

# "La investigación educativa en Didáctica de la Astronomía. Características y propuestas concretas".

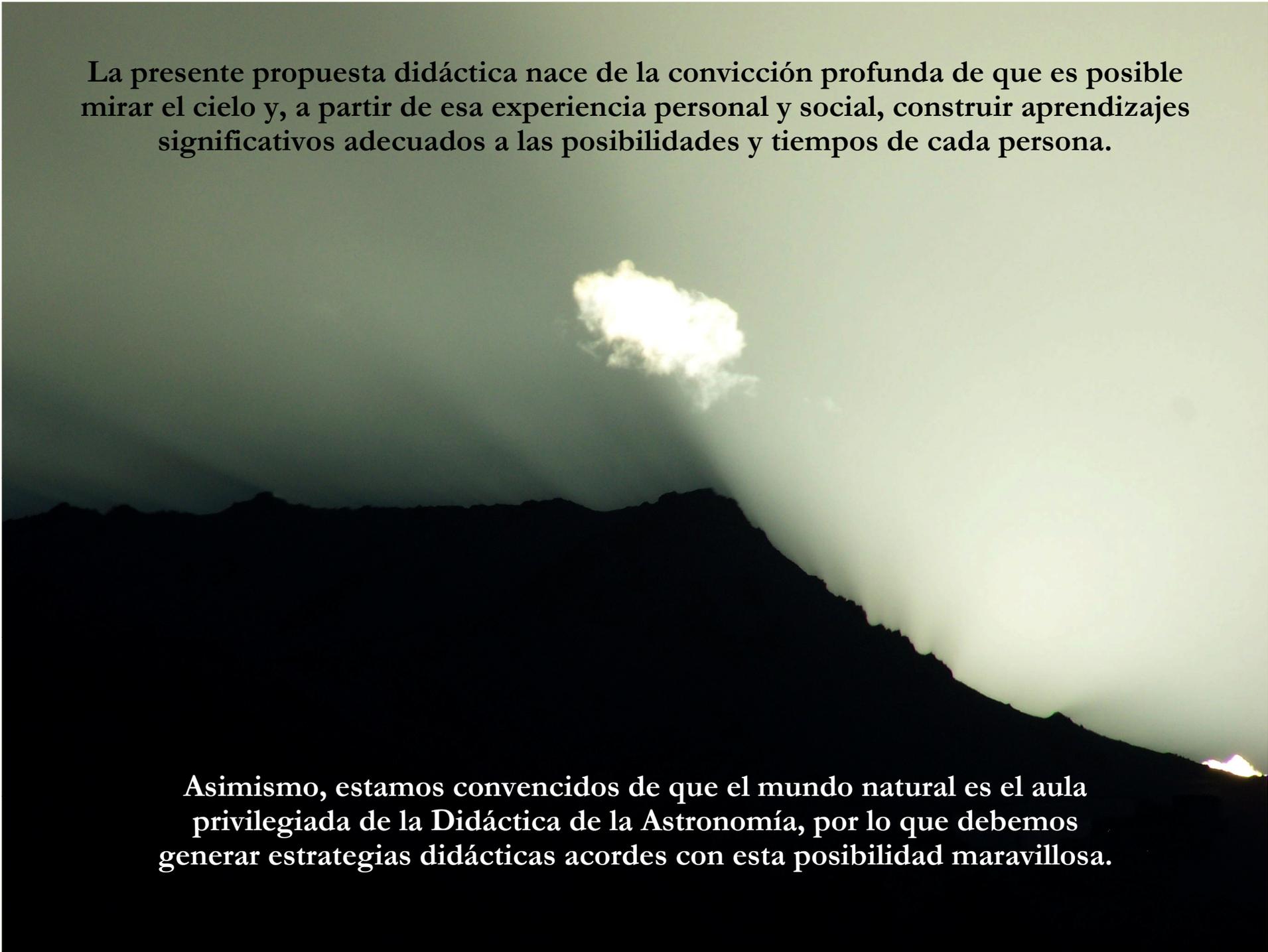
Néstor CAMINO

Complejo PLAZA DEL CIELO

Facultad de Ingeniería – U. N. de la Patagonia San Juan Bosco  
Esquel, Chubut, Patagonia, ARGENTINA.

[nestor.camino@speedy.com.ar](mailto:nestor.camino@speedy.com.ar) - [www.plaza-del-cielo.org](http://www.plaza-del-cielo.org)

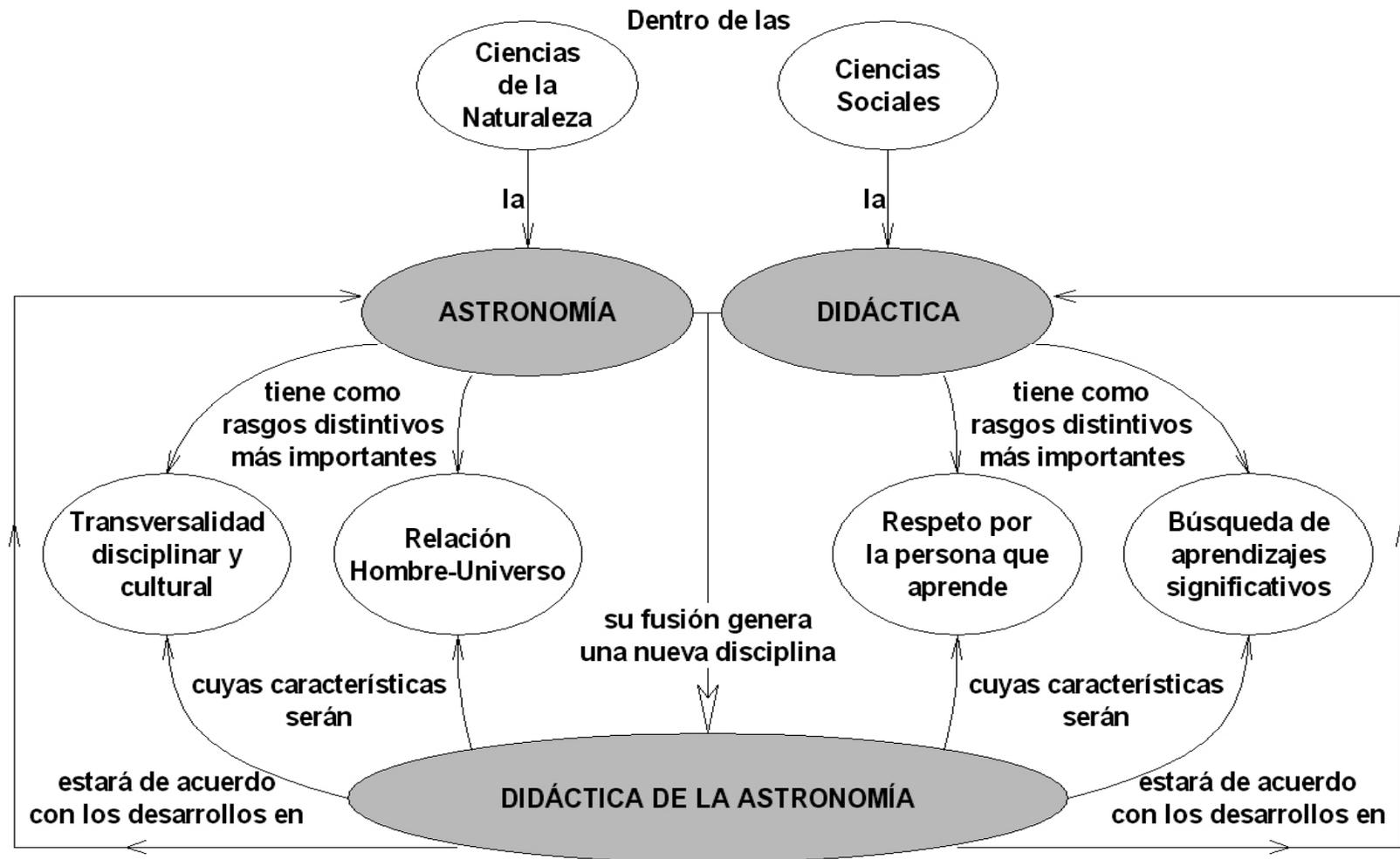




La presente propuesta didáctica nace de la convicción profunda de que es posible mirar el cielo y, a partir de esa experiencia personal y social, construir aprendizajes significativos adecuados a las posibilidades y tiempos de cada persona.

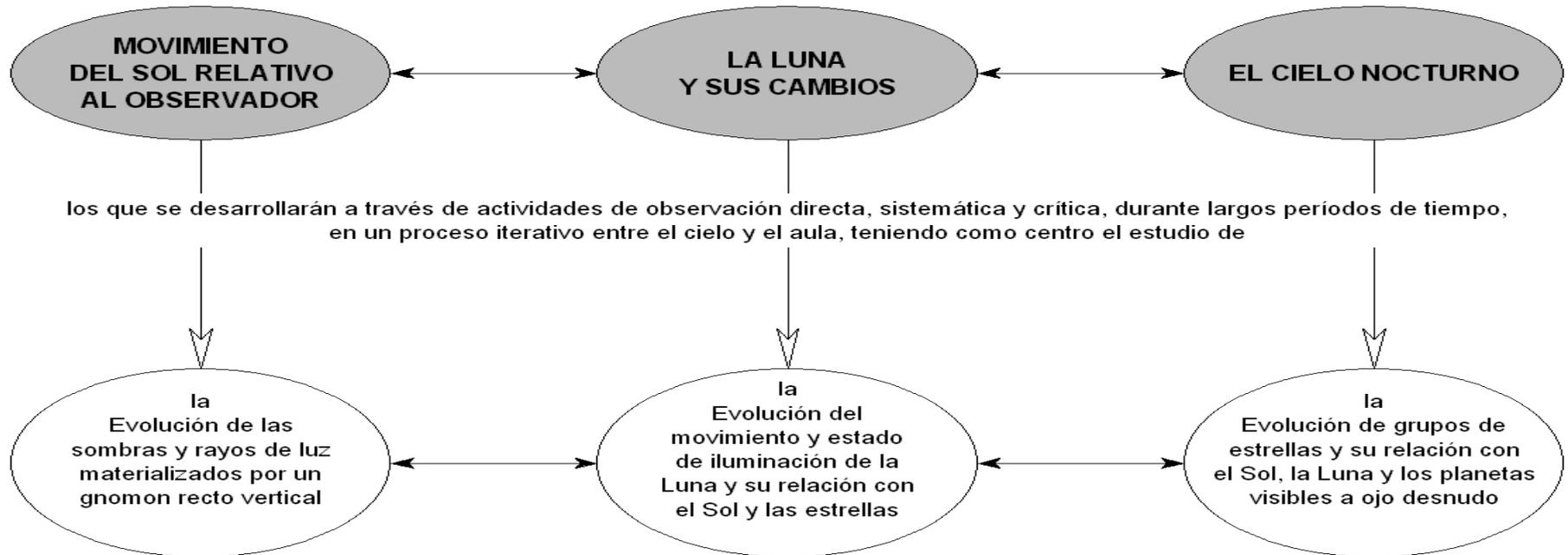
Asimismo, estamos convencidos de que el mundo natural es el aula privilegiada de la Didáctica de la Astronomía, por lo que debemos generar estrategias didácticas acordes con esta posibilidad maravillosa.

# ESQUEMA DE SÍNTESIS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA

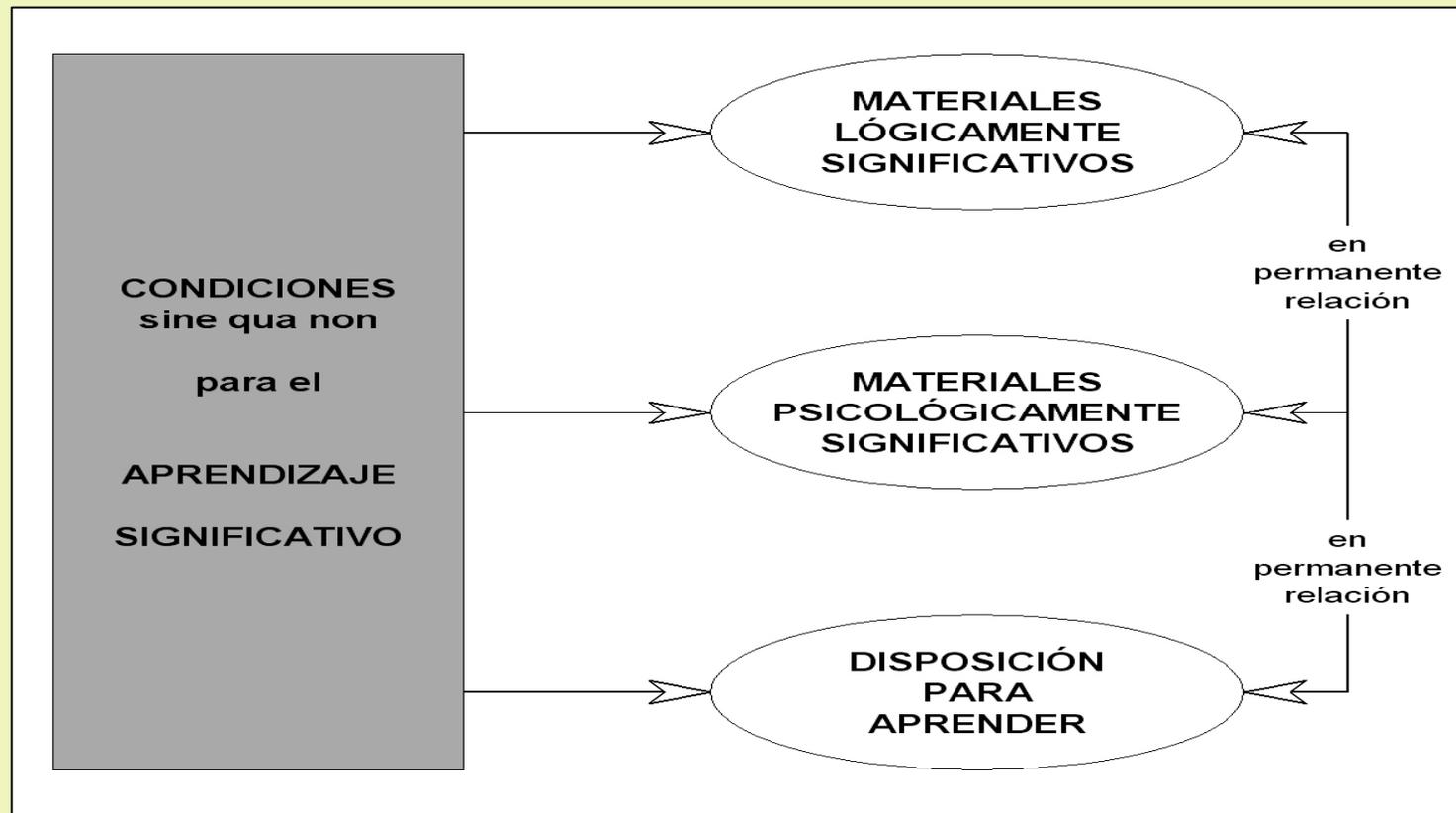


**Esquema de Síntesis  
sobre los  
TRES EJES DE DESARROLLO CONCEPTUAL PARA LA DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA**

Los ejes conceptuales astronómicos a tratar, en forma gradual e integrada, son

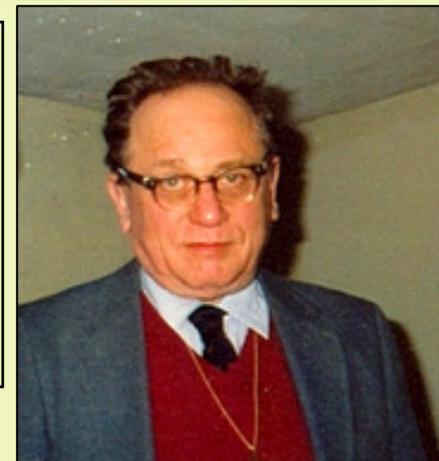


## La Teoría del Aprendizaje Significativo: un elemento esencial



“...la esencia del proceso de aprendizaje significativo es que ideas expresadas simbólicamente se relacionen, de manera sustantiva (no literal) y no arbitraria, con lo que el aprendiz ya sabe, o sea, con algún aspecto de su estructura cognitiva específicamente relevante (i.e., un subsumidor) que puede ser, por ejemplo, una imagen, un símbolo, un concepto o una proposición ya significativa”.

