

Xeración e reprodución dun prototipo de sextante

Pablo Alonso de Vega

Jose Benito Búa Ares

Jaime Rodríguez Abilleira

Club de Ciencia do I.E.S Sánchez Cantón

DESCRINCIÓN DO PROXECTO:

O proxecto interdisciplinar abrangue o deseño, fabricación, calibración e reprodución dun sextante, coñecendo os antecedentes históricos e os fundamentos matemáticos deste instrumento de medición, fundamental no desenvolvemento da navegación.

ÁMBITOS IMPLICADOS no PROXECTO:

-ÁMBITO HISTÓRICO

Antecedentes e orixe do sextante. A medición da lonxitude e latitude.

-ÁMBITO MATEMÁTICO

Fundamentos matemáticos e utilización práctica do sextante.

-ÁMBITO TECNOLÓXICO

Deseño e fabricación por impresión 3D dun prototipo de sextante para a súa reprodución en serie en diversos materiais mediante técnica de moldeado e fundido.

Obxectivos do proxecto

Formativos dos alumnos

- Históricos: o instrumento como resposta tecnolóxica que resolve un problema práctico
- Proceso de xeración de instrumentos
 - Artesanal: ballestilla, cadrante, astrolabio
 - Semi-artesanal: sextante. Reprodución en serie
- Uso do instrumento en contexto
- Uso da impresión 3D como forma de obter prototipos. Reprodución do prototipo

De obtención de material de uso nas aulas

- Uso do instrumento xerado nas clases de Matemáticas e outras materias

DESENVOLVEMENTO DA ACTIVIDADE

Exposición do proxecto

- **Ámbito histórico:** Pablo Alondo de Vega. Profesor do Departamento de Xeografía e Historia do IES Sánchez Cantón.
- **Ámbito matemático:** José Benito Búa Ares. Profesor do Departamento de Matemáticas do IES Sánchez Cantón.
- **Ámbito tecnolóxico:** Jaime Rodríguez Abilleira. Profesor do Departamento de Debuxo do IES Sánchez Cantón.

Actividades a desenvolver no taller

- Descarga dos arquivos STL e impresión 3D do espello principal, espello partido e visor para completar a montaxe dun prototipo de sextante.
- Moldeado e desmoldeado dunha das pezas do sextante.
- Reprodución en resina dunha das pezas do sextante.
- Prácticas de medición co sextante.

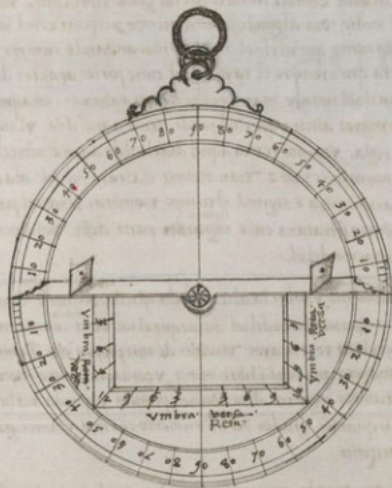
AMBITO HISTÓRICO

O sextante como necesidade e produto da evolución histórica dun instrumento.



Pablo Alonso de Vega

DEMONSTRACION DEL DICHO ASTROLABIO

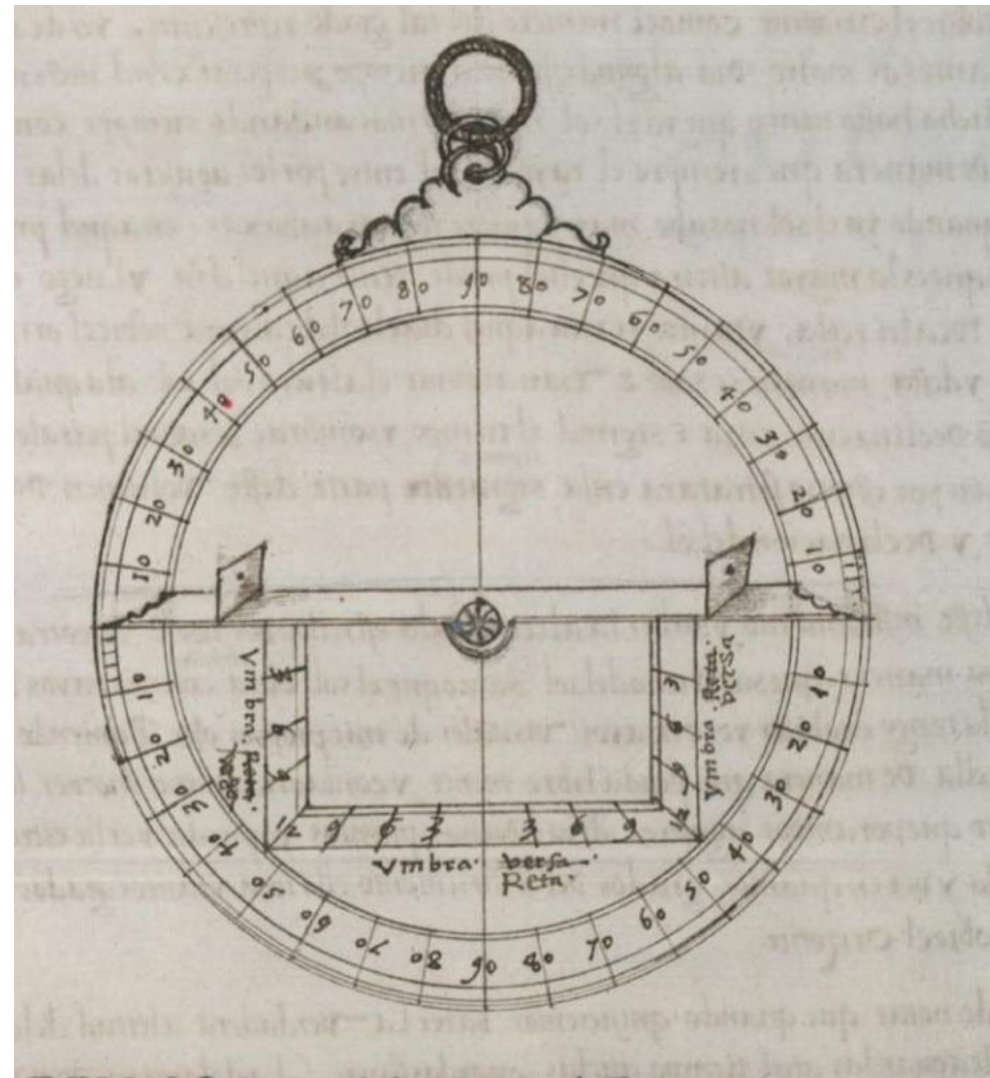


DEL VSO DEL ASTROLABIO SVSO DICHO.

El vso del astrolabio marítimo cerca de los navegantes es tratar solamente de dos cosas principales, como es saber de la altitud del sol y de la estrella del norte sobre el horizonte. Lo qual es muy necesario y de grand importancia en la navegación. Por que de verdad si de día no se supiere la altitud verdadera que el sol tiene sobre el horizonte y de noche la del norte, ó de otra alguna estrella, si haze dolas Consideraciones que en este caso se requieren, sería imposible poder saber el paralelo y grado de Latitud donde están. Es así la navegación sería incierta y de grand confusión y por principal mente en largos viajes y muy apartados de tierra y por la misma razón tampoco se sabe de los puertos y los otros lugares tenidos que la latitud tienen ni en que paralelo están lo qual todo se sabe y comprende mediante el astrolabio, o alguno de sus dependientes el vso del qual dicho instrumento es en la manera siguiente.

Primera mente necesario que el tiempo en que se quiere de usar del dicho instrumento sea claro y sea no en manera que se pueda ver clara mente de día el sol y de noche las estrellas del norte, o alguna de las otras si se quiere de usar della.

Deuen suspender el dicho instrumento por el anillo en el dedo pulgar de la vna mano de arte que no se arrime ni toque a otra parte ni cosa alguna. Si fuere de día deuen aguardar a tiempo que es ya cerca del medio día, teniendo el dicho instrumento en la manera que dichas es sea de boluer el cartón del contra el sol y con la otra mano mouer la regla poco a poco alçando o abaxando hasta tanto que el sol no sea baxar y que entre el Rayo del Sol por ambos agujeros de las puntas que están en la dicha regla. Es así

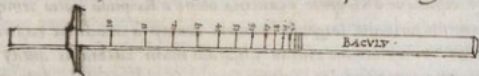


DEL VSO DEL BACVIO ASTRONOMICO

El vso deste instrumento llamado Ballestilla es en esta manera. primera mente es denotar que con este instrumento nose puede usar para tomar el sol mas pueden usar del para tomar la altitud de las estrellas del norte, o otra alguna y para tomar y medir otra qualquiera altura de torre o distancia de un lugar a otro o para de una estrella a otra o de un cuerpo a otro

Para saber la altitud de la estrella del norte se haze en esta manera Tomando la punta de la ballestilla que esta en el centro del Quadrante en el rostro como quien tira con ballesta smto al ojo y luego poner el lenador por el asta allegandolo o apartandolo hasta tanto que con la una punta del lenador toque precisamente con el horizonte y con la otra punta al punto que precisa mente en la estrella que queremos y luego asi afijado el lenador miraremos en el asta en quantos grados della toca y tantos grados diremos que la tal estrella tiene de altura sobre el horizonte y por la misma manera quando quieremos saber la distancia de grados que ay entre una estrella y otra o entre un cuerpo y otro.

Y por que me parece que esta manera de obrar es muy facil no sera necesario tratar dello mas luego ni poner en exemplo y tambien por que este instrumento no es de tanta perfeccion como los otros que a vemos dicho, y por que desta manera de facilidad en el vso ya anemos tratado en las puntas del Quadrante y con mucha mas perfeccion y generalidad que no es. Mas por que no queda algo por declarar de los que en la navegacion se an usado qm se tratar de este.

