

NOVAS TECNOLOXÍAS E ENSINANZA DA ASTRONOMÍA: EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR E SIMULANDO FENÓMENOS ASTRONÓMICOS SINXELOS EN 1º DE ESO

UXÍO PÉREZ RODRÍGUEZ

uxio.perez@uvigo.es

Facultade de Ciencias da Educación e do Deporte. Pontevedra
Universidade de Vigo

IRENE PÉREZ RODRÍGUEZ

ireneperez@uvigo.es

Facultade de Ciencias do Mar
Universidade de Vigo

MARÍA ÁLVAREZ LIRES

lires@uvigo.es

Facultade de Ciencias da Educación e do Deporte. Pontevedra
Universidade de Vigo

RESUMEN: El currículo del Primer Curso de ESO incluye como contenidos obligatorios aspectos relacionados con los temas astronómicos entre los que se cuentan la identificación de los elementos del Sistema Solar, la interpretación de los fenómenos relacionados con los movimientos de la Tierra y el uso de técnicas sencillas de orientación basadas en la observación de los astros. En este artículo se propone emplear una aplicación informática gratuita, Stellarium, cuando se aborden estos temas en el aula. Se describirán algunas de las posibilidades que tiene este programa de planetario y se proporcionarán ejemplos concretos de actividades que pueden realizarse con su ayuda.

PALABRAS CLAVE: Nuevas Tecnologías, Planetario, Enseñanza de la Astronomía, Educación Secundaria Obligatoria.

ABSTRACT: The curriculum of the First Course of the Spanish Compulsory Secondary Education includes as obligatory contents aspects related to the astronomical topics like the identification of the elements of the Solar System, the interpretation of the phenomena related to the movements of the Earth and the use of simple skills of orientation based on the observation of the stars. In this article we propose to use a free computer application, Stellarium, when these topics are taught in the classroom. We will describe here some of the possibilities that this program of planetarium has and we will provide concrete examples of activities that can be done with it.

KEY WORDS: New technologies, Planetarium, Astronomy Education, Compulsory Secondary Education.

1. INTRODUCCIÓN

Moitos fenómenos astronómicos teñen unha importante relación con numerosos aspectos da vida diaria. A existencia das estacións, a duración do ano ou a localización dos puntos cardinais non poden entenderse sen coñecer os movementos celestes, e a

lexislación educativa vixente recolle a necesidade de tratar estes fenómenos na aula. Porén, a comprensión de moitos acontecementos astronómicos pode resultar dificultosa, e na literatura abundan os estudos que mostran que gran parte do alumnado non os entende correctamente (Nussbaum, J. e Novak, J.D., 1976; Sneider, C. e Ohadi, M., 1998; Trumper, R., 2001). Por outra banda, nos libros de texto a miúdo existen erros nas explicacións sobre estes temas (Pérez Rodríguez, U. e Álvarez Lires, M., 2006), o cal non contribúe a remediar esta situación.

Dado que os movementos que involucran os temas astronómicos rara vez son sinxelos de visualizar, unha estratexia para ilustralos que se mostrou efectiva consiste en empregar apoios multimedia (Keating, T. e outros, 2002; Gazit, E. e outros, 2005). Así, existen diversas aplicacións informáticas que poden ser empregadas na aula para introducir conceptos astronómicos, pero tamén, por exemplo, para contribuír ao desenvolvemento da competencia dixital (Pérez Rodríguez, U. e Álvarez Lires, M., 2007).

Neste artigo propónse empregar o programa Stellarium como apoio multimedia no Primeiro Curso da Educación Secundaria Obrigatoria, cando na materia de Ciencias da Natureza se aborden os contidos relativos á Terra no Universo. Para elo poranse exemplos de como pode ser utilizado para reproducir algúns dos fenómenos astronómicos que inclúe o currículo de ESO.

En calquera caso, e como sinalan Neus Sanmartí e Mercè Izquierdo (2001), non se debe perder de vista que o emprego das novas tecnoloxías non garante que se produzan aprendizaxes significativas. Stellarium pode resultar de gran axuda para simular fenómenos celestes, pero hai que coidar que as actividades nas que pretenda empregarse se integren nunha actividade científica escolar adecuada. Xa que logo, tamén se proporcionarán aquí algunhas breves indicacións de posibles maneiras de levar a cabo as simulacións que se propoña realizar de xeito que sexan coherentes con esta maneira de entender a práctica educativa.

