

EVOLUCIÓN DE LAS CONCEPCIONES SOBRE ASTRONOMÍA DE PROFESORADO EN FORMACIÓN TRAS UNA INTERVENCIÓN EDUCATIVA CONACTIVADA DESDE SIMULACIÓN

María Mercedes Varela Losada, Uxío Pérez Rodríguez, José Francisco Serrallé Marzoa, Azucena Arias Correa
Facultade de Ciencias da Educación e do Deporte. Universidade de Vigo
mercedesvarela@uvigo.es, uxio.perez@uvigo.es, jfserralle@uvigo.es, azucena@uvigo.es

RESUMEN: En esta comunicación se estudia la persistencia de algunas concepciones alternativas sobre Astronomía de profesorado en formación tras el desarrollo de una intervención educativa con actividades de simulación: la modelización de los movimientos celestes con objetos y el uso de aplicaciones informáticas. Los resultados del estudio muestran que el alumnado presentó una gran cantidad de concepciones alternativas relacionadas con los aspectos astronómicos, y que la intervención educativa realizada tuvo un éxito relativo.

PALABRAS CLAVE: concepciones alternativas, astronomía, simulación, TICs, modelización con objetos.

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio fue comprobar la persistencia de algunas concepciones alternativas sobre Astronomía de profesorado en formación tras el desarrollo de una intervención educativa con actividades de simulación.

MARCO TEÓRICO

La enseñanza de la Astronomía entraña importantes dificultades, siendo esta disciplina proclive a propiciar la generación de concepciones alternativas. Existen numerosos estudios que señalan los problemas que tiene el profesorado para enseñar ciencias (Appleton y Kindt, 1999, Maiztegui et al., 2000), los cuales achacan esta situación a la falta de confianza y de formación del profesorado. En diferentes contextos, autores como Rutherford (2004) en EEUU, Trumper (2003) en Israel o Vega (2001) ya en España, han mostrado las lagunas conceptuales del profesorado (y profesorado en formación) de diferentes niveles educativos y sus persistentes concepciones alternativas sobre Astronomía. También se han puesto de manifiesto algunas de sus dificultades con el lenguaje iconográfico de modelos astronómicos (Gil Quílez y Martínez Peña, 2005).

Además se han puesto de manifiesto los múltiples errores que presentan los recursos educativos en la enseñanza de la Astronomía. Por ejemplo Pérez Rodríguez *et al.* (2009) identificaron incorrecciones que contienen los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza relacionadas con la evolución histórica del conocimiento del universo.

Otro aspecto a tener en cuenta es que es difícil abordar la enseñanza de una ciencia como la Astronomía mediante únicamente el uso de libros de texto (Lanciano, 1989). Con el fin de resolver esta problemática se han propuesto diversas alternativas como la construcción y utilización de relojes de Sol (Arribas, 2001), la realización de observaciones diurnas (Vega Navarro, 2001) o visitas a planetarios. También puede ser provechoso emplear modelos y representaciones a escala, para que el alumnado forme su representación mental de las dimensiones del sistema estudiado (Solbes y Palomar, 2011). Y por supuesto, el uso de las TIC puede resultar de gran utilidad, dado que permite reproducir los fenómenos celestes y experimentar con ellos (Pérez Rodríguez, Pérez Rodríguez y Álvarez Lires, 2007).

METODOLOGÍA

La primera fase de este estudio se centró en realizar una aproximación a las ideas alternativas sobre Astronomía de alumnado de 2º curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Vigo. Para ello se comenzó aplicando un cuestionario de opción múltiple (Anexo I) elaborado a partir de una revisión bibliográfica, el cual constaba de diez preguntas en cuyas respuestas es frecuente que se hagan patentes concepciones alternativas. Dado que algunas preguntas del cuestionario tenían relación directa con contenidos que se iban a trabajar a continuación (preguntas P1, P2, P7, P9 y P10), se presentaron los resultados de las respuestas del grupo a dichas preguntas. Se informó de que a continuación se debía intentar averiguar si las respuestas que se habían dado eran correctas empleando de forma combinada dos tipos de recursos:

- Programas informáticos de simulación astronómica *open source*: Celestia, orientado a la exploración del espacio, y Stellarium, que recrea en la pantalla el cielo del lugar de observación que se elija.
- Modelización en 3D de los movimientos del sistema Sol-Tierra-Luna utilizando un proyector encendido como Sol, un globo terráqueo como Tierra y una pelota como Luna.