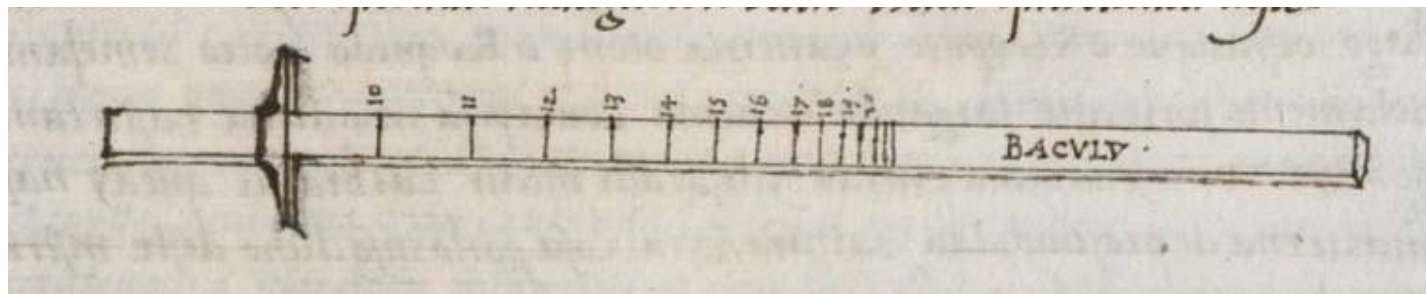


CAPITULO SEXTO QUE TRATA DE LA SOMDA I.S.V PROVECHO:

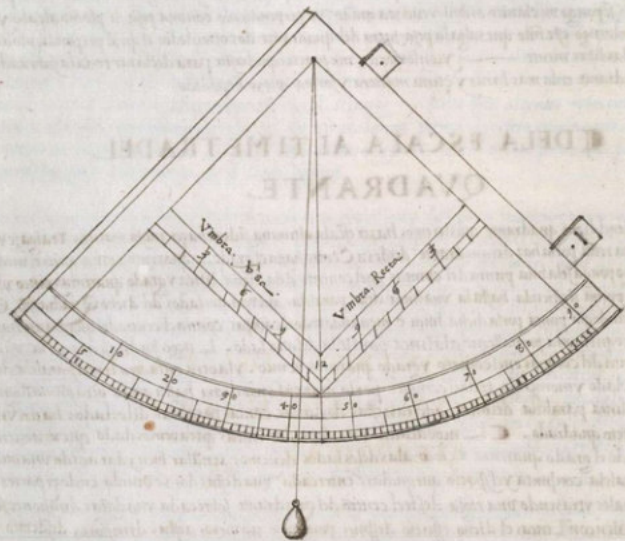
El instrumento de la sonda es asillamado por que nos sirve para medir en los lugares sumerjos y profundos donde la vista y manos de los hombres no pueden alcanzar el qual instrumento se compone de una cuerda y un peso tan sola mente y en otros en pocas cosas y por tanto se escribe en esta del solamente tocare del por ser instrumento necesario en la navegacion

La fabrica deste instrumento es primera mente una cuerda de cieno de la de malauna mente es y a lo largo sea por lo menos cinquenta braças a de auer una peja de plomo que tenga por lo menos diez libras y se heche en forma como de una campanilla y con esta en la parte mas delgada ponla qual sea atada a la dicha cuerda. Hagase asimismo un Betun de seuo y amajado con un poco de azeite en manera que que de alondra tanto blando y pegajoso y de esto se haga una plaña la qual se pegue a la peja de plomo en la parte mas gruesa della que es la que siempre adere hacia abaxo.

El vso deste instrumento es en aquellos lugares inaccesibles Como ya sea dicho principalmente en la mar y los otros lugares y estanques en la mar este instrumento es de muy grand provecho Por que nos descubre las celadas y encañones que muchos veytes nos toban las haciendas y las vidas por que esta



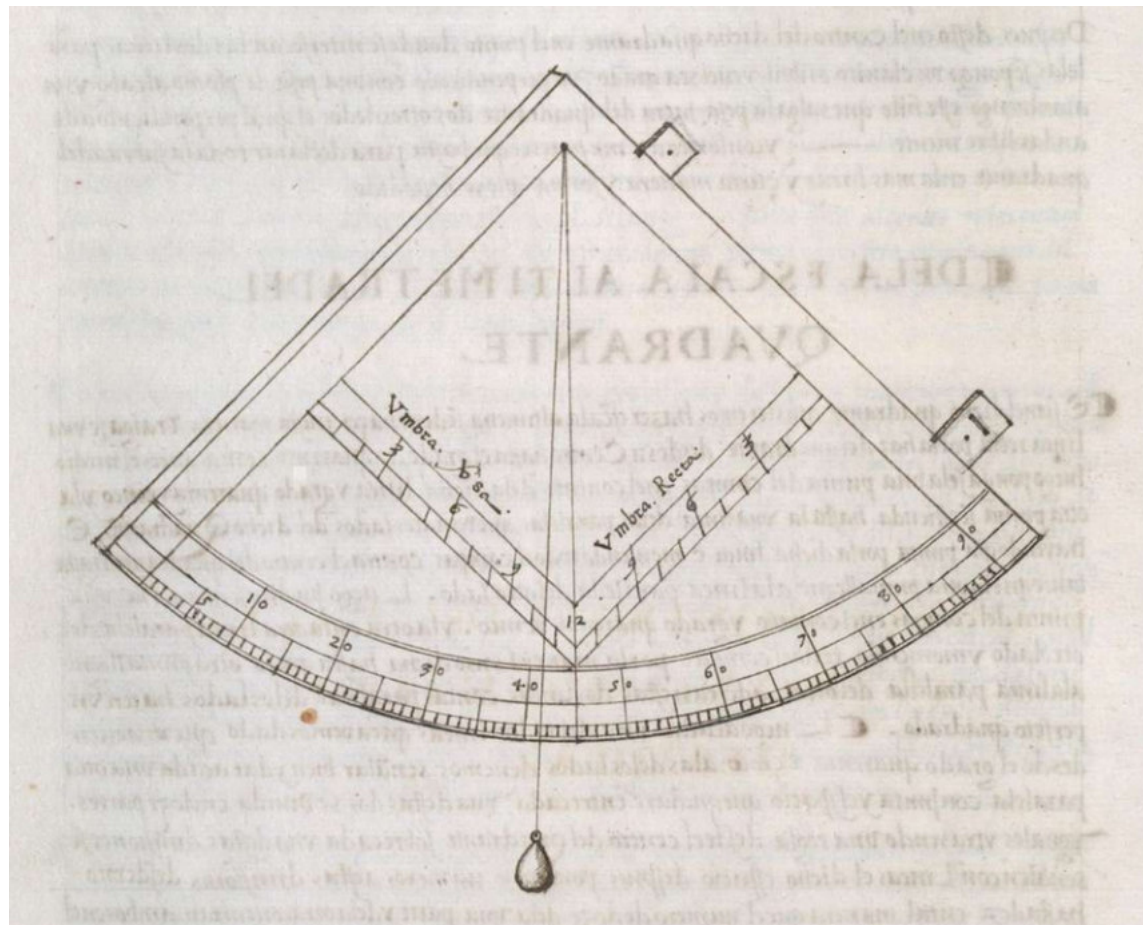
DEMONSTRACION.I FORMA DEL QVADRANTE.
IDE SVS PARTES:



DEL VSO DEL QVADRANTE
SVSO DICHO

El vso de este quadrante puede ser en muchas maneras y propósitos mas en el arte de la navegación se acostumbra a servir del sola mente en dos que son de esta para saber la declenacion del sol sobre el Orizonte. y de noche la de la estrella del norte por aquella misma forma y manera que a vemos dicho del astrolabio lo qual es en esta manera. Siempre que quisieremos usar del dicho quadrante en alguno de estos dos propósitos debemos tener el dicho instrumento con las dos manos y teniendo siempre la circunferencia suya contrarios y el centro del Quadrante contra el sol o contra la estrella. E así subiendo e abaxandola vna mano poco a poco hasta tanto que el Rayo del sol entre por ambos agujeros de las pinnulas y luego mirar el grado del quadrante en que toca el hilo del perpendicular y tantos grados terná el sol de declenacion sobre el Orizonte la qual operacion se debe hazer así mismo al medio dia. Como a vemos dicho del astrolabio

En el vso de la estrella del norte. de otra alguna se ponga el instrumento en la dicha forma e mirado con los ojos por el agujero de la dicha pinnula primera que esta hazia arriba e abaxandola



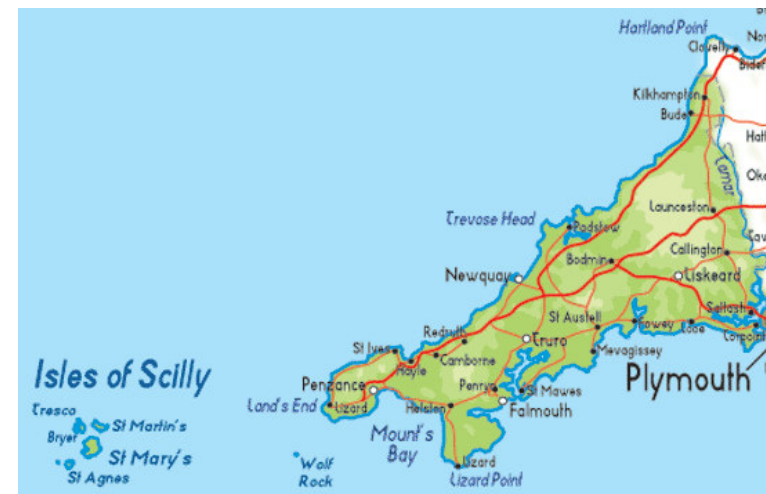
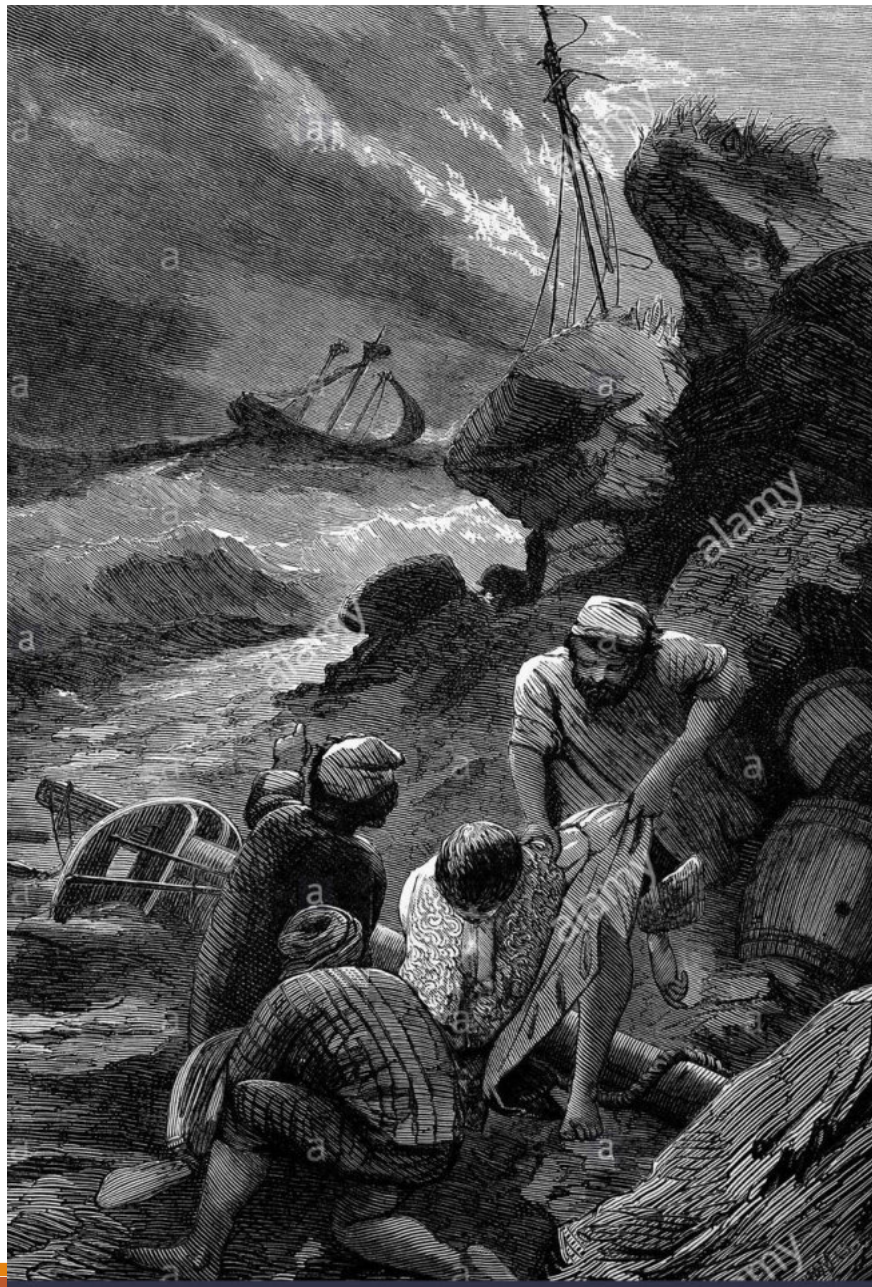


Tabla 1: Error diario del cronómetro permitido en un viaje de 40 días para conseguir la exactitud en la longitud especificada en el Acta de la Reina Ana (1714)

Premio (£)	Precisión en longitud minutos de arco de ecuador (')	Error total permitido en la hora en 40 días minutos (m) segundos (s)	Error diario permitido en la hora segundos (s)
10.000	60'	4 m	6 s
15.000	40'	2 m 40 s.	4 s
20.000	30'	2 m	3 s

Fuente: BERTELE, 1991; 32 p.