2. STELLARIUM E O SEU USO EN CONTEXTOS EDUCATIVOS

Stellarium é unha aplicación informática gratuíta que mostra o ceo tal como se ve desde a localización que se elixa e no momento que se desexe. Pode descargarse desde <http://www.stellarium.org/es/>.



Figura 1. Unha imaxe de Stellarium

Na Figura 1 aparece unha imaxe de Stellarium na que se mostra o ceo sobre Vigo o 11 de xullo de 2007. No centro da ilustración aparecen as constelacións de Saxitario (esquerda) e Escorpión (dereita).

Stellarium é de gran utilidade para as persoas afeccionadas á Astronomía, e mesmo permite controlar telescopios para apuntar ás zonas que se desexen observar. Ademais, as súas características convérteno tamén nunha poderosa ferramenta educativa que pode ser empregada como apoio multimedia en diversos contextos. En particular, exporase aquí como pode ser utilizado na aula para lograr que o alumnado simule e experimente con algúns dos fenómenos astronómicos presentes na lexislación educativa correspondente ao Primeiro Curso de ESO.

2.1. Currículo e competencias básicas

Segundo o Decreto 133/2007 do 5 de xullo (DOG 13 de xullo de 2007) polo que se regulan as ensinanzas da Educación Secundaria Obrigatoria na Comunidade Autónoma de Galicia, o segundo bloque de contidos da materia de Ciencias da Natureza do Primeiro curso da ESO, *A Terra no Universo*, inclúe un apartado dedicado ao Universo e ao Sistema Solar que contén, entre outros, os seguintes subapartados relacionados con temas astronómicos:

- Identificación dos elementos do Sistema Solar.

- Interpretación, coa axuda de modelos sinxelos, dos fenómenos relacionados cos movementos da Terra.

- Uso de técnicas sinxelas de orientación baseadas na observación dos astros.

Stellarium é de utilidade para apoiar o ensino de todos os fenómenos anteditos. Porén, non é suficiente con mostralos con esta aplicación informática, sen máis, na aula. Neste senso, os criterios de avaliación da materia de interese neste artigo –Ciencias da Natureza de 1º da ESO– inclúen non só “identificar a situación da Terra no universo e xustificar algúns fenómenos que derivan dos movementos relativos entre a Terra, a Lúa e o Sol”, senón tamén especifican que, empregando modelos sinxelos, “trátase de comprobar que o alumnado é quen de situar a Terra no universo e explicar fenómenos como a duración dos anos, o día e a noite, as eclipses, as fases da Lúa e as estacións, baseándose na interpretación dos movementos relativos da Terra no Sistema Solar”. É preciso, polo tanto, non só coñecer os fenómenos de interese (rotación terrestre, posicións relativas de Terra, Lúa e Sol...), senón tamén comprender as súas consecuencias (sucesión de días e noites, fases da lúa, eclipses...).

En calquera caso, as actividades nas que pretenda empregarse este programa deben integrarse nunha actividade científica escolar adecuada, partindo dos modelos que teñen os estudantes para promover a construción doutros máis cercanos aos da Ciencia, propoñendo preguntas e dirixindo a experimentación co *software*, promovendo a discusión e xestionando a actividade de xeito que se promova a autoavaliación e a autorregulación (Sanmartí, N. e Izquierdo, M., 2001). Non hai que esquecer que na actual regulación das ensinanzas de Educación Infantil, Primaria e Secundaria Obrigatoria ten especial relevancia o acadamento dun nivel axeitado nas *competencias básicas*, aquelas aprendizaxes que se consideran imprescindibles desde un enfoque integrador e orientado á aplicación dos saberes adquiridos, para que os coñecementos, as habilidades e as actitudes persoais adquiridas no transcurso da educación obrigatoria se poidan por en práctica en contextos e situacións diversos. Levando a cabo unha actividade científica escolar na aula, e neste caso concreto investigando os fenómenos astronómicos co Stellarium, é posible desenvolver competencias básicas diversas, entre as que se poden destacar as seguintes:

- Competencia no coñecemento e na interacción co mundo físico.
- Competencia en tratamento da información e competencia dixital.

