

# **Fotografia amb smartphone.**

## **Aplicació a la Biologia**

Treball de recerca  
Eloi Zamora Gómez  
Tutor: Josep Marí  
Novembre 2021



# ÍNDEX

|                                                                          | <u>Pàg.</u> |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Abstract.....                                                            | 05          |
| Pròleg i objectius.....                                                  | 07          |
| 1. Introducció i aspectes previs.....                                    | 08          |
| 1.1 El Projecte Treballant la fotografia de l'Escola.....                | 08          |
| 1.2 Curs online de fotografia IDEP.....                                  | 09          |
| 1.3 La fotografia biològica a l'escola (antecedents).....                | 10          |
| 1.4 Distància focal i distància focal equivalent a càmera de 35 mm.....  | 10          |
| 1.5 La millora de les càmeres dels mòbils (antecedents).....             | 11          |
| 2. Tipus de càmeres digitals. Nomenclatura actual.....                   | 13          |
| 3. Paràmetres que defineixen un objectiu fotogràfic.....                 | 15          |
| 4. La càmera d'un smartphone modern.....                                 | 18          |
| 4.1 Aparell òptic i objectius.....                                       | 18          |
| 4.1.1 Smartphones de diferents focals.....                               | 19          |
| 4.1.2 El sensor.....                                                     | 21          |
| 4.1.3 Els diferents tipus d'smartphones fotogràfics.....                 | 23          |
| 4.1.3.1 Android.....                                                     | 23          |
| 4.1.3.2 iOS.....                                                         | 23          |
| 4.2 La fotografia computacional i la intel·ligència artificial (IA)..... | 24          |
| 5. La captura.....                                                       | 25          |
| 5.1 Estabilització i botons dedicats.....                                | 25          |
| 5.2 RAW o JPEG?.....                                                     | 25          |
| 5.3 HDR (alt rang dinàmic).....                                          | 27          |
| 6. Aplicació del mòbil per a Biologia.....                               | 30          |
| 6.1 Google Lens.....                                                     | 30          |
| 6.1.1 Funcionament.....                                                  | 31          |
| 6.1.2 Identificació d'éssers vius.....                                   | 33          |
| 6.2 Programes amb participació ciutadana.....                            | 33          |
| 6.3 Altres aplicacions i utilitats del mòbil per Biologia.....           | 35          |
| 6.3.1 Altres aplicacions per Biologia.....                               | 35          |
| 6.3.2 Utilització del mòbil amb lupes, microscopis i telescopis.....     | 36          |
| 6.3.3 Utilització del mòbil per al control d'altres càmeres.....         | 36          |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 7. Projectes.....                                                | 38 |
| PROJECTES TÈCNICS                                                |    |
| 7.1 Val la pena disparar en RAW amb un smartphone? .....         | 38 |
| 7.1.1 RAW d'aplicació i JPEG.....                                | 38 |
| 7.1.2 RAW integrat en el terminal i JPEG .....                   | 38 |
| 7.1.3 RAW integrat, JPEG i JPEG-L .....                          | 42 |
| 7.2 El control de la profunditat de camp amb un smartphone ..... | 45 |
| PROJECTES BIOLÒGICS                                              |    |
| 7.3 Bioidentificació.....                                        | 47 |
| 7.4 Captures amb lupa binocular.....                             | 48 |
| 7.5 Captures amb digiscoping.....                                | 51 |
| 7.6 Reportatges.....                                             | 54 |
| 7.6.1 Perseguint peixos o jugant amb ells?.....                  | 54 |
| 7.6.2 Motius marins.....                                         | 55 |
| 8. Conclusions.....                                              | 57 |
| 9 Bibliografia.....                                              | 58 |
| Annex 1. Estructura detallada del curs Nikon School-IDEP.....    | 61 |
| Annex 2. Diploma curs Nikon School-IDEP .....                    | 63 |
| Annex fotocronològic .....                                       | 65 |

## Abstract

This research work aims to be part of the school's *Working photography* project. For this reason, there is included an explanation of this project and some previous research works are often mentioned. The goal of this project consists in studying the characteristics of the modern smartphone cameras and its applicability to biology. On the one hand for his utility of direct use in magnifying glass, microscopes and telescopes and, on the other hand, for the ease that allows some applications (apps) to solve some biological aspects such as organisms bioidentification. It has been analysed the applicability of an app (Google Lens) for the identification of organisms and some practic photographic projects have been carried out; 3 technique projects and 4 biological projects, using two types of smartphones, one of each operative system from the two that currently exist (iOS and Android), which have allowed to demonstrate the applicability of the current mobiles to biology. Finally, the photographs are carried out for the microreports of the fotocronologic document form the Tortoises yard project along with my research work partners Berta Ruiz and Laia Pons.

## Resumen

Este trabajo pretende formar parte del proyecto *Trabajando la fotografía* de la escuela, por esta razón incluye una explicación de este proyecto y con frecuencia aparecen menciones a trabajos de investigación anteriores. La finalidad del trabajo consiste en estudiar las características de las cámaras de los *smartphones* modernos y su aplicabilidad en biología. Por un lado, por su utilidad de uso directo en lupas, microscopios y telescopios y, por otro, por la facilidad que permiten algunas aplicaciones (apps) para resolver aspectos biológicos como la bioidentificación de organismos. Se ha analizado la aplicabilidad de una app (Google Lens) para la identificación de organismos y se han llevado a cabo varios proyectos fotográficos prácticos, 3 proyectos técnicos y 4 proyectos biológicos, utilizando dos tipos de smartphones, uno de cada sistema operativo de dos que existen actualmente (iOS y Android), en que se ha podido demostrar la utilidad de los móviles actuales en la Biología. Finalmente, se han realizado las fotografías para los microreportajes del documento fotocronológico del proyecto del *Patio de las tortugas* junto con mis compañeras de trabajo de investigación Berta Ruiz y Laia Pons.

## Resum

Aquest treball pretén formar part del projecte *Treballant la fotografia* de l'escola, per aquesta raó inclou una explicació d'aquest projecte i sovint apareixen mencions a treballs de recerca anteriors. La finalitat del treball consisteix en estudiar les característiques de les càmeres dels *smartphones* moderns i la seva aplicabilitat a la Biologia. Per una banda, per la seva utilitat d'ús directe en lupes, microscopis i telescopis i, per altra banda, per la facilitat que permeten algunes aplicacions (apps) per a resoldre aspectes biològics com la bioidentificació d'organismes. S'ha analitzat l'aplicabilitat d'una app (*Google Lens*) per a la identificació d'organismes i s'han portat a terme diversos projectes fotogràfics pràctics, 3 projectes tècnics i 4 projectes biològics, utilitzant dos tipus d'smartphones, un de cada sistema operatiu dels dos que existeixen actualment (iOS i Android), amb els que s'ha pogut demostrar la utilitat dels mòbils actuals a la Biologia. Finalment, s'han portat a terme les fotografies per els microreportatges del document fotocronològic del projecte del Pati de les tortugues juntament amb les meves companyes de treball de recerca Berta Ruiz i Laia Pons.



## Pròleg i objectius

Des de que era petit, he estat envoltat de pilars de càmeres per l'afició del meu pare a la fotografia i sobretot pel seu negoci de fotografia. Aquest ha sigut un dels motius pels que sempre m'he volgut endinsar en el món de la fotografia i les càmeres.

Un altre motiu que em va animar a escollir la fotografia com a tema del Treball va ser observar, des de la meua entrada a l'Escola, la immersió i la dedicació tant del professorat com de l'alumnat cap als projectes fotogràfics, és per això que no he dubtat en escollir la fotografia com a focus principal de la meua investigació.

Vaig decidir començar aquest endinsament al món de la fotografia captant imatges al jardí de casa meua: des de plantes i animals, fins a formes i racons que em semblaven interessants, coincidint amb el concurs de fotografia matemàtica 2020-2021. No obstant, una de les dificultats amb la que em vaig topar van ser els meus pocs coneixements tècnics sobre la fotografia. Es doncs quan el meu tutor del treball, en Josep Marí, em va recomanar un curs de fotografia online a la pàgina web de *Nikonistas*, el qual es dividia en diferents nivells. A més, també em va proporcionar un parell de llibres que havia d'anar llegint, un de clàssic sobre composició fotogràfica i un altre, molt més actual, sobre fotografia amb mòbil d'alta qualitat.

Després de seguir el curs i recollir la informació que necessitava dels llibres recomanats, vaig començar a fer fotografies enfocades cap a una finalitat més definida: estudiar i experimentar sobre la part artística i estètica d'una fotografia, doncs només amb uns rajos de llum, pots transmetre tota mena de sentiments i aconseguir que sigui una petjada pel futur que serveixi per recordar un instant, que sense aquesta seria oblidat.

La meua principal finalitat serà aprofundir en la fotografia i seguir amb la línia dels anteriors Treballs de Recerca de Fotografia del Projecte "Treballant la fotografia" de l'Escola. Per aquest motiu, he hagut de conèixer l'estructura i organització tant del projecte com dels treballs de recerca que en formen part. Havent recopilat la informació de les investigacions anteriors, el meu tutor i jo vam trobar interessant encarar el aquest treball cap a un tema més actual dins de la fotografia: *la fotografia mòbil i la seva evolució tecnològica*. Per conèixer més el tema vaig llegir dos llibres recomanats pel meu tutor sobre la fotografia mòbil, dels quals he extret molta de la informació teòrica que es presenta en aquest treball.

Per a realitzar comprovacions i els diferents projectes pràctics he fet servir majoritàriament l'equipament de fotografia de l'Escola i en alguns casos una càmera pròpia (una Nikon D80 i una Cànon PowerShot G1 X Mark II) i dos smartphones, un del sistema iOS (iPhone 11) i un del sistema Android (Huawei P30 Pro). En aquest treball les fotografies són pròpies, excepte algunes de l'annex fotocronològic que han estat realitzades per les meves companyes del projecte del Pati de les tortugues o del tutor.

En concret, els objectius del meu Treball de Recerca són els següents:

- Aprendre fotografia a nivell general, realitzant i completant un curs de fotografia Nikon online.
- Aprofundir en el coneixement de les principals característiques de les càmeres que incorporen els mòbils moderns (smartphones).

- Estudiar els factors que permeten optimitzar la captura i les aplicacions (apps) de mòbil per a l'aprenentatge de Biologia.
- Realitzar projectes fotogràfics específics amb smartphones, tant de caire tècnic com de caire biològic.
- Portar a terme el registre fotogràfic de les activitats i sortides relacionades amb el projecte Pati de les tortugues i, juntament amb el tutor, el muntatge gràfic del document fotocronològic realitzat conjuntament amb les meves companyes Berta Ruiz i Laia Pons.

## 1. Introducció i antecedents

### 1.1 El projecte *Treballant la fotografia de l'Escola*

L'Escola recentment ha celebrat el seu 50è aniversari i s'imparteix fotografia a l'escola des dels seus inicis. Això vol dir que l'escola ha viscut tota la transició cap a la tecnologia digital, amb una profunda transformació de l'antic laboratori fotogràfic en una estació digital principal i dues de secundàries<sup>1</sup>.

En treballs de recerca anteriors (Mar Prieto, 2014; Laia Ginestà, 2015; Ariadna Gorriz, 2017) ja s'explica amb un cert detall l'evolució de la fotografia a l'escola, i en els tres darrers (Berta Martínez, 2018; Alba Jiménez, 2019; Ana Hernández, 2020) es ressalta un aspecte amb el que coincideixo plenament, la motivació derivada de l'observació de bones fotografies realitzades per alumnes de l'escola. Estem acostumats des de petits a veure fotografies científiques, matemàtiques i filosòfiques exposades en alguns passadissos (Figura 1). I després, de més grans, els que hi estem més interessats, podem ampliar el grau d'observació consultant els dos llocs del portal web de l'escola, *Treballant la fotografia*<sup>2</sup> i *Fotofilo (El Blog Filomestral)*<sup>3</sup>. El primer està organitzat en diferents apartats en els que s'inclouen, entre altres, els treballs de fotografia científica (sobretot de caire biològic) i fotografia matemàtica i els treballs de recerca de fotografia dels últims 13 anys. En el blog de Fotofilo es presenten els treballs de fotofilosofia dels últims 12 anys, ordenats cronològicament.

Des de fa 9 anys l'escola té una pàgina al web del Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCBEducació<sup>4</sup>) en la que es publiquen els aspectes més rellevants dels últims anys en fotografia científica, biològica i matemàtica, i també s'hi inclouen les obres íntegres de les últimes Exposicions de fotografia.

<sup>1</sup> les estacions secundàries estan ubicades una a l'aula d'informàtica i l'altre al laboratori de Biologia (en aquest cas amb connexió als microscopis).

<sup>2</sup> <http://www.escolamestral.cat/mon-cientific/fotografia.html>

<sup>3</sup> <http://www.escolamestral.cat/filomestral/>

<sup>4</sup> [http://www.cccbeducacio.org/ca\\_ES/web/guest/explorar/-/institut/e\\_11310](http://www.cccbeducacio.org/ca_ES/web/guest/explorar/-/institut/e_11310)



**Figura 1.** Pòsters amb treballs d'alumnes de l'escola situats al passadís de la biblioteca (esquerra) i al passadís dels laboratoris de fotografia i de biologia (dreta). Els pòsters procedeixen de les exposicions que es fan periòdicament a l'Aula de Cultura de l'Ateneu de Sant Feliu de Llobregat. (Figura extreta de Laia Ginestà, 2015).

Al llarg de tots aquests anys l'escola ha anat adquirint<sup>5</sup> càmeres i equipament fotogràfic divers, que està a la nostra disposició a partir de 2n d'ESO.

## **1.2 Curs online de fotografia IDEP**

Per aconseguir el primer objectiu del treball, que és el d'aprendre fotografia a nivell general, el meu tutor em va proposar realitzar un curs online de fotografia de Nikon-School, en col·laboració amb l'Escola de Fotografia i Disseny IDEP de Barcelona. Per poder fer aquest curs de forma gratuïta has de ser del *Club Nikonistes* i, per ser-ho, has de tenir registrada la compra de material fotogràfic d'aquesta marca.

Aquest curs fotogràfic, fet des de l'aula virtual *Nikonista*, consta de quatre nivells en els que hi ha diferents apartats (vegeu Annex 1). Alguns exemples són: l'estètica i narrativa de la fotografia, tècniques de la fotografia digital, retoc, manipulació de les imatges i la fotografia digital en la pràctica. Al final de cada nivell, s'ha de realitzar un qüestionari que demostrï l'adquisició del nivell tècnic requerit per avançar al següent. Quan s'acaba el Nivell 4, s'ha d'escollir un tema per fer un treball que demostrï el que s'ha après durant aquest curs per així rebre l'acreditació i un diploma conforme s'han assolit els coneixements (vegeu annex 2). El tema que vaig escollir va ser *El Transport a la ciutat de Barcelona*, incloent els nous transports, com el patinet elèctric. He ordenat el reportatge, en base a les places que té cada transport, des del metro i el tren fins a la bicicleta i el patinet que són transports individuals (vegeu AF del dia 30/06/2021).

Realitzar aquest curs m'ha permès assolir un nivell raonable en coneixement fotogràfic i en el funcionament d'una càmera, així com en conèixer els principals programes de manipulació d'una imatge.

<sup>5</sup> amb la subvenció de premis i també amb donacions i subvencions vinculades a projectes d'investigació



### **1.3 La fotografia biològica a l'escola (antecedents)**

La fotografia biològica és l'aspecte més treballat de fotografia de l'escola, tant a nivell general (si entrem a la llista cronològica dels treballs dels alumnes, veurem que fins i tot en la fotografia matemàtica hi ha un predomini dels motius biològics)<sup>6</sup>, com a nivell específic i d'aprofundiment en els treballs de recerca. Ho podem comprovar si ens fixem en els títols dels treballs de recerca del projecte (vegeu apartat 1.1) dels últims 13 anys: *Macrofotografia digital* (Alba Soria, 2008), *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues* (Laura Pasqual, 2009), *Micromons* (Ariadna Simón, 2009), *Fotografia biològica d'aproximació* (Natàlia Garcia, 2010), *Aproximació pràctica al control manual de la imatge digital* (Xavier Hernández, 2011), *Aproximació al control de la profunditat de camp en macrofotografia digital* (Sandra Roig, 2012), *Macrofotografia i micromons* (Júlia Alguacil, 2013), *Objectiu fotogràfic i fotografia biològica* (Mar Prieto, 2014), *Fotografia biològica i composició fotogràfica* (Laia Ginestà, 2015), *La tècnica fotogràfica time-lapse i la seva aplicació biològica a l'Escola* (Sònia Marías, 2015), *Fotografia macro. Compacta, smartphone o rèflex* (Ariadna Górriz, 2017), *Projectes per a l'optimització de la càmera rèflex digital* (Berta Martínez, 2018), *Projectes fotogràfics amb càmera rèflex* (Alba Jiménez, 2019), *Aproximació al reportatge fotogràfic de caire científic* (Ana Hernández, 2020).

El present treball no constituirà una excepció a la norma d'aquests últims anys, també està relacionat amb aspectes biològics, però més enfocat a la utilització de l'smartphone.

### **1.4 Distància focal i distància focal equivalent a càmera de 35 mm**

Conèixer la distància focal d'un objectiu és fonamental per saber si el que estem fotografiant respon al que realment veiem (distància focal *normal*) o diferent de com ho veiem amb els nostres ulls (*gran angular* i *teleobjectiu*). A diferència de la fotografia analògica, en la que ràpidament es va aconseguir l'estàndard de 35 mm (tant les compactes com les rèflex utilitzaven la pel·lícula de 35 mm), en fotografia digital no hi ha un estàndard i per això cal recórrer a l'anomenada "distància focal equivalent (dfe) a càmera de 35 mm" en la que sabem que una distància focal normal correspon als 50 mm (en realitat 43,2 mm) i que per sota d'aquest valor correspon a gran angular i per sobre a teleobjectiu.

En les càmeres digitals, la pel·lícula és substituïda per un sensor CCD (*Charge-Coupled Device*, dispositiu de càrrega acoplada) o CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*, semiconductor d'òxid metàl·lic complementari) de mides variables, generalment força més petit que les del negatiu de 35 mm. En el món de la fotografia digital no hi ha cap estàndard en la mida del sensor fotogràfic. Per aquesta raó, quan volem dir a quina distància focal estem fotografiant, hem de mirar la relació que hi ha entre la diagonal del sensor de la càmera que utilitzem i el del negatiu de 35 mm, per tal d'establir un factor multiplicador<sup>7</sup> entre ells. És així com aconseguim designar el camp de visió i la distància focal utilitzada. Per exemple, en el cas de la meua Nikon D80, el quocient entre la diagonal del negatiu de 35 mm (43,2 mm) i la diagonal del sensor de la càmera (28,4 mm)<sup>8</sup> és d'1,5. Per tant, aquest és el factor multiplicador que hem

---

<sup>6</sup> <http://www.escolamestral.cat/mon-cientific/fotografia/treballs-dels-alumnes-llista-cronologica.html>

<sup>7</sup> En realitat és un factor de retall.

<sup>8</sup> Calculada a partir de les dimensions del sensor (23,6 mm x 15,8 mm) extretes del manual de la càmera.

d'utilitzar per transformar les distàncies focals marcades a l'objectiu en distàncies focals equivalents (dfe) a la càmera de 35 mm. Així, l'objectiu 18-55 mm muntat en aquesta càmera, equival a un 27-83 mm en dfe, és a dir, de gran angular a tele curt.

En el cas de la Canon PowerShot G1 Mark II, amb una mida de sensor de 18,7 x 14 mm, li correspon una diagonal de 23,36 mm (que és la seva distància focal normal) i un factor multiplicador d'1,8 (43,2/23,36).

Pel que fa a les característiques de les càmeres dels mòbils utilitzats es comentaran més endavant (vegeu apartat 4).

## **1.5 La millora de les càmeres dels mòbils (antecedents)**

La millora de les càmeres dels mòbils en els últims 10 anys ha estat extraordinària. En un treball de recerca anterior dedicat a la fotografia macro<sup>9</sup> (Ariadna Górriz, 2017) ja es va comprovar que la qualitat de les macrofotografies realitzades amb les càmeres dels smartphones moderns es situaven entremig de les realitzades amb càmeres rèflex i objectiu macro i càmeres compactes avançades amb opció macro.

La raó d'aquesta espectacular millora es va relacionar amb l'augment exponencial de venda de dispositius mòbils, que ha permès dedicar més recursos a la investigació per a millorar les càmeres d'aquests dispositius.

L'any 2016, ara fa 5 anys, amb les dades obtingudes de l'Associació de Productes de la Imatge i la Càmera (CIPA, Camera & Imaging Products Association) el fotògraf Sven Skafisk va fer un gràfic on es pot observar amb detall des de l'any 1933 la comparació de vendes dels diferents tipus de càmeres rèflex, compactes, les analògiques i les digitals amb les dels smartphones (Figura 2).

En l'evolució de les vendes de càmeres analògiques, compactes digitals, DSLR (rèflex digitals), DSLM (Mirrorless) i smartphones de 1933 a 2016, podem destacar la desaparició<sup>10</sup> de les càmeres analògiques el 2005 i la gran davallada en la venda de compactes digitals a partir del 2010, moment en què havien assolit el seu màxim, mentre que les DSLR baixen una mica a partir de 2013 i les compactes avançades (càmeres "bridge") d'objectius intercanviables (vegeu apartat 3.2) pràcticament no varien. Possiblement perquè ofereixen un nivell de prestacions que no és possible substituir amb les reduïdes dimensions dels smartphones per allotjar les seves càmeres.

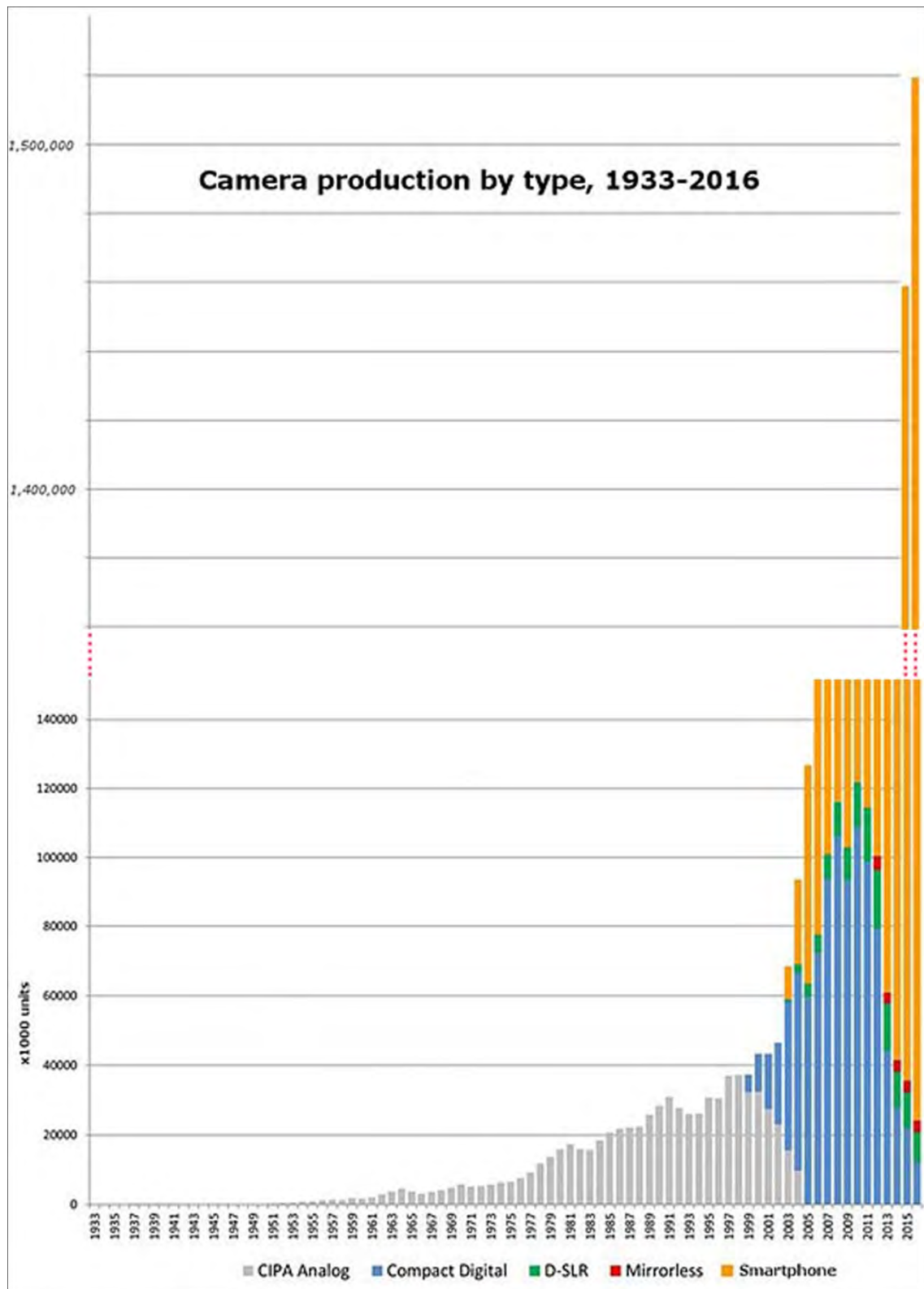
La versatilitat dels mòbils fa que sigui una opció atractiva pels aficionats a la fotografia junt amb la incorporació d'un sistema operatiu i un preu "moderat". Aquests, han anat ocupant el lloc de les càmeres fins convertir-les en un producte gairebé "innecessari".

Els fabricants davant aquest desinterès per les càmeres compactes han optat per reduir els seus productes i centrar-se en les càmeres de mitjana i alta qualitat (DSLR i DSLM) i sobretot en millorar les càmeres dels smartphones, dotant-los d'apps i característiques cada vegada més sofisticades com és el cas de l'iPhone 7S que, gracies a que incorpora una doble càmera, pot crear efectes de desenfocament de profunditat de camp, aspecte que fins fa poc era restrictiu de les càmeres rèflex (Ariadna Górriz, 2017).