AMBITO MATEMÁTICO

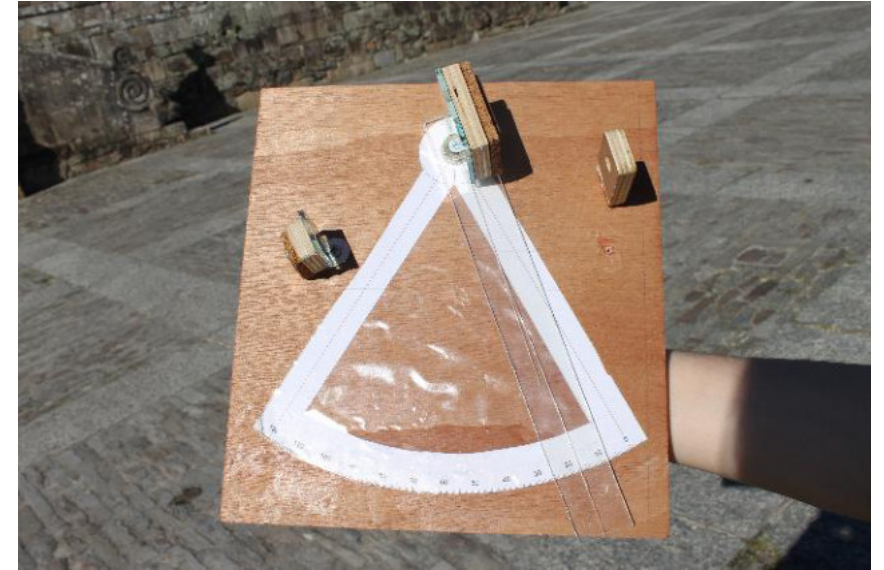
Os fundamentos matemáticos do sextante. Aplicacións practicas do instrumento.



José Benito Búa Ares

Como nace a idea?

A partires da construción de sextantes de madeira para seren usados nas clases de Trigonometría



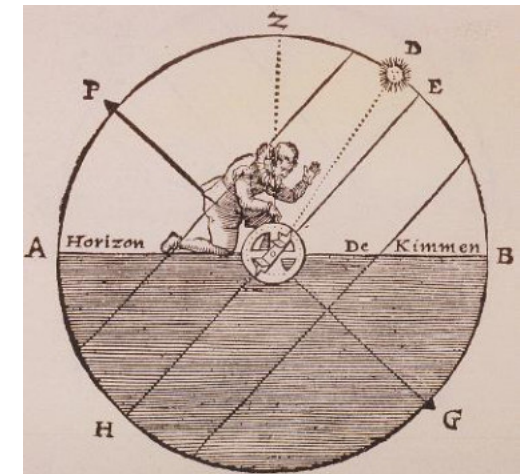
¿Cómo se usa un sextante?
Canal: researcherstudents

<https://www.youtube.com/watch?v=6-J7yUOwyl8>

Contextualización

Para qué se construiu un sextante en orixe?

- Navegación astronómica
- Determinación da latitude
(a lonxitude coa axuda dun cronómetro)



Contextualización

Os antecedentes do sextante



- Cadrante

- Astrolabio



Uso do instrumento

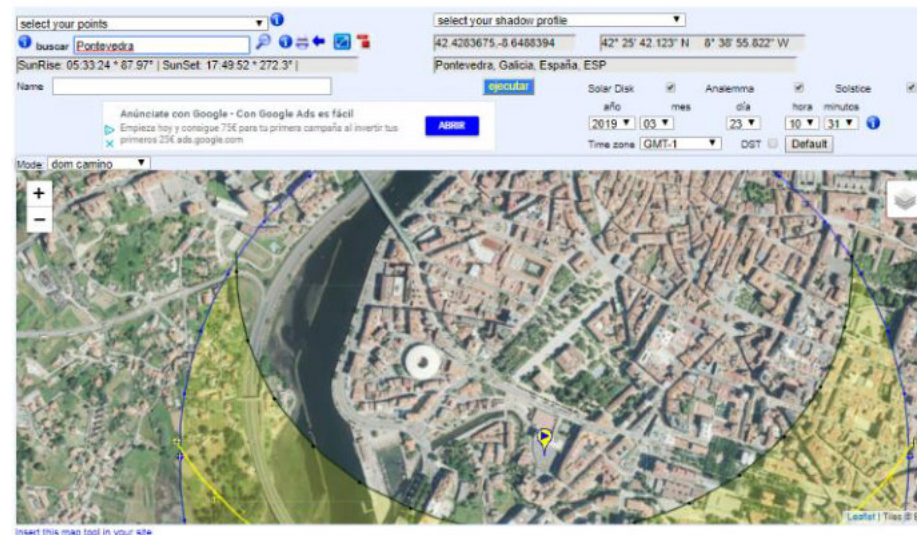
Uso do sextante para resolver problemas de Trigonometría

Navegación astronómica. Determinación da lonxitude do lugar

Usando a hora oficial e táboas de efemérides

Fonte: SunEarthTools

<https://www.sunearthtools.com>



sol posición	Elevación	Azmut	latitudes	longitudes
23/03/2019 10:31 GMT-1	45.09°	154.4°	42.4283675° N	8.64883394° W
crepúsculo	Sunrise	Fuente de sol	Azmut Sunrise	Azmut Fuente de sol
crepúsculo -0.833°	05:33:24	17:49:52	87.97°	272.3°
crepúsculo civil -8°	06:06:19	18:17:57	83.21°	277.07°
Náutica crepúsculo -12°	04:32:22	18:51:00	77.49°	282.83°
El crepúsculo astronómico -18°	03:58:39	19:24:51	71.38°	289.01°
la luz del día	hh:mm:ss	diff. dsi-1	diff. ds-1	Mediodía
23/03/2019	12:16:28	00:02:53	-00:02:53	11:41:38

Step (minute): 60 ejecutar download Excel table

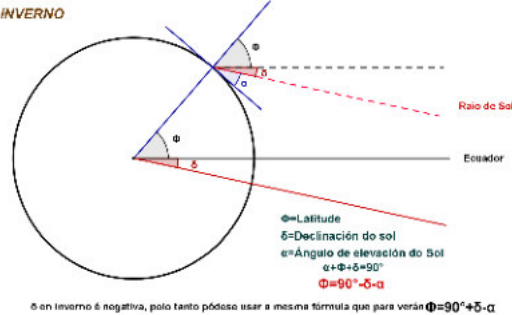
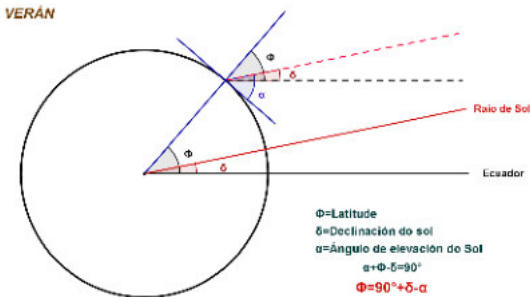
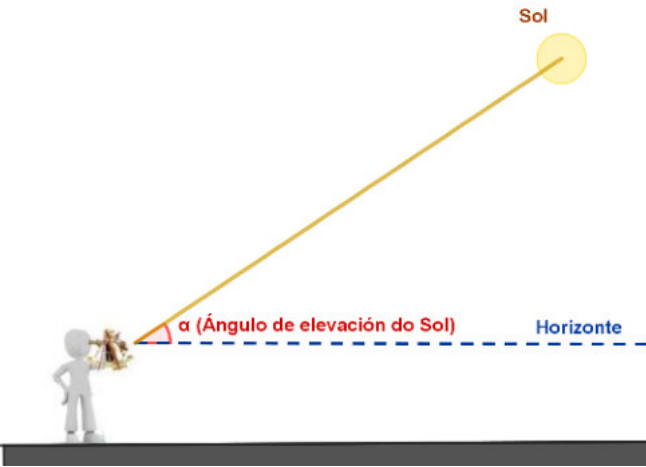
hora	Elevación	Azmut
05:33:24	-0.833°	87.97°
6:00:00	4.08°	82.40°
7:00:00	15.05°	102.85°
8:00:00	25.55°	114.3°
9:00:00	35.05°	127.78°
10:00:00	42.78°	144.38°
11:00:00	47.57°	164.61°
12:00:00	48.4°	187.08°
13:00:00	45.01°	208.49°
14:00:00	38.27°	226.48°
15:00:00	29.35°	241.02°
16:00:00	19.17°	253.13°
17:00:00	8.35°	263.84°
17:49:52	-0.833°	272.3°

Uso do instrumento

Uso do sextante para resolver problemas de Trigonometría Navegación astronómica. Determinación da latitude do lugar