- Competencia para aprender a aprender.
- Competencia matemática.
- Competencia en comunicación lingüística.

Deseguido farase unha breve descrición das funcionalidades de Stellarium ao tempo que se propoñen algunhas actividades que se poden levar a cabo na aula para tratar os temas astronómicos incluídos no currículo que se enumeraron previamente, isto é, a identificación dos elementos do Sistema Solar, a interpretación dos fenómenos relacionados cos movementos da terra e o uso de técnicas sinxelas de orientación baseadas na observación dos astros.

3. EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR

Stellarium é unha ferramenta de gran valor para explorar o Sistema Solar. Permite ver o ceo nocturno e diúrno, así como ampliar os planetas e os seus satélites. Facendo zoom sobre Xúpiter, por exemplo, este veríase como na Figura 2. Ao facer clic sobre un corpo celeste aparece información relativa á súa posición, distancia á Terra, magnitude...



Figura 2. Xúpiter cun dos seus satélites, Europa, que aparece rodeado cun círculo para que se apreze a súa posición.

Non obstante, non só se poden observar os corpos do Sistema Solar, senón tamén obxectos coma galaxias (Figura 3) ou cúmulos estelares (Figura 4), e do mesmo xeito permite ver as figuras imaxinarias das constelacións (Figura 1).



Figura 3. A galaxia Andrómeda.



Figura 4. Un cúmulo estelar aberto: As Pléiades.

Outra posibilidade de interese que ofrece Stellarium é a opción de viaxar polo Sistema Solar, situando a posición da persoa observadora no lugar que se desexe. Na Figura 5 móstrase a Terra vista desde a Lúa, e na Figura 6 o lugar de observación atópase en Saturno.



Figura 5. O noso planeta, visto desde a Lúa.



Figura 6. O ceo sobre Saturno. Pódense ver os aneis do planeta, e na esquina superior dereita atópase o Sol.

Por todo o antedito, Stellarium é una magnífica ferramenta para levar a cabo co alumnado unha exploración tanto do Sistema Solar coma dos obxectos máis lonxanos. Os libros de texto deste curso invariablemente inclúen temas nos que se fala das estrelas e as constelacións, galaxias, nebulosas, meteoritos, planetas e satélites. Pero, ¿por qué non buscar estes corpos e estruturas no ceo en lugar de velos sen máis no libro?

Esta procura debería ser, en calquera caso, guiada e cun obxectivo. Poderíase solicitar, por exemplo, que se viaxase ao Sol e dende alí se buscasen os planetas e os principais asteroides que xiran en torno a el, elaborando unha táboa coas distancias ás que se atopan para máis tarde elaborar unha representación a escala do Sistema Solar. Para as imaxes dos planetas empregaríanse capturas de pantalla tomadas do Stellarium.

4. OS FENÓMENOS RELACIONADOS COS MOVEMENTOS DA TERRA E A LÚA

As posicións relativas do noso planeta, có Sol e coa Lúa causan fenómenos como a sucesión de días e noites, o ano, as estacións, as fases lunares e as eclipses. Todos estes acontecementos poden simularse con facilidade coa axuda de Stellarium.

4.1. A sucesión de días e noites

Para reproducir a sucesión de días e noites non hai máis que acelerar o tempo cronolóxico. Dependendo da posición do Sol con respecto ao horizonte será de día ou de noite. Esta pequena experiencia podería ser a primeira toma de contacto que realizasen ás persoas da aula co Stellarium.

4.2. A duración do ano

Desde o punto de vista dun observador situado no noso planeta, o Sol tarda un ano en dar unha volta á Terra. Porén, mirando ao ceo, ¿como pode saberse cando a estrela completou un xiro?

Pódese realizar a anterior pregunta ao alumnado e intentar respondela na aula antes de empregar o Stellarium. Así, unha posibilidade é solicitar a dúas persoas que se poñan en pe e que fagan ás veces de Sol (alumno A) e de Terra (alumno B). B comezará a dar voltas en torno a A. ¿Como pode saber B cando completou unha revolución? Necesita evidentemente empregar algún punto de referencia e non pode usar o chan, xa que a Terra non se sustenta sobre ningún solo. Levando a cabo esta experiencia poderá percibirse que a volta rematou cando o fondo da aula observado por B sexa o mesmo que vía cando comezou o seu percorrido. No caso da Terra e o Sol reais, o fondo está composto polas estrelas do firmamento, que son polo tanto unha posible referencia a ter en conta para determinar a duración do ano¹.

