

El modelo cordobés uniforme del Nautilus

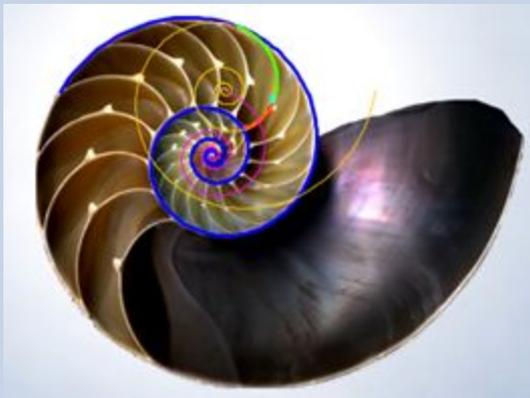


Uniforme = con igual forma durante todas las etapas vitales

José R. Galo Sánchez



[CC by-nc-nd](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Perspectiva global

Modelo macroscópico



Artículo sobre el modelo cordobés uniforme



Libro interactivo
“¡No!, ¡no soy áureo! ¡Soy cordobés!
Firmado Nautilus”



Recurso interactivo

Con este recurso puede reproducir todo lo que se refleja en esta presentación y realizar su propia investigación

Perfil y sección media de la concha del Nautilus



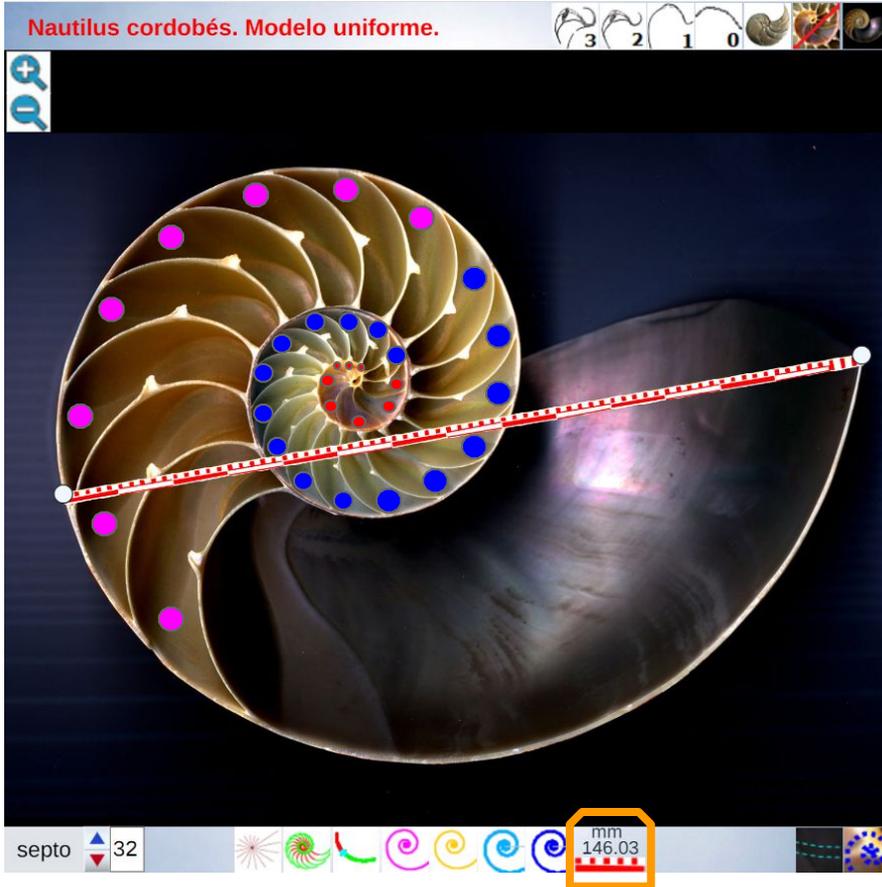
Sección de una concha del Nautilus.
Corte medio por un plano perpendicular
al eje rotacional.

Se observan las cámaras de flotación
separadas por los septos y la cámara
final habitacional.

En la parte media de cada septo se ve el
rastro del canal sifuncular.

En la parte central: el ombligo.

Verticilos, cámaras y septos



Ejemplar de unos 146 mm de diámetro.

Medida obtenida por comparativa con la aportada por [Landman et al. \(1989\)](#) para la fase de dos cámaras.

32 cámaras distribuidas en:

- Primer verticilo: 8
- Segundo verticilo: 16
- Tercer verticilo: 8



Botón del recurso interactivo usado en la obtención de la imagen reflejada.

El perfil de la concha es una espiral cordobesa



Durante todas sus etapas vitales el perfil de la concha del Nautilus es una **espiral logarítmica cordobesa**:

$$r = \kappa^\theta$$

Para consultar por qué se denomina cordobesa consultar en:



$$\kappa = \zeta^{\frac{2}{\pi}} = 1,185580 \dots$$

base de la espiral logarítmica cordobesa

$$\zeta = \frac{1}{\sqrt{2 - \sqrt{2}}} \simeq 1,306562 \dots$$

número cordobés
factor de crecimiento radial del Nautilus

El canal sifuncular es una espiral cordobesa



El recorrido del sifúnculo es una **espiral cordobesa**.

$$r = a \kappa^\theta$$

$$a = \frac{\kappa^{-2\pi} + 1}{2} = \frac{0,3431 \dots + 1}{2} = 0,6715 \dots$$

El sifúnculo es el **eje medio del fragmacono** (espacio recorrido por el cuerpo del Nautilus o espacio comprendido entre la pared ventral y la dorsal).