David P. Ausubel (25 de octubre de 1918 - 9 de julio de 2008)



**Es posible aprender en forma significativa durante toda la Vida.**



**No existe ningún tipo de restricción a que en cualquier momento de nuestras vidas podamos construir aprendizajes significativos.**

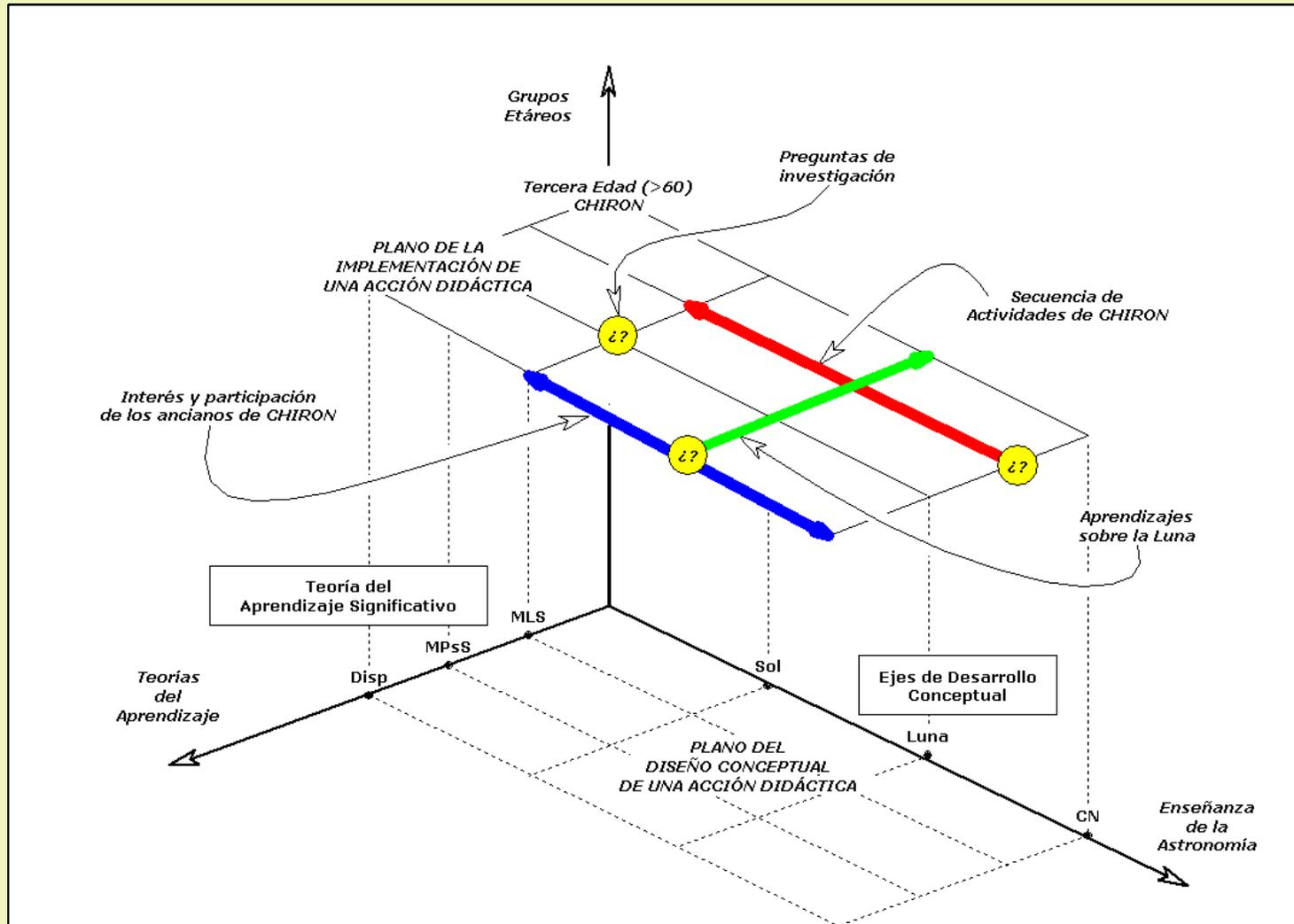
**Asimismo, todos los conceptos, sin excepción, pueden ser enseñados y aprendidos, en cualquier edad, desde la infancia hasta la vejez.**



**Sin embargo, la profundidad, la abstracción, los tiempos, etc., deben ser adecuados a cada grupo de aprendices, para lo cual es indispensable generar acciones didácticas específicas diferenciadas.**

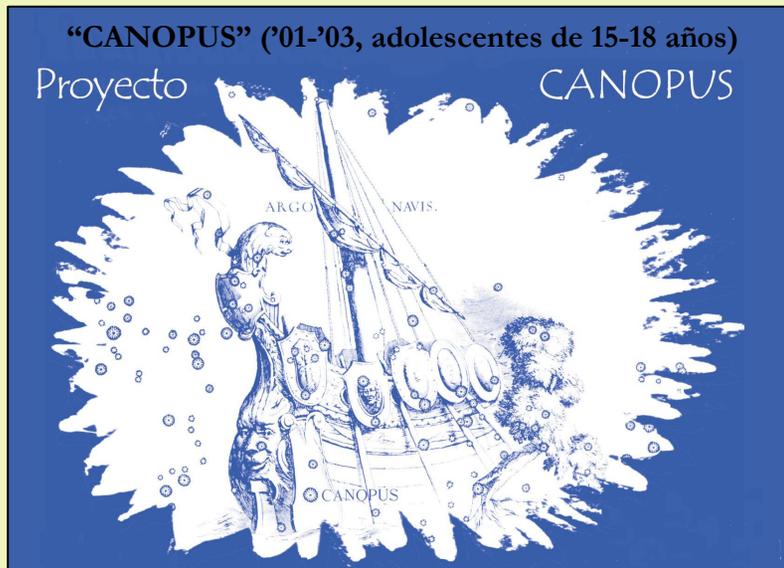


# El diseño de acciones en Didáctica de la Astronomía como un proceso de investigación.



A partir de una concepción sobre la Didáctica de la Astronomía, y en el marco de una cierta Teoría del Aprendizaje, es posible pre diseñar acciones específicas. Al elegir luego la población sobre la que trabajar, deberemos ajustar el diseño para su implementación, definiéndose así la secuencia de actividades, los tiempos, y la profundidad conceptual en la modelización de los fenómenos bajo estudio. El seguimiento de la participación e interés de los aprendices, la evaluación de sus aprendizajes en cada campo conceptual, etc., podrán brindar las preguntas que orientarán nuevas investigaciones educativas en este campo aún inexplorado.

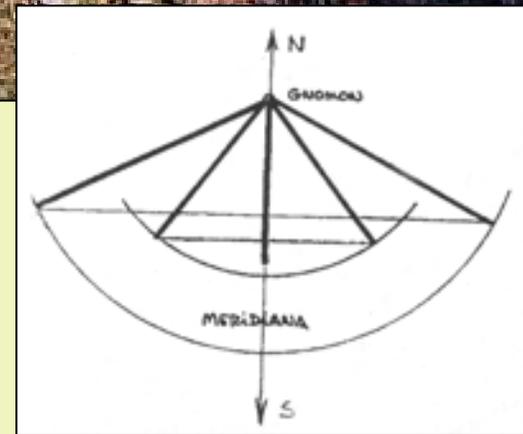
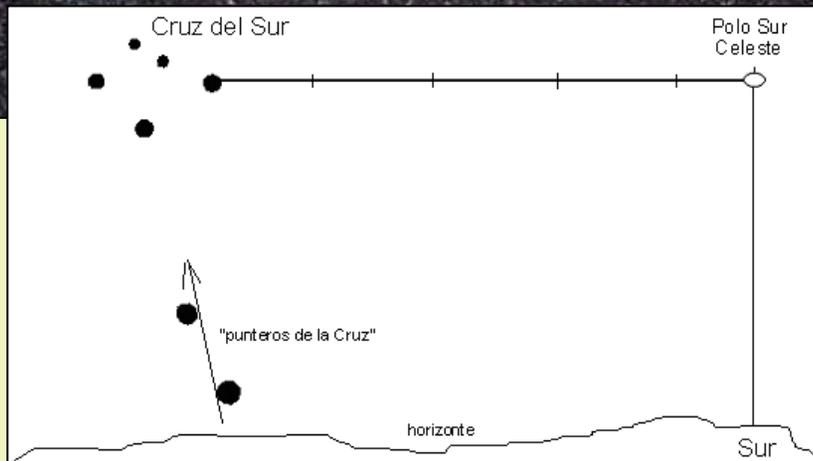
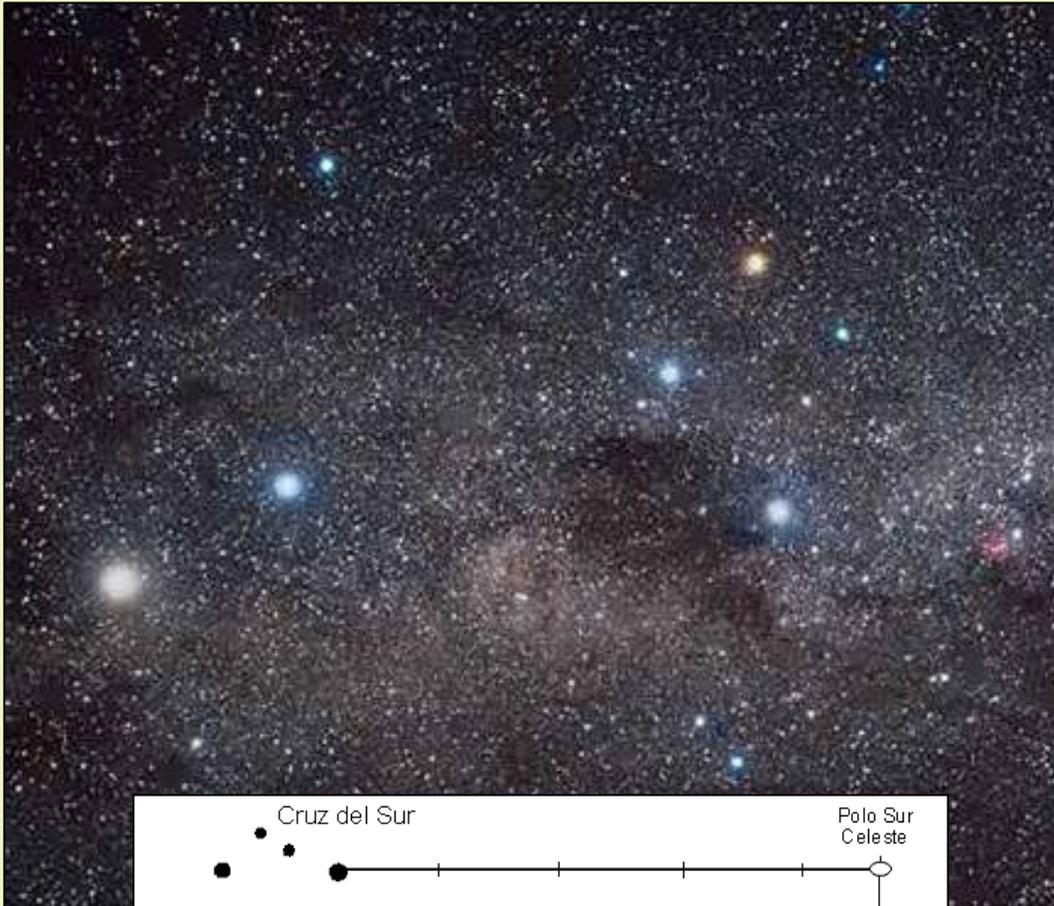
## Algunos ejemplos de nuestro trabajo en los últimos años...



Proyectos de investigación e innovación educativa en Didáctica de la Astronomía.



El reconocimiento del propio lugar de observación: el dibujo del Horizonte.



**La orientación geográfica a partir de la observación de la Cruz del Sur y de la determinación de la Meridiana del lugar.**

FOTO

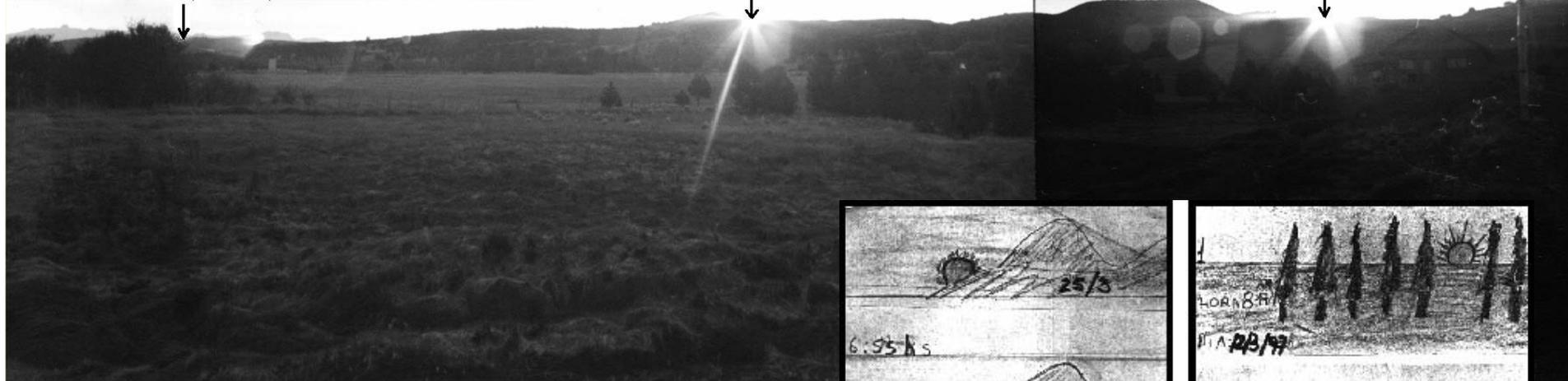
Puestas de Sol en Esquel  
lat = - 42° 55'  
long = 71° 20' Oeste

Oeste

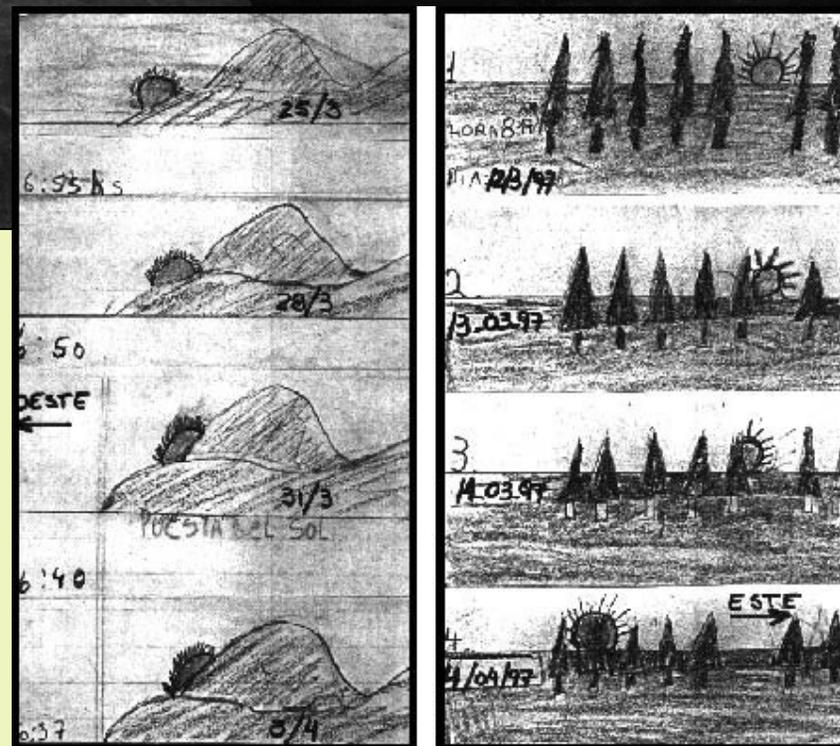
23/12/95 (21:04:30)

21/03/96 (19:22:30)

22/06/96 (17:33:30)

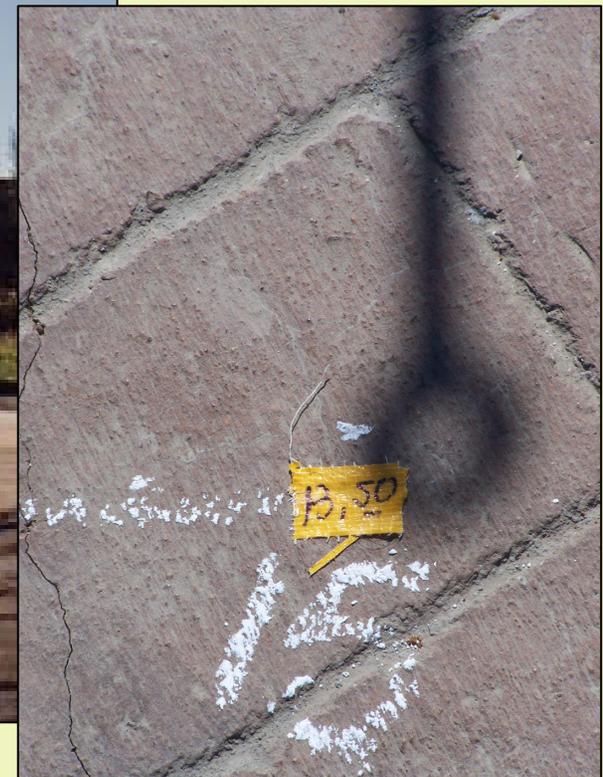


La observación sistemática de la variación en los puntos de salida y puesta del Sol durante todo un año.