---

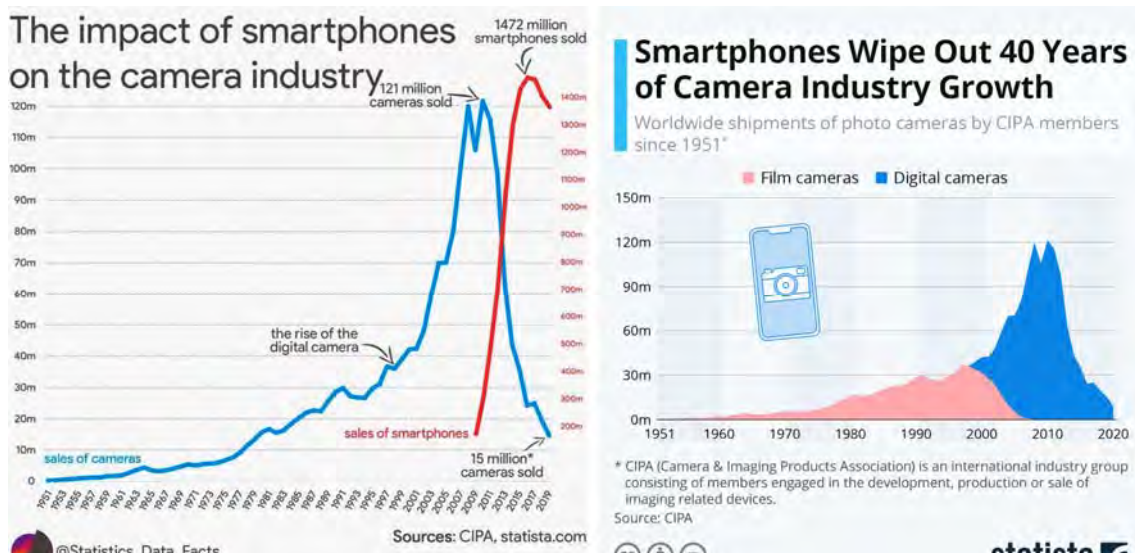
<sup>9</sup> *Fotografia macro. Compacta, smartphone o rèflex* (Ariadna Górriz, 2017).

<sup>10</sup> No vol dir necessàriament que hagin desaparegut del tot, però amb relació a la comparativa, sí.



**Figura 2.** Evolució de les vendes de càmeres analògiques, compactes digitals, DSLR, DSLM i smartphones de 1933 a 2016. La gràfica està tallada (en realitat és 10 vegades més alta). En la part inferior aquí representada, a part de la desaparició de les càmeres analògiques, es pot observar la gran davallada de les compactes digitals els últims anys, mentre que les DSLR baixen una mica i les DSLM pràcticament no varien. (Extret de <https://www.dpreview.com/news/9398648371/2016-cipa-data-shows-compact-digital-camera-sales-lower-than-ever>).

Com veurem més endavant (vegeu apartat 4), el número de càmeres en alguns smartphones s'ha incrementat des d'aleshores i pel que fa a les vendes la tendència esmentada de l'any 2016 de venda d'smartphones, malgrat s'ha frenat una mica, es manté i es continua considerant la causa de la baixada de vendes de càmeres digitals (Figura 3).



**Figura 3.** Impacte de la venda d'smartphones sobre la venda de càmeres digitals (esquerra), de manera semblant a com aquestes últimes van impactar en la davallada de venda de les càmeres analògiques (dreta). (Extret de: <https://www.dpreview.com/forums/post/63364882> ).

Per tal poder entendre millor les particularitats de les càmeres dels smartphones farem una petita explicació dels diferents tipus de càmeres digitals i dels paràmetres que defineixen un objectiu fotogràfic.

## 2. Tipus de càmeres digitals. Nomenclatura actual

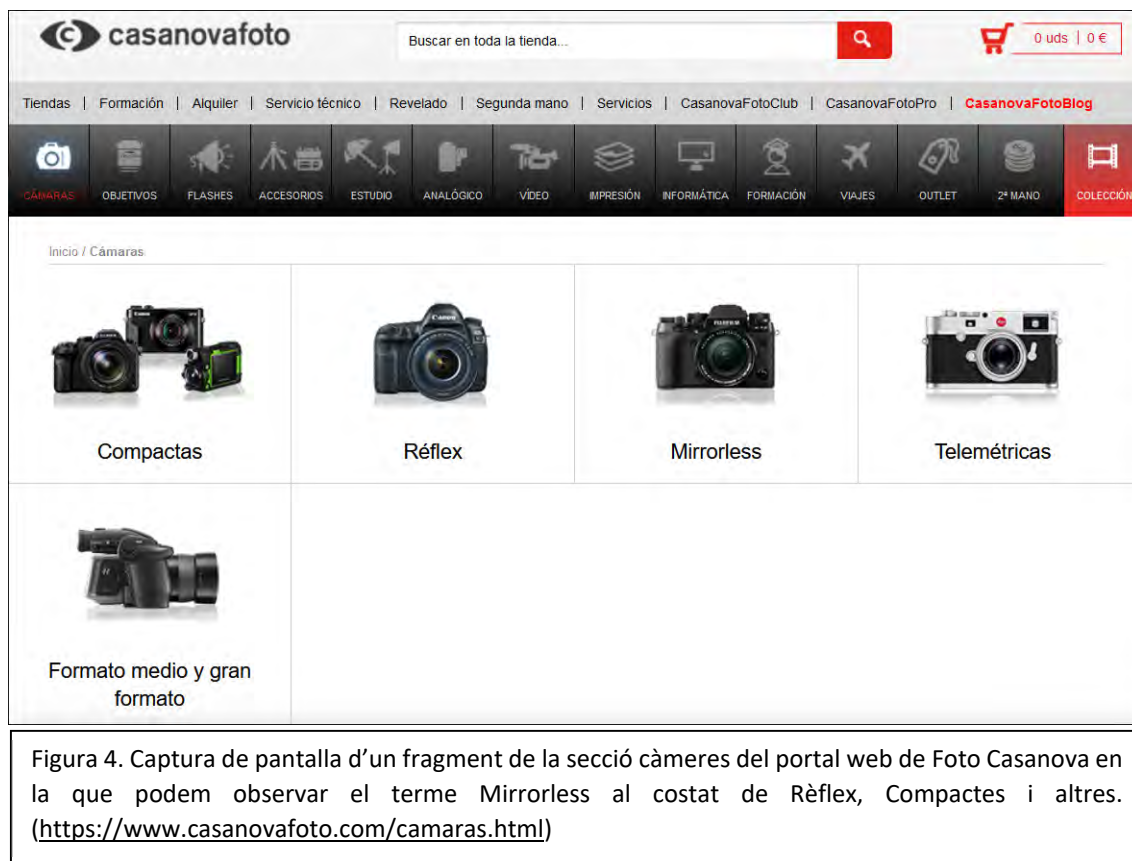
En l'apartat anterior ja han aparegut termes com DSLR, DSLM que intentarem aclarir aquí una mica més bé.

El terme rèflex, tradicionalment associat a les úniques càmeres d'objectius intercanviables, actualment no és del tot correcte perquè en els últims anys han sorgit al mercat unes càmeres sense mirall (i per tant no són rèflex) 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 sembla que s'està imposant aquesta última denominació (DSLM) perquè són càmeres d'un sol objectiu (però intercanviable) com les càmeres rèflex (DSLR), i sense el mirall d'aquestes (d'aquí la M, de Mirrorless). Per altre banda, també



han existit càmeres rèflex analògiques d'objectiu fixe. En un treball de recerca anterior (Mar Prieto, 2014) es fa una anàlisi exhaustiva de tota aquesta terminologia. Però el terme Mirrorless sembla que ha estat definitivament l'escollit per utilitzar en els catàlegs publicitaris i en els portals web oficials dels distribuïdors de càmeres més grans de Barcelona, com Foto Casanova, on apareix aquest terme al costat del de càmeres rèflex (Figura 4) i ja apareixia així fa 2 anys (Alba Jiménez, 2019).



Un cop fetes aquestes consideracions formals, a partir d'aquí utilitzarem el terme rèflex per referir-nos a les càmeres amb mirall i d'objectius intercanviables d'un sol objectiu, és a dir, les que es corresponen amb les sigles SLR (Single Lens Reflex) i més concretament les DSLR (Digital Single Lens Reflex). Aquestes últimes es classifiquen actualment segons la mida del sensor en tres grups principals: les que tenen un factor multiplicador de distància focal de 2,0 (sistema dels 4/3 i *micro* 4/3), les que tenen un factor entre 1,6 i 1,5 (APS-C o DX) i les de factor 1, és a dir, de format complet (Full Frame o FX).

Ja hem comentat anteriorment a la introducció (vegeu apartat 1.5) que la millora exponencial de les càmeres dels mòbils ha fet disminuir dràsticament la venda de càmeres digitals. Aquesta davallada, però, es refereix sobretot a les càmeres compactes, ja que la venda de DSLM i DSLR, malgrat també ha disminuït, encara continua viu.

Les càmeres de mig format són càmeres amb una qualitat d'imatge i una resolució molt alta que serveixen principalment per un estudi fotogràfic o per una fotografia molt concreta i gràcies a aquesta gran qualitat es pot fer qualsevol cosa en l'aplicació del

revelat i l'edició que s'utilitzi, per exemple, es poden realitzar ampliacions realment grans.

Hi ha dos tipus de càmeres digitals de mig format, les que eren inicialment analògiques i se'ls hi ha incorporat un respatller digital com la Mamiya RZ PRO, Mamiya 645 AFD i les Hasselblad analògiques i les que han estat dissenyades des d'un principi per al format digital, com les Hasselblad digitals (H1, H2S, H3D...) i la Mamiya ZD.

Aquests equips són grans i pesats i requereixen gairebé sempre d'utilització d'un trípode. Són càmeres destinades només a professionals i no es veuen afectades per competència amb les càmeres dels mòbils, degut al seu gran sensor.

### **3. Paràmetres que defineixen un objectiu fotogràfic**

Per parlar en els següents apartats les característiques i les particularitats dels objectius que incorporen les càmeres del mòbil, és important conèixer els paràmetres que defineixen un objectiu fotogràfic de càmera rèflex.

Les característiques i tipus d'objectius fotogràfics han estat àmpliament explicats en el treball de recerca "Objectiu fotogràfic i fotografia biològica" (Mar Prieto, 2014). Aquí només esmentarem els paràmetres que defineixen un objectiu i mostrarem l'interior d'un d'ells.

Per poder classificar els objectius tenim dos paràmetres principals que en defineixen les característiques. Aquests dos paràmetres són la longitud o distància focal i l'obertura màxima de diafragma. Evidentment els objectius no només es diferencien entre ells per aquests dos paràmetres sinó que en tenen d'altres de secundaris, com ara la marca de l'objectiu, si té o no té macro, les sigles que indiquen la compatibilitat amb diferents càmeres i l'estabilitzador d'imatge, entre molts altres.

La distància focal (vegeu apartat 1.4) es defineix com la distància que hi ha entre el centre de la lent i el focus. Els objectius fixes (sense zoom) que són considerats com de longitud focal normal són de 50 mm per les càmeres de 35 mm, de 28 mm per les càmeres digitals SLR, 100 mm per les càmeres de format 6x7 cm i de 150 mm per les càmeres de 12x10 cm. Aquestes combinacions proporcionen un angle de visió de 45 graus (Langford *et al.*, 2011).

L'altre paràmetre principal d'un objectiu és l'obertura màxima del diafragma. L'obertura del diafragma s'indica amb els nombres *f/*. Els nombres *f* segueixen una seqüència internacionalment coneguda en acord amb la lluminositat de la imatge. És com utilitzar un dispensador de llum; cada pas cap al número més alt divideix per dos la quantitat de llum que passa per l'objectiu i com que l'obertura d'aquest està situada al centre, redueix la brillantor de la imatge uniformement. La seqüència és la següent: *f/1*, *f/1.4*, *f/2*, *f/2.8*, *f/4*, *f/5.6*, *f/8*, *f/11*, *f/16*, *f/22*, *f/32*... en aquesta successió cada número *f* ens separa un pas del següent. Un pas (*full stop* en anglès i d'aquí el nom de número *f/*) significa que es dobla o es divideix a la meitat l'entrada de llum o diàmetre efectiu del diafragma.

Aquesta successió és fàcil de recordar perquè està (a partir de l'1) multiplicada pel factor  $\sqrt{2}$  (i es duplica cada dos passos)<sup>11</sup>.

Un dels requisits que ha de tenir un bon objectiu és poder obrir el diafragma al màxim, com podria ser fins a f/2 o f/1.4 (diafragma molt lluminós). Que un diafragma pugui obrir-se fins a tal punt vol dir que és capaç de captar molta llum i, per tant, que pot fer fotografies a una velocitat d'obturació molt ràpida. Aquesta dada, l'obertura màxima, va gravada al cos de l'objectiu.

Hi ha altres paràmetres que defineixen les característiques d'un objectiu. Un d'ells seria la marca. Les marques més valorades<sup>12</sup> que hi ha actualment al mercat són Nikon, Canon, Olympus i Sony, entre moltes altres<sup>13</sup>. Un altre seria els adjectius que tenen, és a dir, les diferents funcions que poden tenir. Un exemple seria l'adjectiu "macro". Les diferents funcions que pot tenir l'objectiu li donen valor.

També podríem pensar en les sigles que indiquen sistema i/o compatibilitat entre objectius, com per exemple EFS. Aquesta sigla existeix únicament en els objectius Canon i les sigles es creen a partir de *Electro Focus-Short back focus*. Aquestes sigles volen dir que l'objectiu està únicament dissenyat per a sensor de mida APS-C<sup>14</sup>.

Uns altres paràmetres podrien ser l'estabilitzador d'imatge (VR, IS), si és silenciós (STM, USM) i si té aberracions corregides (APO), entre altres.

Posem com a exemple el següent objectiu, un dels que tenim a l'escola (Figura 5):

---

<sup>11</sup> <https://www.dzoom.org.es/el-misterioso-significado-del-numero-f/comment-page-1/>

<sup>12</sup> pel públic en general (ja que existeixen marques de més prestigi, com Contax, Leica, etc).

<sup>13</sup> Sense descuidar les empreses que es dediquen a fabricar objectius per aquestes marques, com Tamron i Sigma, per exemple (informació aportada pel meu tutor).

<sup>14</sup> Informació extreta de <http://www.conFiguracionvisual.com/2009/11/16/completa-guia-sobre-siglas-y-denominaciones-de-objetivos-y-lentes-fotograficos/>

### AF-S DX NIKKOR 18-105mm f/3.5-5.6G ED VR

- Les sigles AF-S (*AutoFocus with Silent wave motor*) volen dir que en lloc de ser la càmera la que mou per mitjà d'un apèndix mecànic tot el conjunt d'engranatges necessaris per enfocar, és el propi objectiu qui mou el conjunt de lents en funció de les ordres electròniques que rep de la càmera. Actualment tots els objectius Nikkor tenen aquesta característica.

- Les sigles DX volen dir que el sensor de la càmera està en format APS-C, és a dir, que la seva mida és d'uns 25,1 x 16,7 mm.

- Nikkor és el nom que la marca Nikon dona a tots els seus objectius.

- Els nombres 18-105 mm indiquen quines distàncies focals diferents abasta aquest objectiu, és a dir, l'amplitud de focal.

- Els nombres f/3.5-5.6 indiquen quina és l'obertura màxima a 18 mm i a 105mm (f/3.5 i f/5.6, respectivament).

- La lletra G (*Gilded*) vol dir que l'objectiu no incorpora una anella que deixi seleccionar manualment a quina obertura de diafragma disparem.

- Les sigles ED (*Extra-low Dispersion*) volen dir que el vidre emprat per la fabricació d'algunes lents és anti aberracions, és a dir, que les té corregides.

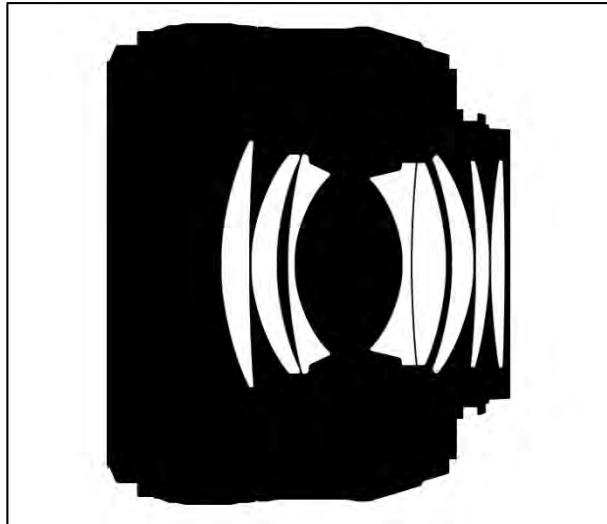
- Les sigles VR (*Vibration Reduction*) volen dir que l'objectiu incorpora un sistema de reducció de vibracions que permet disparar a velocitats d'obturació més lentes que en els objectius que no tenen aquest sistema.



**Figura 5.** Un dels objectius utilitzats en el que es pot veure la inscripció de les característiques en un lateral. També se solen incloure en el frontal de l'objectiu. (Figura extreta de Mar Prieto, 2014).



Els objectius, però, no incorporen una sola lent perquè les lents simples distorsionen les formes, produeixen aberracions cromàtiques i redueixen el contrast. L'objectiu principal del disseny i de la fabricació dels diferents sistemes òptics o fotogràfics és produir objectius amb el mínim nombre de defectes possibles, anomenats aberracions, una alta resolució, brillantor i contrast. Per obtenir-ho, s'utilitzen vidres òptics especials amb diferents propietats de refracció i de dispersió, és a dir, que conté una sèrie d'elements de diferents formes fabricats amb diferents tipus de vidres per neutralitzar les aberracions. De fet, un objectiu de longitud focal normal sol tenir entre 5 i 8 elements diferents (Figura 6).



**Figura 6.** Objectiu fotogràfic tallat per la meitat. Es tracta d'un objectiu Nikkor de 50 mm f/1.4 i la Figura mostra la combinació de les lents, en aquest cas, 8 elements òptics. (Figura extreta de Mar Prieto, 2014).

## 4. La càmera d'un smartphone modern

En principi, la tecnologia utilitzada en la càmera dels mòbils no presenta gaires diferències de la utilitzada en moltes càmeres digitals i els dos aspectes fonamentals són els mateixos, és a dir, l'objectiu o grup òptic i el sensor, amb les limitacions d'espai que comporta les reduïdes dimensions d'un smartphone (Rivas, 2015). La càmera d'un smartphone és complexa, però a la vegada simple en quant a estructuració (Rivas, 2020). La qualitat de les càmeres dels nostres telèfons ja no tenen res que envejar a les de les millors compactes (Mellado, 2021).

### 4.1 Aparell òptic i objectius

L'objectiu o bloc òptic és l'encarregat de deixar entrar la llum exterior fins al sensor. Gràcies a l'organització de les lents d'aquest objectiu es redueixen les aberracions òptiques o les distorsions que es poden produir.

Aquest bloc òptic, amb el temps va millorant i a conseqüència d'això la qualitat de la imatge va augmentat progressivament, aquest és un factor molt important alhora de considerar la qualitat d'imatge de la càmera d'un smartphone i es quasi igual d'important que el seu sensor. Marques com Carl Zeiss, Schneider o Leica<sup>15</sup>, fabriquen els objectius dels dispositius mòbils d'alta gama i l'objectiu frontal sol anar recobert de cristall de safir per a que no es trenqui o es ratlli amb facilitat (Rivas, 2020).



**Figura 7.** Exemple d'estructura de bloc òptic (objectiu) muntat en una càmera d'smartphone. (Extret de Rivas, 2015).

Una gran diferència amb les altres càmeres digitals anteriorment esmentades és l'obertura de diafragma ja que en els smartphones no és modificable. Això es deu la reduïda mida de les lents que dificulta la possibilitat d'afegir un sistema per variar aquest paràmetre. Malgrat que darrerament s'ha produït una variació en aquest sentit (degut a l'aparició de l'anomenada apertura variable d'alguns models de Samsung), el cert és que aquest punt continua essent igual de poc efectiu en la majoria de situacions en les que una variació del diafragma ho seria, com la profunditat de camp o l'exposició (Rivas, 2020).

Per altra banda, el bloc òptic d'una determinada càmera d'un smartphone no disposa de zoom òptic. La limitació torna a ser el de les reduïdes dimensions, no hi ha suficient espai que permeti un recorregut de les lents a l'interior del bloc òptic. Per poder disposar de diferents focals es necessita que el mòbil incorpori diferents càmeres. En els següents apartats veurem que aquest fet, el d'incorporar diferents càmeres en un mateix mòbil, juntament amb aplicacions d'intel·ligència artificial ha representat una nova revolució de la fotografia amb smartphone en els últims 5 anys.

#### 4.1.1 Smartphones de diferents focals

Des de fa uns anys, molts models d'smartphones incorporen càmeres amb més d'un objectiu, amb diferents distàncies focals. Dels diferents objectius, sempre n'hi ha un de principal, que sol ser un objectiu gran angular d'entre 26 i 28 mm de distància focal equivalent a càmera de 35 mm (vegeu apartat 1.4). A partir d'aquest objectiu principal s'afegiran objectius que estiguin per sota d'aquesta mesura (amb més angle de visió, ultra gran angular) o per sobre (amb menor angle de visió). Per tant, podríem tenir

<sup>15</sup> Són tres de les marques clàssiques més famoses en la fabricació de lents d'alta qualitat per a càmeres i microscopis.

objectius que ens permetin incloure més part de l'escena i altres, menys. Aquests últims serien els anomenats zoom que, malgrat no és un zoom real, s'assembla a la coneguda funció zoom i ajuda a entendre-ho (Rivas, 2020).

Els mòbils amb múltiples focals<sup>16</sup> realment tenen múltiples càmeres, ja que cada focal pertany a un conjunt complet (sensor, bloc òptic...). Per això els fabricants afegeixen en la descripció dels smartphones diferents sensors, amb els seus respectius megapíxels, associats a les distintes focals. Veiem l'exemple de les càmeres dels smartphones utilitzats en aquest treball.

El model Android utilitzat consta de 3 càmeres de focal diferent situades en "format semàfor" i una càmera TOF 3D situada a sota del flaix (Figura 8, esquerra).



**Figura 8.** Detall de la distribució de les diferents Càmeres (Esquerra) i dels elements dels blocs òptics (dreta) de l'smartphone Android (Huawei P30 Pro) utilitzat en el treball.

En la descripció de les característiques de la càmera d'aquest model apareix la següent informació:

- Un sensor de 40 megapíxels amb lents SuperSpectrum de 27 mil·límetres i obertura f/1.6 amb estabilització òptica d'imatge (gran angular).
- Un sensor de 20 megapíxels amb lent de 16 mil·límetres i obertura f/2.2 (ultra gran angular).
- Un sensor de 8 megapíxels amb zoom periscòpic òptic de 5 augments, amb lent de 125 mil·límetres, obertura f/3.4 i OIS (que és aquest quadrat que veiem a l'inici).
- El sensor Time of Flight de Huawei ToF lens (que és el que s'ha col·locat sota el flaix).

Les càmeres ToF 3D funcionen d'una manera molt semblant a el sonar d'un submarí o un radar. S'utilitzen per mesurar amb precisió la distància a la qual es troba un objecte

---

<sup>16</sup> objectius

projectant cap a ell un feix de llum infraroja. Quan la llum incideix sobre la superfície de l'objecte una part d'ella es reflecteix en sentit contrari a què s'ha propagat inicialment i torna cap a la càmera. L'únic que ha de fer ara aquesta última és calcular el temps que ha transcorregut des que va emetre el pols de llum fins que el rep, una vegada que aquest s'ha reflectit en l'objecte. La velocitat a la qual es propaga el feix de llum infraroja és perfectament coneguda perquè és la mateixa a la qual es propaga la llum visible en el mateix mitjà (la llum en el buit es propaga a uns 300.000 km / s, i en l'aire una mica més a poc a poc).

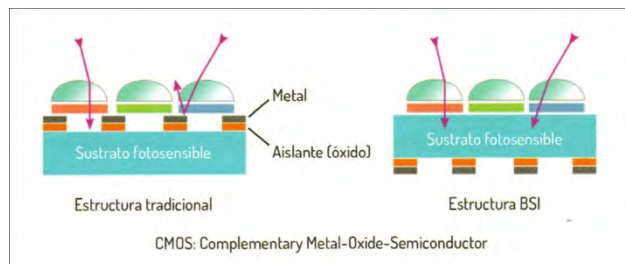
L'avantatge de poder disposar de diferents focals en un smartphone ve a ser com tenir una càmera d'objectius intercanviables amb dos, tres o més objectius fixos diferents dins d'un mateix terminal sense necessitat d'intercanviar-los, únicament a través del software de l'smartphone (dotat de programes d'intel·ligència artificial, com veurem més endavant).

#### 4.1.2 El sensor

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

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

Aquests models es diferencien dels CMOS convencionals per la forma en què es disposen cada una de les cel·les que formen la matriu (Figura 9). El canvi permet capturar més llum, inclús en ambients de poca il·luminació. Això fa que augmenti la qualitat i disminueixi el soroll (Rivas, 2020).

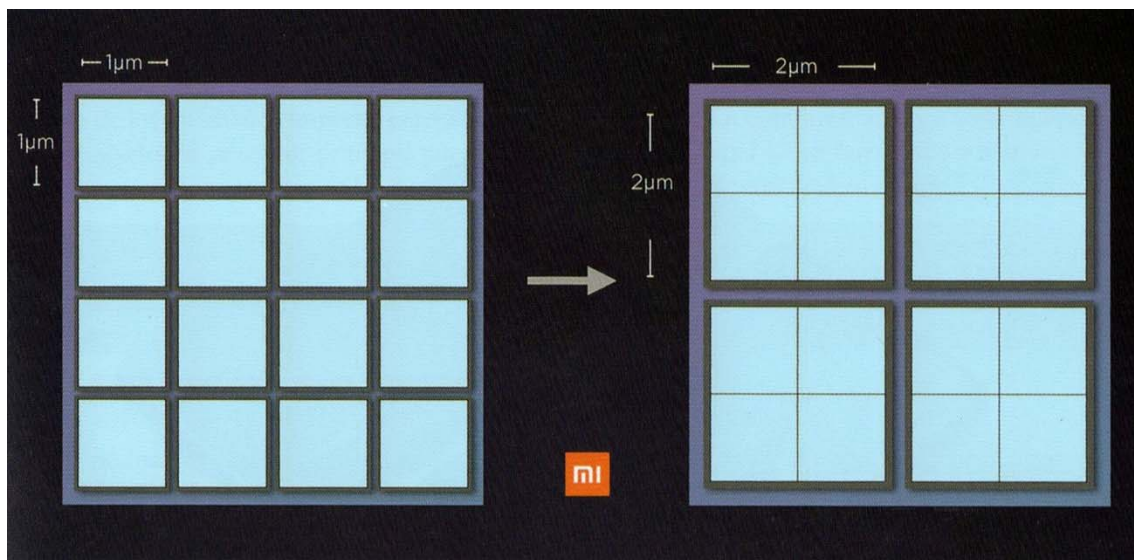


**Figura 9.** Diferències entre un sensor CMOS normal i un de retroil·luminat. (Figura extreta de Rivas, 2020).

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

Els píxel esta definit com la part més petita en color que forma part d'una imatge digital, es a dir, sigui una fotografia, un vídeo, un gràfic... Un megapíxel és un milió de vegades aquesta petita part que forma la captura, doncs quan parlem sobre la resolució del sensor també parlarem de milions de punts o de megapíxels a causa de les milions de celes que conformen el sensor d'un smartphone, ja que aquests píxels coincideixen amb el numero de celes sensibles de llum que incorpora el sensor que si els multipliquem pel numero de columnes de la matriu o quadricula ens dona la resolució total de la imatge.

