

CUESTIONES ACTUALES DE LA DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA ENTRE PTOLOMEO Y COPÉRNICO

CURRENT ISSUES OF THE DIDACTICS OF ASTRONOMY BETWEEN PTOLEMY AND COPERNICUS

Nicoletta Lanciano¹

¹ Università di Roma “La Sapienza” e Gruppo di ricerca sulla pedagogia del cielo del MCE (Movimento di Cooperazione Educativa) pedagogia Freinet, nicoletta.lanciano@uniroma1.it

Resumen: *En este texto indico algunas ideas pedagógicas y éticas que están detrás de las actividades didácticas que he ideado a lo largo de muchos años para la enseñanza de la Astronomía, dentro de una visión de escuela democrática y para todos. Discuto la importancia del uso del cuerpo, de instrumentos como la observación directa de los objetos celestes y de los fenómenos astronómicos, el dibujo, la reflexión y la medición, y finalmente, después, la construcción de modelos. Indico la necesidad de reflexión sobre los espacios educativos, también fuera de las aulas, al aire libre, grandes y abiertos, y sobre el tiempo largo de las acciones educativas para favorecer un aprendizaje profundo, que favorezca la amistad con el cielo y respete la emoción de cada uno frente a los cuerpos celestes. Muestro artefactos diferentes que utilizan distintos registros semióticos para abordar un mismo fenómeno (el tránsito de Mercurio delante el Sol). Discuto además elementos problemáticos de la enseñanza de la astronomía, obstáculos didácticos, errores frecuentes y muchas dificultades de los alumnos de distintas edades indicados en la literatura. Explicito la visión de la ciencia que está detrás de la pedagogía practicada. Indicamos la importancia de una formación docente coherente con lo que se quiere lograr.*

Palabras clave: Enseñanza-aprendizaje; Investigación didáctica; Observación directa y modelos; Obstáculos y dificultades.

Abstract: *In this paper I point out some pedagogical and ethical ideas behind of the didactic activities that I have devised along the years for the teaching of astronomy, within a vision of a democratic school and for all. I discuss the importance of the use of the body, of instruments such as direct observation of celestial objects and astronomical phenomena, drawing, reflection and measurement, and finally, the construction of models. We point out the need for reflection on the educational spaces, also outside the classrooms, at open air, large and open, and on the long time of educational actions to favor a deep learning, that favor friendship with the sky and respect the emotion of each in front of the celestial bodies. I show different artifacts that use different semiotic records to approach the same phenomenon (the Mercury transit in front of the Sun). I discuss problematic elements of the teaching of astronomy, didactic obstacles, frequent errors and many difficulties of the students of different ages indicated in the literature. I explain the vision of science that is based on the practiced pedagogy. I finally indicate the importance of teacher training consistent with what I want to achieve.*

Keywords: Teaching-learning; Didactic research; Direct observation and models; Obstacles and difficulties

1. Ideas pedagógicas y cuidados éticos que están detrás de las actividades didácticas ideadas

Presento a seguir una serie de ejemplos de reflexiones, de actividades didácticas, de instrumentos desarrollados a distintos niveles de edad: desde los 8 años hasta universitarios, adultos, maestros en la enseñanza de la astronomía, sobre todo de la astronomía observacional a simple vista.

Estos son ejemplos de una pedagogía activa y cooperativa, para la libertad y la responsabilidad, contra el individualismo y contra la explotación de la persona humana, una pedagogía popular, laica, democrática, para todos, no autoritaria, con referencia a C.Freinet; pero también a P.Freire, a M.Montessori, a A.Giordan, a E.Castelnuovo y a muchos maestros más o menos desconocidos del Movimiento Freinet.

En mi trabajo tengo en cuenta cuestiones cognitivas y didácticas: el conocimiento de los obstáculos didácticos y de los errores más frecuentes, en alumnos de todas edades, constituyen el motor que coloca la necesidad de reflexionar sobre las prácticas de enseñanza científica, y las modalidades usuales de enseñanza en astronomía. Por otro lado el conocimiento de las dificultades cognitivas y emocionales sirve para inventar y armar modalidades alternativas y experiencias que tengan un sentido coherente con lo que queremos lograr.

Quiero precisar que *pedagogía activa* no solo significa actuar con objetos y manipular cartulinas, tal como *enseñanza significativa* no significa trabajar con elementos que tienen sentido “para alguien” y no para el alumno.

En mi investigación y experiencia didáctica resulta importante tener el cuerpo activo: todo el cuerpo y no sólo la cabeza o las manos, el cuerpo entero con sus sentidos, sus emociones, sus recuerdos. Hoy las neurociencias nos dicen que si solo se estudia algo a través de la palabra, y se pide de memorizar, el cerebro es menos activo respecto a una enseñanza que propone el uso de las manos y de materiales que activan la parte del cerebro que favorece el desarrollo del pensamiento que permite de relacionar palabras y símbolos a formas geométricas y a cantidades: un cuerpo pasivo, sentado, sin libertad de movimiento no ayuda a la producción de ideas, de preguntas, de invenciones. En cambio si pedimos a los alumnos que actúen (Figura 1) tendrán que tomar decisiones, frente a hechos perceptivos, percibirán directamente si tienen dificultades, si llegan a construir un modelo o no, a medir, a dibujar, a explicar algo o no.



Figura 01: Idear objetos para entender la latitud

La idea de un cuerpo activo se encuentra ya en Jean Piaget que escribe:

"La palabra es inútil, el diseño no es suficiente, necesitamos acción. Debido a que el niño para poder combinar las operaciones tiene la necesidad de manejar, de actuar, con experiencias no sólo con dibujos sino con el material real con objetos físicos ..."

y la idea del interés por el movimiento se encuentra en Emma Castelnuovo, mi maestra de Didáctica de la Matemática italiana, que escribe:

"El alumno esta interesado en las trasformaciones de los objetos, no tanto en los objetos mismos." (E.Castelnuovo, 1964)

Y el cielo es el teatro de los movimientos, de las transformaciones.

Todo esto nos lleva a pensar a los espacios educativos: resulta diferente utilizar también los espacios abiertos para la acción educativa y no solo las aulas que bloquean el cuerpo y que resultan, para actuar con el cuerpo y en grupo y para observar la naturaleza, un espacio talvez incómodo. En las aulas los alumnos estan sentados y las relaciones entre ellos son más indirectas y difíciles: como actuar con el grupo intero, como trabajar en pequenos grupos, como dialogar entre todos, como realizar lo que hemos descubierto con Vygotsky y que reconocimos, idealmente, tan importante? Es necesario tener espacios educativos flexibles: nuestra reflexión didáctica se basa en el diseño de los edificios y de los espacios externos: no es neutro elegir entre un espacio donde la mirada puede ir a la lejanía o un espacio cerrado entre muros para una acción educativa, y no solo para la astronomía. En astronomía es necesario salir para observar la noche o el Sol (Figura 2). Todavía no sé totalmente como y porqué, pero yo sé que cambia mucho razonar, pensar en algo, entender, hablar, al aire libre donde la mirada puede ir lejos, donde los gestos pueden ser amplios o en un espacio cerrado entre muros.



Figura 02: *Un cuerpo activo, fuera de las aulas*

En esta época, y sobre todo en el mundo occidental, tecnológicamente avanzado, me interesa favorecer un contacto "directo", también si a través de la cultura y de la escuela, con la naturaleza. Un mundo en donde se utiliza siempre más lo virtual, me pide mostrar cuánta Astronomía se puede trabajar sin telescopio, sin planetario, sin Stellarium, también en ambientes pobres, sin material caro.