Radios vectores con paso $\pi/8$



En el modelo uniforme las cámaras se ajustan a un paso radial de $\pi/8$ que se corresponde con 16 cámaras por verticilo o vuelta.

En el primer verticilo no acontece esto. El modelo uniforme no refleja adecuadamente la etapa vital inicial

Modelando los septos



Los septos son arcos de espirales cordobesas.

Los polos de las espirales septales están en una espiral cordobesa.

En el modelo uniforme se consideran $16 + 16 + 8 = 40$ cámaras.



Los septos son arcos de espirales cordobesas



Los septos son arcos de espirales cordobesas

$$\begin{cases} x = P_x + e \kappa^\theta \cos(\theta) \\ y = P_y + e \kappa^\theta \sin(\theta) \end{cases} \quad \theta \in [\alpha, \beta] \quad \text{con} \quad (P_x, P_y) \in r = e \kappa^\theta$$

Los polos de las espirales septales están en una espiral cordobesa



Los polos de las espirales septales están en una espiral cordobesa que es la espiral intermedia entre el sífúnculo y el perfil dorsal de la concha

$$r = e \kappa^\theta$$

$$e = \frac{\frac{\kappa^{-2\pi} + 1}{2} + \kappa^{-2\pi}}{2} = \frac{3\kappa^{-2\pi} + 1}{4} = 0,507359 \dots$$

Modelo cordobés uniforme



Acceso al modelo uniforme:



Todo punto de la concha o interior del Nautilus es la intersección de una espiral cordobesa longitudinal y otra transversal



Ontogenia. Revisión del modelo uniforme

Cada etapa vital tiene su particularidad

Modelo microscópico

Cámaras en el primer verticilo

Nautilus cordobés. Modelo uniforme.



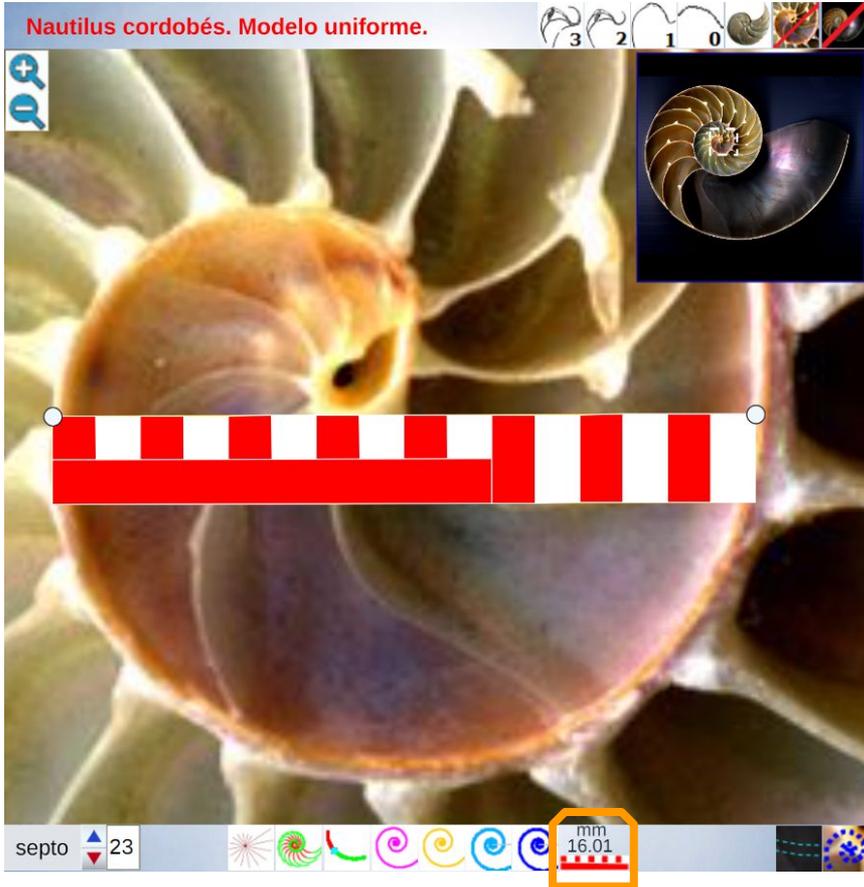
El primer verticilo cuenta con **ocho cámaras**. Paso $\pi/4$.

El segundo tiene dieciséis cámaras con paso $\pi/8$ y el tercero con un número variable de ellas, pero con igual paso $\pi/8$.

¿Qué hace que el primer verticilo se muestre de manera diferenciada?