Per saber quin sensor és de millor qualitat cal tenir en compte la superfície per conèixer la distribució dels megapíxels. Tenint dos sensor de mateixa superfície, aquell que tingui menys unitats serà el que podrà rebre més llum i per tant tindrà menys soroll a les imatges. La mida del sensor, doncs, és més important que el número de píxels que hi hagi en ell (Rivas, 2015). Precisament, gràcies a la millora produïda en els processadors d'imatge, l'anomenat *pixel binning* (agrupament de píxels més petits per formar-ne un de més gran) ha començat a ser més efectiu (Figura 10), al disposar de sensors amb gran quantitat de megapíxels, però que aprofiten aquesta tecnologia per abaixar la resolució i aconseguir major efectivitat en situacions de poca llum alhora que milloren la nitidesa i el color (Rivas, 2020).



**Figura 10.** Esquema del funcionament del pixel binning proporcionat per Xiaomi. (Figura extreta de Rivas, 2020).

Fa uns anys la quantitat de megapíxels no era el més important, sinó la seva mida i la del sensor. Actualment, i gràcies a aquestes noves tecnologies, la mida del sensor i dels píxels continua sent important, però menys que abans. En definitiva, molts smartphones amb 40 Mpx en el seu sensor principal poden donar excel·lents resultats amb bona llum i també en escenes nocturnes fent servir el pixel binning, baixant a 10 Mpx , però amb una àrea major (Rivas, 2020).



### 4.1.3 Els diferents tipus d'smartphones fotogràfics

La incorporació de la càmera en els smartphones, és una de les parts dels telèfons intel·ligents més cara, per això quan més d'alta gama sigui l'smartphone, més car serà perquè disposarà d'una millor càmera. Un altre aspecte al tenir en compte, és el sistema operatiu de cada dispositiu, aquest marcarà també una diferència en la càmera. Actualment, a part de poder distingir els dispositius mòbils per games, preus, prestacions etcètera, es distingeixen pel seu sistema operatiu.

Fins fa pocs anys es distingien tres sistemes operatius que incorporaven càmeres de qualitat en el seu sistema operatiu: Android, iOS i Windows (Rivas, 2015; Ariadna Górriz, 2017), però actualment s'ha reduït només a dos perquè el sistema Windows només s'aplicava a models de la marca americana Microsoft Lumia (procedents de l'antiga i rellevant marca Nokia), el qual disposava d'un bon hardware però amb un número reduït d'apps i s'ha deixat de fabricar.

Actualment, doncs, hi ha dos sistemes: Android i iOS.

#### 4.1.3.1 Android

El sistema Android (de Google) és el més utilitzat del món. Aquest sistema operatiu ve instal·lat en un gran número de fabricants importants, tals com Huawei, Samsung, Xiaomi, Sony, OPPO, Honor, One Plus, Motorola, LG, etc.

A l'estar instal·lat en nombroses marques té l'avantatge que permet trobar terminals més barats a mida que passa el temps. No obstant, al ser un sistema operatiu present en tantes marques i tants models (gamma baixa, mitjana i alta) fa que molts desenvolupadors no generin tantes aplicacions. Malgrat tot, hi ha marques que han fet un gran pas en la fotografia amb smartphone en els últims 4 o 5 anys amb una gran millora de la càmera (millora de sensors i de focals múltiples). A més, el software natiu ha experimentat una gran millora sobre la base de la fotografia computacional i la intel·ligència artificial (vegeu apartat 4.2). Un exemple d'aquestes marques són Huawei i Honor com les marques que incorporen les millors càmeres, seguides de Samsung, Xiaomi i OPPO (Rivas, 2020).

#### 4.1.3.2 iOS

iOS és el sistema operatiu de la marca Apple utilitzat en els terminals iPhone. Negativament al no ser un sistema operatiu tan comú com es Android, els preus d'aquests telèfons intel·ligents són molt més elevats i perduren per molt més temps aquests preus, però una avantatge es que aquest sistema operatiu, gràcies a ser per un sol tipus de model (com a molt 2 o 3, segons l'any de fabricació) els desenvolupadors d'apps aconseguixen treure el màxim rendiment de la càmera i treuen moltes més aplicacions. Fins fa poc ha estat, amb diferència, el sistema preferit pels fotògrafs, però en els últims anys aquesta diferència ha disminuït gràcies a les millores del hardware i el software dels terminals Android, abans esmentades. Tot i això, iOS encara segueix tenint adeptes molt fidels perquè tant l'ecosistema d'aplicacions com l'engranatge iPhone-iPad-Mac continua sent un punt a favor del sector fotogràfic (Rivas 2020).

A nivell global, la quota de mercat l'any 2020 va ser d'un 84.8% per Android i d'un 15.2% per iOS i l'estimada per l'any actual (2021) d'un 85% per Android i d'un 15% per iOS (Mellado, 2021).

## **4.2 La fotografia computacional i la intel·ligència artificial (IA)**

Durant aquests últims anys la tecnologia ha anat evolucionant de manera molt ràpida, i en el àmbit fotogràfic no ha estat cap excepció. S'ha anat incorporant tanta tecnologia que les càmeres d'un smartphone competeixen en qualitat amb les d'un equip professional, fins i tot la petita càmera compacta a dia d'avui ja no té sentit, com ja hem comentat anteriorment (vegeu apartat 1.4).

Les càmeres d'un nivell superior o professionals, respiren encara tranquil·les ja que actualment els telèfons no poden competir contra la combinació d'objectius i els seus sensors més grans. El problema per elles apareix quan la fotografia computacional entra en escena: intel·ligència artificial i diferents càmeres en un mateix dispositiu (Rivas, 2020).

La flexibilitat que permet l'interior d'un mòbil difícilment s'aconseguirà amb una càmera convencional, ja que la seva naturalesa és la d'un dispositiu connectat que no deixa de rebre aplicacions i millores, amb una enorme potència gràfica i que podem portar sempre a sobre.

Aquest tipus de fotografia computacional va començar l'any 2010 amb la incorporació de l'HDR (fotografia d'alt rang dinàmic, que tractarem més endavant) en algunes càmeres d'smartphone. Era el preludi del que aniria arribant els propers anys: millores en el zoom, capacitat per a realitzar captures amb nivells d'obscuritat impensables per sensors tan petits, o retrats amb desenfocament... Però el gran canvi per a treure un alt rendiment de la intel·ligència artificial ha estat, sens dubte, el hardware: la incorporació de múltiples càmeres (vegeu apartat 4.1.1).

La intel·ligència artificial aplicada a la funció retrat d'un smartphone dotat de varies càmeres possiblement sigui l'exemple més clar: el retrat amb desenfocament del fons.

Partim de la idea que amb dues càmeres treballant al mateix temps podem enregistrar cert nivell de profunditat en l'escena. El pas següent seria reconèixer els elements que participen per aïllar amb qualitat el subjecte principal. El més habitual en aquest procés és suavitzar el fons per aconseguir el desitjat efecte bokeh<sup>17</sup>. Aquest procés ha anat millorant amb l'ús d'una càmera de profunditat (ToF)<sup>18</sup>, la qual ajuda a en la mesura de profunditats per adaptar-les després al processat amb algorismes i informació òptica ja incorporada en l'smartphone (Rivas, 2020).

Altres exemples de l'aplicació de la intel·ligència artificial són l'augment de la imatge mitjançant zoom, millores en situacions de poca llum i la predicció de moviments.

---

<sup>17</sup> Efecte de fons suaument desenfocat.

<sup>18</sup> Hem parlat d'aquestes Càmeres en l'apartat 4.1.1

## 5. La captura

### 5.1 Estabilització i botons dedicats

Encara que disparar amb un smartphone sembli fàcil, requereix unes tècniques per fer una fotografia o captura alhora d'agafar el mòbil per evitar aspectes com són la trepidació<sup>19</sup>, així que una bona adherència<sup>20</sup> és fonamental per aconseguir fotografies de qualitat. La primera cosa que hem de tenir present és que independentment de si la foto és vertical o horitzontal, l'smartphone s'haurà de subjectar amb les dues mans i, si pot ser, disparant amb un botó físic enlloc de fer-ho prement la pantalla (Rivas, 2020).

A més, hi ha molts accessoris fotogràfics que ens poden ajudar a fotografiar tal i com volem, com trípodes i disparadors remots, entre altres.

### 5.2 RAW o JPEG?

La diferència fonamental entre aquests dos tipus de format d'arxiu és que el RAW (de l'anglès cru) és l'arxiu que porta la informació real, de la captura directa del sensor, sense processar ni comprimir<sup>21</sup> de la imatge, i ocupa molta memòria. El format d'arxiu JPEG<sup>22</sup> (o JPG<sup>23</sup>), en canvi, és un arxiu comprimit, ja processat per la càmera, i per això conté molta menys informació que els arxius RAW i ocupa molt menys.

Per la seva banda, el format JPG sí que és un format de compressió amb pèrdues. Això vol dir que quan la nostra càmera guarda la foto en JPG automàticament li aplica una sèrie d'ajustaments "destructius" com el contrast, saturació, balanç de blancs, nitidesa, etc. Destructius no vol dir que siguin dolents, sinó que no es poden modificar o eliminar; s'apliquen a la imatge sense possibilitat de recuperar-la sense aquests ajustaments (Figura 12).

---

<sup>19</sup> Popularment més coneguda com "fotografia moguda"

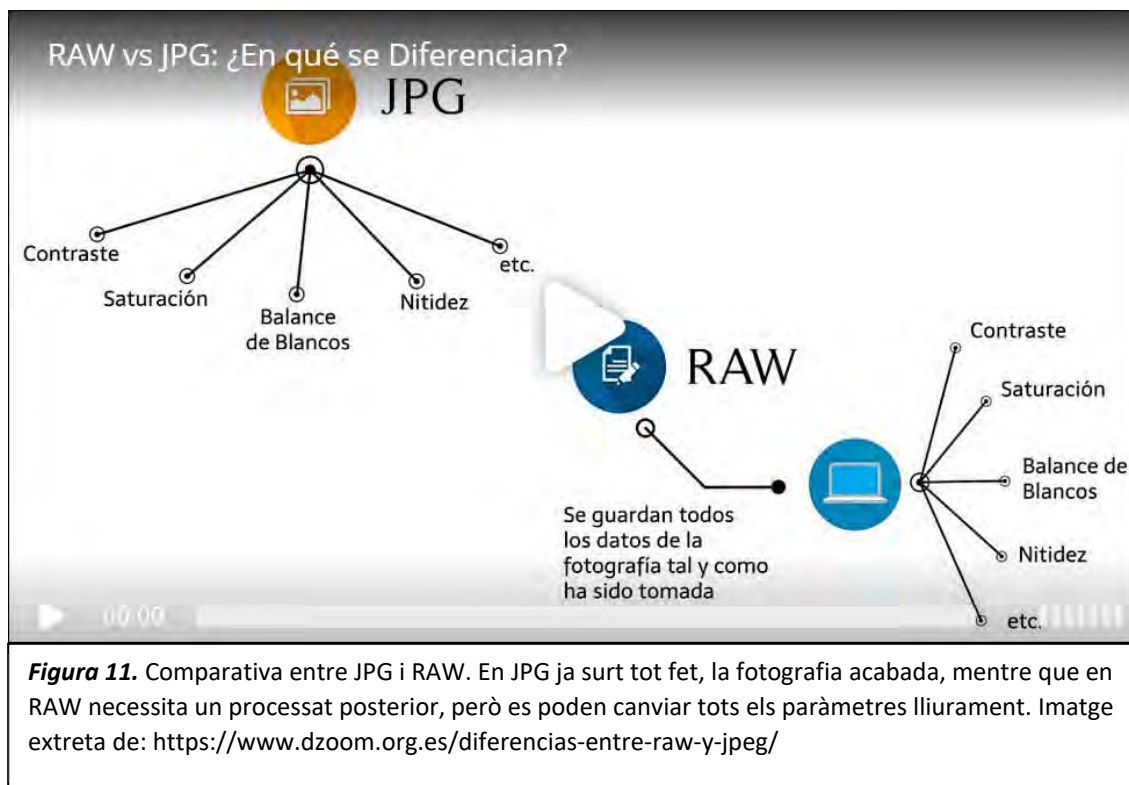
<sup>20</sup> La utilització de fundes rugoses sense tapa són una gran ajuda.

<sup>21</sup> També es pot considerar una compressió sense pèrdues, és a dir, no destructiva.

<sup>22</sup> Acrònim de [Joint Photographic Experts Group](#) és un [algorisme](#) dissenyat per a comprimir imatges.

<sup>23</sup> És el mateix que JPEG, però s'utilitza abreviat perquè les extensions d'arxius són de 3 caràcters.

En canvi, en el format RAW no s'apliquen aquests ajustaments, sinó que s'emmagatzema tota la informació a l'arxiu i som nosaltres mateixos els que, a l'hora de revelar la fotografia, decidim aplicar-los al nostre gust. Per això sempre serà molt més recomanable disparar en RAW si pretenem revelar les nostres fotografies per donar-los el toc personal de manera manual o bé fer ampliacions molt grans perquè la profunditat de color també és superior a la de JPEG.



Si observem una fotografia en JPG veurem que és molt més atractiva, bonica i vistosa que una en format RAW. Doncs bé, això és perquè el fitxer JPG ja està finalitzat, és a dir, ja té tots aquests paràmetres aplicats. En canvi el format RAW és un fitxer incomplet, li falta ser revelat per aplicar tots aquests ajustaments de manera manual. Un cop revelat el fitxer RAW, ja l'hauré de desar en format JPG o en un altre format d'imatge com TIFF, PNG, etc. Serà allà quan es pugui considerar ja una fotografia acabada i aleshores veurem que té més qualitat que la JPEG obtinguda directament de la càmera. Però haurà estat un procés molt més lent i laboriós que senzillament prémer un botó.

La majoria de fotografies que es fan amb els mòbils són realitzades en JPEG, entre altres coses perquè és el format d'arxiu incorporat per defecte en tots els mòbils. A diferència de les versions JPEG que s'obtenen en les càmeres, les provinents dels mòbils pateixen una conversió molt dràstica perquè llueixin "boniques" en la pantalla del terminal, malgrat això provoqui una gran pèrdua de qualitat de l'arxiu final (Mellado, 2021).

Android va ser pioner en oferir als seus usuaris la possibilitat de disparar en format RAW de forma nativa, és a dir, amb la pròpia aplicació de la càmera del telèfon. Sens dubte, aquesta és la clau per aconseguir una qualitat excel·lent amb el mòbil (Mellado, 2021). El tipus de format RAW utilitzat en la majoria d'smartphones és el DNG (*Digital negative*).

Google va introduir el 2014 al seu Android 5.0 Lollipop el suport per a RAW mitjançant el *Camera2 API* (Application User Interface), que permetia a tercers desenvolupadors accedir a moltes de les característiques del telèfon i treure tot el profit del sensor de la càmera, lent, flash i controlar paràmetres com l'ISO, l'autofocus, etc., i també la captura RAW. Apple ho va fer a partir de l'iPhone 6s i l'iOS 10.

Per tant, el requisit perquè un telèfon Android pugui disposar de RAW és que incorpori Camera2 API. Aquesta interfície no es pot afegir per software i el fabricant l'ha d'incloure en el seu disseny inicial. Desde 2016 la immensa majoria de fabricants han inclòs aquesta capacitat en els seus telèfons. Els models de gamma alta també incorporen la captura RAW directament des de les seves aplicacions de fotografia, i en la gamma mitjana de vegades cal instal·lar aplicacions de tercers per a que estigui disponible. En el cas d'iPhone, cap model fins a l'iPhone 12 Pro té la capacitat de disparar en RAW des de l'aplicació nativa (Mellado, 2021).

En els últims anys s'han fet millores importants en el sistema JPEG per tal de millorar-ne la qualitat, però ocupant més memòria. En el cas d'Android s'ha optat per incorporar en alguns terminals d'alta gamma la variant JPEG-L, la de més alta qualitat, però amb un nivell de compressió de només 1:2,7. Per la seva part, Apple incorpora des de 2017 el format HEIC (High Efficiency Image Coding), també conegut com HEIF (High Efficiency Image File Format) que és una evolució de l'arxiu JPEG en el que es poden revertir els canvis que es fan a les imatges originals i disposa d'un sistema de compressió millorat (Rivas, 2020). L'inconvenient d'aquest format és la falta de compatibilitat a fora del sistema Apple, però això ja s'està solucionant i estan apareixent aplicacions que permeten obrir el format HEIC en Android. I possiblement Android l'acabarà incorporant en un futur<sup>24</sup>.

Nosaltres hem volgut provar de fer una comparativa entre aquests dos formats (JPG, JPG-L i RAW) amb smartphone per veure si realment hi observem diferències. Dels dos mòbils utilitzats en aquest treball, el Huawei P30 Pro incorpora RAW des de l'aplicació nativa, mentre que l'iPhone 11, no. Per això s'ha utilitzat l'aplicació ProCamera, que és equivalent a la Camera2 API per Android (vegeu apartat 7.1).

### **5.3 HDR (alt rang dinàmic)**

Les imatges HDR (High Dynamic Range) van aparèixer a partir de la necessitat de poder captar l'escena tal i com es mostra. EL rang dinàmic, és la relació entre els diferents valors de lluminositat que existeixen en una escena, es a dir, la diferència entre les zones més clares de la foto, i les més fosques.

El rang dinàmic d'una càmera digital és molt inferior al de l'ull humà i per això en una captura normal es perden detalls, tant en les ombres com en les llums.

Aquesta tècnica consisteix en fer 2 o més fotografies d'un mateix paisatge o objecte, però amb diferents exposicions. El més típic és fer tres fotos: una subexposada (la més fosca, per tenir detalls en les llums), una amb la exposició correcta, i una sobreexposada (amb massa llum, cremada, per obtenir detalls en les ombres). A partir d'aquestes tres

---

<sup>24</sup> [https://www.lespanol.com/elandroidelibre/tutoriales/20191221/imagenes-heic-mejores-jpg/453705356\\_0.html](https://www.lespanol.com/elandroidelibre/tutoriales/20191221/imagenes-heic-mejores-jpg/453705356_0.html)



fotografies, mitjançant un programa informàtic com Photoshop, Photomatix o qualsevol altre que ho permeti, s'ajunten les tres imatges i es combinen per donar un resultat amb un major rang dinàmic, on es poden distingir detalls de la foto que feta normal no es podrien apreciar. Les fotografies HDR s'aconsegueixen, en general, capturant diverses fotografies estàndards, utilitzant sovint bràqueting<sup>25</sup> d'exposicions, i després combinant-les en una imatge HDR.

Actualment tot el procés es fa automàtic prement un botó. I aquesta tecnologia s'ha incorporat als smartphones. És a dir, en el mode HDR, al prémer el disparador es realitzen varies captures amb diferents exposicions, mesclant-les per a obtenir una única imatge.

L'HDR s'incorpora automàticament en alguns tipus de captura com el mode nocturn. I en algun cas (iPhone) s'ha de desactivar l'HDR intel·ligent per obtenir la funció del HDR.

Per fer captures HDR de qualitat cal fer l'ús d'un trípod ja que la tres imatges han de ser idèntiques.

Vaig fer unes proves d'HDR al port de Roda de Berà un matí del passat mes d'agost. Volíem comprovar si hi havia molta diferència en les captures en JPEG amb i sense HDR activat. Vaig situar el mòbil en el trípod i vaig orientar el conjunt cap a la sortida de Sol, optant pel format vertical per enquadrar uns vaixells amb els seus reflexes a l'aigua. Vaig desactivar l'HDR intel·ligent per obtenir la funció del HDR. Vaig fer les dues fotografies molt seguides, amb molt pocs segons de diferència. La primera amb l'HDR activat i la segona sense activar-lo (Figura 12). Després, amb les metadades, vam comprovar que les dues captures estaven fetes exactament amb 4 segons de diferència.

Per analitzar les dues imatges i poder comparar-les, les vam obrir en Photoshop, vam buscar primer una zona clara i la vam ampliar un 300%. Vam fer servir la seqüència "archivo-ventana-organizar- coincidir zoom y ubicación" i vam fer una captura de pantalla de l'ampliació de la zona clara dels dos arxius (Figura 13).

Vam fer el mateix amb una zona fosca de la imatge (Figura 14). En ambdós casos les millors imatges són les que s'han fet amb la tècnica HDR, però les diferències són petites.

---

<sup>25</sup> <https://ca.wikipedia.org/wiki/Br%C3%A0queting>



Figura 12. Imatge capturada en HDR (Esquerra) i en JPG (dreta) amb l'smartphone iPhone 11. Imatges capturades al port de Roda de Berà el 24/08/2021 a les 8:30 del matí.



Figura 13. Captura de pantalla de la comparativa de la mateixa zona de llums ampliada (marcada en vermell en el navegador de Photoshop a la dreta) de la imatge capturada en HDR (Esquerra) i en JPG (dreta) de la figura 12. A les zones clares una mica més de detall i menys soroll en HDR, però les diferències són mínimes.



Figura 14. Captura de pantalla de la comparativa de la mateixa zona d'ombres ampliada (marcada en vermell en el navegador de Photoshop a la dreta) de la imatge capturada en HDR (Esquerra) i en JPG (dreta) de la figura 12. A les ombres una mica més de detall i menys soroll en HDR, però les diferències també són mínimes.

## 6. Aplicació del mòbil per a Biologia

Com ja hem estat explicant l'ús dels smartphones i el seu avançament tecnològic han anat augmentant i paral·lelament també ho han fet les aplicacions (*apps*), entre elles les de caire educatiu, és a dir, aplicacions de mòbil dedicades a l'aprenentatge.

Aquest aprenentatge mòbil<sup>26</sup> o *m-learning* (de *mobile learning* en anglès) és l'estratègia educativa que aprofita els continguts d'Internet a través de dispositius electrònics mòbils, com tauletes o telèfons.

En aquest treball no es pretén fer cap recopilació ni cap estudi a fons dels diferents sistemes d'aprenentatge amb els smartphones actuals, tampoc de totes les seves aplicacions a la biologia, que són moltes. Però sí es tractarà amb un cert detall una aplicació (*Google Lens*) per la seva utilitat, sobretot en l'àmbit biològic, i unes formes ràpides i fàcils de capturar imatges amb el mòbil a través d'un microscopi i d'un telescopi, entre altres.

### 6.1 Google Lens

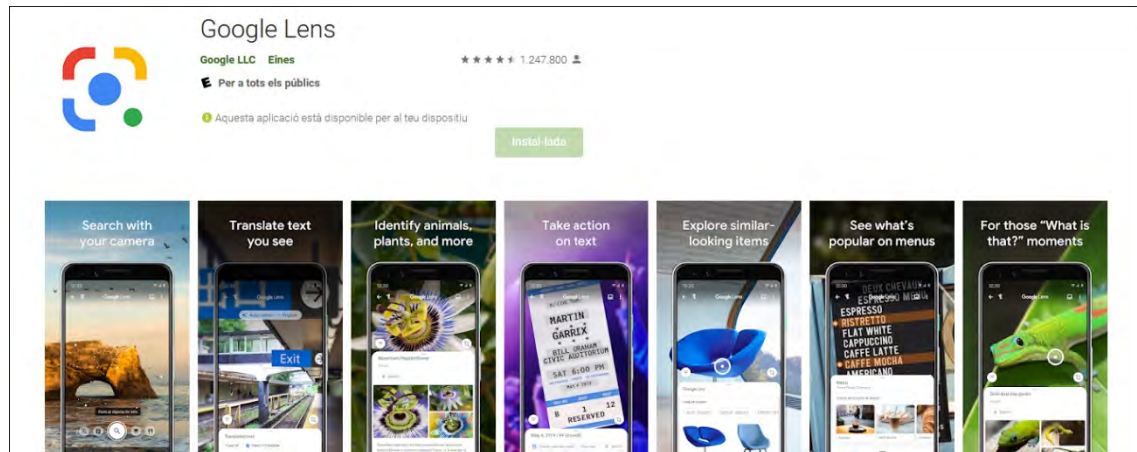
Google Lens<sup>27</sup> és una aplicació per mòbil creada per l'empresa Google on és disponible tant per smartphones tipus Android com per smartphones tipus iOS, on la seva funció principal es el reconeixement i anàlisi d'objectes, animals, plantes... A partir de la càmera del teu smartphone on després t'analitzarà la teva acció a partir Machine Learning (camp de la IA dedicat al disseny, a l'anàlisi i a les màquines per a que evolucionin) i t'oferirà diferents resultats relacionats amb la teva recerca, on aquesta

<sup>26</sup> [¿Qué es el m-learning? ¿Es una opción viable para la educación del siglo XXI? — Observatorio Instituto para el Futuro de la Educación \(tec.mx\)](http://www.observatoriofuturo.org/que-es-el-m-learning-que-es-una-opcion-viable-para-la-educacion-del-siglo-xxi-observatorio-instituto-para-el-futuro-de-la-educacion-tec-mx)

<sup>27</sup> <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.ar.lens&hl=ca&gl=US>

informació s'extraurà de la mateixa plataforma Google, com es per exemple de Google Assistant o Google fotos.

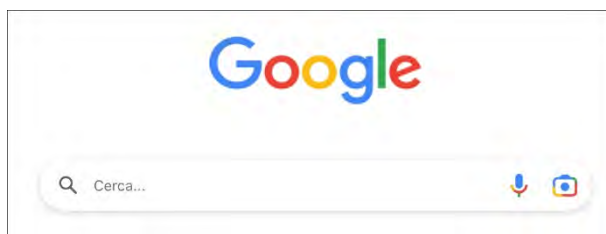
La instal·lació d'aquesta aplicació en un smartphone tipus Android es bàsica, ja que la pots instal·lar directament de Play Store (Figura 15), només buscant-la pel seu nom a la barra de cercar i prement el botó de descarregar.



**Figura 15.** Amb Google Lens pots cercar el que veus, agilitzar les tasques i entendre el món que t'envolta. Només necessites la càmera o una foto. (Figura extreta de la web oficial de Play Store d'Android).

En canvi, la instal·lació d'aquesta aplicació en un iPhone és una mica més complicada ja que no la pots instal·lar des de la aplicació on per defecte instal·les les altres aplicacions. Per tant el que has de fer per obtenir el Google Lens al teu smartphone iOS has de obrir l'app Store, que és l'aplicació que et ve instal·lada per defecte per a que descarreguis altres aplicacions i en la barra de cercar instal·lar el Google

Quan ja tinguis instal·lada l'aplicació, en el espai que et dona la aplicació per escriure el que vols cercar, a la dreta del tot et sortirà una càmera que fa referència al Google Lens.



**Figura 16.** En un terminal iPad o iPhone Google lens s'activa prement la càmera que surt a la dreta del tot de la barra de cercar.

### 6.1.1 Funcionament

Com ja hem explicat en el apartat anterior, Google Lens és una eina per cercar d'una manera visual, per tant la principal característica d'aquesta aplicació és que el seu ús es basa en les imatges i captures de la càmera. Aquestes captures es poden obtenir per dos camins diferents, a partir d'una captura feta instantàniament o per arxiu. Aquesta segona opció et permet utilitzar l'aplicació en moments on l'objecte no es físicament davant teu, però pots utilitzar una foto procedent la galeria d'allò que vulguis analitzar que ja hi hagi fotografiat anteriorment. També és una opció útil quan no tens cobertura d'internet.



