

Geocentrismo/Heliocentrismo: La comprensión de los alumnos de secundaria de los conceptos astronómicos

Bernat Martínez Sebastián

IB Pere M Orts, Benidorm

Introducción

Millar (1996), en un intento de establecer el núcleo básico del currículum en la educación secundaria, sugiere que uno de los objetivos del currículum de ciencias debería ser ayudar a los alumnos a desarrollar gradualmente la comprensión de unos pocos modelos mentales sobre cómo funciona la naturaleza. Uno de estos modelos sería el modelo del sistema Sol-Tierra que permitiría dar cuenta de los cambios observacionales en cada una de las estaciones.

Tomando en consideración la importancia del estudio de los modelos astronómicos, el objeto de este trabajo es mostrar los resultados obtenidos al analizar, por medio de cuestionarios, el conocimiento de una muestra de alumnos de 2º BUP sobre los siguientes aspectos del sistema Sol-Tierra:

- a. La existencia de regularidades en los datos observacionales.
- b. El uso de modelos para la explicación de las observaciones.
- c. Los procesos de cambio de las teorías científicas.

Las regularidades en las observaciones astronómicas

Los estudiantes conocen, ya desde tempranas edades, los objetos astronómicos más relevantes y perciben algunos de sus movimientos. Más adelante, la escuela debería ayudar a ampliar y organizar estas primeras “sensaciones en bruto”, transformándolas en un sistema estructurado de “observaciones científicas”. Podemos preguntarnos, ¿se consigue este objetivo? Veamos a continuación cuáles son los resultados.

En primer lugar, queríamos saber cuáles eran las observaciones astronómicas conocidas por los alumnos, para lo cual se les formuló la siguiente pregunta:

Imagínate que durante todo un año has estado realizando observaciones del Sol, siempre desde el mismo lugar de la Tierra. Describe (ayudándote de dibujos) los cambios relacionados con el Sol que podrías observar en cada una de las estaciones.

El análisis de las respuestas de los alumnos nos muestra que sólo hacen referencia a observaciones triviales, por ejemplo, el Sol en verano se pone más tarde que en invierno, sin referirse a observaciones como la diferencia en la altura del Sol, que tiene un carácter menos evidente. Por otra parte, un elevado porcentaje de alumnos representa el sistema Sol-Tierra visto desde el espacio, lo que indica una confusión entre la descripción de las observaciones y su explicación.

A continuación se administró un cuestionario de opción múltiple con el objetivo de comprobar si los alumnos han llegado a comprender el funcionamiento de los dos ciclos: el día y el año. Durante un día el movimiento observable del Sol es simétrico, el Sol sale y se pone a la misma distancia del Sur, que es el punto en el que alcanza su máxima altura sobre el horizonte. El ciclo anual también está dividido en dos partes simétricas. La primera empieza en el solsticio de invierno y acaba en el solsticio de verano (los días son cada vez más largos debido a que el Sol sale cada vez a mayor distancia del Sur y su altura a mediodía es también mayor). En la segunda parte, los cambios producidos son de signo contrario.

1. La duración del día

1.1. Sabemos que la duración de los días (es decir, las horas de Sol) no es la misma a lo largo del año. Ahora bien, sabes si hay algún día en el año que tenga 12 horas de Sol?

- a. Ninguno
- b. Uno (¿Cuál?, aproximadamente
- c. Dos (¿Cuáles?, aproximadamente.....)
- d. Otra respuesta.....

1.2. Un amigo tuyo dice que “A mí me gusta más el verano que la primavera, ya que en verano los días son más largos que en primavera” ¿Qué piensas tú?

- a. Los días de verano son más largos que los de primavera
- b. Los días de primavera son más largos que los de verano
- c. Los días de primavera y verano son igual de largos
- d. Otra respuesta.....

2. La posición de salida/puesta del Sol

2.1. Imagínate que un día (por ejemplo el 20 de marzo) estás observando la salida del Sol, llevas una brújula y compruebas que el Sol está saliendo por el Este. Si observas la salida del Sol un mes más tarde que crees que ocurrirá?

- a. Verás el Sol salir por el Este
- b. Verás el Sol salir por el Sureste
- c. Verás el Sol salir por el Noreste
- d. Otra respuesta.....

2.2. Con una brújula, graduada de la forma siguiente: Norte (0°), Este (90°), Sur (180°) y Oeste (270°), estás observando la salida del Sol. Si en el momento de la salida mides 110° , ¿qué medirás en el momento de la puesta? Explica tu respuesta.