Para ejemplificar el uso que se hizo de estos recursos y la dinámica de las clases se presentará el trabajo que se hizo a partir de la pregunta 9 del cuestionario, relacionada con las causas de las estaciones.

A través del cuestionario y de preguntas formuladas en el aula, se comprobó que la mayoría del alumnado poseía conocimiento declarativo sobre dicho fenómeno. Así, gran parte de las personas explicaba que las estaciones se deben a la inclinación del eje de giro de la Tierra respecto al plano de su órbita respecto al Sol, produciendo que los rayos solares caigan más o menos perpendicularmente sobre nuestro planeta en cada estación (habían estudiado este fenómeno en otra asignatura en el cuatrimestre anterior).

Para comprobar si estas afirmaciones del alumnado eran correctas, se pidió que se observasen con Stellarium las diferentes alturas que alcanzaba el Sol en las diferentes épocas del año en distintos lugares, constatándose que su conocimiento declarativo al respecto era adecuado.

Se procedió entonces a solicitar al alumnado que reprodujese el fenómeno de las estaciones con el proyector haciendo de Sol y el globo terráqueo de Tierra. En este punto surgió un problema: no eran capaces de reproducir o identificar la estación que representaba la posición en la que se hallasen ambos cuerpos. Se preguntó cuál era la causa que habían señalado para las estaciones, y al recordar que estaba relacionada con la inclinación de los rayos incidentes sobre nuestro planeta fueron capaces de diferen-

ciar las estaciones fijándose en ella. Sin embargo, cuando se les pidió modelizar el movimiento anual de traslación terrestre para reproducir los cambios en las estaciones se toparon con una incoherencia: en todo momento la estación representada era la misma. El alumnado fue probando diferentes soluciones que fueron proponiendo las personas de la clase hasta que se dio con el error: la persona que sostenía el globo terráqueo iba simulando la traslación sujetándolo contra su cuerpo, de tal forma que hacía girar el eje sobre sí mismo durante, precisamente, el transcurso de un año. Manteniendo constante la inclinación consiguieron reproducir correctamente el fenómeno.

Una vez realizado el conjunto de actividades, al cual se dedicaron cuatro horas de clase práctica, se volvió a pasar el cuestionario inicial con el fin de analizar la evolución de las ideas iniciales.

Los resultados obtenidos en el cuestionario fueron tratados estadísticamente con el programa SPSS versión 20. El análisis de contraste se hizo mediante el test *t de Student* y se utilizó la prueba *chi-cuadrado de Pearson* para valorar la influencia significativa de la intervención en los resultados encontrados, siempre con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se realiza un análisis cuantitativo de la información recogida en el cuestionario. En estudios posteriores se presentarán resultados de tipo cualitativo.

Las respuestas iniciales dadas al cuestionario no difieren mucho, en general, de las halladas en otras investigaciones (Zeilik, 1998; Trumper, 2001; Rutherford 2004), encontrándose aquí una serie de concepciones alternativas que también han quedado patentes en dichos estudios:

- Las fases de la Luna son causadas porque la Luna entra y sale de la sombra de la Tierra (o del Sol).
- Para que ocurra un eclipse solar la Luna debe estar llena.
- La Luna no gira sobre su eje.
- La Luna gira alrededor de la Tierra en un día.
- La Luna ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Tierra menor que ésta sobre su satélite (o la Luna no tiene gravedad).
- El Sol se encuentra todos los días directamente sobre su cabeza al mediodía (o sólo un día al año).
- El día y la noche son causados porque la Tierra se mueve alrededor del Sol.
- El Sol es el centro del universo.
- Las diferentes estaciones son debidas a la distancia que varía entre el Sol y la Tierra.
- La órbita terrestre alrededor del Sol presenta una forma claramente elíptica.