Per fer servir aquesta segona alternativa has d'obrir l'aplicació situada a baix a l'esquerre i prémer en el botó on simbolitza una galeria de fotos (Figura 17). seguidament l'aplicació t'obrirà directament totes les fotos de la teva galeria, en la qual tu has de cercar i seleccionar la captura que vols utilitzar per a que Google Lens faci una lectura i l'analitzi. L'altre opció consisteix en fotografiar directament l'objecte que tens davant, aquesta opció es la més habitual i s'utilitza depenent de l'anàlisi que vulguis fer, aquesta anàlisi pot variar depenent de l'objecte que vulguis analitzar i Lens et recomanarà utilitzar diferents accions. Actualment hi ha set opcions per utilitzar dins de l'aplicació, a l'esquerra del tot està l'opció de traduir, on et pot detectar un idioma automàticament des d'una captura i traduir-la a l'idioma que vulguis, veient la traducció en temps real a la pantalla del mòbil (Figura 15).



**Figura 17.** Opció de traducció automàtica de Google Lens, tal com es visualitza a la pantalla del mòbil quant aquest es situa a sobre del llibre.

Una altre opció és el text, on pots fotografiar un paràgraf o una paraula on s'analitzarà i es cercaran resultats com definicions o informació sobre el que vols buscar, com per exemple l'autor o el títol del llibre d'un text, seguidament et trobes amb l'opció de cercar, aquesta opció és la més general i pots cercar i analitzar diferents tipus de coses com: animals, plantes, etiquetes, edificis... una altre alternativa es la de deures i la de compres, on pots buscar preus... un altre es la de llocs on t'explora ubicacions properes a tu i a la dreta de tot està l'apartat de restaurants que, seleccionant el restaurant, et pot analitzar el menú o el menjar fotografiat. Quan hagi seleccionat l'acció correcta, serà l'hora de fotografiar. Has de localitzar el que vols analitzar i quan apuntis a l'objecte, et sortirà un punt de color blau, aquest simbolitza que la aplicació te resultats per oferir-te i per tant, hauràs de disparar i fer una foto, aquests resultats es troben gràcies al terme angles *Deep Learning* (es tracta d'una tècnica concreta derivada de *Machine Learning*).

Es important fer una bona fotografia a la hora d'utilitzar aquesta aplicació per evitar possibles errors que puguin fer que Lens s'equivoqui a la hora de la lectura i de l'anàlisi. Un altre aspecte recomanable és apuntar en el lloc que més distingeixi aquell objecte dels altres i des d'una distancia raonable, s'ha de veure l'objecte amb claredat i no incloure més d'una cosa rellevant en la mateixa foto, ja que l'aplicació es pot confondre.



### 6.1.2 Identificació d'éssers vius

Google Lens, possiblement es l'aplicació més vàlida i més fiable per a la identificació d'éssers vius a nivell general avui en dia, però no hem d'oblidar que fa uns anys Lens (o altres aplicacions similars) no existia i que per a la identificació d'éssers vius, només s'utilitzaven guies de camp. Aquestes guies de camp, que inclouen claus dicotòmiques d'identificació, fotografies, dibuixos, descripcions... continuen essent vàlides, sobretot per comprovar resultats obtinguts amb aquestes aplicacions, que són molt més ràpides.

Hem portat a terme diversos projectes d'identificació d'éssers vius fent servir Google Lens i també guies de camp (Vegeu apartat 7.3).

## 6.2 Programes amb participació ciutadana

Des de fa uns quants anys existeixen aplicacions per mòbil en les que es demana la participació ciutadana. Aquest sistema d'obtenció d'informació rep el nom de dades massives o *Big Data*.

D'una banda, això complementa el treball de molts científics que estudien la distribució i la dinàmica d'expansió d'aquestes espècies (generalment invasores), i fan possible disposar d'una valuosa informació per a la presa de decisions.

Meduses (*MedusApp*), mosquits tigre (*Mosquito Alert*) i Vespes asiàtiques (*Vespapp*), són les tres aplicacions d'aquest estil actualment més utilitzades.

**Observadors del mar**<sup>28</sup> és el portal de ciència ciutadana que permet implicar-se en la investigació marina. Per participar cal enregistrar-se, triar un dels projectes en el que col·laborar, i enviar les observacions als especialistes. Un cop validades són publicades al mapa.

Des del 2008 els equips científics de l'institut de Ciències del Mar fan el seguiment de la proliferació de meduses en les aigües litorals catalanes, amb la finalitat d'actualitzar amb els protocols d'actuació enfront l'arribada d'aquests organismes i per conèixer millor la seva biologia.

El mar és molt gran i els equips científics limitats, per això la col·laboració ciutadana és decisiva. Observadors del Mar convida a informar si detecteu les meduses, en particular algunes espècies que indiquen a la pàgina, i organismes gelatinosos dels quals s'està fent el seguiment.

**MosquitoAlert**<sup>29</sup> és la nova denominació de l'app Tigratrapp, activa des de fa 9 anys. És una plataforma de ciència ciutadana que uneix en la lluita contra els mosquits que transmeten malalties, orientada als col·lectius ciutadans, científics, i al de les persones dedicades a la gestió pública. Amb l'app Mosquito Alert qualsevol persona pot notificar una possible troballa de mosquit tigre (*Aedes albopictus*) i dels seus llocs de cria a l'espai públic enviant una foto. Un equip de persones expertes s'encarrega d'examinar i classificar les fotos abans de fer-les públiques en un mapa. Amb aquestes dades, els equips de recerca estudien la distribució d'aquests mosquits, i, alhora, suposa una nova

---

<sup>28</sup> <https://www.observadoresdelmar.es/>

<sup>29</sup> [Què és Mosquito Alert - Mosquito Alert](#)

font d'informació per implementar en les seves mesures de seguiment i control des de la gestió pública..

Des del 2016 Mosquito Alert també té l'objectiu de detectar de forma anticipada la possible arribada del **mosquit de la febre groga** (*Aedes aegypti*), parent proper del mosquit tigre i responsable de l'actual epidèmia de Zika, entre d'altres.

L'app ha estat desenvolupada per equips de recerca de CEAB-CSIC, CREA en col·laboració de l'entitat ambiental Xatrac la Casa del Mar.

Amb **Vespapp**<sup>30</sup> desenvolupada recentment a la Universitat de les Illes Balears, quan sospitis que has vist una vespa asiàtica, o un niu, pots capturar-la amb una foto, i compartir-la indicant la localització, la data i tota mena d'informació que puguis aportar. La vespa asiàtica és una espècie exòtica invasora, originària del Sud-est asiàtic. Provoca impacte a escala ecològica, provocant una pèrdua de pol·linitzadors, fet que suposa un greu desequilibri de l'ecosistema; també a escala econòmica, perquè significa una amenaça per a l'apicultura, ja que implica la pèrdua de caseres, i finalment impacta sobre la salut humana, tot i que l'efecte de les seves picades és similar a la vespa autòctona.

També es porten a terme accions semblants a aquestes tres esmentades amb la ciutadania amb la participació de les escoles. Durant el curs 2018-2019 els alumnes de biologia de batxillerat de l'escola van participar en el projecte Liquencity<sup>31</sup>, projecte conjunt entre Barcelona i Madrid per estudiar Els líquens com a bioindicadors de la qualitat ambiental de les nostres ciutats. Hem recuperat un fragment del document fotocronològic d'aquell any (Berta Martínez, 2018) que mostrem a continuació:

"22/10/2018 Avui és el dia de Liquencity! Els alumnes de biologia de primer i segon de batxillerat ens reunim al laboratori a primera hora. Allà, ens trobem a la Laura, responsable de camp, i a l'Antonio, professor de la UB i especialista en líquens. La Laura comença per fer-nos una explicació sobre tot allò relacionat amb el projecte (En què consisteix, quins són els nostres objectius, de quina manera treballarem etc. ) i amb els líquens ( Què són, quins tipus hi ha, com els podem trobar, com es reproduïxen etc.). A l'acabar l'explicació ens reparteix el material que necessitarem segons els grups que ja havíem fet prèviament i baixem al pati, on la Laura ens fa una demostració del que haurem de fer.



Després d'esmorzar, comencem el projecte amb els arbres que hi ha just davant de l'escola i cada grup se'n assigna un. Utilitzem l'aplicació de *Natusfera* per treballar, comencem identificant l'arbre que volem estudiar i posteriorment li vinculem tots els líquens que hi trobem. Per poder observar més clarament els líquens utilitzem una lent

<sup>30</sup> <http://vespapp.uib.es/>

<sup>31</sup> <https://liquencity.org/>

macro pel mòbil que ens han facilitat anteriorment, els hi fem fotos i les pugem a l'aplicació de Natusfera juntament amb altra informació.



Després d'una llarga estona, quan hem acabat el primer arbre tornem al pati de l'escola a fer el segon, sempre seguint el mateix procediment.



A l'acabar tornem al laboratori de biologia, tornem tot el material i ens acomiadem de la Laura, ja que l'Antonio s'ha hagut d'anar abans. El dia d'avui ens ha semblat una experiència increïble i estem desitjant rebre els resultats d'allò que hem fet!"

## **6.3 Altres aplicacions i utilitats del mòbil per Biologia**

### **6.3.1 Altres aplicacions per biologia**

Malgrat que Google Lens no és una aplicació biològica hem vist que funciona molt bé per identificar organismes. Com pot ser que funcioni tan bé o inclús millor que algunes de les aplicacions estrictament biològiques per portar a terme aquesta tasca d'identificació? La raó segurament té a veure amb l'accés a la informació i amb la intel·ligència artificial. Per una banda la base de dades de Google és enorme i per una altra, l'aprenentatge profund (*deep learning*)<sup>32</sup>, que ja hem esmentat abans i que és un conjunt d'algoritmes d'aprenentatge automàtic (en anglès, *machine learning*) que intenta modelar abstraccions d'alt nivell en dades usant arquitectures computacionals que admeten transformacions no lineals múltiples i iteratives de dades expressades de forma matricial o tensorial.

Ara bé, hi ha moltes aplicacions de caire biològic i molt interessants (Figura 18), algunes ja comentades a l'apartat anterior i en podem citar algunes més. Algunes de les més remarcables

---

<sup>32</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje\\_profundo](https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_profundo)

- **BiologiaMaster:** És una aplicació de mòbil desenvolupat per Carlo Terraciano en la que serveix per aprofundir i conèixer nous conceptes fonamentals per a la biologia.
- **Pl@ntNet:** És una aplicació que serveix per a la identificació de plantes a través de fotografies i també de claus dicotòmiques.
- **Natusfera:** És una aplicació gratuïta tant per iOS tant per Android creada per registrar, organitzar i compartir observacions de la natura, a més de crear projectes educatius. Com és el cas de iNaturalist que hem vist abans.
- **iNaturalist:** Funciona amb Android i permet trametre molta informació de molts grups taxonòmics.

### 6.3.2 Utilització del mòbil amb lupes, microscopis i telescopis

Una de les característiques que sorprenen dels mòbils és la seva utilitat a l'hora de fotografiar el què es veu a través de lupa binocular, microscopi òptic o fins i tot un petit telescopi. Es tracta de col·locar la càmera del mòbil (la principal) a sobre de l'ocular de l'instrument òptic, procurant que quedi plana i paral·lela al pla de l'ocular, tot buscant centrar la imatge amb el marge negre.

Vam descobrir-ho el curs passat en una pràctica de Biologia amb lupa binocular (vegeu AF del dia 29/04/2021).

Aquesta avantatge del mòbil, de poder fer fotos a través d'aquests instruments òptics segurament té a veure amb el fet que les càmeres dels mòbils tenen un diàmetre inferior al diàmetre de l'ocular de les lupes i microscopis, a diferència d'una càmera rèflex, per exemple. En aquest últim cas es necessita un adaptador especial per acoblar la càmera. Evidentment, la qualitat de la imatge obtinguda amb una càmera rèflex acoblada al microscopi, lupa o telescopi serà més bona, però no serà tan ràpida ni pràctica.

Hem portat a terme un projecte amb lupa binocular (vegeu AF del dia 28/09/2021) i també amb un petit telescopi (vegeu AF del dia 27/10/2021).

### 6.3.3 Utilització del mòbil per al control d'altres càmeres

Aquest any disposem<sup>33</sup> de dues càmeres de fototrampeig, una BROWNING DEFENDER 850 20MP BLUETOOTH i una RECONYX MICROFIRE GEN 2 WIFI. Aquestes dues càmeres es controlen i programen a través d'una aplicació per mòbil, *Defender App* i *Reconyx*, respectivament.

La càmera Reconyx és la que té una resolució i una qualitat d'imatge més bona i permet, fins i tot veure insectes a la nit (vegeu AF del dia 23/02/2021). Però això no vol dir que el moviment d'un insecte tingui capacitat per activar la càmera de fototrampeig, ni molt menys. Ja que aquestes càmeres s'activen per calor (infraroig), és a dir, estan sobretot destinades a captar activitat d'animals homeotèrmics (ocells i mamífers). Es va descobrir aquest insecte perquè la càmera s'havia disparat segurament activada per un moviment d'unes branques pel vent.

---

<sup>33</sup> Han estat adquirides amb el Premi Recerca Jove als centres (PRJ 2019)

Precisament amb aquesta càmera, quan la vam col·locar en el pi de l'entrada de l'escola per tal d'intentar esbrinar qui es menjava les pinyes<sup>34</sup> (vegeu AF del dia 25/02/2021) no vam aconseguir cap fotografia que amb un esquirol o amb un ratolí, els dos possibles candidats. Per la forma com quedaven mossegades les pinyes semblava que era d'esquirol<sup>35</sup>, però no vam poder determinar. El que sí vam descobrir amb aquesta càmera Reconyx, quan la teníem orientada a la zona de vegetació semiprotegida del Pati de les tortugues, és la presència d'una rata de camp (vegeu AF del dia 05/04/2021) i no podem descartar que es tractés de l'animal que havia menjat les pinyes un mes abans.

Aquesta càmera no ens ha servit per captar les tortugues quan feien la posta dels ous, malgrat estar orientada a la zona de postes del Pati de les tortugues pel tema que hem dit abans, les tortugues no són de sang calenta. El que sí captava era el moviment de persones en aquesta zona (vegeu AF del dia 08/07/2021).

Un aspecte diferent és quan no es tracta d'una càmera de fototrampeig, sinó d'una càmera web permanentment funcionant, com la que tenim fixa en un indret del Pati de les tortugues (30/05/2021) o la de l'estació meteorològica, que fins i tot de nit es va poder observar una teranyina, insectes volant i l'aranya caçant (vegeu AF del dia 16/07/2021).

La situada al Pati de les tortugues ens ha permès detectar postes de les tortugues en moments en els que no érem a l'escola, per exemple en caps de setmana o vacances (vegeu AF del dia 05/07/2021).

---

<sup>34</sup> Durant el mes de febrer vam trobar una gran quantitat de pinyes al terra.

<sup>35</sup> A partir de guies de camp de senyals i restes d'activitat dels animals que tenim al laboratori.



## 7. Projectes

### PROJECTES TÈCNICS

#### **7.1 Val la pena disparar en RAW amb un smartphone?**

Hem vist anteriorment (apartat 5.2) que hi ha dos formats d'arxiu principals en els smartphones, el JPEG i el RAW. Aquests dos tipus de format d'arxiu tenen moltes diferències tècniques, però ens interessava comprovar fins a quin punt, a la pràctica, les diferències visuals es fan evidents.

Per altra banda, també hem volgut fer una prova per comprovar on es situa el format d'arxiu JPEG-L, que és una evolució del JPEG. És a dir, si està més a prop dels resultats del JPEG o bé dels del RAW.

Totes les captures s'han fet amb el mòbil (Android o iPhone) muntat en un trípode per tal de fer les fotografies exactament amb el mateix enquadrament i també per evitar el factor de trepidació (vegeu apartat 5.1).

El sistema per a comparar les ampliacions de les fotografies és el mateix que s'ha explicat anteriorment per l'HDR (vegeu apartat 5.3).

##### 7.1.1 RAW d'aplicació i JPEG

Com ja hem explicat, el model d'iPhone utilitzat no incorpora el format RAW natiu, però l'hem pogut utilitzar fent servir l'aplicació ProCamara, seguint les instruccions detallades del llibre "Fotografía móvil de alta calidad para iPhone" de José María Mellado (Mellado, 2021).

Aquestes fotos es van fer al Parc de Torreblanca, situat en els termes municipals de Sant Feliu de Llobregat, Sant Joan Despí i Sant Just Desvern. Quan observem les fotografies a la mida de mitja pàgina no s'observa cap diferència entre la fotografia capturada en RAW (Figura 18, a dalt) de la capturada en JPEG (Figura 18, a baix).

En l'ampliació al 200%, en canvi, sí que podem observar-hi diferències. La fotografia RAW (Figura 19, esquerra) té més detall que la JPEG (Figura 19, dreta).

Aquesta diferència es fa més evident si ampliem a 300% una zona de línies juntes com una teulada (Figura 20), en la que la fotografia en RAW (esquerra) té més detall que la JPEG de la dreta.

##### 7.1.2 RAW integrat en el terminal i JPEG

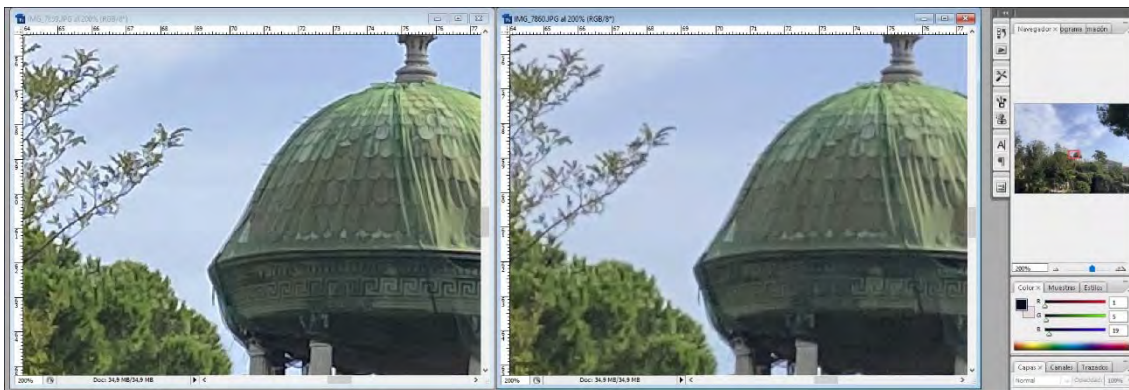
El terminal Android utilitzat sí que incorpora RAW, per tant s'utilitza l'app de captura nativa en mode professional (vegeu apartat 5.2).

Aquesta prova es va fer en la sortida al CRARC (vegeu AF del dia 26/07/2021) utilitzant l'smartphone Huawei P30 Pro muntat en un trípode. El motiu escollit va ser un cocodril perquè estava especialment quiet en una de les dependències exteriors del CRARC.

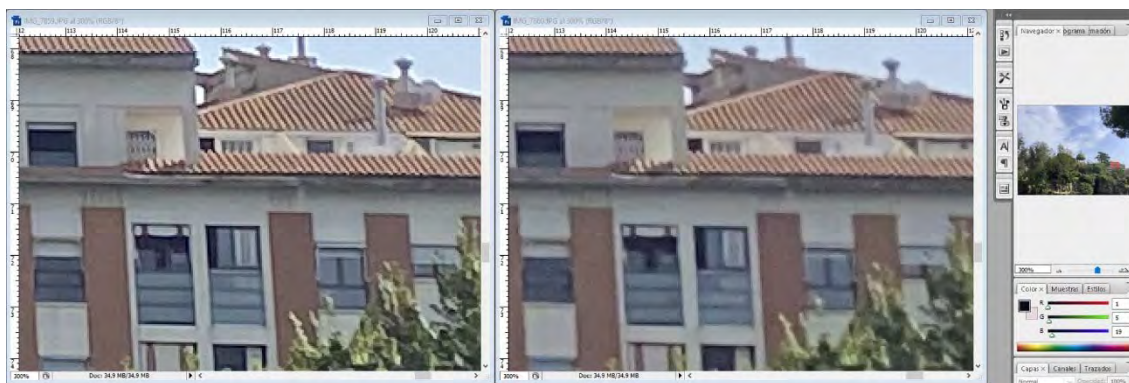


**Figura 18.** Fotografies realitzades en RAW de ProCàmera (a dalt) i en JPG (abaix) amb l'smartphone iPhone 11. Parc de Torreblanca.





**Figura 19.** Ampliació al 200% de la mateixa zona de les dues fotografies anteriors. Aquí ja s'observen diferències, la fotografia en RAW (Esquerra) té més detall que la de la dreta.



**Figura 20.** Ampliació al 300 % de la mateixa zona de les dues fotografies anteriors. Aquí ja s'observen diferències més clarament, la fotografia en RAW (Esquerra) té més detall que la de la dreta, com es pot observar en les teulades .

Quan observem les fotografies a la mida de mitja pàgina (Figura 21) tampoc s'observen diferències entre la fotografia capturada en RAW (Figura 21, a dalt) de la capturada en JPEG (Figura 21, a baix).

En l'ampliació al 200%, en canvi, les diferències són notables. La fotografia RAW (Figura 22, esquerra) té força més detall que la JPEG (Figura 22, dreta).

Certament, la qualitat del JPEG estàndard és visiblement més baixa que el RAW en les ampliacions. Passarà el mateix amb el format d'arxiu JPEG-L?





**Figura 21.** Imatge capturada en RAW (a dalt) i en JPG (a baix) amb l'smartphone Huawei P30 Pro al CRARC (Masquefa).

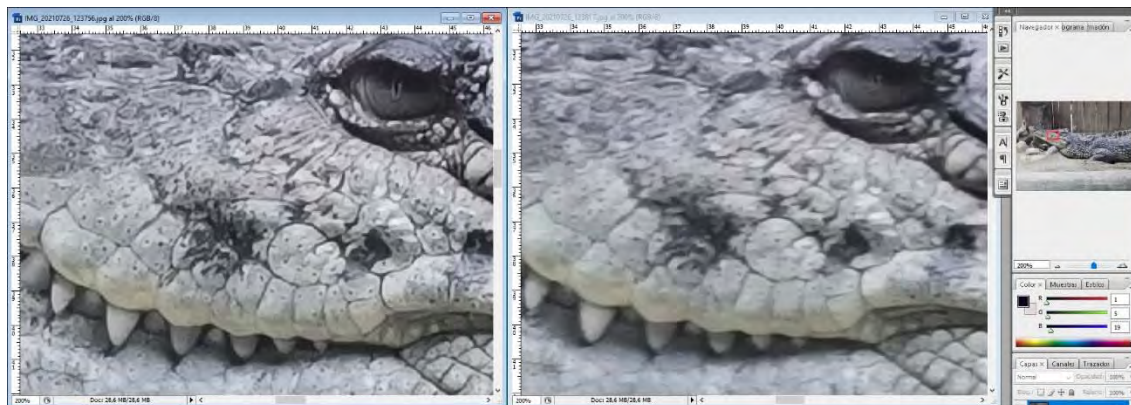


Figura 22. Ampliació al 200 % de la mateixa zona de les dues fotografies anteriors. Aquí s'observen també diferències, la fotografia en RAW (Esquerra) té més detall i més nitidesa que la de la dreta, com es pot observar en l'ampliació de l'ull i de les plaques còrnies.

### 7.1.3 RAW integrat, JPEG i JPEG-L

Aquesta última comprovació de caire tècnic la vam fer al pati de batxillerat de l'escola, orientant la càmera del mòbil (muntada en trípode) cap a ponent. Estava una mica núvol i ja no hi havia gaire llum. Vam utilitzar l'smartphone Huawei P30 Pro.

Vam fer tres fotos consecutives del mateix indret i enfocant la mateixa part de la imatge en els tres casos (Figura 23). Després es van remostrejar les fotografies en JPEG-L i en RAW a la mateixa resolució de l'arxiu JPEG (que era el més petit), Després es va seleccionar el mateix indret (el camp de golf) per fer una ampliació al 300%.

En la foto a mida normal (Figura 23), no s'aprecien diferències entre els tres formats d'arxiu d'imatge. En les ampliacions, en canvi, sí que s'aprecien diferències i es pot observar com la qualitat del JPEG-L s'acosta més a la qualitat del RAW que a la del JPEG.

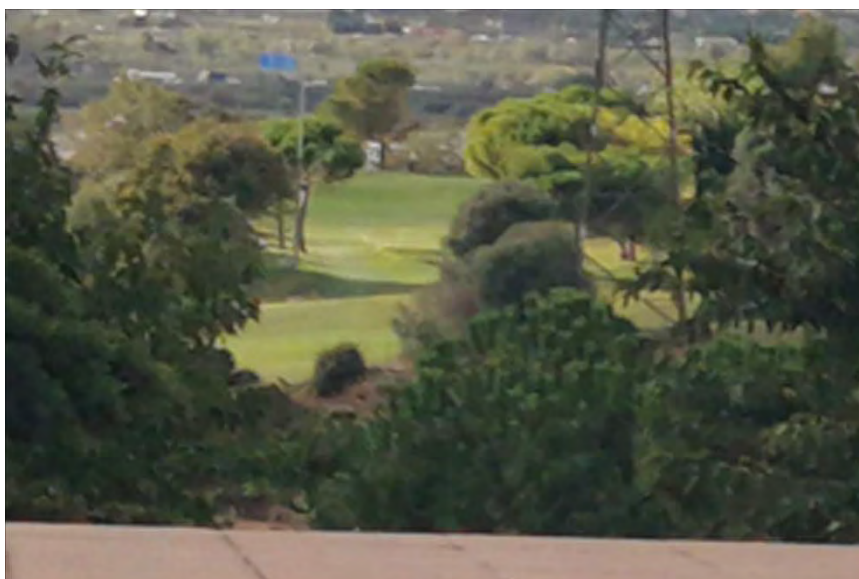
Aquests resultats concorden amb el que ja hem dit anteriorment, que els processadors són suficientment potents i "llestos" per saber treure el millor del sensor d'imatge (vegeu apartat 4.2). I les prestacions avançades (RAW , controls manuals...) que sempre demanem que tingui el nostre smartphone, a l'hora de la veritat poques vegades el farem servir segons alguns professionals<sup>36</sup>. Mentre altres (Mellado, 2021), insisteixen en que sempre s'ha de disparar en RAW.

<sup>36</sup> <https://www.photolari.com/category/foto/fotografia-movil/>





**Figura 23.** Imatge capturada en RAW (a dalt) i en JPEG-L (al mig) i en JPEG (a baix) amb l'smartphone Huawei P30 Pro al pati de batxillerat de l'escola.