- a. 200° . Explicación.....
- b. 250° Explicación.....
- c. 290° Explicación.....
- d. Otra respuesta.....

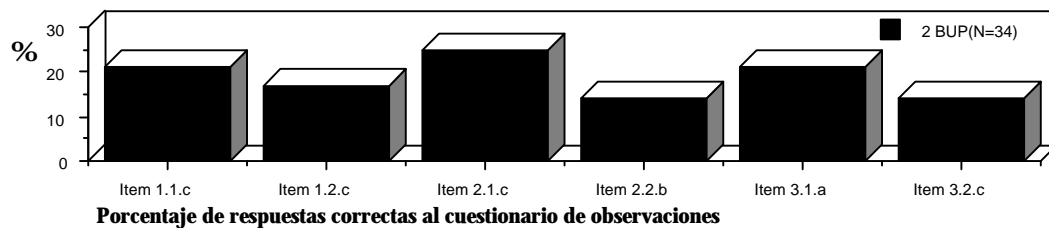
3. La altura del Sol

3.1. Cuántos días al año crees que, a mediodía, está el Sol directamente sobre nuestra cabeza?

- a. Ninguno
- b. Uno (¿Cuál?, aproximadamente
- c. Dos (¿Cuáles?, aproximadamente.....)
- d. Otra respuesta.....

3.2. Otro amigo te dice que “A mí también me gusta más el verano que la primavera ya que hace más calor debido a que el Sol está más alto” ¿Tú que piensas?

- a. En verano el Sol está mas alto que en primavera
- b. En primavera el Sol está más alto que en verano
- c. El Sol está igual de alto en verano que en primavera
- d. Otra respuesta.....



Como muestra el cuadro anterior, los alumnos poseen un conocimiento pobre de las observaciones astronómicas elementales. Este hecho es especialmente grave ya que, desde nuestro punto de vista, la falta de un conocimiento organizado (en función de la existencia de simetrías) de las observaciones elementales dificulta que los alumnos sean capaces de articular modelos teóricos del sistema Sol-Tierra que den cuenta de dichas observaciones.

Los modelos

Además de la familiarización con el mundo físico, otro de los objetivos primarios de las ciencias naturales es la explicación de los fenómenos por medio de modelos. Hay que reconocer que la utilidad didáctica de un modelo es que pueda llegar a ser manipulado por los alumnos, tanto para explicar los hechos conocidos como para predecir nuevos hechos.

Para estudiar el conocimiento de los alumnos de los modelos astronómicos que dan cuenta de las estaciones, se han diseñado un conjunto de cuestiones enunciadas de forma abierta y cerrada. Veamos primero el cuestionario de opción múltiple.

1. *Cuál es la causa más importante de que en un mismo día y a la misma hora haga más calor en Benidorm que en otro lugar situado más hacia el Norte?*

- () a. Es debido a que la Tierra es una esfera
- () b. Es debido a fenómenos atmosféricos
- () c. Es debido a la inclinación del eje de la Tierra
- () d. Es debido a que estos lugares están a diferentes distancias del Sol

2. *Por qué crees que vemos cada día al Sol salir, subir bajar y ponerse?*

- () a. Es debido a que la Tierra gira alrededor del Sol cada 24 horas
- () b. Es debido a que el Sol gira alrededor de la Tierra cada 24 horas
- () c. Es debido a que la Tierra gira sobre sí misma cada 24 horas

() d. Es debido a que el eje de la Tierra está inclinado

3. Cuál crees que es la causa más importante de que en verano los días sean más largos que en invierno

() a. Es debido a que la órbita de la Tierra no es una circunferencia

() b. Es debido a la inclinación del eje de la Tierra

() c. Es debido a que en verano la Tierra está más cerca del Sol

() d. Es debido a los fenómenos atmosféricos

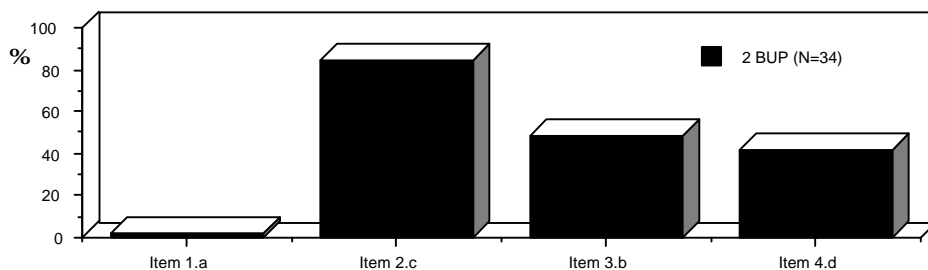
4. Cuál crees que es la causa más importante de que en verano haga más calor que en invierno

