc la sort de poder disposar a casa d'una càmera rèflex i diversos objectius, entre ells un objectiu macro, i he llegit que el tipus d'objectiu (per a una mateixa longitud focal) és important pel que fa a la qualitat d'imatge, i m'agradaria saber més sobre aquest tema, és a dir, sobre com es mesura la qualitat d'un objectiu. A part de la qualitat d'imatge, m'interessa especialment l'estètica d'una imatge i m'agradaria aprofundir més en aquest punt – la composició – i aplicar-ho a imatges de petits detalls.

L'objectiu principal d'aquest treball és el d'aprofundir en les diferents tècniques i instruments per captar els micromons a dins del projecte "Treballant la fotografia" de l'escola. Per aquest motiu alguns dels objectius han estat marcats pel meu tutor per tal de complementar estudis anteriors realitzats sobre macrofotografia i microfotografia incorporant les novetats (és el cas del microscopi USB, que s'utilitza per primera vegada) o realitzant algun estudi de caire tècnic (és el cas de la comparativa de diferents objectius macro disponibles pel que fa a la qualitat d'imatge que es pot obtenir), amb una explicació prou clara perquè pugui resultar útil pels alumnes de Fotografia de 4t d'ESO i utilitzada en futurs treballs de recerca, com ho han estat els anteriors.

La major part dels aspectes pràctics d'aquest treball han estat realitzats amb l'equipament de fotografia de l'escola (que esmentaré més endavant), al laboratori de fotografia, al laboratori de biologia, als voltants de l'Escola, al *Pati de les tortugues* i en sortides realitzades aquest estiu (Maresme, Montseny, Masquefa²) juntament amb els meus companys Pep Atencia i Marc Olivella, que també fan un treball de recerca relacionat amb el pati de les tortugues. D'alguna manera jo havia de ser la responsable del registre fotogràfic de les activitats al pati i de les sortides conjuntes, amb l'objectiu de poder realitzar un reportatge fotogràfic de les mateixes (annex fotocronològic).

Malgrat, com he dit, la majoria de fotografies han estat realitzades amb les càmeres de l'escola, algunes imatges de fotografia d'aproximació i macrofotografia han estat capturades amb una càmera rèflex digital pròpia (Olympus E-510) amb objectiu macro (Olympus Zuiko 35 mm), i

¹ [Fotografia científica 2010](#), Exposició "[Amb els ulls oberts de Bat a Bat](#)", [Bioimatges 2011](#), [Fotografia científica 2011](#), [Fotografia matemàtica 2012](#), [Fotografia científica 2012](#), [Fotografia matemàtica 2013](#).

² és on hi ha el CRARC (centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya).

algunes de microfotografia amb una Nikon D7000 connectada a un microscopi (Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia).

Les fotografies presentades en el treball són pròpies³ i totes originals, sense canviar l'enquadrament d'origen (les poques excepcions s'indiquen expressament, per exemple per treballar l'ampliació). Les realitzades amb lupes i microscopis al laboratori han estat fetes amb la col·laboració d'un company o del meu tutor (perquè es necessiten dues persones per manipular l'instrument d'augment i l'ordinador simultàniament). Aquests "requeriments" juntament amb alguns dels objectius específics del treball van estar marcats des de l'inici pel meu tutor.

En concret, els objectius d'aquest treball són els següents:

- Conèixer i descriure els principals instruments que existeixen per observar i enregistrar els micromons a nivell de macrofotografia i microfotografia.
- Realitzar un estudi comparatiu de diferents càmeres rèflex i de diferents objectius macro, disponibles a l'escola, per tal d'intentar determinar si les diferències són visiblement significatives.
- Estudiar l'enfocament compost (enfocament per apilament) i la seva possible aplicació a la macrofotografia.
- Estudiar les característiques del microscopi USB i determinar-ne experimentalment els augments que pot aconseguir, així com la seva aplicabilitat a casos concrets.
- Conèixer les regles clàssiques de composició fotogràfica i estudiar la seva aplicabilitat a nivell de macrofotografia.
- Realitzar projectes de microfotografia i de macrofotografia amb contingut biològic i un projecte didàctic de fotografia.
- Portar a terme el registre fotogràfic de les activitats i sortides relacionades amb el projecte *Pati de les tortugues* i el muntatge gràfic del document cronològic conjunt.

³ Excepte les que hi surto jo, que han estat realitzades per el Pep, el Marc o pel meu tutor.

1. Introducció i antecedents

En l'apartat de Treballs de Recerca de Fotografia del projecte *Treballant la fotografia* de la web de l'escola es poden tenir a l'abast els diferents treballs de recerca de fotografia d'anys anteriors que tracten una gran diversitat de temes científics i tecnològics relacionats amb aquest àmbit. Tots els treballs exceptuant el d'*Aproximació pràctica al control manual de la imatge digital* (Xavier Hernández, 2012), estan relacionats amb la fotografia d'aproximació (alguns més directament que altres). Alguns d'aquests treballs m'han sigut útils com a eina de consulta o d'inspiració per alguns aspectes del meu treball, de manera semblant als llibres de consulta específics de fotografia que m'ha anat facilitant el meu tutor.

Així, per exemple, la consulta dels treballs de recerca *Macrofotografia digital* (Alba Soria, 2008), *Aproximació pràctica al control manual de la imatge digital* (Xavier Hernández, 2011) i *Aproximació al control de la profunditat de camp en macrofotografia digital* (sandra Roig, 2012) m'ha facilitat entendre aspectes tècnics relacionats amb les càmeres digitals i els paràmetres fotogràfics.

Els treballs *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues* (Laura Pascual, 2009) i *Fotografia biològica d'aproximació* (Natalia García, 2011) m'ha servit com a font d'inspiració a l'hora de presentar projectes que relacionen el aspectes més tècnics amb la biologia i/o la botànica.

D'altra banda, el treball de recerca de l'Ariadna Simón, *Micromons* (2010), va ser el meu principal referent a seguir, ja que el mateix any en el que ella estava duent a terme aquest projecte, jo n'estava fent un paral·lelament de *Petites investigacions* de 2n d'ESO sobre la tortuga mediterrània i havia de fer les meves pròpies fotos pel treball. Per aquest motiu, ella va dedicar algunes hores a ensenyar-me coses bàsiques sobre fotografia (vegeu Figura 1) i a mostrar-me alguns dels projectes en els que estava treballant en aquell moment. Tot allò que em va explicar em va motivar a conèixer més sobre aquest àmbit, així acabant fent un treball que en certa manera és una continuació del que ella va iniciar.



Figura 1. Aquí es veu com l'Ariadna m'ensenyava a utilitzar els controls d'una càmera rèflex de l'escola. Aquesta fotografia està extreta de l'Annex fotocronològic del seu treball de recerca (Ariadna Simón, 2010).

Pel que es pot comprovar amb tots aquests treballs, la fotografia d'aproximació relacionada amb la biologia és un dels temes que més es treballen a l'escola. Per una part tenir la possibilitat de veure tot allò que a simple vista no veiem és extraordinari, ja que durant tot el treball vas descobrint petites meravelles que mai haguessis imaginat que existien, però trobo igual d'interessant el repte d'aconseguir capturar la imatge d'allò que veus.

1.1. Què entenem per micromons?

El concepte de micromons en el context de la biologia el podem associar clarament al món dels microbis, és a dir, aquells organismes que no podem observar ni veure bé a ull nu. Bàsicament hi ha dos sistemes per a poder observar aquests micromons, independentment que siguin vius o es tracti d'objectes inerts, utilitzant un instrument d'augment (un microscopi, per exemple), o bé realitzant una ampliació d'una fotografia realitzada a poca distància (fotografia d'aproximació i macrofotografia).

1.1.1 Augment vs resolució

L'augment i la resolució són dos aspectes que juguen un paper important en la microscòpia i altres instruments que et permeten observar objectes a poca distància amb tots els detalls que a simple vista no som capaços de veure.

L'augment d'una imatge microscòpica és el nombre de vegades que és més gran (linealment) que l'objecte original. Si mirem amb 40 augments (40x) un cuc que fa 1 mm de llargada semblarà que tingui 40 mm (4 cm). Cada lent, objectiu i ocular, té un nombre d'augment determinats, i l'augment total n'és el producte. Si utilitzem un objectiu de 40x i un ocular de 10x, observarem l'objecte amb un total de $40 \times 10 = 400 \times$. Normalment un microscopi té diversos objectius que es poden intercanviar per tal d'obtenir augments diferents. Els marges habituals d'augment d'un microscopi òptic són de 40 x a 1000 x (Garriga i Isbert, 1998).

Pot semblar que com més augments tingui un microscopi més podrem veure coses més petites, però això no és sempre així, cal tenir en compte la resolució. La resolució, en sentit estricte⁴, es defineix com la distància mínima a què dos punts es veuen separats. Per sota d'aquest límit de resolució aquests dos punts és veuran com un de sol (Garriga i Isbert, 1998).. És a dir, quan nosaltres ampliem molt una imatge, aquesta, depenent de la informació que contingui, ens permetrà veure tots els detalls del subjecte o simplement taques borroses que impediran observar les característiques d'aquest de manera que la seva nitidesa (resolució) no haurà augmentat, però si la imatge (Figura 2). De tal manera que com més informació tingui una imatge, més resolució hi haurà⁵. En el cas d'un microscopi òptic, la seva resolució vindrà donada per la qualitat de les seves lents. Tot i que aquesta mai passarà dels 0,2 μm . És a dir, dos objectes separats menys de 0,2 μm es veuran com un de sol. Aquest límit depèn de la longitud d'ona de la radiació utilitzada per formar la imatge. El microscopi òptic (i tots els instruments òptics utilitzats en aquest treball) fa servir llum visible, que té un espectre de longituds d'ona que va des dels 700 nm (color vermell) fins els 400 nm (violat). Si s'utilitzés llum ultraviolada (que té menor longitud d'ona) la resolució augmentaria (Garriga i Isbert, 1998). Ara bé, aquest valor de 0,2 μm és considerant que no existís cap limitació per part dels objectius i, en realitat n'hi ha varies de limitacions relacionades amb la qualitat dels mateixos (més endavant tractarem aquest aspecte més a fons).

⁴ En fotografia digital el terme resolució generalment es refereix a la mida de l'arxiu obtinguda multiplicant els píxels de llarg pels d'ample. S'expressa en megapíxels (Mp).

⁵ Com més resolució tingui una imatge digital, més es podrà ampliar sense que s'apreciïn els píxels, però això no indica necessàriament que la imatge amb més resolució sigui més nítida.

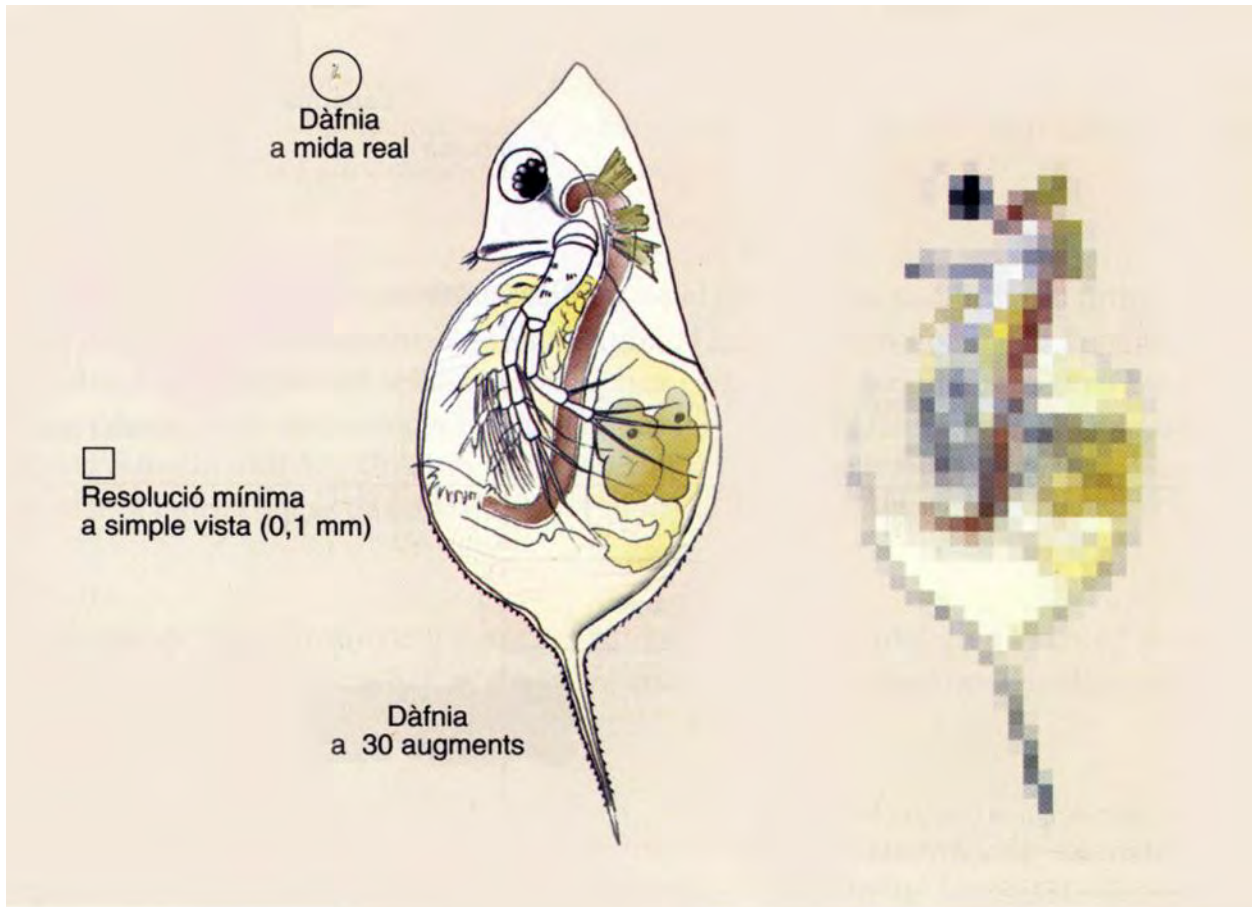


Figura 2. A la part superior de la imatge hi ha una puça (*Daphnia*) d'aigua a mida real. Les dues puces inferiors representen la mateixa puça a ampliada amb els mateixos augments. La diferència està en que la de la dreta ha sigut directament augmentada de la imatge que mostra la puça a mida real, de manera que la seva baixa resolució a causa de la poca informació, ens impedeix veure els petits detalls. L'ull humà no distingeix detalls més petits de 0,1 mm (inferior a la línia en que s'ha dibuixat el quadrat de l'esquerra). En canvi la de l'esquerra ens permet observar qualsevol detall, ja que s'ha ampliat amb un microscopi i després s'ha fet una captura, així obtenint una imatge amb més resolució. (Figura extreta de Garriga i Isbert, 1998).

Pel que fa als microscopis electrònics, al no utilitzar la llum sinó un feix d'electrons, el límit de la resolució màxima no ve imposat per aquest factor, sinó per altres. En qualsevol cas la resolució és més gran que la del microscopi òptic, essent de 10 nm en el microscopi electrònic de rastreig (MER) i de 0,2 nm en el microscopi electrònic de transmissió (MET), és a dir, 1000 vegades més que en el microscopi òptic i 500 mil vegades més que la resolució de l'ull humà.

Una variant moderna del microscopi òptic (microscopi làser confocal) permet millorar la resolució i baixar lleugerament dels 0,2 μm . Per exemple, per a un objectiu d'immersió amb una obertura numèrica de 1.4 i una longitud de onda de 442 nm és possible assolir resolucions de 0.14 μm en horitzontal y 0.23 μm en vertical (Wilson, 1990).

1.1.2 Nivells d'observació

En primer lloc convé deixar clar què s'entén per captura a mida real d'un objecte, que es pot fer amb una càmera rèflex i un objectiu macro 1:1, però no amb una lupa o microscopi (perquè sempre serà superior a la mida real). També cal tenir present que una captura a mida real no significa una observació a mida real, ja que aquesta es fa sobre una ampliació de la primera.

Per exemple, si fem una fotografia d'una mosca de 12 mm de llarg amb un 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. Per tal d'indicar aquest aspecte visualment, es presenta una imatge escanejada al 100%, en la que s'han superposat un negatiu fotogràfic i una diapositiva (Alba Soria, 2008) i posteriorment si han dibuixat a escala els sensors de les càmeres rèflex digitals utilitzades, Olympus i Canon el curs passat (Sandra Roig, 2012) i Nikon aquest any (Figura 3).

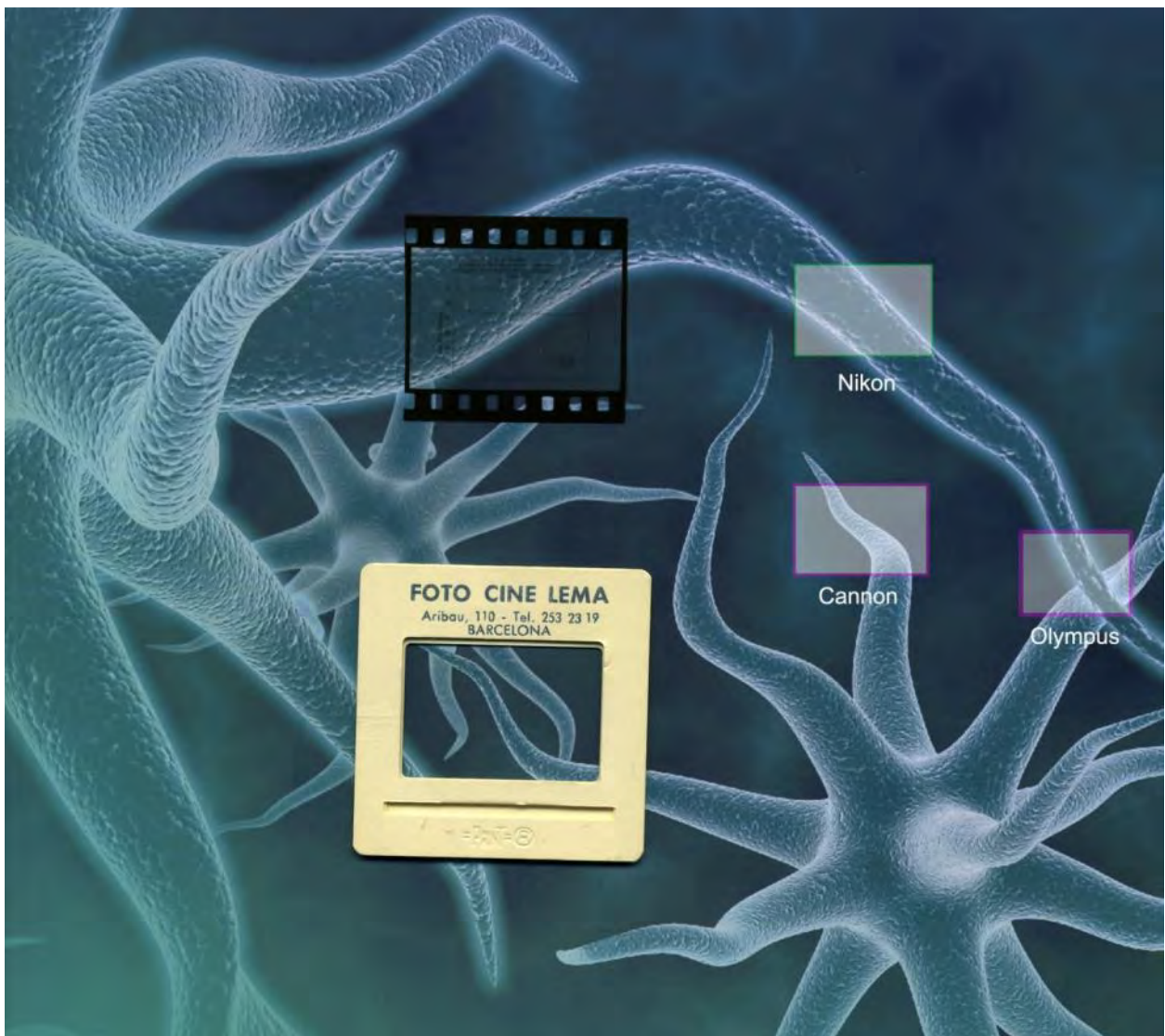


Figura 3. En aquesta imatge s'il·lustra el significat de la reproducció a mida real (1:1 o 1x) d'un objecte. En aquest cas correspon a la tapa d'un llibre de biologia ("Viaje al universo neuronal"). El tros de dendrita tindrà la mateixa mida en la diapositiva, el negatiu o el sensor digital que el que te en la tapa del llibre. (Imatge original d'Alba Soria actualitzada).

Aquestes tres càmeres tenen un sensor de mida inferior al de 35 mm de les càmeres analògiques, essent el factor multiplicador de distància focal equivalent a càmera de 35 mm de 2 (Olympus), 1,6 (Canon) i 1,5 (Nikon). Això significa que a l'hora d'observar la imatge en la que s'ha capturat la mosca abans esmentada, en una fotografia de 16,5 cm d'amplada, per exemple, que és la utilitzada en aquest treball, la seva mida aparent també dependrà de la mida del sensor (Figura 4), essent més gran com més petit sigui el sensor.

Tipus de càmera	amplada sensor (mm)	Imatge final (mm)	f. ampliació	m. real (cm)	m. aparent (cm)
Analògiques 35 mm	36,5	165	4,5	1,2	5,4
Digitals F. complet	36,5	165	4,5	1,2	5,4
Nikon D300	23,7	165	7,0	1,2	8,4
Canon 40D	22,7	165	7,3	1,2	8,7
Olympus E30	18,0	165	9,2	1,2	11

Figura 4. 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 mosca de 12 mm presentada en una fotografia de mida típica (com la d'aquesta taula).

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 macrofotografia com una de les eines per observar els micromons, i encara més si considerem la possibilitat d'ampliacions més grans, quan la resolució i la qualitat d'imatge ho permeten (vegeu més endavant).

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. Es 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 sol 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). Tot i així molts fotògrafs continuen utilitzant el terme macrofotografia en sentit ampli per referir-se a tota fotografia realitzada a una escala superior a 1:10.

A l'hora de fotografiar un objecte s'ha de tenir en compte els augments que es necessiten per poder escollir l'instrument de captura més adequat (vegeu apartat 2). A nivell general, podem fer una classificació per nivells màxims d'augments que es poden aconseguir amb els diferents instruments:

- Càmeres reflex amb objectius macro (1x)
- Lupa binocular (80x)
- Microscopi USB (400x)
- Microscopi òptic (1.500x)
- Microscopi electrònic (1.000.000x)

Més endavant, però, veurem que els 400x del microscopi USB són discutibles, perquè no estan referenciats al negatiu o mida del sensor de captura, sinó a la pantalla de l'ordinador (vegeu apartat 2.2.2).

1.1.3 Observació vs captura

En moltes ocasions trobem objectes o coses que ens inciten a observar-les de molt a prop per veure què és el que hi ha en el seu interior o de què estan formades. En aquestes ocasions s'haurà d'escollir l'instrument que s'adapti més a les mides de l'objecte i al que es tingui més interès en veure.

El procés d'observació és el més interessant i agradable perquè es veu directament amb la vista i sovint aprofitant la visió binocular que permet afegir profunditat tridimensional a allò que estem observant. Aquest és el cas de l'observació amb una lupa binocular en la que la visió en relleu està assegurada perquè es mira per dos oculars que es continuen amb dos objectius (vegeu explicació en l'apartat 2.2.1). Però aquesta tridimensionalitat es perd totalment si es vol capturar allò que veuen els nostres ulls, perquè la càmera es posa només a un dels dos objectius (o bé a un tercer, si és triocular). En qualsevol cas, es perd la visió en relleu i la qualitat de la imatge capturada és sempre molt inferior a l'observada.

D'altra banda intentar fer una captura d'allò que s'està observant té més complicacions. Per una part s'ha de tenir present si el subjecte està en moviment o bé està immòbil. En el primer cas, s'haurà de fer una gravació i més endavant amb un ordinador que disposi d'una pantalla d'alta resolució es buscarà el moment més adequat per poder aturar el vídeo i fer una captura d'imatge amb la millor resolució possible. En el cas de que es pugui fer una captura instantània, s'ajustaran tots els paràmetres de contrast i brillo que hi ha disponibles en el programa de captura i es cercarà la millor composició possible. Quan no es tingui temps de canviar les propietats de la imatge, aquest procés de millora es podrà fer més tard amb un programa d'edició d'imatges com Photoshop.

Finalment, cal tenir present que també empitjora la qualitat de la imatge capturada, en relació a l'observada, pel simple fet que hi estem afegint una altra lent (l'objectiu de la càmera) que, com hem vist en l'apartat anterior, sempre presenta algunes limitacions.

2. Instruments per captar micromons

Existeixen diversos instruments que ens permeten aproximar-nos i veure ampliat details d'objectes que a simple vista no som capaços de veure. Aquests instruments permeten fotografiar el món microscòpic en general a partir de càmeres acoblades o perquè ja porten un sistema de captura d'imatge integrat (sempre disposant d'un ordinador que emmagatzemi tota la informació recopilada). Decidir quin és l'estri més òptim dependrà del grau d'ampliació que més ens interessi.

A l'Escola disposem d'una gran varietat d'instruments que s'han anat introduint al llarg dels anys, la major part a partir de premis de fotografia i subvencions de diferents entitats⁶. Aquests han permès el muntatge relativament assequible d'una estació digital per a l'estudi del món microscòpic al laboratori. El primer instrument de captura que es va introduir va ser una càmera de vídeo *Moticam 352*⁷, el seu funcionament està descrit a un treball de recerca anterior (Alba Soria, 2008). Més endavant s'ha anat introduint nou material per realitzar nous projectes de recerca i pràctiques de laboratori.

A continuació es tractaran breument els principals instruments que ens permeten observar i fotografiar els micromons, i ho farem seguint els nivells d'observació de menys a més augment, és a dir, macrofotografia, microfotografia i electromicrofotografia.

2.1. Macrofotografia i ampliacions per software

Ja hem comentat abans que una manera d'obtenir imatges de petits motius és fer ampliacions a partir de l'ampliació d'una macrofotografia⁸. Però una macrofotografia obtinguda amb una càmera compacta és diferent de la que s'obté amb una rèflex amb objectiu macro, si més no pel que fa a la profunditat de camp (Sandra Roig, 2012).

2.1.1 Càmeres compactes amb opció macro

Amb una càmera compacta la profunditat de camp que s'aconsegueix és molt més gran que amb una rèflex i això té una sèrie d'avantatges, ja que permet fer fotografies obrint molt el diafragma, la qual cosa permet disparar a més velocitat i sense fer servir trípode. D'altra banda, és la única manera que tenim de captura directa si volem que un motiu amb relleu surti tot ell enfocat (Figura 4).

⁶ Vegeu [Equips digitals](http://www.escolamestral.cat/mestral/secciones.php?menu=94&sec=100): <http://www.escolamestral.cat/mestral/secciones.php?menu=94&sec=100>

⁷ Lliurada pel CDECT per guanyar el 1r [Premi](#) de Fotografia científica de Batxillerat del curs 2006-2007

⁸ Una altra manera d'obtenir ampliacions és a partir d'una imatge escanejada, però no ho tractarem en aquest treball.



Figura 5. La imatge correspon a una planta enfiladissa (*Passionaria*) del pati de les tortugues. Si es vol fer una ampliació de la corona d'estructures filamentosos que envolten l'ovari, de manera que totes resultin enfocades, haurem d'utilitzar una compacta, com en aquest cas (Samsung EX 1). (Esquerra, foto original; dreta, retall ampliat de la zona desitjada).

La part negativa de la utilització d'una compacta (amb la selecció macro o súpermacro) és que la qualitat d'imatge no és tant bona com la que es pot captar amb un objectiu macro muntat en una càmera rèflex (vegeu apartat 2.1.2).

En qualsevol cas, si s'utilitza una d'aquestes càmeres, s'ha de procurar fer servir la ISO més baixa i la màxima resolució de la càmera.

2.1.2 Càmera rèflex amb objectiu macro

Els objectius macro (muntats en càmera rèflex) estan dissenyats per obtenir més bons resultats a l'aproximar-se molt a un objecte. Els objectius fotogràfics estan compostos per múltiples elements per ajudar a corregir les aberracions produïdes per les particularitats òptiques de cada element. Les superfícies de vidre es revesteixen per minimitzar els reflexes i les obertures més grans i més petites estan restringides per optimitzar el rendiment (Langford, 2011).

Una de les característiques d'aquests objectius és que són de focal fixa, és a dir no tenen zoom, de manera que som nosaltres els que ens hem d'apropar més o menys per enquadrar el motiu.

Pel que fa a la distància focal, bàsicament n'hi ha de dos tipus, els que tenen una distància focal gran (llarga), que permeten fotografiar de molt a prop sense haver d'apropar-se excessivament al subjecte, ideals per fotografiar insectes ja que un no s'haurà d'apropar massa i aquest no s'espantarà; i els que tenen una distància focal més curta, que tenen unes dimensions molt més petites i són més lleugers, però que a l'hora de fotografiar un objecte ens hem d'apropar molt més. 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. Per exemple, en el cas del meu objectiu macro, marca una distància focal de 35 mm, però com va muntat en una càmera Olympus que té un factor de 2, en realitat no és un macro gran angular (35 mm) sinó de 70 mm.

A diferència de les compactes digitals, les rèflex tenen una profunditat de camp molt més petita, de manera que si es vol fotografiar un objecte de molt a prop, serà molt complicat fer que tot ell surti enfocat. El control de la profunditat de camp és un dels aspectes més rellevants en macrofotografia i hi dedicarem un capítol sencer (vegeu apartat 5). De moment, però, ja podem avançar que pot ajudar situar-se de manera que el sensor estigui paral·lel al motiu quan es tracta d'objectes amb poc relleu (Figura 6).



Figura 6. En aquesta imatge es pot observar que quan el sensor de la càmera es disposa en un pla paral·lel al motiu, si és prim, pot quedar tot enfocat (una part dels pèls del marge d'aquesta llegum). En l'ampliació (dreta) també es fa evident la poca profunditat de camp ja que al no estar perfectament alineades es nota que no tots els pèls de totes dues llegums quedem completament enfocats.

Aquest és un dels aspectes de macrofotografia que vaig practicar més en la sortida al Montseny (vegeu Annex fotocronològic del dia 05/07/2013).

Un altre aspecte diferent de les càmeres digitals és la qualitat de les imatges i la seva resolució, ja que aquests dos aspectes són marcadament millors en les càmeres reflex que en les compactes. Però la distància que hi havia entre una compacta avançada i una rèflex, cada vegada s'escurça més; sobretot per la ràpida millora de les compactes. En aquests últims anys han aparegut diversos tipus de compactes avançades d'objectius intercanviables sota diverses denominacions: càmeres EVIL (*Electronic Viewfinder Interchangeable Lenses*), càmeres MILC (*Mirrorless Interchangeable Lens Camera*), càmeres MSC (*Mirrorless System Camera*) i càmeres DSLM (*Digital Single Lens Mirrorless*). Aquesta varietat de termes respon a la seva

curta història i encara no s'han estandarditzat les denominacions entre els fabricants; malgrat tot, la denominació DSLM possiblement s'acabi imposant amb el nom curt de *mirrorless* per analogia amb la denominació DSLR (*Digital Single Lens Reflex*) per les *rèflex*, ja que totes són càmeres d'un sol objectiu intercanviable, sense mirall (*mirrorless*) o amb mirall (*rèflex*)⁹.

2.2. Microfotografia

Durant el meu treball de recerca he pogut tenir a l'abast diferents instruments de microfotografia, la majoria de l'escola, per poder aprendre el seu funcionament i també a decidir quin utilitzar en cada situació.

2.2.1. Lupa Binocular (Estèreomicroscopi)

La lupa binocular no augmenta tant els objectes petits com el microscopi òptic, però permet veure els seus detalls amb relleu gràcies al sistema doble de formació d'imatges amb dos objectius (que des de fora no es veuen) i dos oculars, un dret i un esquerre, on el camí que ha transcorregut la imatge en cada ull és lleugerament desviada, de manera que al superposar-se les dues imatges al cervell, es crea aquesta sensació. Aquest aspecte de tridimensionalitat ha estat àmpliament explicat en un treball de recerca anterior (Ariadna Simón, 2009). Amb els estèreomicroscopis es poden aconseguir típicament de 20 a 40 augments, amb oculars de 10 augments i objectius de 2x o de 4x. Alguns arriben a més augments i tenen els objectius dotats de recorregut zoom¹⁰. Una altra avantatge de les lupes binoculars és que disposa de dos sistemes d'il·luminació, una incident i una altra per transmissió, i es poden utilitzar simultàniament.

Per aconseguir fotografies d'observacions amb lupa binocular utilitzem la càmera acoblada Moticam MC-1000 connectada a l'ordinador. El problema és que la captura es fa amb un sol ocular (un 3r ocular específic) i la tridimensionalitat abans esmentada es perd. Aquest és un dels exemples en el que la diferència entre allò que veus i el que pots aconseguir capturar és important (vegeu apartat 1.1.2).

En el cas d'un organisme, per exemple un insecte pal, primer s'haurà d'agafar i posar-lo en una placa de petri. Com que es mou molt quan el treus del seu hàbitat i necessitem tenir-lo quiet per poder-lo fotografiar, prèviament l'adormirem¹¹ utilitzant una càmera narcòtica improvisada (ja que no cap a la que tenim per petits artròpodes) i el tornarem a col·locar a la placa de petri (o a sobre d'un full de paper). El subjecte haurà d'estar completament pla perquè així es pugui enforçar tot bé.

⁹ Informació extreta de <http://ca.wikipedia.org/wiki/MILC> i d'explicacions del meu tutor.

¹⁰ Són els augments que acostumen a tenir totes les Lupes Binoculars, tot i que la que més hem utilitzat arriba als 80 augments.

¹¹ En el cas d'aquests animals hi ha una altra possibilitat de tenir-los immòbils una estona. Es tracta de que quan els agafes sovint es queden en un estat de catarsi, del tot immòbils. El problema d'aquest sistema és que "es desperten" sense avisar...



Figura 7. Càmera narcòtica improvisada (esquerra) per adormir un insecte pal per tal de poder fotografiar-li els ulls a través de la lupa binocular (dreta).

D'altra banda des de l'ordinador amb el software de la càmera anirem buscant l'enfocament i la ubicació adequades (Figura 8).



Figura 8. Procés d'observació i captura fotogràfica d'un insecte pal amb la lupa binocular i una càmera acoblada, amb l'ajuda del meu company Pep Atencia.

