

Astronomía para la emancipación: dando significado a los ciclos solares observados en tiempo real, desde la subjetividad de los estudiantes.

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Patricia Knopoff^{1,2}, Daniel Omar Badagnani^{1,4}, Diego Petrucci^{1,4}, Mónica Liliana González¹, Mónica Manceñido^{1,3}, Miguel Ángel Sanservino¹; Iván Ezequiel López^{1,5}; Keiko Juliana Fushimi¹, Sergio Emilio Montúfar Codoñer^{1,5}, Egly Norka Llerena Suster^{1,3}, Emilio Lacambra^{1,3,6}, Irina Luciana San Sebastián^{1,5}, Vanesa Daiana Olivera^{1,5}, Bruno Javier De Bortoli^{1,5}, Camila Rodríguez^{1,5}

¹ Grupo Choiols de Astronomía a Ras del suelo;

² Unitec, Facultad de Ingeniería, UNLP;

³ Facultad de Ciencias Exactas, UNLP;

⁴ Espacio Pedagógico, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP;

⁵ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP;

⁶ Grupo Didáctica de las Ciencias.

E-mail: choiols@yahoo.com.ar

Resumen

Se relata la experiencia de un proyecto extensión desarrollado desde la UNLP “Una vuelta al Sol vista desde mi escuela” ejecutado durante 2014. Consistió en el desarrollo de una secuencia didáctica completa en dos escuelas de gestión pública de La Plata. Los propósitos incluyeron trabajar la imagen de ciencia y la naturaleza del conocimiento científico a partir de un tema atractivo para los niños, niñas y adolescentes: la astronomía. El tema abordado excede el mero estudio de los astros, ya que es central en la constitución de la imagen del Mundo, las representaciones cartográficas y la propia subjetividad del individuo. Se realizaron talleres con docentes y experiencias de observación astronómica solar con los alumnos, empleando instrumentos pretelescopios sencillos, durante los cuatro grandes eventos del año (solsticios y equinoccios).

Palabras clave: Instrumentos astronómicos pretelescopios, Extensión universitaria, Educación primaria, Construcción crítica de la subjetividad.

Abstract

We describe a UNLP outreach project “A trip around the sun seen from my school” (“Una vuelta al sol vista desde mi escuela”) which took place during 2014. The project consisted in the development of a full didactical sequence in two state schools in the city of La Plata. The purpose included working on the image of science and the nature of scientific knowledge starting from an attractive subject for children and teens: astronomy. The subject tackled exceeds the mere study of stars, since it is central in the constitution of student's image of the World, cartographic representations and their own individual subjectivities. We held workshops with teachers and did solar astronomical observations with students, using simple pretelescopic instruments during the four annual events (solstices and equinoxes).

Keywords: Pretelescopic astronomical instruments, University outreach, Primary education, Critical subjectivity building.

I. INTRODUCCIÓN

Se presenta la experiencia del proyecto extensión UNLP “Una vuelta al Sol vista desde mi escuela”, que se ejecutó durante el ciclo lectivo 2014. Los extensionistas de este proyecto son integrantes de tres unidades académicas de esta Universidad: Facultad de Ciencias Exactas, Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (Observatorio Astronómico). Los destinatarios directos

del proyecto son las comunidades educativas de la Escuela Secundaria Básica N° 77 y de la Escuela Primaria N° 125, ubicadas en calle 81 y 116, ambas del Distrito Escolar La Plata. Las actividades de observación fueron realizadas en forma de intervención en la plaza de Barrio Jardín, cercana a las escuelas.

II. FUNDAMENTACIÓN

Según se indica en la bibliografía, la enseñanza tradicional de la Astronomía no favorece en los estudiantes la elaboración de conceptualizaciones adecuadas (Vosniadou, 1992, 1994, 2005). Más aún, los docentes encargados de llevarla adelante tienen dificultades conceptuales similares (Camino, 1995; Gangui, 2007, 2008; Martínez-Sebastià, 2004). El aprendizaje memorístico de frases provenientes de modelos científicos creados por otros genera conceptualizaciones erradas, tales como que en invierno hace frío porque la Tierra se encuentra más lejos del Sol o que el Sol sale por el Este todos los días del año. Tampoco se producen aprendizajes de conceptos interrelacionados, que establezcan una red de contención de los nuevos conceptos por trabajar.