Tamaño del primer verticilo

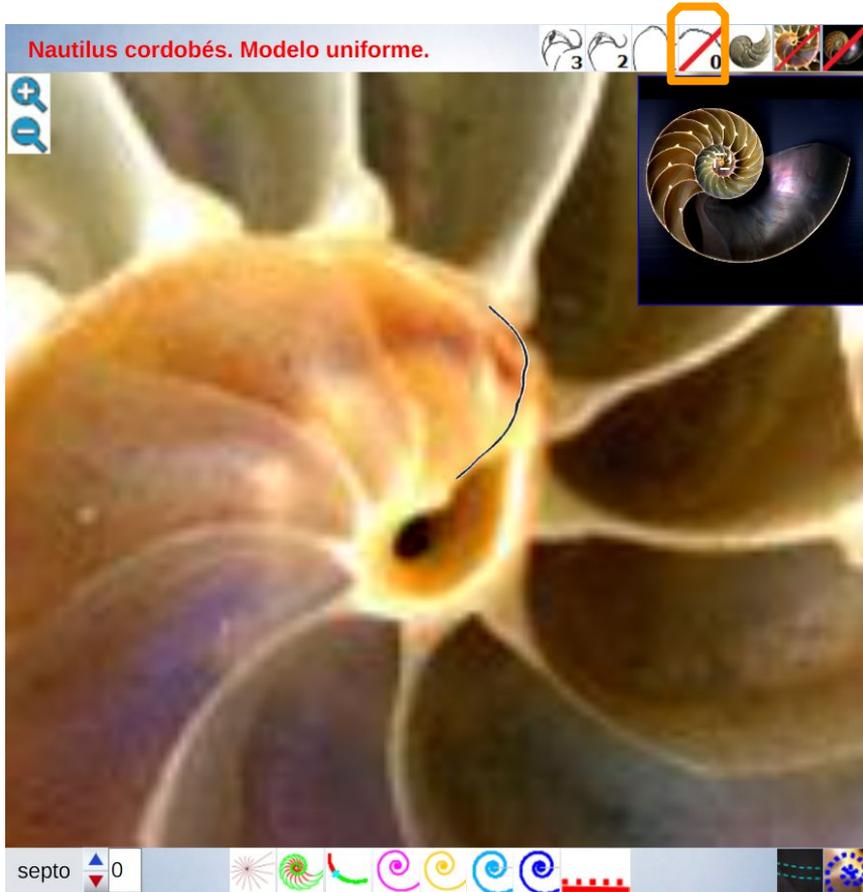


Nos ubicamos en un espacio que comprende unos 16 mm de diámetro.

Y las dos primeras cámaras unos 2 mm.

Recordemos que este ejemplar mide unos 146 mm de diámetro.

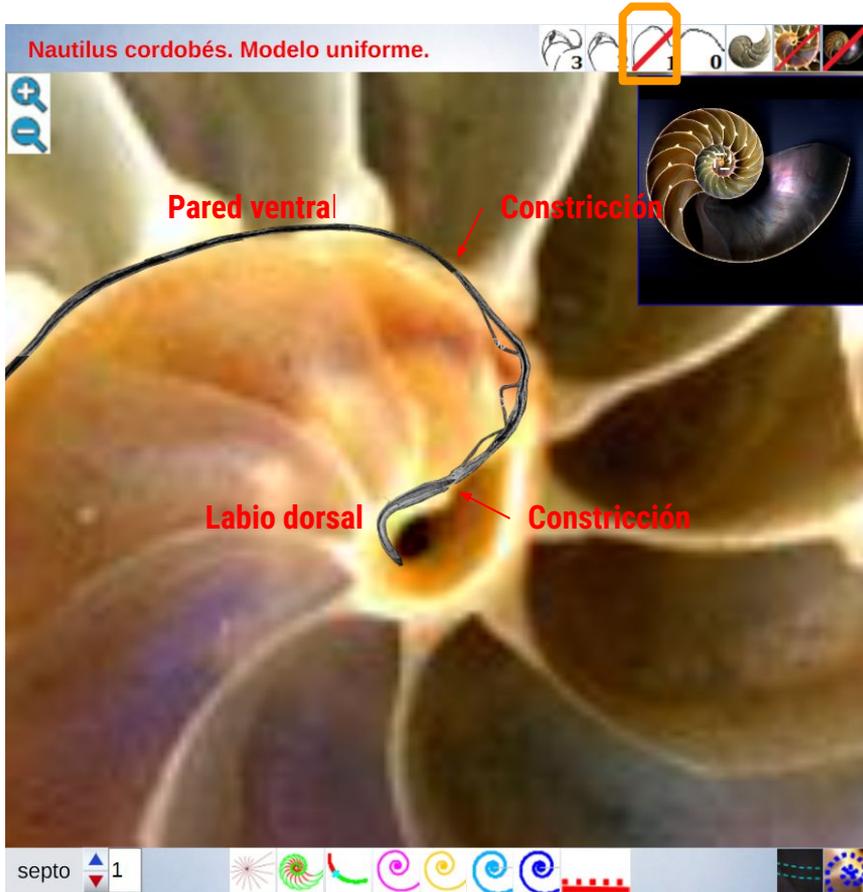
Concha embrionaria preseptal



Superposición del perfil de la concha embrionaria preseptal.

Al ser ejemplares distintos habrá diferencias en la superposición, pero lo que se busca es la esencia que nos marcará el modelo.