En el cas d'alguns subjectes mòbils hem optat per fer gravacions de vídeo i després fer captures de pantalla del moment de la gravació que ens interessi, ja que si es fotografien objectes que es mouen el més probable es que surtin mogudes (ho hem pogut comprovar en diverses ocasions).

2.2.2. Microscopi USB

El microscopi USB ha estat l'últim instrument per captar micromons introduït a l'escola i en farem una descripció una mica més detallada, ja que no s'ha tractat en cap treball de recerca anterior del projecte *Treballant la fotografia* de l'escola. Vam descobrir la seva existència arran d'un article sobre les columnes de Winogradsky del treball de recerca del meu company Pep Atencia, en el que es comentava que aquests microscopis poden ser utilitzats per fer un seguiment dels biofilms de les columnes (Boada, 2012).

El microscopi USB és un microscopi petit, mòbil i molt fàcil d'utilitzar. Actualment a l'escola disposem de dos models, un de més complet de la marca Veho i un més senzill de la marca Celestron. Disposen d'un botó per fer les captures d'imatge a la part posterior, una rodeta d'enfocament (amb dues posicions d'augment) i un cable USB per poder-lo connectar a un ordinador (Figura 9).



Figura 9. Dibuix explicatiu (esquerra) de les parts del microscopi Veho (centre) i detall del Celestron (dreta). Aquest últim no disposa de rodeta de control de llum LED (sempre està encesa a la mateixa intensitat).



Figura 10. Llums frontals LED en els microscopis USB Veho (esquerra) i Celestron (dreta).

A la part anterior, envoltant la part frontal de l'objectiu, s'hi troben unes quantes bombetes LED que proporcionen lluminositat quan ens aproximem massa a l'objecte en qüestió; concretament 8 en el model Veho i 6 en el Celestron (Figura 10), que permet capturar imatges de molt a prop. Aquesta és precisament una de les limitacions de les càmeres compactes que incorporen l'opció súpermacro que els hi capacita per enfocar a una distància inferior a 1 cm de l'objecte; degut

a l'ombra que fa la pròpia càmera, aquestes càmeres no poden fer un ús correcte d'aquesta capacitat en condicions normals, només són utilitzables quan l'objecte és lluminós i a contrallum en motius semitransparents (Natàlia Garcia, 2010; Sandra Roig, 2012). La comoditat d'aquest aparell es troba en que amb un ordinador portàtil, al qual s'ha instal·lat prèviament el



Figura 11. Esquerra, procés de fotografar una de les columnes del treball de recerca del meu company. Dreta, mostra de la comoditat del microscopi USB. Fotografies fetes al pati de les tortugues.

programa i el microscopi endollat en ell, et pots moure per qualsevol lloc i fotografar “en vivo” (Figura 11); no et cal preparar cap mostra ni perdre el temps agafant el que vols fotografar portant-lo fins al laboratori (vegeu annex fotocronològic del dia 04/07/2013).

I encara es mostra més útil a l'hora de fotografar superfícies de qualsevol mena, ja que es pot deixar la part frontal tocant directament una superfície (una fulla, per exemple) i només cal afinar l'enfocament amb la rodeta (i regular la llum, si aquest model disposa de regulador). El que cal vigilar, però, són els reflexes dels propis LED en superfícies reflectants. Fet que pot originar artefactes visuals¹² (Figura 12).



Figura 12. Dos artefactes deguts als llums LED dels microscopis USB. La imatge esquerra, feta al pati de les tortugues, correspon a l'ull de la tortuga femella 7495 (Vegeu annex fotocronològic del dia 04/07/2013). La imatge dreta, obtinguda al laboratori de biologia, correspon a un biofilm de les columnes de Winogradsky del treball de recerca del meu company Pep Atencia i s'hi pot distingir, a més a més de l'efecte dels llums, unes línies en forma d'arc que corresponen a empremtes digitals, per no haver netejat la columna després d'agafar-la per aquesta zona.

¹² Això també es produeix amb el flaix anular per objectiu macro, i es fa molt evident quan es fa una ampliació de la imatge a aquest nivell.

2.2.2.1 Augments i qualitat d'imatge del microscopi USB

Aquest instrument dóna la possibilitat de moure's per dos graus d'ampliació amb la mateixa rodeta que s'utilitza per enfocar el subjecte. Amb la finalitat de comprovar aquests augments que indiquen les instruccions del microscopi USB, s'han fet un seguit de proves consistents en fotografiar un objecte de mida coneguda amb els dos augments possibles a la mínima distància possible, és a dir, amb la part frontal tocant el motiu (Figura 13).



Figura 13. Resultat visual d'aplicar el mínim i el màxim augment a una porció del text d'instruccions del microscopi USB Veho.

Després d'observar part de les fotografies resultants, ens hem adonat de que aquest microscopi, fins i tot treballant a la distància mínima (inferior a 1 cm) té l'avantatge de que deforma molt poc la imatge, a diferència de la opció súpermacro d'algunes càmeres compactes avançades que també poden enfocar a una distància de 0 cm, com és el cas de la Canon Powershot SX-20 IS.

Si fem una comparativa, també visual, entre aquests dos sistemes (Figura 14), podrem apreciar tant l'efecte de distorsió esmentat, com la diferència entre el màxim augment que es pot aconseguir amb la càmera esmentada (a 0 cm i opció súpermacro) i el mínim (també a distància zero) del microscopi USB Veho. El grau d'augment del microscopi USB és només aproximadament el doble que el de la càmera Canon SX 20 IS, que es pot considerar d'1x (Sandra Roig, 2012). Això contrasta amb les especificacions del fabricant¹³ que indiquen un augment de 20x a 400x, és a dir, un augment mínim de 20 vegades la mida real. Aquesta discrepància es pot entendre si tenim en compte que l'observació en aquests microscopis es fa sempre a través de la pantalla de l'ordinador, que sempre representa un factor d'augment important com ja hem vist en un apartat anterior (vegeu apartat 1.1.2). És a dir, així com el grau d'augment es dóna en relació al negatiu o mida del sensor de captura en tots els altres instruments esmentats, en el cas dels microscopis USB es fa en relació a la imatge que s'observa en pantalla.

¹³ http://www.veho-uk.com/main/shop_detail.aspx?article=40

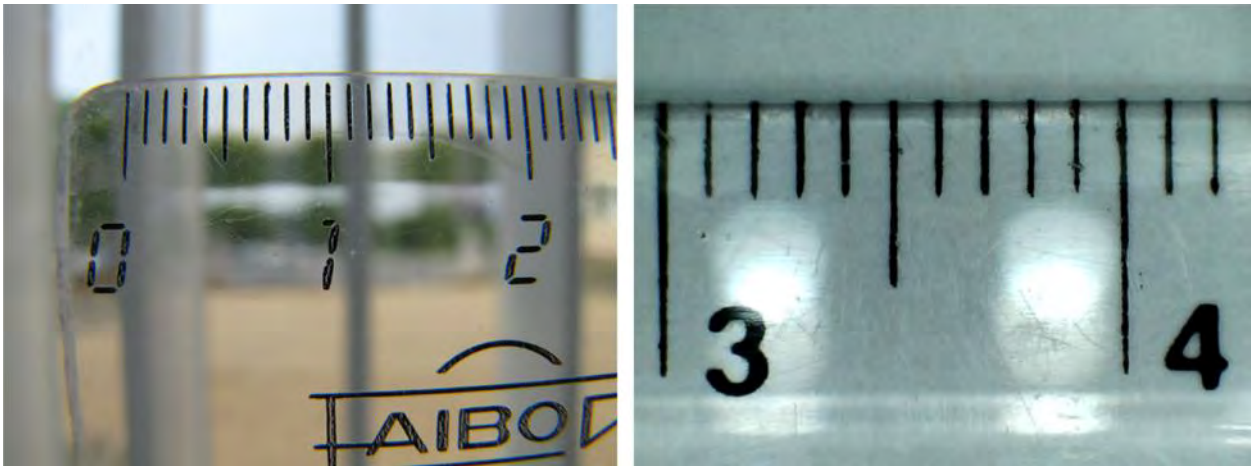


Figura 14. Captura de la imatge d'un regle a distància mínima d'enfocament (tocant directament el regle) amb dos instruments òptics diferents, amb la càmera Canon SX20-IS (esquerra) i amb el microscopi USB a mínim augment (dreta). A part de l'augment, aproximadament el doble en la imatge de la dreta, es pot observar que en la imatge captada amb el microscopi no es produeix distorsió. (La imatge esquerra procedeix del treball de recerca de Sandra Roig).

Per a obtenir el millor resultat amb aquest microscopi cal treballar a la màxima resolució que és capaç de captar, que és de 1600 x 1200 píxels¹⁴. La resolució desitjada es selecciona amb la

vista prèvia del programa *MicroCapture*, és a dir, la mida (en píxels) de la imatge final la determina la vista prèvia que hàgim utilitzat en el moment de fer la captura (Figura 15). Hem pogut comprovar, però, que treballar a la màxima resolució alenteix molt el funcionament del programa, de manera que es fa necessari utilitzar un ordinador que tingui un processador ràpid. El portàtil que hem utilitzat, un HP de bastanta autonomia, se'ns ha penjat en diverses ocasions i en les captures de camp (vegeu annex fotocronològic del dia 4/04/2013) no hem pogut utilitzar la resolució més alta. En algun projecte específic en el que es requeria de la màxima resolució (com el de la comprovació dels augments o el treball dels manuscrits) s'ha utilitzat l'ordinador d'una de

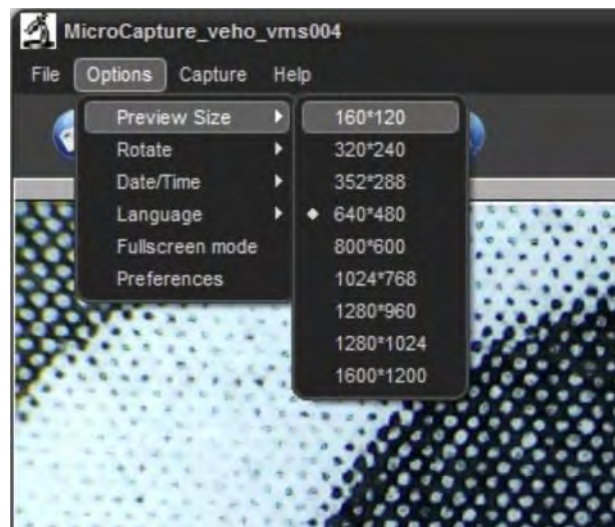


Figura 15. Captura de pantalla del programa *MicroCapture* on es poden veure les opcions de previsualització.

les dues estacions digitals de l'aula d'informàtica, la que té l'ordinador més nou (i també més potent). De manera que traslladarem a l'aula d'informàtica els dos microscopis USB i procedirem a instal·lar els *drivers* i els programes de captura de cada microscopi (*MicroCapture* i *Digital Microscope Suite*).

Degut a la complexitat afegida del tipus de monitor i del nivell de previsualització esmentat, semblava que el mètode visual utilitzant objectes de mides conegudes (regle, paper

¹⁴ pot tenir una resolució superior a 1600x1200 depenent del monitor, però interpolada.

quadriculat, paper mil·limetrat...) era un bon mètode per tal de visualitzar també l'augment màxim, però ens vam trobar amb una complicació; ni el quadradet d'un mm de costat del paper mil·limetrat, ni les dues línies que separen un mm en un regle no entraven sencers a la imatge, malgrat faltava poc (Figura 16).

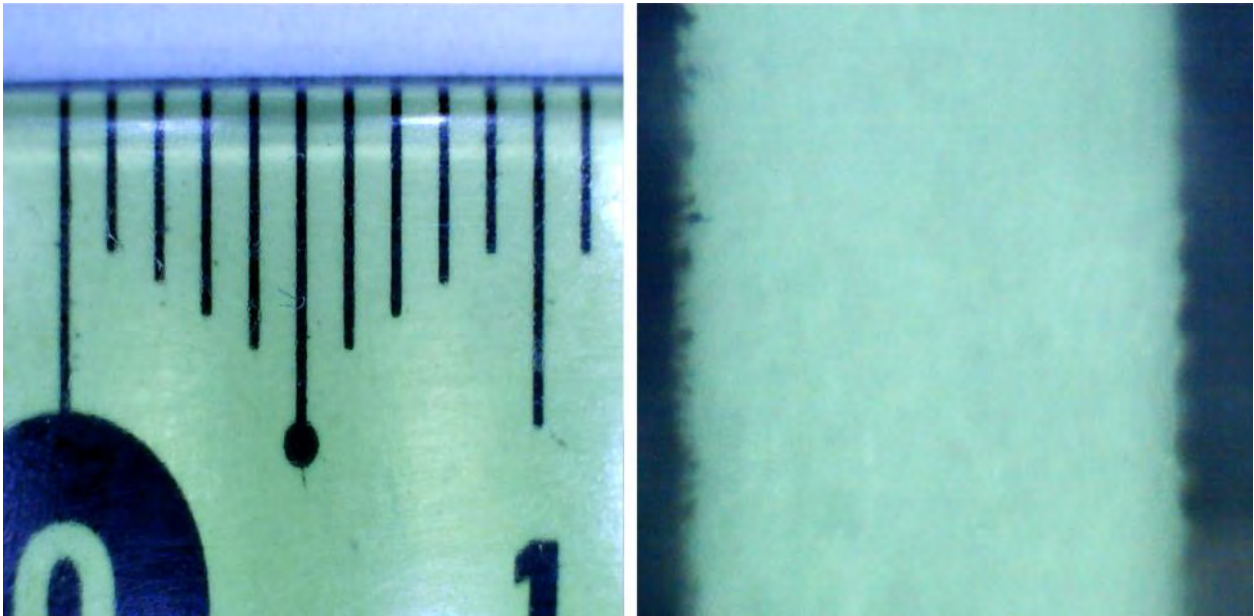


Figura 16. Mínim (esquerra) i màxim (dreta) augment que s'aconsegueix amb el microscopi USB Veho a distància mínima. El mm que representa la distància entre els punts centrals de dues ratlles consecutives no hi cap.

Es va buscar un regle que també tingues marcats els mitjos mil·límetres i que aquests es veiessin bé amb el microscopi. Finalment es va aconseguir fotografiar amb la màxima resolució de vista prèvia que permetia la pantalla de l'ordinador utilitzat (2560 x 1920 píxels) i dibuixar-hi l'escala, per poder-la utilitzar de referència en qualsevol ampliació.

Com el càlcul dels augments sempre és el quocient entre la mida aparent i la mida real, en el cas concret d'aquesta imatge observada a la mida de la fotografia, la mida aparent és de 42 mm, i la real mig mil·límetre, resultant un grau d'ampliació de 80X, mentre que si fem l'observació a pantalla completa en un monitor de 23", la mida aparent de separació entre les dues línies és d'uns 35 cm i la real de 0,5 mm, de manera que l'augment a la que veiem la imatge (350 mm/0,5 mm) és de 700. I podria ser encara més elevat si s'observés en una pantalla més gran. Però ja hem dit que aquesta manera de considerar els augments és una mica enganyosa i no es pot comparar als augments referenciats a la mida del negatiu o del sensor de l'instrument de captura.

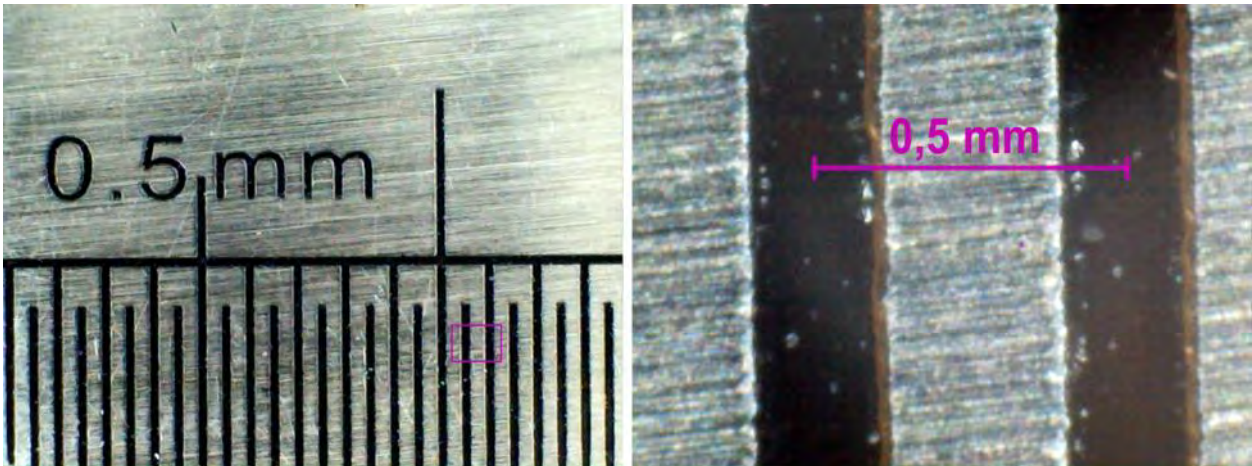


Figura 17. Mínim (esquerra) i màxim (dreta) augment que s'aconsegueix amb el microscopi USB Veho a distància mínima, d'un regle que té marcats els mitjos mil·límetres. La imatge de l'esquerra està augmentada 6 vegades, mentre que la de la dreta es veu a 84X (vegeu explicació en el text).

En qualsevol cas, aquest instrument permet augmentar considerablement l'objecte observat amb una qualitat d'imatge molt destacable (vegeu els projectes específics del microscopi USB a l'apartat 5.3).

2.2.3 Microscopi òptic (a l'Escola Mestral)

El microscopi òptic ha estat explicat a fons en un treball de recerca anterior (Ariadna Simón, 2009) i aquí només esmentarem les principals diferències amb la lupa binocular i alguns detalls sobre les observacions microscòpiques. Fotografiar amb microscopi òptic és molt diferent de fer-ho amb la lupa binocular o amb el microscopi USB (explicat en el punt anterior); no és tant directe ni senzill. Tot i que s'utilitza la mateixa càmera acoblada, la Moticam MC-1000, amb el mateix software i amb el mateix sistema que amb la lupa binocular (vegeu apartat 2.2.1). Sovint es confonen els microscopis i les lupes binoculars, ja que externament s'assemblen i poden tenir una mida també semblant. Externament, la principal diferència entre un i altre sistema òptic és la presència de revòlver (amb 4 o 5 objectius) i platina mòbil amb un forat central en el microscopi, que no són presents en les lupes binoculars (Figura 18). Les diferències més importants, però, fan referència al tipus d'observació i als augments.



Figura 18. Per diferenciar externament un microscopi òptic (esquerra) d'una lupa binocular (dreta) ens hem de fixar amb la platina mòbil (amb un forat central) i el revòlver amb 4 o 5 objectius, ambdós exclusius del microscopi òptic; per la seva part, la lupa binocular utilitza dos oculars i dos objectius alhora que li confereix característiques estereoscòpiques úniques. (En la imatge també es pot observar una càmera acoblada al tercer ocular del MO). (Figura extreta del treball de recerca d'Ariadna Simón)

Els microscopis binoculars també permeten mirar amb els dos ulls, la qual cosa fa més còmoda i més detallada l'observació i facilita fer observacions prolongades. Tanmateix, la sensació de relleu és limitada (només s'intueix per la baixíssima profunditat de camp) pel fet que hi ha un únic objectiu, després del qual la imatge és separada en dues, cadascuna d'elles dirigida a un ocular diferent. En canvi, en el microscopi estereoscòpic, com hem vist, hi ha dos objectius i dos oculars, de manera que les imatges que arriben als ulls són lleugerament diferents (les zones observades són lleugerament desplaçades) i es produeix, en conseqüència, una visió estereoscòpica.

Per poder fer una fotografia dels detalls d'un objecte primerament s'ha de fer una preparació de la mostra (així s'anomena allò que volem veure); normalment s'utilitza un indret transparent de vidre (*porta-objectes*) on es col·loca l'organisme o objecte d'interès i aquest es tapa amb un vidre més petit i prim (*cobre-objectes*) que no sempre és necessari. Tot junt amb la mostra s'anomena *preparació microscòpica*. Depenent del tipus de mostra la preparació es farà en sec, amb aigua o amb algun altre líquid, per exemple glicerina en el cas del pol·len, que et proporcionarà una millor visió del subjecte i preparació de la mostra. Un cop es té la mostra, es col·loca al microscopi òptic per poder començar a observar i a buscar el que més ens interessi.

D'altra banda si es necessiten molts augments s'haurà d'incrementar la intensitat de la llum i/o apujar el condensador, ja que en el seu camí la llum haurà de travessar més gruix de vidre.

Arran d'això s'haurà de tenir en compte la temperatura de la mostra perquè al tenir major intensitat la llum, es genera més calor i aquest fet pot danyar la mostra (cas que es tracti de microorganismes vius, per exemple). Per tal de minimitzar aquest efecte els microscopis més moderns utilitzen llum freda (fluorescent o de LED).

Ja hem comentat (vegeu apartat 1.1.1) que la resolució d'un microscopi depèn directament de la qualitat de les lents dels seus objectius (l'ocular només amplia una imatge ja formada). La qualitat d'un objectiu (microscòpic o fotogràfic) ve determinada, en primer lloc, pel tipus de material en què són construïdes les lents, que poden ser de plàstic, de vidre o de fluorita. Els de millor qualitat són els de fluorita, entre altres coses perquè presenten una aberració cromàtica mínima (Ruíz, 2009). Els oculars dels microscopis de l'escola no són de fluorita, són normals (de vidre). Per altra banda, el següent filtre important pel que fa a la qualitat de la imatge final que podem capturar depèn de la càmera fotogràfica o de vídeo que va connectada al microscopi. En el nostre cas, ja hem comentat que es tracte d'una càmera Moticam 1000. Aquesta càmera té una resolució màxima de 1,3 MP. En l'apartat de projectes podrem comparar els resultats obtinguts amb aquest equip de l'escola i el que hem obtingut amb un equip d'un laboratori d'un departament de la Facultat de Biologia.

2.2.4 Microscopi Òptic (a la Facultat de Biologia)

He tingut l'oportunitat d'utilitzar un equip professional del Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia de la UB, per observar i fotografiar mostres portades de dos indrets de l'escola; unes del basal del pati de les tortugues i unes altres de les columnes de Winogradsky del meu company Pep Atencia, amb la intenció que algunes de les observacions també li serveixin a ell pel seu treball de recerca, les pràctiques del qual les fa en aquest Departament, sota la direcció del Dr. Jordi Urmeneta.

L'equip de fotografia microscòpica va ser ideat pel Dr. Urmeneta i consisteix en acoblar, a través d'un tub específic, una càmera rèflex (en aquest cas una Nikon D7000) al sistema òptic del microscopi (Figura 19). D'altre banda, la càmera reflex està connectada a l'ordinador via cable USB. L'ordinador ha de tenir un programa de captura instal·lat que permet fotografiar i modular la lluminositat i altres factors (vegeu annex fotocronològic del dia 23/07/2013)



Figura 19. A l'esquerra el microscopi òptic amb càmera rèflex acoblada al Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia. A la dreta una imatge del procés d'observació.

Les mostres que es van estar observant les vam portar del laboratori de l'escola tot i que la seva preparació es va fer al departament mateix. Eren mostres de les columnes del treball de recerca del Pep, de diferents indrets del bassal del pati de les tortugues i d'un cultiu d'euglenes que disposem al laboratori. (vegeu annex fotocronològic del dia 23/07/2013)



Figura 20. A l'esquerra procés de preparació de les mostres. A la dreta observació i captura amb l'ajuda del Pep Atencia.

Un objectiu de microscopi incorpora tota una sèrie d'inscripcions i codis de colors dels principals paràmetres que el caracteritzen (Figura 21 esquerra). Si ens fixem en les inscripcions dels objectius del microscopi del Departament de Microbiologia (Figura 21 dreta) podrem observar que tots incorporen la F de fluorita, que com hem dit abans són els de major qualitat. El que s'està utilitzant en el moment de la fotografia és un objectiu d'immersió en oli (inscripció *Oil*) i l'anella del codi d'augment és de color blanc, que indica l'augment més elevat (100X).



Figura 21. Inscripcions i codis que pot incorporar un objectiu de microscopi (esquerra) i detall dels objectius utilitzats al Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia (dreta). Imatge esquerra extreta de: <http://www.olympusmicro.com/primer/anatomy/specifications.html>.

L'objectiu d'immersió el vàrem fer servir per les observacions bacterianes de les tincions de Gram del Pep Atencia, i els altres per la resta d'observacions. Per les tincions de Gram, com es tractava d'organismes fixats (morts) fèiem les fotos directament, però en les observacions *in vivo* sempre hi havia moviment i optàrem per fer captures de vídeo, gravant les pel·lícules en la més alta definició que permetia la càmera i després realitzar captures de pantalla amb un bon monitor (vegeu l'apartat 5.3 de projectes).

2.2.4 Altres microscopis

A part dels instruments que s'han pogut tenir a l'abast durant el meu treball de recerca, hi ha molts altres tipus de microscopis, alguns més complicats d'utilitzar, i que serveixen per aconseguir graus d'augment molt més alts. Una de les classes de biologia va estar dedicada a aquest tipus de microscopis i a fer pràctiques amb una pàgina web de microscopis virtuals¹⁵. Després es mostrarà algun exemple de com es treballa amb microscòpia virtual.

El microscopi invertit

El microscopi invertit és un microscopi amb un sistema completament al revés dels convencionals. La tècnica que utilitza consisteix en donar-li llum a la mostra des de dalt i observar-la des de sota. Per aconseguir això, consta d'un focus d'il·luminació a la part superior format per un suport de filtres, un condensador i un modulador de l'obertura del diafragma, una platina metàl·lica on s'hi posa la mostra i a sota un revòlver d'objectius que connecta amb els oculars.

¹⁵ <http://www.olympusmicro.com/primer/virtual/confocal/index.html>

A diferència d'altres microscopis, aquest té l'avantatge de poder fer observacions *in vivo* de comportament, creixement d'organismes o de cultius cel·lulars en el seu flascó de cultiu, és a dir, sense haver de fer una preparació prèvia. Els recipients utilitzats han de ser de paret prima i lògicament transparents perquè la llum hi pugui travessar.

El microscopi confocal

La microscòpia confocal és una tècnica d'observació microscòpica que proporciona imatges nítides y amb molt de contrast que permeten fer un estudi tridimensional gràcies a la possibilitat d'obtenir seccions òptiques de la mostra. Generalment aquesta tècnica fa servir un microscopi invertit i també permet observacions *in vivo* però amb molt més contrast que el microscopi òptic invertit normal, al que ha substituït en els centres d'investigació en biologia cel·lular (Figura 22).



Figura 22. Microscopi confocal. Imatge extreta de la Unitat de Microscòpia del Centre d'Investigació del Càncer (CIC)

La base del sistema d'aquest microscopi és la presència de dos diafragmes que eliminen la llum procedent d'altres llocs que no sigui la de la zona de la mostra que ens interessa. També el fet d'utilitzar un làser com a font d'il·luminació dóna la possibilitat de focalitzar la llum en una part molt petita de la mostra i amb una gran intensitat.

El seu funcionament consisteix en que una font d'il·luminació, situada entre l'objectiu i el detector, llença un raig de llum passant per un primer diafragma i reflectint-se en un mirall dicroic (canvia el color depenent del gruix quan és travessat per la llum) que envia el focus a una part de la mostra. El punt il·luminat emet una senyal que retorna pel mateix camí, passant per l'objectiu i el mirall dicroic. Finalment el raig arriba al detector passant per un segon

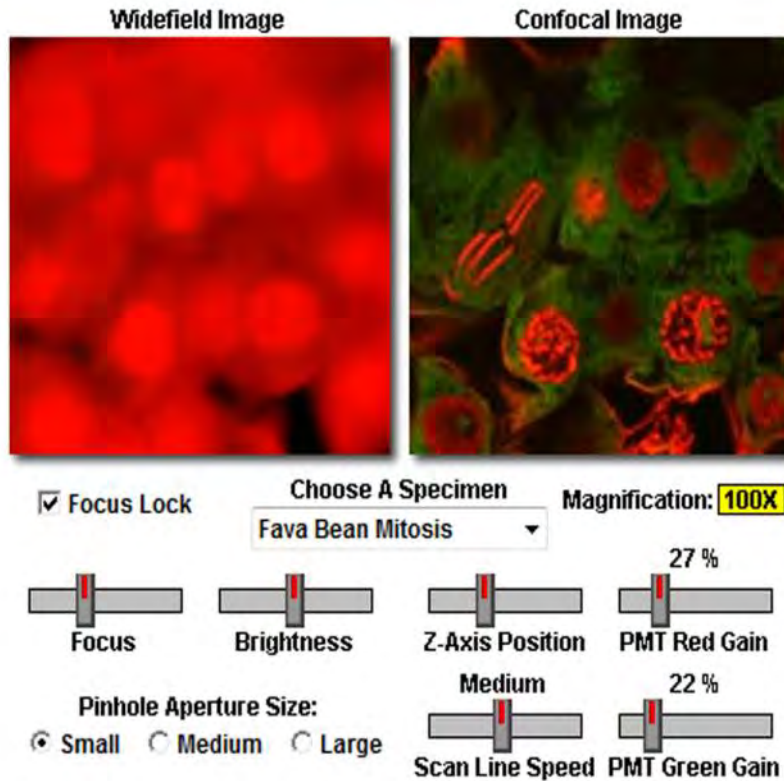


Figura 23. Cèl·lules en plena reproducció mitòtica, vistes al microscopi òptic (esquerra) i amb el microscopi confocal (dreta). La imatge correspon a una captura de pantalla del programa de microscòpia virtual: <http://www.olympusmicro.com/primer/virtual/confocal/index.html>. A la part inferior de la imatge es mostren els paràmetres que es poden modificar a voluntat.

diafragma que elimina tots els altres rajos que no siguin procedents de la mostra resultant una imatge amb una nitidesa espectacular (Figura 23 dreta) en relació a la imatge equivalent amb un microscopi òptic normal (Figura 23 esquerra).

El microscopi electrònic

La principal característica del microscopi electrònic és que utilitza electrons en comptes de fotons (llum) per crear una imatge, d'aquí que les imatges obtingudes s'anomenin electromicrografies. Aquesta tècnica consisteix en disparar amb una gran potència un feix d'electrons. Per poder iniciar aquest procés, s'ha d'haver fet el buit a l'interior del microscopi, ja que els electrons tenen un baix poder de penetració. A diferència de la resta de microscopis, s'utilitzen, com a equivalència de les lents, unes bobines cilíndriques que generen un camp magnètic.

El procés s'inicia amb el feix d'electrons que surt d'un filament i que és condensat al passar per les bobines cilíndriques. Tot seguit xoquen amb els àtoms de la mostra biològica i els feixos resultants són condensats de nou per les bobines, que aquestes al projectar-los amplien el seu camp de dispersió i fan que la imatge s'engrandeixi.

Existeixen dos tipus de microscopi electrònic; el de transmissió (MET), el qual el seu funcionament es basa en preparar una mostra ultrafina capaç de ser travessada pels electrons, i el de rastreig (MES), que consisteix en fer un "rastreig" de tota la informació de la superfície de la mostra, que a diferència del MET, originarà una imatge tridimensional (Figura 24).

La manera de preparar una mostra per aquest microscopi és molt diferent que per la del microscopi òptic. Primerament s'han de fer uns talls molt fins del subjecte perquè els electrons el puguin travessar. Els talls es fixen amb una substància permeable als electrons, sobre una reixeta i finalment és fa el contrast amb solucions de sals de metalls pesants per fer ressaltar les estructures. Un cop està preparada s'introdueix la reixeta dins del microscopi a través d'una comporta que evita el contacte amb l'aire.

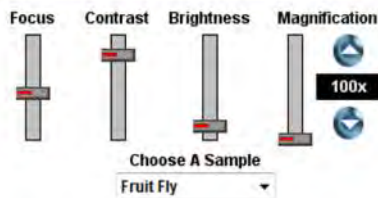


Figura 24. La imatge de l'esquerra és de la mosca de la fruita, està extreta de la pàgina web de microscopis virtuals. La segona imatge està extreta de la Vikipèdia i correspon al cap d'una formiga. Totes dues imatges estan fetes amb un microscopi electrònic de rastreig.

A part dels esmentats aquí, existeixen altres variants de microscopis òptics (com el microscopi d'interferència de Nomarski) i electrònics (com el MES amb electrons retrodispersats), que han estat utilitzats i descrits en dos treballs de recerca anteriors per a fotografiar talls transversals de fèmur d'una tortuga per a determinar-ne l'edat per el mètode d'osteocronologia (Bretones, 2008; Prieto, 2009; Prieto et al., 2013).

Macrofotografia i composició fotogràfica

A vegades una imatge és molt impactant no tant pel seu contingut sinó per la seva composició fotogràfica, un dels aspectes més importants de la fotografia. Aquesta està composta per molts factors que no sempre s'han de complir, ja que a vegades "trencant" les regles també és poden aconseguir grans resultats.

3.1 Les regles clàssiques de composició

Un dels problemes que s'acostumen a tenir a l'hora de capturar una imatge és que es busca massa l'objecte que es vol plasmar i en ocasions es molt millor deixar-se emportar i pensar en fotografiar tot allò que molts cop se'ns passa per alt i que a simple vista no sembla tenir res d'interessant (Peterson, 2012). És el cas de les textures. Amb qualsevol textura o superfície és pot fer una gran fotografia, les ombres i els colors hi juguen papers molt importants, com per exemple la imatge aproximada d'una superfície rovellada o el teixit d'una manta. Només cal posar-li imaginació (Figura 25).