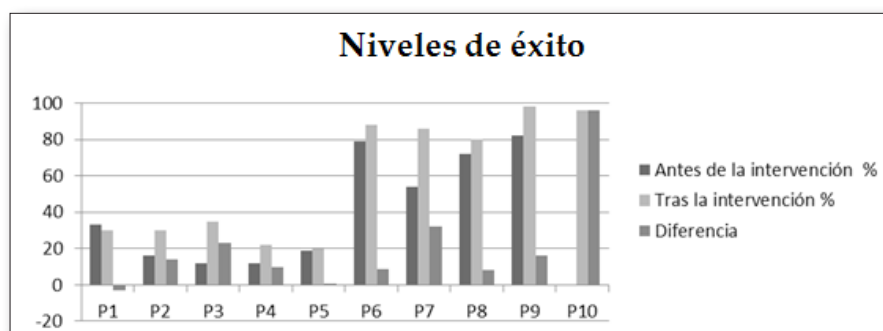


Fig. 1. % de éxito en cada pregunta, antes y después de la intervención

Por otra parte, el análisis de la intervención educativa reveló que ésta obtuvo un éxito relativo, ya que aunque los porcentajes de acierto anteriores y posteriores a la intervención mostraron un avance en todas las cuestiones menos una, éste no siempre resultó significativo. En el pretest se obtuvo un 38% de éxito y tras la intervención este dato mejoró hasta el 58%. También se observó, en general, una mejora en los niveles de acierto de casi todas las cuestiones (Figura 1), a pesar de que en el desarrollo de la intervención educativa sólo se habían trabajado de forma específica algunas (P1, P2, P7, P9, P10).

Sin embargo, al comparar los porcentajes de éxito antes y después de la intervención, se observó que sólo en cuatro casos (P3, P7, P9, P10) estos eran significativamente diferentes (Figura 2).

	Antes de la intervención %	Tras la intervención %	Nivel de significación
P1	33	31	,767
P2	16	31	,076
P3*	12	35	,007
P4	12	22	,176
P5	19	20	,888
P6	79	88	,225
P7*	54	86	,000
P8	72	80	,362
P9*	82	98	,006
P10*	0	96	,000

Fig. 2. Datos de niveles de éxito antes y después de la intervención, nivel de significatividad (Prueba t para igualdad de medias asumiendo varianzas diferentes). Se han hallado diferencias significativas en las cuestiones marcadas con un asterisco.

Observando los resultados de las cuestiones tratadas específicamente durante la intervención didáctica se observa un comportamiento dispar, obteniéndose medias significativamente diferentes en sólo tres de ellas (P7, P9 y P10). La cuestión que presentó una variación más acusada fue la pregunta sobre la forma de la órbita terrestre alrededor del Sol (P10), que pasó de una tasa de éxito del 0% al 96%. También mejoró considerablemente el porcentaje de acierto en las preguntas sobre el tiempo que tarda en completar la Luna una vuelta alrededor de la Tierra (P7) y sobre la causa de las estaciones (P9). Estas mejoras parecen indicar que la intervención tuvo éxito en estos ítems, aunque cabría realizar un estudio a posteriori para comprobar la persistencia de este aprendizaje a largo plazo. Sin embargo, en otras cuestiones (P1 y P2), también tratadas en la intervención, no se obtuvieron avances significativos. Estos datos sugieren que la intervención fue de utilidad pero puede ser mejorada.

Cabe destacar que en una pregunta (P3) que no había sido tratada específicamente se obtuvieron resultados significativamente mejores tras la intervención. El análisis de este resultado será abordado en un estudio cualitativo en preparación.

Para concluir conviene señalar que diversas investigaciones (Baxter y Preece, 2000; LoPresto, 2004) similares a esta, han tratado de comprobar la utilidad de simulaciones informáticas en la enseñanza de la Astronomía. Dichos resultados también muestran que estos recursos pueden ser útiles, pero no apuntan a ningún tipo de necesidad de una revolución tecnológica radical en la enseñanza, ya que no se debe caer en el error de pensar que el uso de las TIC garantiza que se produzcan aprendizajes significativos (Sanmartí e Izquierdo, 2001).

En el futuro se complementará este análisis con un estudio cualitativo que explore a fondo las concepciones alternativas descritas y su evolución mediante la intervención, se repetirá con posterioridad