Me interesa trabajar con una ciencia abierta a la complejidad, a la incertidumbre, no positivista y no reduccionista: una ciencia que esté en contacto con la realidad que no está rigidamente separada en disciplinas académicas, que tiene una historia y que está abierta a las cuestiones del presente y del futuro, que son cuestiones de conocimiento y de tecnología, pero también de opciones éticas y políticas. Una ciencia que no siempre ha sido así, que cambia con el tiempo, que tiene aspectos culturales locales y está en la historia de la humanidad.

Quiero precisar que en Italia hay un clima que permite estar afuera mucho tiempo y muchos días en el año y, más importante, que en principio un mismo maestro o profesor permanece con una misma clase de alumnos por un ciclo (3 años Infantil, 5 escuela primaria, 3 escuela secundaria de primer nivel, 5 escuela secundaria superior): esto permite trabajar la relación educativa, permite tratar las Indicaciones Nacionales frente a los contenidos con una cierta libertad, permite elegir los contenidos y el tiempo dedicado a cada parte de lo que se enseña.

La literatura de investigación didáctica tanto en matemáticas como en ciencias, muestra como la escuela en los países occidentales no funciona bien, cuando la memoria se pierde, la enseñanza no es estable. Por todo esto es necesario que la escuela y la investigación didáctica estén en contacto, y que los resultados de la investigación ofrezcan sus cuestionamientos a la escuela y que la escuela pueda pedir a la investigación, indicaciones útiles para abordar temas pedagógicos en cada sector disciplinar.

1.1 El cuerpo activo: observar, dibujar, reflexionar, medir

Propongo un primer ejemplo que es un recorrido (camino) de conocimiento sobre la Luna. En mi acción didáctica empiezo pidiendo a los alumnos (desde los 8 hasta los 80 años) que dibujen cada día la Luna. Ellos tienen que buscarla en el cielo y hacer un dibujo lo más preciso posible y marcar la fecha y la hora de la observación. No pido fotos sino dibujos para que cada uno pueda tener el tiempo de observar la forma de la Luna y elegir cómo dibujar, elegir los colores, los elementos del paisaje. Llamo este dibujo “ventanilla astronómica” porque solo hay una parte de cielo, la parte con la Luna, y del horizonte que está debajo de la Luna. Los alumnos se dan cuenta así que desde su casa, o desde la escuela, tienen que buscar la ventana apropiada para ver la Luna dependiendo del día y de la hora, y que al pasar las horas y los días varían las direcciones y los horarios.

Propongo este trabajo porque yo sé que la percepción directa debe ser educada y además en astronomía hay un problema serio de percepción tridimensional. Quiero educar para observar antes que para imaginar y tratar de recordar algo aprendido o leído en un libro.

Un alumno universitario, que ha mantenido un diario de sus observaciones, en unos meses ha llegado a una visión tridimensional de la Luna de la que puede escribir: “la pequeña parte oscura oriental de la Luna creciente, corresponde a la parte iluminada que se encuentra en la cara de la Luna que no podemos ver desde la Tierra” y llega a reconocer como situaciones “límite” extremas la Luna Plena y la ausencia de Luna visible en el cielo (Figura 3).

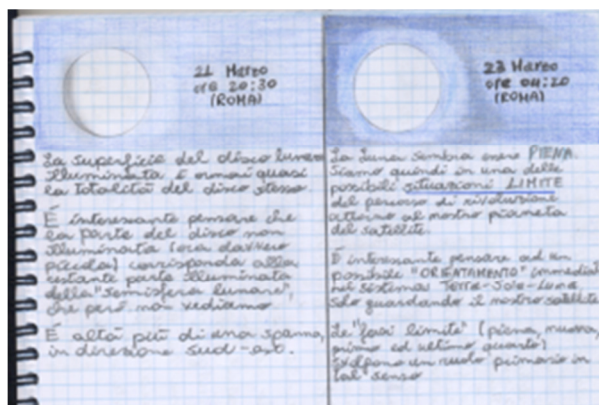


Figura 03: “Ventanillas astronómicas” de la Luna

En los textos que acompañan sus ventanillas astronómicas dibujadas con gran precisión y arte, se expresa así *“Los colores son el lenguaje de la luz”*: él se refiere tanto al color del cielo alrededor de la Luna como al color de la misma Luna. Con este trabajo los alumnos siguen al menos un ciclo completo de la Luna y se dan cuenta de lo que varía, en el espacio y en el tiempo cada día, de como transita la Luna entre las constelaciones y de como “participa” la rotación de la Tierra. Sus suposiciones acerca de lo que sucederá mañana son hipótesis que encuentran una confirmación o refutación en la realidad natural y no en las palabras de un profesor: esto es mucho más interesante y es un desafío personal, para el razonamiento y la percepción, consigo mismo, y no se hace para obtener una calificación.

Quiero aclarar que el tiempo del dibujo es distinto, por ejemplo, del tiempo de la fotografía y es más cercano del tiempo del pensamiento, le da tiempo al pensamiento de elaborar, imaginar, cambiar de idea...El tiempo de una lunación, de un mes o más es un tiempo para comprender lo que ocurre en el “mega espacio” (v. 2.3) del cielo, en el cielo que observamos desde la Tierra, para entender los ángulos entre el Sol y la Tierra, para entender en que dirección se desplaza la Luna respecto a las estrellas del oeste hacia el este, y con cuál velocidad angular se desplaza de un día al otro, y como, por otro lado, observamos un desplazamiento de la esfera celeste entera, con la Luna junto a las estrellas que se levantan al oriente y se ponen al occidente cada 24 horas aproximadamente. Galileo no habría descubierto las montañas de la Luna si no hubiera observado varias veces al mismo objeto celeste, no habría descubierto los satélites galileianos si no hubiera observado y dibujado cada vez lo que veía en el cielo alrededor de Júpiter: el método es observar y regresar a mirar las mismas cosas más veces, con la posibilidad de ver otra vez las mismas cosas o de ver cosas distintas, desconocidas e inesperadas.

Con los universitarios y los adultos verifico que hay muchas dificultades para la comprensión de los ciclos de la Luna. Todos saben decir que hay “cuatro fases”, pero ¿a qué configuración de cuerpos celestes corresponden? ¿Y porqué 4 fases y no 28? ¿Cuáles son los cuerpos celestes involucrados? ¿Cómo se producen las fases en 3D? ¿Y porque no hay eclipses más frecuentemente? ¿Y como se alternan las lunas de diferentes formas en el mes? ¿Y a qué hora y en que dirección, respecto al Sol, se ve la Luna en cada fase?

Para los más chicos, como para los antiguos latinos, hay cuerpos celestes de distintas formas que llamamos Luna: a lo mejor tres. Hablar de “fases” de la Luna ya es una información que bloquea, que dirige, que es un “saber no sabido” de los

adultos, y que es mucho más cultural, y por lo tanto arbitrario, de lo que se piensa usualmente y se indica en los calendarios occidentales.

Lo que la investigación muestra como útil, quizás como indispensable, y que muchas veces falta, son las observaciones directas, en este caso de la Luna. Se conocen los dibujos de los libros, a lo mejor se he visto el fenómeno en un planetario, pero el problema didáctico es poner a dialogar lo que se ve en el cielo y los modelos, la descripción completa del fenómeno ante los modelos.