## El Espacio y el Tiempo

Aportar elementos para que los aprendices vayan resignificando su visión de mundo asociada a los conceptos de Espacio y Tiempo es uno de los aspectos más importantes de las acciones de investigación en Didáctica de la Astronomía.





Durante un equinoccio.



Durante un solsticio.



Observación sistemática de la evolución de las sombras producidas por un gnomon recto vertical.

**Esta concepción sobre la Didáctica de la Astronomía no implica ningún límite a la rigurosidad conceptual ni a las posibilidades de modelización lógico-matemática.**

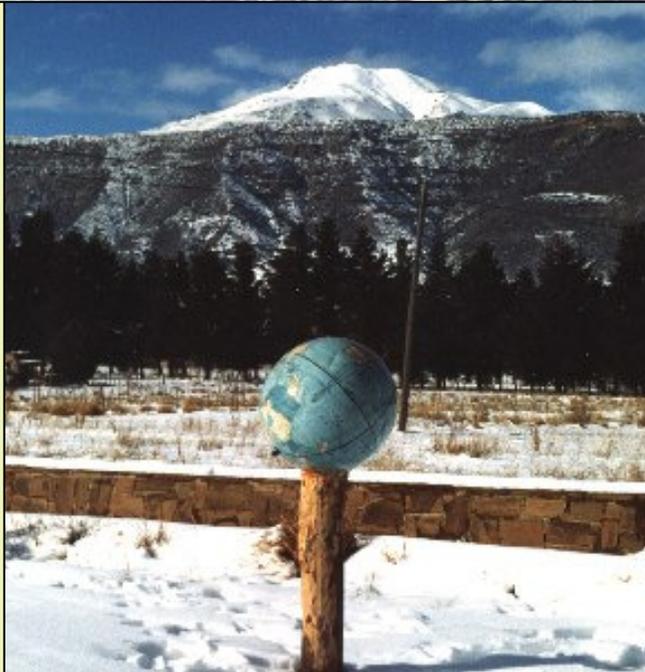
**Sólo condiciona a que previamente a la abstracción los aprendices deben interactuar con los fenómenos astronómicos del mundo natural, iniciándose así un diálogo indispensable entre la realidad y el aula.**



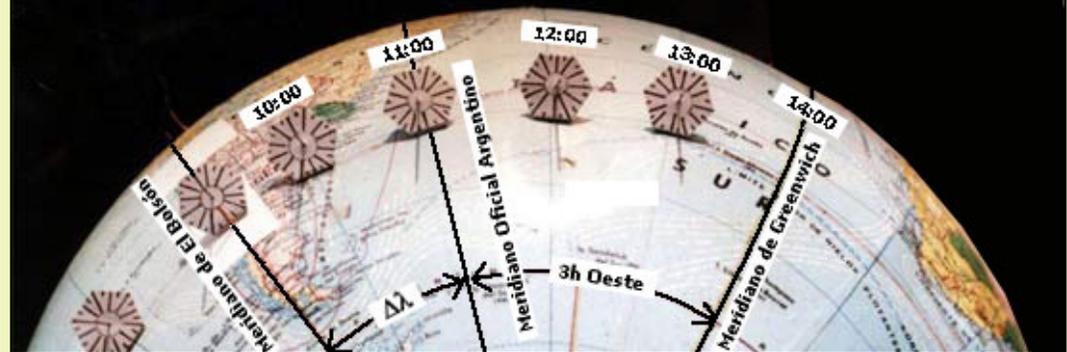
**Observación sistemática de Solsticios y Equinoccios.**

## El propio lugar y el planeta en el que vivimos.

Construir una visión dual (local y planetaria) que nos permita comprender los fenómenos cotidianos desde una perspectiva astronómica es esencial para la Didáctica de la Astronomía.



Diseño, construcción y utilización sistemática de un Globo Terráqueo Paralelo.



# Equinoccio de septiembre de 2008 - Proyecto Chiron 2 - Esquel, Patagonia, Argentina.

mediodía solar Evolución de las sombras de un gnomon recto vertical ubicado sobre el Ecuador.



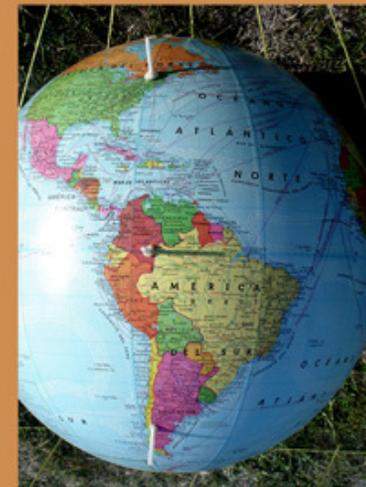
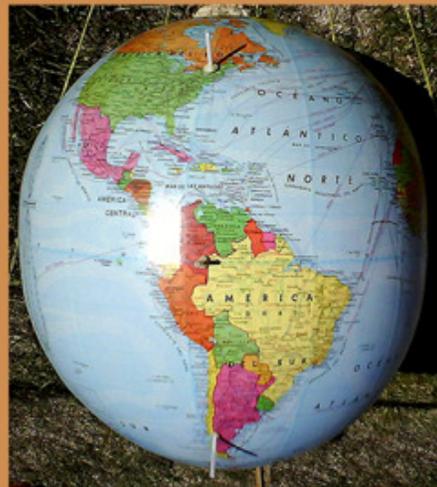
Mediodía solar verdadero.



El Ecuador del cielo y el de la Tierra.

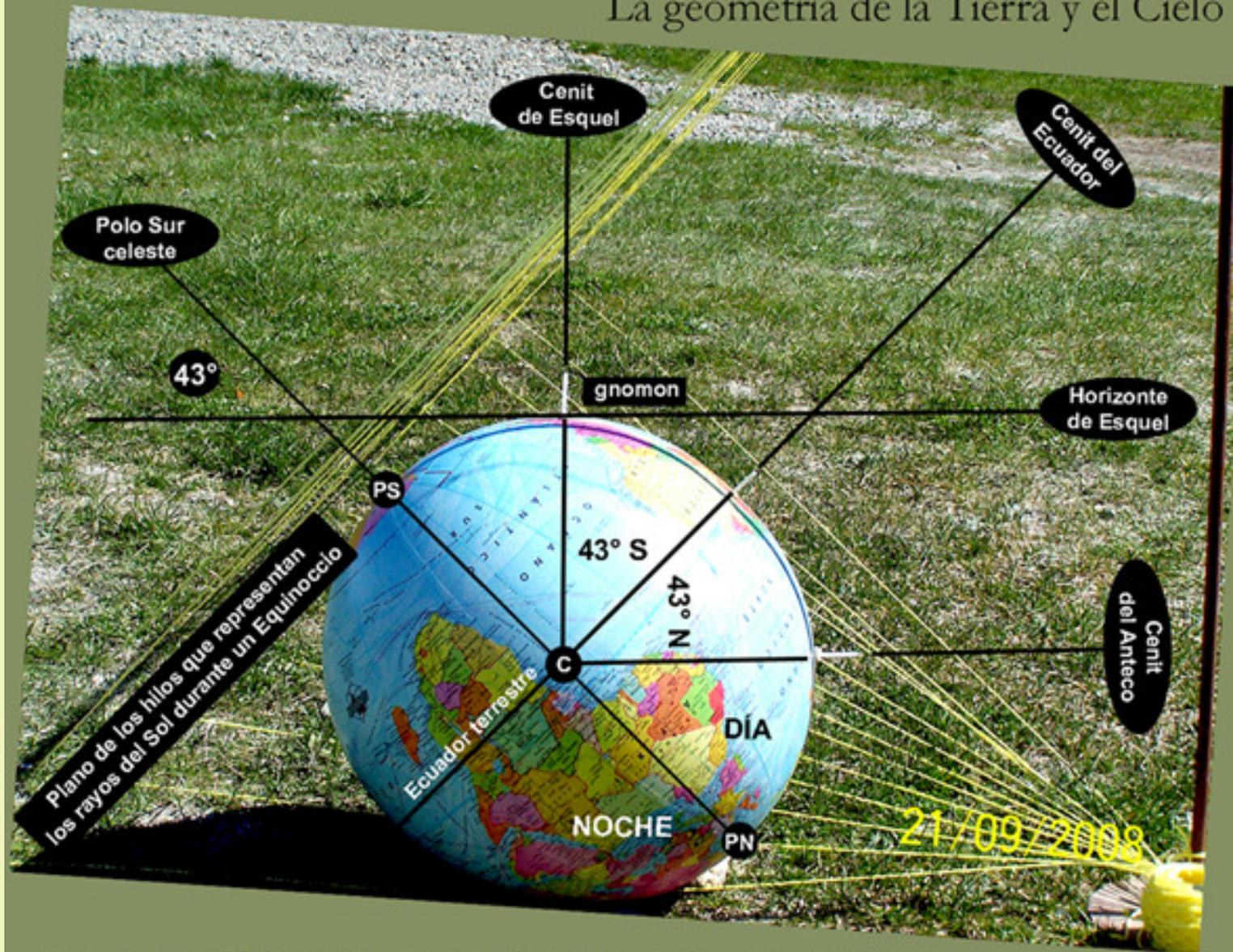


El mediodía y la tardecita en Esquel.

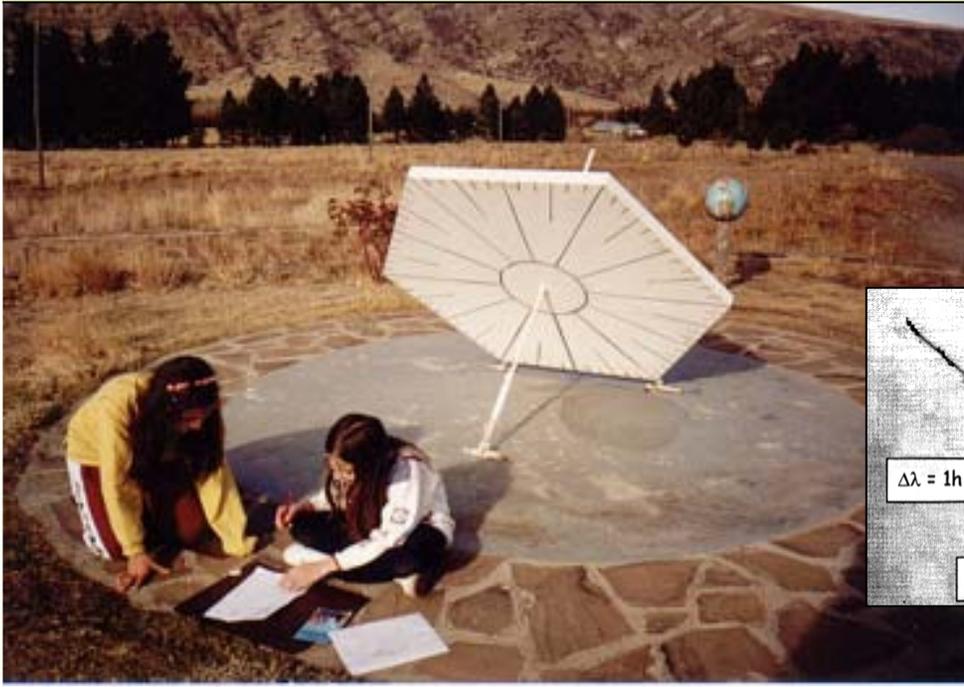


Evolución de las sombras de gnomons ubicados sobre un mismo meridiano (Esquel, anteco de Esquel y Ecuador).

# La geometría de la Tierra y el Cielo

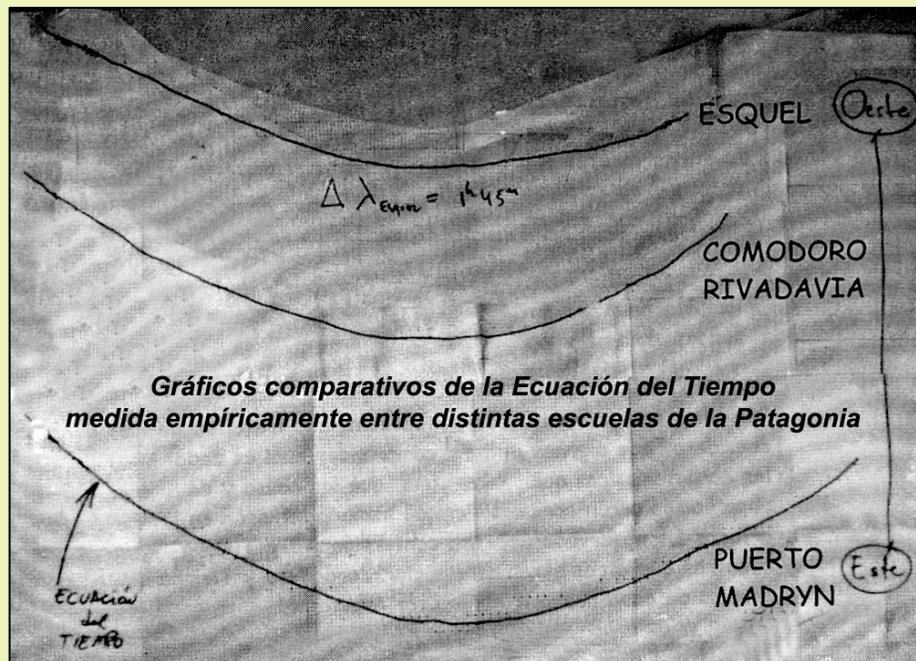
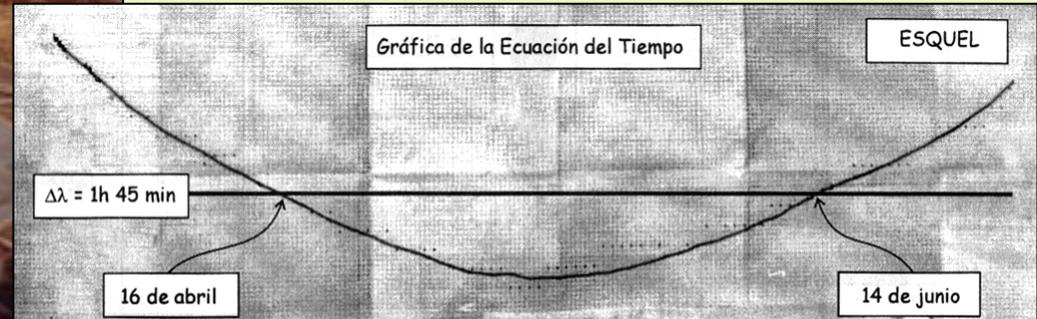


Proyecto Chiron 2 - Esquel, Patagonia, Argentina.



## La comprensión del patrón de Tiempo.

Aprender a medir el tiempo: otro de los hitos en la construcción de una nueva visión del entorno natural astronómico.



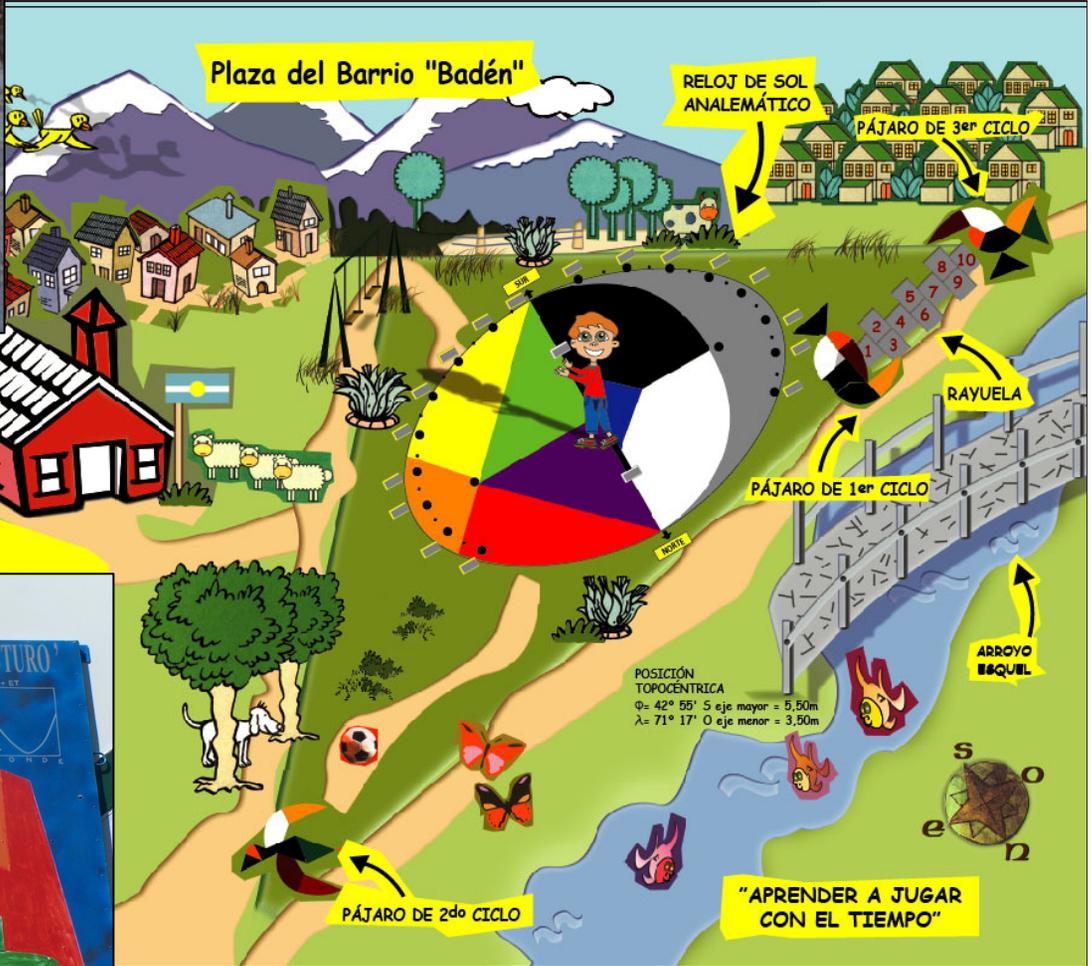
Determinación empírica de la Ecuación del Tiempo y su utilización en el diseño y construcción de relojes de Sol.