Despois de que se levara a cabo esta experiencia poderíase realizar unha simulación con Stellarium, tomando nota do nome dalgunha estrela que se atope preto do Sol e facendo avanzar o tempo cronolóxico, de xeito que se perciba que ao cabo dun ano o Sol volve a estar moi cerca da estrela². Pódese aproveitar para facer notar que durante a simulación o Sol percorreu un camiño circular polo ceo, o cal recibe o nome de *eclíptica*.

4.3. As estacións

Nos libros de texto de primeiro da ESO adoitase explicar que a inclinación do eixe de rotación produce que os raios do Sol cheguen máis perpendicularmente a uns lugares cá outros, producíndose así as estacións. Porén, para o alumnado é complicado comprender a orixe das variacións atmosféricas estacionais, e isto non é só aplicable ás persoas que cursan a Educación Secundaria. Nun estudo de Trumper (2001) levado a cabo con estudantes universitarios apareouse que porcentaxes moi significativas de persoas crían erradamente que a causa das estacións era a diferenza de distancia da Terra ao Sol do verán ao inverno (Trumper, R., 2001).

Stellarium permite levar a cabo simulacións de diversos acontecementos astronómicos relacionados coas estacións. Estas defínense en función da posición do Sol con respecto ao ecuador celeste (a proxección do ecuador terrestre no espazo). Así, o día do *equinoccio de primavera*, cando comeza esta estación nas nosas latitudes, o Sol atópase sobre o ecuador celeste. Co paso dos días vaise situando por riba del, ata que tres meses despois se atopa no punto de maior separación (uns $23^{\circ}5'$ por enriba do ecuador celeste). É o momento do ano no que ocupa o lugar máis elevado, quedando a só uns 19° de distancia do cénit. Polo tanto, neste día, o *solsticio de verán*, os raios do Sol caen á terra coa maior perpendicularidade posible na nosa latitude e o tempo é máis cálido. Ademais, a estrela pasa máis tempo sobre o horizonte que por baixo del, e xa que logo os días son máis longos que as noites. Despois o Sol comeza a descender ata que volve a cruzar o ecuador celeste (*equinoccio de outono*) e máis tarde chega ao seu punto máis baixo, cando no *solsticio de inverno* queda a 66° do cénit.

Pode pedirse ao alumnado que experimente co Stellarium e que faga un seguimento do Sol para saber en que época do ano este astro alcanza unha altitude maior sobre o horizonte, e tamén canto duran os días e as noites dependendo desta altitude. Desta maneira será posible apreciar a relación entre as estacións, a altitude do Sol e a duración dos días.



Figura 7. A Terra vista desde a Lúa o día do Solsticio de Inverno. O Sol ilumina o Polo Sur en todo momento debido á inclinación do eixo de rotación terrestre con respecto ao plano solar.

4.4. As fases lunares

Outro fenómeno cuxas causas non se adoitan entender correctamente é o das fases lunares. A metade dos estudantes universitarios da mostra do estudo citado anteriormente de Trumper (2001) non comprendían os roles xogados por Terra, Sol e Lúa neste ciclo de fases.

Para ilustrar as verdadeiras causas deste fenómeno pode empregarse como satélite unha pelota que se vaia colocando en diferentes posicións arredor dunha persoa observadora, mentres o obxecto é iluminado lateralmente por unha lámpada que fará as veces de Sol. Así se comprobará que desde o centro nalgúns momentos verase a pelota completamente iluminada (lúa chea), mentres que noutros só o estará parcialmente. Desde algunhas posicións aparecerá completamente escurecida (lúa nova).

A anterior estratexia pode resultar de utilidade para comprender a orixe das fases lunares. Pero, ademais, Stellarium permite mostrar algunhas das consecuencias dos movementos combinados da Terra e a Lúa. Así, durante a experiencia coa pelota e a lámpada pode facerse notar que a distancia angular entre ambas determinará a fase do satélite. Co programa é posible despois pedir ao alumnado que comprobe como a fase lunar varía en función de dita distancia (Figuras 8 e 9).