Típicamente, estudiantes y docentes sostienen creencias inconsistentes entre sí y validadas únicamente por provenir de una autoridad científica (Maturana, 2011). Ese tipo de conocimiento básicamente es inerte, pues resulta difícil de cuestionar y de utilizar para construir nuevos conocimientos. Históricamente la creación de modelizaciones astronómicas posibilitó a la humanidad la construcción de nuevas imágenes de sí misma y de su relación con el universo. La enseñanza dogmática de estos modelos les dificulta a los estudiantes la construcción de esta subjetividad y de estas imágenes de sí mismos. Cuando esos modelos son incorporados significativamente, el sujeto se empodera (Grupo Choiols, 2012).

Por ejemplo, las conceptualizaciones geográficas relacionadas con los círculos mayores y menores del planeta no se correlacionan con los fenómenos astronómicos que provocan la construcción de esos modelos (Ecuador, Meridianos, Paralelos, etc.). Sin esta correlación, los estudiantes perciben estos conocimientos como arbitrarios.

Es por todo esto que proponemos a docentes y estudiantes trabajar construyendo modelos científicos consistentes con las propias observaciones y mediante procedimientos metodológicamente adecuados.

III. OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es favorecer la construcción por parte de estudiantes y docentes de interpretaciones de los fenómenos astronómicos, validadas con metodologías próximas a las de las ciencias y por oposición a la validación por autoridad. Nos referimos a los fenómenos astronómicos ligados a la cotidianeidad de las personas (estaciones del año, ciclos de día y noche, etc.).

Más específicamente, se pretende favorecer el pensamiento crítico de docentes y estudiantes mediando en la construcción cognitiva de modelos científicos consecuentes con la observación directa durante los eventos astronómicos. Esta construcción en conjunto favorece una idea de ciencia no dogmática, más próxima a la práctica real de los científicos, desmitificando la imagen estereotípica habitual (Fernández *et al.*, 2002; Pujalte *et al.*, 2014). Con esta construcción de modelos y en conjunto con el uso e interpretación de imágenes satelitales, se puede propiciar el estudio de la cartografía orientada y correlacionarla con las observaciones astronómicas. Otro objetivo que atraviesa todas las actividades es fomentar la actitud crítica hacia la información, ya sea científica o no científica y hacia las diferentes interpretaciones de la misma.

IV. METODOLOGÍA

En las diversas actividades del proyecto se recurre a diferentes metodologías, cada una orientada al objetivo propuesto y a los destinatarios de la actividad.

Modalidad Taller: es una instancia previamente planificada, de trabajo grupal horizontal, en la que las actividades se van encadenando desde una concepción constructivista del aprendizaje, de modo de alcanzar alguna/s de las metas explicitadas en los objetivos. Esta modalidad se utiliza en diversas instancias: formación interna de extensionistas, formación de docentes; actividades conjuntas entre extensionistas, alumnos y docentes; puesta en común de las observaciones, etc.

Teóricos dialogados: es una estrategia didáctica mediante la cual dos o más extensionistas exponen dinámicamente las ideas más importantes, teniendo en cuenta las dificultades de comprensión esperadas (Petrucci, 2009). Se planifican objetivos, roles y un guión, sosteniendo -por ejemplo- ejes

epistemológicos paradigmáticamente contrapuestos a fin de explicitar los conceptos o modelos en cuestión. Esta modalidad se puede complementar con un trabajo posterior de debate grupal, recuperando conceptos planteados y desarrollándolos en un taller.

Observación directa: Para el estudio de fenómenos astronómicos, se utiliza un conjunto de dispositivos de Astronomía a ras del Suelo, compuesta por el gnomón, la esfera lisa y el globo terráqueo paralelo. Estos instrumentos permiten el estudio del sistema Tierra-Sol y se utilizan exponiéndolos a la luz solar durante una jornada completa y marcando las sombras a intervalos regulares. El gnomón, una vara recta vertical, se utiliza marcando en el suelo horizontal el extremo de la sombra, durante la jornada. Durante los equinoccios estas marcas forman una línea recta y durante los solsticios, éstas producen hipérbolas de concavidades opuestas (Camino, 1998; Camino *et al.*, 2009; Camino *et al.*, 2014; Camino y Terminiello, 2014). La esfera lisa es una esfera rígida sin inscripciones ni marcas que se mantiene fija al suelo durante toda la jornada, sobre la que se hacen las marcaciones de los terminadores –líneas que dividen la zona iluminada de la zona en sombras- y de los puntos de la esfera donde los rayos del Sol caen ortogonales a la superficie de ella. La esfera lisa permite concebir la forma en que el Sol está iluminando a la Tierra en ese mismo instante. En los equinoccios quedan marcados sobre ella los Polos y el Ecuador, mientras que durante los solsticios quedan marcados los Círculos Polares y los Trópicos (Camino y Terminiello, 2014; Lanciano y Camino, 2013). Por último, el globo terráqueo paralelo, o liberado, consiste en un globo terráqueo que se ha retirado de su soporte tradicional y se ubica homotéticamente con el planeta de manera que la representación en el globo del sitio en que se hace esta operación queda ubicada en la parte más alta del globo, y a la vez la orientación de la línea norte-sur del globo coincide con la orientación de la línea norte-sur geográfica real (Camino, 1998; Camino *et al.*, 2009; Camino *et al.*, 2014; Camino y Terminiello, 2014). Tiene múltiples funcionalidades, pero durante los eventos astronómicos acompaña a los otros dispositivos cargándolos de sentido porque permite correlacionar lo que se observa en ellos con la información geográfica concreta (Knopoff *et al.*, 2014). Al utilizarse los tres dispositivos en conjunto durante todo un año, estas observaciones se potencian, permitiendo la construcción de representaciones consistentes con ellas. Estas representaciones podrían permitir a los estudiantes y docentes explicar los fenómenos de día-noche, las estaciones, etc.