Usando táboas de declinación do Sol

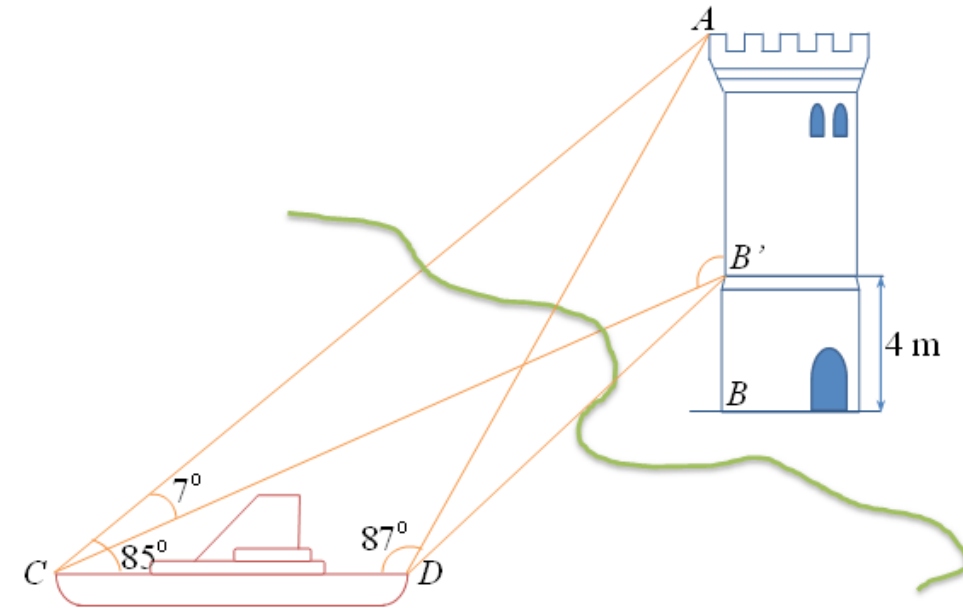
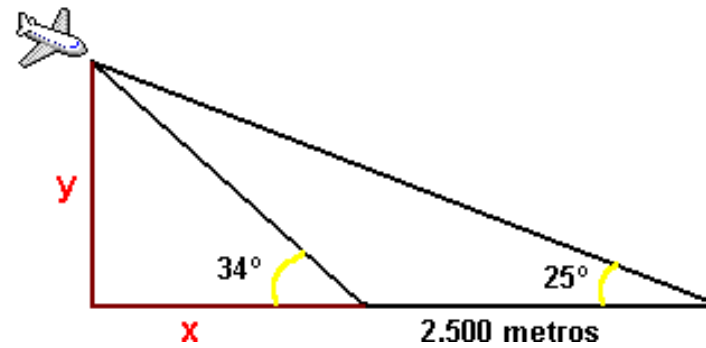
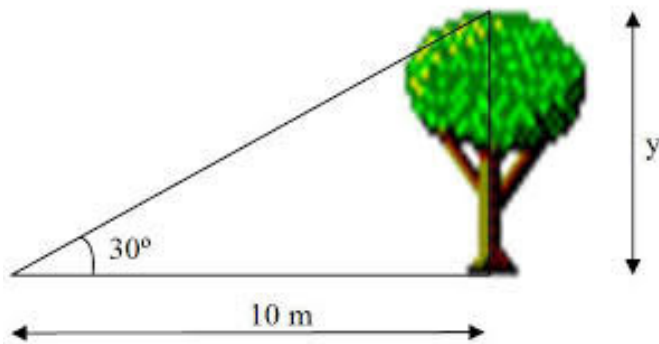
TABLA DE DECLINACIÓN SOLAR												
Día	enero	feb.	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	oct.	nov.	dic.
1	-23.01	-17.62	-8.29	4.02	14.90	22.04	23.12	17.91	7.72	-4.22	-15.36	-22.11
2	-22.93	-17.25	-7.91	4.41	15.21	22.17	23.05	17.85	7.34	-4.81	-15.87	-22.24
3	-22.84	-16.97	-7.53	4.81	15.52	22.30	22.97	17.78	6.96	-5.01	-15.96	-22.36
4	-22.75	-16.69	-7.15	5.20	15.82	22.42	22.89	17.71	6.57	-5.40	-16.26	-22.48
5	-22.65	-16.40	-6.76	5.60	16.11	22.54	22.80	18.03	6.18	-5.79	-16.55	-22.59
6	-22.54	-16.11	-6.38	5.99	16.40	22.65	22.70	18.55	5.79	-6.18	-16.83	-22.70
7	-22.42	-15.82	-5.99	6.38	16.69	22.75	22.59	18.26	5.40	-6.57	-17.11	-22.80
8	-22.30	-15.52	-5.60	6.76	16.97	22.84	22.48	18.96	5.01	-6.96	-17.38	-22.89
9	-22.17	-15.21	-5.20	7.15	17.25	22.93	22.36	19.67	4.61	-7.34	-17.65	-22.97
10	-22.04	-14.90	-4.81	7.53	17.52	23.01	22.24	19.36	4.22	-7.72	-17.91	-23.05
11	-21.90	-14.59	-4.41	7.91	17.78	23.09	22.11	19.06	3.82	-8.10	-18.17	-23.12
12	-21.75	-14.27	-4.02	8.29	18.04	23.15	21.97	14.74	3.42	-8.48	-18.42	-23.18
13	-21.60	-13.95	-3.62	8.67	18.30	23.21	21.83	14.43	3.02	-8.86	-18.67	-23.24
14	-21.44	-13.62	-3.22	9.04	18.55	23.27	21.67	14.11	2.62	-9.23	-18.91	-23.29
15	-21.27	-13.29	-2.82	9.41	18.79	23.31	21.52	13.78	2.22	-9.60	-19.15	-23.34
16	-21.10	-12.95	-2.42	9.78	19.03	23.35	21.35	13.45	1.81	-9.97	-19.38	-23.37
17	-20.92	-12.62	-2.02	10.15	19.26	23.39	21.18	13.12	1.41	-10.33	-19.60	-23.40
18	-20.73	-12.27	-1.61	10.51	19.49	23.41	21.01	12.79	1.01	-10.69	-19.82	-23.42
19	-20.54	-11.93	-1.21	10.87	19.71	23.43	20.82	12.45	0.61	-11.05	-20.03	-23.44
20	-20.34	-11.58	-0.81	11.23	19.93	23.44	20.64	12.10	0.20	-11.40	-20.24	-23.45
21	-20.14	-11.23	-0.40	11.58	20.14	23.45	20.44	11.75	-0.20	-11.75	-20.44	-23.45
22	-19.93	-10.87	0.00	11.93	20.34	23.45	20.24	11.40	-0.61	-12.10	-20.64	-23.44
23	-19.71	-10.51	0.40	12.27	20.54	23.44	20.03	11.05	-1.01	-12.45	-20.82	-23.43
24	-19.49	-10.15	0.81	12.62	20.73	23.42	19.82	10.69	-1.41	-12.79	-21.01	-23.41
25	-19.26	-9.78	1.21	12.95	20.92	23.40	19.60	10.33	-1.81	-13.12	-21.18	-23.39
26	-19.03	-9.41	1.61	13.29	21.10	23.37	19.38	9.97	-2.22	-13.45	-21.35	-23.35
27	-18.79	-9.04	2.02	13.62	21.27	23.34	19.15	9.60	-2.62	-13.78	-21.52	-23.31
28	-18.55	-8.67	2.42	13.95	21.44	23.29	18.91	9.23	-3.02	-14.11	-21.67	-23.27
29	-18.30		2.82	14.27	21.60	23.24	18.67	8.86	-3.42	-14.43	-21.83	-23.21
30	-18.04		3.22	14.59	21.75	23.18	18.42	8.48	-3.82	-14.74	-21.97	-23.15
31	-17.78		3.62		21.90		18.17	8.10		-15.06		-23.09



Integración no contexto do currículo

Uso do sextante para resolver problemas de Trigonometría do “mundo real”

Matemáticas. Trigonometría. 2º, 3º e 4º de ESO. 1º de Bacharelato



O uso do produto no contexto do curriculum

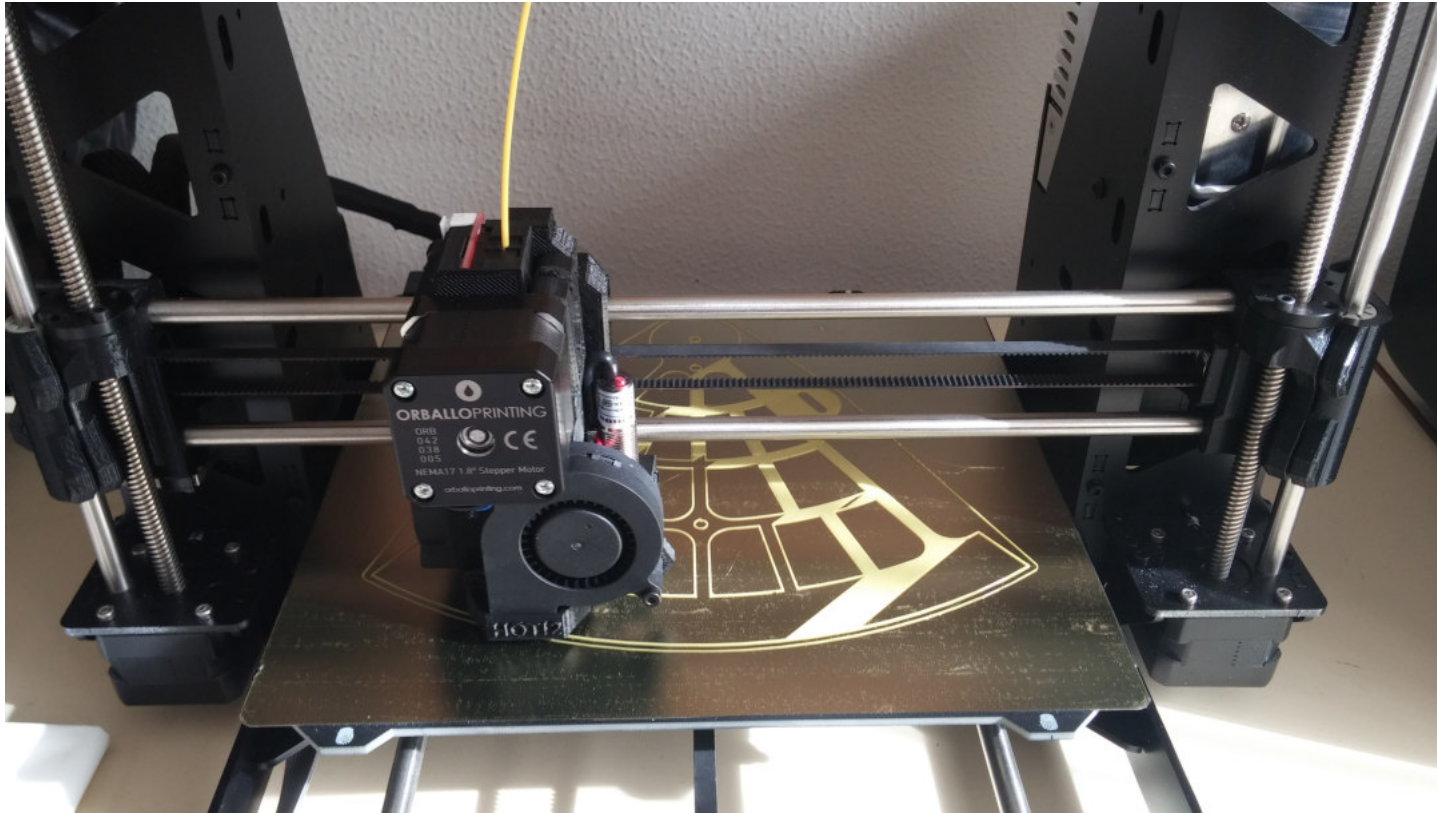
Error instrumental do cadrante, astrolabio e sextante construído



Usarase unha estación total (Sokkia Set6) para obter una medida o suficientemente exacta como para obter un valor de erro fiable

AMBITO TECNOLÓXICO

Deseño e fabricación dun prototipo de sextante.