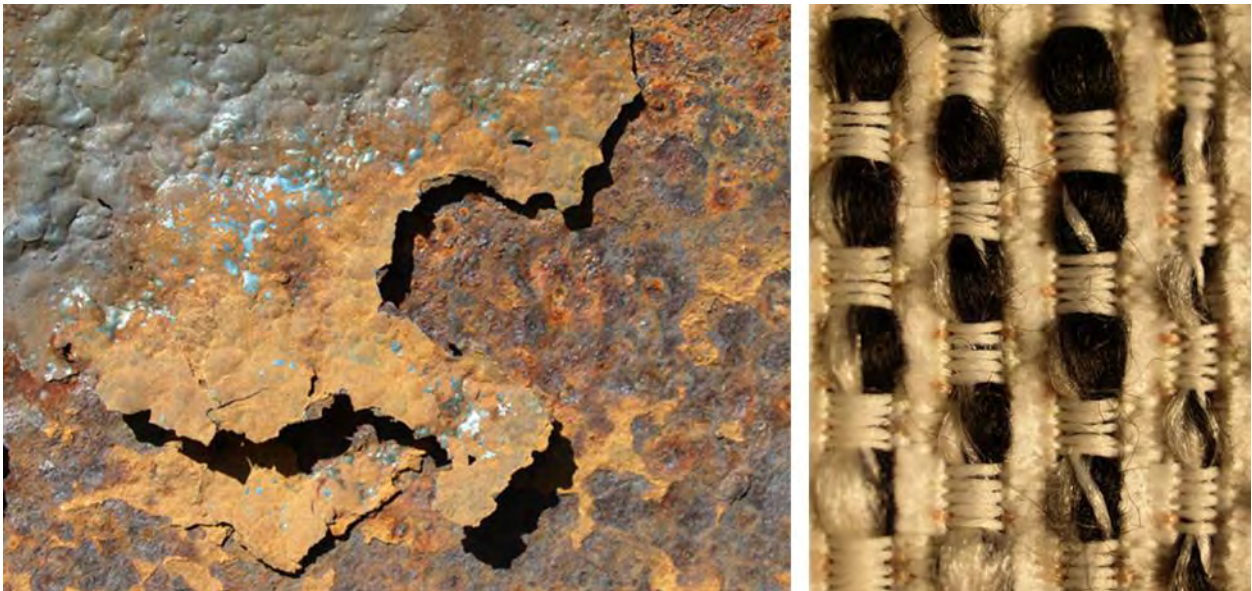


Figura 25. Exemple d'imatges de textures interessants. Esquerra, ferro rovellat. Dreta, teixit d'una manta.

Un altre aspecte que dona molt de joc en la fotografia és la importància del diafragma i la velocitat d'obturació. Aquests dos paràmetres el que permeten controlar és la profunditat de camp, és a dir que una imatge disposi de unes zones més enfocades o que tot sigui nítid. En el cas de voler capturar un seguit de situacions que ens expliquin una història, es a dir, mostrar interès al primer pla i al mateix temps donar importància a la resta d'objectes que el segueixen, es necessitarà disminuir la obertura del diafragma (es a dir augmentar el valor de f) i ajustar el temps d'exposició per aconseguir la lluminositat adient, així aconseguirem que tot surti enfocat i sigui d'igual importància. Això, però, en el cas de la macrofotografia amb càmera reflex no és tant fàcil (vegeu apartat 4). D'altra banda, modulant el temps d'exposició s'obtindrà la possibilitat de marcar el factor temps i moviment en una fotografia. Aquesta tècnica s'utilitza en les captures on l'aigua hi té un paper important, ja que és la millor manera de descriure el seu moviment (Figura 26).

Jugant amb aquests mateixos paràmetres també es pot capturar una imatge de l'aigua força interessant. Es a dir si s'augmenta la velocitat de captura i s'obra el diafragma per obtenir una lluminositat adequada, es pot aconseguir una fotografia de l'aigua on es veu gota per gota el seu recorregut (Figura 26).



Figura 26. A dalt a l'esquerra, imatge amb una exposició molt curta. A dalt a la dreta la mateixa imatge però amb una exposició llarga. A baix a l'esquerre una pruna amb pell impermeable que a causa de la ràpida velocitat de captura es crea aquest efecte. En canvi la pruna de la dreta, al fotografiar-la amb una exposició llarga l'aigua es veu més difuminada creant un efecte de moviment.

Una de les coses que sempre ens preguntem a l'hora de fotografiar un paisatge o un objecte de molt a prop és com es distribueix l'enquadrament. Existeixen diverses normes de composició, de les quals tres són les més conegudes:

- La regla dels terços prové de la secció àurea; una proporció entre mides on és divideix el quadre d'enfocament en tres terços. La repartició de la imatge en cada terç consisteix en dividir un objecte on la seva part més petita ocupi dos terços i la més gran un. D'altra banda és important que intentem evitar les composicions on el subjecte està centrat i l'horitzó també ja que crea una sensació d'incertesa respecte el més important de la fotografia cap al receptor. Tot i que en un primer moment no ens en adonem, la millor composició sorgeix de posicionar el terra o el cel en dos terços (depenent d'on es trobi

l'objecte d'interès de la imatge) i el pla principal desplaçat cap a un lateral (Peterson, 2012) (Figura 27).

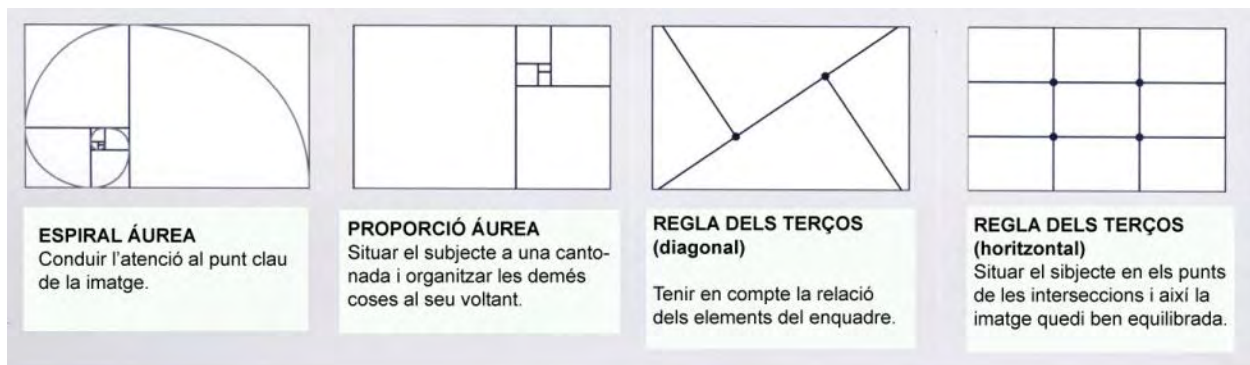


Figura 27. A dalt, diferents modalitats de regles geomètriques de composició d'una imatge. A baix un exemple de l'Espiral Àurea.

- La regla del pes visual. Totes les fotografies tenen un tema dominant dins de la composició general. Aquest depèn exclusivament de nosaltres i del nostre criteri per decidir què és el més important i què es posicionarà als dos terços. Aquí no hi ha cap norma a seguir, sinó que un s'ha de deixar emportar pel seu instint. Aquest pes visual va directament relacionat amb la regla dels terços (Peterson, 2012) (Figura 28).



Figura 28. Imatge amb ull de peix que situa el pes visual a baix, deixant un petit tros de cel.

- El dinamisme de les diagonals. Aquesta regla consisteix en realitzar una diagonal amb l'objecte principal de la imatge. És una manera, en ocasions senzilla, de repartir tots els objectes de la imatge i que al mateix temps quedi ben composta (Figura 29).



Figura 29. Exemple de dues imatges en diagonal. A l'esquerre de l'apex d'una fulla, realitzada en una sortida al Maresme i a la dreta detall d'una inflorescència, feta aquest estiu en un jardí d'Hamburg.



El món està ple d'objectes verticals, i una de les coses que s'han d'aprendre a fer és deixar de fotografiar sempre amb el pla horitzontal i intentar agafar l'essència de la figura sencera tal i com és sense haver de tallar-la o deixar un ampli espai buit al seu voltant que fa que perdi tota la importància (Peterson, 2012) (Figura 30).

Una de les últimes coses a tenir en compte és la oportunitat de fotografiar alguna cosa dins d'un marc visual. És a dir si trobem que podem captar una imatge que queda just dins d'un marc natural s'ha d'aprofitar, sempre i quan aquest no capti tota l'atenció.

Figura 30. Exemple d'imatge vertical. És una mosca inofensiva que utilitza com adaptació al medi una coloració mimètica (que s'assembla a la d'animals perillosos). Està realitzada a Hamburg.

3.2 Les regles en macrofotografia

En macrofotografia una de les "normes" principals és omplir l'enquadrament (Peterson, 2012). Un dels motius és que si es vol fer que una imatge impacti, aquesta no ho pot fer si té moltes coses al seu voltant que distreuen. Per tant, la millor manera d'evitar que això passi és simplement eliminar aquestes distraccions, així apropant-se el màxim possible perquè el subjecte capti per complet l'atenció de tothom (Figura 31).

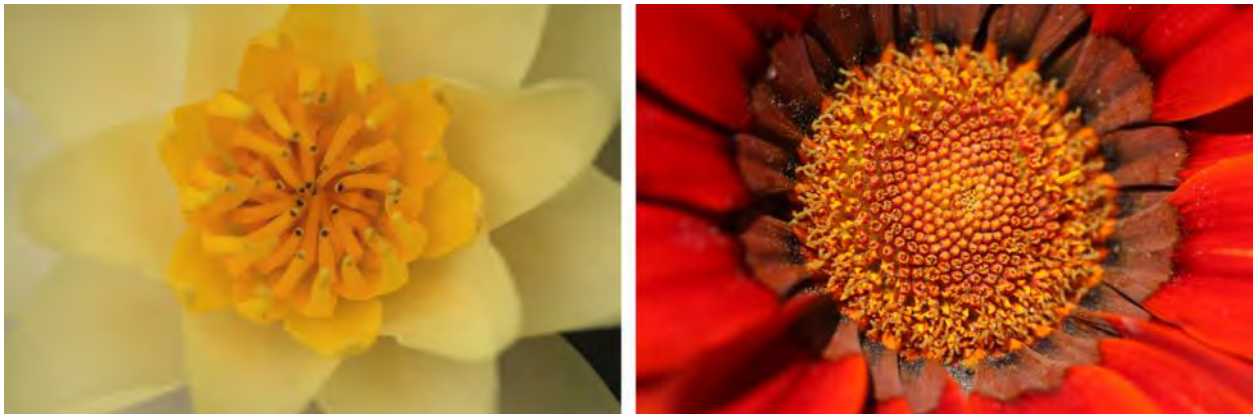


Figura 31. Exemple de la part central de dues flors que omplen tot l'enquadrament.

El problema de fer ressaltar el subjecte en la macrofotografia també està molt relacionat amb el tipus de fons que hi hagi i la ordenació d'aquest. Sempre que podem, hem d'intentar buscar un fons que faci destacar l'objecte, així utilitzant colors contraris que donaran més contrast a la imatge i més importància a l'objecte en qüestió. Els fons negres resulten molt útils a l'hora de crear aquest efecte. Per aconseguir aquest fons fosc no és necessari buscar un objecte per col·locar al darrere o esperar a que sigui de nit, també es pot realitzar utilitzant el flaix de dia (Figura 32). D'altra banda no cal intentar introduir en una imatge el màxim de coses possibles, ben al contrari, intentar exposar-les de manera clara, directa i precisa.



Figura 32. Imatge d'una falguera realitzada a una sortida al Montseny. És un exemple d'aconseguir amb el flaix un fons més fosc que fa ressaltar més l'objecte principal.

El fet de realitzar una imatge amb tot el fons borrós és un avantatge, ja que proporciona més importància al subjecte. Però s'ha de tenir present que en ocasions fer que el fons quedi completament o parcialment enfocat, també et pot permetre obtenir una imatge marcadament interessant, ja que pot fer destacar més el motiu o simplement explicar-nos una "història" respecte aquest (Figura 33).

El trípod és un dels estris imprescindibles de la macrofotografia, ja que a l'hora de fotografiar un objecte de molt a prop, el moviment es nota molt més i és més fàcil que les imatges quedin mogudes. Per evitar això s'utilitza el trípod que es proporciona molta més estabilitat i capturar imatges més nítides.

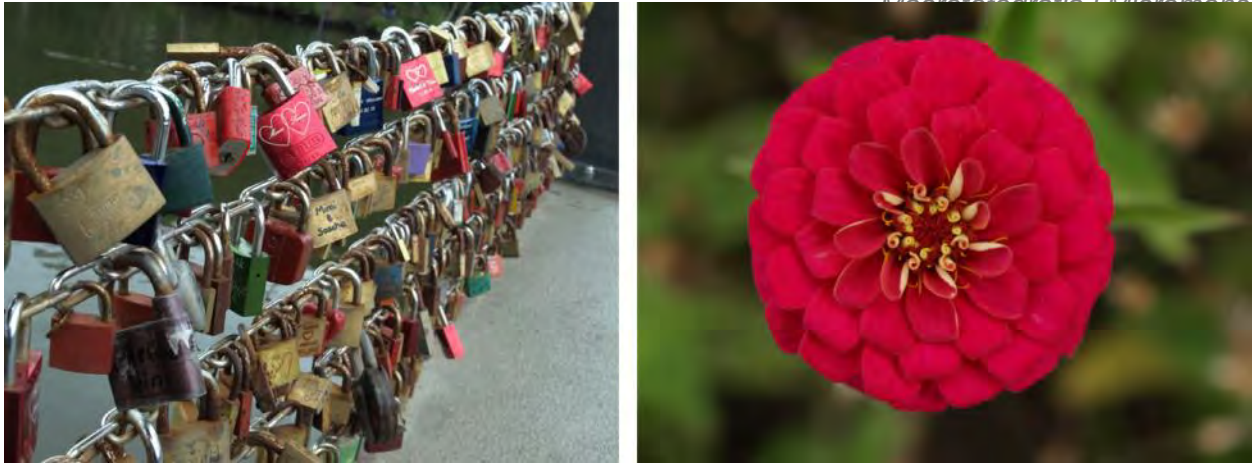


Figura 33. Aquestes dues imatges han estat realitzades als països escandinaves, en la de la esquerre es pot veure que la importància de la imatge no es basa només en els primers objectes sinó en la totalitat, a diferència de la de la dreta que tota l'atenció es centra en la flor.

3.3 Saltar-se les regles

En ocasions el fet de saltar-se les regles ens fa crear imatges molt més impactants que no seguit els passos tradicionals.

Centrar el subjecte no vol dir que la composició final sempre hagi de ser menys interessant, a vegades hi ha altres objectes que el rodegen i que fan que aquesta quedi compensada. Per tant si centrem el motiu, el que primer s'haurà de tenir en compte seran tots els objectes al voltant d'aquest. En altres ocasions simplement el fet de centrar-lo i fer que ompli tot l'enquadrament, ja fa que la imatge quedi bé (Figura 34).

Les imatges borroses amb una certa imaginació sovint tenen certa gràcia. Es una manera de mostrar el moviment molt eficaç i original. Si es vol mostrar velocitat, simplement tancant el diafragma i augmentat en temps d'exposició s'aconseguirà aquesta sensació. Una altre alternativa per mostrar aquest moviment, és girant el zoom de l'objectiu en el moment en el que es fa la captura, donant una sensació d'aproximació o llunyania cap el subjecte en qüestió. Aquest efecte es coneix com a zooming.

Respecte l'horitzó aquest no sempre ha d'aparèixer horitzontalment, sinó que jugant una mica amb la imatge poden inclinar-lo i donar-li un to de gràcia. Per exemple, si es vol representar una persona pujant un turó, girant l'horitzó i el col·locant-lo en pendent cap amunt, es mostrarà millor aquest caràcter de pujada (Peterson, 2012).



Figura 34. En les dues imatges de dalt es mostra a la dreta una composició on el subjecte està centrat i tot i així la imatge és maca. A l'esquerra és una manera diferent de fer una composició, on la gota d'aigua també queda centrada i al mateix temps s'aprecia una diagonal. A baix a l'esquerra malgrat les tres flors estan centrades al mig, l'inclusió de les poncelles en diagonal i el marge fosc de la part superior de la imatge, ho arreglen. Les regles diuen que si fa vent no es pot fer macrofotografia perquè les imatges sortiran mogudes, però en la imatge de baix a la dreta, es mostra una imatge que vaig fer a l'Empordà un dia de tramuntana i la combinació del desenfocament amb el dinamisme de les diagonals li dona una especial sensació de moviment que trobo molt interessant (és la imatge que he escollit per la portada).

4. Macrofotografia i profunditat de camp

4.1 Profunditat de camp dels objectius utilitzats

Ja hem comentat (vegeu apartat 2) que als tres paràmetres clàssics que influeixen en la profunditat de camp (distància focal de l'objectiu, obertura del diafragma 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). Aquest factor té una conseqüència pràctica molt rellevant: les càmeres que tenen un sensor de mida petita (la majoria de càmeres compactes) 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 (Figura 35).

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

Figura 35. 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. 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). (Figura extreta del treball de recerca de Sandra Roig, 2012).

Precisament per aquest fet, en el treball de la Sandra 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".

La profunditat de camp és un factor molt important a tenir en compte a l'hora de fotografiar qualsevol objecte, ja que influeix directament en la seva composició. Depenent del tipus d'imatges que es vulguin realitzar ens interessaran diferents profunditats de camp.

Així doncs, quan es tracta d'una captura on el més interessant és la globalitat de la imatge (tot i que s'aprecii l'existència d'un primer pla), es necessitarà una gran profunditat de camp per poder mostrar tots els objectes enfocats i amb igual rellevància.

D'altra banda, si es vol fotografiar un objecte que actuï com a primer i únic pla, interessarà que la resta de coses que l'envoltin apareguin difuminades perquè així no treguin importància al subjecte de la imatge. Per fer això, s'haurà d'aconseguir una baixa profunditat de camp.

Aquest últim aspecte està molt relacionat amb la fotografia d'aproximació, macrofotografia i microfotografia, ja que el que interessa és que només hi hagi un subjecte que cridi l'atenció de tota la imatge. Una de les principals característiques que tenen aquest tipus de fotografia, és que a mida que ens apropem al subjecte o incrementem els augments, la profunditat d'aquest disminueix dràsticament. Hi ha motius on el que interessa és que només una part de l'objecte estigui enfocada, com per exemple algunes flors, però en el cas d'alguns insectes ens interessa tenir la major profunditat de camp possible per fer que aquest aparegui completament enfocadament.

Segons el que acabem de veure, la persona que li interressi tenir poca profunditat de camp no pot utilitzar una compacta¹⁶, i la que necessiti tenir una gran profunditat de camp (sempre en el context de macrofotografia) no podrà fer servir una rèflex. Pel que fa a les compactes, això actualment ja no és del tot així, perquè els fabricants estan incorporant sensors cada vegada més grans en compactes avançades, alhora que disposen d'obertures també cada vegada més grans (Sandra Roig, 2012).

Els objectius macro de focal fixa (de les càmeres rèflex) són els que proporcionen millor qualitat d'imatge (Langford, 2003; Freeman, 2009; Peterson, 2009; Davis, 2010; Langford et al. 2011) i són, com ja hem dit, un dels principals aspectes d'estudi d'aquest treball.

En primer lloc es calcularà, a la distància mínima d'enfocament de cada un dels objectius macro utilitzats, la mínima i la màxima profunditat de camp que es pot obtenir en cada un d'ells.

4.1.1 Metodologia

Per poder dur a terme aquest procés es necessiten saber unes característiques concretes de cada objectiu; la distància focal mínima, el màxim grau d'obertura del diafragma i el mínim grau d'obertura del diafragma. Per aconseguir totes aquestes dades sobre els objectius macro de l'escola, a part de les inscripcions en els propis objectius, també es pot d'entrar a les pàgines web oficials de cada marca i trobar totes les especificacions de cada objectiu.

Un cop anotades totes les dades recopilades en una taula, s'utilitzarà el *Depth of field Calculator*¹⁷ un calculador de la distància focal en línia molt útil que té en compte tots aquests paràmetres i que permet calcular la profunditat de camp mínima o màxima.

A l'hora de calcular la màxima profunditat de camp, s'introduirà l'obertura del diafragma més petita, ja que és la que proporciona més profunditat de camp. En canvi per calcular la mínima profunditat de camp s'utilitzarà la màxima obertura del diafragma.

¹⁶ excepte que utilitzi un filtre per desenfocar el fons amb un programa d'edició d'imatges.

¹⁷ <http://www.dofmaster.com/dofjs.html>

Un aspecte a tenir en compte és que el propi calculador en línia te present el factor multiplicador de la distància focal equivalent a una càmera de 35mm. És a dir, nosaltres només haurem hagut d'introduir la distància focal de l'objectiu, que aquesta canviarà automàticament quan nosaltres indiquem el tipus de càmera de la que es tracta.

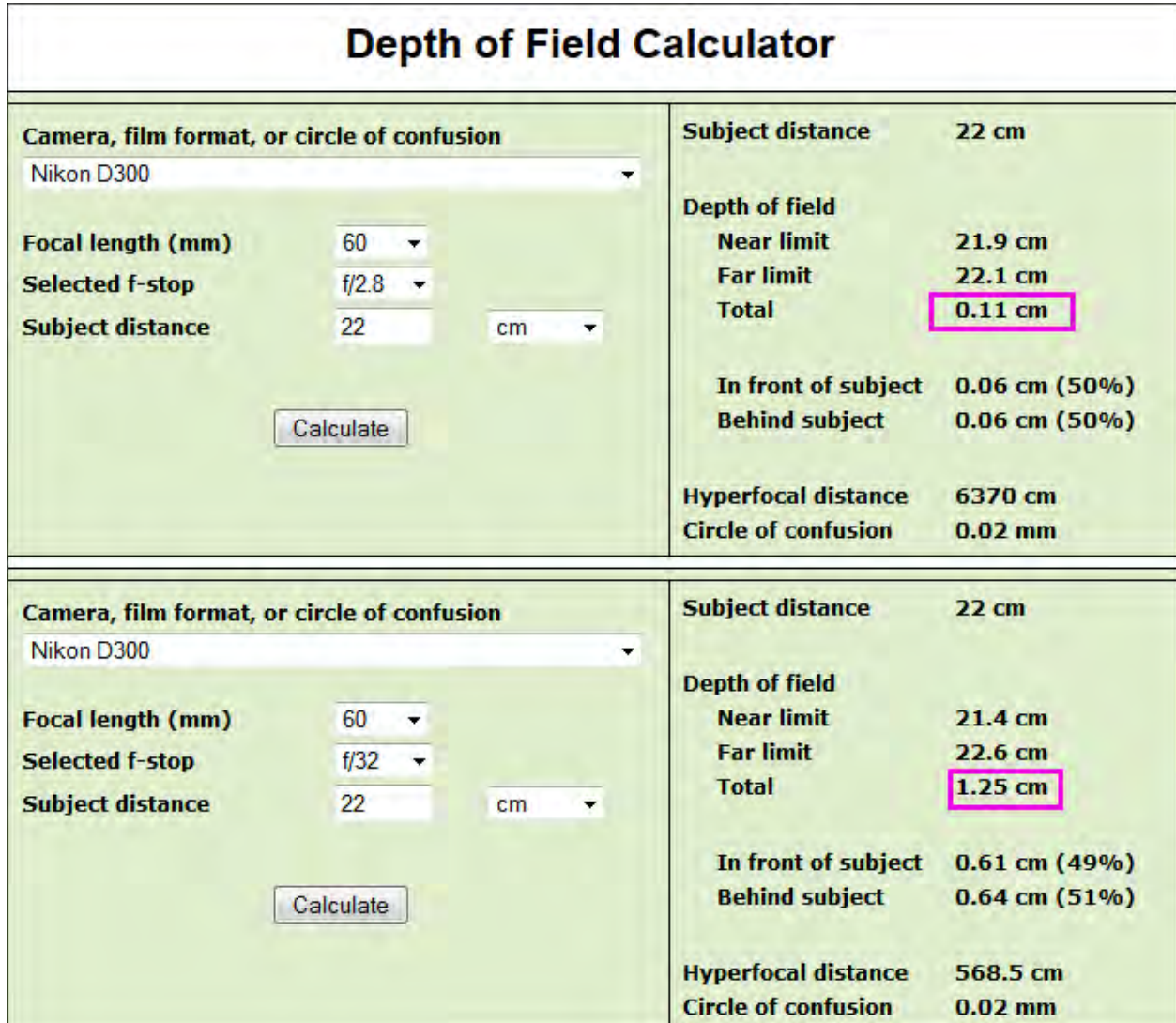


Figura 36. Resultats obtinguts al utilitzar el calculador de la profunditat de camp en línia per la càmera Nikon D300. Els requadres mostren les profunditats de camp de la que es disposa en cada obertura del diafragma.

Un cop fets tots els càlculs, obtindrem de totes les càmeres amb els seus respectius objectius macro el rang de profunditat de camp a la que arriben.

4.1.2 Resultats i discussió

Si observem el resultat d'aplicar el calculador de la profunditat de camp al conjunt de càmeres i objectius macro utilitzats (Figura 37) a la mínima distància d'enfocament, el primer que podem concloure és que la profunditat de camp és molt baixa. En el millor dels casos (a la mínima

obertura del diafragma) és inferior a un centímetre, amb l'excepció de l'objectiu Nikkor micro de 60 mm de Nikon, que arriba a un màxim de profunditat de camp de 1,25 cm.

OBJECTIUS	CÀMERES	DISTÀNCIA FOCAL EQUIVALENT A 35mm (mm)	DISTÀNCIA MÍNIMA A L'OBJECTE (cm)	APERTURA MÀXIMA DEL DIAFRAGMA	PROFUNDITAT DE CAMP MÍNIMA (cm)	APERTURA MÍNIMA DEL DIAFRAGMA	PROFUNDITAT DE CAMP MÀXIMA (cm)
Tamron 90mm	Cannon 40D	144	29	f/2,8	0,08	f/32	0,92
	Cannon 350D	144	29	f/2,8	0,08	f/32	0,92
	Cannon 550D	144	29	f/2,8	0,08	f/32	0,92
Cannon 100mm	Cannon 40D	160	31	f/2,8	0,07	f/32	0,79
	Cannon 350D	160	31	f/2,8	0,07	f/32	0,79
	Cannon 550D	160	31	f/2,8	0,07	f/32	0,79
Olympus 35mm	Olympus E30	70	31	f/3,5	0,14	f/22	0,96
	Olympus E330	70	31	f/3,5	0,14	f/22	0,96
	Olympus R510	70	31	f/3,5	0,14	f/22	0,96
Olympus 50mm	Olympus E30	100	31	f/2	0,07	f/22	0,81
	Olympus E330	100	31	f/2	0,07	f/22	0,81
	Olympus R510	100	31	f/2	0,07	f/22	0,81
Nikkor micro 60mm	Nikon D300	90	31	f/2,8	0,11	f/32	1,25

Figura 37. Taula construïda a partir de tota la informació recopilada sobre les càmeres i amb el programa online que et permet calcular les profunditats de camp.

També es constata que els valors només depenen del tipus d'objectiu, però no del tipus de càmera utilitzada (a dins de la mateixa marca). Les diferències observades entre els dos objectius macro Olympus pel que fa a la màxima profunditat de camp, més gran en l'objectiu de 35 mm (0,96 cm) que en el de 50 mm (0,81 cm) a la mateixa obertura (f/22), poden considerar-se degudes a la diferència en la distància focal dels dos objectius.

5. Projectes

5.1 Projectes amb fotografia *macro*

5.1.1 Augment de la profunditat de camp (Enfocament compost)

Ja hem vist que en fotografia macro la profunditat de camp disponible és molt petita i que, malgrat sempre existeix el recurs de disminuir l'obertura del diafragma (si es disposa de les condicions apropiades), en el millor dels casos, la màxima profunditat de camp que podem aconseguir amb un objectiu macro muntat en una càmera rèflex oscil·la entre 0,79 i 1,25 cm en les càmeres i objectius utilitzats (Figura 3), però a la pràctica, la profunditat de camp disponible sol ser menys de la meitat, és a dir, de pocs mil·límetres.

Per solucionar aquest problema existeix una tècnica anomenada *Enfocament compost* (Freeman, 2009). Aquesta tècnica, explicada en un treball de recerca anterior (Ariadna Simón, 2009), també es coneix com *Enfocament per apilament* (Mallol, 2013) i 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.

Aquest projecte s'ha realitzat al laboratori de biologia de l'escola fent servir l'equip macro Olympus (Càmera E30 i objectiu macro de 50mm), fucus de llum LED i un microcarro mòbil muntat en el trípede (vegeu annex fotocronològic del dia 04/10/2013). Aquest carro disposa d'un cargol micromètric que permet fer avançar o fer retrocedir l'equip de captura amb molta precisió, de manera que l'enfocament a diferents nivells de la mostra no es fa amb els controls de la càmera, sinó modificant la distància de tot el conjunt.

Hem portat a terme el projecte sobre tres motius diferents, un esquelet de corall (*Fungia*), un escarabat (en metacrilat) i un mosquit viu (temporalment adormit). En el primer cas es va utilitzar f/22 (la mínima obertura) i en els altres dos, f/2 (l'obertura més gran amb la mínima profunditat de camp). Comprovarem prèviament que les dades de profunditat de camp a f/22 i a f/2 es corresponien amb les de la taula de la Figura 25 i utilitzarem aquestes dades per calcular el nombre aproximat de fotografies que havíem de fer de cada motiu. En el cas del corall, per exemple, si fa uns 8 cm de diàmetre, amb una profunditat de camp de 1,24 cm (ja que treballem a f/22), necessitem un mínim de 6 fotografies; les mateixes que per l'escarabat, si el gruix entre la part superior i la inferior no supera els 6 mm, malgrat la baixa profunditat de camp (1,1mm).

En el procés d'unió de les diferents imatges capturades s'han utilitzat tres programes diferents, *Zerene Stacker*¹⁸ i *PhotoAcute3*¹⁹, en les seves versions de prova de 30 dies²⁰ i una de les últimes versions de *Photoshop*, la CS6.

¹⁸ <http://zerenesystems.com/cms/stacker>

¹⁹ <http://www.photoacute.com/studio/index.html>

²⁰ tots dos són versions de prova ja que s'ha de pagar pel seu ús.

Els resultats de tots 3 s'assemblen molt quan s'observen en la pantalla de l'ordinador. El més senzill i ràpid és *Zerene Stacker* (Figura 38).

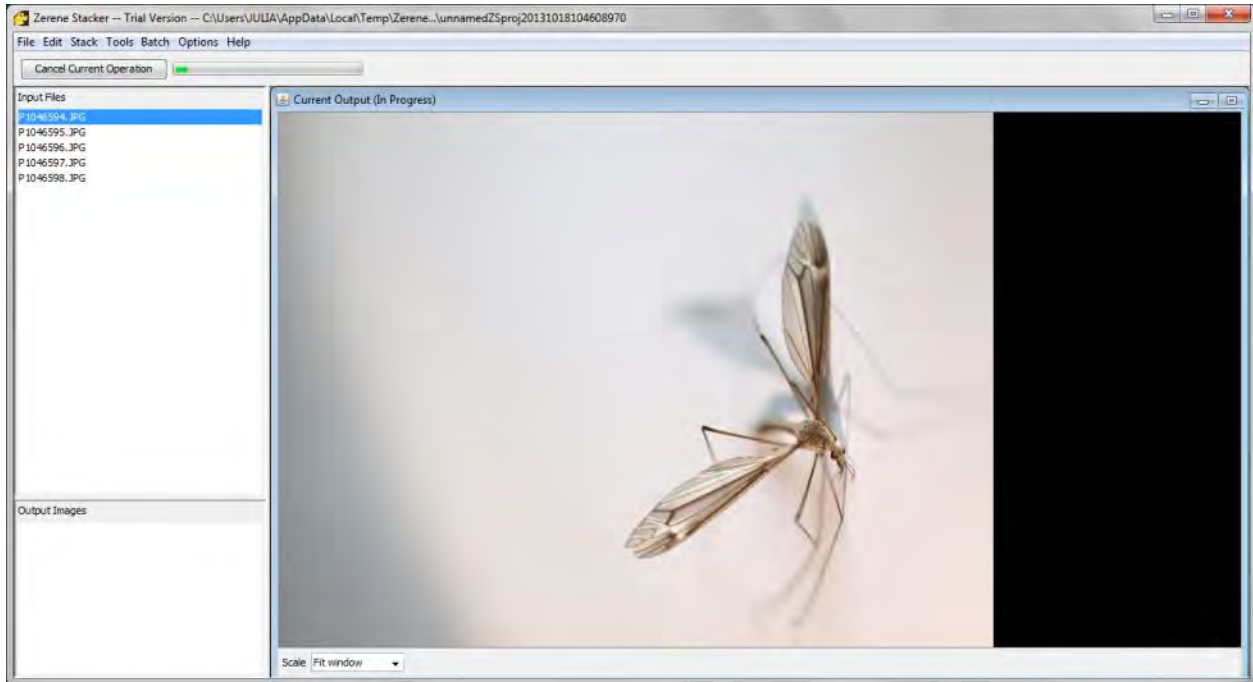


Figura 38. Procés d'unió de les diferents imatges d'un mosquit amb el programa *Zerene Stacker*, el més senzill de tots els provats.

PhotoAcute3 és possiblement el programa més potent per treballar aquesta tècnica i permet gravar els arxius en qualsevol extensió, però si no s'adquireix la versió definitiva del programa a l'hora de gravar el treball final inclou la marca d'aigua. De manera que hem optat per realitzar els apilaments amb una versió que teníem disponible de Photoshop, seguint les instruccions detallades en una publicació recent (Mallol, 2013).

A continuació es presenten els resultats dels tres projectes d'enfocament per apilament realitzats. De cada un s'inclou una ampliació del 100% d'un detall d'una de les fotografies originals per poder comparar la profunditat de camp amb la imatge final (a igual zoom i posició) i la imatge final sencera a mida gran (Figures 27 a 30).

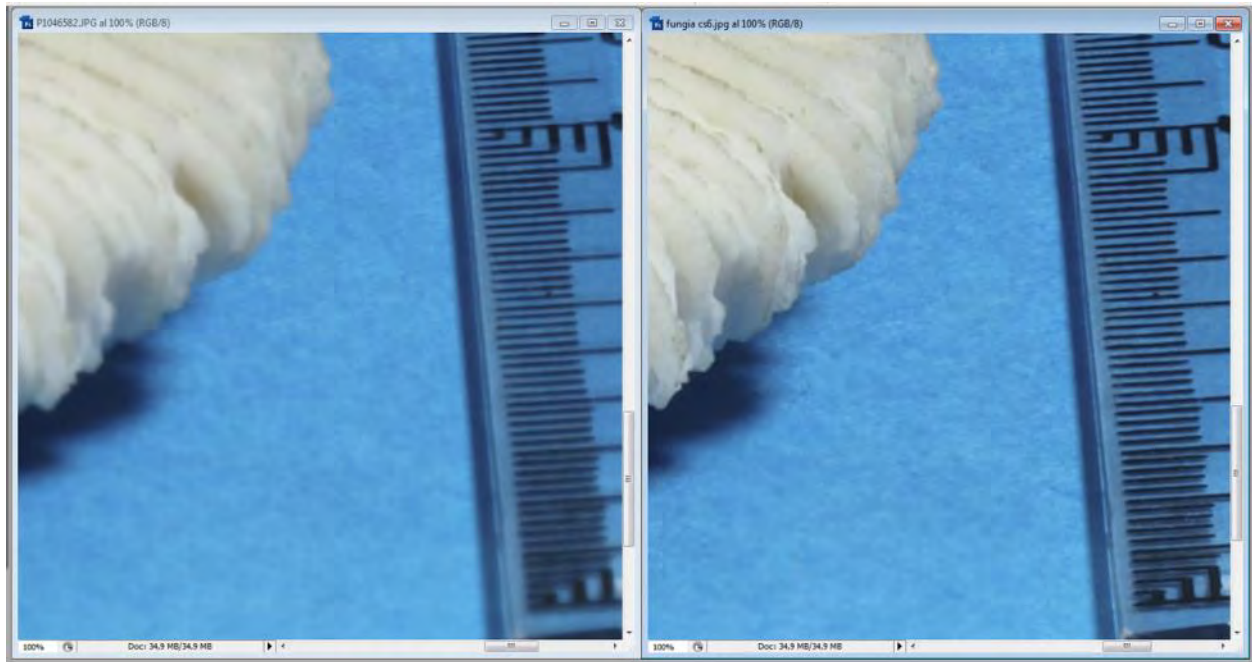


Figura 39. Augment de la profunditat de camp per la tècnica de l'enfocament compost en *Fungia*. Detall comparatiu entre una de les imatges originals (a dalt, esquerra) i la mateixa zona de la imatge final (a dalt, dreta i a baix).