Análisis de simulaciones en planetario: dado que los fenómenos astronómicos estudiados son de periodicidad anual y como el solsticio de diciembre acontece fuera de ciclo escolar, se realizó una visita al planetario. En ella se recrearon los eventos ya experimentados por los estudiantes y se simuló el restante. Esto permitió dar un cierre al ciclo anual.

V. DESARROLLO

Las actividades con docentes y estudiantes han estado orientadas a provocar un cuestionamiento en el modo de validar las propias representaciones de los fenómenos astronómicos, buscando que las observaciones propias sean contrastadas con esas representaciones en términos de coherencia interna y corriéndose de las validaciones por autoridad. Las actividades con los docentes buscaron acompañarlos en la tarea de diseñar e implementar actividades de aula que lejos de buscar instalar en los alumnos las “ideas de manual” promoviesen la discusión de ideas con metodología científica, aún cuando no lograsen acuerdo completo entre ellos, ni con el contenido de sus manuales.

Se hizo un primer taller con todos los docentes, que buscaba iniciar la vinculación con el equipo de extensionistas, discutir el concepto de teoría científica y abordar la cuestión de validación por autoridad versus metodología científica. El resto del año se trabajó con los docentes interesados en horas en que no estaban frente a alumnos, construyendo con ellos secuencias vinculadas al uso de los instrumentos, a la orientación espacial (conceptos de “arriba”, “abajo” y puntos cardinales) y cartografía orientada. El trabajo más intenso se dio con docentes de primaria de quinto y sexto grado.

Durante el solsticio de invierno se llevó adelante una jornada de observación con los estudiantes, en la plaza, en la cual se trabajó el uso del gnomón. Se complementó con un taller de reflexión sobre actividad y conocimiento científico a partir del trabajo con una “caja negra” (Cappannini *et al.*, 1996; Cappannini *et al.*, 1997). Se creó un vínculo importante entre los extensionistas y los estudiantes que nos permitió seguir los procesos muy de cerca.

Para el equinoccio de primavera se ayudó a que las docentes de quinto y sexto grado que se animaron, llevaran adelante su propia secuencia. Se avanzó, de maneras diversas, en el uso de la esfera lisa y el globo paralelo.

El cierre hacia fines de noviembre se hizo con una actividad en el planetario, que comenzó con un taller sobre sombras para dar más elementos en el análisis del uso del gnomón y cerró con una presentación en el domo, elaborada por los extensionistas, en que se mostró el comportamiento del Sol

durante el año y se lo comparó con las observaciones en el gnomón. Luego se hicieron cierres con cada uno de los grados con los que hubo un acompañamiento.

Un grupo de docentes y estudiantes de secundaria participó del Encuentro de Jóvenes Astrónomos que se llevó adelante en Malargüe¹. El acercamiento entre CHOIOLS y el IGN permitió también dar a conocer la nueva cartografía oficial, facilitando el trabajo de la cartografía orientada. Se medió para que el IGN done a las escuelas los nuevos mapas.

En paralelo los miembros del equipo llevaron adelante actividades de formación interna, que incluyeron temas de metodología científica y epistemología, didáctica y formación disciplinar astronómica.

VI. RESULTADOS

En el primer taller con los docentes, se presentaba la teoría de que el Universo gira alrededor del tanque de agua de uno de los extensionistas, con evidencia empírica contundente y se les pedía a los participantes que evaluaran el mérito científico de este “hallazgo”) Luego de preguntas como “¿Esto es una broma para romper el hielo o en serio piensan eso?”, varios docentes se sintieron atraídos por el desafío mientras que otros estaban decididamente incómodos. El trabajo se siguió con docentes del primer grupo, que encontraron serias dificultades para argumentar en contra de tal teoría. Nuestra interpretación es que la obediencia a autoridades científicas es la mayor barrera para analizar la evidencia.