RAW



JPG-L



JPG

**Figura 24.** Ampliació de la mateixa zona de cada una de les imatges de la figura anterior i en el mateix ordre.



## **7.2 El control de la profunditat de camp amb un smartphone**

La profunditat de camp, és a dir, l'espai entre les parts més properes i més allunyades d'un subjecte que es reproduïxen amb suficient nitidesa per considerar que estan enfocats, és un dels conceptes més importants per un fotògraf perquè permet destacar el motiu enfocant allò que es desitgi. Una alta profunditat de camp és perfecta per fotografiar paisatges ja que no hi ha cap element que tingui major importància que la resta. En canvi, quan es vol centrar la mirada en un punt concret ens dona la opció de desenfocar el fons amb una baixa profunditat de camp.

En una càmera digital analògica la profunditat de camp depèn de tres paràmetres: obertura del diafragma, longitud focal de l'objectiu i distància al subjecte, en les càmeres digitals cal afegir-hi la mida del sensor, quan més petit, més profunditat de camp. Aquest últim aspecte ha estat estudiat en dos treballs de recerca anteriors (Sandra Roig, 2012; Ariadna Górriz, 2017).

Com hem vist anteriorment (vegeu apartat 4.1) la gran diferència de les càmeres dels mòbils amb les altres càmeres digitals és l'obertura de diafragma ja que en els smartphones no és modificable, de manera que en un smartphone no podem reduir<sup>37</sup> la profunditat de camp modificant l'obertura del diafragma.

Però també hem vist que els smartphones de múltiples focals, combinant aquestes amb algorismes d'intel·ligència artificial, poden aconseguir reduir la profunditat de camp (vegeu apartat 4.2). Nosaltres hem volgut comprovar en aquest projecte com varia, a la pràctica, el fet de “modificar” l'obertura.

En el cas del model Android utilitzat (Huawei P30 Pro) hem vist que incorpora una modalitat d'obertura que simula obertures de diafragma des de  $f/0.95$  fins a  $f/16$ . Hem comprovat que el resultat no depèn de l'obertura que posis, sinó que amb l'opció obertura s'obté el mateix efecte de desenfocament amb tots els valors (Figura 25).

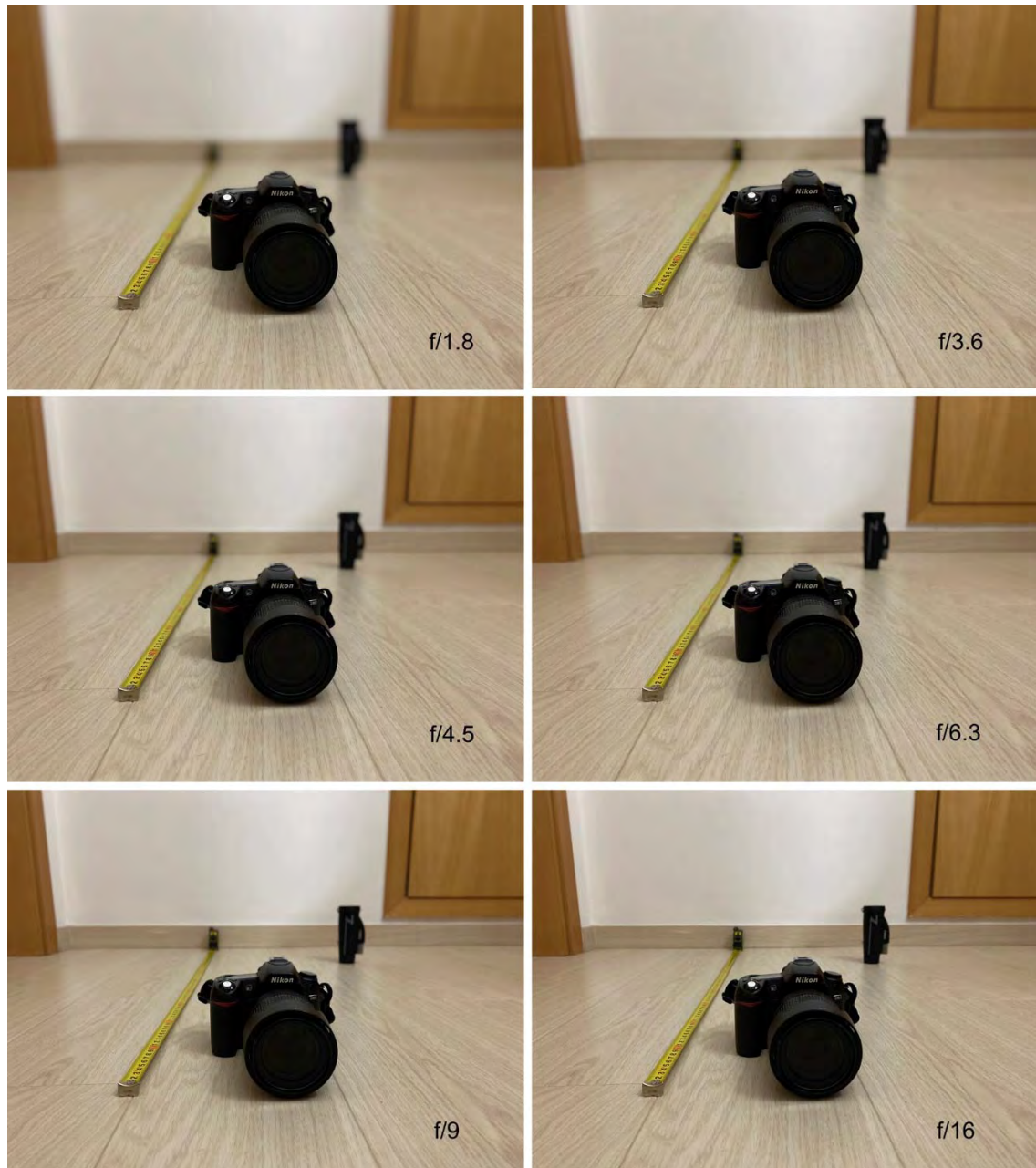


**Figura 25.** Enfocament selectiu al fons (Esquerra) i al motiu proper (dreta) utilitzant la modalitat d'obertura en l'Android Huawei P30 Pro.

<sup>37</sup> Reduir, perquè la profunditat de camp de les càmeres dels mòbils és enormement gran.

En el cas de iOS fent servir el mode retrat en l'iPhone. Però no és una acció directa, ja que primer cal actualitzar el mòbil a la última versió de iOS, que permet la funció retrat.

Un cop instal·lada, fas una captura i la obtens en mode retrat, en l'edició d'aquesta imatge des de la galeria, pots trobar la obertura del diafragma, en la que si prems, la pots anar modificant, cap a la dreta obtindràs una f major i cap a l'esquerra una f menor. Els resultats (Figura 26) són apreciables, però no estan al nivell del que es pot aconseguir amb una càmera rèflex.



**Figura 26.** Selecció d'obertura amb el mode retrat en l'iPhone 11.



## PROJECTES BIOLÒGICS

### **7.3 Macrofotografia i bioidentificació**

Tots els smartphones permeten capturar imatges a distància macro. En alguns inclús s'activa l'aplicació súpermacro quan el mòbil s'acosta al subjecte, sense haver d'activar la funció macro manualment<sup>38</sup>. També es poden utilitzar aplicacions de tercers per augmentar encara més la capacitat d'augment, com és el cas de l'aplicació SMO<sup>39</sup> o utilitzar objectius macro que s'adaptin a la càmera del mòbil. Però per mostrar aquest exemple amb líquens (Figura 27) la macrofotografia estàndard realitzada amb l'iPhone 11 és més que suficient.



**Figura 27.** Fotografia del tronc d'arbre amb líquens a l'escorça (Esquerra) i macrofotografia d'una part (dreta) en la que es veuen dues espècies de líquens.

Un aspecte que ja hem comentat al parlar del funcionament de Google Lens (vegeu apartat 6.1.1) és que per tal que funcioni bé li hem d'indicar el subjecte a identificar de la manera més clara possible i sense que hi interfereixi un altre subjecte. Per exemple, en el cas que ens ocupa del líquen la primera fotografia (Figura 27, esquerra) podria donar problemes per a una correcta identificació. Fins i tot, en la macrofotografia que es mostra (Figura 27, dreta), malgrat la identificació, en principi, ja no hauria de donar problemes, hem de procurar enfocar la càmera per fer el reconeixement de manera que no inclogui l'altra espècie que apareix en pantalla (una mica a la part superior i inferior de la imatge en la macrofotografia).

Així doncs, seleccionant bé la part del líquen groc i si pot ser incloure-hi algun aspecte rellevant, com els òrgans reproductors (formes rodones a la imatge macro), la

<sup>38</sup> És el cas del Huawei P30 Pro.

<sup>39</sup> *Smart Micro Optics*, que hem utilitzat a pràctiques d'experimentals ja en anys anteriors.

identificació serà molt més segura i s'aconseguirà trobar el nom científic de l'organisme (Figura 28).

Trobar el nom científic d'un ésser viu és la manera més segura per després poder trobar informació sobre ell a través de la xarxa.

#### 7.4 Captures amb lupa binocular

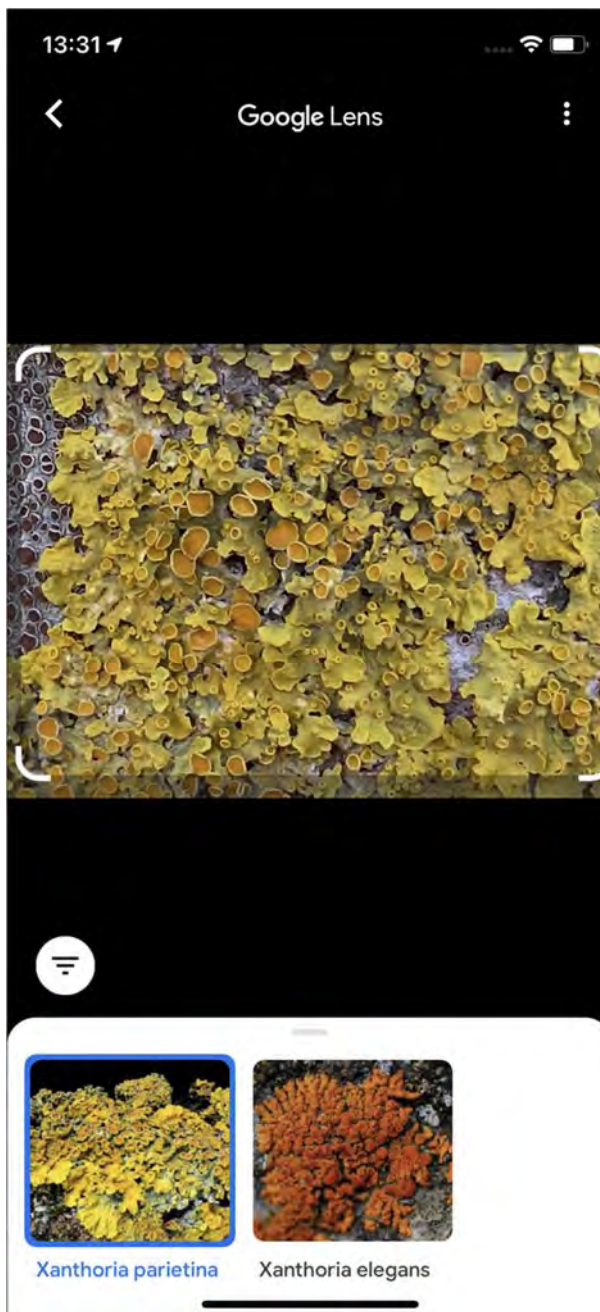
Una de les utilitats més interessants del mòbil al laboratori és el de fer fotos o vídeos a través d'un dels oculars d'una lupa binocular o estèreomicroscopi. Certament aquesta funció estèreo, de veure en relleu (3D) es perd perquè només utilitzem un dels dos oculars i per mantenir la visió estereoscòpica es necessita mirar simultàniament pels dos oculars i els dos objectius. Amb el microscopi òptic, malgrat tingui també dos objectius, no hi ha visió en relleu perquè la imatge conflueix amb un sol objectiu a l'hora de mirar. En un treball de recerca anterior (Ariadna Simón, 2009) s'explica aquest aspecte amb més profunditat.

A classe de Biologia, en una pràctica d'observació d'espors i espores de molses i falgueres (vegeu AF del dia 29/04/2021) vam fer fotos i sobretot vídeos força interessants.

Ja hem explicat anteriorment (vegeu apartat 6.3.2) com s'ha d'utilitzar el mòbil per fer aquest tipus de fotografies correctament.

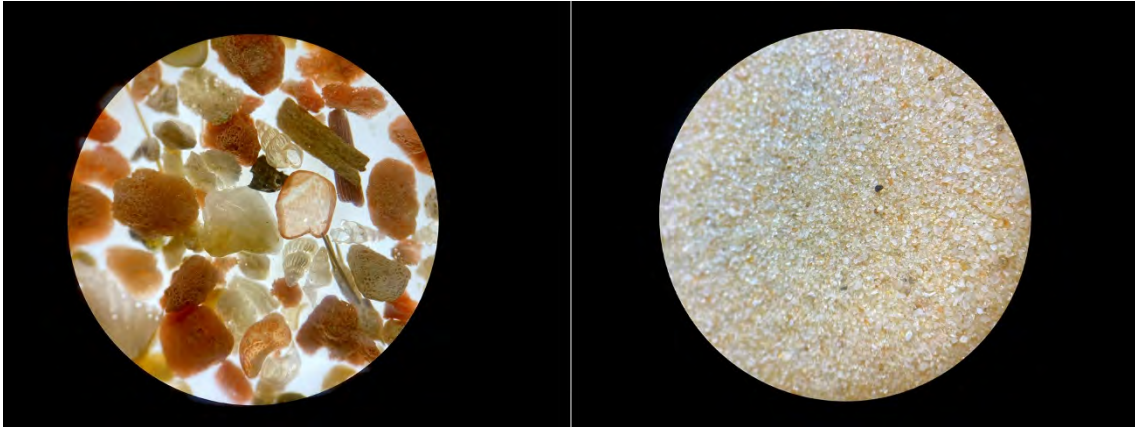
Aquí només presentarem un projecte amb lupa binocular de diferents tipus de sorres i una petita aranya saltarina (vegeu AF del dia 21/09/2021).

Al laboratori de l'escola hi ha una col·lecció de diferents tipus de sorres que, vistes a 20 o a 40 augments donen pistes de la seva procedència (volcànica, platja, desert...) i composició (silícica o calcària). Hem volgut mostrar la procedència (Figura 29), l'efecte de l'augment sobre la profunditat de camp de les observacions (Figura 30) i l'efecte que té per a la interpretació de la mostra el fet d'il·luminar-la per sota (contrallum) o per sobre (Figura 31).

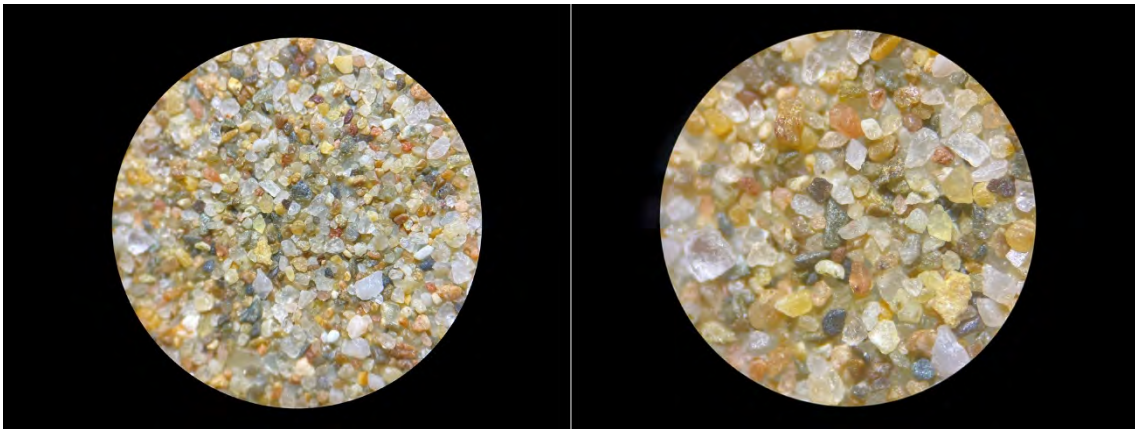


**Figura 28.** Captura de pantalla de Google Lens en el moment d'identificació de l'espècie del líquen.

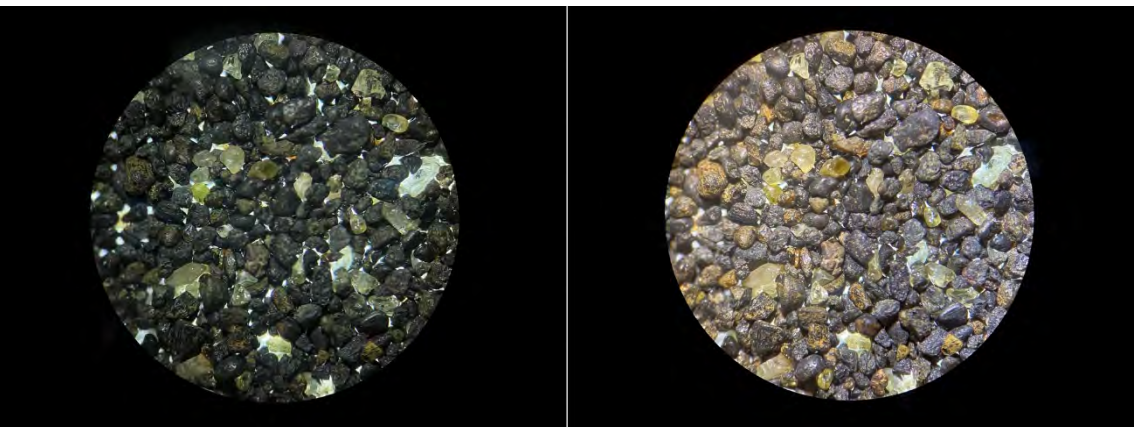




**Figura 29.** Sorra de procedències i composició molt diferent. La primera és sorra calcàrea d'una platja amb molts restes de petxines i caragols, la de la dreta és sorra silícica (de quars), amb grans molt arrodonits, desgastats, procedent del desert.



**Figura 30.** El mateix tipus de sorra però a dos augments diferents, a 20X (esquerra) i a 40X (dreta). Es pot observar com a més augment la profunditat de camp disminueix, hi ha menys camp enfocat.



**Figura 31.** Sorra volcànica amb observada amb il·luminació inferior (esquerra) i la mateixa mostra il·luminada des de dalt (dreta). Els cristalls d'olivina (de color verd) només s'aprecien a contrallum.

En el cas de l'aranya saltarina, una aranya minúscula que sovint es troba al Pati de les tortugues a la zona de vegetació semiprotegida, la vam adormir a dins d'un tub d'assaig (vegeu AF del dia 28/09/2021) i la vam col·locar a sobre d'una placa de petri oberta. L'objectiu era fotografiar-la des de tots els cantons i fer un detall dels ulls frontalment. Aquest últim va costar més (Figura 32).

Quan va despertar la vam tornar al Pati de les tortugues.



**Figura 32.** Aranya saltarina en diferents posicions. Vista amb lupa binocular i fotografiada amb un iPhone 11. Per poder fotografiar els ulls frontalment vam incorporar-la una mica amb un paper arrugat.

De vegades costa centrar bé la imatge i les captures segur que no surten tan bé com en una càmera acoblada a la lupa, però amb el mòbil la captura és immediata.



## 7.5 Captures amb digiscoping

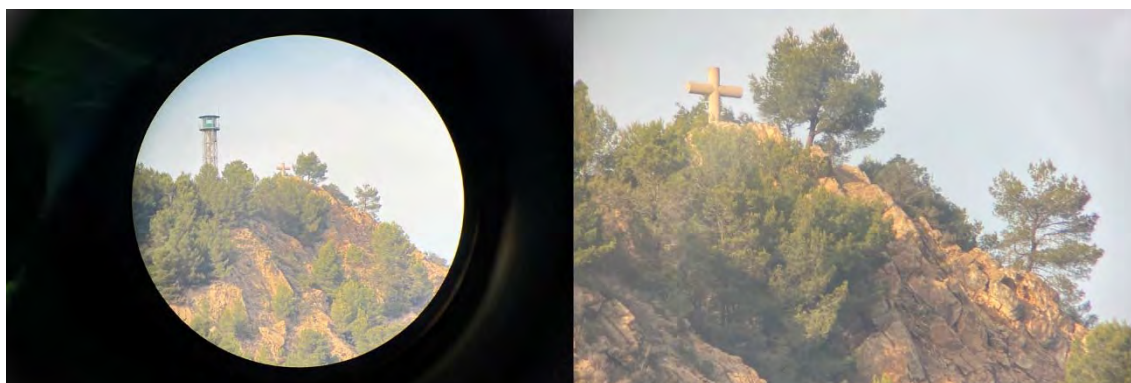
De la mateixa manera que amb les lupes i microscopis, una altra utilitat interessant per utilitzar el mòbil és amb un telescopi petit, de l'estil dels anomenats *digiscoping*.

La tècnica del digiscoping consisteix a unir una càmera digital, rèflex o compacta, amb un telescopi terrestre o alguns astronòmics, utilitzant entre ambdós elements el propi ocular del telescopi. Però nosaltres aquí, volem deixar constància que sense aquest acoblament (que requereix un seguit de peces específiques)<sup>40</sup> és possible utilitzar-ho. Com ja hem dit en el cas de la lupa binocular, la qualitat final segur que no és la mateixa que quan es realitza la captura amb la càmera perfectament acoblada a l'ocular, però creiem que és acceptable i sobretot molt més senzilla i ràpida.

El terme digiscoping<sup>41</sup> ve dels vocables anglesos “digital”, en referència a les càmeres digitals, i “spotting scope”, referit a telescopi terrestre. És el francès Alain Fosse qui ensambla tots dos termes en una denominació que ja s'ha popularitzat, “digiscoping”.

Vam començar a practicar amb el digiscoping a peu pla, a l'entrada de l'escola (vegeu AF del dia 16/09/2021), tot esperant un dia d'atmosfera neta, amb gran visibilitat, com va passar el curs passat, en el que hi va haver un dia amb l'atmosfera extraordinàriament nítida provocada per l'arribada d'un front fred que va permetre captar molts detalls amb teleobjectiu des del terrat de l'escola (Ana Hernández, 2020). Aquest any, malgrat hem apurat gairebé fins al final, no hem tingut la sort de poder disposar d'un d'aquests dies i ens hagut de conformar amb un dia estàndard pel que fa a visibilitat (vegeu AF del dia 27/10/2021).

Des del terrat de l'escola vam fer diverses fotografies amb el mòbil a través de l'ocular del digiscoping. En primer lloc vam provar de fotografiar entre el mínim i el màxim augment (Figura 33), però quan estava al màxim augment del digiscoping costava molt evitar que la imatge sortís moguda.



**Figura 33.** Fotografia realitzada amb iPhone 11 a través del digiscoping a mínim augment (esquerra) i a màxim augment (dreta) de l'aparell.

Després, a l'observar les imatges en la pantalla gran de l'ordinador, vam comprovar que sovint es veia millor el fet de fer una ampliació de la imatge capturada a poc augment,

<sup>40</sup> També existeixen les peces per acoblar-hi un smartphone.

<sup>41</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Digiscoping>

que no pas fotografiant la imatge directament augmentada. La imatge del vaixell, obtinguda per aquest sistema (Figura 34), permet llegir unes inscripcions laterals.

D'aquesta observació, si es comprova en posteriors estudis, es pot deduir que si es fotografia amb smartphone a mà, és preferible utilitzar els augments més petits, degut a l'efecte de la trepidació.



**Figura 34.** Fotografia realitzada amb iPhone 11 a través del digiscoping a mínim augment (esquerra) i ampliant posteriorment la zona amb l'ordinador (dreta).

Per últim, mentre teníem l'aparell enfocat cap a la zona industrial vam descobrir fum, pensant que es tractava de l'inici d'un incendi i vam començar a fer fotografies. Però al cap de pocs segons (Figura 35) ja vam veure que no, que eren sortides de fum intermitents.



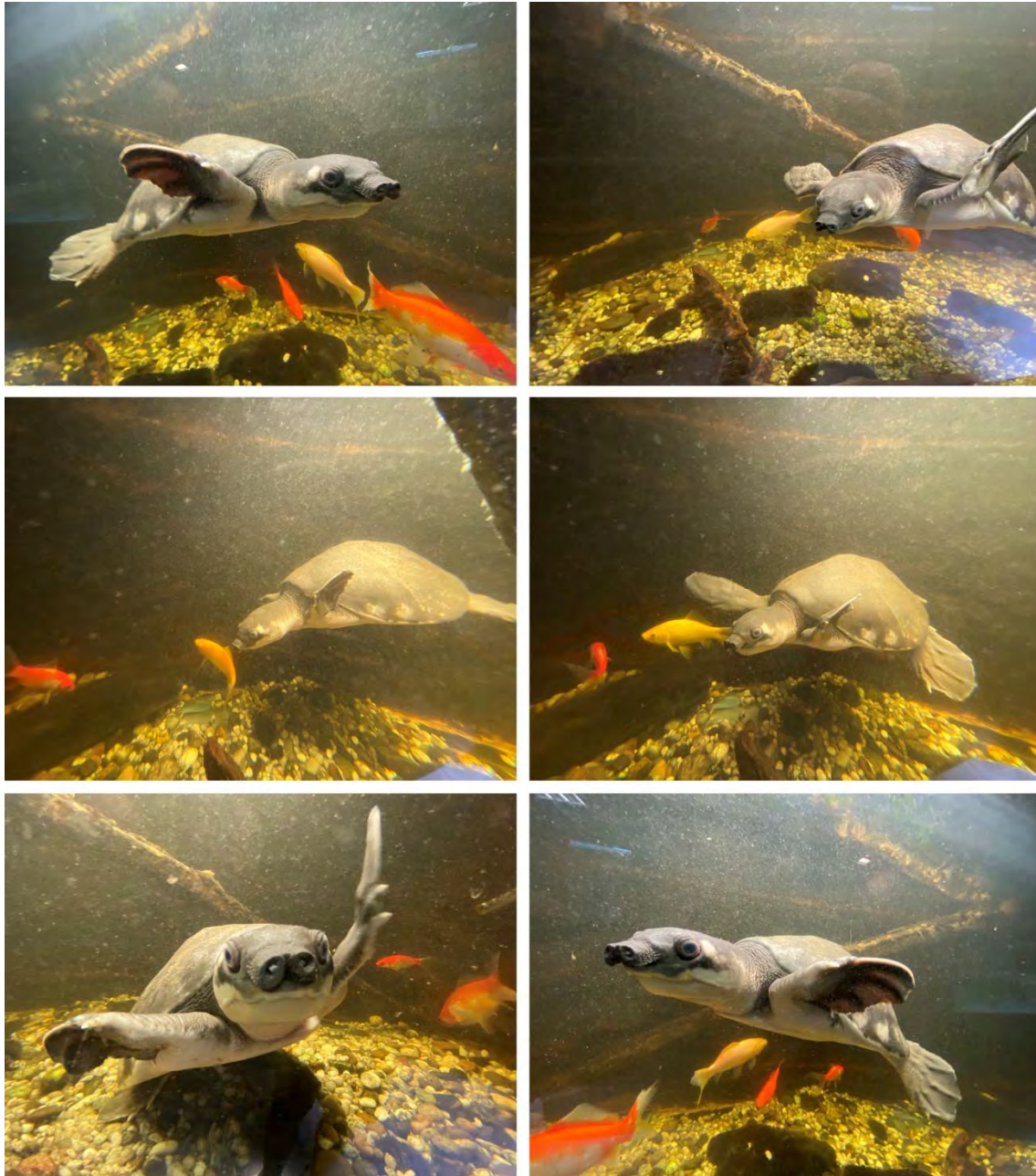
**Figura 35.** Seqüència d'un possible incendi vist a través del digiscoping des del terrat de l'escola.