**ESCUOLA N°210**

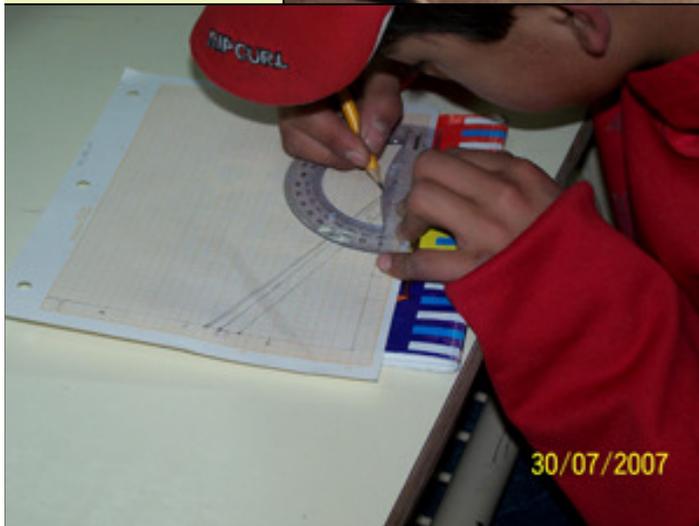
**El trabajo con los chicos del Barrio**

Durante 2004 y 2005 los chicos de 7° grado trabajaron con la maestra de Matemática para aprender a construir el tangram, y se hicieron modelos de gran tamaño en cartón duro, con los colores correspondientes, con los que comenzaron a jugar.

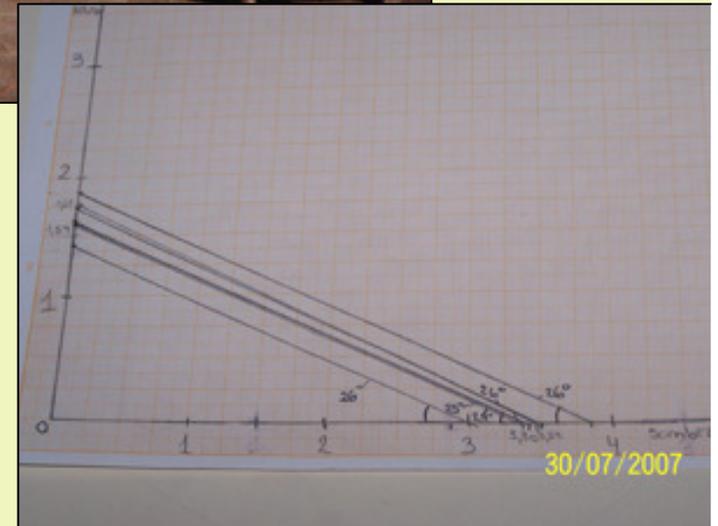


Diseño y construcción de relojes de Sol.

La relación del propio cuerpo con los fenómenos estudiados.



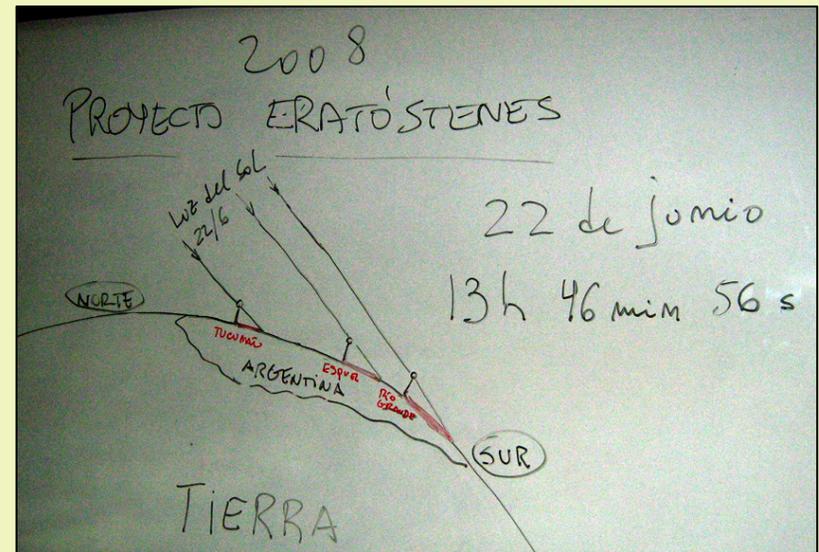
Medida de la altura angular del Sol a partir de la sombra del propio cuerpo en unidades de los pies del observador (Horinomo).

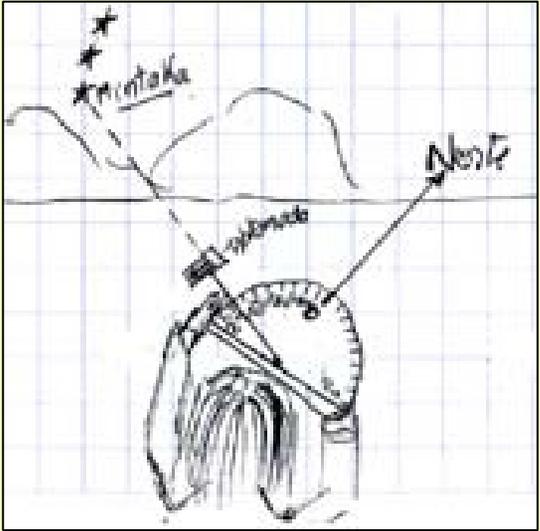
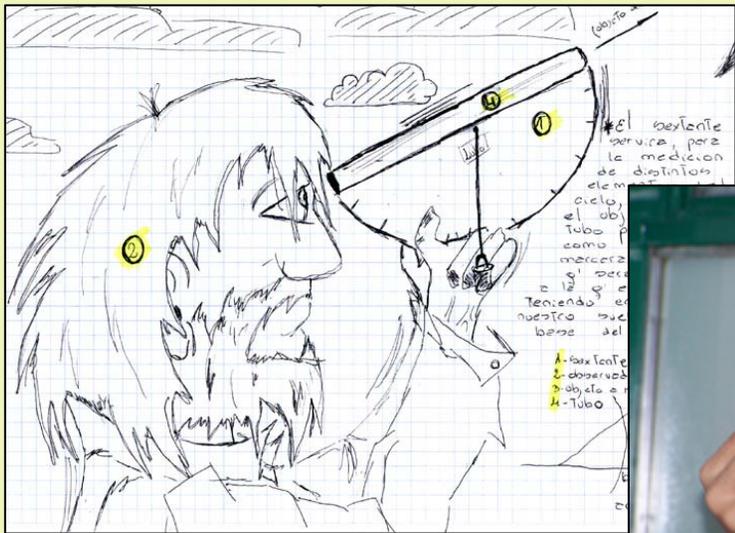
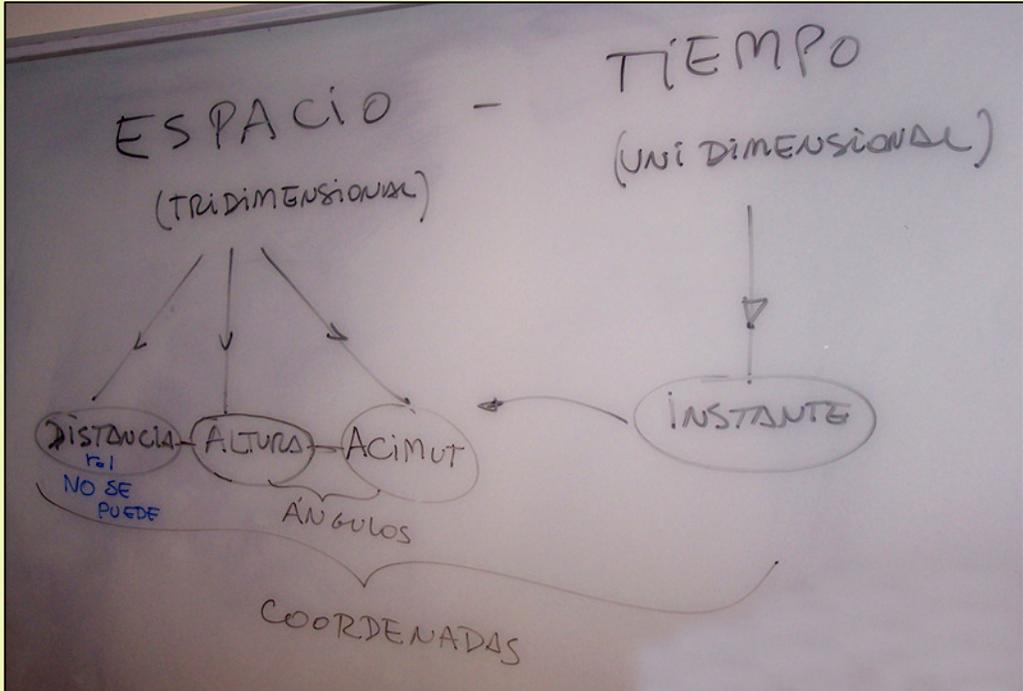




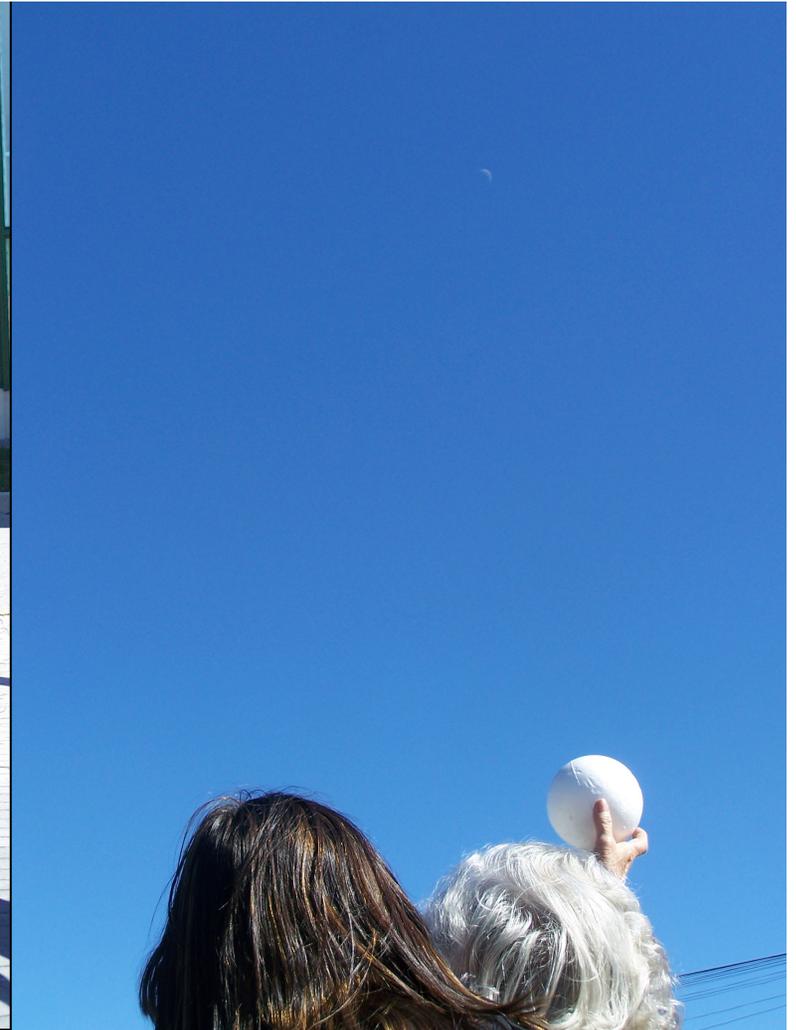
### Determinación de la altura angular del Sol durante un solsticio

(participación en el Proyecto Eratóstenes 2008, cuyo objetivo es la medición indirecta del radio terrestre en forma conjunta con unas noventa escuelas argentinas).





Medida de la posición de objetos en el cielo (Acimut y Altura) utilizando un sextante de aula.



## **Volver a aprender para enseñar a otros.**

**Todo aprendizaje implica un proceso de transformación, cuya duración y la sensación de “molestia” y hasta “enojo” que genera, dependen de cada persona. Sin embargo, a medida que quien aprende gana confianza en su potencialidad, va gradualmente identificando y aceptando aquello que “no sabe” y comienza a ser activo constructor de sus nuevos aprendizajes. Se inicia una nueva etapa: el aprendiz ya es capaz de enseñar a sus pares al mismo tiempo que profundiza en sus aprendizajes.**



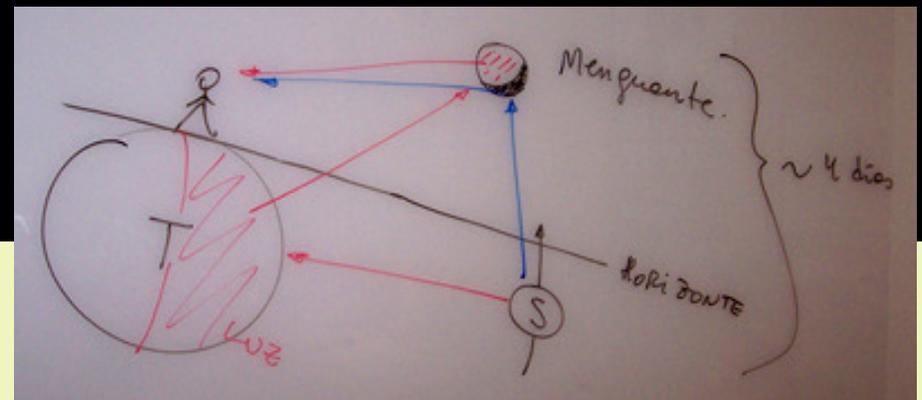
**Observación  
sistemática de  
la evolución de  
la Luna en el  
cielo local.**



## Lo Conceptual

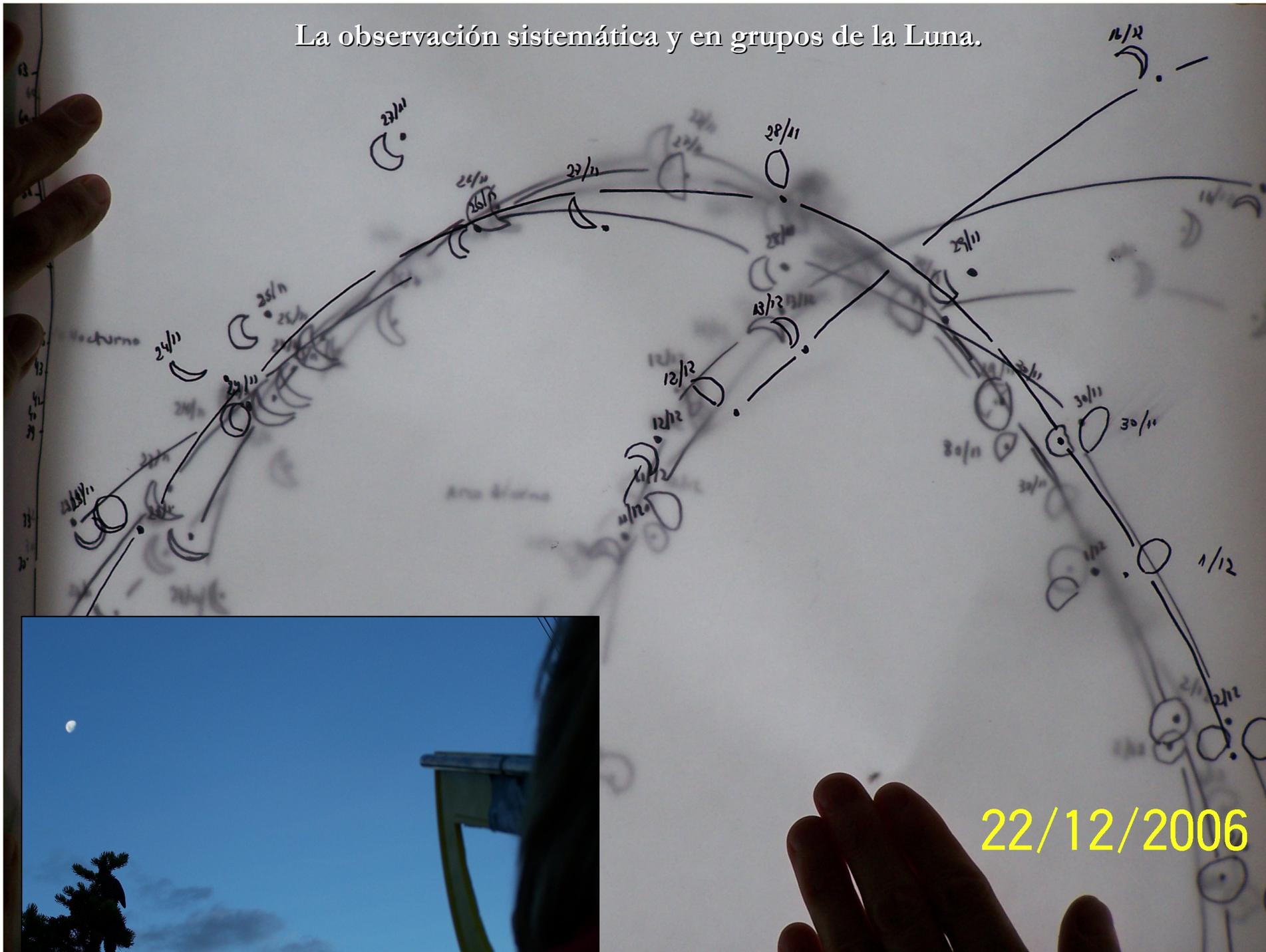
La carga conceptual, teórica y metodológica, que se les ofrece a los aprendices debe ser importante.