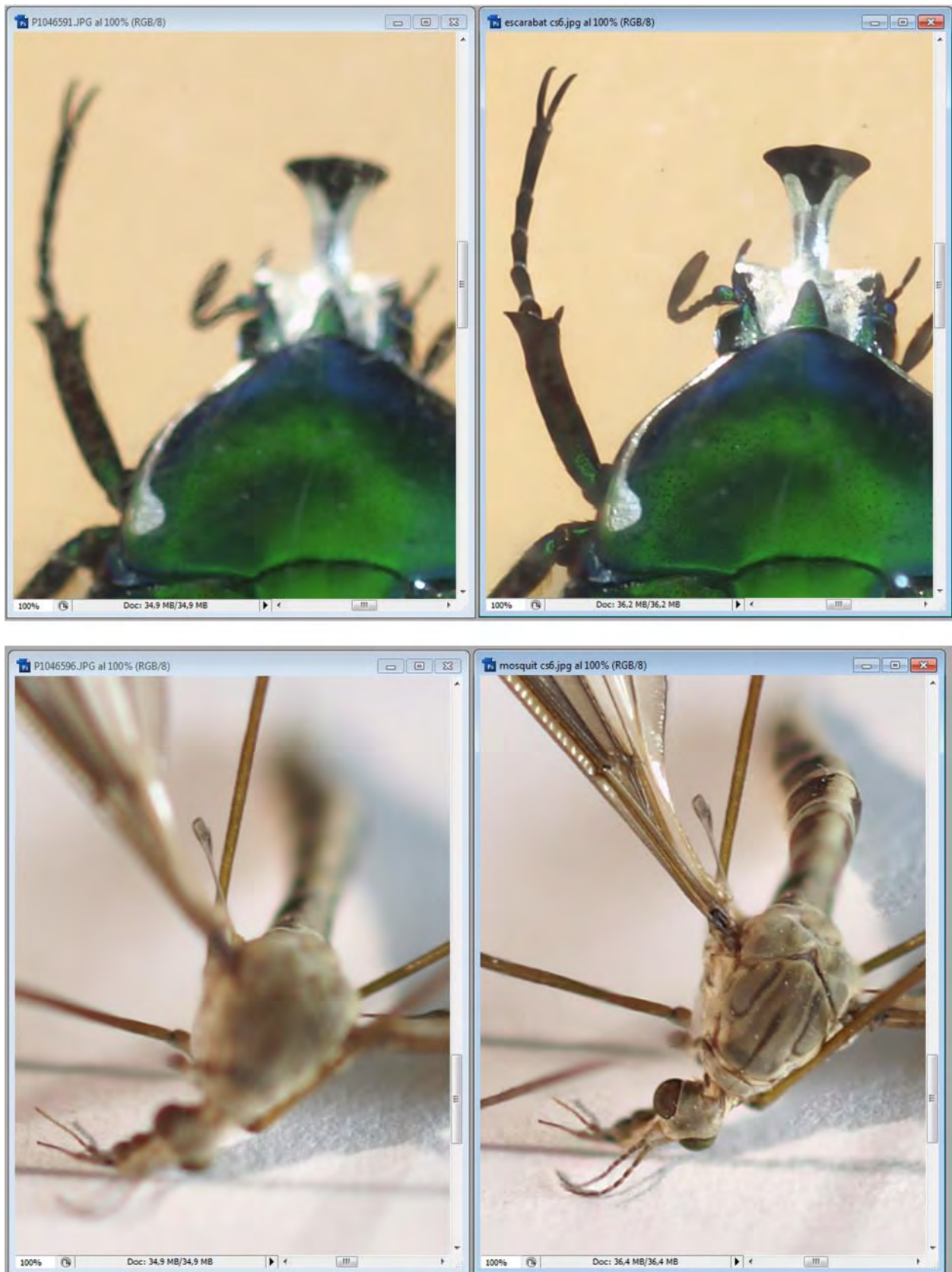


Figura 40. Augment de la profunditat de camp per la tècnica de l'enfocament compost en un escarabat (a dalt) i en un mosquit (a baix). Detall comparatiu entre una de les imatges originals (esquerra) i la mateixa zona de la imatge final (dreta), amb molta més profunditat de camp.



Figura 41. Augment de la profunditat de camp per la tècnica de l'enfocament compost en un escarabat. Malgrat la part superior del cos i els extrems de les potes estan en plans diferents, amb aquesta tècnica s'aconsegueix que totes les parts de l'animal quedin enfocades.



Figura 42. Augment de la profunditat de camp per la tècnica de l'enfocament compost en un mosquit. Malgrat la distància relativa entre la part anterior i la posterior del cos, amb aquesta tècnica s'aconsegueix que les parts més rellevants del cos de l'animal (antenes, cap, tòrax, ales...) quedin ben enfocades.

5.1.2 Objectius macro i anàlisi comparatiu

El objectiu fotogràfic és dissenyat per tal d'aconseguir superar alguns fenòmens inherents a les propietats de la llum. Aquesta rebota en els objectes, creant efectes negatius sobre el contrast, degradació en la definició, distorsions de la forma o la dificultat d'aconseguir una imatge nítida. Un objectiu de qualitat és una meravella de la enginyeria; la seva construcció, banys i tractament de les lents permeten tenir un bon contrast i resolució (Ruiz 2009), ja que redueixen en gran mesura les aberracions.

Les aberracions són imperfeccions en la imatge resultant que poden ser degudes tant a la captura per el sensor de la imatge digital com pel procés de formació de la imatge a través de la òptica. Aquestes últimes provoquen imatges distorsionades i poc nítides. Cal diferenciar, però, les aberracions òptiques (cromàtica i esfèrica) de les geomètriques (en forma de barril o coixí).

La nitidesa es podria definir com la percepció d'una major definició o claredat en les vores dels objectes d'una imatge. Quan parlem de resolució (en l'àmbit dels objectius)²¹ fem referència a la capacitat de "distingir" els diferents parells de línies negres i blanques que hi ha alternes per mil·límetre, per tant com més en puguem distingir més resolució hi haurà. Pel que fa al contrast, en referim a la capacitat de l'objectiu de mantenir la foscor dels negres i al mateix temps la blancor dels blancs, de manera que es puguin distingir entre si.

Les gràfiques de *corbes MTF (Modulation Transfer Function)*²² relacionen aquests dos paràmetres, contrast i resolució (línies/mm). Les gràfiques mostren en l'eix de les y el tant per u del contrast (expressat de 0 a 1) i en l'eix de les x la distància en mil·límetres respecte el centre del cercle de la imatge. Aquesta distància depèn de la mida del sensor, i correspondrà a la meitat de la seva diagonal. En un sensor *full frame* arriba a 21,63 mm²³, en una càmera APS Nikon, 14,4; en una Canon, 13,4 i en una Olympus, 10,8 mm.

La part central d'un objectiu és la de més qualitat i perd nitidesa (i guanya en aberracions) a mida que s'aparta del centre. En cas que no s'especifiqui, la gràfica mostrarà el rendiment en màxima obertura de l'objectiu (Figura 43 esquerra). Una obertura molt habitual que es troba en els tests d'objectius és f/8 perquè per a molts objectius és l'obertura de rendiment màxim i se sol agafar de referència. En la gràfica MTF això es manifestarà amb una corba molt alta i plana fins gairebé el final (dreta), en comparació a altres obertures del mateix objectiu (Figura 44 esquerra).

A l'hora de mesurar la resolució d'un objectiu s'utilitza una carta de resolució que consta d'un patró de línies blanques i negres que segueixen una enumeració. El patró és de 3 línies blanques i 3 negres. Per dur a terme el test, es fa una fotografia de la carta amb un objectiu concret i segons la distància s'estableix la resolució (Figura 43 dreta).

²¹ Hem tractat aquests aspectes en parlar dels objectius microscòpics (vegeu apartat 1.1.1).

²² <http://www.xatakafoto.com/guias/aprende-a-evaluar-un-objetivo-te-contamos-como-funcionan-las-curvas-mtf-i>

²³ Un sensor full frame té unes dimensions de 24 x 36 mm i la seva diagonal, per tant, és de 43,26 mm. Com és la distància al centre del cercle, l'hem de dividir per dos i dona els 21,63 mm.

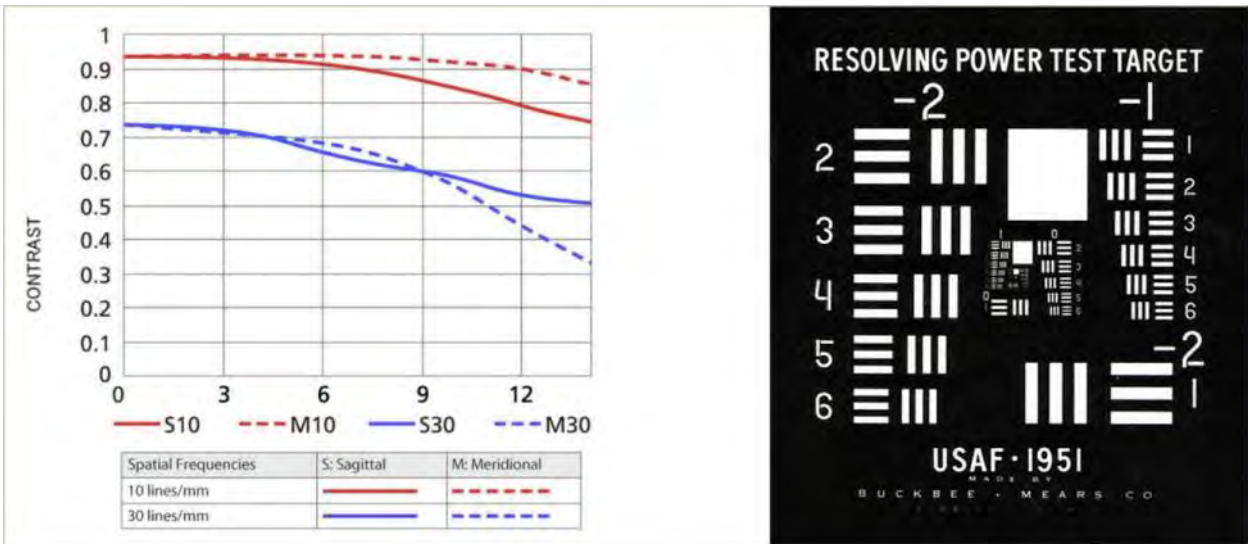


Figura 43. Corba MTF (*Modulation Transfer Function*) (esquerra) i carta de resolució amb un patró de línies blanques i negres (dreta), utilitzats per conèixer la qualitat òptica d'un objectiu.

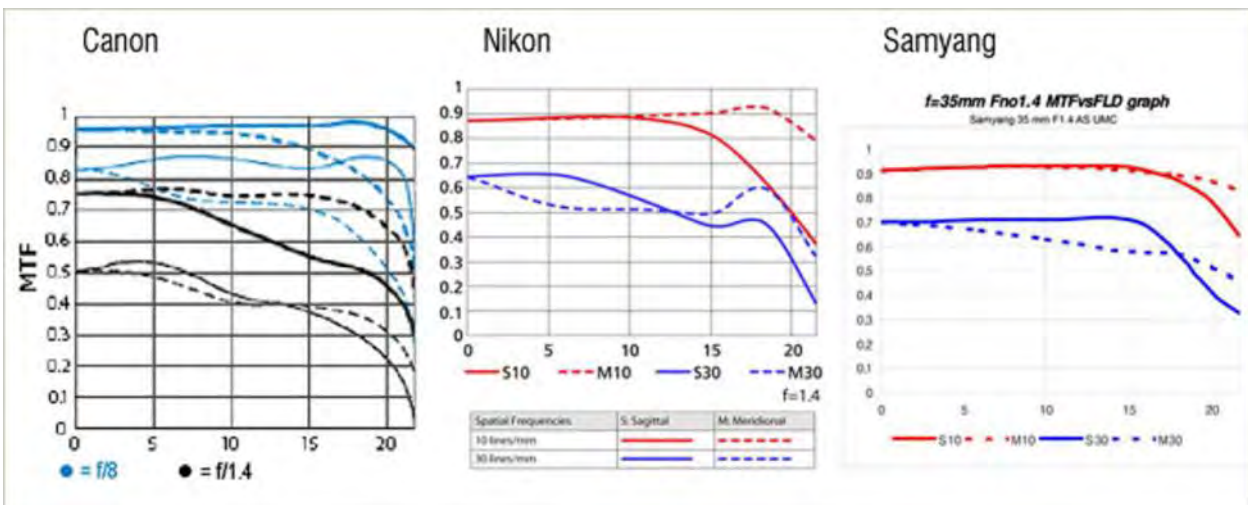


Figura 44. Corbes de 3 objectius. En la gràfica de l'esquerra s'indiquen les dades a dues obertures diferents; la d' $f/8$ és la que té un major rendiment.

Nosaltres únicament preteníem fer una comparativa a nivell visual dels objectius macro utilitzats, per això dedicàrem un temps a buscar cartes de calibratge disponibles en alta resolució per internet, per tal de poder-la imprimir en alta qualitat i utilitzar-la per la nostra comparativa de càmeres i objectius.

Trobar imatges de cartes de tests d'objectius per internet és fàcil, però trobar-ne en alta resolució no ho és tant. Finalment²⁴, en trobàrem vàries de cartes, algunes de molt completes, però la que ens va convèncer més va ser la que té Hugo Rodríguez en la seva web²⁵.

Un cop impresa la carta en alta qualitat sobre paper mate fotogràfic, es va procedir al muntatge al laboratori (vegeu annex fotocronològic del dia 26/09/2013) per realitzar les captures. Cada càmera²⁶ es va situar a la distància mínima (amb cada objectiu muntat) per enquadrar la carta, procurant deixar el mateix marge en totes elles. En totes les càmeres es varen seleccionar els mateixos paràmetres (ISO 100, f/8, JPG+RAW, enfocament manual...) i es realitzaren 4 fotografies de cada càmera amb els respectius objectius (una de les 4 captures amb enfocament automàtic).

Per tal d'evidenciar visualment la distorsió geomètrica de les càmeres compactes amb opció macro, en relació a l'absència de distorsió dels objectius macro muntats en una càmera rèflex, es va fer el mateix procés de captura (4 fotos) amb la càmera Canon SX-20 IS, és a dir, amb l'opció macro a mínima distància de la carta per emmarcar-la. Els resultats mostraren que no s'observa, visualment, distorsió geomètrica en cap dels objectius macro provats, mentre que en el cas de la càmera compacta, la distorsió geomètrica és evident (Figura 45).

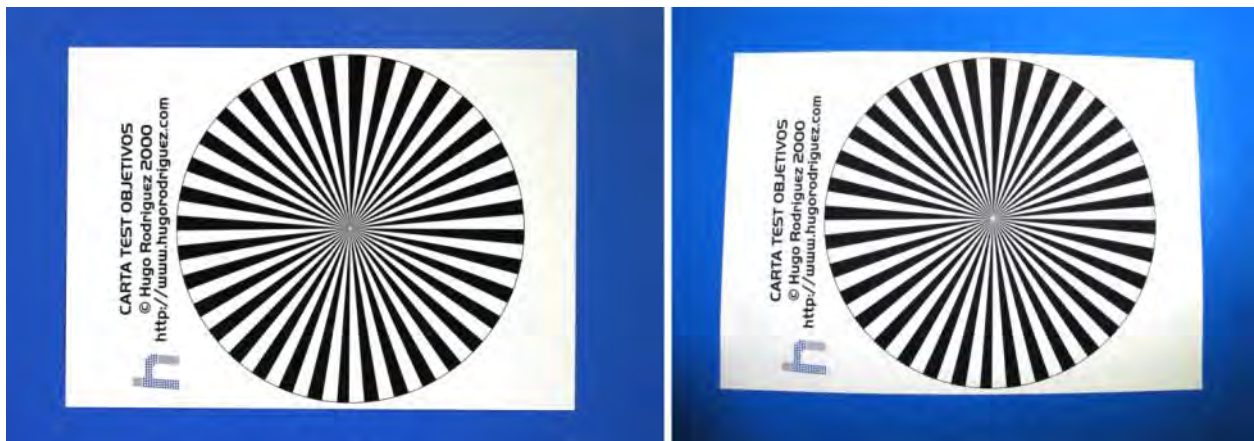


Figura 45. Carta utilitzada per a realitzar el test dels objectius macro. La distorsió geomètrica dels objectius macro ha estat visualment inexistent, com és el cas del Macro Canon 100 mm muntat en la càmera Canon 40D (imatge esquerra), mentre que en el cas d'una compacta (Canon PowerShot SX 20-IS) amb l'opció macro seleccionada, la distorsió (en barrilet) és ben apreciable (imatge dreta).

Aquesta distorsió no s'aprecia quan amb aquesta càmera compacta s'utilitza el súperzoom com a macro, enlloc de l'opció macro, com es va demostrar en un treball de recerca anterior (Xavier Hernández, 2011), però aquí interessava la comparativa macro normal.

Després de realitzar 4 fotografies de cada càmera amb els respectius objectius, s'ha fet una selecció de cada tira d'imatges (amb el programa Photoshop) i s'ha escollit la més nítida i enfocada de cada objectiu i càmera observant els arxius en JPG i s'ha processat l'arxiu RAW

²⁴ amb l'ajuda del Carlos Iglesias (Tècnic d'informàtica de l'Escola)

²⁵ Hugo Rodríguez és professor de fotografia de diverses escoles ([IEFC](#), [EFTI](#), [TEC](#) o [Grisart](#)) i té una web que m'ha resolt molts dubtes.

²⁶ Inclouent la meua càmera rèflex Olympus E-510 i el meu objectiu macro de 35 mm.

corresponent amb l'aplicació *Adobe Camara RAW* de Photoshop, seguint instruccions disponibles a la bibliografia (Rodríguez, 2011). A cada una d'aquestes fotografies s'ha realitzat el mateix procés: s'ha ajustat l'histograma amb l'aplicació esmentada i els nivells blanc i negre a sobre del blanc i el negre de la imatge. Després, mostrant els píxels reals en pantalla, s'ha fet un retall de 6 cm x 4 cm a 300 ppp, de manera que inclogui el centre de la imatge de la carta en un costat (Figura 46).

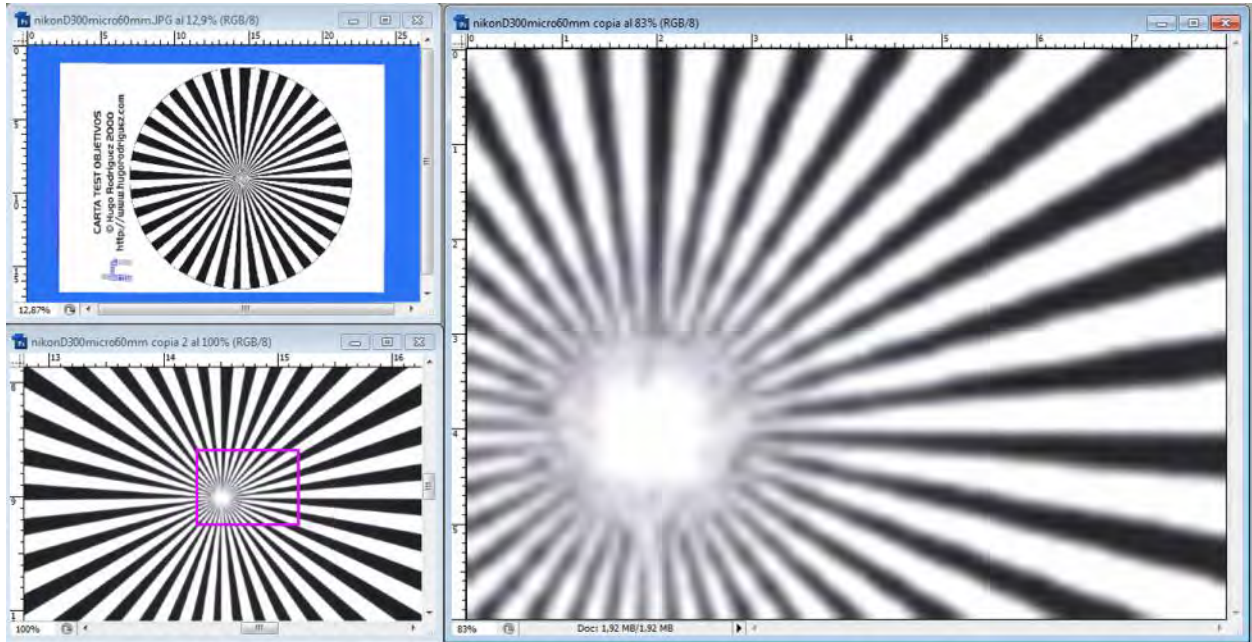


Figura 46. Captura de pantalla del procediment realitzat a cada imatge per la comparativa final, des de la imatge original en visualització completa (esquerra, a dalt), en visualització de píxels reals (esquerra, a baix) on es marca la zona ampliada per realitzar la comparativa. Aquesta fotografia correspon a la càmera Nikon D300 amb objectiu Micro Nikkor 60mm.

Els resultats mostren que, tant pel que fa a càmeres (3 cossos Olympus, 3 cossos Canon i un cos Nikon), com pel que fa a objectius macro no trobem diferències importants apreciables a aquest nivell d'observació (Figures 47 i 48). En les imatges ampliades en la pantalla d'ordinador, en canvi, sí que s'observen algunes diferències. De les tres càmeres Canon provades, la que obté el millor resultat és la 40D, seguida a una certa distància per la 350D i la 550D, en aquest ordre. I no deixa de ser curiós, ja que la Canon 550D és la versió moderna de la 350D. La 40D és d'una categoria superior i és lògic que obtingui millors resultats. Entre l'objectiu Tamron 90 mm i el Canon 100 mm no hi hem trobat diferències remarcables (Figura 47).

Pel que fa a les càmeres Olympus (Figura 36), trobem uns resultats en la mateixa línia dels de Canon, obtenint els millors resultats amb la E-30, seguida de la E-330 i de la E-510. Aquesta última, malgrat ser més moderna (i teòricament de la mateixa categoria) que la E-330 no obté tants bons resultats. En relació als dos objectius Olympus, tampoc hem observat diferències destacables en aquesta prova entre l'objectiu macro de 35 mm i el de 50 mm (Figura 48).

Segons aquests resultats, malgrat les diferències són poc importants, les primeres càmeres rèflex digitals de Canon i d'Olympus, de nivell més bàsic, estaven més ben construïdes que les seves equivalents més modernes, si més no pel que fa a la qualitat òptica.

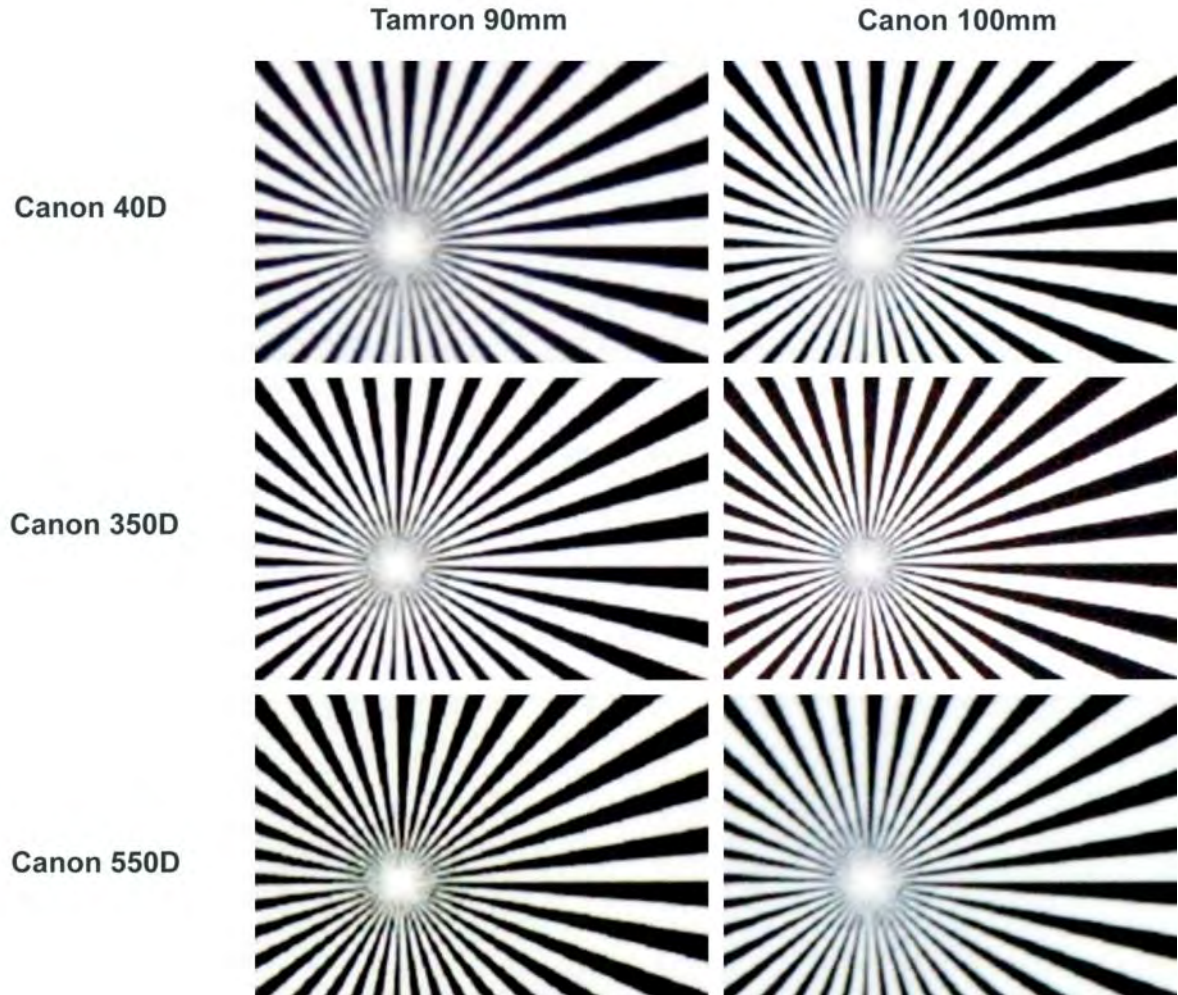


Figura 47. Comparativa dels objectius i càmeres Canon.

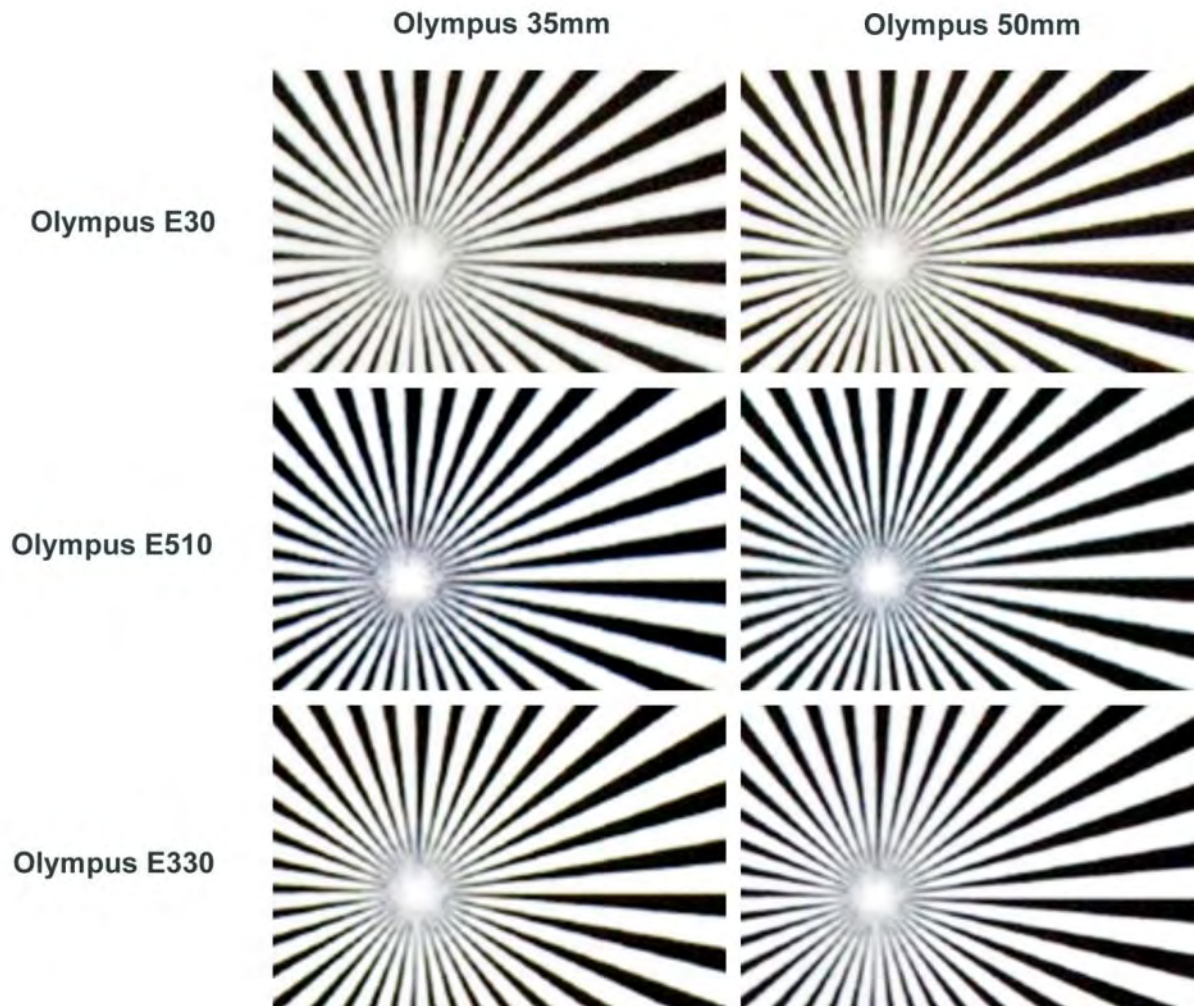


Figura 48. Comparativa dels objectius i càmeres Olympus.

5.1.3 Ulls i mirades

El ulls són una de les parts del cos d'un animal que sempre m'ha interessat més fotografiar, ja que aquests varien en cada animal diferent i transmeten sensacions diferents, sobretot quan els observem a distància macro, que és quan descobrim tota una sèrie de detalls i dibuixos curiosos que ens passen desapercebuts a ull nu. Tan o més interessant com el detall d'un ull, són les "mirades".

En les pàgines següents es presenten aquests dos aspectes, els ulls en detall d'amfibis i rèptils, en aquest cas (Figura 50) i de mirades d'aquests o altres animals que m'han agradat especialment (Figura 49).

Totes aquestes fotografies les he fet a l'escola (vegeu annex fotocronològic del dia 05/11/2013), en la sortida al Montseny (vegeu annex fotocronològic del dia 05/07/2013) i en la sortida al CRARC, però també n'hi ha una realitzada amb anterioritat amb la meva càmera, es tracta de la mirada de la reineta, que l'havia presentat com treball de fotografia biològica per 4t d'ESO. Aquesta imatge va ser escollida per a la presentació de [Fotografia científica 2012](#)²⁷.



Figura 49. A dalt; a l'esquerre una serp fotografiada al CRARC i a la dreta una salamandra de les que es tenen a l'escola. A baix; a l'esquerre un gripau que es va trobar al pati de l'escola i a la dreta una reineta fotografiada a l'Empordà.

²⁷ http://www.cccbeducacio.org/ca_ES/web/guest/explorar/-/institut/e_8201



Figura 50. A dalt; a la dreta el mateix gripau que apareix a l'apartat anterior, a l'esquerre una reineta que està al laboratori de biologia. Al mig i a baix són fotografies de varies tortugues fotografiades a la sortida del CRARC.

5.1.4 Detalls florals

Un dels motius macro que més he treballat ha estat el de les plantes, sobretot els detalls de les flors, els insectes pol·linitzadors, etc. Aquest projecte consisteix en fer una selecció del gran conjunt de fotografies que tinc sobre aquests temes i estudiar la forma de presentar-los en una pàgina, tenint en compte el què he après sobre composició i estètica fotogràfica (vegeu apartat 3), per tal d'intentar-ho aplicar a projectes propis de macrofotografia.



Figura 51. Detalls florals i composició cromàtica



Figura 52. Detalls florals i insectes.

5.1.5 Composició vertical



Figura 53. Detalls de plantes i insectes amb composició vertical.



Figura 54. Detalls de plantes i composició vertical.