## **7.6 Reportatges**

### **7.6.1 Perseguint peixos o jugant amb ells?**

Reportatge realitzat al CRARC (vegeu AF del dia 26/07/2021). Semblava que aquesta tortuga aquàtica, d'aspecte força curiós, empaités els peixos per menjar-se'ls. Però després d'una estona d'observació vam arribar a la conclusió que més aviat hi estava jugant.

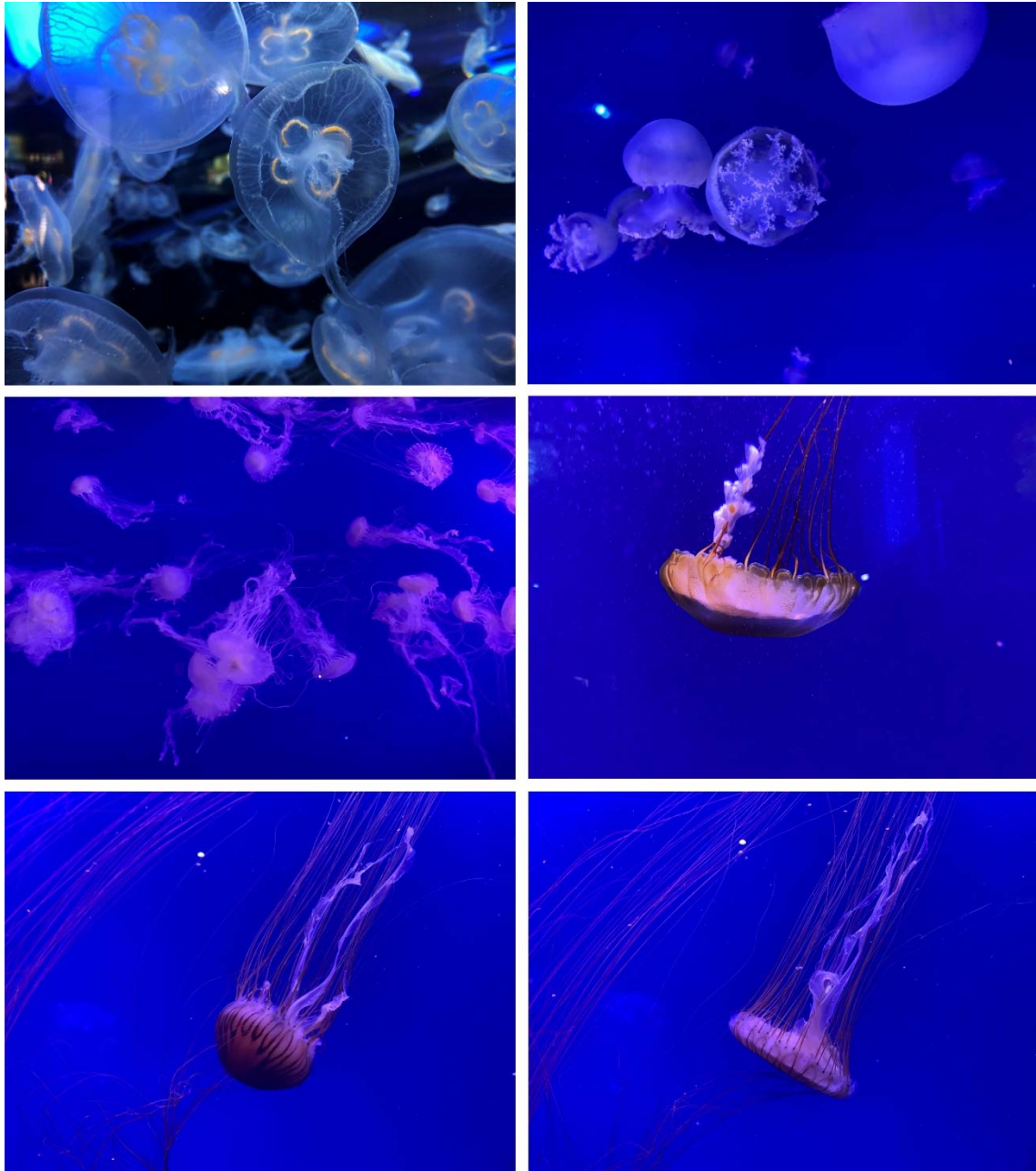


**Figura 36.** Aquesta tortuga (*Carettochelys insculpta*) d'una instal·lació del CRARC estava jugant amb els carpins vermells i grocs.



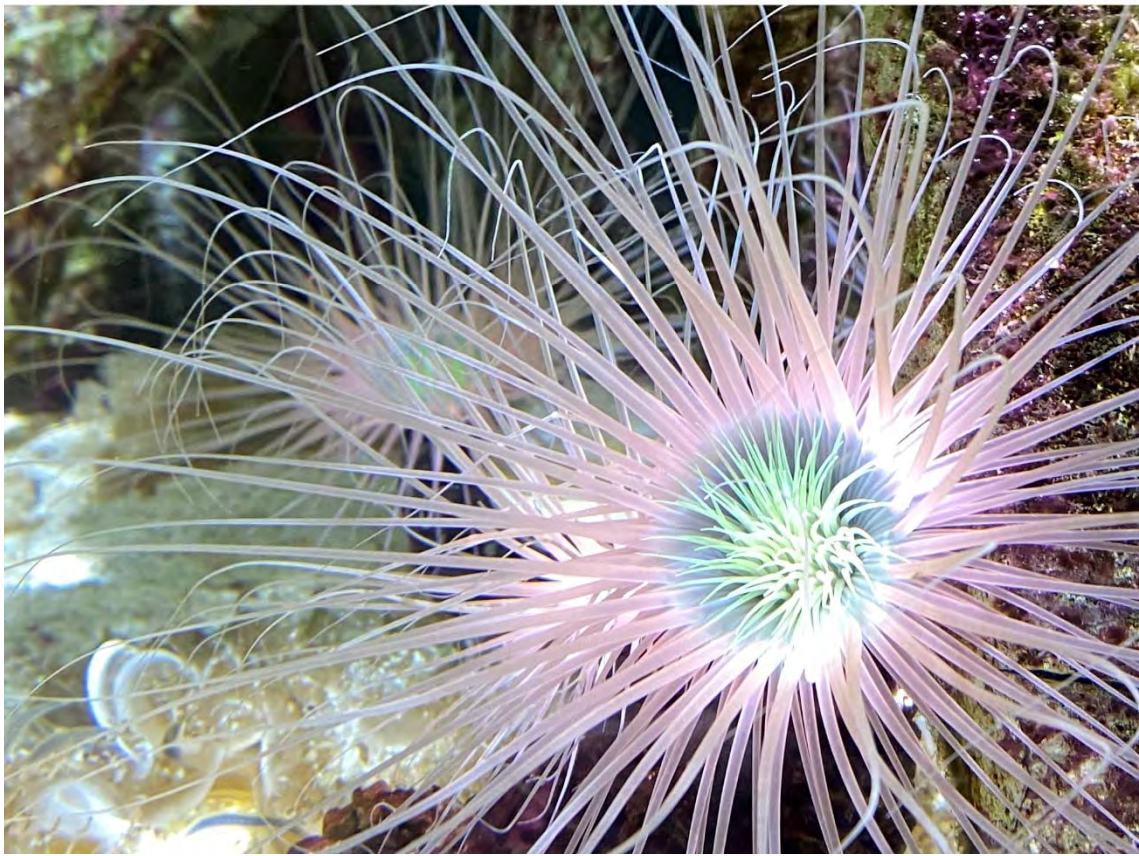
### 7.6.2 Motius marins

Aquest estiu vaig visitar l'oceànogràfic de València (vegeu AF del dia 31/07/2021) i vaig aprofitar per fer reportatges amb smartphone de motius marins. En alguna ocasió vaig fer servir trípode. Aquí es presenta un reportatge de meduses (Figura 37). Per últim, malgrat no és un reportatge, hi afegim una anemone per mostrar com la qualitat d'imatge permet una ampliació posterior enquadrant millor la fotografia (Figura 38).



**Figura 37.** Meduses a l'oceànogràfic de València fotografiades amb iPhone 11.





**Figura 38.** Aquesta anemone fotografiada amb l'iPhone 11 va quedar amb prou definició per poder-ne fer una ampliació més ben enquadrada, seguin la regla dels terços.

## 8. Conclusions

A nivell personal, la conclusió més important és la sensació d'aprenentatge continuat que m'ha acompanyat durant tot aquest temps i la valoració de la feina ben feta. 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. Respecte els aspectes tècnics cal dir que realitzar el curs de fotografia Nikon-IDEP em va ajudar moltíssim a introduir-me en el treball que anava a fer, i malgrat les dificultats que m'he trobat en alguns aspectes tècnics proposats pel meu tutor, m'han servit de gran ajuda les comprovacions pràctiques, així com poder consultar treballs anteriors i disposar de bibliografia específica.

En relació als objectius marcats inicialment podem considerar que, globalment, s'han assolit satisfactòriament:

- S'ha realitzat i completat el curs de fotografia online Nikon-IDEP, obtenint el diploma acreditatiu.
- De l'estudi realitzat de les característiques de les càmeres dels mòbils moderns (smartphones) es conclou que l'augment de qualitat assolit els últims anys, és degut a la incorporació de múltiples càmeres en un mateix terminal, controlades conjuntament per sistemes d'intel·ligència artificial.
- La utilitat de l'aplicació Google Lens per a la bioidentificació en front d'altres aplicacions de caire més biològic, s'ha relacionat amb la potència de la base de dades de Google i amb el seu conjunt d'algoritmes d'aprenentatge automàtic (*machine learning*).
- Dels projectes tècnics realitzats sobre la qualitat d'imatge, podem concloure que, en cas que es necessiti molta qualitat o fer grans ampliacions, el format d'arxiu RAW és amb el que s'obté una millor qualitat, però seguit de molt a prop per les millores recents del format JPEG, és a dir, el JPEG-L (Android) i el HEIC (iOS).
- Sobre la possibilitat de disminuir la profunditat de camp simulant les variacions de l'obertura de diafragma en un smartphone, hem vist que existeix, però encara és una de les seves limitacions, juntament amb el teleobjectiu, en relació a una càmera convencional.
- En relació a l'aplicabilitat directe del mòbil en lupes, microscopis i telescopis sense sistemes específics de fixació, hem arribat a la conclusió que és una metodologia ràpida i útil, però que és preferible no fer les captures al màxim augment per l'efecte de trepidació.

Finalment, s'ha portat a terme el registre fotogràfic de les activitats i sortides relacionades amb el projecte Pati de les tortugues i, juntament amb el tutor, el muntatge gràfic del document fotocronològic realitzat conjuntament amb les meves companyes Berta Ruiz i Laia Pons.



## 9 Bibliografia

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

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

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

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

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

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

HARCOURT D., P. (2002). *Macrofotografía*. Ediciones Omega S.A. Barcelona. ISBN: 84-282-1294-5.

HERNÁNDEZ, ANA (2020). *Aproximació al reportatge fotogràfic de caire científic*. Treball de Recerca de Batxillerat. Escola Mestral.

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

JIMÉNEZ ALBA (2019). *Projectes fotogràfics amb càmera rèflex*. Treball de recerca. Escola Mestral. Disponible a internet: <pendent>

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

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



MARTÍNEZ, BERTA (2018). *Projectes per a l'optimització de la càmera rèflex digital*. Treball de recerca. Escola Mestral. Disponible a internet: <[https://issuu.com/escolamestral/docs/tr\\_berta\\_martinez](https://issuu.com/escolamestral/docs/tr_berta_martinez)>

MELLADO, J.M. (2021). *Fotografía móvil de alta calidad para iPhone*. Foto Club. Ediciones Anaya Multimedia. ISBN: 978-84-415-4319-5. 200pp.

MELLADO, J.M. (2021). *Fotografía móvil de alta calidad para Android*. Foto Club. Ediciones Anaya Multimedia. ISBN: 978-84-415-4320-5. 200pp.

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

PASCUAL, LAURA (2009). *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 69 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2009; Premi al Fòrum de treballs de recerca del Baix Llobregat ). [En línia]. Disponible a Internet: [https://issuu.com/escolamestral/docs/tr\\_lpascual?documentId=090225112703-14262be93bd045e58\\_e3710f1dbcb1497&layout=grey](https://issuu.com/escolamestral/docs/tr_lpascual?documentId=090225112703-14262be93bd045e58_e3710f1dbcb1497&layout=grey)

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

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

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

PRIETO, MAR (2014). *Objectiu fotogràfic i fotografia biològica*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 115 pp. [En línia]. Disponible a Internet: [https://issuu.com/escolamestral/docs/objectiu\\_fotografic\\_i\\_fotografia\\_b/1](https://issuu.com/escolamestral/docs/objectiu_fotografic_i_fotografia_b/1)

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

RIVAS, R. (2020). *La fotografía con móviles*. Visión y técnica fotográfica (2ª Ed.) Photoclub. Ediciones Anaya Multimedia. ISBN: 978-84-415-4197-9. Madrid. 231 pp.

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

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

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

SORIA, ALBA (2008). *Macrofotografía digital*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a Internet: <[http://www.escolamestral.cat/macrof\\_asoria.pdf](http://www.escolamestral.cat/macrof_asoria.pdf)>



## **Annex 1. Estructura detallada del curs Nikon School-IDEP**

### **Nivel 1**

#### **Estética y narrativa de la fotografía**

- Encuadre y tema
- Componer la fotografía
  - Trabajar con la luz ambiente
- El uso del flash

#### **Técnicas de la fotografía digital**

- Las cámaras digitales. Aspectos específicos I
- Las cámaras digitales. Aspectos específicos II
- Los controles y las posibilidades de intervención
- Los automatismos: consejos prácticos
- Grabar vídeo con cámaras fotográficas digitales

#### **Retoque y manipulación de las imágenes**

- Los programas de retoque y manipulación
- Mejorar la imagen

#### **La fotografía digital en la práctica**

- El álbum digital familiar
- El retrato

### **Nivel 2**

#### **Estética y narrativa de la fotografía**

- Distancia focal y tema
- Luz y textura
- La exposición correcta
- El punto de vista

#### **Técnicas de la fotografía digital**

- El ordenador y los requisitos mínimos
- Los periféricos de entrada y salida
- La edición digital de vídeo

#### **Retoque y manipulación de las imágenes**

- Controlar el color
- Diseño de proyectos: tarjetas, calendarios, etc.

#### **La fotografía digital en la práctica**

- La fotografía digital en los viajes
- El paisaje

### **Nivel 3**

### **Estética y narrativa de la fotografía**

- Potenciar la perspectiva
- La fotografía nocturna

### **Técnicas de la fotografía digital**

- La memoria digital
- El sensor y las características básicas de la imagen digital
- El formato RAW

### **Retoque y manipulación de las imágenes**

- Eliminar elementos
- Añadir elementos
- El revelado del RAW
- Introducción al HDR La fotografía digital en la práctica

### **La fotografía digital en la práctica**

- La fotografía digital en familia
- Fotografiar niños y bebés

### **Nivel 4**

### **Estética y narrativa de la fotografía**

- Fotografía y movimiento
- El barrido y otras técnicas especiales en la captación del movimiento Técnicas de la fotografía digital

### **Técnicas de la fotografía digital**

- Sistemas de impresión digital
- Ajustes de dispositivos I
- Ajustes de dispositivos II: gestión del color Retoque y manipulación de las imágenes

### **Retoque y manipulación de las imágenes**

- Restaurar fotografías antiguas
- Envejecer fotografías
- Crear panorámicas
- El book virtual La fotografía digital en la práctica

### **La fotografía digital en la práctica**

- La fotografía a través de Internet
- La fotografía digital en el trabajo



## Annex 2. Diploma curs Nikon School-IDEP





## ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del Projecte del *Pati de les tortugues* (curs 2021-2022)



Laia Pons Lara  
Berta Ruiz Serapio  
Eloi Zamora Gómez  
Novembre de 2021  
Escola Mestral



Des de ja fa 18 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), actualment inclòs en la Subdirecció General de Biodiversitat i Medi Natural del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya, per a la tinença i cria de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) a l'Escola, es porta a terme un registre de les activitats que s'hi desenvolupen, any rere any, pels alumnes que hi fan treballs de recerca relacionats, independentment del tema del seu treball de recerca concret.

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

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

Tant les fotografies com els comentaris del document fotocronològic les fem sempre entre tots, però la principal responsabilitat del registre fotogràfic i de l'edició digital (agrupació fotos de tres en tres...) i muntatge final de les fotografies, tradicionalment recau en l'alumne que fa el seu treball de recerca de fotografia. Això és el que ha passat en 12 dels últims 13 anys, en què ha coincidit que un dels tres treballs relacionats amb el projecte ha estat de fotografia. D'aquesta manera es manté viva aquesta eina de consulta i de registre d'accions que resulta tan útil a qualsevol alumne interessat en entrar a formar part del projecte del *Pati de les tortugues* o del projecte *Treballant la fotografia de l'Escola*.

Cal dir que aquest any, per segon any consecutiu pel tema del coronavirus, ha estat especial i no s'han pogut fer totes les activitats i sortides que són habituals en els projectes del Pati de les tortugues i Treballant la fotografia.

Josep Marí

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

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

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

### **1.2 Registres de dades ambientals i efectes del canvi climàtic**

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

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

Fa uns anys s'havien fet alliberaments (al massís del Garraf i a la serra del Montsant) de tortugues nascudes a l'escola, perquè eren tortugues que havien format part d'estudis relativament llargs (procés d'ossificació de la closca, hibernació/no hibernació, creixement...), les havíem tingut alguns anys a l'escola i ja havien assolit les mides mínimes per ésser alliberades a la natura. Des de fa 8 anys ens neixen molts exemplars cada any i no els podem mantenir a l'escola, de manera que els portem al CRARC, en la visita anual que es fa a l'estiu (juliol o agost), perquè es quedin ja allí fins el moment d'ésser alliberades.

### **1.4 L'autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània a l'escola**

El curs passat es va iniciar la introducció de l'hidrogel per a la millora en el creixement de plantes heliòfiles al Pati de les tortugues, sobretot de cara al seu manteniment durant els períodes de vacances, però van quedar pendents una sèrie d'aspectes que s'intentaran aclarir aquest any (treball de recerca de Laia Pons).

### **1.5 Document fotocronològic**

Es continua portant a terme un registre fotogràfic de les principals tasques i accions realitzades pels alumnes durant el període que dura el seu treball de recerca, ordenades cronològicament, en el mateix format d'anys anteriors (agrupaments generalment de 3 fotografies). La responsabilitat de la part fotogràfica recau, sobretot, en la persona que realitza el treball de recerca de fotografia (treball d'Eloi Zamora).



12/02/2021 Des de dimecres passat que sabem que La Laia Pons (LP), la Berta Ruiz (BR) i l'Eloi Zamora (EZ) serem els que aquest any durem a terme el nostre treball de recerca (TR) amb el Josep Marí com a tutor. Aquests treballs s'inclouen en el projecte del *Pati de les tortugues* i en el projecte *Treballant la fotografia* de l'escola. El de Laia Pons i el de la Berta Ruiz relacionats amb la biologia de la tortuga mediterrània, i el de l'Eloi Zamora amb la fotografia. Per començar a preparar-ho tot hem creat un grup de WhatsApp i una carpeta compartida al Dropbox entre els quatre, on el nostre tutor ja ens ha penjat feina.

23/02/2021 Aquest any disposem<sup>1</sup> de dues càmeres de fototrampeig, una BROWNING DEFENDER 850 20MP BLUETOOTH i una RECONYX MICROFIRE GEN 2 WIFI. La Defender de moment la deixarem instal·lada de forma fixa orientada al bassal en sentit N-S, mentre que la Reconyx la utilitzarem en diversos indrets, depenent del moment i de les necessitats. També s'ha incorporat una càmera fixa gran angular<sup>2</sup>, amb objectiu orientable i amb de zoom, que hem situat al mig de la paret sud del Pati de les tortugues a uns 3 m d'altura, de manera que té un camp de visió del pati força complet. Hem vist que la Reconyx és molt sensible i que pot captar fins i tot la presència d'un insecte a la nit.



25/02/2021 Hem observat moltes pinyes de pi menjades sota el pi del costat de secretaria, a l'entrada de l'escola. Volem saber qui ha estat el responsable. Un esquirol? Un ratolí de camp? Per com deixa la pinya de pelada, sembla ser d'un ratolí, però ho volem comprovar intentant capturar una imatge amb la càmera Reconyx (més informació en el TR d'Eloi Zamora).



<sup>1</sup> Han estat adquirides amb el Premi Recerca Jove als centres (PRJ 2019)

<sup>2</sup> Aquesta estava inicialment destinada a l'estació meteorològica, però no permetia un grau d'inclinació suficient i es va aprofitar una oferta de l'empresa per quedar-nos les dues Càmeres.



26/02/2021 Avui ens toca fer la primera tasca de manteniment al pati, recollir l'excés de fulles seques. El Josep Marí ens ensenya com hem d'utilitzar el rasclet de pues flexibles i després ja ho continuem nosaltres. Hem omplert diversos sacs i el Pol Haro (cap de Manteniment de l'escola) ens ha indicat on els havíem de portar.



12/03/2021 Avui al migdia hem fet un control de l'estat d'hibernació de les tortugues, tant de les tres tortugues grans, que hibernen al terrari exterior, com de les petites, que ho fan a la caixa de protecció de l'extrem NE del pati. Veiem que hi ha dues tortugues grans despertes, però encara no les deixarem al terrari una setmana més perquè les temperatures aquest cap de setmana tornen a baixar. Pel que fa a les petites, hem vist que n'hi havia una o dues amb els ulls oberts, però la gran majoria continuaven ben adormides. Les hem pesat amb molta cura i les hem tornat a deixar una mica enterrades en el substrat. L'Eloi ja s'ha estrenat com a "reporter" però ha fet totes les fotos en format vertical i el Josep Marí li ha dit que millor que les faci en horitzontal (i poder utilitzar així l'estructura de microreportatge de 3 fotografies), excepte quan el tipus de fotografia ho requereixi.



17/03/2021 Les tortugues grans ja estan ben despertes i donem per acabat el seu període d'hibernació que han portat a terme en el terrari exterior. Tenen bon aspecte, i ben aviat han començat a buscar menjar.





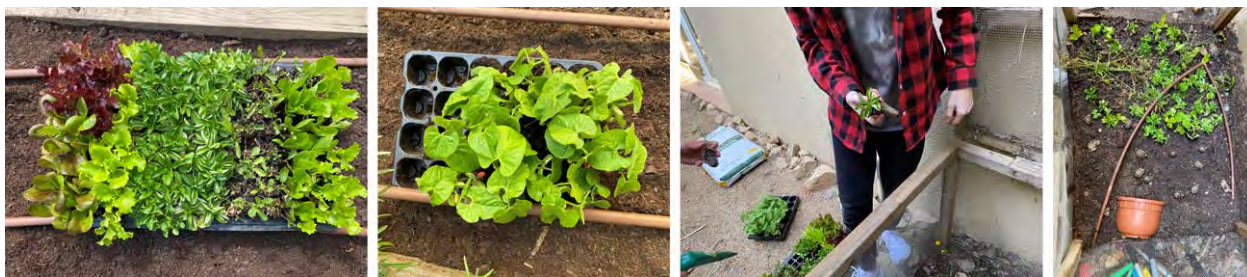
19/03/2021 Trasplantem exemplars de plantatge de fulla estreta i de dent de lleó del pati de Batxillerat al terrari exterior del Pati de les tortugues per les tortugues petites quan despertin de la hibernació.



24/03/2021 Avui el Pol acaba la restitució de les fustes de les enfiladisses de la paret est del Pati de les tortugues, tal com li havia demanat el Josep Marí.



30/03/2021 El nostre tutor porta planter de ruca, canonges, mongeteres i enciams i en plantem una certa quantitat al terrari exterior per les tortugues petites.



I trasplantem la major part a la zona de vegetació semiprotegida tot començant un tractament amb i sense hidrogel. També plantem, després de posar la terra, una sèrie d'enfiladisses a la zona est, amb una dosi superior d'hidrogel que a la zvs.





Acabem de plantar les enfiladisses i donem per finalitzada la hibernació de les tortugues juvenils. Les hem col·locat en una safata amb una mica d'aigua perquè es poguessin hidratar a voluntat.



Haviem col·locat la càmera Reconyx de manera que enfoqués la zvs, però ens havíem oblidat de desconnectar-la mentre arreglàvem la zona, afegíem la terra i fèiem els trasplantaments dels dos tractaments... de manera que després hem pogut comprovar que s'havien fet centenars de fotos (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).



05/04/2021 Avui al revisar les fotografies de la càmera Reconyx hem descobert que s'havia disparat de nit (està programada per fer 3 fotos seguides quan s'activa per algun moviment). Concretament a les 2:27h de la matinada.



I va tornar a passar un parell d'hores més tard, a les 4:30 h. Sembla ser que es tracta d'una rata trágnera (rata negra) (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).





15/04/2021 Les tortugues grans estan força actives, sobretot el mascle, que no para d'intentar muntar la femella gran. Les juvenils es queden quietes prenent el sol durant les primeres hores. El nenúfar blanc del bassal ja té les primeres fulles (que són d'un color marronós al principi).



Aquest any també provocarem una certa inclinació (uns 20°) al substrat (sauló) de la zona de postes. El Josep Marí li deixa una zona de mostra al Pol, que ens ajuda a acabar-ho.



29/04/2021 Avui a classe de biologia hem fet observació amb lupa binocular dels òrgans reproductors de plantes criptògames (molses i falgueres). Un dels objectius era el d'aconseguir que els esporangis de falguera petessin, alliberant espores, per acció de la calor (provocada per radiació infraroja).



Alguns vam fer fotos i vídeos amb el mòbil, sobretot l'Eloi que va fotografiar i gravar no només les seves preparacions, sinó també les d'altres companys.





30/04/2021 Avui hem volgut comprovar les preferències entre ruca i enciam per part de les tortugues grans. Hi ha preferència clara per la ruca.



07/05/2021 Avui l'Eloi ha estat fent pràctiques de fotografia macro amb l'objectiu macro Sigma 105 mm f/2.8 muntat en una càmera de format complet al Pati de les tortugues.



I ha pogut comprovar que s'ha de tenir molta cura amb l'enfocament perquè la profunditat de camp és molt baixa. Cal aplicar l'enfocament només en allò que es vol ressaltar.