Con las observaciones diarias de la Luna y su registro con los dibujos, podemos preguntarnos:

¿De dónde viene la luz del Sol? ¿Qué hora es? ¿En qué dirección cardinal se encuentra la Luna? Para responder es necesario conocer algo del sistema de referencia: por ejemplo, si estamos en el hemisferio Sur o Norte, si utilizamos el horizonte como referencia.

De una observación surgen preguntas para avanzar en la investigación de manera natural ¿Qué esperamos ver en dos horas? ¿Y mañana? Así se construyen, en un tiempo de días, las relaciones entre todos los datos espaciales y temporales antes mencionados.

Para llegar a ver el efecto de la luz del Sol, con sus rayos que llegan a la Tierra paralelos, sobre la superficie de un cuerpo esférico, es muy eficaz observar un objeto tal como una esfera blanca de isopor (Figura 4). En el exterior, expuesta al Sol, se sostiene la esfera con un palito de madera y cada uno la rodea 360° para observar como el Sol la ilumina en distintas posiciones: cuando uno está entre el Sol y la esfera, o la esfera está a 90° desde la dirección del Sol...



Figura 04: *Las esferas de icopor al Sol*

Pero el primer ejemplo que tenemos de una esfera, con buena aproximación, es nuestra cabeza, así que podemos observar como son iluminadas las caras de personas dispuestas en un círculo al Sol, y cuál parte de cada cara está en la sombra (Figura 5).



Figura 05: Las caras de personas in circulo, iluminadas por el Sol

Frente a la dificultad en modelizar la rotación de la Luna sobre sí misma durante una lunación, puede ayudar un modelo dinámico con personas, que hacen teatro gestual de la rotación de la Luna alrededor de la Tierra, cuando la persona-Luna mira siempre a la persona-Tierra, con el Sol fijo y quieto. Es necesario hacer hincapié cómo cada fenómeno y cada modelo están relacionados con cada problema: en este caso lo que ocurre a la Tierra (girar sobre sí misma, o girar alrededor del Sol) no es necesario.

Otra cuestión relacionada con la Luna son las dos caras de la Luna: una visible desde la Tierra y la otra invisible. Esto significa que desde la Luna hay una mitad desde la cuál nunca se ve la Tierra y una mitad desde la cual se ve siempre, y ésta es la parte donde han llegado las sondas y los seres humanos. Por otro lado hay las dos mitades separadas por una línea límite que es el terminador: una es la mitad de la esfera de la Luna que en un momento dado está iluminada, mientras que la otra mitad está en la sombra: la geometría de la esfera nos ayuda a ver que las dos partes son iguales.

Las figuras del ciclo de las fases lunares que se encuentran en los libros pueden constituir obstáculos didácticos porque muchas veces hay más de un referencial no declarado mostrados en la misma figura: desde la Tierra y desde la perpendicular al plano de las órbitas, por ejemplo.

Como se intuye desde estos ejemplos didácticos, un solo problema (la Luna), puede motivar un trabajo de mucho tiempo y proporcionar una ocasión para desarrollar un gran número de cuestiones y de aprendizaje.

Otro ejemplo de trabajo básico, muy elemental, y por esto muy importante, es la medida de las sombras. El *horihomo* es una manera sencilla de conocer la hora: cada uno puede contar cuántas veces sus pies entran en la longitud de su propia sombra y construir así un calendario, ya que cada año, o más precisamente cada vez que el Sol tiene la misma declinación, las longitudes de las sombras son iguales y resultan simétricas a la mañana y la tarde de cada día (Figura 6). Sin embargo, con un *gnomon* el trabajo es muy impersonal y solo se pueden marcar las sombras donde éste se encuentra: con el *horihomo* cada uno es protagonista de sus medidas porque utiliza su propio cuerpo, lo cual es muy diferente y más emocionante. Además el cuerpo lo tenemos siempre con nosotros y podemos medir la sombra en cada momento y en cada lugar que nos encontramos. Desde las

observaciones colectadas en un día, por ejemplo a cada hora, es posible construir un gráfico continuo que cuenta el fenómeno observado del recorrido del Sol desde el horizonte hasta el punto más alto en el meridiano y, otra vez a tarde, hasta el horizonte.

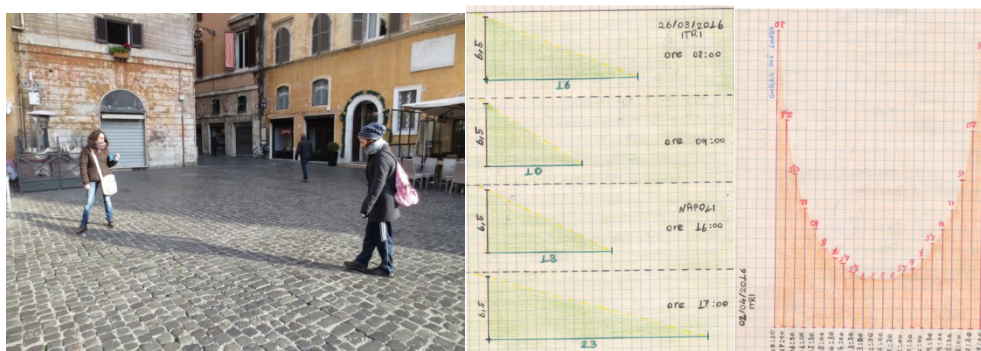


Figura 06: El Horihomo

1.2 Proponer experiencias verdaderas, situaciones complejas en contra de la falsedad de la escuela

Guido Castelnuovo, gran matemático italiano, y padre de Emma Castelnuovo, que en la primera mitad de 1900 estuvo involucrado en la política escolar, escribe a propósito de las disciplinas que se imparten en la escuela "Les enseñamos a tener cuidado con la aproximación, que es la realidad, para tomar el ídolo de una perfección que es ilusoria".

Otro matemático europeo, Peano, se refiere a los libros de texto que presentan la ciencia como un cuento lineal y sin problemas no resueltos, con las ideas como si estuvieran fuera del tiempo. El escribe: "En los libros de texto han eliminado las preguntas": Peano se refiere a las preguntas del científico que ha trabajado, pensado, cometido errores antes de llegar a la formulación de un teorema o de una ley que son "respuestas" a una "pregunta", sea práctica o teórica.

Si trabajamos con la naturaleza u otro tipo de realidad, o con artefactos de los alumnos, o con modelos, es crucial declarar el nivel de aproximación que es suficiente y que nos sirve. Cuando decimos que las orbitas de los planetas son elipses, o que el recorrido del Sol en días próximos es idéntico, utilizamos aproximaciones útiles para entender un fenómeno y no complicar demasiado las cosas desde el inicio.

En cambio, el problema de la falsedad en la escuela es una de las razones de la falta de interés para los alumnos: cuando le piden que escriba sobre algún tema, para que sólo el profesor lea su texto, éste último no está interesado en el pensamiento de este o aquel alumno, sino en que tiene que darle una calificación. Esta es una situación de falsedad, que no ayuda a escribir a nadie. Para escribir uno tiene que pensar en un destinatario que esté interesado en lo que se escribe !