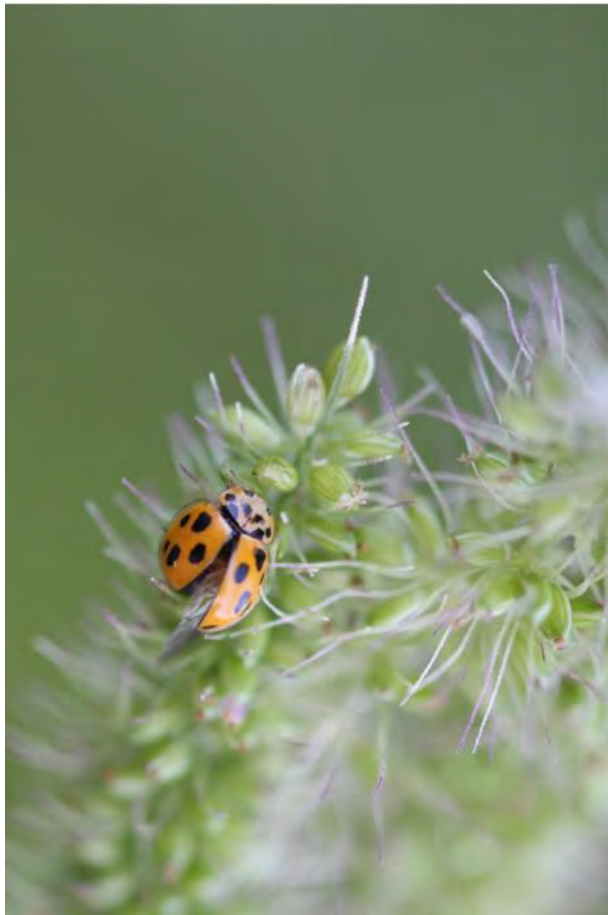
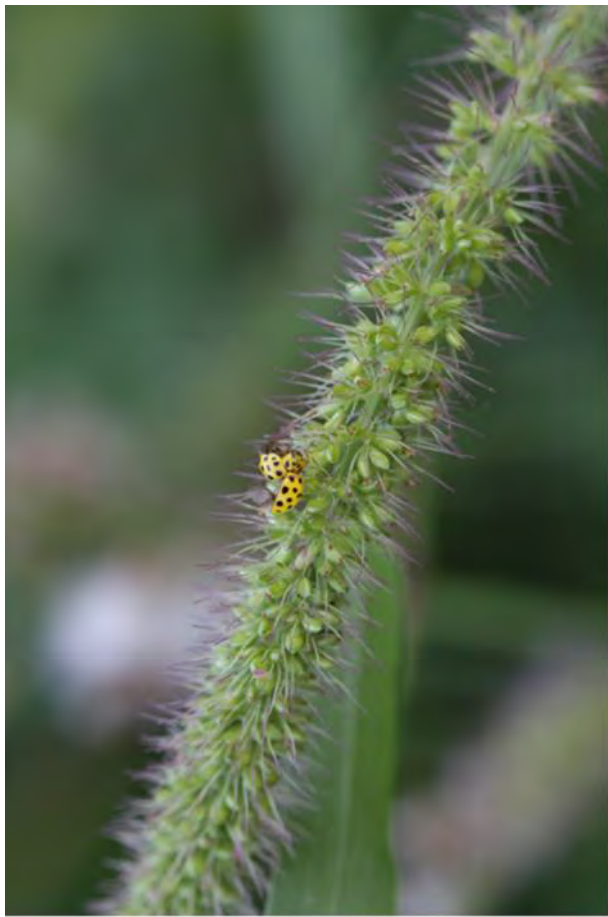


Figura 55. Detalls d'insectes atrapats en una planta aferradissa i aranya oportunista.

5.1.6 Mantis

Pregadéu o mantis (*Mantis religiosa*). Aquest projecte va ser un dels últims realitzats de macrofotografia (vegeu annex fotocronològic del dia 31/10/2013) en el que s'intenten mostrar els trets més rellevants d'aquest animal depredador: el cap triangular i l'ungla i els ganxos de les seves potes davanteres, que li donen una extraordinària capacitat per atrapar i retenir les preses.



Figura 56. Detalls dels trets més característics del pregadéu (*Mantis religiosa*).

5.2 Projectes amb lupa binocular

Ja hem comentat que la lupa binocular és un instrument fantàstic per observar els micromons, però no tant per fotografiar-los (vegeu apartat 2.2) i aquí no hi dedicarem molt d'espai. Ara bé, hi ha casos en què esdevé un dels instruments més adients. Per exemple, quan es vol fer observació de petits organismes, d'estructures no aplanades o amb relleu molt marcat i que no siguin transparents la lupa binocular és una bona opció. Aquí ho hem aplicat a fotografiar els curiosos ous (amb opercle) de l'insecte pal i també algunes de les seves estructures.

5.2.1 Insecte bastó (*Carausius morosus*)

Aquest organisme es manté en condicions de cria i reproducció al laboratori pel seu estudi a les classes de biologia i per obtenir ous per a deixar al pati de les tortugues (vegeu annex fotocronològic del dia 17/07/2013). Aquest insecte ha estat ben estudiat i exhaustivament descrit en un treball de recerca anterior (Albert Marçà, 2010). És un animal molt curiós per diverses raons. A part de la més coneguda propietat de passar desapercbut (cripsis); s'alimenta només d'una espècie de planta (heura o esbarzer), es reproduïx per partenogènesi, presenta una catalèpsia (immobilització reflexa) molt marcada, quedant rígid com un bastó amb les potes aplicades estretament contra el cos... i uns ous molt característics²⁸.

Ens interessava fotografiar dues estructures, els curiosos ous amb opercle i la part anterior del cos a nivell dels ulls, amb ampliacions successives. Per poder-ho fer el vam haver d'adormir, perquè en l'estat de catalèpsia les potes li tapen aquesta regió del cap (vegeu apartat 2.2.1).

A continuació es presenten unes fotografies dels ous a dos nivells d'augment, i del cap a 4 augments diferents (Figura 57).

²⁸ Informació extreta de la web del [CDEC](http://phobos.xtec.cat/cdec/images/stories/WEB_antiga/recursos/pdf/cambracia/carausius.pdf):

http://phobos.xtec.cat/cdec/images/stories/WEB_antiga/recursos/pdf/cambracia/carausius.pdf



Figura 47. Ous de *Carausius morosus* (a dalt) i zona del cap amb ampliacions successives fins el detall de poder distingir els ommatidis del seu ull compost (a baix, a la dreta). Microfotografies obtingudes amb lupa binocular. Es pot observar com la profunditat de camp de la imatge disminueix a mida que s'incrementa l'augment.

5.2.2 Hydra

En una altre ocasió es va tenir l'oportunitat de fotografiar unes hidres d'aigua dolça en diferents postures. Aquí també es mostrava com a instrument més adient de captura la lupa binocular (Figura 58).

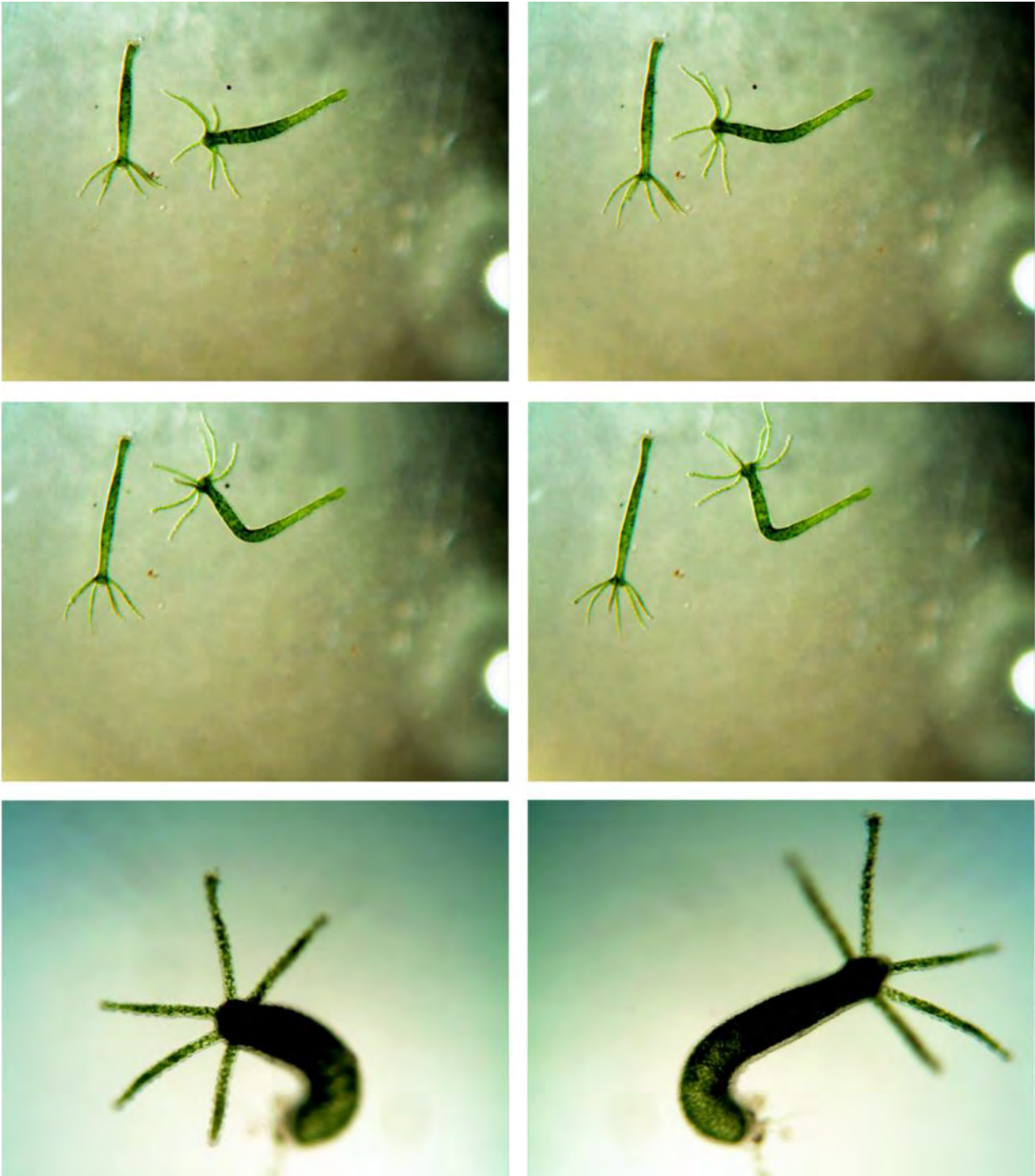


Figura 58. Hidres d'aigua dolça (*Hydra viridis*) observades amb lupa binocular. Les 4 imatges de dalt són consecutives.

5.3 Projectes amb microscopi USB

En aquest apartat es presenten diversos projectes realitzats amb el microscopi USB, un de caire més tècnic i amb una explicació llarga i detallada (projecte 5.3.1) i quatre projectes més en els que es mostra una composició final amb un conjunt de fotos, però amb una explicació molt curta o limitada al peu de figura (projectes 5.3.2 a 5.3.5).

5.3.1 Colors primaris de llum

Els alumnes de Biologia de 1r de Batxillerat d'aquest curs, mentre experimentaven amb el microscopi USB descobriren que els píxels de la pantalla de l'ordinador portàtil del laboratori (un Acer de 20") es veien molt clarament quan es mirava a l'augment gran (vegeu apartat 2.2.2). Després de fer unes comprovacions amb el meu tutor vaig pensar que aquest podria convertir-se en el *Projecte didàctic* del meu treball de recerca. El projecte alternatiu estava relacionat amb els nens de P4 i els micromons en una gota d'aigua (vegeu annex fotocronològic del dia 20/06/2013), però aquest dels colors el veia més clar d'explicar i de mostrar amb fotografies. A més a més, feia poc que el meu tutor m'havia passat un "exercici" per treballar els colors amb el programa Photoshop i vaig pensar de lligar els dos aspectes.

Quan parlem de colors primaris cal, en primer lloc, deixar clar si parlem de colors de llum o de colors de pigment. En el primer cas, la mescla dels tres colors primaris (vermell, verd i blau o RGB, sigles procedents dels noms en anglès), origina el color blanc, que és la mescla additiva de tots els colors; l'absència de color és el negre. En el cas dels colors pigment, en canvi, la mescla dels tres colors primaris (cian, magenta i groc o CMY, dels noms en anglès) origina el negre, és a dir, l'absència de color. Es pot considerar que el llenç blanc inclou tots els colors i que a mida que anem pintant a sobre anem traient colors fins que no en queda cap, per això la mescla de colors pigment es diu que és substractiva. Si ens fixem una mica amb els primaris i secundaris de cada sistema observarem que els colors secundaris (els que s'obtenen mesclant dos primaris) de llum són els primaris de pigment, i viceversa (Figura 59).

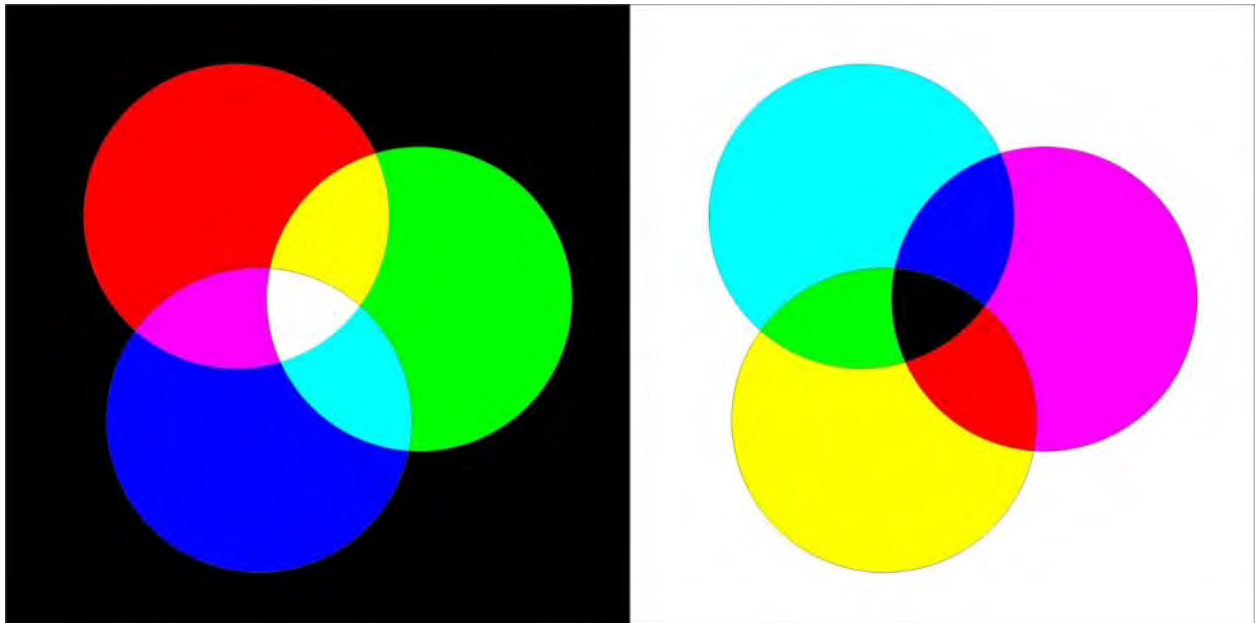


Figura 59. Colors primaris de llum (esquerra) i de pigment (dreta). El color blanc és la mescla de tots els colors de llum, mentre que el negre és absència de color.

A partir d'ara només ens referirem a colors de llum. Amb la paleta de colors de Photoshop és molt fàcil seleccionar un color primari (Figura 60). Només s'ha de posar el valor 255 en el mode de color RGB en un dels 3 colors i zero en la resta; si es vol un color secundari, com el cian per exemple, aleshores s'ha de posar el valor 255 als dos primaris que el formen (verd i blau; G i B). És d'aquesta manera que s'han construït els cercles de color de la figura 60.

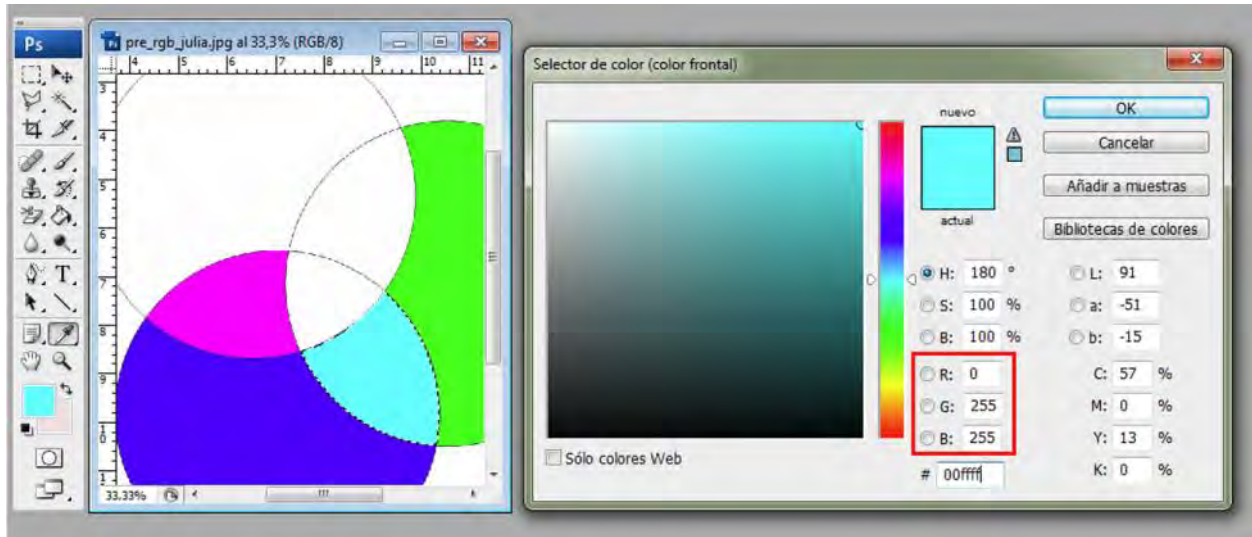


Figura 60. Fragment de la pantalla de Photoshop on es veu una imatge en construcció (esquerra) corresponent als colors de llum, i el color frontal seleccionat (cian) en la paleta de colors (dreta). S'indica (marc vermell) els valors per obtenir cian: R:0, G:255, B:255.

Una de les primeres proves que realitzàrem amb el microscopi USB va ser dibuixar un rectangle de fons negre, posar-hi la mà de desplaçament de pantalla a sobre i realitzar l'observació amb el mínim i amb el màxim augment (Figura 61).

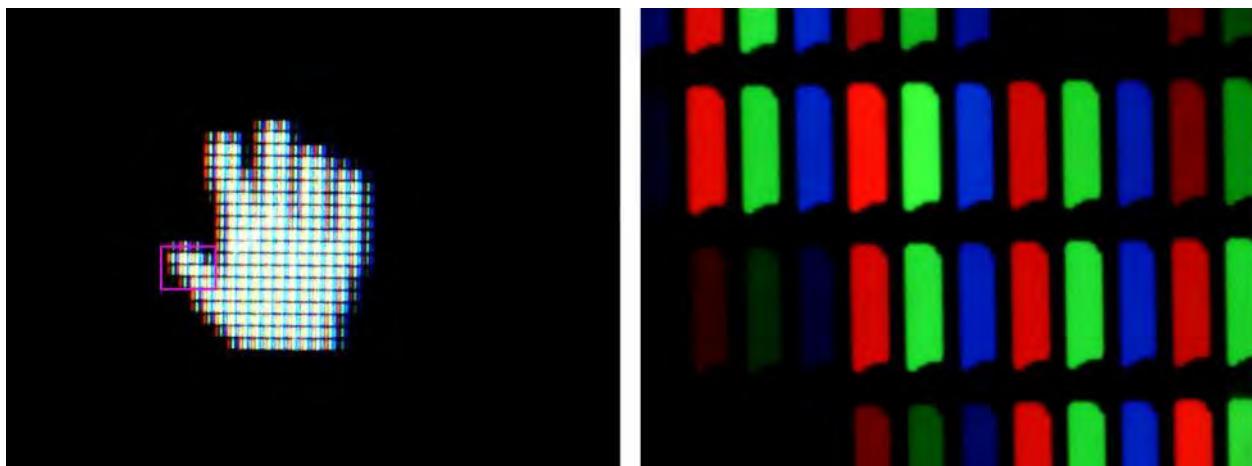


Figura 61. Observació de la mà blanca de desplaçament de pantalla de Windows amb el mínim (esquerra) i amb el màxim augment (dreta). S'emmarca a l'esquerra la zona que s'observa ampliada a la dreta. Es pot observar com el color blanc és constituït pels 3 colors primaris de llum, que formen unitats (de 3 colors) que es van repetint.

Si el color blanc era format per unitats repetides d'aquests tres colors (RGB) encesos, els altres colors en tindrien algun d'apagat, els secundaris un d'apagat (i dos d'encesos) i els primaris dos d'apagats i només un d'encés. Això voldria dir que el vermell, per exemple, estaria format

únicament pels llums de color vermell, separats per dos espais de llums apagats (el del llum verd i el del llum blau).

Per tal d'evidenciar-ho visualment, dibuixàrem un rectangle de cada un dels colors primaris i de cada un dels colors secundaris, els posàrem, un a un, en una cantonada de la pantalla de l'ordinador i procedirem a realitzar les captures amb el microscopi USB (amb la llum apagada) amb l'augment gran a una vista prèvia de 1600 x 1200 píxels (vegeu apartat 2.2.2). En aquestes condicions l'augment d'observació en pantalla és d'uns 400 augments.

Els resultats (vegeu la figura 63 a la pàgina següent) mostren de manera molt clara el que hem apuntat més amunt, és a dir, les microfotografies dels colors primaris són constituïdes per un sol color (Figura 63, a dalt) i els colors secundaris són constituïts pels dos de secundaris que li corresponen (Figura 63, a baix).

Un fet curiós que ens ha passat és quan hem volgut observar el color verd (perquè havíem detectat dues tonalitats diferents d'aquest color) en un altre monitor. Ho hem fet amb el monitor del laboratori de Fotografia (que està al costat del de Biologia) i, malgrat la tonalitat del verd com a color primari s'assembla, l'aspecte dels píxels és molt diferent (Figura 63), possiblement perquè aquest monitor (un Eizo de 23"), al ser de major qualitat fotogràfica tingui uns recobriments especials per tal d'obtenir una gradació dels colors més uniforme.

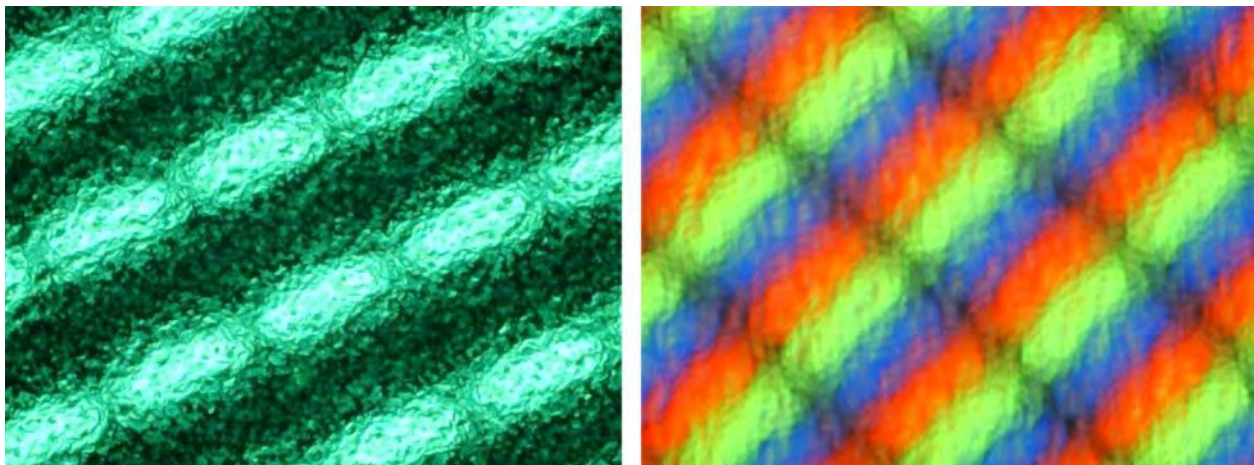


Figura 62. Microfotografies de pantalla amb microscopi USB del color verd (esquerra) i del color blanc (dreta) del monitor d'alta qualitat *Eizo* del laboratori de Fotografia.

En qualsevol cas, podria resultar interessant fer un estudi de diferents tipus de pantalles d'ordinador i de TV aprofitant aquesta capacitat del microscopi USB.

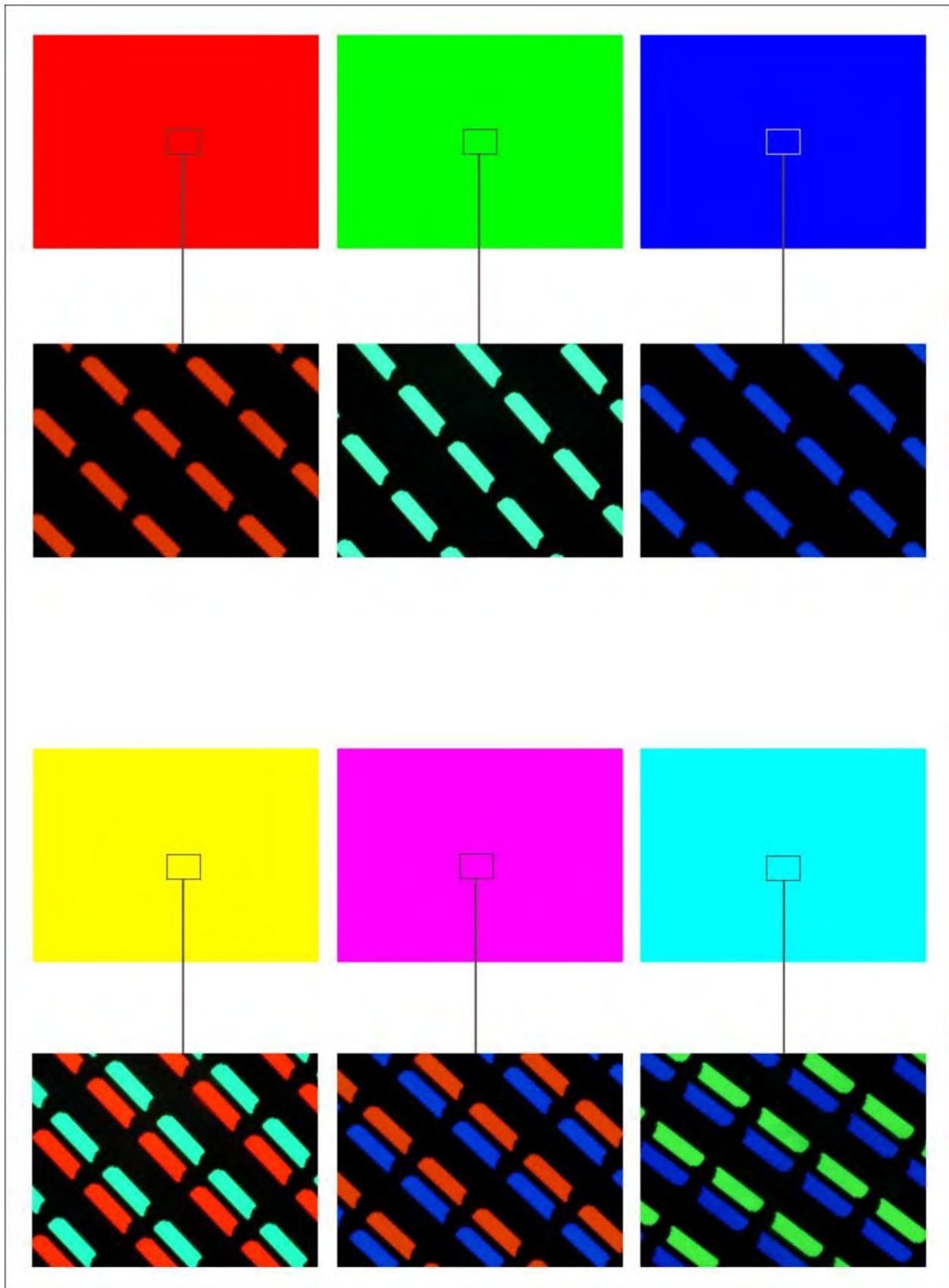


Figura 63. Colors primaris (a dalt) i secundaris (a baix) amb les seves corresponents microfotografies realitzades amb el microscopi USB. (L'ampliació observada és superior a la marcada en el requadre).

5.3.2 Superfícies foliars

El microscopi USB és un dels estris més pràctics d'utilitzar gràcies a la seva gran mobilitat. Aquesta característica permet fotografiar els nervis de les fulles de les plantes amb gran facilitat a contrallum. Aquest efecte es pot incrementar en el vidre d'una finestra o amb qualsevol altre instrument i així crear un contrast més gran entre el nervi i la fulla que proporciona una millor imatge.

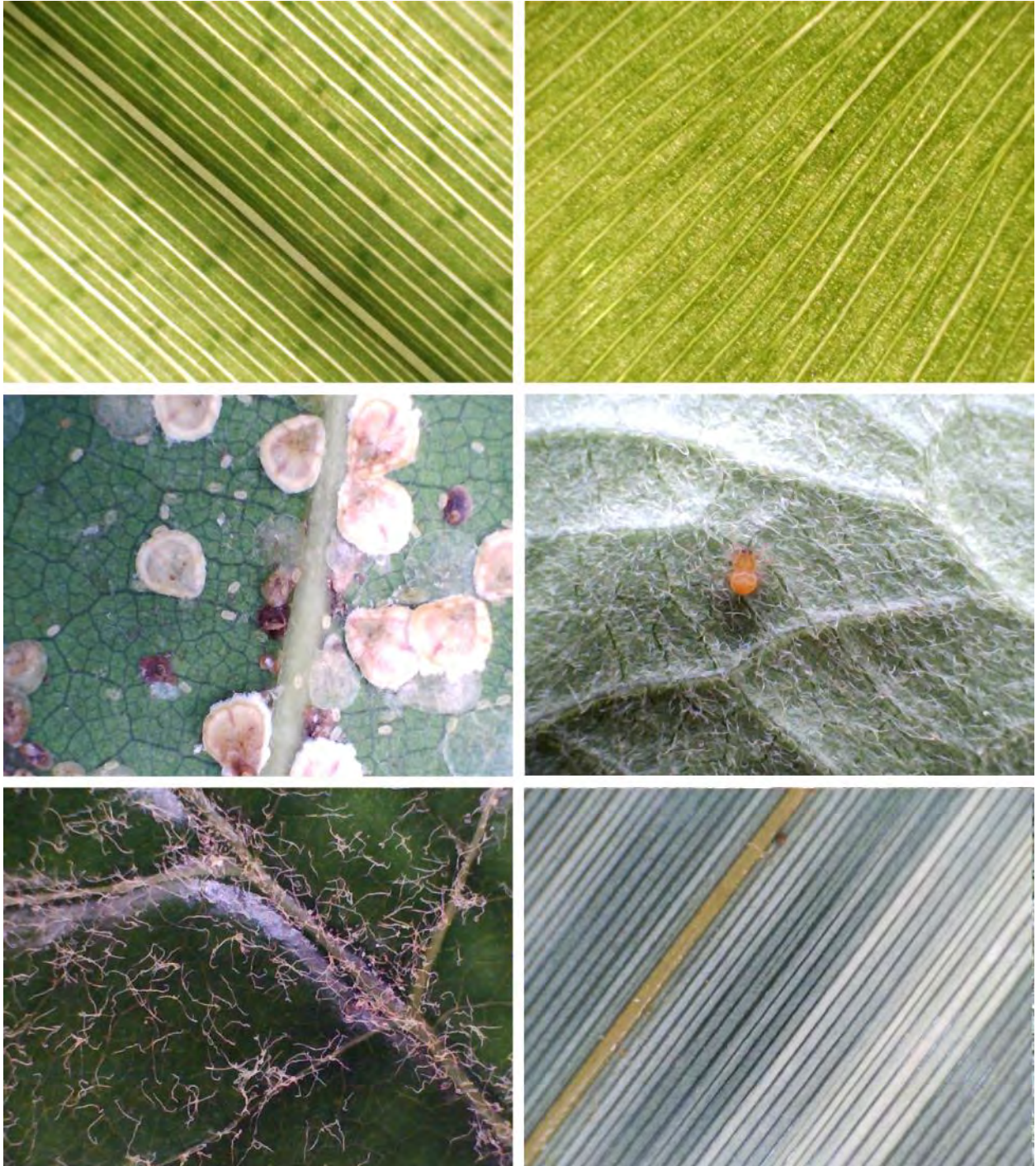


Figura 64. Superfícies foliars mostrant diversos detalls (nerviació, fitoparàsits, pèls...)

5.3.3 Biofilms microbians

Hem dedicat bastant temps a intentar capturar imatges sense reflexes de les columnes de Winogradsky del treball de recerca del meu company Pep Atencia amb el microscopi USB. Els millors resultats els hem obtingut amb una combinació d'un focus LED de llum blanca.

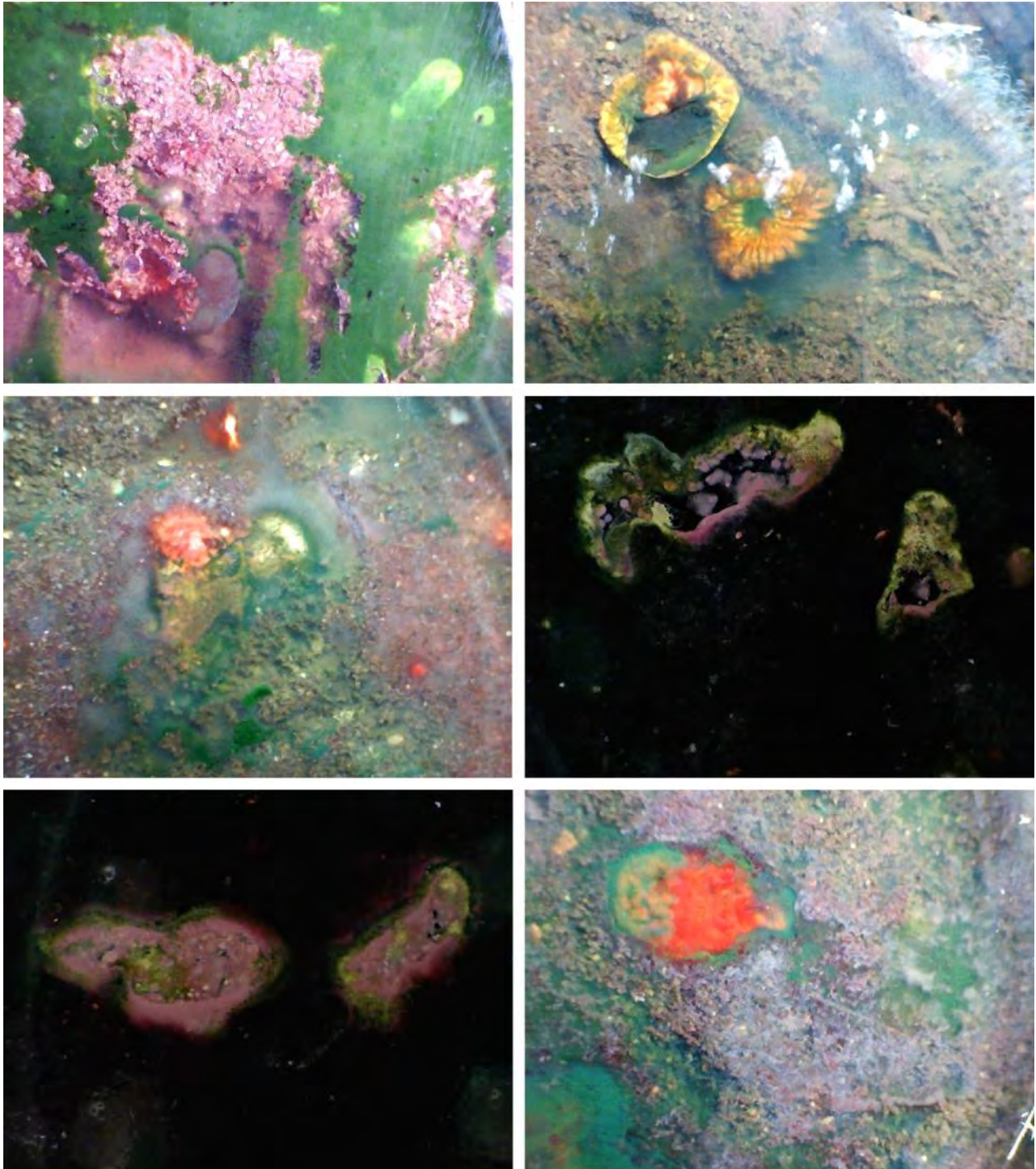


Figura 65. Detalls dels biofilms bacterians de les columnes de Winogradsky del meu company Pep Atencia, amb microscopi USB i una combinació de llum LED, o sense llum (imatges amb fons negre).