L'heura de la paret sud i les que pugen pels arbres estan molt desenvolupades i s'hauran de podar. Per altra banda, el planter que vam posar a la zona de vegetació semiprotegida està molt desenvolupat (més informació en el TR de la Laia Pons).





12/05/2021 Avui hem podat les hores de la paret sud i també les dels arbres amb l'ajuda del Pol i del Josep Marí.



14/05/2021 Avui preparam les incubadores del laboratori per la incubació artificial dels ous de tortuga mediterrània. Afegim aigua al fons de cada incubadora, preparam el substrat (vermiculita) amb aigua i el posem a les caixes d'incubació.



Un cop això enllestit, es posa en marxa la unitat de seguretat SAI i es connecten les incubadores. Es revisen les piles dels dataloggers, es programen i es posen en marxa. Les tindrem en funcionament permanent i anirem controlant humitat i temperatura visualment durant uns dies per tal d'ajustar els paràmetres als tractaments desitjats (més informació en el TR de la Berta Ruiz).





20/05/2021 Avui a l'hora de biologia baixem al Pati de les tortugues perquè el Pol ha fet caure tots els nespres de l'arbre, ja que ja són massa madurs i anirien caient per si sols. Hem recollit els que estaven bé per menjar i llençat els que no eren bons (que les tortugues en mengessin en excés no seria bo, fins al punt que els podria causar ceguesa). També n'hem menjat alguns. El més difícil ha estat treure els del bassal.



24/05/2021 Avui el Josep Marí ens ha ensenyat a classe de biologia unes fotografies de dues tortugues que es va trobar aquest dissabte al Delta de l'Ebre, a la platja del Trabucador. Possiblement es tracta de la tortuga babaua (*Caretta caretta*). Es veu que va enviar les fotos i la ubicació al CRAM (Centre de Recuperació d'Animals Marins) per informar de la troballa, però li van contestar que ells només poden ajudar si es tracta d'animals vius, que per animals morts s'ha de trucar al 112, a partir d'aquí ja activen el protocol i hi envien als agents rurals a recollir els animals.



28/05/2021 Les plantes de la zvs ja estan força crescudes i obrim les comportes per veure si les tortugues hi pugen a menjar i si els hi dura gaire temps (més informació en el TR de la Laia Pons).



30/05/2021 Avui, amb l'ajuda del Carlos, hem configurat la càmera IP angular amb 3 visions preseleccionades: visió (en sentit S-N) frontal (zvs), visió esquerra (zona de postes) i visió dreta (bassal). D'aquesta manera l'observació d'un o altre indret del pati es fa més ràpid (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).





31/05/2021 A les 8:06 del matí el Dani envia una foto al Josep Marí en la que es veu a la tortuga gran començant a fer la posta. La Berta també ho ha vist i també envia una foto al Josep Marí, que li diu a l'Eloi que vagi fent fotos del procés. A les 08:38 la tortuga està fent forat, a les 10:37 es veu com el mascle l'està molestant i a les 11:06 observem que hi ha ous no enterrats (més informació en el TR de la Berta Ruiz).



A l'hora de biologia el Josep Marí demana a la Berta que vagi a recollir els ous al Pati de les tortugues, marcant amb una creu la posició en què els troba, i aprofita part de la classe per explicar el protocol que haurem de seguir en les properes postes. Com es renten dels restes de terra, es marquen (creu de posició, número correlatiu d'ou i data), es pesen i es situen a la incubadora.



Comprovem que els enregistradors electrònics (dataloggers Scort iLog) marquen les temperatures correctes dels dos tractaments de temperatura i col·loquem els ous a les caixes d'incubació que contenen vermiculita com a substrat per a mantenir fixa la posició dels ous. Aquest any hem decidit que els ous amb número imparell anirien a la incubadora de l'esquerra (temperatura òptima per a que neixin femelles) i els ous amb nombre parell a la de la dreta, la que té una temperatura en la que neixen igual quantitat de mascles que de femelles (temperatura pivotant).

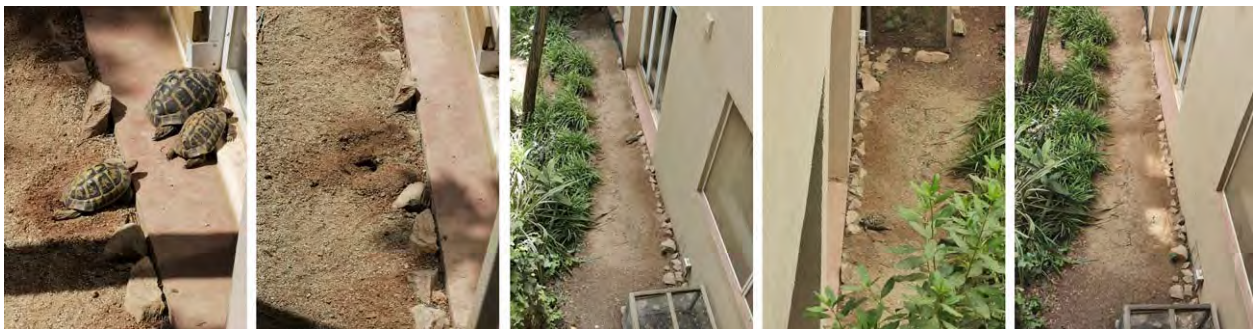




Avui, però, també hem tingut una mala notícia. Hem trobat morta la tortuga BB10 a dins del terrari exterior. No sabem la causa de mort, no se li veu externament res estrany, a part de que ja no té ulls i que hi ha un carrerany de formigues que li arriben. Procedim com de costum, l'etiquetem, l'emboliquem en parafilm i la posem al congelador per si més endavant se li practica una necròpsia. També comprovem que les tortugues grans pugen la rampa per accedir a la zvs, concretament avui hi hem trobat la tortuga gran, la que aquest matí havia fet la posta d'ous.



03/06/2021 Ahir vam observar la tortuga mitjana a iniciar la seva primera posta, però no la va finalitzar (vam comprovar que hi havia una arrel gruixuda; la vam treure i vam tornar a tancar el forat. Avui, en canvi, l'ha començat (al migdia) i l'ha acabat a mitja tarda. Ens esperarem a demà per treure els ous.



04/06/2019 Malgrat les fotografies, ens ha costat trobar la posta que havia fet ahir la tortuga mitjana i hem demanat ajuda al Josep Marí, que l'ha trobada ràpidament. Hem tramitat els ous com en la primera posta, però hem hagut d'habilitar un indret a prop de la pica perquè les taules ja estaven ocupades per l'examen de Visum.



Avui és, doncs, el dia de l'examen de Visum a 3r d'ESO, que els alumnes de biologia de batxillerat ajudem a preparar, vigilar i corregir.

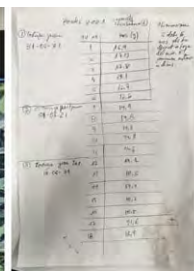
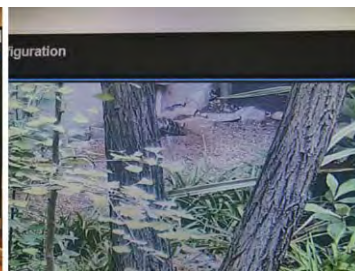




09/06/2021 Aquesta tarda, a l'hora de sortida han vist una serp a la porta de parvulari. De seguida les mestres de parvulari han avisat al Josep Marí, que l'ha agafat i l'ha deixat al Pati de les tortugues. És una cria molt petita de serp verda (*Malpolon monspessulanus*), possiblement nascuda aquest mateix any (segons l'Albert Martínez-Silvestre del CRARC). Això vol dir que probablement la mare ha estat pels voltants de l'escola i és una serp que s'ha de tractar amb cert respecte perquè té verí, però només quan es fa gran, ja que és opistoglifa (té les dents a la part posterior de la boca). El Josep Marí ens ha explicat que s'han trobat sovint serps a l'escola, sobretot exemplars petits de serp d'aigua (AF 29/06/2010) i serp verda (AF 07/07/2011, AF 13/03/2015) i que en el passat recorda haver vist, en dues ocasions, una serp verda de dimensions considerables al pati de secundària, però d'això fa bastants anys. Quan són grans s'agafen i s'alliberen en un indret allunyat de l'escola.



18/06/2021 A les 08:50h del matí la tortuga gran fa la seva segona posta (3a posta del total). Ho descobreix el Josep Marí amb la càmera angular. Fem el traspàs dels ous a la incubadora per la tarda. Ha estat la posta més nombrosa fins avui, de 7 ous.





21/06/2021 La Berta avisa que la tortuga mitjana fa la seva 2a posta (la 4a posta del total) i envia una foto al grup de WhatsApp. A les 14 h es comprova que ha tapat el niu, però ja hem marxat. Tramitem els ous demà.

30/06/2021 L'Eloi ha acabat el projecte del curs de fotografia (8 fotos). L'ha fet sobre els mitjans de transport a la ciutat de Barcelona (des del tramvia al patinet elèctric). Després de ser revisat pel Josep Marí, l'ha enviat per veure si obté el títol (més informació en el TR de l'Eloi Zamora). Avui farem una excepció i posarem un mini reportatge de 8 fotos en lloc de les 3 o com a molt 4 habituals.



01/07/2021 Avui preparem la zona de vegetació semiprotegida perquè les tortugues grans puguin disposar de plantes durant el mes d'agost. Com només falta un mes, hem buscat planter que ja fos una mica gran. També n'hem plantat a l'exterior perquè mengin aquests dies les tortugues grans, juntament amb un suplement de pastanagues i enciams. També hem portat algunes falgueres per posar al rierol del bassal.



Hem fet els mateixos tractaments que en la primera prova (vegeu AF del dia 30/03/2021), però posant una major quantitat d'hidrogel a la zvs de l'esquerra (mirant en sentit N-S), concretament la mida d'una cullera de cafè mitjana. Un cop hem acabat de fer els transplantaments ho hem regat a fons tot per igual.



02/07/2021 L'any anterior es va fer una experiència de laboratori amb hidrogel que no va obtenir resultats prou clars i aquest any el repetirem, però tenint en compte les observacions i suggeriments arrel de l'experiment anterior. Per això es necessita, entre altres coses, conèixer la temperatura del substrat de la zvs a diferents profunditats. Es fa un muntatge per obtenir la temperatura a dues profunditats diferents: a 2 cm de profunditat (és a dir, a prop de la superfície) i a 7 cm de profunditat, que ve a ser la part inferior enterrada dels exemplars de planter i on es disposa l'hidrogel en el tractament amb hidrogel (més informació en el TR de Laia Pons). A última hora el Josep Marí s'ha trobat un colom mort, a prop de la



vidriera que dona al menjador. Ens ha demanat que reviséssim en AF anteriors quin problema hi ha amb els coloms al Pati de les tortugues.



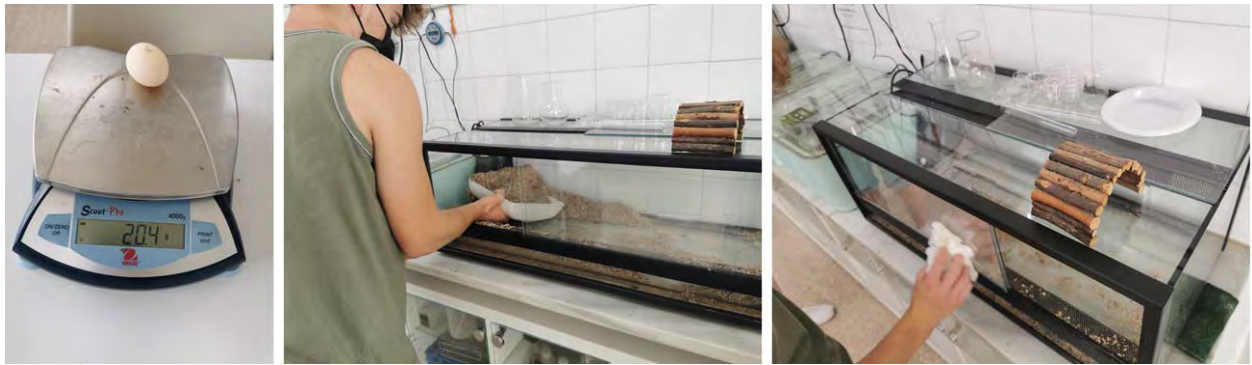
04/07/2021 El Josep Marí ens diu pel grup de WhatsApp que ha fet unes observacions molt curioses. Com aquests dies ja tocava fer la 3a posta de la tortuga gran, cada cap de setmana es connecta alguna estona des de casa amb la càmera angular orientada a la zona de postes (vegeu AF del dia 30/05/2021). Ahir dissabte va veure com les dues femelles estaven neguitoses i cada una intentava fer fora l'altra de la zona de postes. Potser volen començar a fer la posta sense que l'altra estigui a prop o per agafar el millor lloc. Avui diumenge, a les 10:25h la femella gran estava fent niu i el Josep Marí ha pogut observar com la femella mitjana l'ha anat a molestar (només un moment) però després ha vingut el mascle i l'ha estat intentant desplaçar fins que ha aconseguit fer-la abandonar. Aquest fet no s'havia observat anteriorment al Pati de les tortugues (més informació en el TR de la Berta Ruiz).

05/07/2021 A primera hora (7:35h) el Josep Marí descobreix amb la càmera angular que la tortuga gran està fent forat, confirmat posteriorment (7:41h) pel Miquel Grau (cap de manteniment) que li envia una foto. La reacció de la tortuga perquè no la molestessin sembla que ha estat matinar molt (no hi ha registre de començar a fer una posta tan d'hora. A les 11 el Miquel envia una altra foto al Josep Marí i es comprova que ha tapat el forat, senyal que la tortuga ha fet la posta correctament. Avui cap de nosaltres pugem a l'escola, hem quedat per pujar demà, que també hem de preparar el terrari del laboratori per quan neixin les tortugues d'aquest any.



06/07/2021 Recollim els ous de la posta d'ahir de la tortuga gran. És una posta de 6 ous, alguns molt grossos, però també n'hi ha de bastant petits (la diferència és de més del 20%). Després traiem el substrat del terrari del laboratori, desinfectem les parets amb alcohol i després hi posem nou substrat.

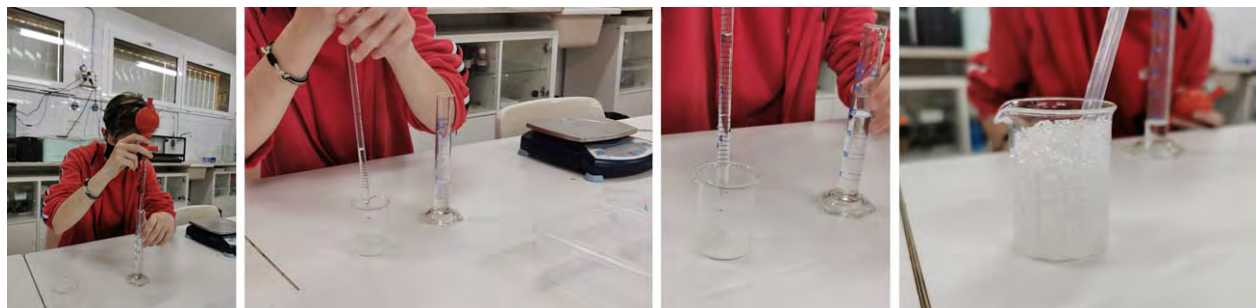




Hem observat un fet curiós a la zvs. Molts dels exemplars de planter estaven desenterrats, i quan més desenterrats, més secs. Això només s'ha produït en el tractament en el que s'ha aplicat hidrogel. Resulta que l'hidrogel (col·locat al fons del forat on es posava el planter, amb l'aigua s'ha inflat tant que ha desplaçat el plançó fent-lo fora. Hem tornat a enterrar tots els exemplars que ens hem trobat una mica o del tot desenterrats, però no sabem si haurem arribat a temps de solucionar el problema. Tornem a regar els dos tractaments per igual per veure si les plantes del tractament amb hidrogel que estaven desenterrades es recuperen.



08/07/2021 La Laia comença un experiment per a veure com afecta a la velocitat de pèrdua d'aigua del substrat el fet de tenir o no hidrogel. Per això, en primer lloc, mira quina és la capacitat de retenció d'aigua de l'hidrogel en pols per decidir la quantitat de terra que es posarà a cada recipient sense que acabi sortint del recipient quan s'hi afegeixi l'aigua.



A 10 g d'hidrogel en pols es va afegint aigua (de 20 en 20 mL) fins que per sota la superfície es veu tot transparent.



En funció del volum que s'incrementa amb l'hidrogel, es calcula el volum de terra (que es posarà a cada recipient, abans de posar la mateixa quantitat d'aigua a tots els recipients).



A continuació es posen els recipients (dues rèpliques amb hidrogel i dues sense hidrogel) a l'interior de l'estufa de cultiu, de manera que de cada tractament hi ha un recipient a la part inferior de l'estufa i l'altra a la superior (més informació en el TR de la Laia Pons).



Trobem la 6a posta (la 3a de la tortuga mitjana). Ha estat detectada amb la càmera angular des de casa i el Josep Marí ens ha enviat la foto per poder localitzar el niu. Només ha posat 3 ous.





Disposem un nou ordre dels ous a dintre de les incubadores, per tal d'evitar confusions si hi ha més d'un naixement simultani durant el mes d'agost (hem vist que hi ha antecedents en aquest sentit). Les dues primeres caixes d'ous de cada incubadora només tenen ous d'una mateixa tortuga cada una. En la tercera caixa hi ha ous de les dues tortugues a cada caixa, però els naixements són ja pel setembre i podrem fer un seguiment diari.



13/07/2021 L'Eloi baixa amb el Josep Marí al Pati de les tortugues per practicar diverses tècniques fotogràfiques avançades amb un smartphone android, com ara la profunditat de camp, el supermacro i l'HDR, fent servir un trípode adaptat per mòbil.



També fan proves realitzant fotos d'un mateix motiu en tres formats diferents (JPG, JPG\_L i RAW) perquè un dels projectes tècnics de l'Eloi és el de comprovar fins a quin punt val la pena fotografiar en RAW amb un smartphone (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).



16/07/2021 Avui, cap a les 22:30h el Josep Marí avisa a l'Eloi perquè miri la càmera de l'estació meteorològica de l'escola perquè s'hi veu una teranyina a contrallum i insectes volant que deixen un rastre lluminós. Li demana que faci algunes captures de pantalla.





20/07/2021 Després de 10 dies sense reg ni pluja els dos tractaments de la zvs mostra diferències clares. En el tractament sense hidrogel les plantes estan més seques i malmeses (més informació en el TR de la Laia Pons). Reguem per igual els dos tractaments per veure si les plantes més malmeses es recuperen.



Hi ha un problema amb els tudons (*Columba palumbus*) que van a beure al Pati de les tortugues perquè es donen cops amb els vidres del menjador, possiblement perquè els reflexos els confonen. Fa dues setmanes el nostre tutor es va trobar un de mort al terra, a prop del vidre del menjador, al costat del cirerer d'arboç. Consultant AF anteriors, hem vist que això ha passat anteriorment i que s'han intentat algunes accions per espantar aquests coloms (espantaocells, un corb de plàstic...) sense massa èxit. Aquest any provarem un duc de plàstic, que té una molla que li permet girar el cap amb el vent. Ho ha decidit el nostre tutor, després de trobar-se una parella de tudons que no marxaven del pati de les tortugues.



L'Eloi vol fer un projecte relacionat amb la velocitat d'obturació fotografiant una cascada, semblant al que ha vist en treballs de recerca anteriors (amb una càmera rèflex) i vol comprovar si també es pot aconseguir amb la càmera del seu smartphone i envia unes fotos al Josep Marí perquè les revisi (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).





22/07/2021 Em observat que quan es buida el contingut de l'antimosquits al bassal, els primers que apareixen a menjar les restes d'insectes són les gambúsies i al cap d'una estona arriben els carpins. Avui es dona per finalitzat l'experiment de la Laia de l'estufa de cultiu.

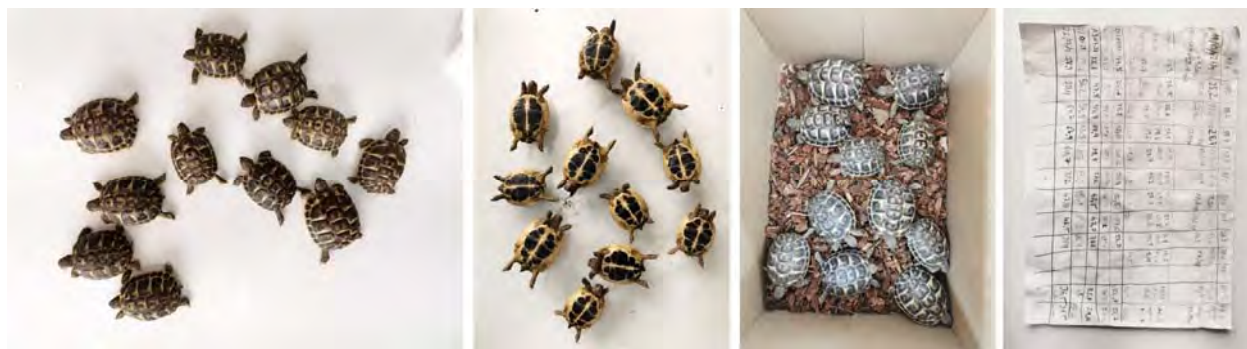


26/07/2021 Després de 6 dies sense regar la zvs, tornem a observar l'efecte del tractament o no amb hidrogel. Malgrat el dia 20/07/2021 es van regar a consciència els dos tractaments, el que no té hidrogel amb el substrat encara mostren les plantes bastant malmeses. Després de fer unes fotos (més informació en el TR de la Laia Pons), reguem a consciència tota la zona de vegetació semiprotegida per tal d'intentar que les plantes es recuperin i estiguin en les millors condicions possibles el dia d'obrir les comportes.



Avui anem al CRARC i en primer lloc, com és costum realitzem una fotografia dorsiventral i ventrodorsal de les tortugues juvenils que lliurarem al CRARC, juntament amb una última mesura de pes. També portem les tres tortugues grans per la revisió anual (el mascle ens ha costat molt de trobar) i dues tortugues juvenils mortes per fer una necròpsia i intentar esbrinar la causa de mort.





A l'arribar al CRARC ens rep el Dr. Albert Martínez-silvestre, responsable científic del CRARC, i ens diu que està sol i que acaba d'arribar una escola per fer una visita i que ho ha d'organitzar, però que aviat estarà per nosaltres. Mentrestant la Laia es fa amiga de la gata del CRARC, després entrem les tortugues al laboratori i comencem amb el lliurament de les juvenils. L'Albert redacta el document i l'Eloi comença a fer fotos de totes les activitats, alternant entre càmera rèflex i smartphone.



L'Albert pregunta si ens cal una fotocòpia del document de lliurament i el Josep Marí li contesta que amb una fotografia serà suficient. També li fa lliurament dels treballs de recerca del curs passat relacionats amb les tortugues, però aquest any hi afegeix el de fotografia, perquè hi ha uns reportatges del CRARC interessants. El Josep Marí també informa a l'Albert que els dos anys anteriors 4 treballs de recerca relacionats amb les tortugues del Pati de les tortugues han estat premiats amb els premis Recerca Jove (PRJ) i que també es va obtenir el PRJ a l'escola. A continuació expliquem els temes dels nostres treballs de recerca i alguns dels dubtes que tenim (més informació en el TR de la Berta Ruiz).





A continuació l'Albert ens presenta un ajudant seu (un biòleg que està fent el Treball de fi de grau) i altres col·laboradors del CRARC i diu que aprofitarà la revisió de les nostres tortugues per anar-li explicant el protocol a seguir en cada actuació de revisió de les tortugues perquè ell també ho haurà de fer amb altres animals. L'ordre que farem, diu l'Albert, serà ecografies, detecció de paràsits en la femta i coprocultiu, aplicació d'antiparasitari i necròpsia. La Berta va portant a l'Albert les tortugues per l'ecografia, començant per la tortuga gran. La Laia i l'Eloi van fent fotos i l'Albert comença explicant l'ecògraf, com s'ha d'agafar la tortuga i com es posa el gel per millorar la senyal del transductor.



Per tal d'observar millor la pantalla de l'ecògraf l'Albert demana tancar els llums i dedica una bona estona a veure si les femelles tenen ous (en aquest cas no, no s'observaven ni fol·licles; de fet era lògic perquè acabaven de fer una tercera posta cada una) i a ensenyar-nos a identificar els diferents òrgans interns.



Després de fer l'ecografia a les dues femelles, que són les més importants pel tema ous, també la fa del mascle, repetint el mateix procés, però ara amb els llums oberts perquè puguem fer les fotografies del procés més fàcilment (més informació en el TR de l'Eli Zamora). També fa algunes congelacions de pantalla per ensenyar-nos els òrgans interns més clarament.



Segons l'Albert, per tal de poder fer una observació vàlida de paràsits intestinals vius, la femta ha de ser recent. I avui hem tingut sort, la Berta i el Josep Marí troben diversos excrements de fa poca estona i els posen (voltats de substrat) a sobre de la taula del laboratori. Cal dir que abans i després de cada acció es desinfecta el lloc de treball (taules) i s'utilitza instrumental prèviament esterilitzat.



Amb una espàtula i pinces es va tocant la mostra de femta a sobre del portaobjectes i s'hi afegeixen unes gotes de sèrum glucosat perquè si hi ha microorganismes es puguin continuar alimentant-se i mantenir-se vius i amb moviment, si és que són mòbils. Es posa un cobreobjectes i es col·loca la preparació a la platina del microscopi i es comença l'observació a uns 100 augments, repassant tots els camps de la mostra, d'esquerra a dreta i de dalt a baix, comprovant que s'arriba al final del cobreobjectes per cada costat i cantonada. Hi ha dos tipus d'anàlisi, qualitatiu (presència/absència) i quantitatiu (quantitat o abundància d'un determinat microorganisme).



L'Albert fa un transsecte ràpid dels diferents camps i després una segona passada més lenta en la que podem observar un ciliat en moviment (es veuen els cilis), segons l'Albert es tracta de *Nyctotherus*, un protozou comensal, no és un paràsit. Només quan se'n troben centenars en una mostra pot indicar que hi ha algun problema intestinal. En el nostre cas, només n'hem vist 3. No s'ha observat cap paràsit en aquesta mostra, senyal que la tortuga "propietària" d'aquesta mostra està força bé des d'aquest punt de vista. El que sí també hem pogut observar és que les fotos fetes a la pantalla del televisor es veuen estranyes, com tallades (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).





També hem trobat pol·len de pi. Aquí és quan l'Albert ens ha dit que cal saber identificar i descartar artefactes de la preparació (per exemple bombolles d'aire, cristalls de precipitació d'algun compost que estava dissolt...) o estructures biològiques (restes de plantes, grans de pol·len...) que es poden confondre amb ous de resistència de determinats paràsits. Ens ha ensenyat unes làmines dels organismes i paràsits més freqüents i ens ha portat al despatx per mostrar-nos alguns artefactes també habituals.