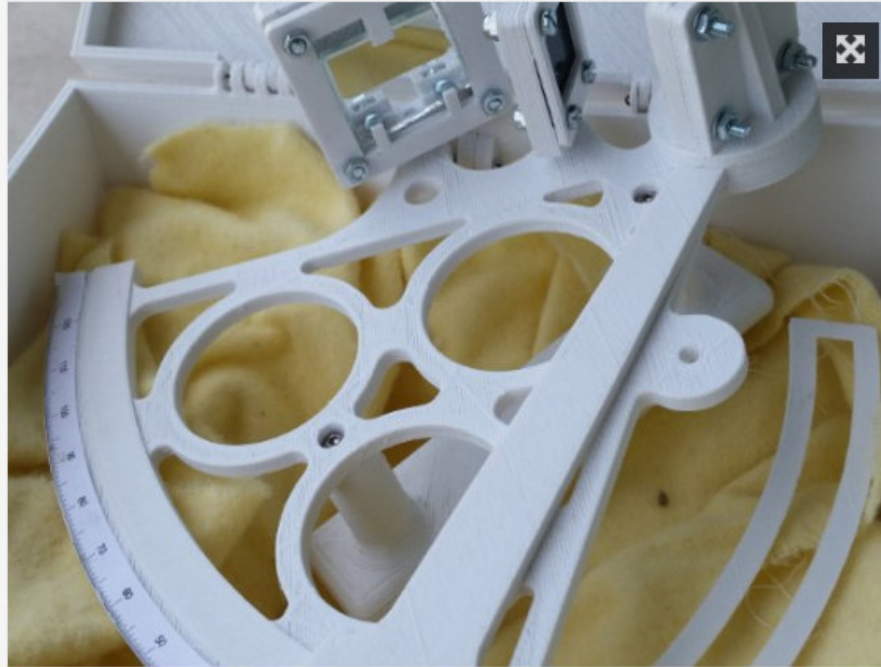


Jaime Rodríguez Abilleira



The sextant project

by [caltadaniel](#) Jun 6, 2014

[DOWNLOAD ALL FILES](#)

♥ Like	275
📁 Collect	354
💬 Comments	12
📄 Post a Make	3
👁 Watch	23
🔄 Remix It	1
📁 Share	0

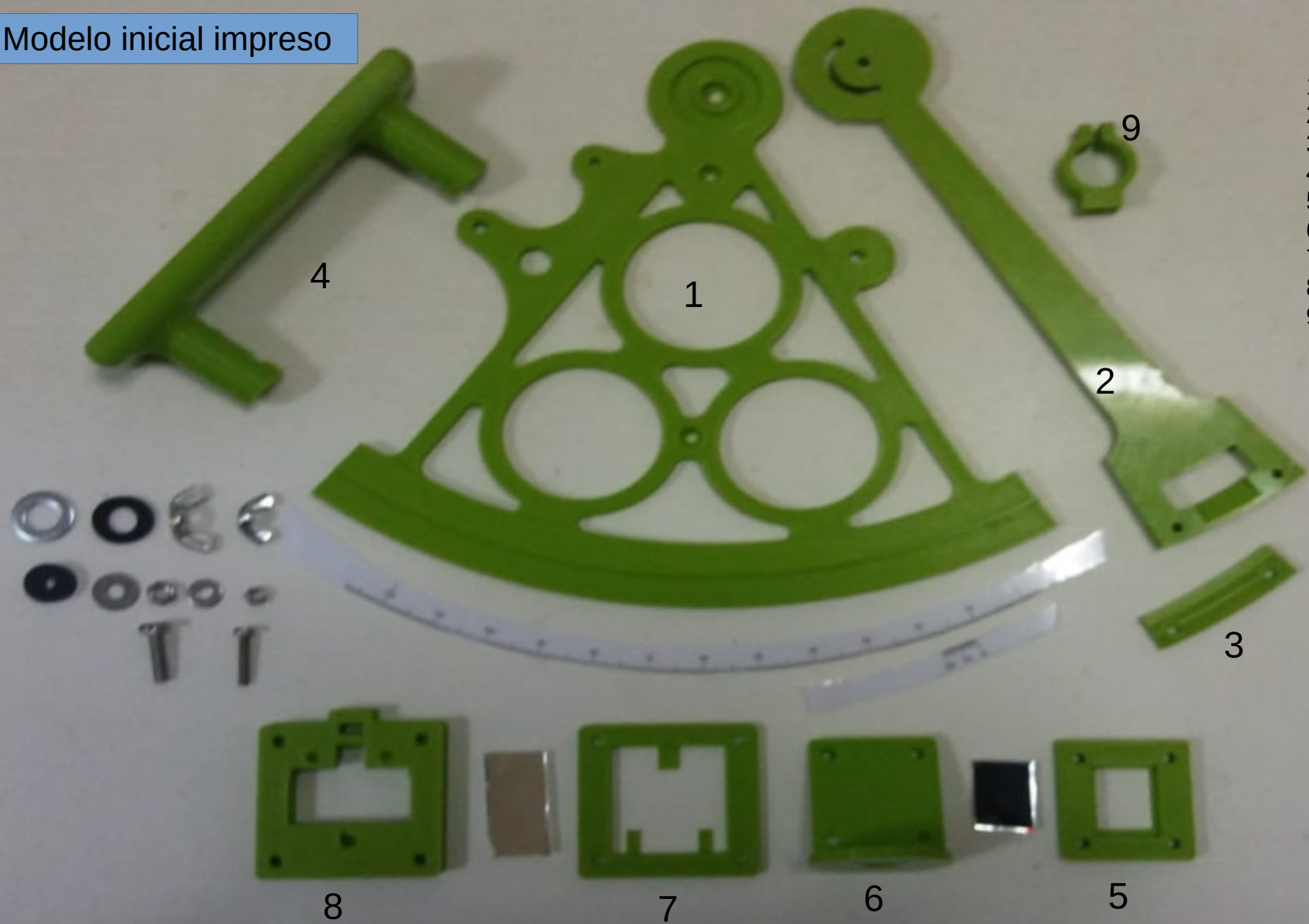
Thing Apps Enabled

- 🖨 Order This Printed
- 📦 View All Apps

[Thing Details](#)[Thing Files](#)[Apps](#)[Cor](#)

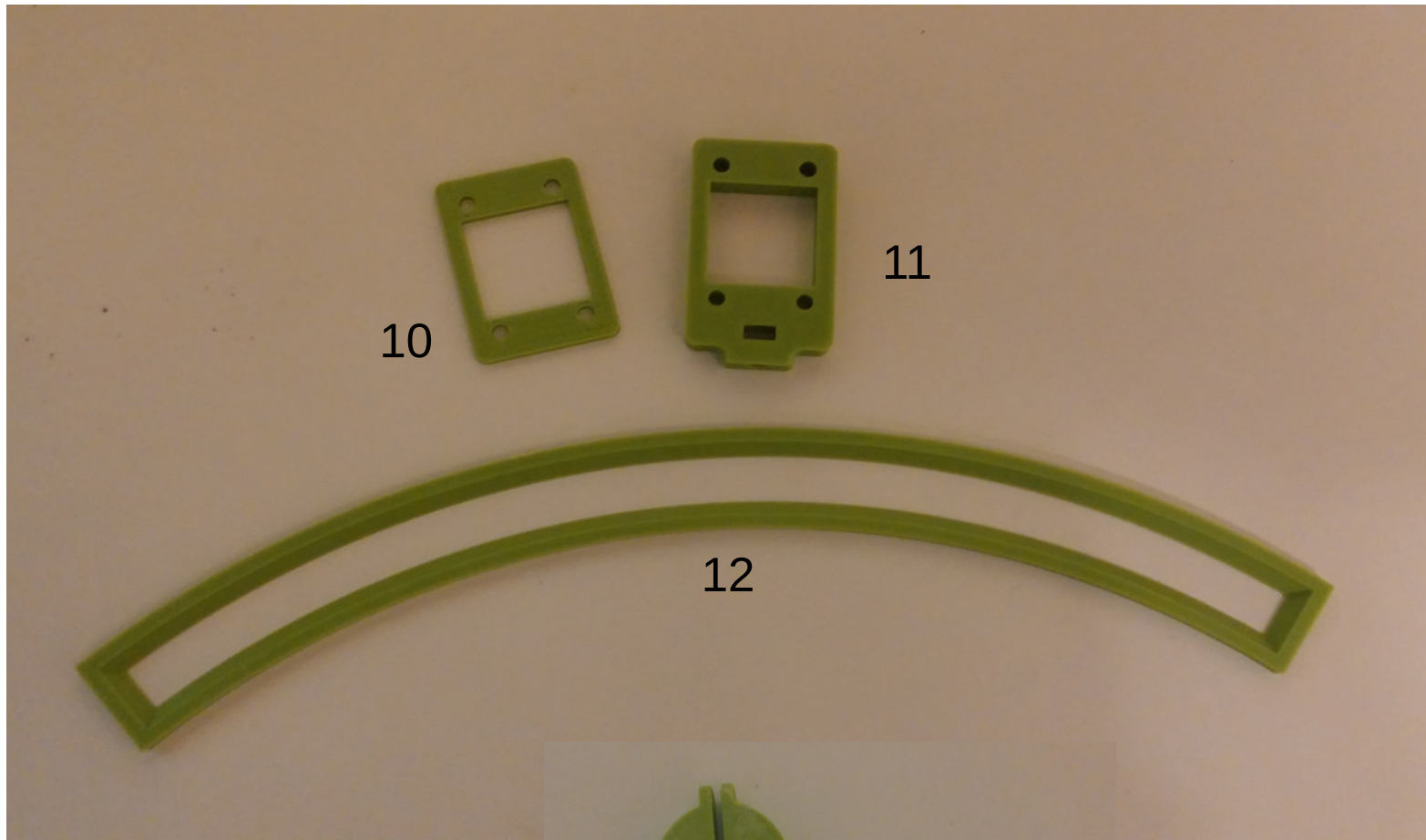
Modelo de sextante obtenido en Thingiverse*
(archivos STL de uso libre)

Modelo inicial impreso



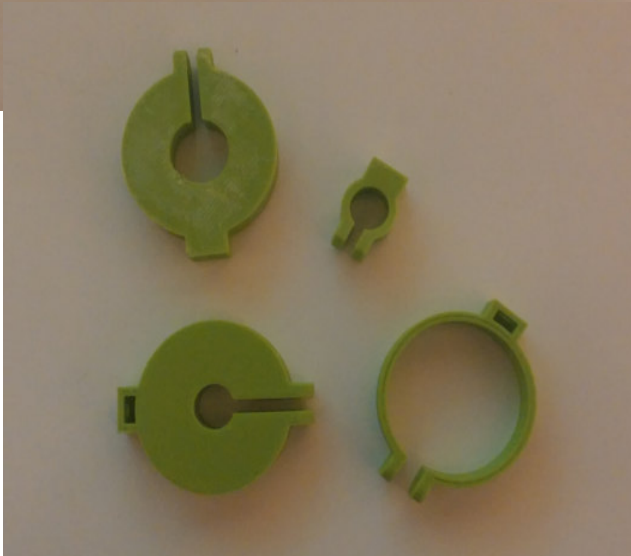
DESPIECE

1. Base
2. Deslizador
3. Guía deslizador
4. Empuñadura
5. Marco espejo primario
6. Soporte espejo primario
7. Marco semi-espejo
8. Soporte semi-espejo
9. Soporte ocular