5.3.4 Textures tèxtils

Una de les aplicacions més clares del microscopi USB és per a l'observació de teixits.



Figura 66. Detalls d'alguns teixits amb microscopi USB. També s'inclou un detall d'una cremallera tancada.

5.3.5 Llibres antics

Una professora de l'escola (vegeu annex fotocronològic del dia 17/10/2013) va fer un projecte amb uns alumnes consistent en portar llibres molt antics per analitzar-los. Per poder observar-los de prop es va utilitzar el microscopi USB. També es va aprofitar per fotografiar alguns detalls interessants.



Figura 67. Detalls diversos de pàgines i cobertes de llibres antics amb el microscopi USB. També s'inclou un detall d'una part d'una filigrana a contrallum (imatge del mig a la dreta).

5.4 Projectes amb microscopi òptic

Els projectes presentats aquí han estat observats amb microscopi òptic i fotografiats amb una càmera Moticam 1000 de poca resolució (a l'Escola) o bé fotografiats amb una càmera Nikon D7000 d'alta resolució (al Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia). Tant en un cas com en l'altre, les fotografies que es mostren poden ser fruit de captura directa (en organismes immòbils) com d'una captura de pantalla de la pel·lícula de vídeo (vegeu apartats 2.2.3 i 2.2.4).

5.4.1 Micromons en una gota d'aigua

En una gota d'aigua hi ha una gran diversitat d'organismes que no veiem a simple vista. Si és aigua de la superfície d'una bassa o d'un bassal estancat probablement hi trobarem una gran varietat de microorganismes, però el més segur és que si busquem en el revers de fulles que floten, en la capa viscosa que recobreix les pedres, en alguna fulla d'alga o en el simple fang que es troba al fons d'una bassa trobarem tot allò que esperem trobar i una gran quantitat d'organismes més que difícilment sabrem identificar (Streble i Krauter, 1987).

A l'escola tenim un indret privilegiat per trobar-hi gran diversitat de microorganismes, es tracta del bassal del pati de les tortugues. És un lloc especial des del punt de vista ecològic perquè recrea molts microambients, degut al seu disseny i a la seva circulació d'aigua (Òscar Cusó, 2007). La millor manera per poder preparar mostres interessants del bassal del pati de les tortugues, on hi esperem trobar una gran quantitat de microorganismes diferents, és baixant al pati amb unes pinces, un pot i una pipeta. Primer de tot s'introduirà en el recipient una mica d'aigua del bassal per anar-hi dipositant les diferents coses que es vagin recollint. Les pinces ajudaran a agafar alguns trossos de fulles flotants o enfonsades (de les caigudes dels arbres) i a rascar per sota les fulles i per sobre de les pedres submergides; també seran útils per poder agafar totes les diferents varietats d'algues que hi hagi a la superfície i algun tros de planta d'*Elodea*. A més a més l'ús de la pipeta permetrà xuclar les algues que son més difícils d'agafar o la poca aigua que queda més estancada en algunes zones del bassal.

Un cop es té en el recipient²⁹ una gran varietat de mostres de diferents zones del bassal, es va al laboratori a fer les preparacions (en el cas que vulguem utilitzar el MO). En un porta-objectes s'hi col·locaran amb unes pinces una mica d'aigua i algunes algues filamentoses ben distribuïdes que facin de recinte tancat de manera que no quedin amuntegades unes sobre les altres, sinó que permetin tenir una bona visibilitat d'aquestes i que deixin al mig una zona d'aigua "tancada" on quedaran "atrapats" els microorganismes i es podran observar amb més facilitat.

Les columnes de Winogradsky del treball de recerca del meu company Pep Atencia també ens han servit de gran utilitat per fer observacions microscòpiques. A l'hora de fer preparacions ens hem de fixar en quines zones i coloracions agafem les mostres, per fer-nos una idea general

²⁹ o en recipients diferents quan interessa que no es barregin per poder identificar els d'un indret determinat, per exemple. Per evitar confusions sobre el lloc de procedència d'aquestes mostres, es poden marcar els recipients amb un permanent indicant de quin lloc han estat obtingudes.

del tipus de microorganismes que hi ha en cada part de la columna. Fent aquestes observacions, per exemple, ens hem adonat que les taques més marronoses són constituïdes, gairebé de forma exclusiva, per diferents grups de diatomees.

Un cop es tenen algunes mostres preparades (no moltes perquè sinó l'aigua s'assecaria i aquestes ja no servirien per res)³⁰ ens centrem en la part més llarga però més maca del procés: l'observació. Quan s'observa una mostra, s'ha de tenir molta paciència i anar buscant tot allò que sembli interessant. Amb l'ajuda de claus dicotòmiques de guies de classificació online o en paper (Streble i Krauter, 1987; Loir, 2004), els organismes fotografiats sempre s'han intentat identificar.

A continuació es presenten alguns d'aquests projectes:

En una de les observacions d'una mostra del bassal del pati de les tortugues es va tenir la oportunitat de fotografiar el moviment sencer d'una *Vorticella* amb el microscopi òptic de l'escola. Aquest organisme és un protozou ciliat filtrador que pot nedar lliurement (en busca d'aliment) gràcies al moviment de la corona de cilis, o bé quedar-se enganxat al substrat per un extrem del filament contràctil. En aquest cas estava ben enganxat i vàrem tenir temps d'enquadrar la imatge, de manera que el microorganisme sortís per un extrem en diagonal, la qual cosa li dóna més dinamisme al procés (vegeu apartat 3). D'altra banda, l'estructura fosca en forma de ganxo de la part superior dreta de la fotografia ajuda a dirigir la mirada cap a l'extrem on es dirigeix el protozou quan està del tot desenrotllat (Figura 68).

La qualitat d'imatge millora molt amb un bon equip com el que vam utilitzar al Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia (vegeu annex fotocronològic del dia 23/07/2013) per fer fotografies i realitzant vídeos en alta definició de mostres d'aigua procedents del bassal del pati de les tortugues, de les columnes de Winogradsky del treball de recerca del meu company Pep Atencia i d'un cultiu d'euglenes del laboratori de Biologia de l'escola. Amb captures d'imatge en una pantalla d'ordinador d'alta resolució, aconseguírem fotografiar els cilis en moviment d'alguns protozous de mostres d'aigua del bassal del pati de les tortugues (Figura 69).

Amb la mateixa tècnica (vídeo i posterior captura d'imatge), en mostres de les columnes de Winogradski vam fotografiar diatomees i cianobacteris de diverses formes i mides (Figura 70, a dalt), però els microorganismes de moviment més ràpid (com alguns bacteris) quedaven poc nítids, com petits "granets" borrosos (Figura 70, primera fotografia). Pel que fa a l'euglena (*Euglena viridis*), protozou flagel·lat que tenim en cultiu al laboratori i que és un dels principals responsables del color verd d'algunes basses eutrofitzades (no és el cas del bassal del pati de les tortugues, on l'aigua hi és ben transparent), aconseguírem una captura d'imatge del vídeo realitzat en la que es pot distingir el flagel (Figura 70, última fotografia).

³⁰ Tampoc es poden tenir els envasos de mostra gaire temps sense processar, perquè les poblacions originals poden variar (poden desaparèixer, per exemple, organismes que siguin presa de depredadors que estiguin també en el pot). És per això que agafarem les mostres al matí, just abans d'anar al laboratori de Microbiologia de la Facultat de Biologia a fer les observacions.

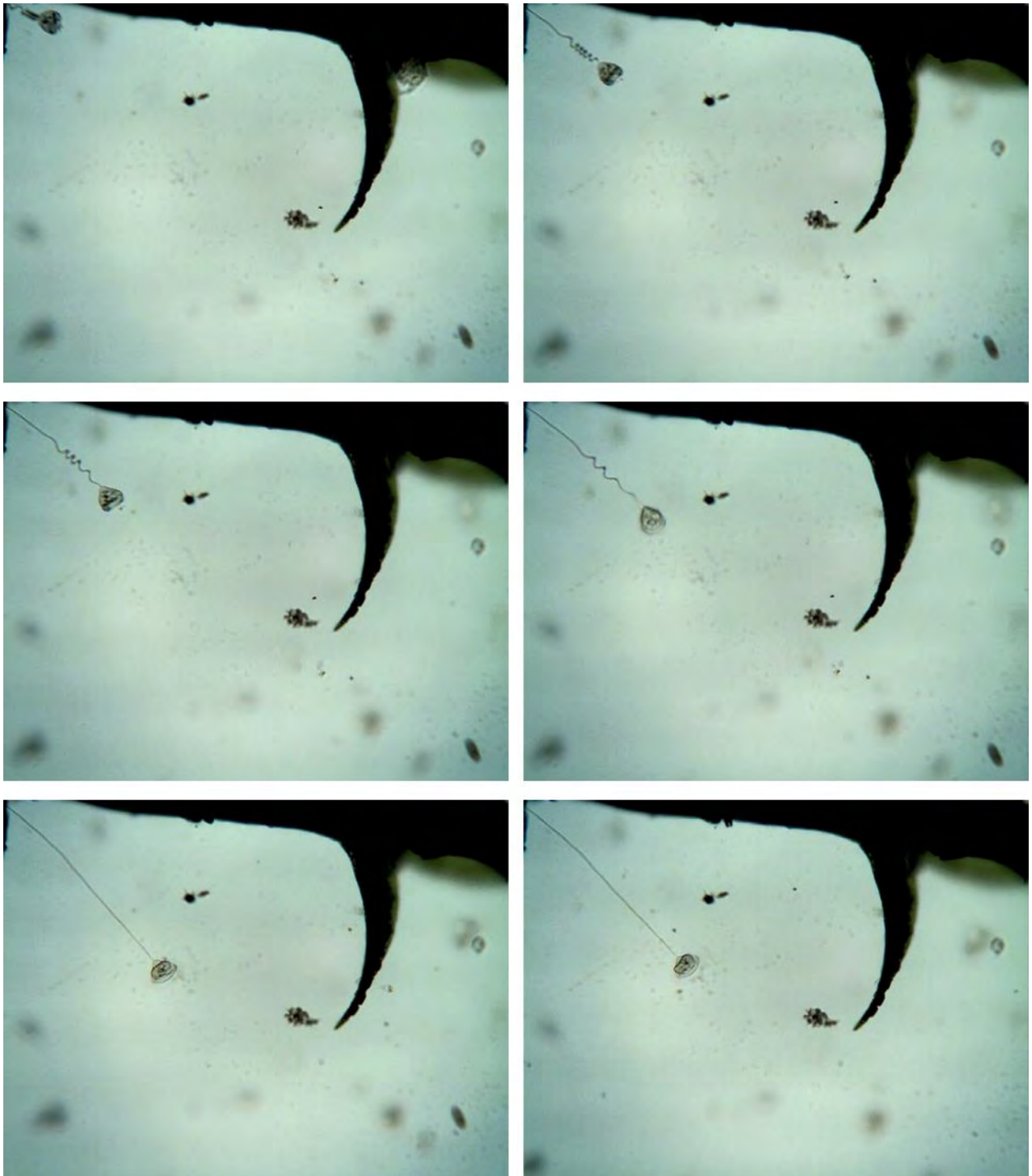


Figura 68. Un protozou ciliat (*Vorticella*) del basal del pati de les tortugues captat en el moment de desplegar completament el seu filament enrotllat. Microfotografies realitzades amb el microscopi de l'escola.

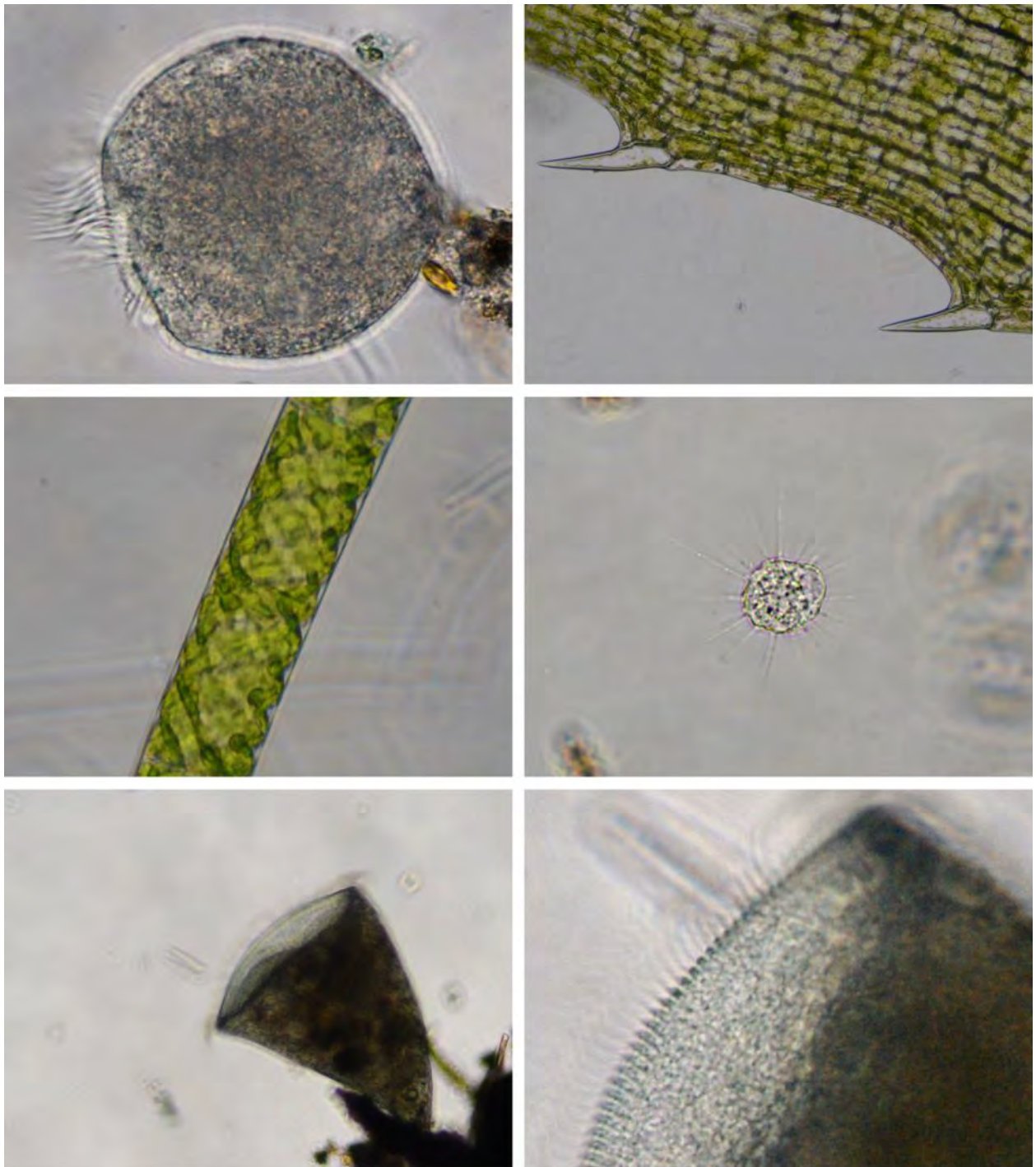


Figura 69. Detalls microscòpics d'una fulla d'elodea i una alga filamentosa amb els cloroplasts de color verd i diversos protozous, en alguns dels quals s'hi poden veure els cilis (primera i última imatges). Microfotografies realitzades amb el microscopi del Departament del laboratori de Microbiologia.

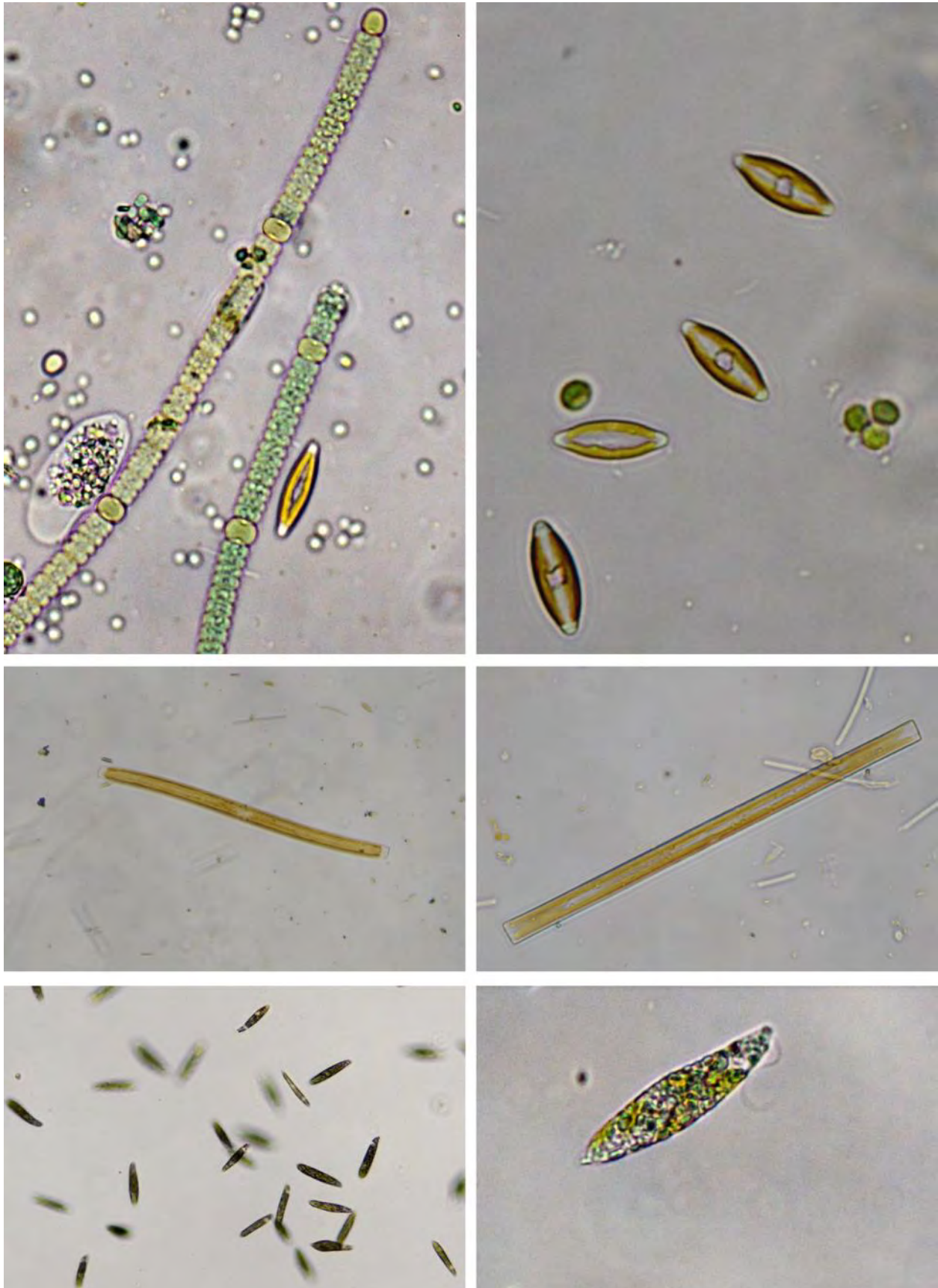


Figura 70. Les quatre imatges de dalt corresponen a diferents diatomees i cianobacteris de les columnes de Winogradsky. Les dues imatge de baix corresponen a euglenes en cultiu del laboratori de Biologia.

6. Conclusions

A nivell personal, la conclusió més important és la sensació d'aprenentatge continuat que m'ha acompanyat durant tot aquest temps. A l'inici del treball no em podia imaginar el meu grau de desconeixement en aquest àmbit ni tots els nous conceptes que acabaria aprenent. Descobrir els fantàstics micromons que ens envolten és fantàstic, però el repte de d'aconseguir fotografiar-los, intentant millorar tècniques anteriors, m'ha motivat especialment i m'ha ajudat a superar els entrebancs tècnics que m'he anat trobant.

En relació als objectius concrets inicials podem destacar les següents conclusions:

S'ha fet una descripció dels instruments disponibles actualment per a captar els micromons i es proposa incloure-hi la càmera rèflex amb objectiu macro, amb un argument basat en els nivells d'augment i d'observació finals d'un determinat motiu.

De l'anàlisi comparatiu de càmeres digitals rèflex i objectius macro utilitzats, es conclou que hi ha més diferències entre diferents models de càmeres que entre diferents models d'objectius macro, i que les càmeres més antigues de Canon i Olympus obtenen millors resultats que els moderns models equivalents de la mateixa categoria.

De les proves realitzades amb el mètode d'enfocament compost (o enfocament per apilament) es conclou que la seva aplicació a la macrofotografia per augmentar la profunditat de camp és vàlida, sempre i quant el motiu estigui immòbil i s'utilitzi l'equip fotogràfic muntat en un trípode.

S'ha estudiat i detallat el funcionament del microscopi USB i s'hi han realitzat diversos projectes que demostren la seva gran utilitat per captar i descobrir micromons. Pel que fa als augments, però, s'han mesurat experimentalment i hem descobert que la terminologia que fa servir el fabricant (de 20x a 400x) no és comparable a la dels altres instruments òptics utilitzats.

S'han estudiat les principals regles clàssiques de la composició fotogràfica i s'ha discutit la seva aplicabilitat a la macrofotografia i al món microscòpic i s'ha tingut en compte a l'hora de presentar els projectes d'aquest treball.

S'han portat a terme diversos projectes finals de fotografia macro i de microfotografia, agrupats pel tipus d'instrument de captura, i també un projecte didàctic relacionat amb el micromón dels colors primaris de llum.

Finalment, s'ha realitzat el muntatge del document fotocronològic de les activitats i sortides relacionades amb el projecte del Pati de les tortugues.

7. Bibliografia

- ALAMANY, O. (2001). *Fotografiar la naturalesa. Una guia para hacer las mejores fotografías*. Editorial Planeta S.A. (3ª edición). Barcelona.
- BAVISTER, S. (2008). *Fotografía digital*. 1a ed. Grijalbo. Kent, Reino Unido. ISBN: 978-84-253-4345-2. Impreso en China.
- BLAS, M. ET AL. (1987). *Història Natural dels Països Catalans. Vol 10. Artròpodes II*. Enciclopèdia Catalana S. A. Barcelona.
- BOADA, M. (2012). *Retazos de biosfera*. Taller y laboratorio. Investigación y Ciencia. (Mayo 2012). pp. 89-91.
- BRETONES, DAVID (2009). *Osteocronologia aplicada a la tortuga mediterrània*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. [En línia]. [Consultat sovint]. Disponible a Internet: <http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- CURTIS, H., SUE BARNES, N. (2001). *Biología*. Editorial Médica Panamericana S.A. Sexta edición en español. 1550 pp.
- CUSÓ OSCAR (2007) *El bassal al pati de les tortugues*. Treball de recerca. Escola Mestral. (Premi Baldiri-Reixac). [En línia]. Disponible a Internet: <http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- 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. (2005). *Fotografía digital: Cámaras réflex*. Evergreen. GmBh, Köln. ISBN: 3-8228-4479-9. Equipo de Edición S.L. Barcelona. Impreso y encuadernado en China. 256 pp.
- 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). *Fotografía biològica d'aproximació*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a <<http://issuu.com/escolamestral/docs/natalia-garcia-tr-web>>
- GARRIGA, A., ISBERT, M. (1998). *Història de la citología. Teoria cel·lular. Funcions vitals*. Biologia Batxillerat. Crèdits 1,2,3. Editorial McGraw-Hill. 344 pp.
- 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 <[http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_xavihdez?mode=window&background Color=%23222222](http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_xavihdez?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.
- HUMPHREYS, C. (2011) *Imágenes HDR increíbles*. Digitalfoto. La revista de fotografía digital para aficionados y profesionales. nº126. págs. 32-35.
- IGLESIAS, L.M. (2009) *Otra dimensión: primeros planos con gran angular*. Monográfico Imagen de la Naturaleza. Revista Super Foto Digital. Grupo V. Madrid.
- LANGFORD, M., FOX, A. & SWDON, R. (2011). *Fotografía básica. Guía para fotógrafos* (9ª edición). Editorial Omega Barcelona. 464 pp.

LANGFORD, MICHAEL (1992). *Curso rápido de fotografía*. 1a ed. Tursen/Hermann Blume ediciones. Londres. ISBN: 84-87756-40-9.

LANGFORD, MICHAEL (2003). *Fotografía básica*. 7a ed. Editorial Omega Barcelona. 366 pp.

LOIR, MAURICE (2004). *Guide des diatomées. Plus de 200 microalgues siliceuses photographiées*. ISBN: 2-603-01477-3. Delachaux et Niestlé. Paris. 239 pp.

MALLOL, B.R (2013). *Enfoque por apilamiento*. Taller de Fotografía Digital. Super Foto Digital nº 212. Grupo V. Madrid.

MARSÀ, ALBERT (2010). *Increment de la biodiversitat al Pati de les tortugues*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a internet :< <http://issuu.com/escolamestral/docs/natalia-garcia-tr-web>>.

MARTÍNEZ-NISTAL, ANGEL. (2013). *Microscopía láser confocal*. Servicio de proceso de imágenes. Universidad de Oviedo. [En línia]. Disponible a Internet: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Departamentos/Samp/Microbiologia/Microcopia%20de%20laser%20confocal%20PDF.pdf>

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

MELLADO J.M. (2006) *Fotografía digital de alta calidad*. Photoshop CS2. Artual S.L. Ediciones. segunda edición. Barcelona. 453 pp.

MELLADO J.M. (2011) *Fotografía de alta calidad*. Técnica y método. Photoshop CS5. Artual S.L. Ediciones. Barcelona. 511 pp.

NABORS M.W. (2006) *Introducción a la botànica*. Pearson Education, Madrid. 712 pp.

NAVARRO, F. (2010) *Fotografía de Alto Rango Dinámico*. Ediciones Anaya Multimedia (Grupo Anaya S.A.). Madrid.

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://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>>

PETERSON B. (2008) *Los secretos de la velocidad de obturación*. Amphoto books. Ediciones Tutor. ISBN: 978-84-7902-728-5. Printed in Spain, ORYMUS ARTES GRÁFICAS, S.A.

PETERSON, B. (2009). *Los secretos de la Exposición Fotográfica*. Ediciones Tutor. ISBN: 978-84-7902-666-0. Printed in Spain, ORYMUS ARTES GRÁFICAS, S.A.

PETERSON, B. (2009). *Los secretos de la fotografía de aproximación: Fotografías de acercamiento creativas con o sin objetivo macro*. Ediciones Tutor. ISBN: 978-84-7902-790-2. Printed in Spain, ORYMUS ARTES GRÁFICAS, S.A.

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

PRÄKEL, D. (2007). *Composición*. Ediciones Blume. ISBN: 978-84-8076-704-0. Imprès a Singapur, AVA Publishing, 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://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>>

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.

RAMALHO, J^a. (2006). *Fotografía digital*. Ediciones anaya multimedia (Grupo Anaya S,A.). ISBN: 84-415-1951-X. Printed in Spain, Varoprinter S,A.

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

SIMÓN, ARIADNA (2009). *Micromons*. Treball de recerca. Escola Mestral.
<<http://www.escolamestral.net/mestral/tr0910/asimon.pdf>>

SORIA, ALBA (2008). *Macrofotografía digital*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a Internet:<<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>>

STREBLE H., KRAUTER D. (1987). *Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce*. La vida en una gota de agua. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 357 pp.

UBEDA, M. (1991). *Fotografía*. Cursos profesionales, vol 1. Editorial Planeta De Agostini, S.A. Barcelona.

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

WILSON, T. (1990). *Confocal microscopy*. Academic Press. ISBN: 978-0127572703. 448 pp.

8. Annex fotocronològic

DOCUMENT suplementari dels treballs de recerca de 2012-2013 relacionats amb el pati de les tortugues



Júlia Alguacil Aguilar
Pep Atencia San Miguel
Marc Olivella Cirici
Novembre de 2013
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 de 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 evolucionant, 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 de clàssica, la llibreta de camp (cada alumne en disposa d'una on hi anota les diferents activitats que va realitzant i les idees que se li van acudint) 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).

En un principi, el registre fotogràfic de les tasques que es porten a terme el realitzava jo mateix, però des de ja fa uns quants anys, els alumnes en general i els de l'Escola en particular (sobretot els de Batxillerat) ja tenen un nivell suficient per realitzar les seves pròpies fotografies de caire científic i precisament aprofitem aquestes sortides per a millorar aquesta modalitat de tècnica fotogràfica al camp. A més, en els últims 6 o 7 anys, ha coincidit que hi ha un alumne que fa un treball específic de fotografia i és el que té la principal responsabilitat del reportatge fotogràfic de les activitats i sortides realitzades.

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 Marc Olivella).

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 la incubadora). Aquestes dades són enregistrades periòdicament de forma intermitent (des de desembre de 2004) amb enregistadors *DataLoggerEscort* i guardats en una carpeta (*MyLogger Data*) que es va actualitzant amb els treballs de recerca dels últims anys, per tal de poder ser utilitzades en qualsevol moment en treballs actuals (Marc Olivella) o futurs. Aquest any s'han incorporat uns enregistadors nous (més allargat i estrets que els Escort), Lascar-USB, amb l'objectiu de monitoritzar l'interior de les caixes d'incubació (al costat dels ous). 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 Alliberament d'exemplars nascuts a l'escola

Els dos últims anys s'han realitzat 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. Aquest any no tindrem tortugues per alliberar perquè són encara molt petites; els 12 exemplars que tenim formen part d'un estudi que s'acaba amb un treball de recerca d'aquest curs (Marc Olivella), i el que farem serà portar-les al CRARC en la visita anual del mes d'agost perquè es quedin ja allí fins el moment d'ésser alliberades.

1.4 Bioquímica i Microbiologia al basal del pati de les tortugues

Un exalumne de l'escola que està acabant el grau de Biologia, Eudald Pascual, ha proposat de fer un estudi del cicle de la matèria al sediment del basal del pati de les tortugues a través de les columnes de Winogradsky. Aquest treball (portat a terme per Pep Atencia) està en part relacionat amb el de Micromons, un treball de fotografia biològica de Júlia Alguacil, en el que hi ha una part dedicada als micromons del basal del pati de les tortugues de l'escola. Una part experimental del treball de les columnes (dues setmanes) i de microfotografia (un dia) es realitzarà al Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona, sota la direcció del Dr Jordi Urmeneta, del grup de recerca Ecogenètica i Diversitat Microbianes.

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 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 de Júlia Alguacil).

2. CRONOLOGIA DE LES TASQUES PORTADES A TERME AL PATI DE LES TORTUGUES I DE LES VISITES CONJUNTES REALITZADES DURANT EL PERÍODE QUE VA DES DE FEBRER DE 2013 FINS A NOVEMBRE DEL MATEIX ANY

22/02/2013 Avui és el primer dia "oficial" que comencem el treball de recerca i també les tasques de manteniment del pati de les tortugues. Cal dir que alguns aspectes ja els coneixíem perquè els veníem realitzant (juntament amb els altres companys de l'assignatura de biologia) des de feia uns dos mesos; ens referim a la identificació de les tortugues pel seu codi de marcatge individual i a la metodologia per a realitzar el control de pes de les mateixes durant la hibernació. Els detalls dels preparatius per a la hibernació d'aquestes tortugues (en els que hi participaren alumnes de 2n i 3r d'ESO) s'expliquen en el document fotocronològic de l'any anterior, portat a terme per Rubén Marías, Clara Peña i Sandra Roig.

Ens reunim al laboratori amb el nostre tutor, que ens fa entrega d'una llibreta de camp perquè hi anem anotant totes les tasques i observacions que anem realitzant, de cara a poder elaborar l'annex fotocronològic (aquest document) que acompanyarà als nostres treballs de recerca. El registre fotogràfic, així com el seu muntatge, serà sobretot responsabilitat de la Júlia Alguacil, que és la que fa el treball de recerca més relacionat amb fotografia. Planifiquem les tasques més immediates i ens disposem a realitzar-les.

El Pep Atencia fa una estimació del màxim gruix de sediment del basal i n'extrau una mostra per portar al Dr. Jordi Urmeneta del Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia (més informació en el TR del Pep Atencia).



El Marc ha fet el primer control de pes de les tortugues com a responsable d'aquesta tasca que s'inclou en el seu treball i ha observat un descens notable en el pes d'una tortuga, la C1 (que es troba momentàniament desperta) i es valora la possibilitat de que finalitzi la seva hibernació però al final la continua ja que han caigut en picat les temperatures (7,2 °C de temperatura en aquest moment) i s'espera que encara baixin bastant més. La Júlia ha revisat l'estat de les plantes bulboses del pati i n'ha plantat de noves (fotografiar les flors de plantes bulboses forma part d'un dels seus projectes). Després, juntament amb el Marc, han sembrat diversos llavors de plantes que formen part de la dieta de les tortugues. Ahir la Júlia va fotografiar la plantada de bulbs que feren els alumnes del taller de 3r de Primària al pati de Parvulari, per un possible seguiment del procés.



Esperem a que vingui el Pol (l'encarregat de manteniment de l'escola) perquè ens ha d'ajudar a col·locar una eslinga per tal d'intentar adreçar un arbre que està molt torçat i, al mateix temps, separar una mica un altre de la paret del hall, perquè l'està tocant. Aguantem l'escala al Pol i li anem donant el material, però la veritat és que ell fa tota la feina. Periòdicament l'anirem tensant una mica.