Se busca con esto exigir su capacidad de aprendizaje, adaptando luego a cada uno de ellos el ritmo y profundidad en cada situación, siempre relacionando lo trabajado en el aula con lo observado en el cielo, en un proceso iterativo continuo.

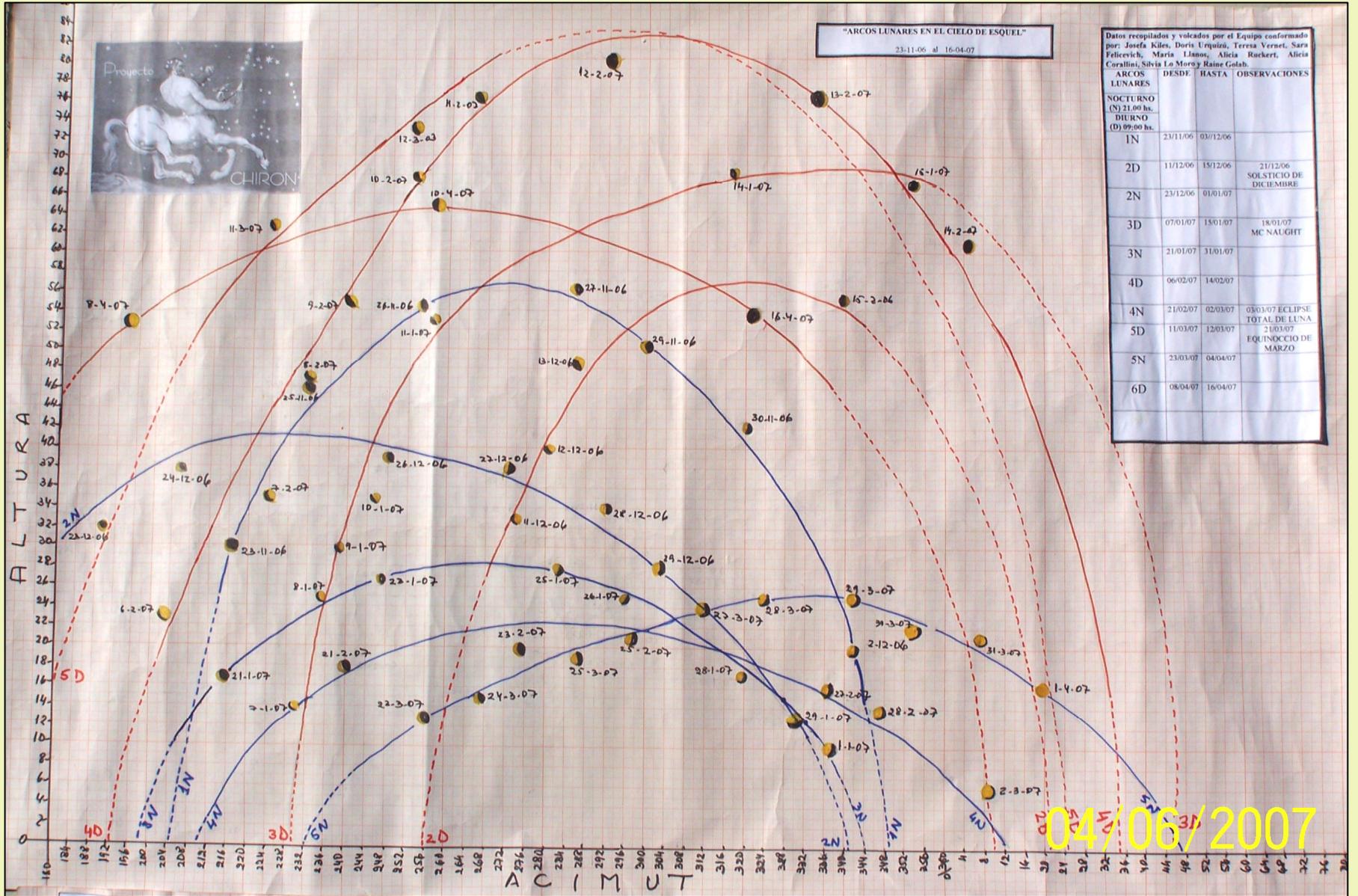


Comprensión de lo observado al seguir sistemáticamente a la Luna en el cielo local.

# La observación sistemática y en grupos de la Luna.



22/12/2006

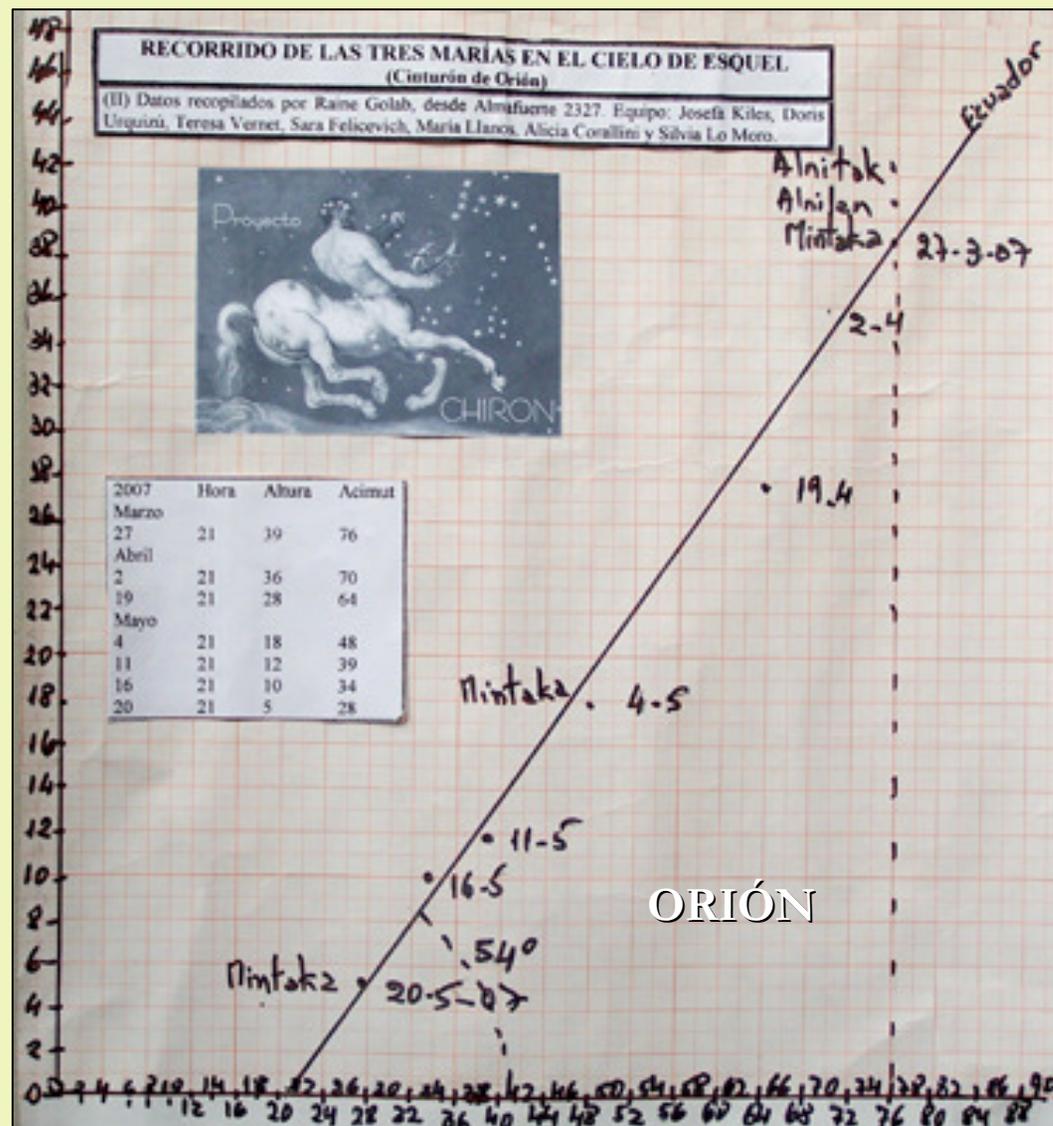
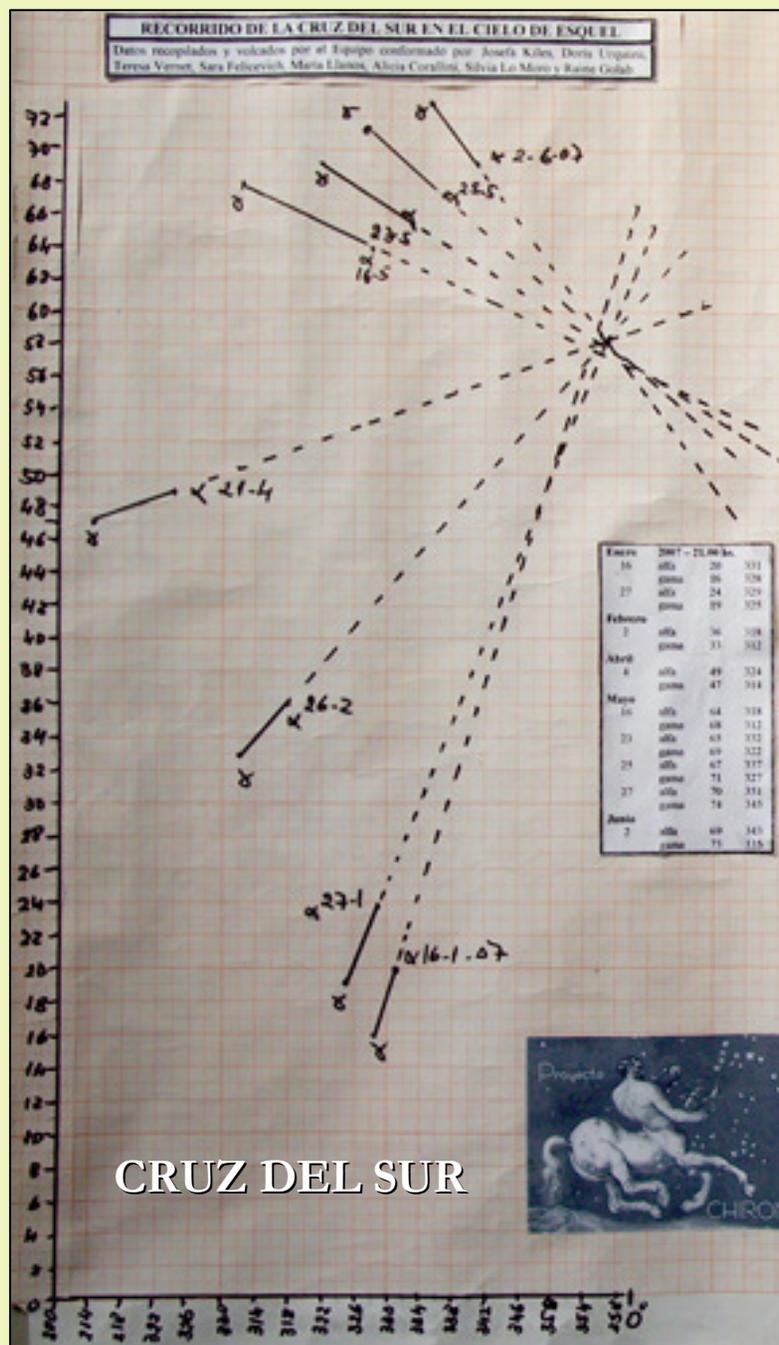


Análisis de los gráficos que representan la variación de la órbita de la Luna en el cielo local.

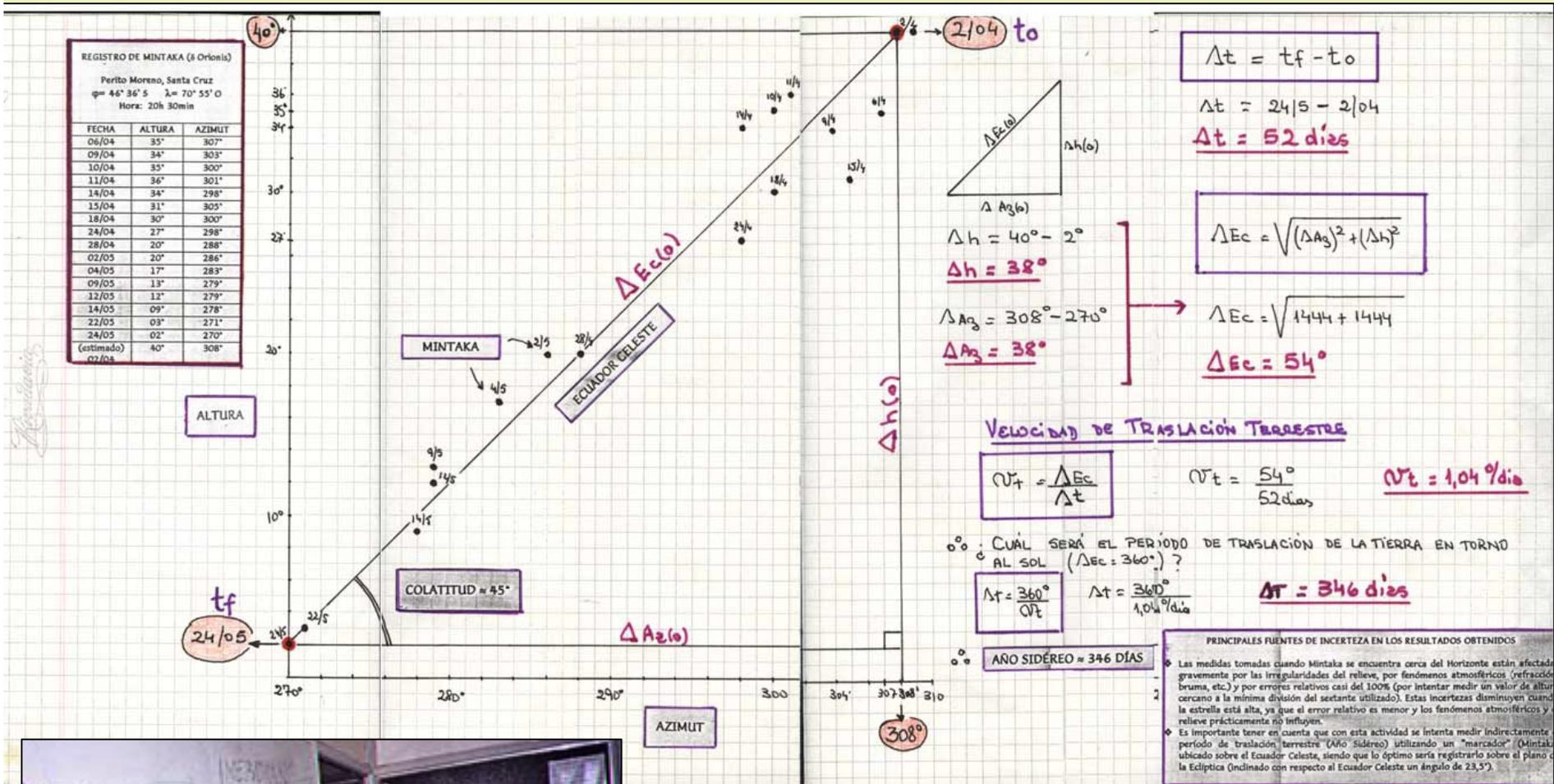
## El respeto por el tiempo propio en la construcción de los aprendizajes

En toda situación de aprendizaje es imprescindible respetar y conceder el tiempo que requiera cada uno, según las características personales de asimilación y procesamiento de la información.