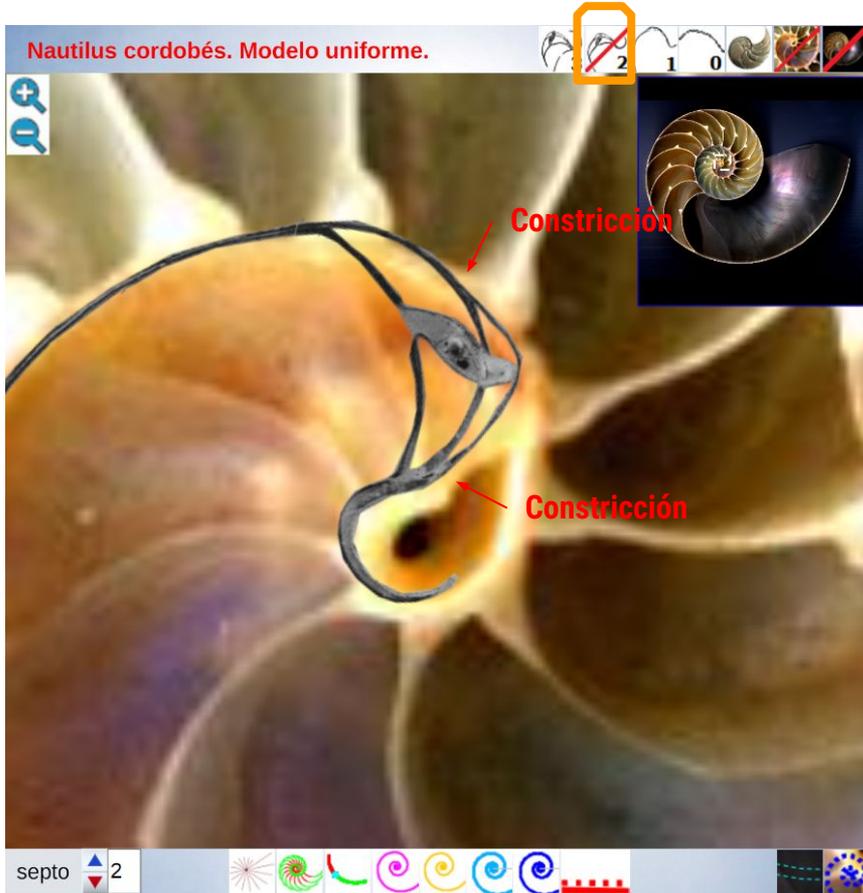
Fase del primer septo, inicio del sifúnculo



El primer septo y la primera cámara con el engarce del sifúnculo.

En la constricción la pared ventral adopta la curvatura cordobesa y también, en ella, el labio dorsal cambia su curvatura adoptando el mismo tipo de concavidad que la ventral.

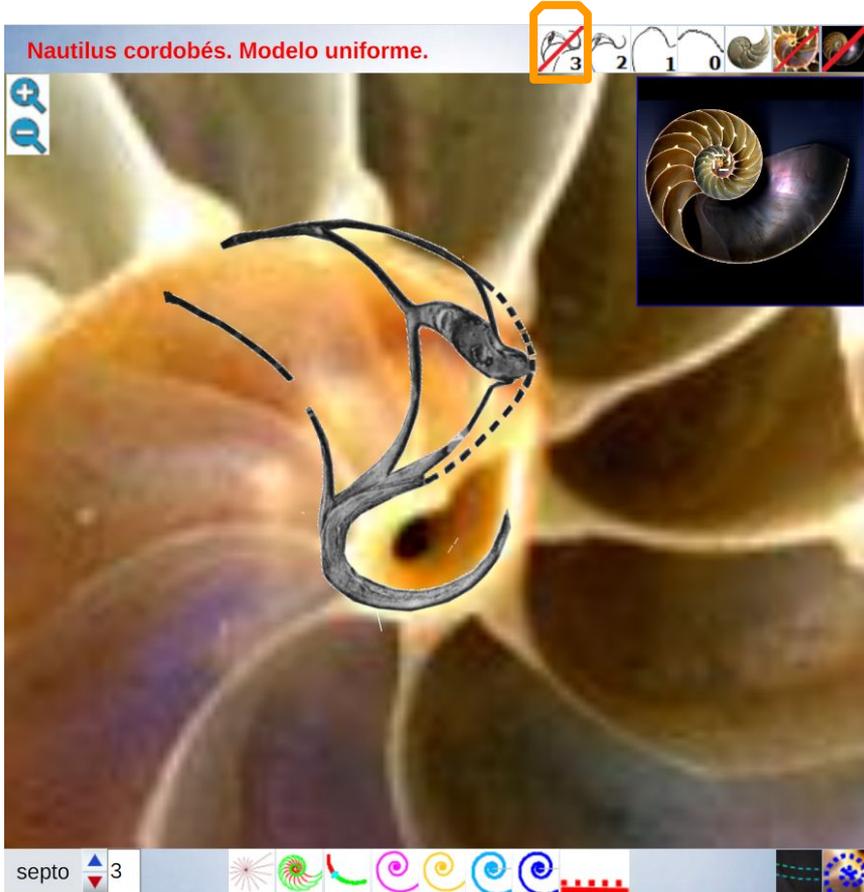
Fase de dos cámaras



En la segunda cámara el sifúnculo también adquiere la curvatura cordobesa.