01/03/2013 El Marc realitza unes altres pesades de les tortugues (dimecres 27/02/13 també en va fer una) i observa que algunes tortugues grans han recuperat una mica de pes, però només les femelles, el mascle no. Les petites, per la seva part, no n'han recuperat, malgrat ha plogut molt avui i ahir (més informació en el TR del Marc). Aprenem a fer servir els dataloggers (enregistradors electrònics de dades). Ve l'Eudald (un exalumne de l'escola que va proposar el treball del Pep) a informar una mica sobre el tema de les columnes de Winogradsky i ens deixa un llibre de Microbiologia. En Pep decanta l'aigua del pot de prova amb sediment, que ja havia reposat durant un parell de dies, per tal de portar-lo més concentrat al Jordi Urmeneta.

04/03/2013 Primera entrevista (Pep Atencia i Josep Marí) amb el Dr. Jordi Urmeneta (Departament de Microbiologia, Facultat de Biologia UB) en la que, durant una hora i mitja ben productiva, el Jordi ens ha resolt un munt de dubtes i ens ha donat idees per al muntatge de les columnes, els tractaments (llum vertical i llum horitzontal), el seguiment (visual i fotogràfic) i posterior anàlisi de les comunitats bacterianes. Aquesta última part la realitzarà el Pep al Departament de Microbiologia, sota la supervisió directa del Dr. Urmeneta, durant el mes de juliol, en la que es portarà a terme, entre altres, l'observació microscòpica *in vivo* i en mostres fixades (tinció de Gram) dels bacteris d'alguna de les comunitats cromàtiques de les columnes.



D'altra banda, es procedirà a l'aïllament (cultiu pur) d'alguna espècie bacteriana (a partir d'una mostra d'aigua del sobrenedant de la columna o bé directament d'aigua del basal del pati de les tortugues) per a la seva identificació específica per via genètica. Al laboratori de Microbiologia, el Pep realitzarà de l'espècie aïllada (i sota supervisió) l'extracció de l'ADN, PCR, observació resultats PCR i aïllament de banda corresponent al gen buscat (16S) i

purificació del mateix. Un cop purificat el gen 16s es procedeix a enviar-lo (juntament amb molts altres per tal d'economitzar el transport) per a la seva seqüenciació. Un cop ens arribi la seqüència, el Pep pot procedir a la identificació específica seguint el protocol d'un treball de recerca del curs anterior (*Iniciació a la bioinformàtica a través de les tortugues de l'escola de Rubén Marías*). El Jordi ens ha ensenyat unes columnes que té al seu laboratori, els aparells per treballar l'ADN i també uns cultius de bacteris fotosintètics i fermentadors (en plaques de Petri molt grans) per substituir les que hi ha al Cosmocaixa (les columnes de Winogradsky del Cosmocaixa també les va muntar ell). Ens ha dit que tot necessita un manteniment; les columnes necessiten certa aportació d'aigua periòdicament per contrarestar la que s'evapora, i les plaques s'han d'anar renovant.



Hem acordat mantenir al Jordi periòdicament informat de les activitats que anem realitzant relacionades amb les columnes (més informació en el TR de Pep Atencia).

08/03/2013 Es munta al laboratori un dispositiu per extreure sediment anòxic del basal, però el que acaba de funcionar millor és una variant del mateix (més informació en el TR del Pep Atencia). S'extreuen 4 recipients de vidre de 5 L, que es deixaran reposar al laboratori perquè el material que encara està en suspensió (es veu molt tèrbol) acabi sedimentant. L'aigua sobrenedant la utilitzarà l'Alba Nieto en el seu TR d'anàlisi de la concentració d'oxigen (que aquí hauria de ser mínima).



Observem que comencen a brotar algunes de les plantes que sembrarem el 22/02/2013, però encara no estan prou desenvolupades i incorporem (trasplantem) alguns exemplars de dent de lleó i de plantatge de l'hortet i del jardí (allí són considerades males herbes, però són de les més apreciades per les tortugues); també sembrem llavors d'alfals al pati de les tortugues i a la zona destinada del pati de batxillerat, una franja estreta, oberta a ple Sol, on es desenvolupen millor aquestes plantes heliòfiles.

La temperatura ha pujat molt aquests dies, sobretot al mig dia, i algunes tortugues estan despertades o mig despertades. El Marc comprova quines ho estan (la meitat de les petites). Les que estan despertades són les que havien perdut més pes. Decidim mullar els voltants de les caixes on hibernen les petites i una mica també el substrat perquè puguin recuperar una mica de pes o, com a mínim, que no en perdin més. No les traiem de les caixes (donant per finalitzada la hibernació) perquè el pronòstic meteorològic municipal a 8 dies indica una nova davallada de les temperatures per la setmana vinent.

Pel que fa a les grans, donem per finalitzat el període d'hibernació, perquè dues estan ben despertades (la femella gran i el mascle) i la que està mig enterrada està amb els ulls oberts. A més, s'ha observat que el mascle ha perdut molt de pes en pocs dies. Es decideix mantenir-les encara en el terrari exterior, però deixant que tinguin accés a l'aigua i l'aliment. Cap de les tres ha volgut beure, però s'han trasplantat diversos exemplars de plantatge i dent de lleó (procedents de l'hortet) al terrari exterior i s'ha vist com la tortuga gran s'apropava a les plantes i començava a menjar.



12/03/2013 Avui per una pràctica de Biologia baixem al pati de les tortugues per agafar mostres amb la resta de companys de classe. Algunes d'aquestes observacions són les que després s'estudiaran més a fons en un dels nostres treballs (Júlia Alguacil).



15/03/2013 Es fa un control de pes per veure si les tortugues petites l'han augmentat per l'increment d'humitat del seu voltant. S'observa que totes les tortugues juvenils recuperen pes, excepte una que el manté i una altra que en continua perdent, la C1. Tenim por que aquesta tortuga, que és la que més pes ha perdut al llarg de la hibernació, i també fa dies que està desperta, s'acabi deshidratant i no es recuperi. De manera que optem per deixar-li beure aigua. Beu un total de 1.7 cm^3 (quantitat equivalent a un 8% del seu pes!) i la tornem a deixar a la caixa-refugi d'hibernació, amb les altres.

Pel que fa a les grans, es comprova que han menjat part de les plantes que s'havien introduït al terrari exterior el dia abans, recuperant una mica de pes, sobretot la femella gran. També s'ha observat que les tortugues estan més actives i que es situen a la meitat del terrari on la llum del Sol incideix directament.

També configurem els nous enregistradors (Lascar-USB) i en posem un al costat d'un Escortí Log a l'interior d'una incubadora per comparar-los (més informació en el TR del Marc).

Les temperatures han baixat força (fa dos dies es va arribar a una mínima de 3,3 °C) i encara pot tornar a ploure (fa dos dies van caure 23 L/m² a l'escola) i s'espera que aquest temps continuï uns quants dies més.

20/03/2013 La làmina de plàstic transparent que tenim col·locada a la meitat dreta (costat N) del terrari exterior es mostra efectiva, perquè després de la pluja d'aquest matí només està mullada la part esquerra. També observem que el Sol al migdia ja té un grau d'inclinació suficient per arribar a la meitat dreta del terrari, que és precisament on es situen les tortugues grans, que han menjat bastant i ja les deixem lliures per tot el pati. Pel que fa a les petites, veiem que estan totes despertes i ja donem per finalitzada del tot la hibernació d'aquesta temporada, ja que les temperatures han pujat força.



Pugem les tortugues petites al laboratori i les pesem. Seguidament les posem en una safata amb una mica d'aigua perquè puguin beure a voluntat; les tornem a pesar i observem que han augmentat significativament de pes, sobretot la C7 que passa 13.2 g (la més petita) a 16.3 g, un augment considerable en relació al seu pes. La C1 que ja es trobava al laboratori ha passat de 21.9 g (el seu mínim corresponent al dia 09/03/2013) a 30.6 g, ja que ha pogut menjar i beure durant uns quants dies. Deixem les 12 tortugues al terrari especial per rèptils del laboratori, amb bastants exemplars de les plantes preferides de la tortuga mediterrània (compostes del tipus dent de lleó).



21/03/2013 Els 4 pots amb el sediment negre del basal han estat més d'una setmana hermèticament tancats i el més provable és que l'aigua que hi ha per sobre del sediment anòxic no tingui gens d'oxigen dissolt. Aquesta aigua lliure d'oxigen, com ja hem dit, li interessa a l'Alba Nieto, mentre que el Pep Atencia només necessita el sediment. Per tal de minimitzar el contacte d'aquesta aigua amb l'oxigen de l'aire, realitzem el transvasament de forma ràpida, mantenint obert el mínim de temps possible el recipient on va a parar l'aigua de cadascun dels 4 pots. La forta olor a sulfhídric en destapar els pots ens confirmen les condicions d'anòxia (per això fem el transvasament a l'exterior). El Pep necessita conèixer el volum total que té de sediment per poder-ho distribuir correctament en les diferents columnes i li ajudem a agafar les mides per calcular-lo (més informació en el TR del Pep).



22/03/2013 El Marc fa una pesada de control de les tortugues petites i descobrim que la C6 té un "abultament" a la cloaca i la traiem per posar-la en aigua. En veure que no desapareix el Marí amb l'ajuda d'unes pinces procedeix a treure-li aquest acumulament d'excrements i li aconsegueix treure amb una mica de temps i esforç. La tortuga es queda amb un forat bastant considerable a la cloaca dilatada, però de mica en mica es va tancant, Mirem el guany de pes de totes les tortugues des del final de la hibernació fins ara i observem que n'hi ha dues que no han recuperat massa pes. Baixem sis tortugues de les dotze al pati (les que pesen més) i les deixem amb menjar. Procedim a fer una pesada de les grans i veiem que la femella gran ha guanyat en total més de 100 grams mentre que la mitjana, que continua mig adormida, ha guanyat només 5 grams. Les sis tortugues més petites es queden a dalt al laboratori.

25/03/2013 Fem unes pesades de les tortugues grans i petites. Algunes continuen recuperant pes i altres en perden lleugerament. La femella gran perd pes i d'aquesta manera trenca la tendència d'augment de pes pràcticament constant que portava. La Júlia i el Marc fan una neteja del pati i omplen tres sacs de fullaraca i plantes que no volem. Deixen el pati pràcticament net. Seguidament planten diversos exemplars de dent de lleó i plantatge procedents del voltant de l'escola, per les tortugues grans al pati i per les juvenils al terrari exterior del pati. També es canvia una làmpada de radiació ultraviolada de l'aparell antimosquits i es col·loca al pati de les tortugues (zona NE).



El Pep prepara la barreja de sediment a partir dels materials necessaris per a facilitar la aparició i supervivència dels bacteris i decideix la distribució de les columnes i la variabilitat entre elles i les munta (més informació al seu TR). La Júlia fa fotos i trasplanta bulbs i plantes. Finalment ho reguem tot i llencem els sacs al contenidor.



30/03/2013 Els dos aquaris s'han buidat i netejat a fons i s'han omplert amb 3 tipus d'aigua: aixeta:garrafa:bassal (1:2:2). S'han posat, procedents del bassal, varies elodees i alguns exemplars flotants de *Riccia*. Hem deixat la persiana de la finestra que dona més a l'est del laboratori (orientada a SO) mig oberta, per tal que entri una mica de sol directe a la tarda fins al terrari on estan les tortugues petites. També hem observat que les plantes enfiladisses caducifòlies del pati comencen a brotar.



19/04/2013 Aquests últims dies el Marc ha anat fent controls de pes de les tortugues però no hi ha hagut cap canvi destacable. Totes les tortugues en diferent mesura (més informació en el TR del Marc) han anat recuperant pes des de la seva hibernació, sobretot les grans. Les tortugues estan actives durant les hores centrals del dia, i es situen a la part NO del pati a la part del matí i a la part NE a la part de tarda, seguint els rajos de sol.

21/04/2013 Anem tots tres amb el nostre tutor al parc del Garraf a buscar crespinell per les tortugues, practicar macrofotografia i veure si trobem plantes bulboses per un projecte del treball de fotografia de la Júlia. El Marí també vol aprofitar la sortida per marcar les coordenades d'uns avencs en el GPS perquè aviat té una sortida amb els de 3r d'ESO. Hem deixat el cotxe al triangle de l'inici del Pla de Querol i hem començat a caminar pel rascler amb una càmera cada un. Al cap de pocs minuts fem una troballa sorprenent, un arbust de pi de poc més d'un metre, estava ple d'unes erugues de color verd que feien un moviment sincrònic cada poc temps. Els hi hem fet moltes fotos i també hem gravat el moviment. El Marí diu que enviarà algunes fotos a experts en artròpodes del departament de Zoologia de la Facultat de Biologia. També veírem moltes flors blanques d'estepa amb uns forats molt ben fets.



Però el que més ens va sorprendre era la gran quantitat de flors entremig d'un indret tant àrid com el rascler i ens dedicàrem a fer moltes fotos. Trobàrem diverses bulboses, però cap orquídia.



Per últim, recollírem uns quants exemplars de crespinell per les tortugues del pati. Aquesta és una planta molt freqüent al massís del Garraf i que fa poc que s'ha comprovat que forma part molt important de la dieta de la tortuga mediterrània en llibertat (més informació en el TR del Marc). El crespinell l'hem vist per tot arreu, però on n'hi ha més i és més fàcil d'agafar amb totes les arrels és a prop de la carretera, entre les pedres.



26/04/2013 La Júlia i el Marí van al pati de les tortugues on alliberaran la granota que els alumnes de P4 tenien a classe. Els nens es col·loquen al balcó del seu pati des d'on tenen una bona visió de tot el pati de les tortugues, i així la Júlia i el Marí poden fer fotos i explica'ls-hi que allà la granota estarà en el seu hàbitat i que ja no caldrà que li donin menjar. Els alumnes es despedeixen de la granota i el Marí l'allibera a prop del bassal on hi ha més vegetació.



El Marc fa un control de totes les tortugues i observa que totes continuen recuperant pes menys la JS2 que ha perdut mig gram (però no és preocupant). També ha hagut de tornar a marcar la C8 ja que s'havia esborrat la seva marca de la closca. Els hi posa menjar suficient per tot el cap de setmana.

16/05/2013 Avui dijous a l'hora de pati (al voltant de les 11:00 h), el Pau Vilaseca i el Roger Ferraz, dos alumnes de 2n d'ESO que fan el seu treball de *Petites investigacions* sobre els animals que habiten al pati de les tortugues, han vist que la tortuga més gran estava començant a fer niu; han demanat una càmera amb teleobjectiu al Marí i han fet un seguiment intermitent de tot el procés (amb fotos i vídeos) fins que la tortuga ha tapat el forat on havia dipositat els 4 ous. Ha trigat moltíssim, perquè entre la primera foto (quan comença a fer el forat) i la última (quan el tapa) han passat un total de 6 hores; 5 hores per fer el forat i una hora per posar els ous i tapar-los. Un cop la tortuga ja ha marxat del lloc, cap a les 17:00 h, procedim a l'extracció dels ous de la manera habitual, per portar-los a les incubadores del laboratori de biologia.



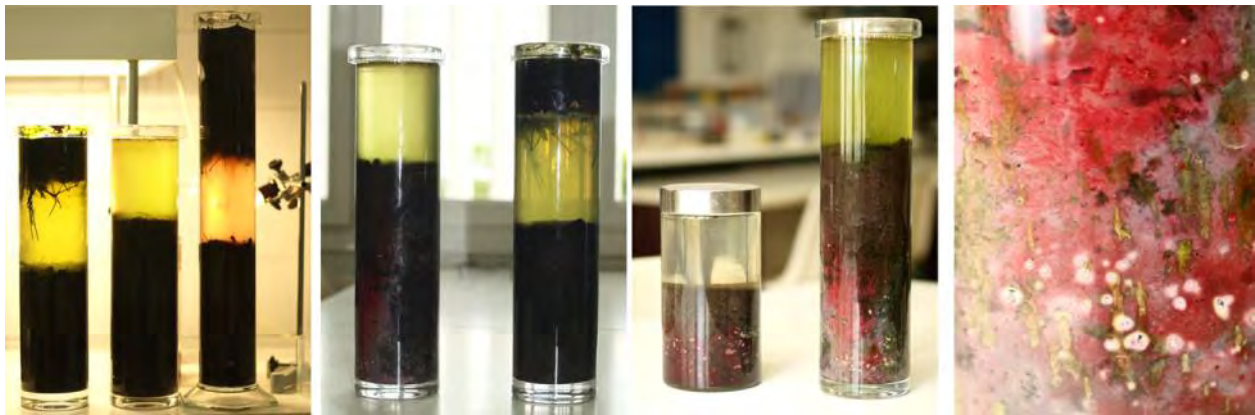
Aquest any hem incorporat uns enregistradors electrònics nous, que són estrets i llargs, per tal d'introduir-los a l'interior de les caixes d'incubació, al costat dels ous, per monitoritzar amb més precisió la temperatura i sobretot la humitat relativa, perquè no es coneixen registres d'aquestes característiques "in situ", és a dir, a dins dels recipients "Ferrero Rocher", i existeix la sospita que les condicions, sobretot d'humitat relativa, són sensiblement diferents de les de l'interior de la incubadora (més informació en el treball de recerca del Marc Olivella).



Aquesta tarda el Marí i la Júlia han anat a Barcelona perquè la fotografia "Límit conoidal al punt de fuga" de la Júlia ha estat premiada en el **14è Concurs de Fotografia Matemàtica de l'ABEAM** (Associació de Barcelona per a l'Ensenyament i l'Aprenentatge de les Matemàtiques). Es poden veure totes les fotografies del concurs intern de fotografia matemàtica de l'escola en el web del [CCCB Educació](http://www.cccbeducacio.org/ca_ES/web/quest/explorar/-/institut/e_8826) (http://www.cccbeducacio.org/ca_ES/web/quest/explorar/-/institut/e_8826).



18/05/2013 Fem el primer control exhaustiu de l'evolució de les columnes de Winogradsky. Ho fem en cap de setmana perquè volem disposar lliurement del laboratori per fer les proves de fotografia de les columnes, estudiant el tipus de llum (natural, directa, a contrallum, flaix...) per tal que les imatges reflecteixin el màxim possible els colors reals. Tenim problemes amb els reflexos que es produeixen i els intentem minimitzar inclinant una mica la direcció de la càmera en relació a la vertical de la columna (més informació en el treball del Pep Atencia).



31/05/2013 Avui ha vingut l'Eudald Pascual per veure com evolucionaven les columnes de Winogradsky i també ens ha portat planàries (aprofitant que n'havia anat a recollir per el seu projecte de fi de grau). Ens ha ensenyat a manipular-les, hem fet 4 tipus de talls que hem deixat en plaques de Petri individuals i també n'ha posat algunes al basal del pati de les tortugues, per veure si s'hi desenvolupen bé. Al cap d'un cert temps revisarem sota les pedres submergides a veure si en trobem alguna.



La Júlia ha realitzat un control de macrofotografia de les columnes i dels recipients hermètics situats sota el banc de llum. Els colors d'algunes columnes de Winogradsky del Pep Atencia són espectaculars; l'Eudald diu que l'evolució va molt bé.



04/06/2013 Trobem la primera posta d'ous de la femella mitjana al pati (segona posta de la temporada). L'ha fet molt tocant a la paret, gairebé entremig del crespinell, al costat de la primera posta de la tortuga gran, és a dir, a la zona del sauló, que el curs passat es va preparar especialment per fer les postes. Marquem els ous com de costum i aquesta vegada introduïm un enregistrador electrònic d'humitat i temperatura al seu costat, dins de la capsa d'incubació, com havíem fet anteriorment, però només amb vermiculita, sense els ous (més informació en el TR del Marc). La posta és de 4 ous (ara en tenim 8 en total).



16/06/2013 Uns dies abans havíem localitzat almenys 2 forats fets per la tortugues on ens pensàvem que hi havien posat ous, però no va ser el cas; van ser dos intents sense ous. Però avui hem trobat un altre forat en un lloc poc habitual, just al mig del pati en un lloc on no hi ha sauló i per tant està ple d'arrels. Allà hem descobert que hi havia ous i hem procedit a extreure'ls. N'hem trobat 6. Són de la femella gran i d'aquesta manera ja en tenim 14. D'altre banda hem comprovat que en la columna de Winogradsky del pati una bona part del sediment està flotant, i hem observat que la passionària, una planta enfiladissa perenne, està molt florida.



19/06/2013 A l'hora de pati hem descobert una marieta "posant-se les botes" de pugó i la Júlia ha anat a buscar una càmera. Avui ens quedem una estona per fer alguns canvis relacionats

amb les incubadores. Passem la caixa amb els ous de la segona posta (i que porta incorporat un termohigròmetre) a l'altre incubadora (la que està a una temperatura una mica més baixa, d'uns 29°C). A la primera incubadora (la que està a temperatura més alta) ara només queden els 6 ous de la 3a posta. També traslladem a la primera incubadora la capsa amb els dos sensors i vermiculita (sense ous), que fins avui estaven a la segona incubadora (més informació en el TR del Marc).



20/06/2013 La Júlia amb l'ajuda del Marc i el Marí, porten la classe de P4 al laboratori on els hi fan una breu explicació de tot el que hi ha. En una ocasió treuen la salamandra perquè la puguin veure de prop i a més a més alimenten a la granota que hi ha al terrari. La Júlia i el Marc els hi fan una senzilla explicació de com funcionen els aparells d'aproximació que disposem a l'escola i tot el que ens permeten veure que nosaltres a simple vista no veiem. Per posar un exemple, ensenyen un pot d'aigua del bassal del pati de les tortugues on els nens a simple vista no hi veuen res, tot seguit els hi expliquen com s'ha de preparar la mostra i on es col·loca per poder-ho veure de molt a prop. Amb el projector els alumnes queden sorpresos perquè s'adonen de que hi ha moltes coses que no veien. Finalment, interactuant amb els nens, els hi ensenyen com apropa un utensili de pocs augments.



26/06/2013 Podem les dues palmeres, diversos nespers del Japó i rebaixem una bona quantitat de l'heura que s'enfila per la soca dels arbres, amb l'objectiu principal que arribi més llum del Sol directe per les tortugues.



28/06/2013 Passem la tercera posta d'ous a la segona incubadora de 29°C.

01/07/2013 Anem a Vilassar de Mar on visitem tres llocs; el primer, un "garden" on hem treballat la fotografia macro amb molts tipus diferents de plantes, el segon, un hivernacle de plantes aquàtiques on també hem treballat la fotografia macro, juntament amb l'objectiu ull de peix i comprem un nenúfar que posteriorment col·loquem al bassal del pati i dos clavells d'aire. Finalment hem anat a un altre hivernacle per continuar treballant la fotografia. Hem acabat la sortida amb un aperitiu.



La Júlia (que fa el TR de fotografia) treballa les composicions de les fotografies i comprova que la profunditat de camp es un factor molt important depenent del que pretenguis destacar en una imatge. Realitzem algunes macrofotografies a la mínima distància que la càmera permet enfocar.



En el segon centre que hem assistit (Aquàtiques Vilassar) descobrim un paisatge molt diferent i l'intentem captar de totes les maneres fent servir els diferents objectius, sobretot alternant entre els dos extrems (macro i ull de peix).



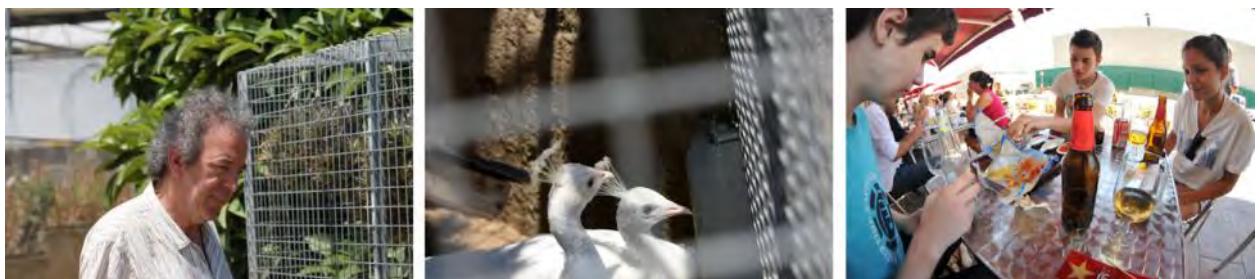
Fent proves amb l'objectiu ull de peix, ens adonem de que la millor manera de fer una bona fotografia és tenint un objecte que actuï de primer pla perquè el que ens permetrà l'objectiu es poder fotografia àmpliament tot el que li envolta, tot i que sempre hi hagi una distorsió de la imatge, que es pot fer molt evident.



En un dels hivernacles hi trobem la lletia d'aigua (*Lemna sp*) una planta aquàtica formada per moltes fulles verdes petites flotants, que fan una catifa flotant molt compacte. La Júlia fa una fotografia d'aquesta catifa passant per una barra de fusta que traspasa tot el bassal. Tot seguit l'Aleix, que treballa als hivernacles, ens agafa un nenúfar amb una flor molt maca que ens ha agradat.



Quan ja estàvem de tornada cap al cotxe hem passat per un indret on hi havia, junt a dos paons albins, molts exemplars de clavell d'aire penjants amb fil-ferro del sostre del corral i el Sr. Tolrà ens n'ha regalat dos pel pati de les tortugues. Després, de camí cap a l'entrada de l'autopista que ens portaria cap a Sant Feliu, ens hem aturat a fer un aperitiu a Ca l'Espinaler de Vilassar de Mar.



02/07/2013 Col·loquem bé el nenúfar i les altres plantes aquàtiques que portàrem el dia anterior, i mullem els clavells d'aire, que estaven molt secs.



03/07/2013 La femella mitjana realitza la seva segona -i possiblement última- posta (la quarta comptant les dues tortugues) al pati. L'ha fet a la zona del sauló, després de molts intents durant diversos dies en molts altres llocs del pati.

04/07/2013 Dediquem tot el matí a fer observacions microscòpiques. Fem la primera prova de camp del microscopi USB connectat a un portàtil. Per poder utilitzar aquest instrument es necessiten dues persones, una per aguantar el capçal i la rodeta d'enfocament, i l'altra per controlar l'enfocament en pantalla i fer la captura (més informació en el TR de la Júlia).



Aquest instrument es mostra molt versàtil al camp, sobretot per fotografiar superfícies en les que l'ocular s'hi pugui recolzar, per tal d'evitar que la imatge surti moguda. Algunes de les fulles del llorer que hi ha al costat del basal tenien el revers ple de fitoparàsits; gràcies a l'augment del microscopi descobrírem que, a més a més de les taques blanquinoses visibles a ull nu, hi havia un gran nombre de petits pugons que corrien per tot arreu. Tot això "in situ", és a dir, sense haver de separar la fulla de l'arbre. Ara bé, també cal dir que no vam poder utilitzar la resolució més alta del programa de captura perquè se'ns penjava l'ordinador (més informació en el TR de la Júlia).



El marí ens havia encarregat de captar la fina nerviació dicotòmica d'una fulla del *Ginkgo biloba* que tenim al pati, però no s'acaba de veure bé i decidim fer un muntatge al laboratori amb el vidre de la finestra, a contrallum. Funciona. Després intentem fotografiar amb el microscopi USB les planàries just després de posar a l'aigua un tros de menjar (fetge que teníem congelat, seguint instruccions de l'Eudald), però es posen molt neguitoses i es desplacen ràpidament en totes direccions fins que troben el camí del menjar. Les planàries surten mogudes per efecte del seu moviment.



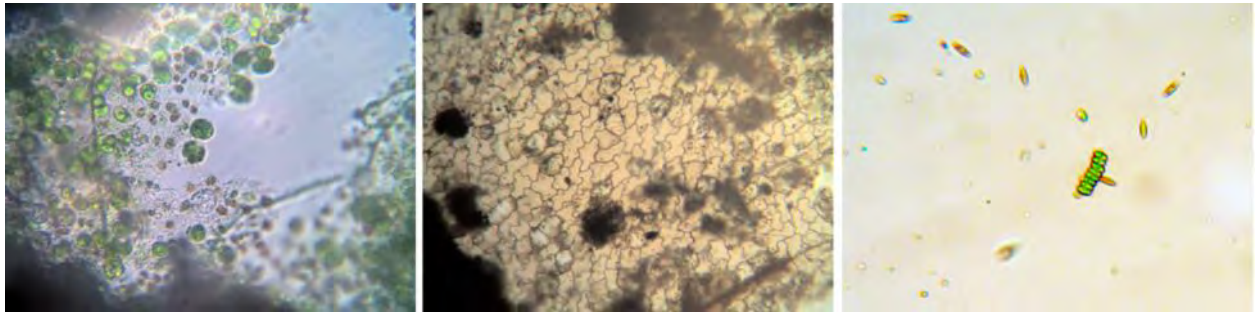
Fem diverses proves per captar amb el color més real possible les taques de les columnes de Winogradsky visibles a ull nu, però de mida més petita. Els millors resultats els obtenim quan s'il·lumina amb llum LED de color blanc (més informació en els TR de la Júlia i del Pep).



Un dels projectes de fotografia de la Júlia està relacionat amb fotografies d'ulls d'animals. Ha volgut fotografiar els ulls d'un insecte pal a través de la lupa binocular, però l'animaló no s'estava quiet i l'hem adormit amb èter el temps just per fer-li dues o tres fotografies enfocades. També ha fet preparacions de tricomes (pèls) del revers de fulles d'argentat i d'olivera. Coneixíem els d'argentat, i ens ha sobtat veure que els d'olivera -malgrat que més petits- tenen una forma molt semblant.



El Pep també ha volgut observar al microscopi (el normal, el de sobretaula) la part superior (de color verd) d'una de les seves columnes. Hem pogut veure com les algues verdes destaquen força pel seu color. També hem pogut identificar una estructura morta corresponent a una epidermis foliar perquè té estomes i no hi ha espai intercel·lular (ho havíem fet a pràctiques de biologia no feia gaire temps); possiblement provingui d'un resta d'una fulla present en el sediment que es va introduir a la columna. Amb un llibre d'identificació d'organismes d'aigua dolça, hem pogut identificar alguns microorganismes a nivell de grup (Cianobacteris, Diatomees, cloròfícies del gènere *Scenedesmus*, etc).



05/07/2013 Fem una sortida al massís del Montseny amb l'objectiu de realitzar fotografia biològica d'aproximació i macrofotografia en un indret natural. 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 entrega una càmera a cadascú perquè anem fotografiant allò que ens cridi més l'atenció.



En aquest indret ens dividim i repartim per tota una zona amb vegetació baixa, on anem cadascú pel seu compte fotografiant les coses de més interès propi.



En les fotografies realitzades és on més es mostra l'interès de cadascú envers el camp i la varietat de coses que es poden fotografiar. Com es pot apreciar a les fotografies anteriors i posteriors, és veu una clar interès en la fotografia d'aproximació per part del Marc i la Júlia, i un interès pel paisatge per part del Pep.



La Júlia s'està molta estona amb un mateix motiu perquè treballa l'enfocament selectiu per al seu treball de recerca i li han sortit unes fotos molt maques..



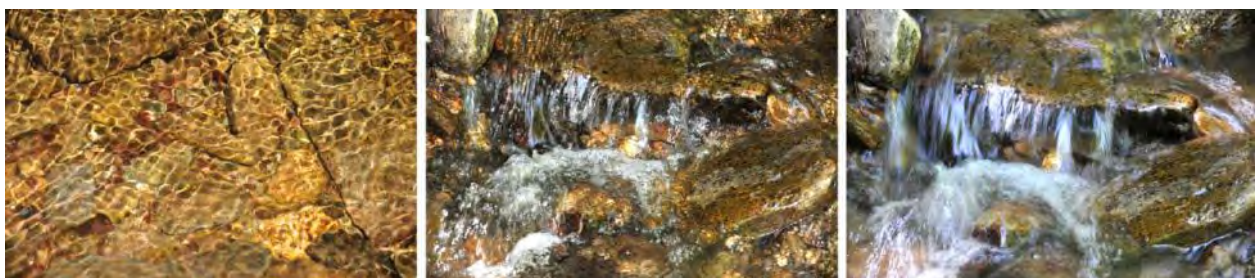
Abans d'entrar al cotxe per desplaçar-nos cap a la fageda de Santa Fe, descobrim una marieta a sobre d'una de les càmeres i li fem un bon grapat de fotos.



Després anem a un rierol en una zona obaga per continuar practicant la fotografia biològica, però aquest cop amb la intenció de fotografiar animals més grans que abans. D'aquesta manera aconseguim fotografiar varies espècies d'insectes, un llimac (*Arion rufus*) i una granota (*Rana temporaria*). Practiquem amb el flaix anular d'una de les càmeres.



La Júlia fa proves amb el flaix i la velocitat d'obturació. Fa diferents fotografies amb velocitats d'obturació diferents i amb flaix o sense flaix. S'adona que amb flaix el que fas és capturar un moment on es poden veure perfectament tots els detalls de l'aigua caient, en canvi amb un velocitat d'obturació més lenta el que et permet és captar el moviment de l'aigua. A més a més el flaix et proporciona més transparència alhora de fotografiar l'aigua.



Amb l'ajuda de guies de camp hem aconseguit classificar varies espècies d'insectes i larves aquàtiques d'insectes, d'amfibis... i fins i tot una planària.



Per tal d'augmentar el contrast de les fotografies situem el recipient de plàstic amb els organismes a sobre de la camisa blanca del marí.



Al migdia anem a dinar a la terrassa de l'Avet blau, un bar-restaurant. Després de dinar anem cap a una altra zona de Santa Fe, a prop de l'embassament, per continuar practicant la fotografia i classificació d'espècies.



Troblem agalles de faig (*Mikiola fagi*) que es tracta d'una resposta vegetal a la presència d'un paràsit. La fulla crea un teixit amb un creixement anòmal per intentar evitar una possible infecció per part de l'insecte paràsit.



Un dels aspectes que hem après és que a l'hora de fotografiar amb un objectiu macro ens trobem amb el problema de l'enfoc, ja que hi ha molt poca profunditat de camp i només tenim l'opció de que algunes de les parts de l'objecte d'interès surtin enfocades. De manera que hem de decidir quina és la part que ha de quedar més nítida per aconseguir una bona imatge, jugant amb la posició de la càmera respecte el motiu. A més a més hem de tenir present el fons perquè el subjecte surti més destacat i cridi més l'atenció. També tenim l'opció d'utilitzar el flaix amb un fons fosc, fent que aquest quedi negre.