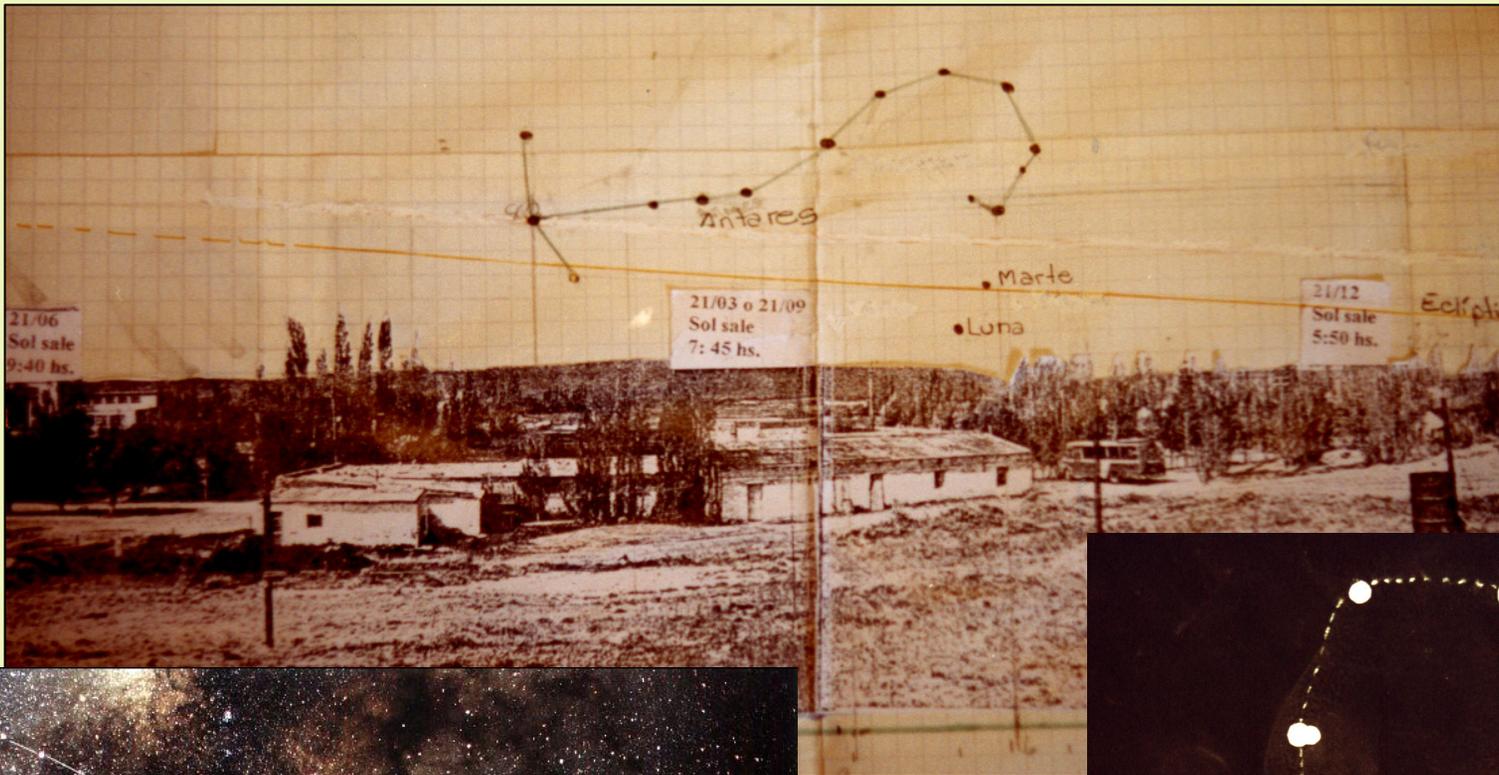


Observación y registro sistemáticos de la evolución de algunas constelaciones en el cielo local.

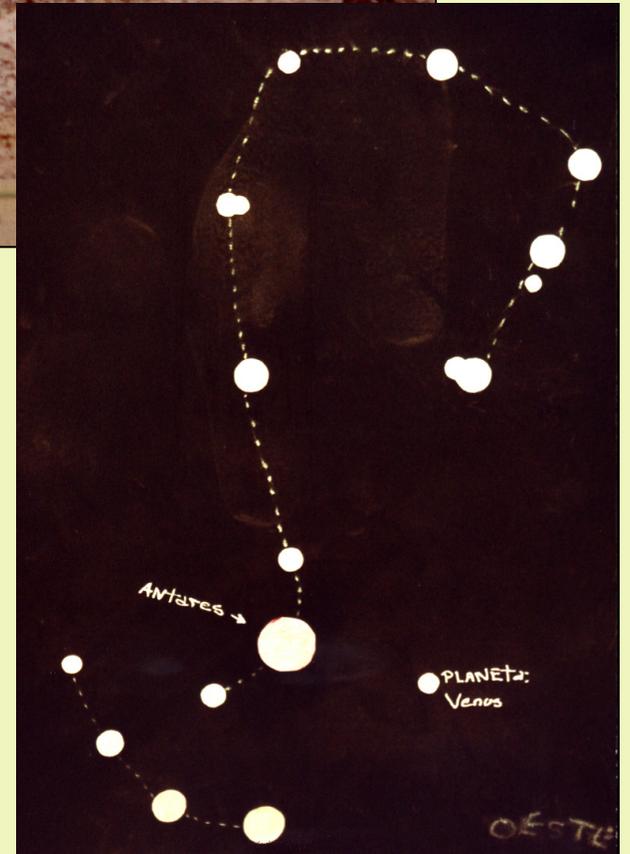


Análisis de los gráficos que representan el movimiento de algunas estrellas en el cielo local.

Mintaka (Orión), posibilita determinar los puntos cardinales Este y Oeste, la latitud del lugar y la velocidad de traslación de la Tierra en torno al Sol.



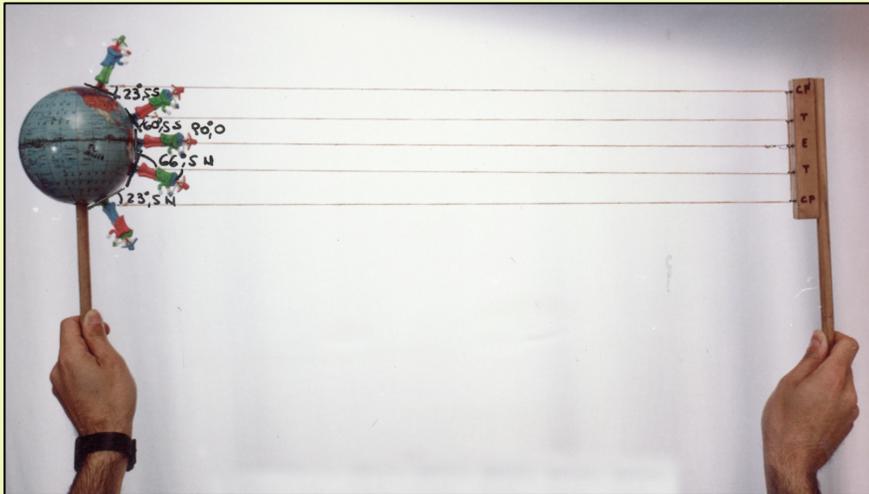
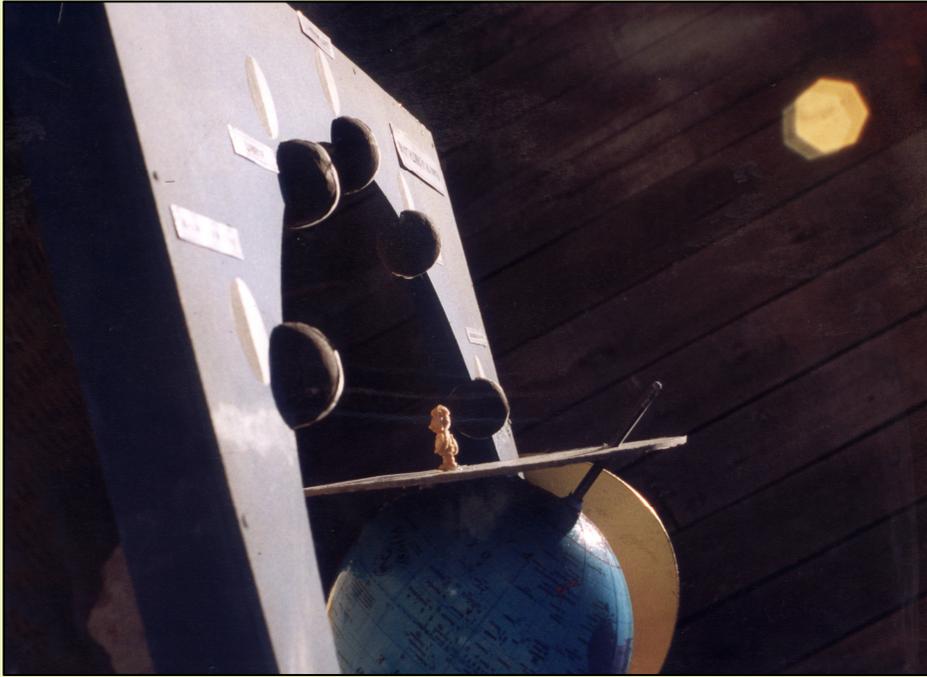
Observación  
sistemática de  
Escorpio.



Aprender a imaginar para comenzar a comprender.



La construcción de modelos concretos.



Construcción de maquetas y modelos concretos para explicar lo observado.





## El desafío de compartir una observación astronómica

El cielo en general tiene una fuerte carga psicológica y sociocultural asociada a la historia de vida de los aprendices, y más profundas son estas cargas cuanto mayor sea su edad.

“Mirar la noche” tiene una carga similar; sin embargo, compartir en grupo (con amigos, hijos y nietos, etc.) facilita el acceso al cielo real, más allá de las inclemencias del clima (frío, viento, cenizas, etc.).





Secuencia del eclipse total de Luna del 28 de agosto de 2007.  
 Proyecto CHIRON, Complejo Plaza del Cielo - Esquel, Chubut, Patagonia, Argentina.



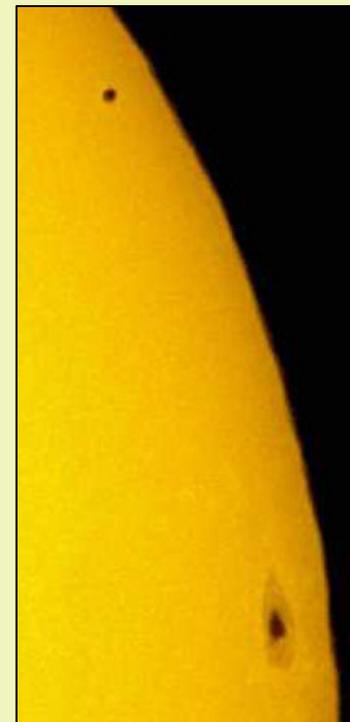
Secuencia del eclipse parcial de Sol del 11 de septiembre de 2007.  
 Proyecto CHIRON, Complejo Plaza del Cielo - Esquel, Chubut, Patagonia, Argentina.

**Compartir la observación de fenómenos astronómicos.**



Cometa McNaught  
 Proyecto CHIRON, Esquel, 18 de enero de 2007, 21:45 horas.

Foto: Daniel Mayor - Balero Producciones



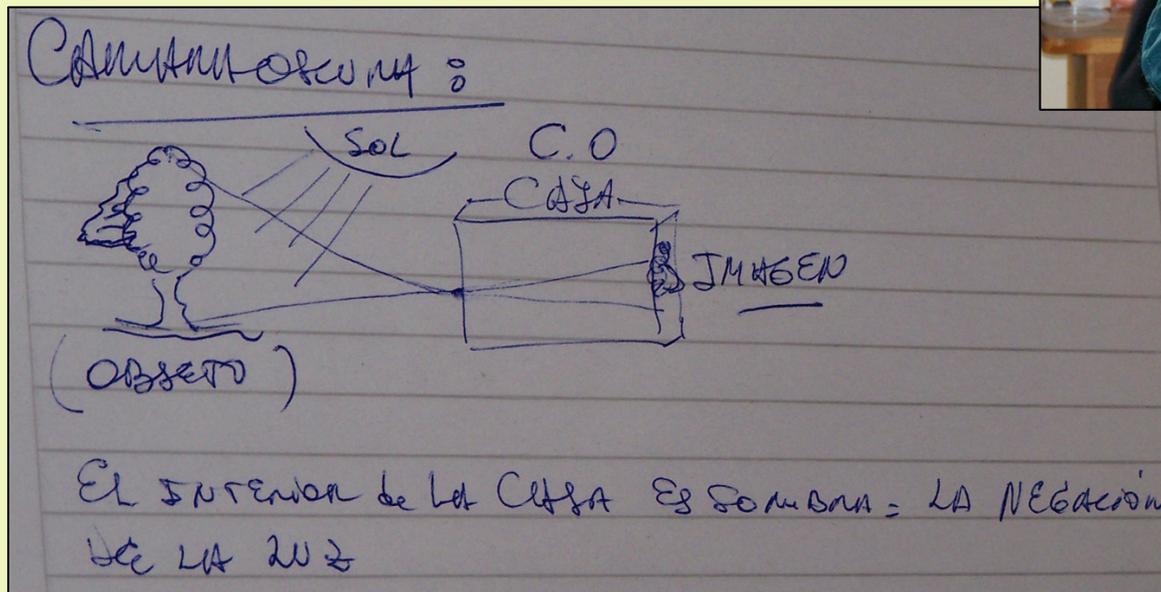
Cometa McNaught  
 Proyecto CHIRON, Esquel, 18 de enero de 2007, 22:28 horas.

Foto: Manuel Rivera Lacoste y Complejo Plaza del Cielo



## Diseño y construcción de dispositivos astronómicos.

Precursoras de la fotografía, e indispensables en la Ciencia y en el Arte, las cámaras oscuras son un dispositivo sencillo que nos permiten observar el cielo y nuestro entorno con seguridad, disfrutando de su belleza.



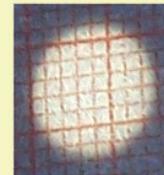


**Diseño, construcción y utilización de una Cámara Oscura, para medir en forma indirecta el diámetro del Sol y de la Luna.**

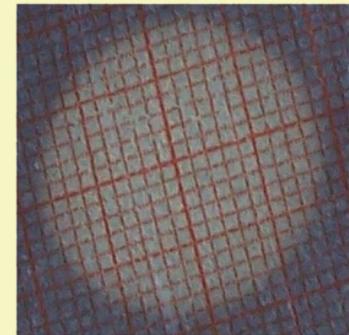
$$\text{Diámetro del Sol} = D \text{ T-S} * DS / L$$



Tubo S  
 $DS = 6 \text{ mm}$   
 $LS = 597 \text{ mm}$



Tubo M  
 $DM = 8 \text{ mm}$   
 $LM = 806 \text{ mm}$

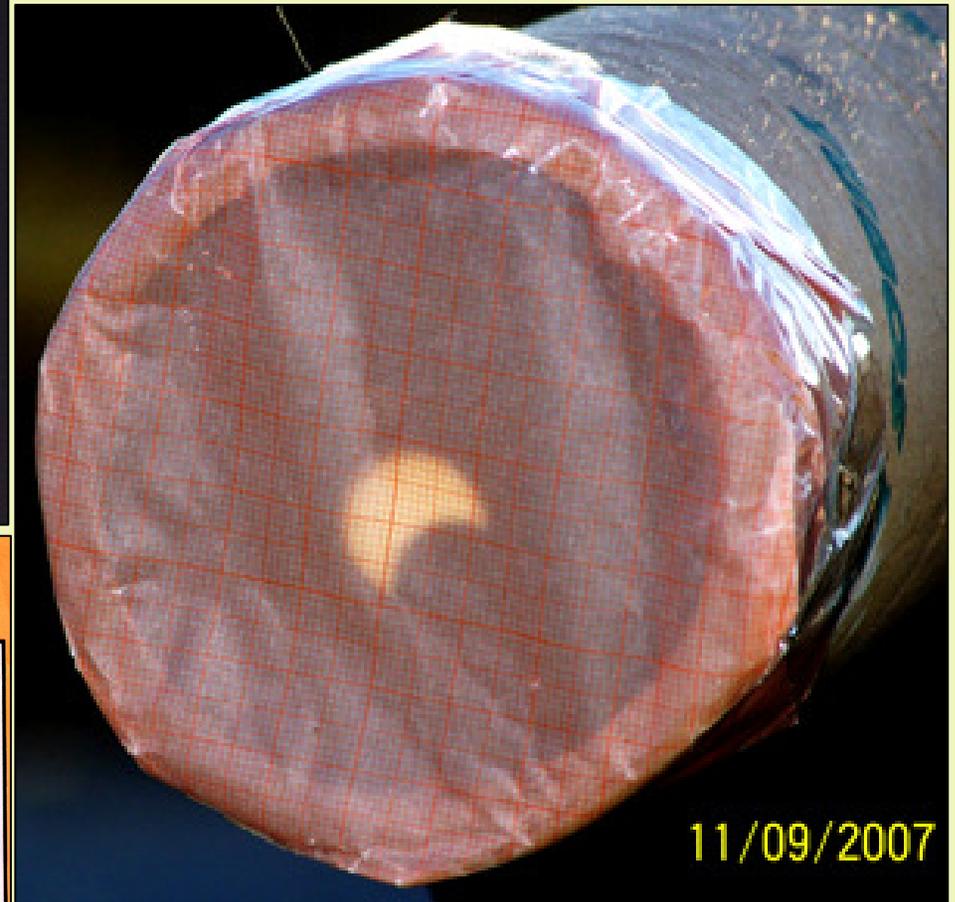


Tubo L  
 $DL = 18 \text{ mm}$   
 $LL = 1885 \text{ mm}$

Distancia Tierra-Sol = 151.223.600 km - Radio de la Tierra = 6.378 km  
 Distancia Sol-Cámara = 151.217.222 km