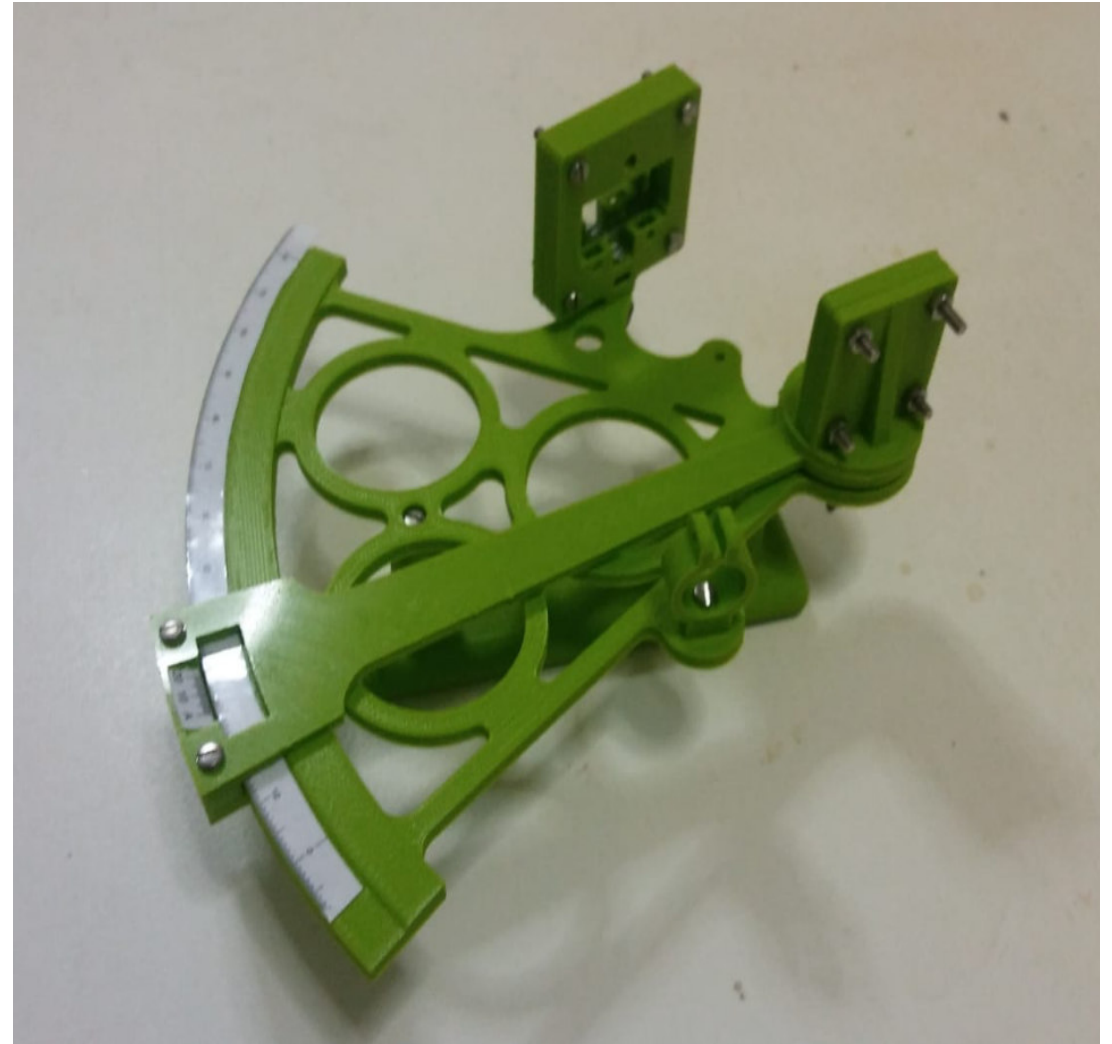
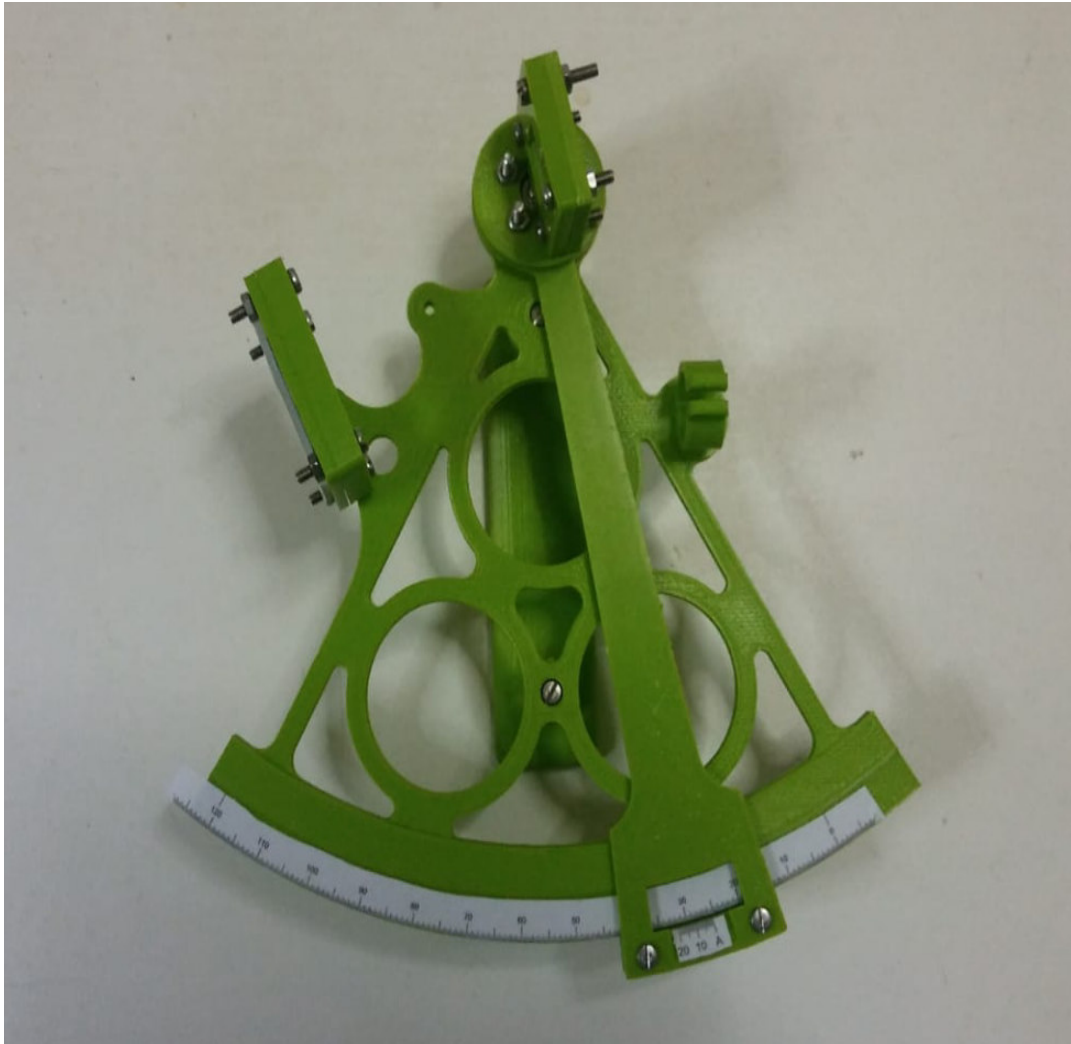


- 10. Marco filtro solar
- 11. Soporte filtro solar
- 12. Marco plantilla graduada

Modelo inicial impreso



Diferentes soportes para el ocular

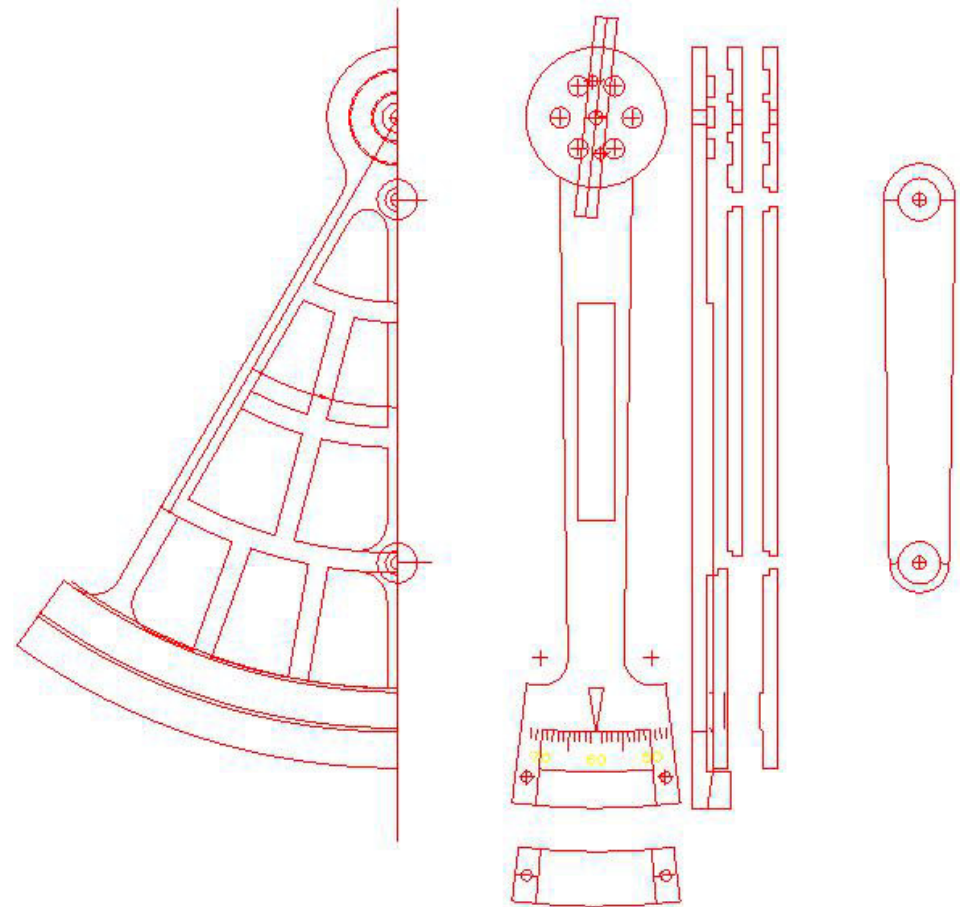
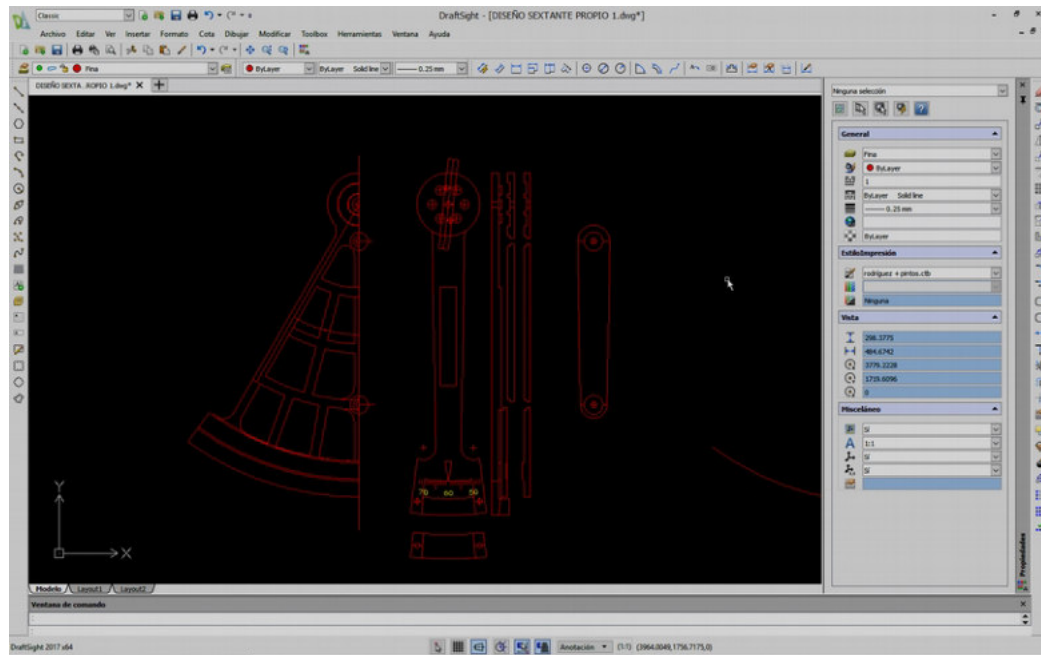