() a. Es debido a los fenómenos atmosféricos

() b. Es debido a que en verano el hemisferio Norte está más cerca del Sol

() c. Es debido a que en verano la Tierra está más cerca del Sol

() d. Es debido a que el eje de la Tierra está inclinado



Porcentaje de respuestas correctas al cuestionario de modelos

Paradójicamente parece, a primera vista, que los resultados del cuestionario de modelos sean, en general, mejores que los resultados relativos a las observaciones. Podemos preguntarnos, ¿es posible “comprender” un modelo sin conocer las observaciones elementales que este intenta explicar? Para averiguar cuál es el grado de comprensión de los modelos por parte de los alumnos, se había pasado previamente el mismo cuestionario de forma abierta.

Intenta dar tu explicación (utilizando dibujos) de por qué ocurren las siguientes observaciones

1. ¿Por qué, en un mismo día y a la misma hora, hace más calor en Benidorm que en otra ciudad situada más hacia el Norte: por ejemplo, Londres?

2. ¿Por qué vemos cada día que el Sol sale, sube, baja y se pone?

3. ¿Por qué el Sol en verano sale antes y se pone después que en invierno, es decir, por qué los días son más largos en verano?

4. ¿Por qué el Sol cae más directo en verano que en invierno, es decir, por qué hace más calor en verano?

El análisis de los resultados nos ha permitido comprobar que los alumnos, aún conociendo el modelo, tienen grandes dificultades para “hacerlo funcionar”, lo que les lleva a inventar una gran variedad de “modelos personales”. Por tanto, podemos deducir que el conocimiento puramente memorístico que tienen los alumnos de los

modelos astronómicos es el resultado de un enfoque didáctico apromblemático basado en la transmisión de conocimientos elaborados.

El paso del modelo geocéntrico al heliocéntrico

Finalmente, vamos a tratar cuestiones del tipo: ¿en qué condiciones cambian los científicos sus modelos?, ¿pueden haber múltiples modelos para un mismo fenómeno? Para ilustrar las ideas sobre el proceso de cambio de modelo hemos elegido una cuestión que se administró a un grupo de profesores italianos (Rugieri, Tarsitani, Vicentini.1993).

¿Cómo crees que se puede explicar que los astrónomos antes de Copérnico pensaran que el Sol giraba alrededor de la Tierra y que a partir de entonces empezaran a pensar que es la Tierra la que gira alrededor del Sol?

Cambio de modelo geo/helio debido a:	%
Influencia de las transformaciones socio-culturales	7
Criterios de simplicidad	20
Nacimiento del método científico y/o nuevas observaciones	73

Los resultados con alumnos indican parecidas preferencias. Así, Larochelle y Désautels (1989) muestran que los estudiantes indicaban que la aparición de nuevos datos experimentales era la causa del cambio de teoría, y según Solomon (1993) los alumnos atribuían la formulación de la teoría heliocéntrica a “avances tecnológicos”.

En general, podemos decir que en la escuela se ofrece una falsa imagen de cómo ha sido la evolución de los modelos astronómicos presentando el modelo heliocéntrico después del geocéntrico, como si fuese un recorrido histórico natural y lineal. De esta forma, se da una idea equivocada del difícil y controvertido camino que supone la historia de las ideas científicas (Lanciano 1989).

Bibliografía

LANCIANO, N., (1989), Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 173-182.

LAROCHELLE, M. y DÉSAUTELS, J (1991), 'Of course, it's obvious': adolescent's ideas of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, vol 13,n. 4, 373.

MILLAR, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*. 77(280) , 7-18.

RUGGIERI, R., TARSITANI, C. Y VICENTINI, M. (1993), The images of science of teachers in Latin countries. *International Journal of Science Education*. 15(4), pp. 383-393.

SOLOMON, J., DUVEEN, J. & SCOTT, L.,(1994). Pupil's images of scientific epistemology. *International Journal of Science Education*, vol 16, n.3, pp. 361-373.