Un cop acabada l'anàlisi *in vivo* de femta, l'Albert administra, per via subcutània, la dosi corresponent d'antiparasitari a cada tortuga. Nosaltres haurem d'administrar una segona dosi a l'escola d'aquí a 10 o 15 dies, però ho farem administrant el Panacur amb sonda, com en anys anteriors.

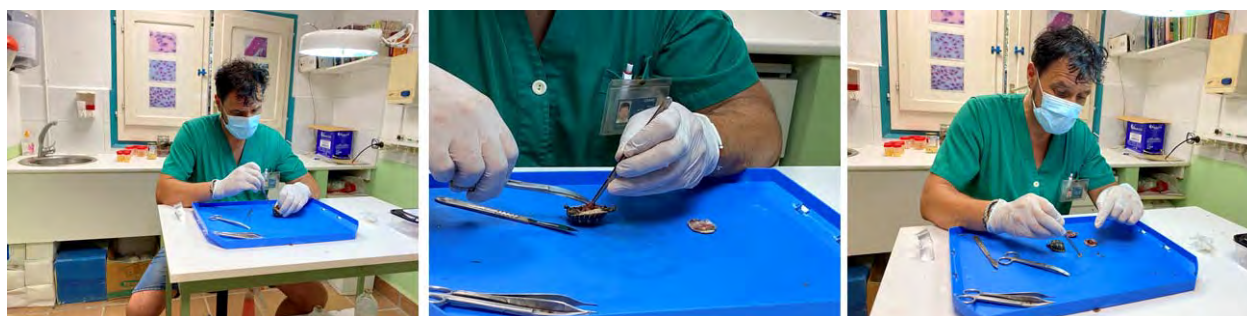


L'última activitat al laboratori del CRARC consisteix en la necròpsia de les dues tortugues mortes que portem. L'Albert prepara el material habitual per fer necròpsia de tortugues (tissores de dissecció, pinces, bisturí i tisores de podar), però quan veu que les tortugues són molt petites descarta les tisores de podar, no seran necessàries. Comença a desembolicar la tortuga BB10 i després s'aixeca i es canvia de guants i de mascareta i ens diu que mai s'ha d'utilitzar en una necròpsia guants ni mascaretes que hagin estat en contacte amb l'exterior del laboratori.





Després d'explicar-nos les diferències entre els conceptes de necròpsia i d'autòpsia, comença l'anàlisi de diferents òrgans. Troba que la melsa i el fetge estan grocs, ronyons massa grans, inflamats i presència d'àcid úric a la bufeta. El diagnòstic és que la causa de mort possiblement ha estat un mal funcionament renal. Aquesta tortuga la vam trobar morta a dins del terrari exterior (vegeu AF del dia 31/05/2021). L'Albert pregunta per la dieta, però havia menjat el mateix que les altres tortugues (dent de lleó, plantatge de fulla estreta, ruques, canonges i enciams). Era la tortuga més petita (12,2 g) d'una posta de 4 ous de la tortuga gran i amb dues duplicacions (vertebral i marginal) (més informació en el TR de la Berta Ruiz).



Pel que fa a la tortuga BB11 ens la vam trobar ofegada al bassal el 16/02/2021 després de buscar-la durant dies a partir del 29/01/2021 perquè a l'anar a fer el control de pes durant la hibernació vam veure que aquesta tortuga faltava. La vam buscar per tot arreu dels voltants de la zona d'hibernació, sense èxit. L'última pesada d'aquesta tortuga és del 15/01/2021, que és quan segurament es va escapar mentre fèiem les pesades. Però com va arribar a la part fonda del bassal (on la vam trobar) si hi ha una tanca que no pot travessar? La nostra hipòtesi és que algun animal l'hagi transportat fins allí. Segons Joaquim Soler, responsable tècnic del CRARC, podria haver-ho fet una garsa (i al Pati de les tortugues de tant en tant hi van garses a beure al bassal). El que sí vam observar que la tortuga morta presentava unes excrescències estrellades de consistència gelatinosa al cap i a diversos llocs de la closca. El Josep Marí ha ensenyat una foto a l'Albert i li ha preguntat si podien ser fongs, l'Albert ha dit que sí, però que en realitat hi ho molts altres organismes que treuen profit d'un animal que està en procés de descomposició, fins i tot ha parlat de líquens. En la necròpsia d'aquesta tortuga, a diferència de l'anterior, el cor, fetge i ronyons tenen aspecte normal, bufeta sense àcid úric i presència de líquid als pulmons. Això és compatible amb que la causa de mort hagi estat l'ofegament, ja que no presenta tampoc cap traumatisme extern (més informació en el TR de la Berta Ruiz).



Acabem les activitats de laboratori amb les nostres tortugues a les 12:17h, i ara farem una visita pel nostre compte a les instal·lacions del CRARC i també per unes activitats de fotografia que ha de fer l'Eloi. Hi ha un cocodril que està absolutament quiet i el Josep Marí li proposa a l'Eloi que ho aprofiti per fer una comparativa de càmeres rèflex i smartphone (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).



Després continuem itinerari i ens aturem a observar com unes cuidadores intenten fer fora un caiman petit que s'havia colat a un territori de tortugues. Finalment ho han aconseguit, però no ha estat fàcil.



Una tortuga aquàtica d'aspecte força curiós ha estat motiu d'un reportatge fotogràfic per part de l'Eloi. De vegades semblava que empaités els peixos vermells per menjar-se'ls, però en realitat no els hi feia res (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).



Després seguim observant i fotografiant diversos rèptils i amfibis de la sala interior del CRARC.





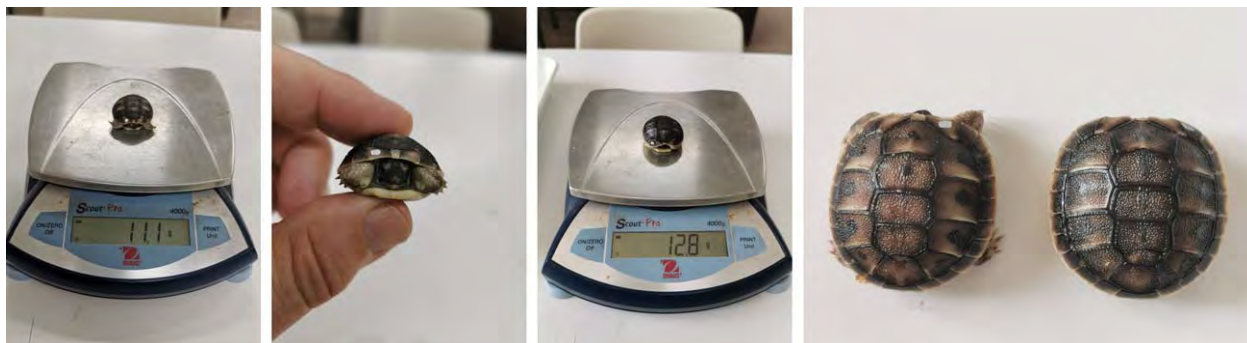
I, per últim, ens hem fixat ... La Laia ha acabat fent un munt de fotografies de la gata del CRARC.



31/07/2021 Aquest cap de setmana l'Eloi ha estat fent fotos a l'oceanogràfic de València, sobretot fotos de meduses, amb rèflex i amb smartphone, i ha enviat les fotos al Josep Marí per WeTransfer (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).



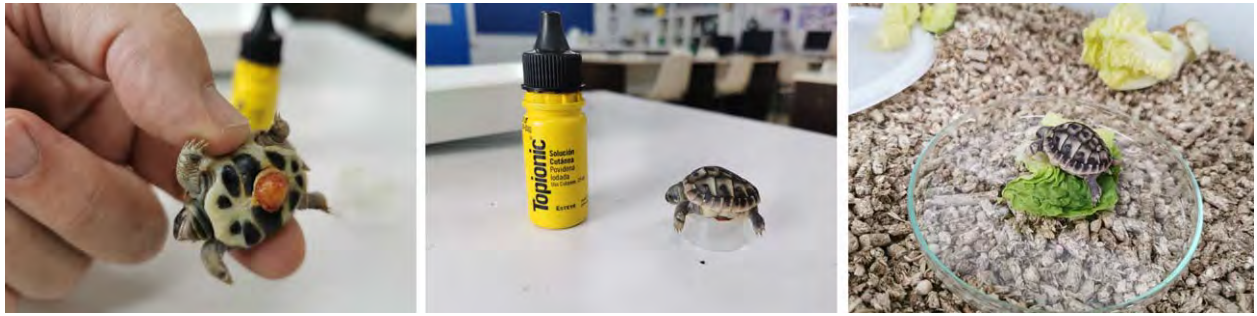
03/08/2021 Neixen les primeres tortugues de la temporada. BL1 (ou nº 5) i BL2 (ou nº 4). Els ous número 2, 8, 10 i 11 estan una mica esquerats i possiblement demà naixeran.



04/08/2021 Neixen 5 tortugues més, però s'ha trobat un problema: formigues. Hi havia un munt de formigues a la incubadora 1 i presumiblement ha estat el factor desencadenant que la tortuga BL4 hagués sortit de l'ou abans de reabsorbir tot el vitel, en tenia encara molt a fora. Se li ha aplicat povidona iodada (Topionic) a la zona i es va col·locar la tortuga a sobre d'una espècie de cilindre perquè el vitel no toqués



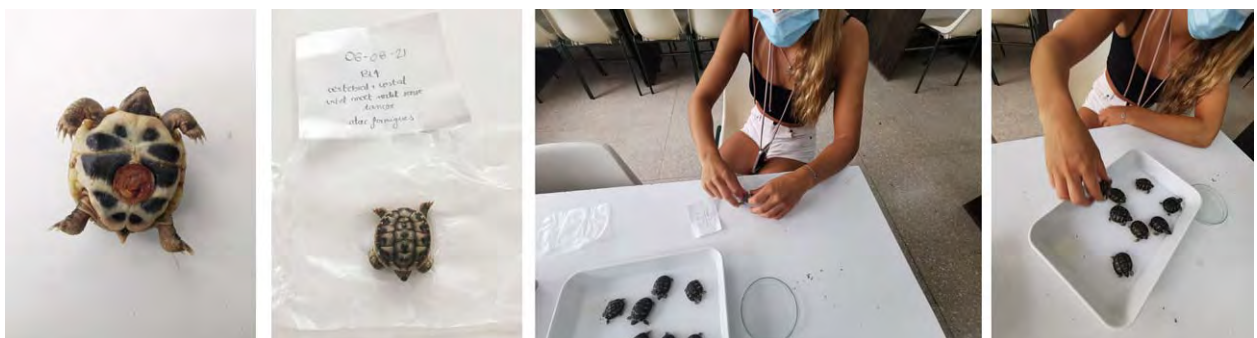
a terra durant bastant temps. Després s'ha deixat al terrari a dins d'una placa de petri gran perquè el vitel no s'embrutés amb el substrat. Es frenen les formigues amb hidrogel alcohòlic. Sembla que funciona.



Es torna per la tarda per comprovar com està la BL4. S'ha trobat girada, però bé. Ja han nascut 7 tortugues, però la BL6 tenia part del vitel no reabsorbit i enganxat a la closca de l'ou. S'ha desinfectat amb topionic i s'ha posat a la placa de petri, juntament amb la BL4. La resta de tortugues bé. S'anoten totes les dades al full dinA3 ja preparat.



06/08/2021 Avui han nascut dues tortugues més de la segona posta corresponent a la tortuga mitjana que ha tingut una eficiència del 100% (5 ous, 5 naixements) mentre que de la tortuga gran han nascut 4 tortugues de 6 ous (no creiem que en neixin més dels dos ous restants). Però tenim una mala notícia, hem trobat morta a tortuga BL4; malgrat les cures no se n'ha sortit. L'hem etiquetat i l'hem guardat al congelador per si més endavant se li vol fer una necròpsia.



De manera que ara tenim de les dues primeres postes 8 tortugues que es queden al terrari del laboratori amb fulles d'enciam tocant l'aigua d'un platet perquè es mantinguin fresques més temps. També es detallen les instruccions per als naixements de les postes 3 i 4 que seran al voltant del dia 18 i pujarà la Berta (el Vicenç li obrirà l'escola).



També iniciem un full de control periòdic de pes de les tortugues de la sèrie BL, després omplim el bassal, reguem les enfiladisses de la zona aixoplugada i obrim les comportes de la zvs.



19/08/2021 Avui la Berta ha pujat a l'escola amb companyia del Vicenç i el seu fill Pau, qui li han obert. Segons les prediccions dels nostres càlculs, al voltant del dia 18 havien de començar els naixements de la segona posta de la tortuga gran, però a l'arribar a l'escola la Berta s'ha endut una sorpresa: no hi havia hagut cap naixement! Tot i això, s'ha trobat amb que l'ou nº 23, de la incubadora dreta, s'havia petat, i ha comprovat que no hi havia cap senyal d'embrió de tortuga al seu interior. Després, amb l'ajuda del Vicenç i del Pau hem portat a terme una sèrie de tasques que ens havia indicat el Josep Marí per telèfon: afegir aigua al bassal, regar les plantes enfiladisses de la paret est, posar menjar a les tortugues grans (s'han menjat gairebé totes les plantes de la zona de vegetació semiprotegida), pesar i posar en una safata amb una mica d'aigua a les tortugues petites per si volen beure i posar fulles petites d'enciam al voltant d'un plat amb una mica d'aigua al terrari del laboratori.





22/08/2021 El Josep Marí, que ha tornat a Barcelona, puja a l'escola i es troba que, efectivament, les tortugues grans s'havien menjat totes les plantes de la zvs, però també que havien nascut 5 tortugues i ens envia detalls i fotos al grup de WhatsApp del TR. Una cosa que ha anat molt bé aquest any és el fet d'haver col·locat en cada caixa de Ferrero Rocher de l'interior de les incubadores únicament ous d'una mateixa tortuga (vegeu AF del dia 8/07/2021) per evitar possibles confusions a l'hora de saber de quina mare és cada tortuga que ha nascut quan es produeix més d'un naixement en una mateixa caixa, com ha passat aquí (més informació en el TR de la Berta Ruiz). També ens diu que l'ou nº 13 està una mica esquerdat i que possiblement eclosionar demà.



Al marcar amb retolador els ous dels quals hi ha hagut naixements en el dibuix esquemàtic de les caixes de Ferrero Rocher, diferenciant les dues tortugues, podem observar la major eficiència reproductora de la tortuga mitjana. Avui també s'ha administrat la segona dosi d'antiparasitari a les tortugues grans.



Abans de marxar de l'escola el Josep Marí torna a passar pel laboratori per veure si hi ha més ous esquerdats i es troba amb la sorpresa que ha nascut la tortuga BL15 (de l'ou nº13 de la femella gran), però molt abans d'hora perquè tenia el vitel molt poc reabsorbit, formant un bony molt pronunciat a la part ventral de l'animal. En aquestes condicions la tortuga no es pot deixar que toqui a terra. De manera que posa aigua de l'aixeta en un matràs Erlenmeyer, hi afegeix una gota de Topiònic i fixa la tortuga a sobre perquè no prengui mal, mentre se li acaba de reabsorbir el vitel.





23/08/2021 Avui a primera hora comprovem que la tortuga BL15 segueix amb el vitel molt sortit i el Josep Marí (que torna a marxar fora de Barcelona) proposa a la Berta i a la Laia si se la poden quedar per cuidar-la mentre l'escola segueix tancada. Tant la Berta com la Laia poden. Finalment se la queda la Berta, però abans la canviem a un matràs de boca una mica més estreta (perquè les potes li quedin totalment a fora), l'assegurem bé i posem el conjunt (matràs i tortuga) a dins d'una caixa voltada de paper perquè no es bellugui durant el transport. La Berta també s'emporta l'esparradrap de paper i l'ampolla de topiònic.



Les úniques tortugues de la segona posta de la femella mitjana que encara poden néixer abans del mes de setembre són dels ous nº 15 (que ja està una mica esquerdat) i el nº 22. Les deixem a dins del terrari i el Josep Marí escriu un full d'instruccions per al Pol (que serà el primer que tornarà a l'escola), en el que li explica que dels ous 15 i 22 correspondran a les tortugues BL17 i BL18, respectivament. I afegeix que potser també es troba que hagin nascut tortugues dels ous nº17 i nº18 que estan a les incubadores i que corresponen a la femella gran.



27/08/2021 El passat dimarts el Pol (acompanyat del seu fill Jep) va pujar a l'escola i va trobar que les tortugues BL17 i BL18 acabaven de néixer. Va ser tota una experiència pel Jep... Avui s'ha trobat que havia nascut la tortuga BL19, de l'ou nº18. El Pol va enviar tots els detalls al Josep Marí per WhatsApp, que també li va demanar una foto del full de dades actualitzat.



01/09/2021 A partir de l'1 de setembre els professors ja són a l'escola i el Josep Marí ens avisarà quan hi ha naixements perquè pugem. També ens diu que ha afegit aigua a les incubadores perquè la incubadora 1 s'havia quedat sense i la 2 a punt d'esgotar-se.

06/09/2021 La Berta ha portat la tortuga BL15 que tenia en recuperació (des del 23 d'agost) i la veritat és que, malgrat la gravetat, s'ha recuperat força bé. Avui s'han produït 3 naixements, i la tortuga de l'ou nº29 tenia la closca de l'ou que se li havia enganxat a la seva, fet que li donava un aspecte força graciós... Ha costat una mica de treure i al principi li ha quedat el cos una mica deformat per aquesta raó, però no li ha durat gaire. El que sí ens hem plantejat és com marcarem les tortugues si en neixen més? Perquè el codi que utilitzem de marginals-supracaudals-marginals en sentit horari, és a dir,  $11+2+11$  només arriba a 24, ja ha nascut la 23 i creiem que encara en naixerà alguna més.

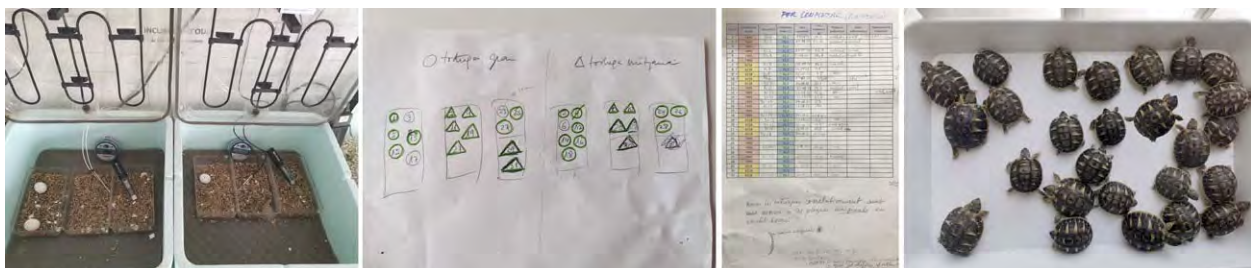


07/09/2021 Avui han nascut 4 tortugues més. En total aquest any n'han nascut 27, que representa el rècord absolut de naixements a l'escola. Hem decidit que el codi de marcatge a partir de la tortuga nº 24 serà una marca en la placa costal i una en la primera marginal (nº 25), costal més segona marginal (nº 26), costal més 3a marginal (nº 27). Aquest sistema permet arribar a duplicar el nombre de tortugues, és a dir, que la primera costal i la última marginal correspondria a la tortuga nº 48. I també deixa obert poder incrementar el nombre seguint aquesta metodologia (més informació en el TR de la Berta Ruiz).





Ja no naixeran més tortugues aquest any perquè els tres ous que queden per eclosionar, tots 3 de la femella gran, són de la primera posta (ous nº 3 i nº 6) o de la segona (ou nº 17), és a dir, més de 80 dies després d'aquesta segona posta, i sabem que en les condicions d'incubació que tenim a l'escola, els naixements es produeixen als 60 dies, amb una variació màxima de 3 o 4 dies. Un altre aspecte que ha sorgit aquest any, derivat de l'elevat nombre de naixements, és que el terrari del laboratori és insuficient per tants exemplars. De manera que haurem de pensar en afegir-ne un altre.



08/09/2021 Hem vist que podem reutilitzar un terrari del laboratori, com l'actual per les tortugues, però una mica més petit. L'hem netejat i hi hem posat el mateix substrat que tenim a l'altre, que ahir el Josep Marí en va anar a comprar, juntament amb uns fluorescents especials per rèptils (amb un 5% de radiació UV). En va comprar dos, un per substituir el vell del terrari actual i un de nou, amb portalàmpades per posar al terrari que estem muntant. Per aquest últim aspecte necessitarem l'ajuda del Pol.



16/09/2021 Avui l'Eloi comença a fer unes proves amb el digiscoping al pati de batxillerat de l'escola. També prova de fer captures amb el mòbil sense adaptador (més informació en el TR de l'Eloi Zamora). Per altra banda el Josep Marí ha anat a buscar planter a planters Faura (Molins de rei) per a la zvs que trasplantarem demà de tarda.





17/09/2021 Avui trasplantem planter de faves, bròquil, col, enciam i sobretot de ruca, amb una doble intenció. Per una banda, veure com aguanten l'hivern en les condicions del Pati de les tortugues i sobretot per comprovar si l'efecte de l'hidrogel d'expulsar de la terra el planter observat anteriorment (vegeu AF del dia 06/07/2021) es repeteix.



Per portar a terme aquesta comprovació, vam fer servir la mateixa metodologia i la mateixa dosificació d'hidrogel que en l'anterior assaig (més informació en el TR de la Laia Pons).



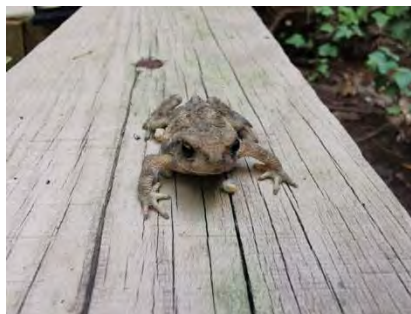


Figure 1 consists of three photographs. The left photograph shows a classroom setting with several students seated at white desks, working on their assignments. The middle photograph shows a close-up of students' hands as they use a digital scale to measure soil samples placed in small white containers. The right photograph shows a blackboard with a table of data written on it. The table has three columns labeled  $W_1(g)$ ,  $W_2(g)$ , and  $W_3(g)$ . The rows contain numerical data for different samples, with some cells containing multiple values separated by commas.

Però també hi vol incloure algun motiu viu i el Josep Marí li proposa que intenti caçar al pati una aranya saltarina, que és molt petita. Després de caçar-la, la dormim amb èter di-etàilic (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).



08/10/2021 Els alumnes de parvulari avisen que han trobat un altre petit gripau. El posem al pati de les tortugues. Comprovem que el planter creix bé, però aquest dilluns va ploure bastant i hem pogut observar, una vegada més, el seu efecte sobre l'hidrogel i d'aquest sobre algunes plantes.



15/10/2021 A l'escola ja tenim diversos indicadors de que estem en plena tardor. El Ginkgo del Pati de les tortugues ja té les fulles grogues i en una de les jardineres del pati de batxillerat hem descobert un munt de bolets. Avui la Berta ha descarregat les dades dels dataloggers a l'ordinador i ha fet diverses captures de pantalla dels gràfics de temperatura i humitat relativa de tot el període d'incubació dels ous en les incubadores.





18/10/2021 Avui hem fet la dissecció dels ous que no havien eclosionat per comprovar si tenien embrió format. Aquest any només un total de 4 ous no han eclosionat, un ja va petar sol amb anterioritat (vegeu annex fotocronològic del dia 19/08/2021) i els 3 restants els hem obert avui. Són els ous 3, 6 i 17, tots ells de la tortuga gran. Només en l'ou nº 6 hem pogut observar un embrió a mig formar. Per altra banda, les enfiladisses caducifòlies del Pati de les tortugues comencen a canviar de color.



27/10/2021 Aquesta tarda l'Eloi, acompanyat del Josep Marí, ha pujat al terrat de l'escola per fer fotos amb l'smartphone a través del digiscoping en diferents orientacions (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).



29/10/2021 Aquesta tarda al fer un control de pes de les tortugues juvenils ens adonem que la tortuga nº 12 està molt inactiva (sembla morta) i és la única que no ha augmentat de pes. La posem amb aigua, beu una bona estona i recupera activitat. Avui hem fotografiat les tortugues que presenten algun tipus de malformació per el TR de la Berta Ruiz, però ens adonem que algunes de les malformacions detectades al naixement ara eren pràcticament inapreciables. Després baixem al pati amb una planxa de color blanc per fotografiar les tortugues grans. Ens adonem que el nesprer del Japó està en plena floració i que algunes faves comencen a treure flor.



Les plantes de favera no estan dretes, estan gairebé totes tombades de costat. El Pol ens aconsella encanyar-les perquè la tija no aguantarà el pes de la planta, sobretot quan surtin els fruits. Mentre la Laia ho està fent descobreix al terra de la zona de vegetació semiprotegida unes estructures força regulars i



estranyes. El Josep Marí explica que es tracta d'uns petits bolets anomenats niuets (*Cyathus stercoreus*) i que solen sortir cada any en aquest indret durant el mes d'octubre.



05/11/2021 Aquests dies la temperatura ha baixat força i la previsió és que baixaran encara més els propers dies. Per evitar que les tortugues grans s'enterrin per hibernar a qualsevol indret del pati, les hem posat al terrari exterior (que és on han d'hivernar) amb bastanta fullaraca perquè s'hi puguin enterrar a voluntat. Per altra banda, com aquest any han nascut moltes tortugues el Josep Marí ha encarregat al Pol un muntatge per fer un estudi d'hibernació de les juvenils el proper any.



06/11/2021 El proper dimecres és l'entrega definitiva de les tres còpies dels nostres treballs de recerca i com a últim mini-reportatge fotogràfic d'aquest annex fotocronològic, i com ja és habitual, hi posem les portades dels nostres treballs.



## **AGRAÏMENTS**

Al meu tutor, Josep Marí, per facilitar-me informació, llibres i material fotogràfic durant el treball de recerca, per la paciència i la dedicació que ha tingut alhora d'explicar-me els aspectes tècnics i pràctics que m'han costat més d'assimilar i en les múltiples correccions i sobretot, per haver-me ensenyat tot el que he après de fotografia.

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

A l'Albert Martínez-Silvestre, director científic del CRARC, per la seva amabilitat durant la estada en el CRARC (Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya a Masquefa) i per donar-me l'oportunitat de fotografiar tots els detalls de la revisió de les tortugues, que em van permetre fer diversos reportatges científics.

Als anteriors alumnes que han format part del projecte Treballant la fotografia de l'escola, perquè gràcies a la seva dedicació en els seus treballs, m'han ajudat a entendre i a estendre els meus coneixements sobre alguns temes de la fotografia, sobretot de caire tècnic, que m'ha permès utilitzar alguns aspectes dels seus treballs.

Als meus companys de treball de recerca, Berta Ruiz i Laia Pons, per la seva col·laboració en les tasques realitzades al Pati de les tortugues i en les sortides conjuntes que hem realitzat.