la realización del cuestionario con el grupo intervenido para observar la persistencia de los aprendizajes y se estudiarán posibilidades de mejora de la intervención educativa.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto EDU2012-38022-C02-01 sobre el desarrollo de prácticas y competencias financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appleton, K. y Kindt, I. (1999). *How do beginning elementary teachers cope with science. Development of pedagogical content knowledge in science*. Boston: Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching.
- Arribas, A. (2001). *Astronomía paso a paso*. Madrid: Equipo Sirius.
- Baxter, J.H. y Preece, P.F.W. (2000). A comparison of dome and computer planetaria in the teaching of astronomy. *Research in Science and Technological Education*, 18(1), pp. 63-68.
- Gil Quílez, M.J. y Martínez Peña, M. B. (2005). El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), pp. 153-156.
- Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), pp. 173-182.
- Lopresto, M. (2004). Teaching the Scientific Method in Introductory Astronomy. *Astronomy Education Review*, 2(2), pp. 138-145.
- Maiztegui, A.; González, E.; Tricárico, H.; Salinas, J.; Pessoa de Carvalho, A. y Gil, D. (2000). La formación de los profesores de ciencias en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 24, pp. 163-187.
- Pérez Rodríguez, U.; Pérez Rodríguez, I. y Alvarez Lires, M. (2007). Las nuevas tecnologías en la enseñanza de la Astronomía: el programa Stellarium. *Boletín das Ciencias*, 64, pp. 73-74.
- Pérez Rodríguez, U.; Alvarez Lires, M. y Serrallé F. (2009). Los errores de los libros de texto de Primer Curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del universo. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), pp. 109-120.
- Rutherford, L. (2004). *Exploring Alternative Conceptions of Teachers and Informal Educators Concerning Selected Astronomy Concepts*. Ph. D. Dissertation. Ohio: University of Cincinnati.
- Sanmartí, N. e Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique*, 29, pp. 71-83.
- Solbes, J. y Palomar, R. (2011). ¿Por qué resulta tan difícil la comprensión de la Astronomía a los estudiantes? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 25, pp. 187-211.
- Trumper, R. (2001). A cross-college age study of science and non-science students' conceptions of basic astronomy concepts in preservice training for high school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 10, pp. 189-195.
- Trumper, R. (2003). The need for change in elementary school teacher training- a crosscollege age study of future teachers' conceptions of basic astronomy concepts. *Teaching and Teacher Education*, 19, pp. 309-323.
- Vega Navarro, A. (2001). Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna): Representaciones del profesorado de Primaria acerca del día y la noche. *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), pp. 31-44.
- Zeilik, M.; Schau, C. y Mattern, N. (1998). Misconceptions and their change in University level Astronomy course. *The physics teacher*, 36, pp. 104-107.

Anexo I, Cuestionario

1. ¿Qué causa las fases de la Luna?

- a. Algo pasa por delante de la luna
- b. La Luna se mueve dentro y fuera de la sombra de la Tierra
- c. La Luna se mueve dentro y fuera de la sombra del Sol
- d. El otro lado de la Luna está siempre oscuro y es el que vemos
- e. Ninguna de las anteriores

2. ¿Cuántas veces está el sol al mediodía directamente sobre tu cabeza en Pontevedra?

- a. Todos los días
- b. Sólo en el verano
- c. Sólo la semana del solsticio de verano
- d. Sólo un día al año
- e. Nunca

3. Para que ocurra un eclipse total de sol, ¿en qué fase debe estar la luna?

- a. luna llena
- b. luna menguante
- c. luna nueva
- d. luna creciente

4. La Tierra ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Luna. Pero y la Luna ¿ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Tierra?

- a. Sí, pero menor
- b. Sí, igual
- c. Sí, pero mayor
- d. No, la Luna no tiene gravedad

5. Al observar la Luna desde la Tierra, siempre vemos la misma cara. Esta observación significa que la Luna...

- a. no gira sobre su eje
- b. Gira sobre su eje una vez al día
- c. Gira sobre su eje una vez al mes
- d. Gira sobre su eje una vez al año

6. ¿Qué causa el día y la noche?

- a. La Tierra gira sobre su eje
- b. La Tierra se mueve alrededor del Sol.
- c. Las nubes bloquean la luz del Sol
- d. El Sol gira alrededor de la Tierra
- e. La Tierra se mueve dentro y fuera de la sombra del sol

7. La Luna gira alrededor de la Tierra en...

- a. una hora
- b. un día
- c. una semana
- d. un mes
- e. un año

8. De acuerdo con las ideas y observaciones actuales, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- a. La Tierra es el centro del universo
- b. El Sol es el centro del universo
- c. La Vía Láctea es el centro del universo
- d. El universo no tiene un centro

9. Las diferentes estaciones que experimentamos todos los años se deben a...

- a. La distancia que varía entre el Sol y la Tierra
- b. Las distancias que varían entre el Sol, la Tierra y la Luna
- c. La inclinación del eje de la Tierra que gira alrededor del Sol.
- d. Diversos grados de contaminación atmosférica que diluyen los rayos del Sol
- e. La variedad de climas que existen en la Tierra

10. ¿Cuál de las siguientes cuatro diagramas describe con mayor precisión la forma de la órbita de la Tierra alrededor del Sol?