El labio dorsal crece aparentemente según una espiral.

Fase de tres cámaras

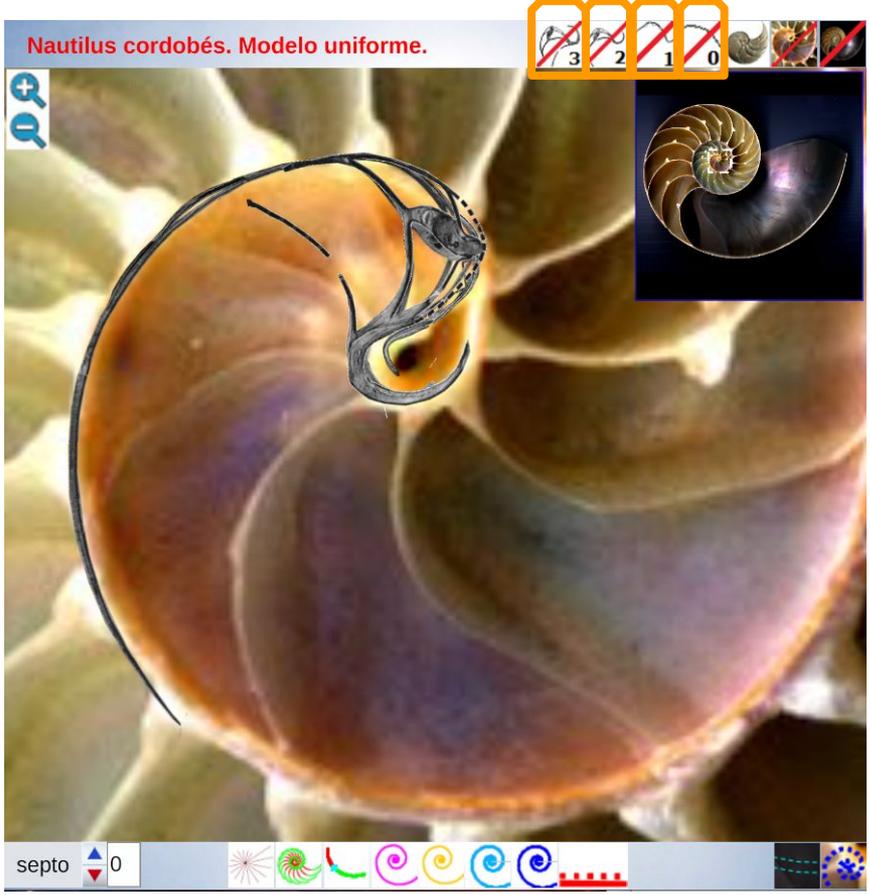


Fase de tres cámaras.

El labio dorsal sigue su crecimiento en espiral ¿será cordobesa?

Adelantemos que es así como lo consideramos en la modelación del primer verticilo, ya que en el segundo verticilo el dorso del Nautilus se adapta a la espiral cordobesa y es de esperar que esa forma es la que tuviera en el primero. Pero la particularidad es que su polo difiere del de la espiral ventral.

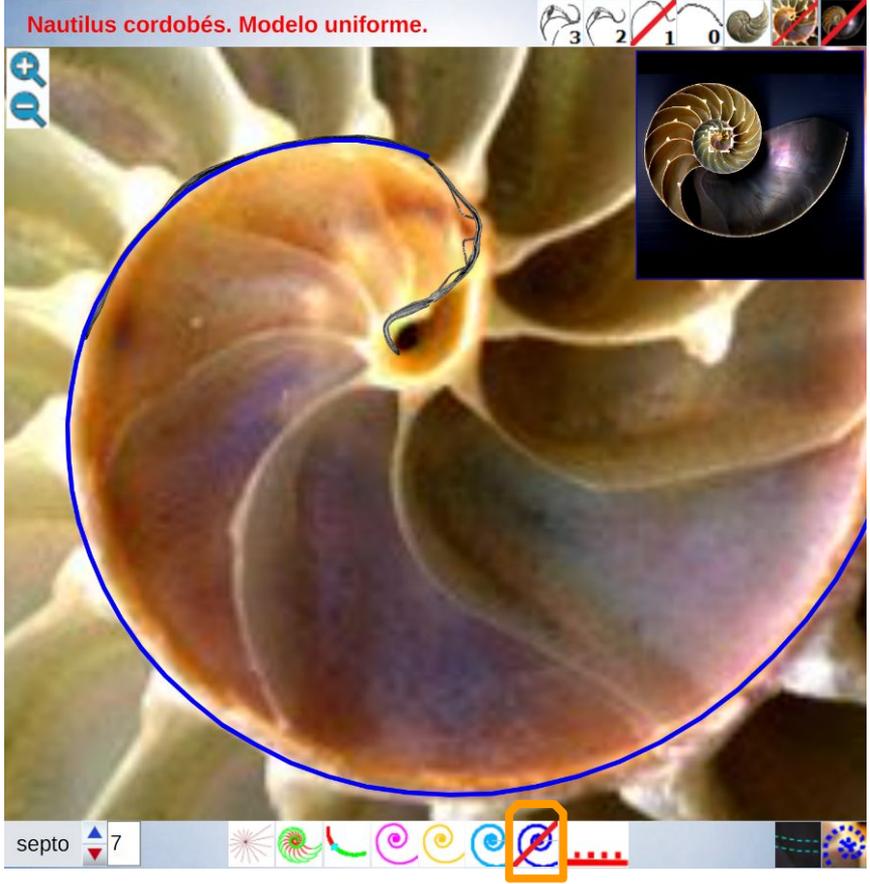
De cero a tres cámaras



Superposición de las primeras etapas.