Además de trabajar en medio de la naturaleza, yo trabajo mucho en las ciudades donde propongo un encuentro con el arte, con la historia de las ciencias, con un contenido cultural alto, con los trazos de astronomía que se pueden descubrir en las ciudades. Algunos ejemplos son los Observatorios Astronómicos con sus Museos, pero también las pinturas con temáticas astronómicas tales como los ciclos de los meses o los dioses que representan a los planetas. Además existe la

orientación de muchos edificios e iglesias, que son explícitamente construidos en una dirección que tiene un sentido astronómico y que podemos medir y estudiar. Las ciudades guardan la memoria de los científicos que han vivido y trabajado en ellas: en Roma, por ejemplo, fueron Copérnico, Giordano Bruno, Galileo y el Padre Secchi y podemos visitar los sitios donde estuvieron, enseñaron, y donde hay objetos y libros que cuentan sus trabajos (Figura 7).



Figura 07: *Florenca – El círculo de Hiparco – Egnazio Danti – XVI sec - Iglesia de Santa Maria Novella*

1.3 Uso de distintos artefactos y diferentes registros semióticos

Presentaré a seguir un ejemplo para mostrar como trabajo con alumnos universitarios del curso de Didáctica de las matemáticas, teniendo en cuenta que hay en la clase distintos modos de aprender, distintos tipos de inteligencia (como apunta Gardner) y diferentes estilos cognitivos.

En la oportunidad del Tránsito de Mercurio delante del disco del Sol del 9 de Mayo 2016, visible desde Roma, encontramos una oportunidad para el trabajo: esperamos de ver un fenómeno verdadero, nos preparamos para entender lo que va ocurrir en la naturaleza en este momento.

Con los estudiantes del curso universitario durante un mes detectamos y seleccionamos los datos implicados en el fenómeno del Tránsito, tales como las distancias entre la Tierra y Mercurio y entre Mercurio y el Sol, los diámetros de Mercurio y del Sol. Hicimos una primera simulación de las posiciones relativas de los tres objetos celestes con los cuerpos humanos en el gran espacio del jardín del *campus*. Los estudiantes prepararon después todos los modelos que le parecieron útiles para explicar a otros alumnos por qué no hay tránsito de Mercurio en cada conjunción inferior, y por qué es tan raro este fenómeno y cada quanto tiempo se verifica: las variables son las velocidades de revolución de Mercurio y de la Tierra, la dimensión y la inclinación de una órbita respecto a la otra (Figura 8).



Figura 08: Modelos del transito de Mercurio

Los estudiantes realizaron a seguir un gran modelo del tránsito de Mercurio a escala, con un Sol de 1 metro de diámetro pintado en una toalla, Mercurio de plastilina de 3 mm de diámetro y a unos 100 metros del Sol la posición de la Tierra desde la cual se observa Mercurio delante del disco del Sol con unos binoculares.

Prepararon un dibujo y dos modelos dinámicos (Figura 9) para mostrar que los tránsitos sólo pueden ocurrir en Mayo y Noviembre y para ver las distintas velocidades de los dos planetas, Tierra y Mercurio, en sus órbitas.

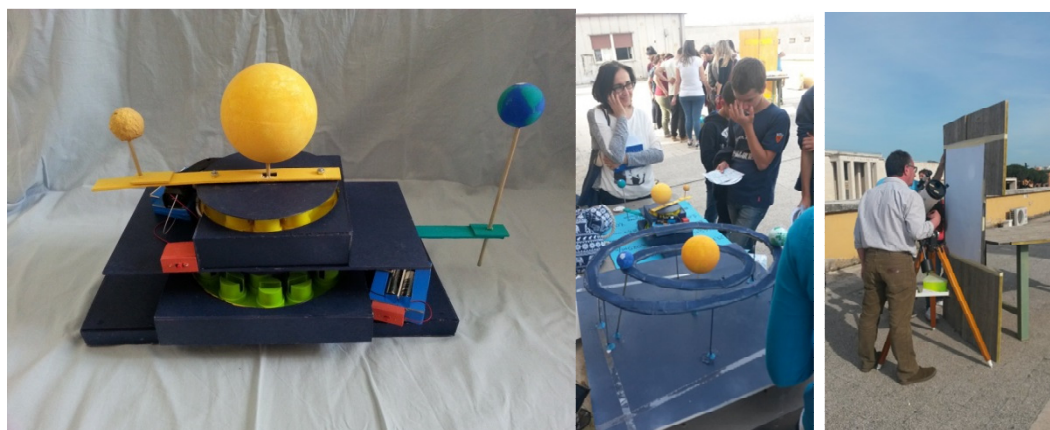


Figura 09: Modelos del transito de Mercurio

El día de la observación proyectamos con un telescopio en una pantalla blanca el disco del Sol e hicimos cada 20 minutos más o menos el dibujo de Mercurio y de una mancha solar en Roma a 42° Norte. El mismo día en Esquel a 42° en el hemisferio Sur, en Argentina, Nestor Camino hizo lo mismo, y luego intercambiamos los dibujos y las fotos. Esto generó otras preguntas acerca del sentido del movimiento de Mercurio en el disco solar. De derecha a izquierda uno y el otro invertido: ¿por qué?

Esta es una observación que genera nuevas preguntas y produce confrontos entre lo que ocurre con Mercurio y con la Luna: los dos cuerpos tienen casi el mismo diámetro, pero cuando se encuentran entre la Tierra y el Sol, la Luna provoca un eclipse y hace “noche de día” (oscuro), mientras que Mercurio no oculta el disco Solar porque las distancias son muy distintas. Esta reflexión es fundamental porque permite de trabajar sobre las relaciones entre los cuerpos y la complejidad de la dinámica del Sistema Solar: no hay solamente nociones distintas e aisladas, no es

un conjunto de contenidos lo que estamos aprendiendo, sino un ejemplo de una manera de conocer, a través de observaciones, reflexiones, preguntas, elementos nuevos y hipótesis sobre los objetos y los grandes espacios! Los modelos dinámicos son mediadores entre las observaciones directas y los textos y dibujos.

Utilizamos distintos artefactos para trabajar alrededor del mismo fenómeno, para conocerlo desde puntos de vista diferentes, para abordar distintos registros semióticos que se complementan y se explican uno con otro. Utilizamos el propio cuerpo en los grandes modelos en el jardín, los modelos dinámicos con objetos y los dibujos de las observaciones hechas con el telescopio.

2. Elementos cognitivos problemáticos

Lo que la investigación muestra como necesario para abordar los elementos cognitivos problemáticos en la enseñanza de la astronomía es promover el diálogo, una dialéctica de lo que se sabe con lo que se ve en el cielo y en la Tierra: de hecho lo que falta, también en los adultos, es la capacidad de leer lo que ocurre en la naturaleza a pesar de lo que han estudiado, visto en un libro, del modelo que tienen en su cabeza de un dado fenómeno. Este problema está relacionado con el tipo de enseñanza usual hecha con lecciones-conferencias que separa los objetos celestes uno de otro, que le da más importancia a los distintos aspectos que a las conexiones entre ellos, y a sus relaciones en el espacio.

Por ejemplo, cuando decimos: “*El Sol está en Leo (en Julio-Agosto)*” ¿qué significa? ¿cómo utilizamos y movilizamos éste saber para contestar a la nueva pregunta ¿*Dónde está ahora en el cielo la constelación de Leo?* Para contestar tenemos que indicar en el cielo azul del día, una constelación que no se ve, *porque hay Sol*, pero que podemos imaginar, *porque en ella se encuentra el Sol*. Las estrellas de la constelación de Leo están alrededor del Sol, en la misma parte de cielo y en la dirección donde vemos el Sol.