PROTOTIPO INICIAL (montado para verificación*)

**proba de calibración non satisfactoria*

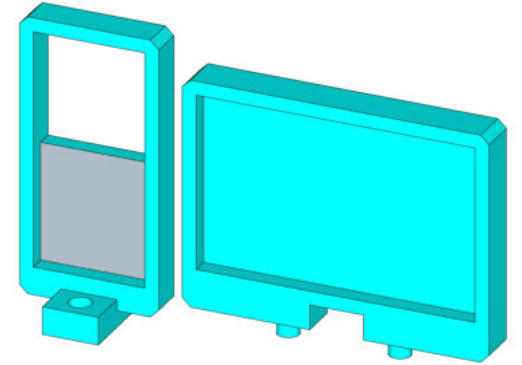
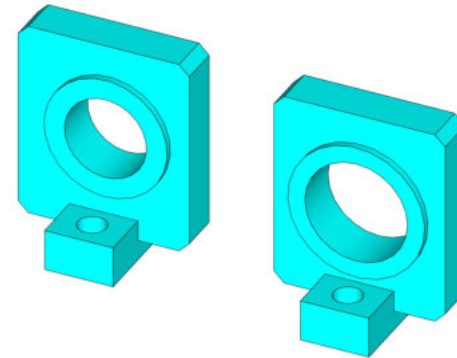
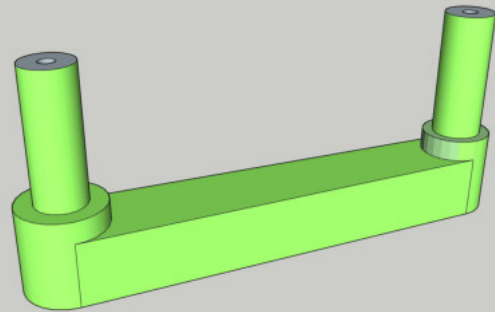
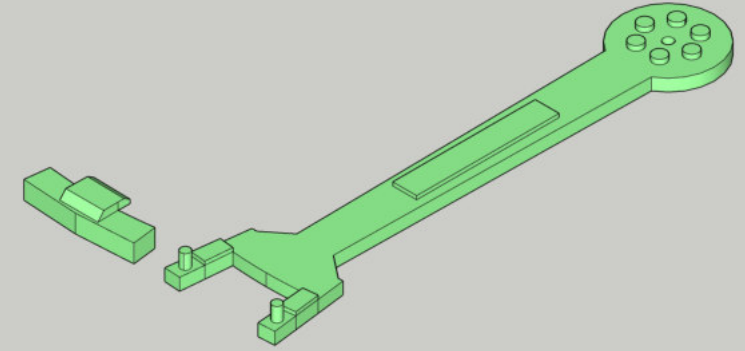
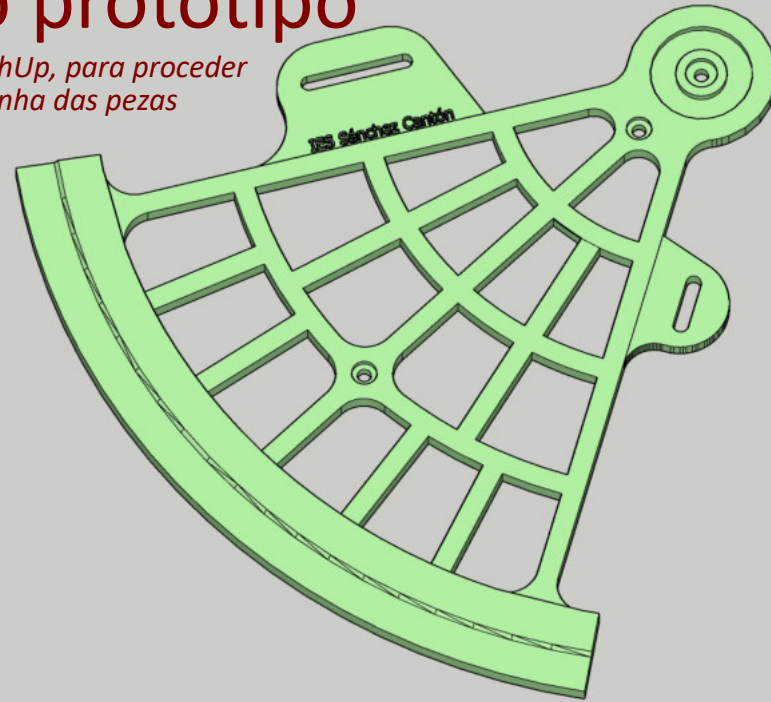
Diseño base do novo prototipo

**Diseño base do novo sextante en formato 2D mediante o programa Draftsight, versión libre gratuita. Obtención dos planos de diseño en formato dwg.*



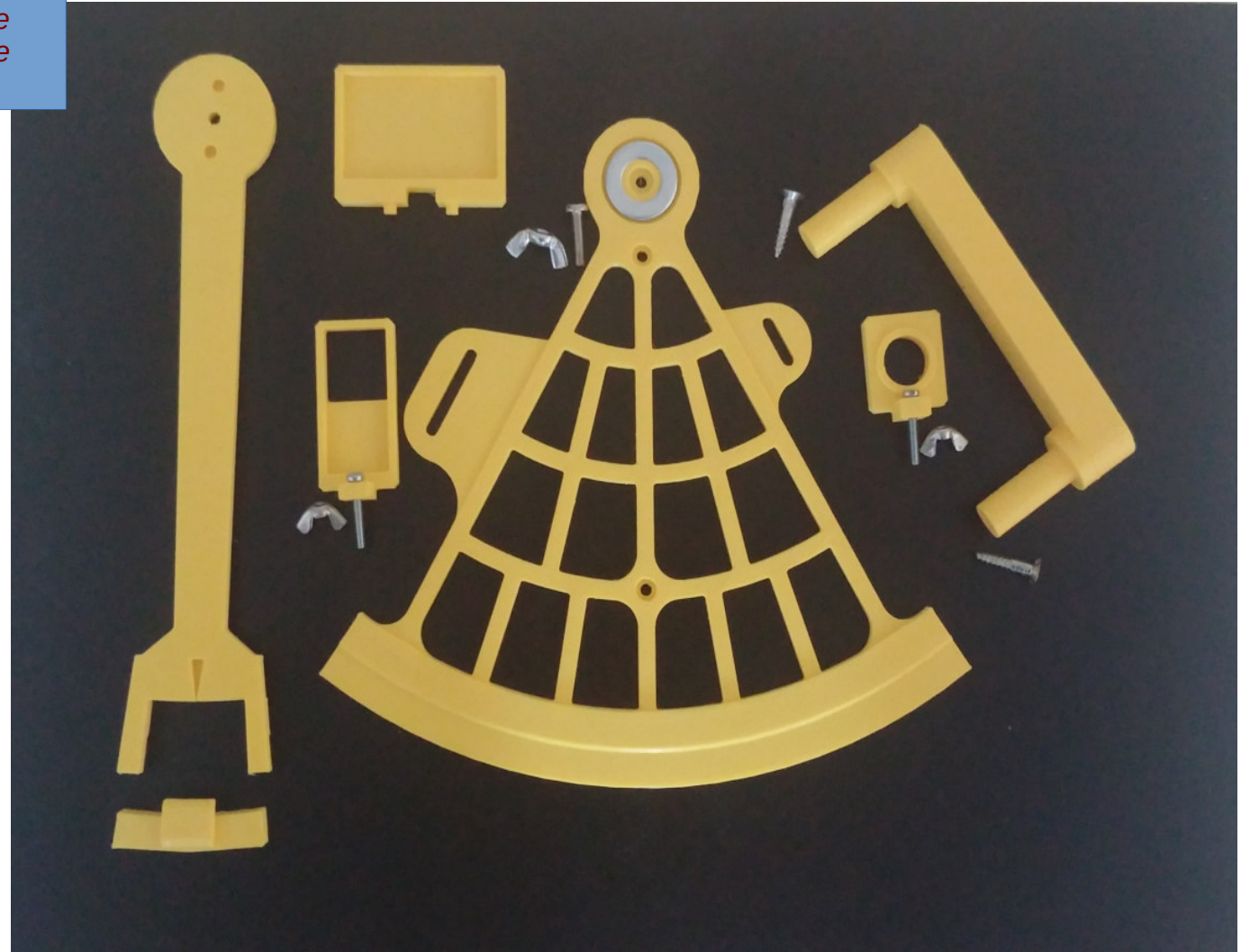
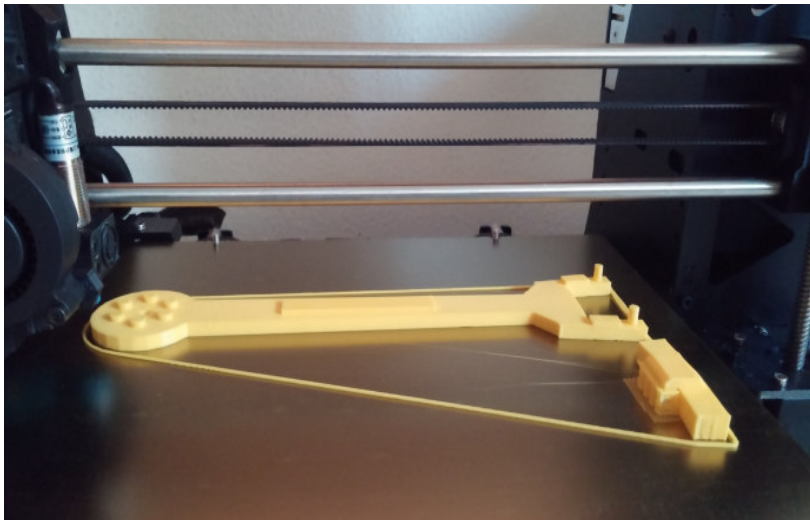
Modelado do novo prototipo

** Importamos os arquivos dwg no programa SketchUp, para proceder ao modelado 3D do sextante. O modelo de cada unha das pezas expórtase ao formato STL.*



Impresión do novo prototipo

**Procedemos ao laminado das 7 pezas co programa Slic3r, para obter os arquivos g-code que nos permiten a impresión do prototipo. Redúcense notablemente as pezas do modelo inicial, e se cambian os formatos e posición dos dous espellos, permitindo a correcta calibración do sextante.*



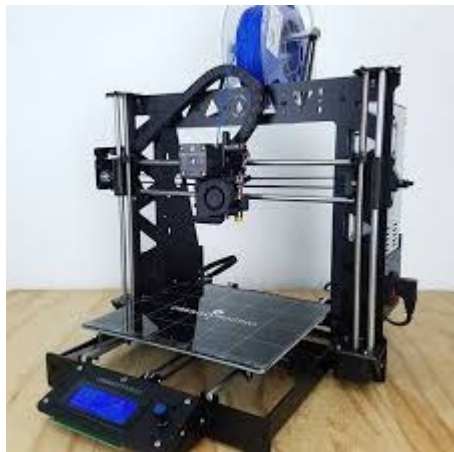
Calibración do novo prototipo co alumnado