Hay pequeñas diferencias pues son secciones de distintos ejemplares, pero nuestro objetivo es el paso de la yocto-yotta realidad al mundo matemático continuo. Hay que aislar las interferencias (*aliasing*) que se generan en la primera para poder observar diáfananamente el segundo.

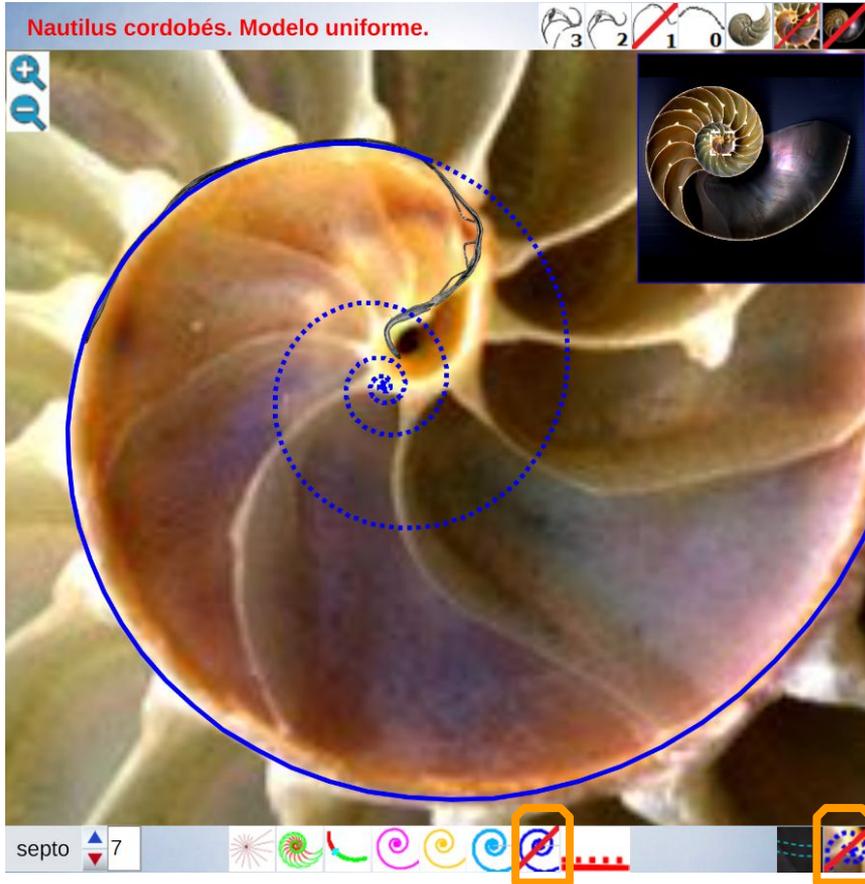
Ajuste de la pared ventral en el primer verticilo



La pared ventral, desde la constricción, adopta la forma de una espiral cordobesa.

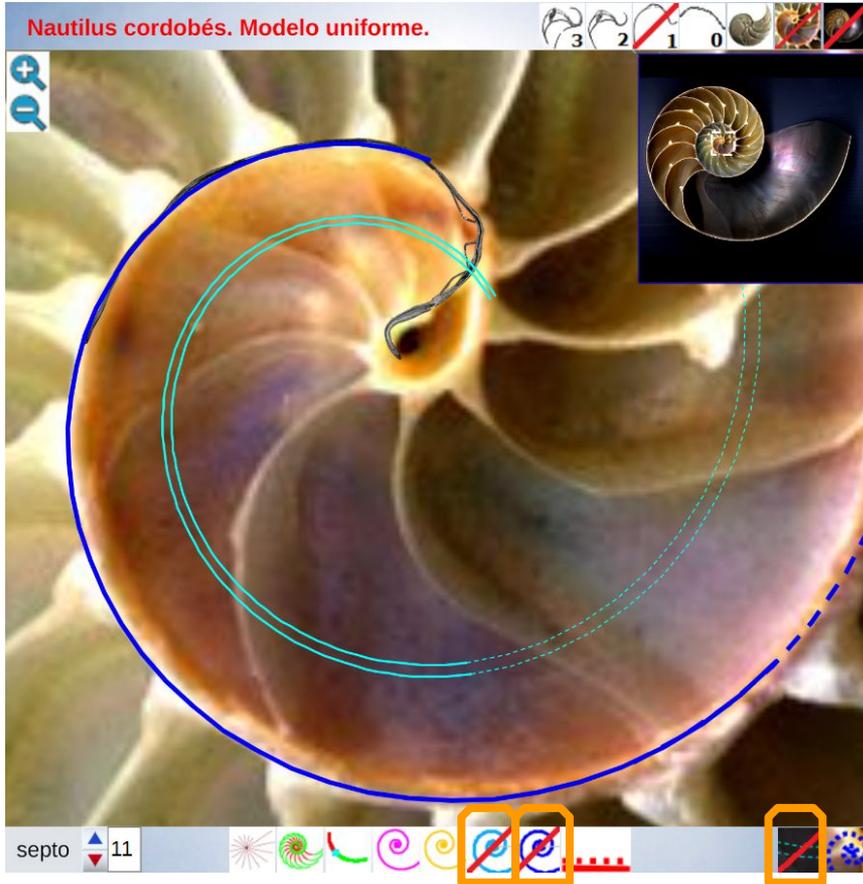
Es un **invariante en el modelo durante toda su etapa vital.**