Encontramos otro problema en la relación entre el espacio 3D y las imágenes planas en 2D: los rayos del Sol salen radiales, pero llegan al suelo paralelos entre sí (y además son oblicuos respecto al suelo, de manera distinta según la latitud) (Figura 10). Esto depende de la enorme distancia entre el Sol y la Tierra y es una buena aproximación para trabajar en la enseñanza: para enviar un hombre al espacio es necesario otro nivel de precisión! Pero esto de que los rayos solares salen radiales y llegan paralelos crea problemas. Si dibujamos en un mismo papel el Sol en el cielo y dos arboles con sus sombras en el jardín con los rayos solares relativos.(ver 2.3).



Figura 10: Los rayos del Sol radiales – los rayos paralelos

2.1. Ptolemeo y Copernico

¿Cómo se organizan en la cabeza de cada uno el punto de vista local, sobre la Tierra fija donde los astros ocupan posiciones encima del horizonte, distintas en el tiempo; y el modelo con el Sol fijo y central, con la Tierra que gira alrededor del astro con los demás planetas?

Según mi experiencia son necesarias distintas fases para poner en diálogo estas dos posturas, que siguen presentes también en los adultos que pueden utilizar una u otra, según la situación.

Lo que falta en las escuelas, y en las instancias de formación docente en casi todo el mundo es la observación directa, más o menos sistemática de lo que se ve en cielo de día y de noche. Observación sistemática significa que la observación está acompañada de la reflexión colectiva, auxiliada mediante dibujos de lo que se observa, de diálogos entre los que observan, en una primera fase de descripción. Esto significa, en un primer momento, no pretender dar respuestas a preguntas como “¿por qué ocurre esto?” o “¿cómo se explica esto?”, sino de tomarse el tiempo necesario para aprender a describir lo que se ve, porque también la percepción tiene que ser educada!

Cuando se ha establecido una familiaridad con el fenómeno o el objeto, se han formulado unas preguntas, y se han hecho hipótesis personales o en el grupo, sólo después de todo esto se puede trabajar las interpretaciones y la construcción de modelos. El modelo que ayuda en una cierta situación puede ser topocéntrico o geocéntrico, fijo, con uno o más centros u heliocéntrico.

Este problema es complejo porque incluye elementos que se refieren al lenguaje, a la percepción, a la modelización y al pensamiento. En el lenguaje hablamos que “el Sol se pone”, “la Luna se levanta” es decir utilizamos, en las lenguas latinas al menos, expresiones (frases) que hablan del movimiento de los astros y no de la rotación de la Tierra a cada 24 horas que produce la visión de astros que salen y se ponen respecto a nuestro horizonte. Lo que nos ofrece la observación nos permite decir que “el Sol, cuando se pone, va siempre más bajo sobre el horizonte local». Pero no sólo hay la percepción visual, sino también que la percepción del cuerpo no nos dá la conciencia de que la Tierra gira: nuestra unión con la Tierra no permite distinguir quien se mueve. Pero en el pensamiento sí podemos pensar, y llegar a saber, que «es la Tierra que gira alrededor de su eje ... hacia el Este». Para que este saber sea incorporado tenemos que construir distintas visiones simultáneas, que no se excluyen:

- * topocéntrica, fija, nuestro punto de vista central (desde la Tierra)
- * global terrestre fija, nuestro punto de vista central (desde la Tierra)
- * externa a la Tierra, sea heliocéntrica, para ciertos fenómenos
- * Con muchos centros locales (la Tierra, el Sol, Júpiter, el centro de la Vía Láctea) como se sabe definitivamente después de las observaciones con el telescopio de Galileo

Atención: en esta visión los movimientos de los astros se dicen "observados" y no "aparentes" porque esta palabra puede contener un sentido de distinción de lo que es verdad y puede llevar a no tener/darle confianza en/a sus sentidos. En cambio la palabra “observados” está relacionada con lo que actuamos, es decir observar y reflexionar sobre lo que vemos.

En esta visión resulta fundamental la conciencia de la relatividad de los movimientos y la declaración del punto de vista y del sistema de referencia adoptado cada vez.

Esta situación terrestre desde la cual vemos los astros girar alrededor de los Polos Celestes, moverse sobre el horizonte, pero sabemos que es la Tierra que gira ... es un ejemplo de la complejidad de la naturaleza: en el conocimiento de cada uno no se verifica un *pasaje desde* una visión topocéntrica a una visión heliocéntrica, sino se trata de construir la capacidad de tener las dos visiones simultáneas en nuestra cabeza y en nuestra percepción.

Además los libros escolares muchas veces no aclaran cuál es el problema astronómico que impone la necesidad de cambiar el sistema ptolemaico del mundo, y por qué el modelo copernicano es más adecuado: también los docentes no conocen las problemáticas geométricas de los movimientos retrógrados de los planetas. Y sobre todo casi nadie *ha observado* los movimientos de los planetas respecto a las estrellas: su marcha en el Zodíaco en el mismo sentido del Sol y de la Luna, sus estaciones y sus movimientos en sentido inverso. Otra vez hay una falta de observación directa de un fenómeno tan crucial para la historia de la astronomía y tan evidente para algunos planetas, como Marte por ejemplo !

2.2. Los "casos límites"

En la didáctica de las matemáticas Emma Castelnuovo, profesora de escuela italiana en los años 1946-1979, y autora revolucionaria de libros de textos para alumnos de 11-14 años, nos ha enseñado a discutir a través los que ella aprendió de Galileo: los casos límites. Por ejemplo en una serie de rectángulos con el mismo perímetro, hay dos casos límites que son altura = 0 y base = 0: además hay entre los dos, un caso intermedio que es el cuadrado, con área máxima entre los rectángulos isoperimétricos.

En la geografía de la Tierra existen los Polos y el Ecuador que son situaciones límite, donde pueden ocurrir cosas distintas y que ningún otro punto de la Tierra puede conseguir el día siempre igual de 12 horas en el Ecuador y el recorrido diario del Sol paralelo al horizonte en el Polo, por ejemplo.

Cuando queremos aprender a entender lo que ocurre en el globo entero, tenemos que empezar por lo que vemos y vivimos desde *aquí y ahora*, para llegar a entender lo que se produce, con la luz, las sombras, las estrellas visibles... en el mundo entero, a cualquier hora y cualquier día del año. Todo es mucho más evidente si empezamos desde *aquí y ahora*.

Respecto al tiempo, los instantes de Equinoccios y Solsticios son los casos límites y desde estos momentos podemos entender y prever lo que se produce en todos los demás momentos del año.

Con el globo terráqueo paralelo, un instrumento presentado y difundido a través del Proyecto Internacional Globolocal www.globolocal.net, info@globolocal.net, es posible trabajar sobre todo esto de manera eficaz, y con un modelo que en vez de ser sólo un modelo de la Tierra y de la inclinación del eje respecto del plano de la órbita terrestre, llega a ser un instrumento de observación en tiempo real de lo que ocurre en el planeta entero respecto a la iluminación, las regiones a la sombra, las estaciones en que se encuentran los dos hemisferios, cuando el globo es utilizado en el aire libre directamente con el Sol (Figura 11).