D Sol S = 1.519.835 km    D Sol M = 1.500.979 km    D Sol L = 1.444.045 km

D Sol real = 1.391.020 km



**LA LUNA Y EL CONO DE SOMBRA**

¿Cual sería el tiempo máximo posible de un eclipse total de Luna?  
 Tiempo máximo de eclipse total de luna =  $D_u \text{ angular} / V_L \text{ orbital}$

$D_u / D_L = \frac{9,7}{3,7} = 2,62$

$D_L \text{ angular} = 0,5^\circ$

$D_u \text{ angular} = 0,5^\circ \times 2,62 = 1,31^\circ$

$V_L \text{ orbital} = 360^\circ / 27,3 \text{ días} = 13,2^\circ \text{ en } 24 \text{ h}$

$T_{\text{MÁXIMO ECLIPSE TOTAL DE LUNA}} = D_u \text{ angular} / V_L \text{ orbital}$

$T_{\text{MÁXIMO ECLIPSE TOTAL DE LUNA}} = 1,31^\circ / (13,2^\circ \text{ en } 24 \text{ h})$

$T_{\text{MÁXIMO ECLIPSE TOTAL DE LUNA}} = \frac{1,31^\circ}{13,2^\circ} \cdot 24 \text{ h}$

**$T_{\text{MÁXIMO ECLIPSE TOTAL DE LUNA}} = 2,38 \text{ h}$**

Equipo de Trabajo: Josefa Kiles, Teresa Vernet, Sara Felicevich, Silvia Lo Moro, Maria Llanos, Doris Urquizú, Alicia Ruckert, Alicia Corallini, y Raine Golab.

Determinación de magnitudes espaciales y temporales a partir de la observación de eclipses de Luna y de Sol.

El acceso a la tecnología y al mundo actual.

Ciertos aprendizajes dependen de los recursos tecnológicos disponibles para la Astronomía; sin embargo, la mayoría de los aprendices no pueden aún imaginar telescopios espaciales, astronautas viviendo en órbita terrestre, etc.

## ORIÓN

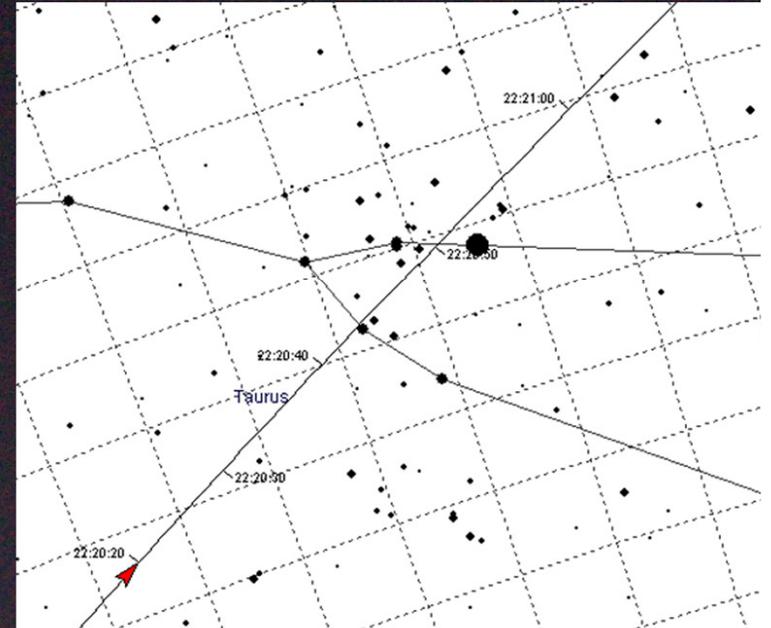
**ISS**  
22:20:50 aprox.

Seguimiento de la Estación Espacial Internacional a su paso por el cielo local.

Aldebarán

## TAURO

**ISS**  
22:20:30 aprox.

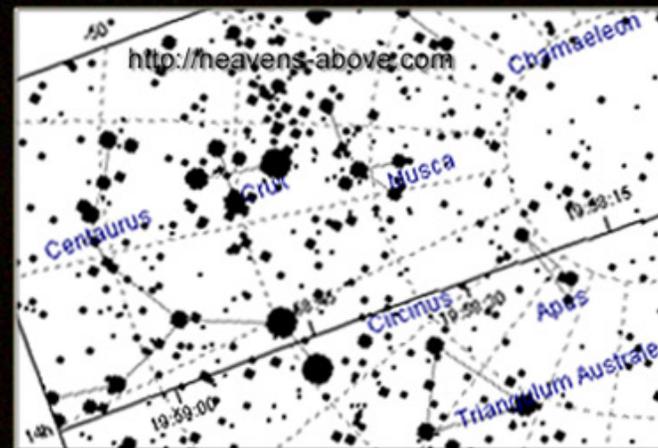


<http://heavens-above.com/>

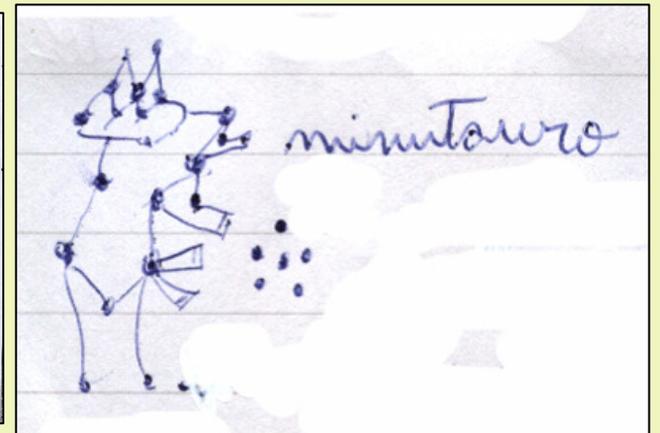
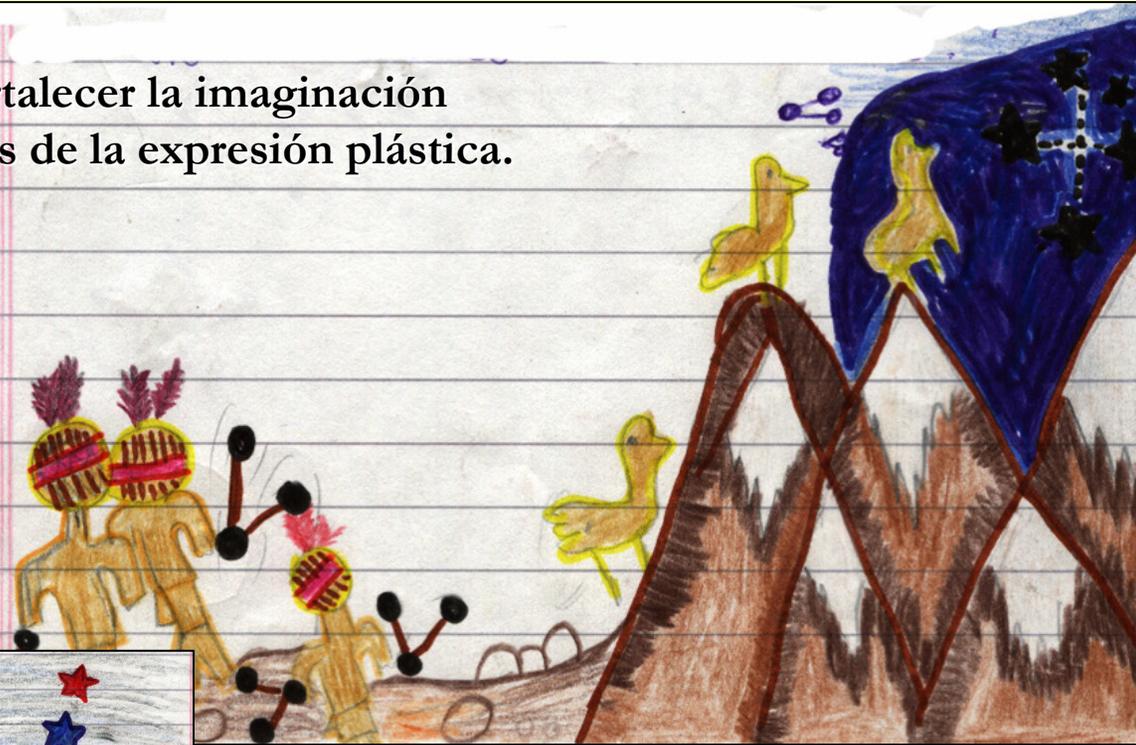
Seguimiento de la Estación  
Espacial Internacional a su  
paso por el cielo local.

ISS  
19:58:30 aprox.

30 de abril de 2009  
Complejo Plaza del Cielo  
Esquel - Chubut - Patagonia Argentina  
 $\varphi = 42^{\circ} 55.35' S$     $\lambda = 71^{\circ} 19.75' W$   
Kodak Z650 - ISO400 - f 5.0 - 8 seg



Fortalecer la imaginación  
a través de la expresión plástica.



Fortalecer la imaginación en la cultura urbana a través de la expresión plástica.

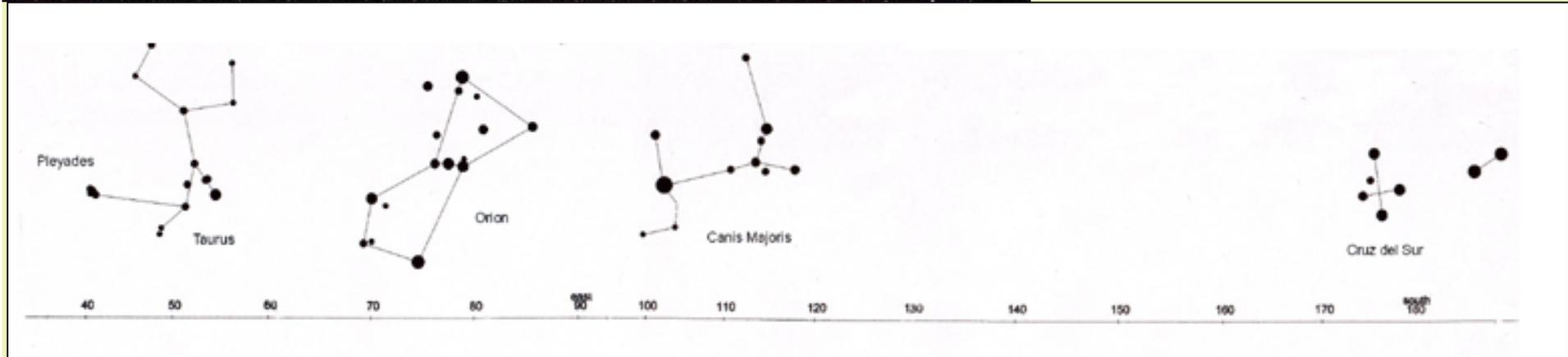


Mural del Proyecto CANOPUS  
(adolescentes, 15-18 años)

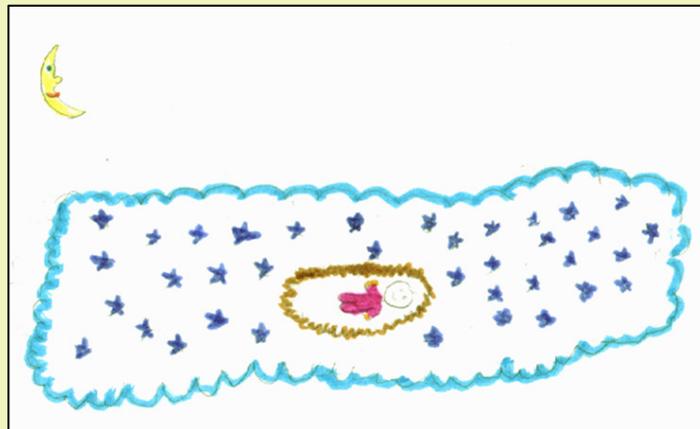


Constelación patagónica “El rastro del Choike”

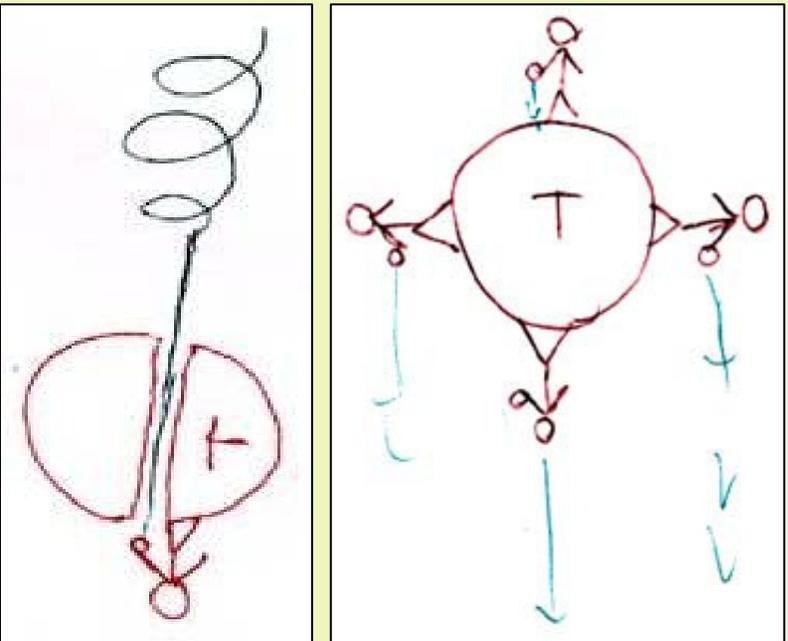
Recuperar las imágenes y mitologías asociadas al cielo de las culturas originarias.