Los alumnos de primaria se sintieron mayoritariamente interpelados por las actividades y participaron con mucho entusiasmo. Se necesitó trabajar con las docentes para que no impongan la autoridad, ni se incomodaran cuando los estudiantes manifestaban opiniones en las antípodas de lo que ellas habían enseñado (se les señalaron trabajos de investigación como Vosniadou (1994)). Las afirmaciones de los estudiantes sobre por qué cambiaba la sombra del gnomón (constatar ese cambio en tiempo real les provocó gran impacto) mostraban ideas de sentido común como que al Sol lo llevaba el viento o que se pondría en el mismo lugar por donde había salido, que a veces trataban de conectar con saberes escolares, como “en realidad la que se mueve es la Tierra”, pero las conexiones eran muy frágiles. También, como era de esperar, se evidenció en los niños la ausencia de ideas geométricas que permitan vincular las observaciones con representaciones personales de lo que ocurre con el Sol, que están mediadas por modelos como por ejemplo el de rayo de luz. Estas son ideas que un experto usa implícitamente. Los niños recurrían a ideas de sentido común del estilo “la sombra es más larga cuando el Sol está más lejos”.

El cierre del primer taller con los estudiantes apuntaba a discutir la noción de que el conocimiento científico es una construcción, hecha por personas usando observaciones y discutiendo ideas como ellos hicieron en ese taller. El debate final de los estudiantes parecía indicar que comprendían y aceptaban estas premisas, tal vez con mayor naturalidad que los docentes.

En cambio, en cuanto a las construcciones que los estudiantes fueron armando respecto de sus ideas y las validaciones a las que las sometían, se apreció una gran diversidad, dependiendo del nivel de apropiación de las docentes y del sostenimiento de esta metodología a lo largo del año. El caso en el que se apreciaron más cambios ocurrió en un quinto grado en el que surgió un intenso debate entre dos grupos a partir de una actividad en la plaza en la que la docente trabajó con la esfera lisa. Los estudiantes estuvieron básicamente de acuerdo en que esta representaba al planeta Tierra, pero mientras una alumna opinó que al tope estaban ellos en esa plaza, un compañero le espetó “¡Qué burra! ¡Eso es el Polo Norte! ¡Nosotros estamos acá abajo!” Al rato agregó “¡Todos saben que el Polo Norte está en la cima del mundo!”. La docente nos contó que una vez en el aula este estudiante fue a buscar un globo terráqueo para evidenciar su postura. La docente sostuvo el debate durante sus actividades en el aula, incluyendo al momento de trabajar la historieta en la asignatura prácticas de lenguaje, las tiras de Mafalda en las que invierte el globo terráqueo. A lo largo de las discusiones, ante el desafío de volver más sólidas las posturas, las argumentaciones de unos y otros se fueron sofisticando y sobre todo, aumentando su coherencia interna. La docente del grado iba armando las actividades, deseosa de que se impusiese la teoría de que estamos al tope del globo y veía alarmada cómo ambas posturas se consolidaban. Acompañamos a la docente con una actividad de cierre sobre el globo liberado en las que sintetizamos los argumentos de cada una de las dos posturas sin señalar un ganador, les narramos que lo ocurrido es análogo a lo que ocurre en congresos científicos, agregando anécdotas concretas. Los estudiantes estaban exultantes. Creemos que en el proceso lograron algo más valioso que aprenderse las ideas consagradas en los textos: apreciaron los modos en que el conocimiento se construye, llevándolos a la práctica.

1

<https://onedrive.live.com/view.aspx?resid=9178D0C1D194EBEB!1023&ithint=file%2cpdf&app=WordPdf&authkey=!AEoS4FzLkU8xUs>

VII. CONCLUSIONES

La Astronomía resulta un campo fértil para introducir a los estudiantes en los modos del quehacer científico, de un modo que puedan apropiarse, porque a diferencia de otros temas como la fotosíntesis o las células, se trata de fenómenos al alcance de todos, que plantean problemas genuinos desde su perspectiva. La posibilidad de que desarrollen modos autónomos y consistentes de validar sus propias aseveraciones depende de un trabajo sostenido de parte de sus docentes, que puede ser fomentada con el acompañamiento de extensionistas. Uno de los mayores obstáculos para ello es la resistencia de muchos docentes a abandonar el sitio de poder que tienen al ser los transmisores de conocimiento validado por autoridades indiscutibles. Pero los docentes que toman el desafío se ven recompensados no solo por buenos resultados, sino por un trayecto que se disfruta. En este sentido, conscientes de que por proceder de la Universidad los extensionistas partimos de una posición análoga de poder frente a los docentes, elegimos iniciar las actividades con ellos con la introducción de “teorías” en forma lúdica y desafiando dichas posiciones, lo que ha demostrado ser un medio potente de invitar a los docentes a tomar este camino, que para ellos representa un riesgo y un desafío.