Ajuste de la pared ventral (contextualización en su espiral)



La espiral cordobesa que modela la pared ventral **no sirve** para modelar la pared o labio dorsal.

Ajuste del canal sifuncular en el primer verticilo



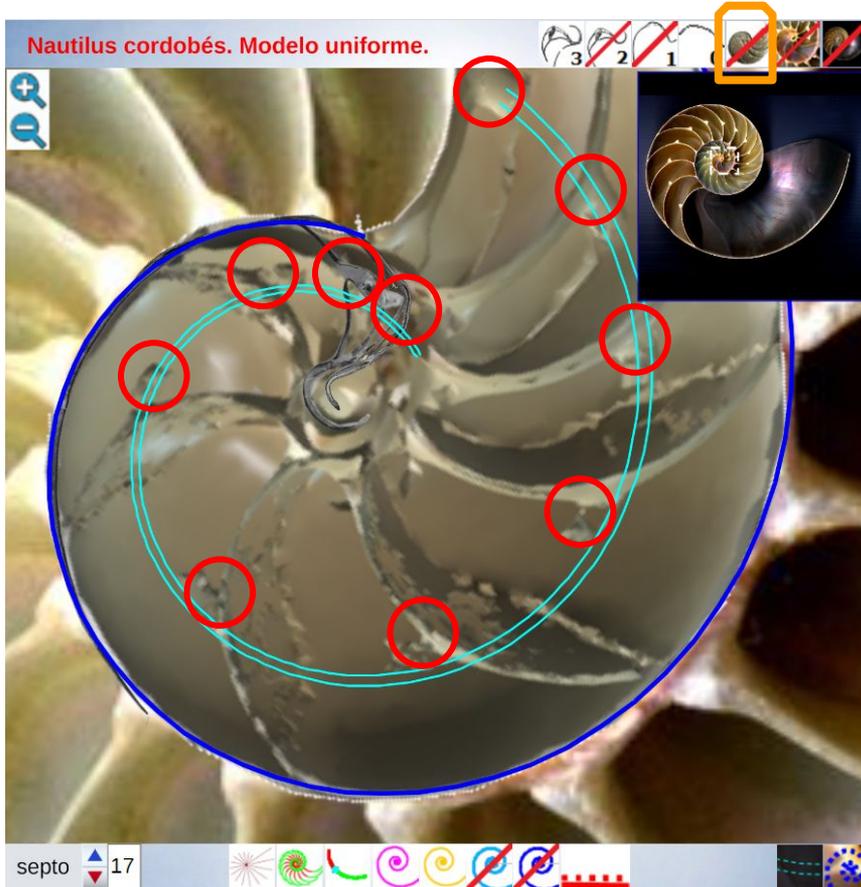
El sifúnculo parece que no se ajusta debidamente. Hay divergencias.

Presenta un separación clara en el engarce e inicio respecto al modelo considerado.

En la referencia gráfica usada como base no se muestra el canal sifuncular. Necesitamos apoyarnos en otra...