**Comprobamos a correcta posición e dimensión dos espellos, e o calibrado e precisión do aparello.*



Laminado e impresión 3D

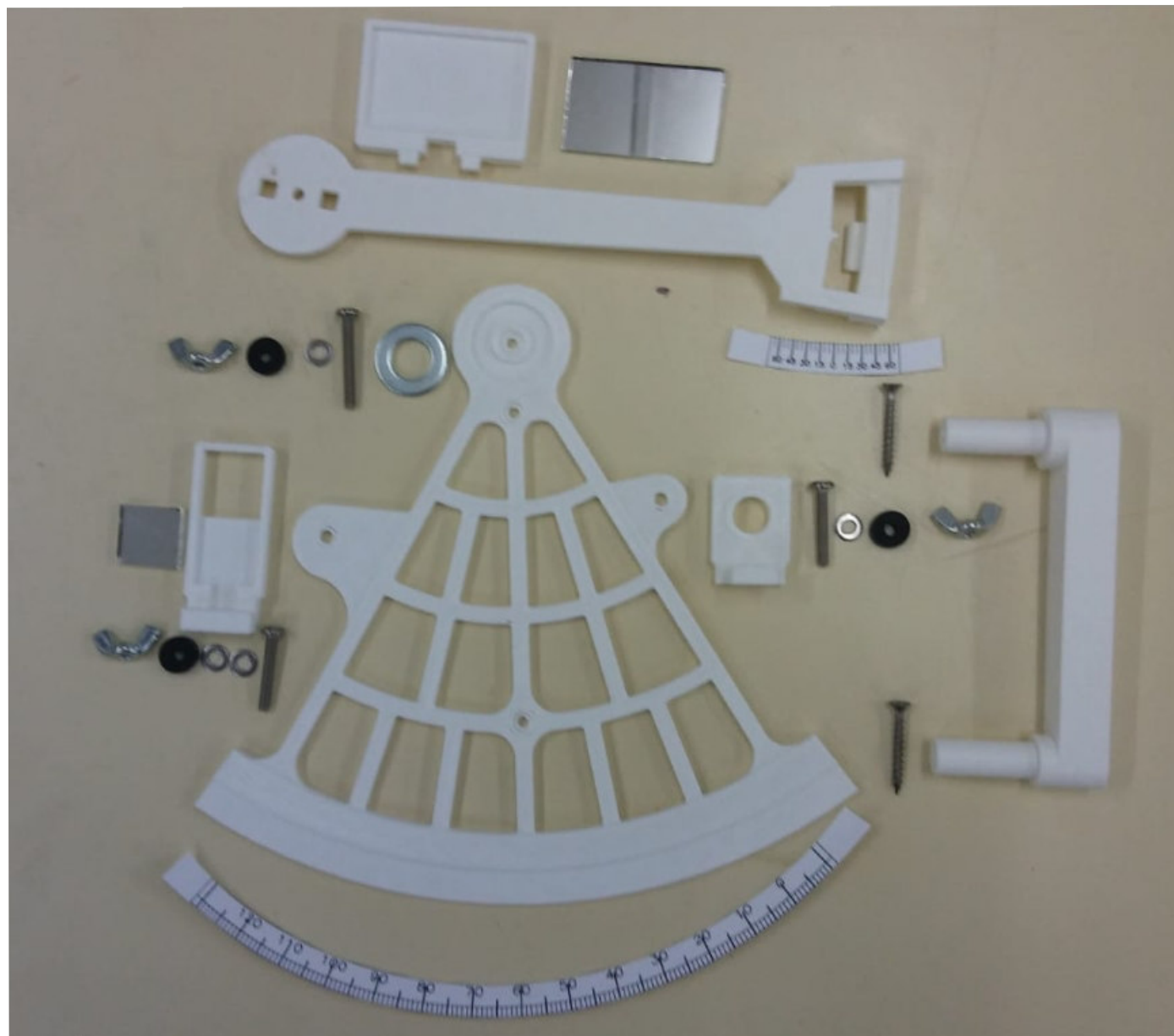
*Por último, procedemos á impresión do modelo final que servirá de base para o moldeado e o proceso de fabricación en serie.



Prusa Steel
Black Edition Mark II !

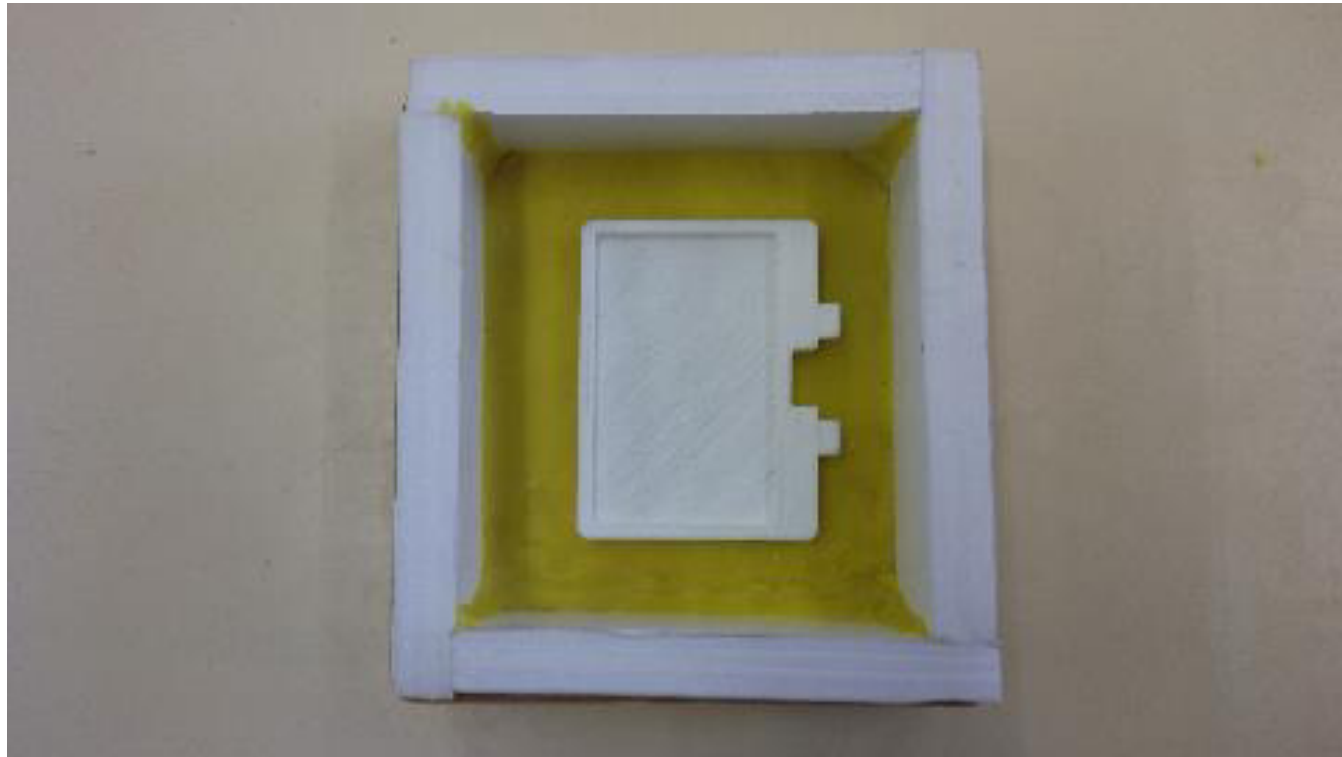


PLA 3D Printing Filament



AMBITO TECNOLÓXICO

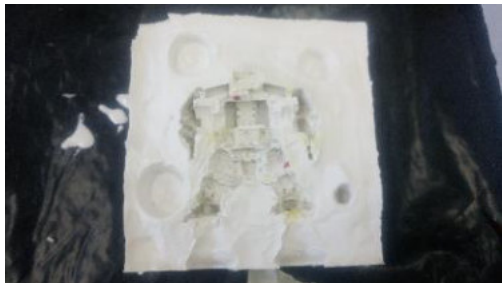
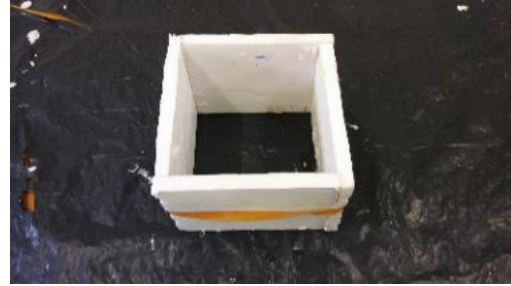
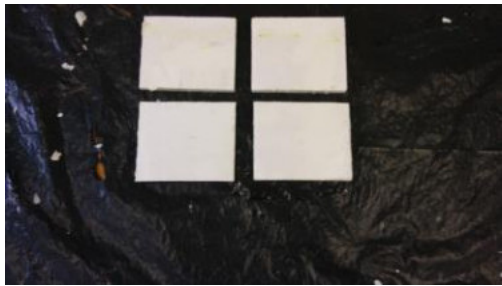
Moldeado e fabricación en serie do sextante.



Pablo Alonso de Vega
José Benito Búa Ares

Adquisición de coñecementos previos

- Taller de moldes (a dúas caras e con silicona para moldes)



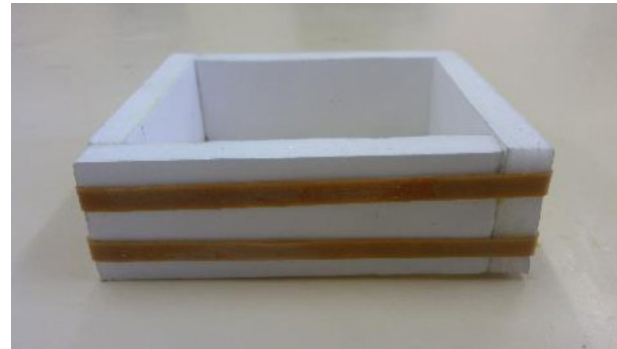
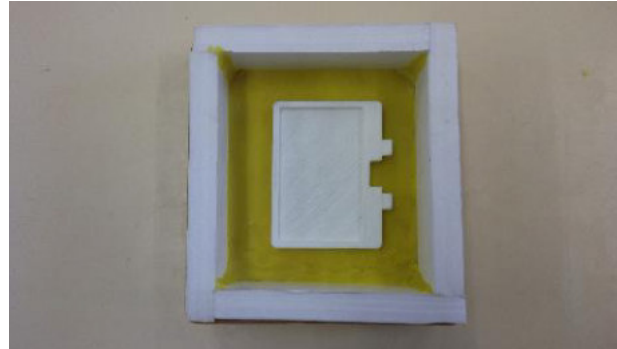
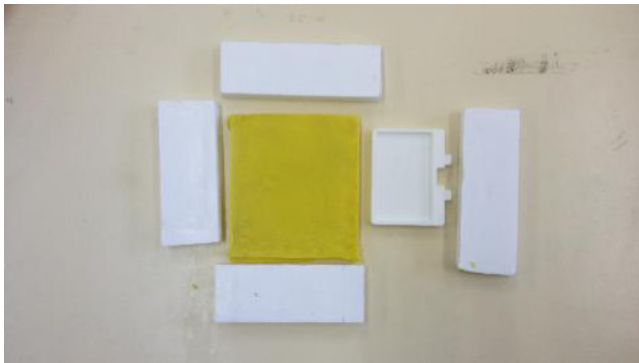
Adquisición de coñecementos previos

Resinas empregadas:

- Poliester
- Top coat
- Epoxi transparente
- Poliuretano
- Poliester transparente

Uso dos coñecementos adquiridos

- Confección do molde do espello principal do sextante (a unha cara)



* Unha vez elaborados os moldes de cada peza, procederase á fabricación en serie dos sextantes para o uso educativo.