Figura 11: *Projecto Internacional Globolocal*

Como el globo terráqueo paralelo se coloca en cada lugar de manera homotética a la esfera de la Tierra, cada país puede estar en cima del globo: esto permite de construir la relatividad de los puntos de vista también desde el punto de vista simbólico, geográfico y cultural. Este instrumento es un desafío para la gente del hemisferio Norte, del Occidente y de los países ricos y tecnológicos, que siempre, en los globos comerciales se han visto en la parte alta.

El globo paralelo se acompaña con las mapas las mapas con los países del hemisferio Sur "arriba"(Figura 12): este "escándalo" permite hacer consideraciones sobre el hecho de que detrás de un mapa hay un poder implícito, escondido, y por esto más peligroso; un poder que se ejerce a través de representaciones que son presentadas como únicas y objetivas: en cambio son culturales y fruto de elecciones, hechas por alguien en un país, en un momento histórico. Podemos interrogarnos: ¿quién ha inventado el globo comercial?



Figura 12: *Mapa con el hemisferio Sur "arriba"*

Paulo Freire habla del modelo neoliberal, modelo que se nos muestra como si fuera predeterminado, obvio y natural, cuando en verdad es cultural y elegido por alguien. En este sentido nuestro globo terráqueo paralelo muestra toda su potencia política y democrática rompiendo el estereotipo del globo con el hemisferio Norte para arriba, que tanto le ha causado problemas a *Mafalda* de Quino.

Con el globo terráqueo paralelo podemos observar como el Sol ilumina la Tierra en distintos momentos y en países distintos: lo casos limite del espacio, Ecuador, Polos, Círculos Polares y Trópicos nos ayudan a entender lo que ocurre en el espacio, y los instantes de Equinocios y Solsticios nos ayudan a entender lo que ocurre en el tiempo.

1.3. La dimensión del espacio: micro, meso, macro y mega espacio

En la enseñanza de la geometría hacemos una distinción entre el espacio pequeño, o micro espacio, de los objetos, el meso espacio de un cuarto o de una plaza y el macro espacio de Brasil o del Océano Atlántico. A esta distinción en mi Tesis de Doctorado en 1996, le he adjuntado el *mega espacio* de los objetos celestes. En estos espacios de distinto tamaño hay elementos geométricos y físicos que tienen descripciones y representaciones distintas. No siempre el razonamiento es parecido en uno u otro de ellos.

Por ejemplo la dirección vertical en el meso espacio de una aula o de un jardín es indicada por el hilo de la plomada perpendicular al suelo, pero si la represento sobre el planeta Tierra, tiene la dirección radial respecto al centro del globo (Figura 13).



Figura 13: La dirección vertical en el meso espacio y en el mega espacio

Otro ejemplo puede ser el dibujo de los rayos del Sol ya mencionado en punto 2. El problema de los rayos del Sol aparece cuando se hace un dibujo y pretendemos poner el Sol, los rayos, los objetos del suelo y sus sombras en el mismo papel.

En el mega espacio la distancia es mejor expresada en *años luz*, es decir con una expresión temporal y no espacial, como en el meso y macro espacio de la Tierra, con los *km*.

Otra distinción en geometría se relaciona al punto de vista topológico, proyectivo y métrico de las relaciones espaciales. Desde el punto de vista proyectivo, en relación a las órbitas concéntricas de los planetas, tenemos que tener en cuenta que en las observaciones sólo se ven distintas posiciones de cada planeta a pesar del cielo estrellado: nunca se ven los anillos de las órbitas! Esta es una construcción ideal correcta para un dado nivel de aproximación, y sólo si nos situamos en el mega espacio. Desde el punto de vista proyectivo podemos imaginar y representar alineaciones entre cuerpos celestes (por ejemplo la Tierra, Mercurio y el Sol el día 9/5/2016), hablamos de líneas rectas y de objetos “ceranos”, por ejemplo entre los cuerpos celestes en el Sistema Solar respecto de toda nuestra Galaxia. Desde el punto de vista de la geometría métrica podemos considerar medidas con números para las distancias entre los cuerpos celestes y para los ángulos: para las distancias utilizamos numeros enormes y para los ángulos, talvez, numeros muy pero muy pequeños.

2.4. Resumen de algunas dificultades: lo que se sabe y lo que se ve, los modelos, el lenguaje y la observación directa

Entre lo que se dice, se lee en un texto, se escucha en una conferencia o en un planetario y lo que se ve en la naturaleza a través de la observación directa y se incorpora hasta saberlo profundamente, existen problemas, una cierta fricción.

Muchas investigaciones y mi larga experiencia en la formación de estudiantes de distintas edades y de adultos, en contextos escolar y extraescolar, documentan la persistencia de concepciones incorrectas relativas a los fenómenos e ideas fundamentales de la astronomía observacional, inclusive en los niveles escolares más altos ("The private universe" <http://www.learner.org/resources/series28.html> y Tesis N. Lanciano, Ginebra 1996).

Muchas de estas concepciones no completamente correctas son una consecuencia de la ineficacia de la enseñanza tradicional y se refuerzan con afirmaciones e imágenes que se encuentran en los libros escolares, en la Internet o en materiales de divulgación.

Ejemplos de concepciones erróneas son la interpretación de las fases de la Luna como si fueran las sombras de la Tierra sobre la Luna, de las estaciones en términos de mayor o menor cercanía de la Tierra al Sol («En Invierno el Sol está más lejos de la Tierra» es verdadero en el hemisferio Sur, pero no es la causa del Invierno) y la identificación del mediodía como el momento en que "tenemos el Sol sobre la cabeza", lo cual es verdadero, talvez, en las latitudes entre los Trópicos. Algunas de estas concepciones son confirmadas a través de modelos y representaciones usuales. Por ejemplo los globos con un eje inclinado de cerca de 23° respecto a la vertical local construyen la idea de que el eje terrestre esta inclinado, pero casi nadie sabe decir respecto a qué cosa el eje tiene tal inclinación en el espacio. Además los mapas geograficos planos, en la pared vertical, invitan a pensar de que "el Norte está arriba" y que los meridianos son paralelos entre ellos y "verticales" y los paralelos son "horizontales".

Estos resultados colocan en la comunidad científica internacional el debate sobre lo que es posible y necesario enseñar en los cursos de astronomía, tanto a nivel escolar como universitario. Nos preguntamos también si es necesario y útil, también en los niveles avanzados, regresar a trabajar sobre las ideas básicas de la Astronomía observacional y del horizonte, o si se pueden introducir temáticas e investigaciones astronómicas más recientes, concientes de que quedan concepciones básicas equivocadas.

Además lo que se encuentra en muchos países es que tampoco los adultos han reflexionado sobre el hecho de que:

- Hay planetas que se ven a simple vista y que se conocían antes del telescopio de Galileo, como lo muestran los nombres latinos de los días de la semana, nombres muy antiguos: Lunes por la Luna, Martes por el dios Marte, Miércoles por el dios Mercurio...
- La Luna se ve también de día y es un estereotipo peligroso lo que pone el Sol de día y la Luna con las estrellas de noche, porque no invita a mirar el cielo y descubrir que, con la Luna menguante, de día se ve la Luna en el cielo azul de la mañana.
- No ocurre en todo los sitios que "la sombra al mediodía desaparece y el Sol está al Zenit". No es esta la "definición" de mediodía !

- Las "estrellas fijas" salen y se ponen y no se ven las mismas estrellas todas las noches del año, a la misma hora en el mismo punto del horizonte: entonces "fijas" se refiere a otra propiedad, a otra característica de las estrellas que, por ejemplo, las muestra como objetos distintos a los planetas.