Ajuste del canal sifuncular en el primer verticilo

Nautilus del museo Dundee

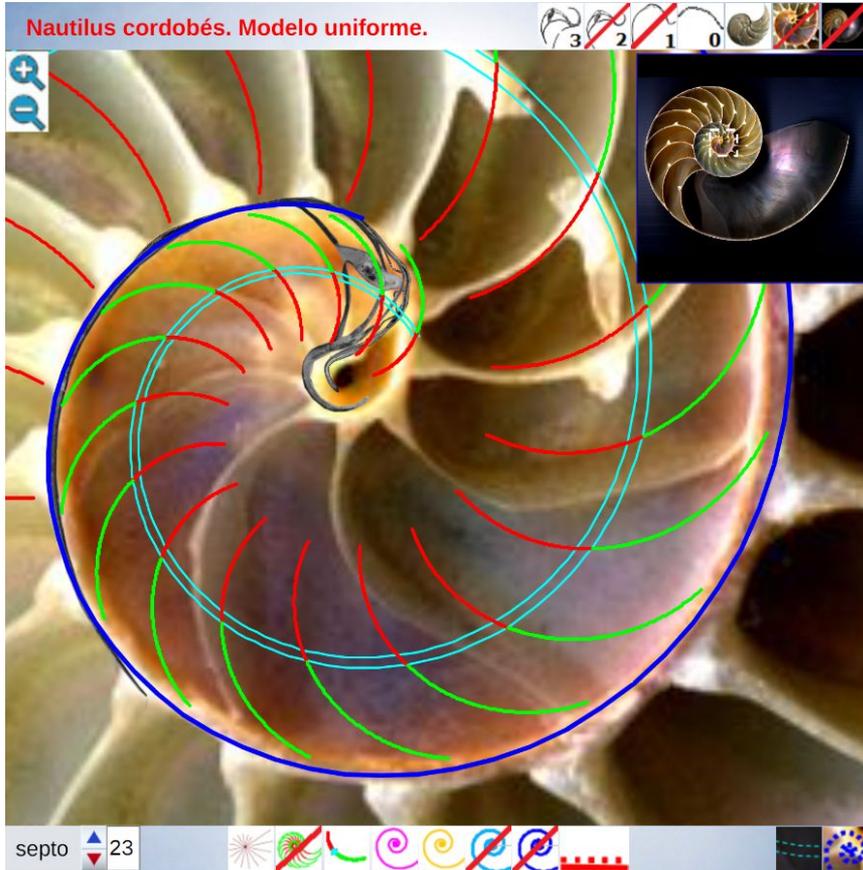


Modelo uniforme reflejado sobre el corte del [Nautilus del museo Dundee](#) (primer verticilo).

El **sifúnculo teórico no se ajusta en el primer verticilo**, a partir del octavo septo e inicio del segundo verticilo sí.

Los **○** muestran los restos del canal sifuncular para destacar las diferencias.

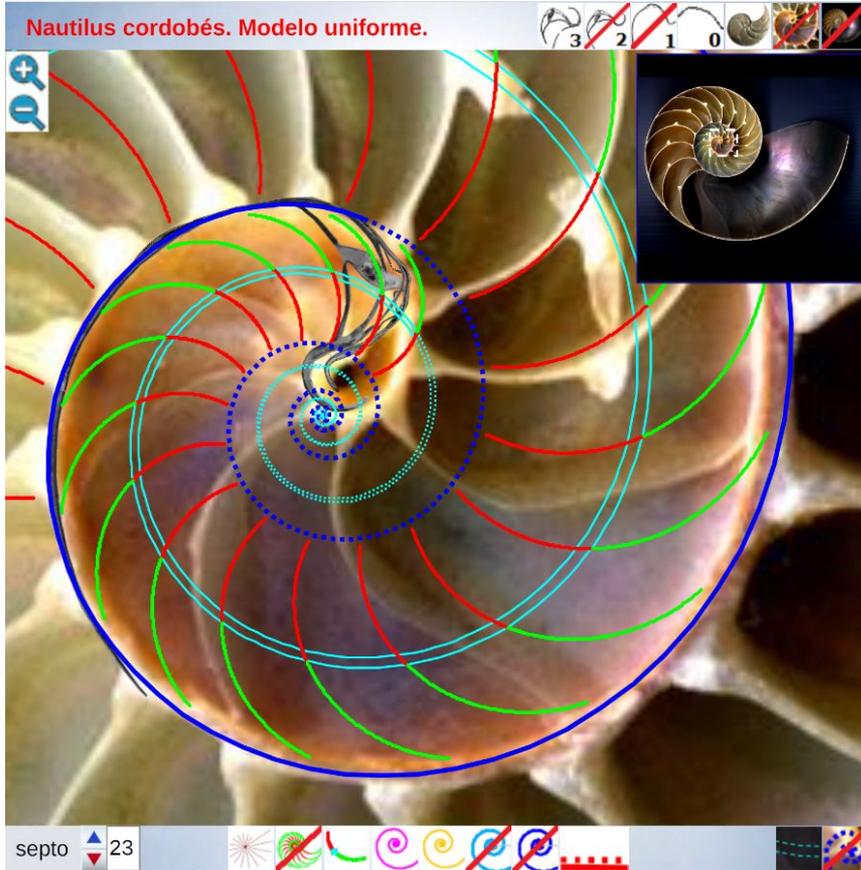
Ajuste de los septos en el primer verticilo



En el primer verticilo:

- Hay **ocho septos** frente a los dieciséis teóricos.
- La **forma** de los septos **no se ajusta**.
- La **amplitud** de los arcos de cada septo **no es adecuada**.

Ajuste de los septos en el primer verticilo con pared dorsal y ventral la misma espiral



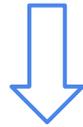
La amplitud de los septos en el primer verticilo es la adecuada en el supuesto de que la pared dorsal coincidiera con la espiral que determina la pared ventral, lo cual **no ocurre**.

Ajuste de los septos segundo y tercer verticilo



Se concluye:

- Necesidad de modelar el labio dorsal y el ombligo.
- Necesidad de estudio específico de la concha del Nautilus en el primer verticilo y su ontogenia en general.
- Necesidad de mejorar el modelo de confluencia de septos y paredes en el segundo y tercer verticilo.



ONTOGENIA MATEMÁTICA DEL NAUTILUS

Próximamente en sus pantallas...

ONTOGENIA MATEMÁTICA DEL NAUTILUS

Continuará...