Figura 8. A lúa, cando se atopa a 180° do Sol.



Figura 9. A Lúa, cerca do Sol.

4.5. As eclipses

É sinxelo reproducir eclipses co Stellarium. Só se precisa coñecer a hora e a data na que unha eclipse de Sol ou de Lúa tivo lugar, así como o lugar no que se produciu. O alumnado podería buscar esta información por si mesmo en Internet e logo reproducir a ocultación no Stellarium. Se por exemplo se simula a eclipse solar que se produciu en Galicia o 3 de outubro de 2005 incluso é posible apreciar que foi unha eclipse anular (Figura 10).



Figura 10. Eclipse solar.

5. A ORIENTACIÓN POR MEDIO DOS ASTROS

O currículo educativo do nivel que nos ocupa inclúe asemade técnicas sinxelas de orientación por medio dos astros. Neste senso, un exercicio no que se podería pensar de maneira máis inmediata para a súa simulación co Stellarium sería probablemente comprobar que o Sol sae polo leste eponse polo oeste, como se adoita crer. Porén, as cousas non son tan sinxelas, xa que esta situación tan só se produce os días dos equinoccios. En todo caso, poderíase comezar a simulación o día do equinoccio de primavera, vendo que o Sol si sae polo leste, pero que co paso dos días o sol sae cada vez máis cara ao norte, ata que o día do solsticio de verán sae case polo nordés. Despois invértese o proceso, e a estrela sae case polo sueste. O obxectivo desta actividade neste nivel educativo non debería ser tanto coñecer os lugares exactos onde suceden o orto e o ocaso en cada época do ano, senón visualizar que aproximadamente o Sol sae polo leste eponse polo oeste.

Polo que atinxe á orientación por medio das estrelas, pódese pedir ao alumnado que leve a cabo unha interesante simulación. Mirando unha noite calquera cara ao sur, acelerando o movemento aprezarase que todas as estrelas móvense polo ceo, polo que sería difícil empregar algunha para orientarse. Porén, se se mira cara ao norte, verase como todas as estrelas parecen xirar en torno a unha delas que permanece case inmóbil e que se atopa no extremo da cola da Osa Menor (Figuras 11 e 12): a estrela polar. Observando como ás estrelas viran arredor dela pódese comprender que é útil para a orientación precisamente porque non se move.

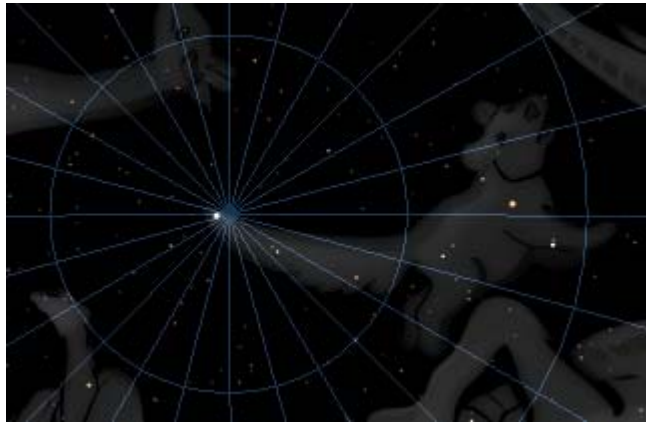


Figura 11. A Osa Menor. A estrela polar ocupa o extremo da súa cola.

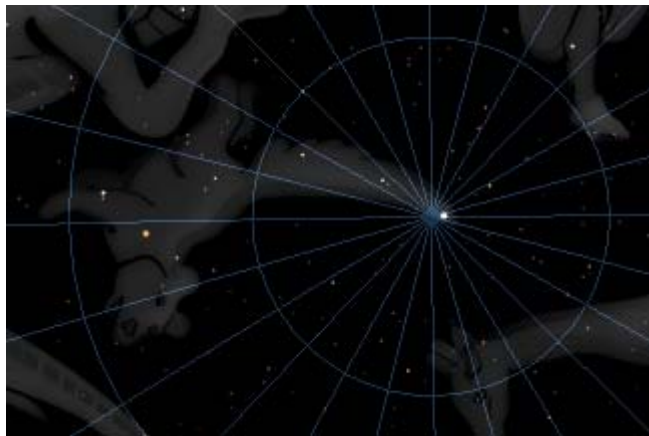


Figura 12. A Osa Menor, doce horas despois. Todo o ceo completou medio xiro arredor da estrela polar, pero esta non se moveu do sitio.