Es posible mostrar otras preguntas y cuestiones que siguen siendo las mismas desde hace años (mi Tesis de Doctorado es de 1996) pero que la enseñanza en los países occidentales, y los manuales en general, no han tenido hasta ahora la fuerza de cambiar de manera significativa: los maestros hablan demasiado, respecto a los alumnos, utilizan *slides*, no hacen la trasposición didáctica necesaria para ofrecer cada tema a cada nivel de alumnos con materiales y experiencias significativas para ellos. El trabajo didáctico que propongo es agotador, lo reconozco, pero es necesario si queremos cambiar las cosas y mejorar la confianza de los ciudadanos en su capacidad de conocer las ciencias.

En mi opinión no es vital, en la vida ciudadana, conocer las fases de la Luna pero es crucial darse cuenta, si se "habla de las fases de la Luna", que no se trata de una información dogmática, sino de algo que cada uno puede ver directamente, controlar, entender. Es importante saber que hay medios, como los ojos y el dibujo en este caso, que pueden servir para analizar un fenómeno sin depender de Internet: esto es un fundamento de la libertad, de la autonomía y de la democracia. No es crucial saber las fechas de los Solsticios pero sí lo es darse cuenta de que algo varía de un día a otro alrededor de nosotros, tener los sentidos abiertos y educados para darnos cuenta de lo que ocurre: si no se construye y no se educa esta capacidad, estamos más en peligro frente a la violencia del poder cultural, político y religioso que nos rodea. Si no tenemos el hábito de preguntarnos sobre las cosas que otros nos dicen o que encontramos en un texto, está en peligro nuestra capacidad de conocer, de inventar otras cosas, de imaginar un mundo distinto.

Cuando, por ejemplo, mis estudiantes, el año pasado, me han preguntado sobre *¿Como se ve desde la Estación Espacial ISS el eclipse de Sol que nosotros vemos desde la Tierra?* Yo no tenía una respuesta segura, pero tenía un método: así que hemos buscado los datos de la distancia de la IIS desde el suelo, de la Luna y del Sol y hemos descubierto, haciendo un modelo, que la IIS está tan cercana a la Tierra en relación a los astros, que su visión del universo, pero también del Sistema Solar es prácticamente idéntica a la del suelo terrestre. Sin embargo, como su movimiento es muy rápido, puede entrar en la zona donde se ve el eclipse y salir de ésta muy rápidamente. Además mis estudiantes pensaron enviar un *tweet* a la astronauta italiana que estaba en la IIS en aquel momento: una solución de tecnología actual que yo no había imaginado.

2.5. Los obstáculos didácticos

Utilizar en la enseñanza, y de modo especial en la enseñanza de la astronomía, sólo el espacio pequeño del aula, el espacio cerrado entre muros, el espacio bidimensional de las imágenes o de los computadores (o pantallas) no ayuda a la formación de visión dinámica y compleja de lo que ocurre entre cielo y Tierra. En mi opinión esta actitud de uso del espacio didáctico, es el primer obstáculo didáctico para la enseñanza de la astronomía. Si la mirada no puede llegar al Sol, a la Luna, a las estrellas, nunca se acostumbra a la percepción para observar luces naturales distintas y variables. Si no se mide una distancia angular verdadera, respecto al horizonte, por ejemplo la altura del Sol a lo largo de un día, las palabras

sobre el recorrido diario del Sol se quedan en un discurso, como podría ser un discurso sobre la formación de un volcán que nunca se ha visto, que sólo se ha imaginado: esta falta de trabajo en el espacio abierto no permite la construcción de imágenes mentales flexibles, a las cuales se pueda hacer referencia al momento de nuevas observaciones.

Utilizar el Globo terraqueo fijo y universal, es decir con un soporte igual en todo el mundo con el hemisferio Norte para arriba puede ser un obstáculo didáctico: éste es sólo un modelo para mostrar la iluminación de la Tierra en los distintos meses del año pero está muy lejos de la realidad de uno, sobre todo en las zonas ecuatoriales y del hemisferio Sur, donde nadie se siente y se percibe “cabeza abajo”. Falta, en la didáctica usual, un paso intermedio entre lo que se ve alrededor y lo que se estudia de que la Tierra es esférica, y falta la declaración del punto de vista y del sistema de referencia asumido cada vez, en cada representación.

Es preciso una atención especial porque los libros de texto y los sitios de Internet tienen errores y obstáculos didácticos. Un ejemplo de obstáculo es la imagen usual de las fases de la Luna que tiene dos círculos concéntricos con vistas de la Luna desde dos puntos de vista diferentes del espacio, que no son declarados.

3. La formación de los docentes y la didáctica universitaria

Por todo esto y mucho más, es crucial la formación de los docentes en todos los niveles y es importante la didáctica universitaria porque el ejemplo recibido, lo que se ha vivido directamente, es lo que más forma los futuros docentes, más que las palabras escuchadas (Figura 14). Lo que más los marca es la actitud y el ejemplo de sus maestros.



Figura 14: *Formación docente*

Una de las actitudes que es necesario aprender para un docente es la de escuchar sus alumnos: también los niños pequeños, con su vida y su pensamiento, tienen derecho y necesidad de hablar. En la escuela, al contrario de la vida cotidiana, son los adultos los que colocan cuestiones a los más pequeños: pienso que los alumnos, de todas edades, tienen derecho de hacer preguntas a los maestros, y sus preguntas, sus “¿por qué?” son verdaderas exigencias del saber, de obtener una explicación, de conocer el mundo.

El laboratorio adulto es, en nuestra práctica Freinet, la situación óptima para formar docentes capaces de escuchar y trabajar con alumnos sobre temáticas que ellos conocen bien, conocen un poco o empiezan a conocer poco a poco. En este tipo de trabajo cada uno se pone frente a un contenido como persona adulta, antes que como docente: es decir con sus dificultades, incomprendimientos, con sus

conocimientos previos, sus experiencias y sus emociones. Los adultos actúan con sus cuerpos y sus capacidades, reflexionan sobre lo que les ocurre frente a algo que no entienden rápidamente o que les ocurre cuando se equivocan y cometen errores: ¿qué es lo que más los bloquea?, ¿cuales emociones ayudan o impiden de ir más adelante en un proceso de comprensión? ¿qué significa trabajar en un pequeño grupo o en un grupo mayor con estilos cognitivos y comportamentales distintos?

A partir de todo esto podemos afirmar que un propósito importante de las propuestas didácticas respecto de la construcción de categorías es el de poner en marcha un proceso de interacción “científica” con los objetos, sin ponerse en situaciones demasiado simplificadas. Estas últimas no suscitan dudas y muestran sus propios conocimientos como si fueran certezas definitivas. En cambio quiero una situación en la cual se pueda volver a trabajar sobre los errores que se pueden detectar o sobre el carácter incompleto de los conocimientos, después de nuevas experiencias que nos han enriquecido o que nos han formulado cuestiones nuevas.