REFERENCIAS

- Camino N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 81-96.
- Camino, N. (1998). Revista El Gnomon patagónico. Editor responsable. http://www.globolocal.net/esp/download/El_Gnomon_Patag%C3%B3nico_Complejo_Plaza_del_Cielo.pdf (fecha de consulta: 15/2/2015)
- Camino, N., et al. (2009). Observación conjunta del Equinoccio de marzo, Proyecto CTS 4 – Enseñanza de la Astronomía. *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciencia*, Cuaderno N°31 (número especial). pp 1-99
- Camino, N. et al. (2014). Determinación de la oblicuidad de la Eclíptica. Proyecto de observación conjunta entre Brasil y Argentina. *Actas del Tercer Simposio Nacional de Educación en Astronomía (SNEA III)*, Curitiba, Brasil. Disponible en: <http://www.sab-astro.org.br/IIISNEA> (fecha de consulta: 15/2/15)
- Camino, N. y Terminiello, C. (2014). Escuelas a cielo abierto. Experiencias posibles sobre Didáctica de la Astronomía en escuelas públicas”. En M. D. Longhini (comp.), *Ensino de Astronomia na escola. Concepções, ideias e práticas*. Brasil: Átomo. pp 435-448
- Cappannini, O. M.; Lúquez, V., Menegaz, A., Segovia, R. y Villate, G. (1996). Introducción de conceptos de metodología científica en un curso de Física de grado. *Memorias del Tercer Simposio de Investigadores en Educación en Física*, pp. 193-199.
- Cappannini, O., Cordero, S., Menegaz, A; Mordeglia, C., Segovia, R. y Villate, G. (1997). Metodología científica en el aula: una experiencia innovadora en la formación docente”. *V Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Murcia, España: Enseñanza de las Ciencias.
- Fernández, I. et al. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), p. 477-488.
- Gangui, A.; Iglesias, M. y Quinteros, C. (2008). Diagnóstico situacional de los docentes de primaria en formación sobre algunos fenómenos astronómicos. En G. Fioriti. (comp.), *Actas del I Congreso Internacional sobre Didácticas Específicas*, edición en CD-ROM.
- Grupo Choiols (2012). *Manifiesto choioler*. Documento interno del Grupo Choiols. Disponible en: <http://choiols.org/manifiesto.html> (Fecha de consulta: 14/10/15)

Knopoff, P.; Badagnani, D.; Lacambra, E.; Llerena Suster, E. (2014). Construyendo sentido sobre las líneas cartográficas notables: Astronomía a ras del suelo y cartografía orientada. *VII Congreso de la Ciencia Cartográfica* sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/43266 (Fecha de consulta: 15/02/15)

Lanciano, N. y Camino, N. (2014). Le nuove visioni per il mondo nascono da nuove visioni del mondo/della Terra. En Falchetti, Elisabetta y Utzeri, Beatrice Utzeri (curadoras), *I linguaggi della sostenibilità*. Nuove forme di dialogo nel museo scientifico. Roma: ANMS e-Books.

Martínez-Sebastià, B. (2004). La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol- Tierra: Análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. *Revista Latino-Americana Educação em Astronomia*, 1, pp. 7-32.

Maturana, H.R. (2011). *La Objetividad. Un recurso para obligar*. Granica: Buenos Aires.

Petrucci, D. (2009). El Taller de Enseñanza de Física de la UNLP como innovación: diseño, desarrollo y evaluación. Tesis doctoral.

http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/fisica_taller/TesisPetrucci/Tesis_Petrucci.pdf (Fecha de consulta: 15/02/15)

Pujalte, A.; Bonán, L.; Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes. *Ciência & Educação*, 20, (3), pp. 535-548. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000300002>

Vosniadou, S. y Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive psychology*, 24(4), pp. 535-585.

Vosniadou, S., y Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle". *Cognitive science*, 18(1), pp. 123-183.

Vosniadou, S., y Skopeliti, I. (2005). Developmental shifts in children's categorizations of the earth. En *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2325-2330). Italia: Stresa.