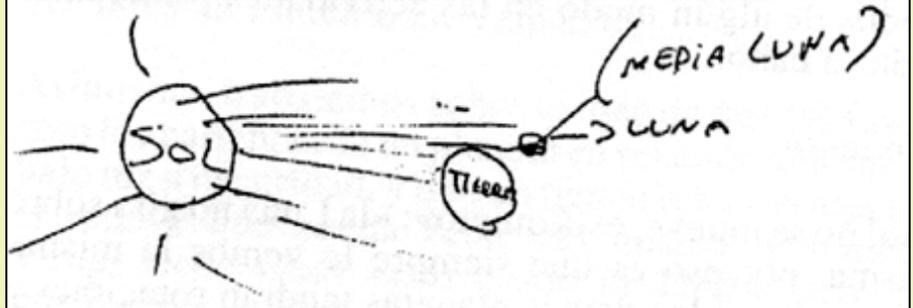
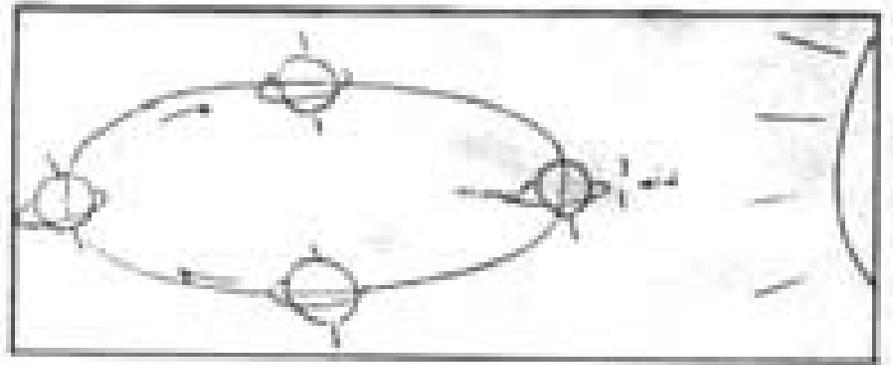
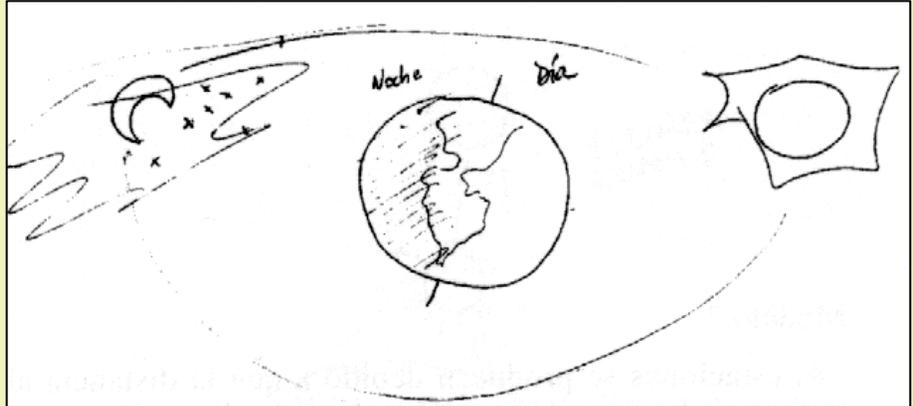
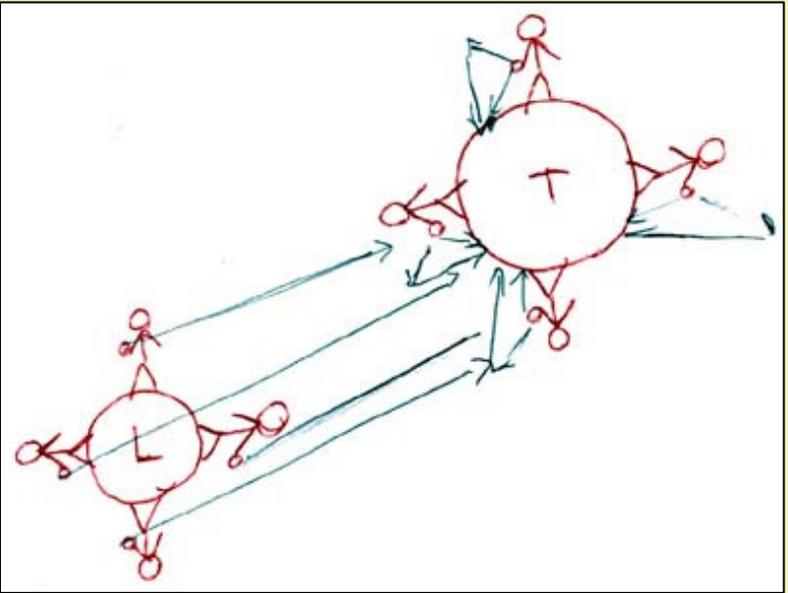
La expresión plástica: esencial para comprender las ideas previas de los aprendices.



Los dibujos como medio para el diagnóstico en investigaciones educativas.



Ideas sobre Gravedad

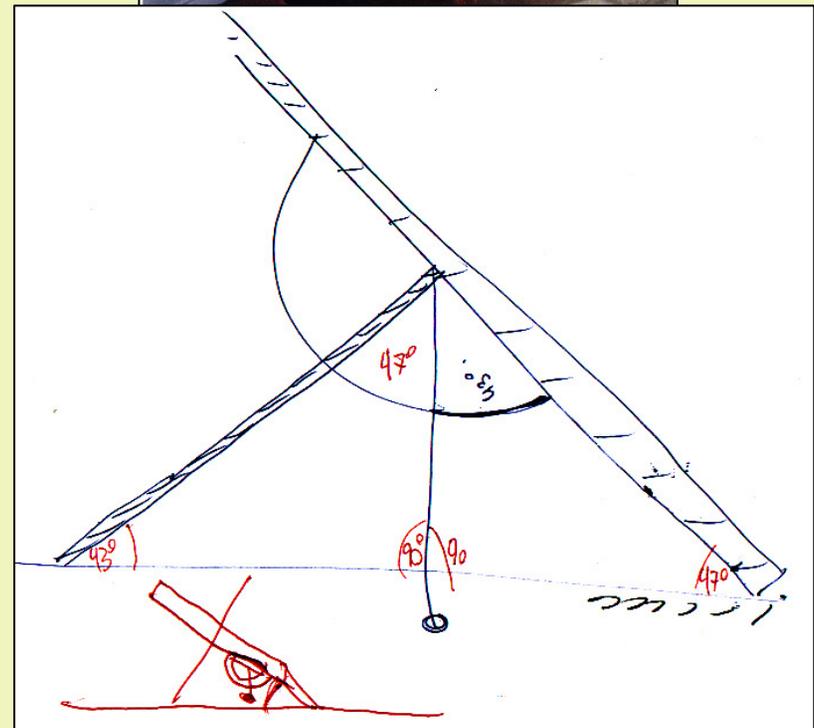


Ideas sobre el Sistema Tierra-Sol-Luna

## Las entrevistas clínicas como medio para el diagnóstico en investigaciones educativas.

### Ejemplo de la transcripción de una entrevista clínica a un chico de 12 años

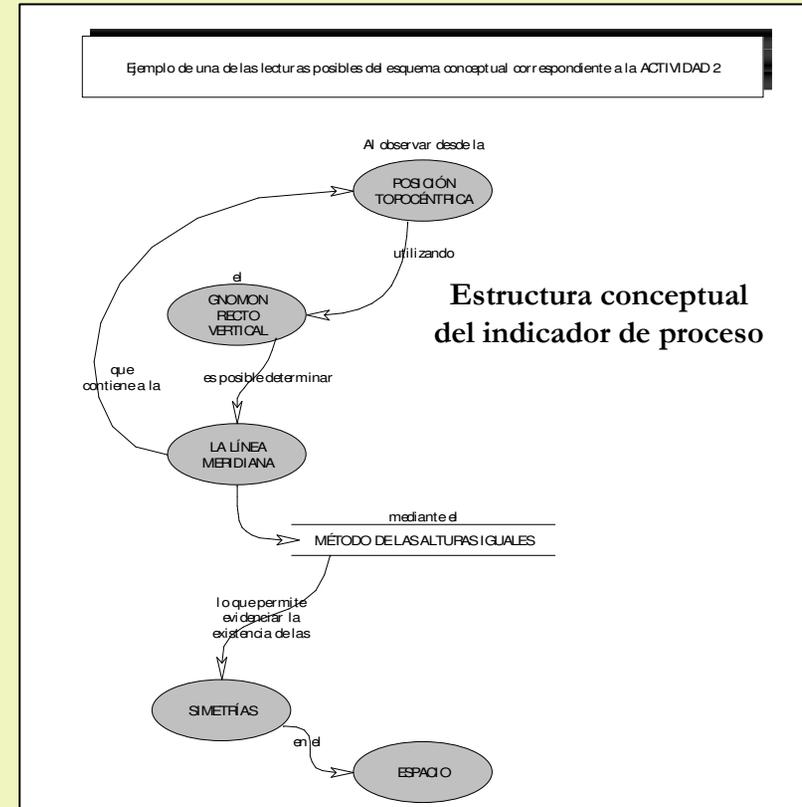
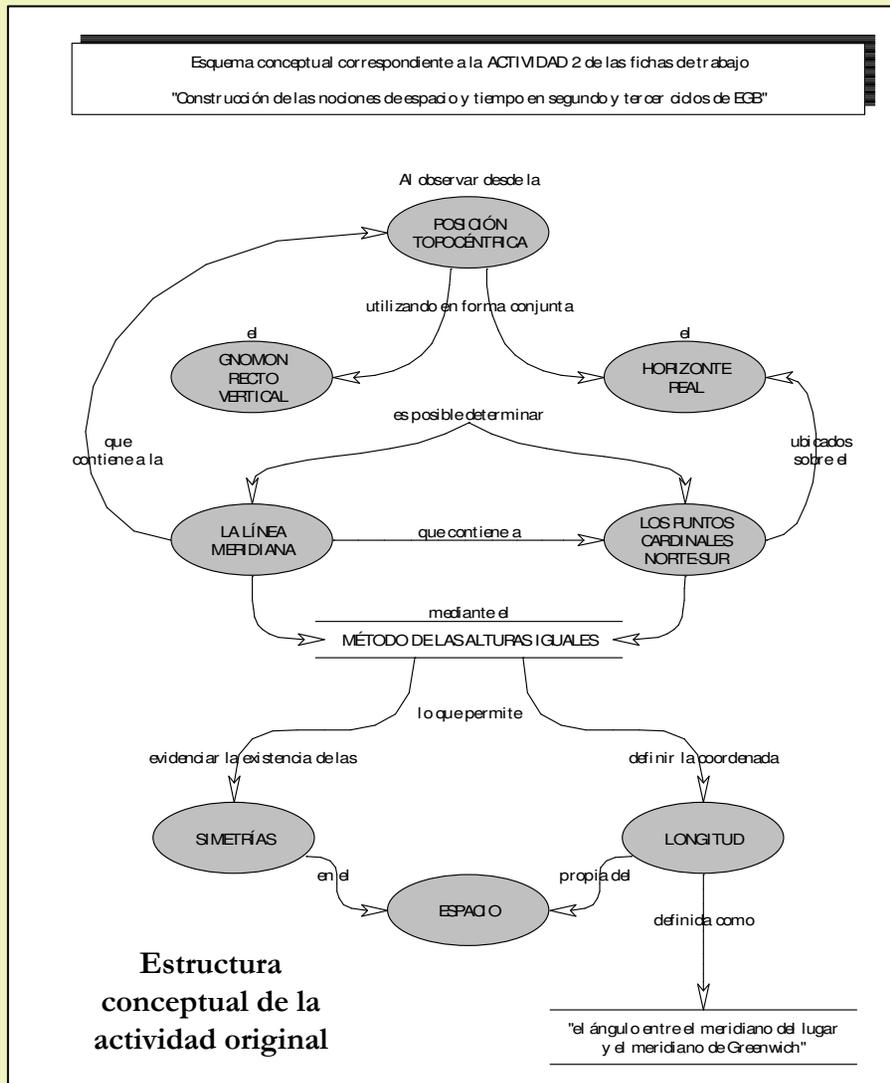
- I: Fijate esta foto, donde está esta nena midiendo con el transportador. Contame qué podés entender de esta foto.
- E: Que el ángulo que tiene, o sea, el plano del reloj al piso...
- I: A ver, dibujalo. A ver si podés indicar todo lo que quieras sobre el dibujo.
- E: Sí. Si esto es el plano del reloj, así, éste y acá está el suelo... este ángulo.
- I: Ahá, ¿y cómo se lee ese transportador ahí?
- E: Como  $43^\circ$ .
- ...
- I: Bien. Hagamos entonces, una ampliación. Este es el reloj, el transportador está acá.
- E: Sí.
- I: Este palo que está acá, ¿qué es?
- E: El eje de la Tierra. **CONTINÚA...**



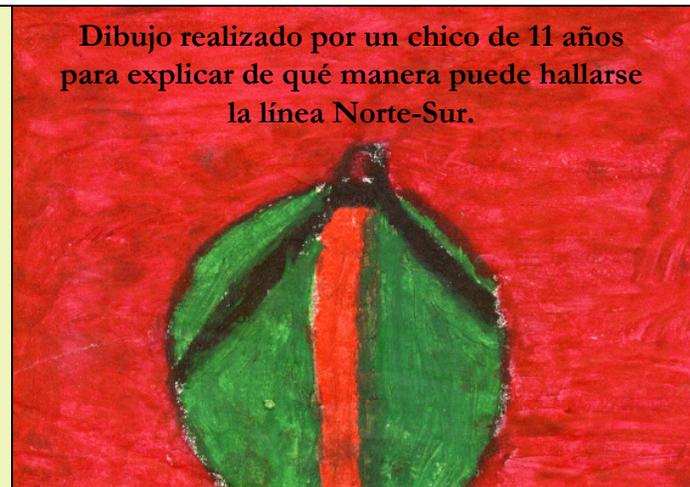
# Cómo evaluar los aprendizajes: los indicadores de proceso

Una lectura posible sería

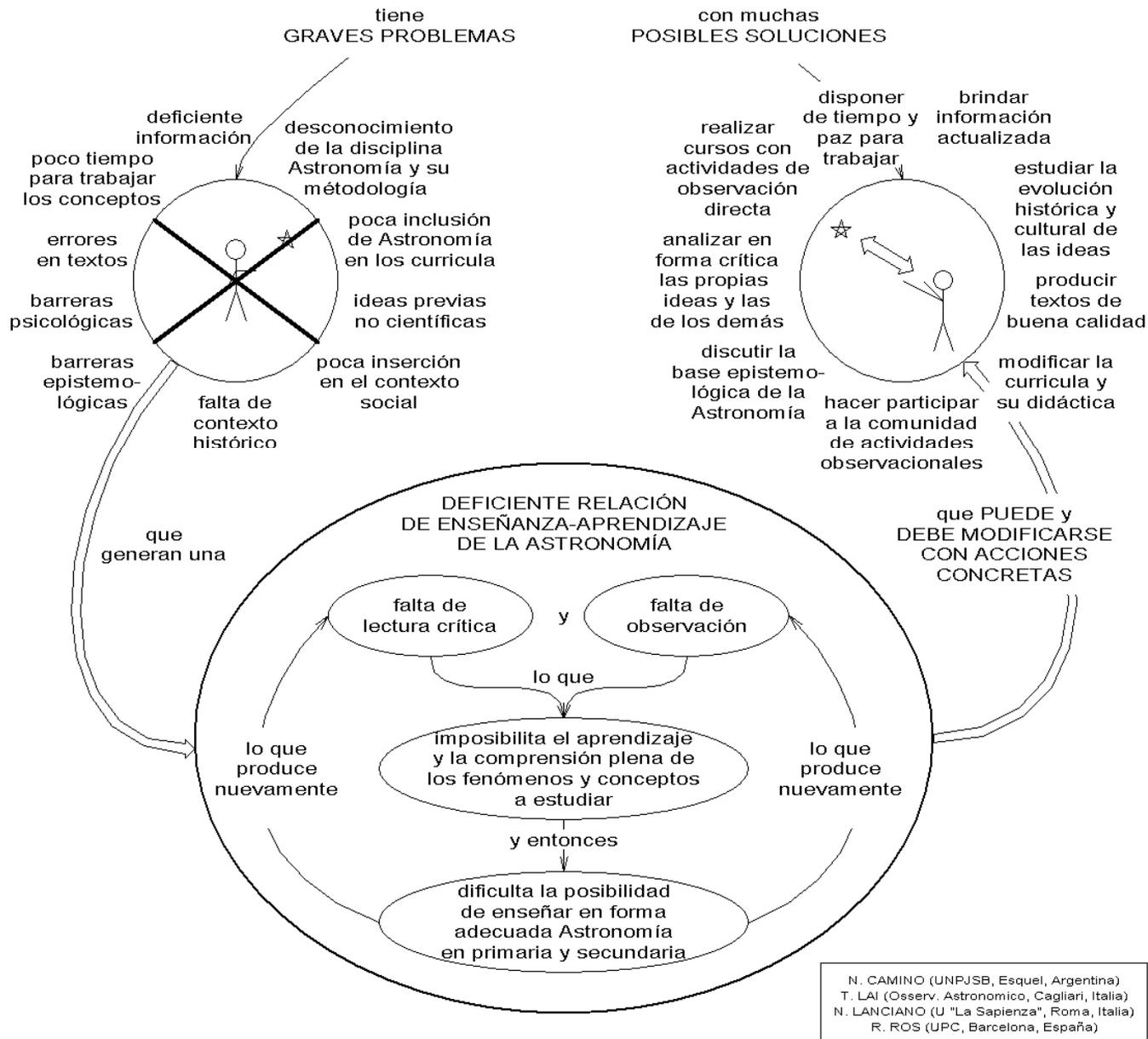
*“Al observar desde la posición topocéntrica, utilizando el gnomon recto vertical, es posible determinar la línea meridiana, mediante el ‘Método de las alturas iguales’, lo que permite evidenciar la existencia de simetrías en el espacio”*



Dibujo realizado por un chico de 11 años para explicar de qué manera puede hallarse la línea Norte-Sur.



# LA FORMACIÓN DE DOCENTES EN ASTRONOMÍA



N. CAMINO (UNPJSB, Esquel, Argentina)  
 T. LAI (Osserv. Astronomico, Cagliari, Italia)  
 N. LANCIANO (U "La Sapienza", Roma, Italia)  
 R. ROS (UPC, Barcelona, España)

**Un aspecto fundamental: la rigurosidad y sistematicidad en la formación docente.**

**Para que los docentes sean verdaderos guías en el camino que los niños recorrerán al aprender, una condición insoslayable es que retomen la observación y el análisis de los fenómenos astronómicos, desde una doble perspectiva: como personas en primer lugar, desde lo vivencial, y como docentes en segundo lugar, desde lo profesional, profundizando en su formación docente específica.**

El Jardín viajó a Marte (Sala de 4 y 5 años)



Debemos aprender a imaginar para comenzar a comprender el universo en el que vivimos, y para aprender a transformar el futuro que nos tocará vivir, pensando en el respeto por la belleza de cada una de las personas que formamos la Humanidad.