6. CONCLUSIÓNS

Stellarium pode resultar de gran axuda para simular infinidade de fenómenos celestes. As actividades aquí propostas non pretenden ser máis que algúns exemplos de posibles usos educativos na aula para abordar os temas astronómicos en Primeiro Curso da ESO, pero a potencia e a facilidade de uso desta aplicación informática son tales que é posible empregala tanto na Educación Primaria como na Secundaria e na Universitaria. En calquera caso, poderíase ter en conta nos centros cando se deseñasen os plans de integración das TIC, sempre tendo en mente que as actividades nas que pretenda empregarse se enmarquen nunha actividade científica escolar adecuada.

AGRADECEMENTOS: Este traballo forma parte do proxecto financiado polo MEC, código SEJ2006-15589-C02-01/EDUC, parcialmente financiado con fondos FEDER.

NOTAS

1. Esta definición de ano na que se toma como referencia o fondo de estrelas corresponde ao *ano sidéreo*, o cal non se corresponde exactamente co ano no que en última instancia se basea o noso calendario civil, o *ano trópico*, isto é, o tempo preciso para aumentar a lonxitude media do Sol en 360 graos sobre a eclíptica. Estes dous tipos de ano non son exactamente iguais por causa da precesión dos equinoccios (unha variación periódica da dirección do eixo terrestre), sendo o ano trópico algo máis breve que o sidéreo.

2. Por diversos motivos, a súa posición non volverá a ser exactamente a mesma ao cabo dun ano. Por exemplo, o Sol tarda aproximadamente 365 días e cuarto en completar unha volta polo ceo, e os anos son de 365 ou de 366 días. Os anos que non son bisestos o Sol non chega a dar unha volta completa ao firmamento, pero cada catro anos o ano dura un día máis para recuperar este atraso. Se durante a simulación co Stellarium se deixan pasar catro anos en vez de un, o Sol volverá a situarse case exactamente na mesma posición que ao comezar o percorrido con respecto á estrela referencia.

BIBLIOGRAFÍA

GAZIT, E., YAIR, Y. y CHEN, D. (2005): “Emerging conceptual understanding of complex astronomical phenomena by using a Virtual Solar System”, en *Journal of Science Education and Technology*, vol. 15, nº 5/6, pp. 459-470.

KEATING, T., BARNETT, M., BARAB, S. A. y HAY, K. E. (2002): “The Virtual Solar System Project: Developing conceptual understanding of astronomical concepts through building three-dimensional computational models”, en *Journal of Science Education and Technology*, vol. 11, nº 3, pp. 261-275.

NUSSBAUM, J. y NOVAK, J. D. (1976): “An assessment of children’s concepts of the earth utilizing structured interviews”, en *Science Education*, vol. 60, nº 4, pp. 535–550.

PÉREZ RODRÍGUEZ, U. y ÁLVAREZ LIRES, M. (2006): “La Evolución Histórica del Conocimiento del Universo en los Libros de Texto de 1º de ESO”, en *Revista de Investigación en Educación*, nº 3, pp. 133-151.

PÉREZ RODRÍGUEZ, U. y ÁLVAREZ LIRES, M. (2007): “Las nuevas tecnologías en la enseñanza de la Astronomía: el programa Stellarium”, en *Actas do XX Congreso de ENCIGA*, pp. 73-74.

SANMARTÍ, N. e IZQUIERDO, M. (2001): “Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC”, en *Alambique*, nº 29, pp. 71-83.

SNEIDER, C. y OHADI, M. (1998): “Unraveling students' misconceptions about the earth's shape and gravity”, en *Science Education*, vol. 82, nº 2, pp. 265-284.

TRUMPER, R. (2001): “A Cross-College Age Study of Science and Nonscience Students’ Conceptions of Basic Astronomy Concepts in Preservice Training for High-School Teachers”, en *Journal of Science Education and Technology*, vol. 10, nº 2, pp. 189-195.