10/07/2013 La tortuga gran fa la seva 3a posta de la temporada (la 5a entre les dues femelles). És de 3 ous (més un que s'ha trobat ben destrossat en el niu; ha fet el niu molt a prop de la paret que dona al menjador. Ara tenim un total de 21 ous. Ja feia un parell de dies que s'observava com aquesta tortuga intentava fer una posta, però no acabava d'enllestir-la. Entre altres coses perquè quan ho feia a la zona del sauló, com ja està molt disgregat, no aconseguia fer el forat prou fons perquè el sauló disgregat tornava a caure al forat, i quan ho intentava en altres indrets topava amb obstacles (pedres, arrels...) i no el podia acabar.

11/07/2013 El Pep dedica el matí a fer observacions microscòpiques de les columnes de Winogradsky amb diverses tècniques (inclosa la del porta excavat) i fa algunes comprovacions interessants, per exemple, que les taques marrons de les columnes (del terç superior, més oxigenat) són constituïdes per diatomees, i que a la part superior il·luminada de color verdós hi ha multitud d'organismes; n'ha intentat classificar alguns amb una guia de camp, però la majoria són difícils d'identificar, de manera que ha fet microfotografies dels més abundants per ensenyar-los el proper dilluns al Jordi Urmeneta.



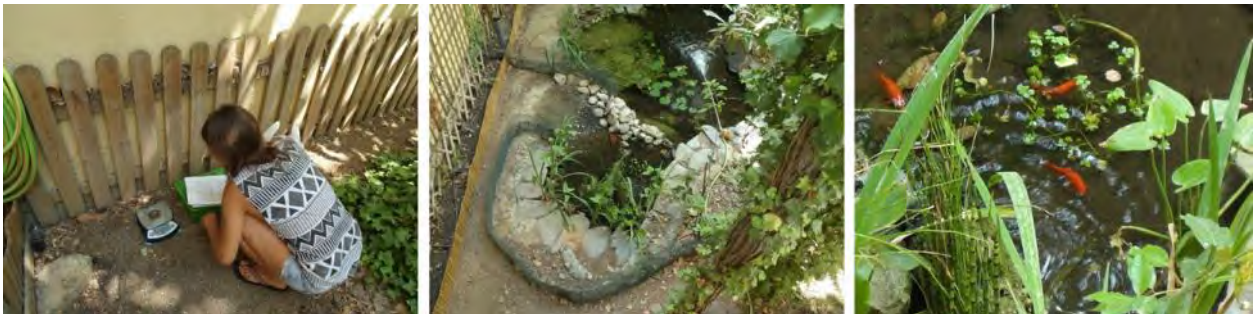
12/07/2013 Agafem plantes d'alfals de la parcel·la de batxillerat per posar a les tortugues grans, descobrim un exemplar de morró (*Anagallis arvensis*) de flor hexàmera, quan es tracta d'una flor típicament pentàmera. Possiblement es tracti del mateix exemplar que va trobar un alumne del curs passat (Rubén Marías) en el mateix indret. El Pep li fa algunes fotografies amb objectiu macro.



15/07/2013 Avui el Pep comença la part pràctica de l'anàlisi dels biofilms de les columnes al laboratori del Departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia de la UB. Abans, però, hem anat a l'escola per agafar les mostres de les columnes i guardar-les, convenientment etiquetades, en recipients *Ependorf*. Un cop al laboratori de microbiologia, amb el Marí i el Jordi, hem acabat de programar el calendari d'actuacions per dues setmanes.



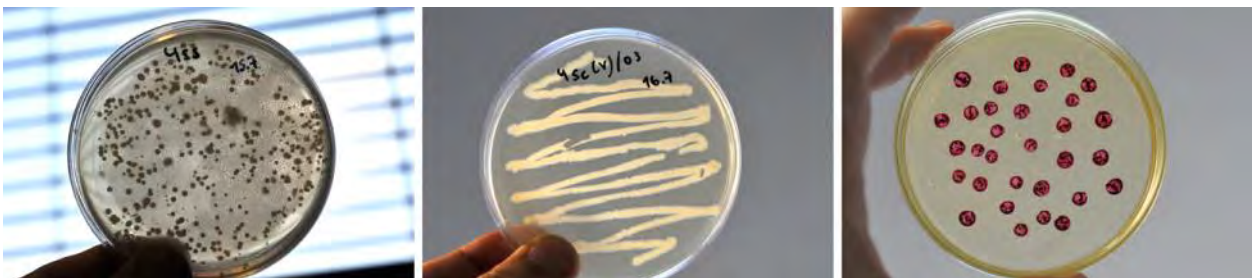
16/07/2013 Es fa un control de pes de les tortugues (encara esperem que la femella 6218 pugui fer una posta) i s'afegeix aigua al bassal. La calor d'aquests dies ha fet que s'evaporés força aigua- Com és habitual, quan s'omple el bassal, molts dels carpins vermells passen a la part poc fonda del bassal.



17/07/2013 Hem canviat les hores del terrari on hi ha 4 insectes pal, que ja són adults i posen ous. El Pau –el fill del Vicenç- ha estat l'encarregat de recollir uns quants ous del terrari (més de 20) que s'han guardat en una placa de Petri, la resta d'ous els hem recollit i els hem portat al pati de les tortugues, en un indret humit (entre la molsa i les falgueres, a prop del brollador de la cascada). Tot ho ha fet el Pau sota la supervisió de la Júlia.



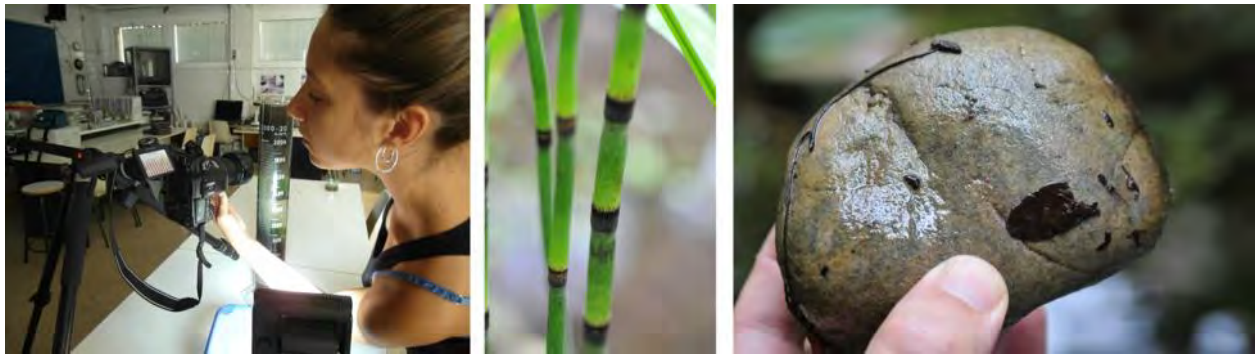
18/07/2013 El Marí torna a passar pel departament de Microbiologia per veure com va tot i parlar amb el Jordi Urmeneta. Es fa una fotografia de cada un dels dos tipus de sembra que es va realitzar en placa. El marí li demana al Jordi de fer una fotografia del muntatge (colònies bacterianes atrapades en una resina endurida) que està preparant per una exposició de microbiologia al Museu Blau de Barcelona. Les colònies vermelles de *Serratia* són molt vistoses.



El mètode de sembra simple per esgotament ha estat suficient per poder obtenir cultiu pur en la majoria de casos, però en dos d'ells no ha estat així i es procedeix, en aquests, a fer servir un mètode més acurat, el mètode de sembra escocès. El Pep ensenya les tincions de Gram que va fer el dia anterior i en prepara una per observar al microscopi amb la tècnica d'immersió i explica com va fer les fotos amb l'equip del Jordi. Després, abans de marxar, neteja l'oli de l'objectiu d'immersió amb dissolvent orgànic (una mescla d'alcohol i èter) i uns papers especials (més informació en el TR del Pep).



19/07/2013 La Júlia dedica bona part del matí a practicar la tècnica d'enfocament amb *Live view* i lupa d'enfocament, i ho aplica a fer macrofotografies de les columnes de Winogradsky. Després fa algunes macrofotografies al pati de les tortugues. Hem trobat 3 planàries sota una pedra submergida, senyal que s'hi han adaptat bé a l'aigua del bassal.



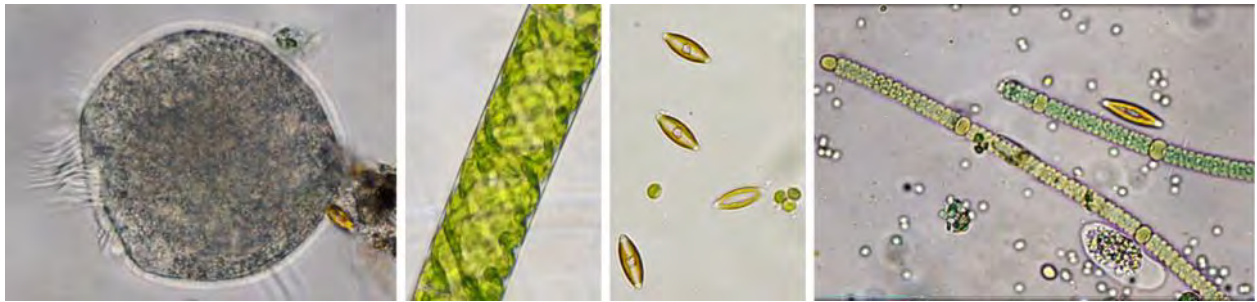
23/07/2013 La Júlia i el Marí, després de passar per l'escola i agafar mostres del basal del pati de les tortugues i de les columnes del TR del Pep, fan una visita al Departament de Microbiologia, on hi ha el Pep fent les pràctiques, per poder-les fotografiar amb el sistema que té muntat en Jordi Urmeneta. Aquest sistema consisteix en microscopi òptic amb una càmera reflex acoblada i connectat a un ordinador des d'on amb un determinat programa es poden fer fotos i vídeos en alta definició.



La Júlia prepara diferents mostres de diferents zones del basal; organismes de sota d'una fulla, algunes algues filamentosos i fulles d'Elodea. Amb les columnes del Pep en prepara un parell procedents de la zona superficial i d'una taca més marró. Les mostres les va preparant a mida que acaben d'observar i fotografiar les primeres preparades, perquè sinó l'aigua de la mostra a causa de la calor s'assecarà i ja no podem fer observacions "in vivo".



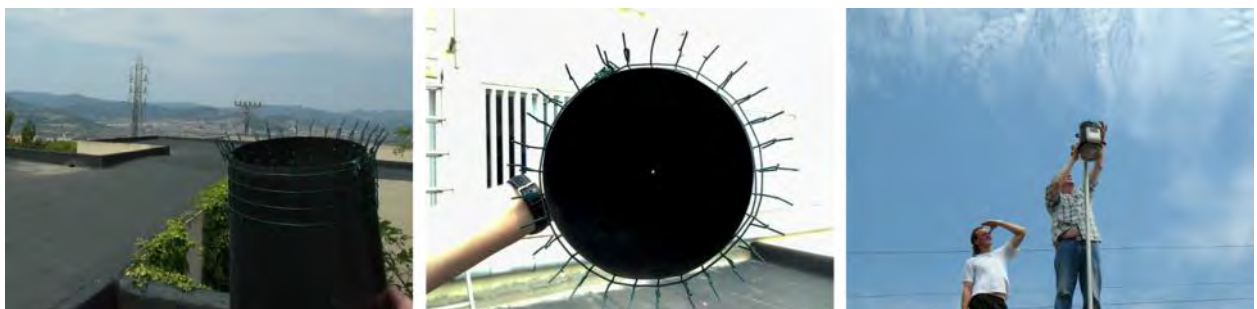
La Júlia amb l'ajuda del Pep, fotografia i grava el diferents organismes d'interès de les mostres preparades. S'observen bacteris vius en moviment ràpid i també organismes relativament grans, com un protozou amb una corona de cilis que no para de moure. En el cas dels motius estàtics fan una captura en la que tenen en compte tots els factors de lluminositat, però en el cas dels motius dinàmics, perquè les fotografies no quedin mogudes, fan gravacions i així posteriorment podran fer una captura de pantalla de l'organisme en qüestió amb una pantalla d'alta resolució.



El Pep fa una selecció de les mostres de tinció de Gram, les observa amb un objectiu d'immersió i fa les microfotografies com li ha ensenyat en Jordi Urmeneta.



24/07/2013 Abans de començar les vacances d'agost, el Carlos (tècnic informàtic) i el Marí volen comprovar si el pluviòmetre està ben net, perquè sospiten que en la tempesta del dijous passat va marcar menys del previst. El troben parcialment obstruït per excrements d'ocell i com no és la primera vegada hi volen posar remei. Fan una corona de punxes de filferro (plastificat) al voltant de la part superior del pluviòmetre, amb la inclinació suficient perquè no influeixi en els registres de pluja i confiant en que serà efectiu en el sentit d'evitar que els ocells s'hi posin i facin les seves necessitats a l'interior del recipient cònic. Mantenir l'estació meteorològica en bones condicions, així com la seva derivació inalàmbrica situada al pati de les tortugues, és molt important per alguns treballs de recerca (més informació en el TR del Marc).



Després de tornar a col·locar el pluviòmetre al seu lloc, el Marí i el Pol fan un descobriment en el terrat més alt de l'escola que els sorprèn: s'hi està desenvolupant una població de crespinell, una de les plantes clau per l'alimentació de les tortugues, i que precisament havíem portat algun exemplar del Garraf (vegeu explicació del dia 21/04/2013). El Pol i el Marí n'agafen una bona quantitat amb les arrels i el Carlos s'ocupa de plantar-les al pati de les tortugues al costat de les altres; després fa una regada generosa de tot el pati. Ho tornarà a repetir a mitjans del mes d'agost, que pujarà expressament per regar i donar un suplement alimentari a les

tortugues grans. També observem que la passionària s'ha enfilat pel pi insigne i està ben florida.



31/07/2013 Canviem les plantes d'heura del terrari dels insectes bastó, recollim els ous i els portem al pati de les tortugues, al mateix lloc que els del dia 17/07/2013. Descarreguem les dades dels dataloguers.



05/08/2013 El Marí s'ha trobat que havien nascut 2 tortugues de la posta n^o2 (possiblement del dia anterior) i dues més mostraven senyals. De fet, la tercera ha nascut al cap de poca estona.



06/08/2013 Ha nascut la quarta tortuga de la segona posta. D'aquestes 4 tortugues, 3 presenten una duplicació en una placa marginal. El temps d'incubació d'aquestes tortugues ha estat molt exacte, de 60 dies, que és l'esperat a aquesta temperatura d'incubació. Després hem afegit aigua al bassal (molta calor i molts dies sense ploure havien fet abaixar el nivell) i quan hem tret la bomba del brollador el tub flexible (que va de la bomba fins al brollador) s'ha partit en dos. El Marí ha trobat tub del mateix gruix, però de PVC (que és més resistent) i ha canviat el tram sencer. L'altra bomba, la que impulsa aigua a la cascada, quan s'ha tret fora de l'aigua per netejar el filtre, el tub vell ha aguantat, és a dir, no s'ha trencat com l'altre, però segons el Marí, això pot passar a la propera vegada (per això també ha comprat tub de PVC per quan s'hagi de canviar el d'aquest tram). Després de netejar els filtres, observem com ha augmentat significativament la pressió de sortida d'aigua, tant la del brollador, com la de la cascada.

07/08/2013 Avui és el dia de la visita anual al CRARC. Arribem a l'escola a les 9:15h; el Marc s'ocupa de les tortugues, el Marí prepara les capses pel transport i la Júlia fa unes fotografies de d'insectes atrapats en l'herba aferradissa de la parcel·la de plantes heliòfiles del pati de batxillerat. L'efecte d'aquesta planta sobre insectes que hi queden enganxats va ser descoberta en un treball de recerca anterior (Natàlia Garcia, 2010), i el Marí li ha demanat a la Júlia que en faci una continuació ampliant la metodologia d'observació de plantes amb ganxos (més informació en el TR de la Júlia).



El Marc pesa les tortugues grans i les posa en una gàbia de transport (ha observat que la tortuga mitjana, la que pensàvem que encara podia fer una posta, no ha baixat de pes). Fa el mateix amb les 12 juvenils; per aquestes serà la última pesada, perquè es quedaran al CRARC- Observem molta diferència entre les 6 que estaven al terrari del laboratori (molt petites) i les 6 mantingudes al terrari exterior (molt més grans); la comparativa, però, s'haurà de fer amb valors relatius, ja que inicialment es posaren les més petites al terrari interior (més informació en el TR del Marc). Un cop hem arribat al CRARC, ensenyem les tortugues juvenils a Joaquim Soler (Director tècnic del CRARC) i el Marí li fa entrega d'una còpia en paper dels treballs de recerca de l'any anterior relacionats amb les tortugues. Arriba l'Albert (Director científic del CRARC) i pregunta al Marí sobre alguns dels resultats d'aquest any del treball del Marc relacionats amb la pèrdua de pes de les juvenils durant la hibernació, que ja havien comentat per e-mail. Els resultats sembla ser que són concloents i no caldrà repetir-los; a més, al tractar-se de dades no publicades podrien ser motiu d'un nou article, però s'han d'acabar d'analitzar a fons (més informació en el TR del Marc). Després l'Albert es posa a parlar del viatge naturalista que acaben de fer ell i el Quim a Galàpagos i li diu al Marí que estan allà es va recordar d'ell perquè trobaren l'esquelet gairebé intacte d'una iguana morta de les Galàpagos i li va comentar al Quim: "li podríem portar l'os d'un dit al Marí perquè dediqui un dels seus treballs de recerca a esbrinar per osteocronologia quina edat tenia aquest animal"... però de seguida va desistir perquè d'aquest privilegiat indret natural no es pot extreure ni un gra de sorra. L'Albert ens diu que va a parlar un moment amb els integrants del curs ("CURSO PRACTICO DE CLINICA DE. REPTILES 2013") que imparteix a joves veterinaris i que aviat ens avisarà perquè ens hi incorporem. Mentrestant, el Quim facilita a la Júlia la fotografia d'ulls d'amfibis i rèptils traient algun exemplar dels terraris.



L'Albert triga més del que pensàvem a avisar-nos, per tant decidim començar a visitar les instal·lacions exteriors. Trobem una planta (*Hibiscus syriacus*) que crida l'atenció de la Júlia perquè va fer un [treball de fotografia científica](#) sobre aquesta planta quan feia 3r d'ESO. El Marí ens explica que quan feren l'ampliació de les instal·lacions exteriors al CRARC per la tortuga mediterrània, plantaren bastants exemplars d'aquesta espècie per les tortugues; el mateix any es plantaren 3 exemplars al pati de les tortugues (Albert Marsà, 2010), que encara hi són. La Júlia també intenta fotografiar els ulls d'un preciós gat (barreja entre siamès i tigrat) que és, segons el Quim, una adopció recent. L'Albert ens avisa que ja hi podem anar. A l'entrar al recinte annex als laboratoris, notem una forta olor a queratina (a banya cremada, o a dentista, segons el Marc) perquè el Quim està marcant tortugues amb una serra radial mini; ens explica que és millor aquest sistema que el de serra manual (el que s'ha fet servir a l'escola abans dels alliberaments al Garraf i al Montsant els dos anys anteriors) perquè, en el cas de passar-se i fer sang a l'animal, la ferida queda cauteritzada.



Entrem a la zona dels laboratoris de veterinària del CRARC amb les nostres tortugues adultes. L'Albert fa una ecografia a cada femella i no hi veu ous ni fol·licles en desenvolupament.



Tot seguit, aprofitant que ja han posat en marxa aquest aparell, porten una tortuga molt gran i perillosa (és una tortuga mossegadora), la Concha. Li fan una revisió i ens ensenyen els òrgans que es poden apreciar des de la pantalla, en aquest cas sí que s'observen els ous.



Després acompanyem a l'Albert que la porta al seu recinte exterior i ens fa una explicació d'aquests animals. A continuació tornem al laboratori i l'Albert administra una dosi d'antiparasitari a les nostres tortugues grans; ho fa amb els dos sistemes, a la gran li administra amb sonda gàstrica i a les altres dues amb una injecció.



04/09/2013 El Pol i el Marí fan una podada molt important a l'hora de la paret sud i nosaltres tres recollim totes les branques i les fulles que queden escampades pel pati de les tortugues. Les anem col·locant en una malla per així al final fer una pilota de fulles, lligar-la i pujar-la cap als containers. Tot seguit, amb l'ajuda del Pol, tallem amb una serra lligada a un pal, totes les branques seques del pi que hi ha al pati, i aquestes les pugem lligades amb una corda.



20/09/2013 Avui fem la dissecció dels ous que no han ecllosionat per veure si s'hi poden observar embrions prou desenvolupats per poder saber si presenten duplicacions. Ens hi ajuden l'Alba i la Isabel, companyes de biologia. Trobem força embrions, alguns ben desenvolupats i els guardem en un pot amb formol, juntament amb altres trobats en treballs de cursos anteriors. Només trobem un ou clarament no embrionat (més informació en el TR del Marc).



26/09/2013 La Júlia fa proves d'algunes càmeres reflex de l'escola (2 Olympus, 3 Canon i 1 Nikon) i hi incorpora la seva càmera reflex Olympus i una càmera compacta Canon. També fa proves dels objectius macro de cada marca (2 per marca, exceptuant Nikon que només utilitza un objectiu macro). Utilitza una carta de calibratge i un trípode per poder tenir més estabilitat i que les fotografies no surtin mogudes. D'altra banda posa les mateixes condicions de captura en totes les càmeres perquè així no hi hagi diferències i es pugui fer una comparació més exacte. Finalment fa varies fotografies amb enfoc manual i una amb enfoc automàtic.



27/09/2013 Col·loquem un espantaocells (amb l'ajuda del Pol) al costat NE del pati de les tortugues perquè aquest estiu hem observat com alguns tudons entren al pati per aquest costat i fan "escala" a la barana de l'entrada i s'hi van acumulant excrements. Però el més greu és que s'ha observat que s'estavellen contra els vidres de les portes que comuniquen amb el menjador. Això ja havia passat fa tres anys i s'hi va buscar una solució similar que va funcionar (Alba Ramon, 2010).



El Pep torna al laboratori de Microbiologia de la Facultat de Biologia perquè el Jordi Urmeneta li ha d'entregar les seqüències d'ADN dels bacteris i explicar-li el procediment que ha de seguir. S'hi està tot el matí.

Al migdia ve l'Eudald Pascual a recollir un llibre de microbiologia que ens havia deixat i el Marí li fa entrega d'un exemplar del "Boletín de la Asociación Herpetológica Española) on surt la publicació en què ell és coautor. El Pep li explica com va el treball, la visita d'avui amb el Jordi i li ensenya les columnes amb el llum LED. L'Eudald vol saber si les planàries que va portar (vegeu el dia 31/05/2013) s'han adaptat bé al bassal del pati de les tortugues. Per això baixa al pati per comprovar-ho, però torna al cap d'una estona sense haver-ne trobat cap. El Marí li insisteix que n'han vist, que la Júlia el dia que agafava mostres del bassal per observar al microscopi del laboratori de Microbiologia en va trobar (vegeu dia 19/07/2013). L'Eudald torna a baixar, ara acompanyat del Marí, i després d'una bona estona de buscar, aconsegueix trobar-ne dues a sota d'una pedra. Potser han costat de trobar perquè avui s'ha afegit aigua al bassal i s'ha remogut l'aigua. També hem observat que cada cop que s'afegeix aigua al bassal, els carpins vermells es desplacen a la zona del brollador.



01/10/2013 Buidem el receptacle de la trampa antimosquits que tenim al pati de les tortugues. Ho fem al laboratori aquesta vegada (les anteriors ho fèiem al bassal i els peixos ho menjaven) perquè volem fotografiar-ho per deixar constància dels altres insectes atrapats, a més a més dels mosquits. Al tornar a col·locar la trampa al seu lloc del pati (al cap de dos dies) ens adonem que les caixes d'hibernació estan molt desplaçades del seu lloc, i descobrim que la causa són les tortugues; les femelles intenten escapar-se del mascle, que les empaita a totes hores per l'aparellament. Possiblement la calor inusual d'aquests dies -avui s'ha arribat als 30,4°C- hi tingui alguna cosa a veure.



04/10/2013 La Júlia estrena un microcarro per fotografia macro que va muntat al tríode per tal de poder fer sèries de fotos d'objectes i d'insectes modificant el punt d'enfocament per aplicar la tècnica d'enfocament compost o per apilament (més informació en el TR de la Júlia Alguacil).

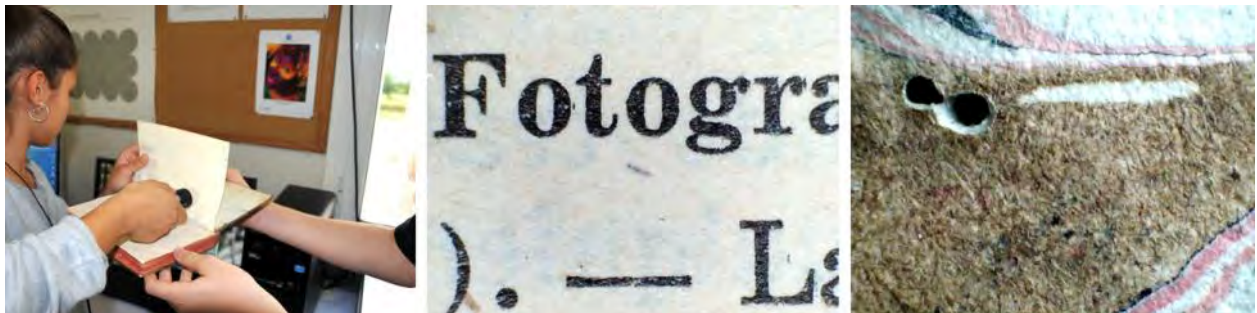


10/10/2013 L'espai *Blog de mestres* de Catalunya Ràdio i Catalunya informació s'ha interessat pel projecte del Pati de les tortugues i avui han entrevistat al nostre tutor i també a nosaltres tres, que ens han preguntat pel nostre treball de recerca. Al Marc li ha tocat parlar més perquè és el que fa el treball més directament relacionat amb les tortugues.



17/10/2013 La Júlia acaba l'encàrrec de l'Emília Ocaña (professora de Castellà) de realitzar microfotografies d'alguns detalls de llibres molt vells que han portat de casa seva els alumnes del projecte "Libros y papeles", que substitueixen al de *Petites investigacions* dels últims anys. La Júlia havia començat aquest treball amb el microscopi USB connectat a un portàtil que havia

donat problemes (i no es podia utilitzar la màxima resolució perquè es penjava) i es va decidir fer-ho amb l'ordinador de la nova estació de fotografia que hi ha a l'aula d'informàtica. Algunes fotos es feien a contrallum (per detectar les marques d'aigua, per exemple), però de la majoria es captava la textura de la superfície i els dibuixos. La Júlia es va interessar per un llibre dels més antics que tractava sobre fotografia. Un dels aspectes més curiosos de la superfície de la coberta d'alguns llibres eren els forats realitzats per insectes.



21/10/2013 Avui ens han avisat que sortia l'entrevista que ens feren la setmana passada sobre el projecte del Pati de les tortugues i els nostres treballs de recerca. La veritat és que ens ha fet molta il·lusió sentir-nos per la ràdio. I com està penjada al web i al facebook del Blog de mestres de Catalunya Ràdio, ho hem pogut enviar als amics.



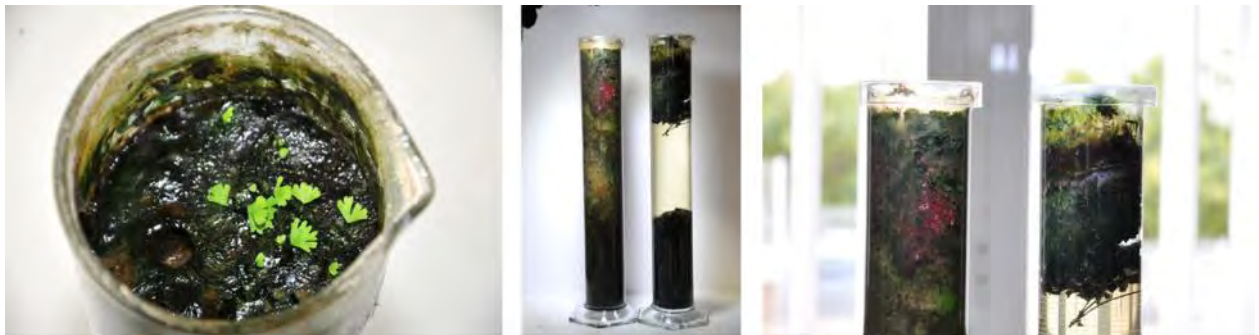
25/10/2013 La Júlia dedica la primera part de la tarda (avui el laboratori de biologia no està ocupat) a fer fotografies a través de la lupa binocular d'un insecte pal, després d'adormir-lo, i també als seus ous característics.



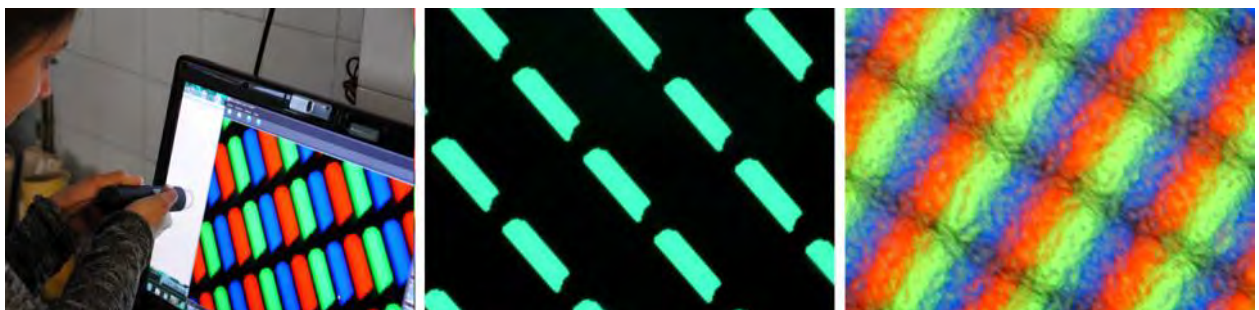
Més tard va a l'aula d'informàtica (on hi ha els microscopis USB connectats a l'ordinador de l'estació digital Windows) per realitzar el càlcul dels augments dels nous microscopis USB; una mica més tard, amb el Marí, estudien unes noves cartes de calibratge d'objectius fotogràfics, que acaben d'imprimir en alta qualitat en format Din-A3 amb la impressora del laboratori de fotografia..



30/10/2013 El Pep, que avui fa segurament les últimes fotografies de les seves columnes, descobreix que en la part superior de la columna que està al pati de les tortugues han nascut plantes (sembla ser que es tracta de la falguera que abunda a prop del sortidor d'aigua del rierol del bassal).



31/10/2013 Durant la classe de biologia hem dedicat una estona a observar els colors primaris i secundaris amb el microscopi USB, un aspecte que la Júlia ha treballat a fons (més informació en el seu treball de recerca).



Per la tarda la Júlia ha fet un reportatge fotogràfic a distància macro a una *Mantis religiosa* que un alumne de primer de batxillerat (Enric Vila) havia trobat al laboratori (no sabem com hi havia entrat).

Després de la sessió de fotos amb càmera rèflex i objectiu macro, es va adormir l'animal amb una càmera narcòtica improvisada perquè la Júlia volia fer una foto d'un ull ampliat amb la lupa binocular, però el resultat no va ser gaire bo en comparació a la bona qualitat de les macrofotografies. Al final, quan la mantis es va començar a despertar es va alliberar entre les fulles d'una planta enfiladissa del pati de les tortugues.



5/11/2013 A la Júlia li faltava una fotografia de "mirades animals", la de salamandra. Li demana ajuda per agafar-la o aguantar-la a la Núria Barrios, una companya que l'animaló no li fa massa gràcia, però la Júlia li ensenya a agafar-la correctament (amb les mans mullades, ja que és un amfibi) i el projecte es pot acabar satisfactòriament; per la seva part, el Pep també s'ha quedat per discutir alguns aspectes finals del seu treball amb el Marí.



6/11/2013 Recollim algunes fulles del bassal del pati de les tortugues, però la veritat és que aquest any, en comparació als anys anteriors per les mateixes dates (segons hem pogut comprovar consultant documents fotocronològics anteriors) n'hi ha molt poques, possiblement perquè aquesta tardor es fa esperar (els àlbers i les robínies encara tenen gairebé totes les fulles) i també per una qüestió relacionada amb el reg d'aquesta part del pati. Abans aquesta zona estava connectada al sistema general de reg de l'escola (i es regava un cop per setmana en aquesta època de l'any), però s'ha anul·lat aquesta connexió, de manera que ara reguem la zona del pati (on no hi arriba l'aigua de pluja) només de tant en tant de forma manual amb la mànega i possiblement per aquesta raó els exemplars de parra verge hagin produït menys quantitat de fulles. A dia d'avui, és la única caducifòlia del pati que ja ha perdut gairebé totes les fulles.



De cara al curs vinent està previst fer una nova connexió de reg d'aquesta zona del pati amb l'entrada autònoma d'aigua del pati de les tortugues (situada a l'extrem NO) que alimenta el reg dels aspersors. Pel que fa a l'inici d'hibernació de les tortugues, aquest any sembla que el període començarà encara més tard que l'anterior, perquè les temperatures són anormalment altes. Malgrat tot, ja hem deixar netes i a punt les caixes-refugi per a la hibernació de les tortugues juvenils nascudes aquest any (sèrie M) i el terrari exterior protegit amb malla electrosoldada per a la hibernació de les tortugues grans.

12/11/2013 Demà és l'entrega definitiva de les tres còpies dels nostres treballs de recerca. Adjuntem una còpia de les tres portades.



Agraïments

M'agradaria acabar amb un gran agraïment al meu tutor, Josep Marí, per tota l'ajuda que m'ha proporcionat durant tot aquest treball, per la paciència que ha tingut a l'hora d'ensenyar-me molts aspectes tècnics i per tot el coneixement que he après respecte aquest àmbit, no només durant aquest any de treball, sinó des de que vaig començar a interessar-me per aquest món de la fotografia relacionada amb la biologia (2n d'ESO).

També agrair al Dr. Jordi Urmeneta per tota l'ajuda obtinguda per part seva i per haver-nos proporcionat l'ús de material del departament de Microbiologia de la Facultat de Biologia.

A la Emilia Ocaña per haver-me proporcionat els llibres antics i haver-me ajudat en tot moment a l'hora de buscar les parts més interessants i de fotografiar-les.

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 Marc Olivella i Pep Atencia, per la seva col·laboració en les taques realitzades.