3.1. La evaluación para dar valor

Para explicitar unas ideas éticas que están por detrás de mi trabajo de enseñanza y de investigadora muestro algunas ideas sobre la cuestión de la evaluación. Me gusta recordar que “evaluar” representa la acción de “dar valor”: se trata de una acción positiva, que pone el acento sobre algo de positivo que muestra una acción, una situación o una persona. Este es el objetivo de un evaluador: buscar, reconocer un valor en lo que le se presenta y desde allí ayudar a la persona, si estamos con alumnos, a cultivar su valor, a progresar y de allí a mejorar su desempeño. En cambio, en la escuela, sobre todo frente a las disciplinas científicas, tales como la matemática y la física, la evaluación es algo que da miedo, que un alumno prefiere evitar.

Para aprender a ponerse frente a sus alumnos en una posición que no es de juez, en la formación docente y en la didáctica universitaria, trabajé mucho con la modalidad de la “suspensión del juicio”: esto significa que, en estas situaciones, si pido hacer un dibujo, o contar un recuerdo propio, o mostrar una hipótesis, o expresar una idea, nadie tiene que formular un juicio, tampoco sobre sí mismo y sus propias contribuciones. En estos momentos es más importante coleccionar los aportes de todos, es más útil que cada uno pueda dar su opinión, más que obtener resultados correctos. Y en tantos años de trabajo en este sentido, muy defendido por la pedagogía del MCE, he aprendido cuánto es necesario invitar sobre todo a las alumnas, a las enseñantes, a las mujeres a “suspender el juicio” también con sí misma, sin bloquear sus palabras, sus aportes al grupo, sin pensar “lo que yo pienso, lo que puedo decir, lo que yo hago no es importante, no sirve, no es útil a los demás. Puedo quedarme en silencio.” Muchas son las reflexiones positivas de alumnas y alumnos sobre este acuerdo entre el profesor y la clase, al final de un curso en el cual se han sentido libres de participar sin la preocupación del juicio. (Lanciano, 2014)

Además este acuerdo permite realizar una educación como forma de ayuda a cada uno a descubrir sus pasiones, lo que le gusta, algo de lo que es capaz porque está libre de tensiones que bloquean y le permite explorar territorios desconocidos.

Esto no significa que en un curso no haya situaciones de evaluación, en el sentido presentado antes. Un método, en mis cursos universitarios, son las

“Exposiciones educativas”. Como mi preocupación es enseñar más que medir (con cuestionarios o *post tests*) a los alumnos, les pido al final del curso elegir un tema, un trabajo que más le haya interesado y en grupos de 4 o 5, preparar un material para proponer el tema a gente que no lo conoce. El *público* puede ser de alumnos de 8 o más años, maestros o amigos universitarios. Para este público, en una media hora, tienen que proponer la experiencia elegida, por ejemplo la medición de las sombras con sus pies y la reflexión sobre la proporción en el cuerpo entre la altura y la longitud del pie de cada uno: así que el grupo elige el sitio de trabajo, prepara carteles con los datos colectados durante los meses del curso, gráficos y tablas para hacer razonamientos y descubrimientos. El material presentado y discutido cerca del Tránsito de Mercurio, hace parte de una Exposición de fin de año de mi curso de Didáctica de las Matemáticas.

3.2. La amistad con el cielo

El cielo es emocionante para todos y con la astronomía presente como contenido escolar debemos tener cuidado, para no romper la relación íntima de cada uno con el cielo y los astros.

Existen fenómenos particulares que promueven la amistad con el cielo y sus objetos: por ejemplo el amanecer y el atardecer del Sol, o una eclipse o una Luna llena cerca del horizonte, un cometa visible a simple vista, o la presencia de uno o más planetas en el cielo visibles a simple vista.

A partir de la observación no hay distinción de clase social: todo el mundo puede tener la satisfacción de ver, de observar directamente un espectáculo que es igual para todos, que no conoce distinciones de razas, de colores, de culturas. Además el cielo permite encontrar las distintas culturas con sus nombres y categorías para organizar el espacio de la Tierra y del cielo, y el tiempo en relación con los fenómenos y los objetos celestes y el pensamiento antiguo, narrativo, mítico.

El cielo permite hablar de cosas grandes: la inmensidad del espacio, la imaginación que se aleja de la Tierra y va siempre más lejos de nuestra casa común. Es necesario que la enseñanza no separe el conocimiento científico y técnico de lo humano y social con atención a la salud del planeta, y proponga cuestiones tales como: ¿Cómo nos relacionamos con el entorno natural, la Tierra y el cielo y con el entorno social, con otros pueblos ?

La escuela hace parte del mundo, de la realidad de los alumnos, de los docentes, de las comunidades científicas con quien comparte preguntas, dolores, responsabilidades y no puede quedarse neutra frente al futuro, tiene que elegir lo que ayuda los alumnos a sentirse felices de aprender, de conocer, de plantearse preguntas, de escuchar historias, de encontrar otras personas distintas, de ir en paz en el mundo.

En mi opinión, en este sentido, la Astronomía puede contribuir a mejorar la escuela. El cielo es el mismo para todos, es de todos: pide ser observado y no sólo estudiado !

4. Como para mirar adelante

Italo Calvino es un intelectual judío italiano del siglo XX. En su texto *Lezioni americane*, hay una lección que es titulada LEGGEREZZA:

*“Nei momenti in cui il regno dell'umano mi sembra condannato alla pesantezza, penso che dovrei **volare come Perseo in un altro spazio**. Non sto parlando di fughe nel sogno o nell'irrazionale.*

*Voglio dire che devo cambiare il mio approccio, devo **guardare il mondo con un'altra ottica, un'altra logica, altri metodi di conoscenza e di verifica.**”*



Figura 15: Palazzo Farnese a Caprarola (VT Italia)

Perseo es el héroe mitológico que resuelve la situación de Andrómeda, la hija de Casiopea y Cefeo en el mito griego, y la salva llegando, con su caballo alado Pegasus desde el cielo (Figura 15). Calvino presenta la paradoxa del cielo que está arriba pero nos permite de mirar a la Tierra y desde arriba cambiar nuestro punto de vista respecto a la Tierra.

Para la escuela este cambio de punto de vista puede significar dejar las aulas cerradas e ir más al campo, al aire libre, bajo el cielo, dejar de utilizar tantas palabras y dejar más lugar a la percepción y al silencio.

BIBLIOGRAFÍA

- E. Castelnuovo, 1964, **Didattica della matematica**, La Nuova Italia ed, Firenze
- N. Lanciano, **L'analisi delle concezioni e l'osservazione in classe: strumenti per la definizione degli obiettivi educativi e delle strategie pedagogiche per l'insegnamento dell'astronomia nella scuola elementare in Italia**, Tesi di Dottorato, Universidad de Ginebra, 1996
- N. Lanciano *Ver y hablar como Tolomeo, pensar como Copérnico*, **Enseñanza de las Ciencias**, 7, 2, 173-182, Barcelona, 1989
- N. Lanciano, **Strumenti per il giardino del cielo**, Spaggiari Edizioni Junior, III edizione, 2016
- E. Giordano, N. Lanciano, O. Pantano, S. Rossi, 2008, Dalla terra all'universo: linee di un percorso dalla scuola dell'infanzia al termine della scuola secondaria superiore, in P.Guidoni, O.Levrini (a cura di), **Approcci e proposte per l'insegnamento-apprendimento della fisica a livello pre-universitario dal Progetto PRIN-F21**, Forum, Udine, p 57-66
- N. Lanciano, 2014, La responsabilidad nell'educazione e nei gruppi, in **Riflessioni Sistemiche** n 10, p 50-61 rivista online http://www.aiems.eu/files/rs_10_-_saggio_lanciano.pdf