

OLLANDO CARA Ó CEO

Carmen Peñamaría Ramón
Mario Rodríguez Riotorto
 IES "Isidro Parga Pondal". Carballo

Esta é unha síntese dun traballo de repaso da *disciplina de Matemáticas* dirixido ós alumnos de 3º da ESO; realizouse a final de curso e, sen pretender ser un obradoiro de Astronomía, presenta un conxunto de actividades matemáticas deseñadas dentro dun contexto astronómico, favorecendo así a interdisciplinariedade.

A unidade *queda aberta a modificacións*, no sentido de engadir ou suprimir actividades a medida que varíe o nivel de coñecementos do alumnado (pódese utilizar noutros niveis diferentes da ESO, e incluso nos NOVOS BACHARELATOS).

OBXECTIVOS

Como primeiro e fundamental obxectivo está o de capacita-lo alumno para traballar en grupo, respectando sempre a súa independencia de criterio,

co que isto leva consigo de comunicación, convivencia cos demais, mellora das súas relacións e da súa propia autoestima, etc.

Ademais propoñémonos que o alumno:

A) Chegue a relaciona-lo coñecemento matemático que adquire na aula cos adquiridos noutras materias: na Astronomía, no noso caso.

B) Aprenda a elaborar distintas estratexias, tanto individuais coma colectivas, que o leven a resolver situacións diferentes e a interesarse polo método de traballo matemático, non tanto en si mesmo coma para ser utilizado en logros concretos doutros campos da Ciencia e da Técnica.

C) Tome conciencia da importancia do método, a constancia e a perseverancia que existiu no estudio dos lentos

movimentos dos Astros e do seu carácter positivo en xeral.

D) Complete o seu coñecemento do noso Sistema Solar, as órbitas dos seus planetas, a posición dos demais corpos celestes respecto á Terra, as súas distancias e tamaños, para que chegue a ter unha visión científica do mundo no que vivimos.

E) Estimule a súa curiosidade e desexo de profundizar nos coñecementos referentes ó Universo, fomentando a súa capacidade creativa e deductiva.

F) Admitindo que no deseño de case tódolos modelos astronómicos intervén a Xeometría, en moitas actividades das que poderían incorporarse aparecería a Trigonometría e en case todas a Aritmética, vemos que a Astronomía é un importante elemento motivador para facer que a Matemática se vexa na súa vertente aplicada.

Despois dunha exploración inicial, deseñouse o traballo tendo en conta os coñecementos e intereses do alumna-do detectados nela.

Comezamos presentando un vídeo científico; tamén se pode usar software informático, diapositivas, transparencias e, se é posible, asistir a unha sesión do Planetarium (nós fixé-molo na Casa das Ciencias da Coruña). A continuación provócase a investigación na aula, con preguntas que susciten

a curiosidade dos alumnos sobre como inflúen certos fenómenos astronómicos no desenvolvemento cultural do home en cada época; conduciremos tódolos intereses detectados á resolución de exercicios de cálculo nos que se manexen diversos contidos matemáticos.

Avaliamos baseándonos no que os nosos alumnos sabían facer ó comezo do curso (exploración inicial) e no que saben no momento en que se lles presenta esta actividade; teremos en conta as formulacións, operacións e resultados dos exercicios, así como a utilización dos hábitos e destrezas que se lles inculcaron e a lóxica con que interpretan calquera observación ou táboa.

OLLANDO CARA Ó CEO

Foi o primeiro dos tempos cando Imir vivía;
había area e non mar nin onda refrescante,
nin nunca se atopaba terra nin Ceo no alto,
había Bostezo de Abismos e en ningunha parte herba.

Da carne de Imir foi formando o mundo,
do seu sangue as ondas do mar,
as montañas dos seus ósos,
as árbores do seu cabelo,
a esfera do ceo do seu cranio.

Das súas cellas os Poderes gozosos fixeron
moradas para os fillos dos homes
e dos seus miolos foron a irritadas nubes
formadas todas arriba, no ceo.

(Da mitoloxía escandinava, recollido polos navegantes de Islandia no Edda.)

1. INTRODUCCIÓN

Desde que no home saltou a primeira muxica de intelixencia, o lume da curiosidade prendeu nel e, desde entón, no deixou de facerse preguntas sobre o mundo que o rodea e o sentido da súa existencia. Cando a humanidade aínda non tiña historia, a ignorancia fixo que os homes desen a canto acontecemento vían no mundo explicacións abondo fantásticas. Así foi como naceron moitas mitoloxías cosmogónicas: se había tormenta, os lóstregos eran as faíscas producidas polas armas de deuses en combate; se chovía, a auga eran as bágoas dos vencidos; un terremoto era o despertar dun deus durmido.

Pasado o tempo e vistas as regularidades coas que a natureza presentaba os seus fenómenos, pensou o home se aqueles feitos que vía non obedecerían máis a leis propias da natureza que a caprichos de deuses. A busca de leis coherentes e razoables daba paso ó nacemento da ciencia; deste xeito a humanidade afastábase un pouco máis da besta irracional e da superstición ignorante.

O home expresa a súa vontade de superación coas ciencias e as artes; e non deixa de ser un dos maiores retos científicos para el coñece-las súas orixes e, se pode ser, tamén o seu propio destino. Pero a inmensidade destas respostas pareceulle ó home estar moi vencellada á non menos inmensa imaxe que ós seus ollos se lle presentaba cando nas noites sen lua, ollando cara ó ceo, vía pasar por riba del a maxestuosa procesión dos “furadiños” de luz.

A actividade científica descansa na observación, na experiencia e na medición, de xeito que se poidan descubrir relacións cuantitativas que leven ó descubrimento de novas leis da natureza. No que segue atoparás datos que se obtiveron tras longos séculos de investigación e avances nos terreos da Matemática e da Física. Infórmate sobre eles e aprenderás máis cousas sobre ti mesmo, pois os átomos que hoxe forman o teu corpo creáronse hai moitos anos no corazón das estrelas.

2. DO SISTEMA SOLAR

Actividade 2.1.: O Sol

O sistema solar está formado polo Sol e nove planetas que xiran arredor del. O Sol é unha estrela en forma de balón cun radio de $6'96.10^5$ Km e unha masa de $1'99.10^{30}$ kg.

- ¿Cal é o volume do Sol en km^3 ?
- ¿Cal é o radio do Sol en m?
- ¿Cal é a masa do Sol en gramos?

Actividade 2.2.: Densidade do Sol

Enténdese por densidade (d) dun obxecto a cantidade que resulta de dividi-la súa masa (m) entre o seu volume (v):

$$d = \frac{m}{v} \cdot$$

As unidades nas que se mide a densidade son unidades de masa partido por unidades de volume.

- Da-la densidade do Sol en kg/m^3 , aproximando cun erro da orde das centésimas.

- A masa da Terra é $5'98.10^{24}$ kg e o seu radio 6.378 km. Entre o Sol e o noso planeta, ¿cal deles é máis denso e cantas veces o é?

Actividade 2.3.: Enerxía do Sol

O Sol, como unha estrela máis, obtén a súa enerxía transformando unha parte da súa materia mediante reaccións nucleares, de xeito que a enerxía xerada *en un segundo* calcúlase que equivale á explosión de 900.000 millóns de bombas atómicas de un megatón.

- ¿Cantas bombas atómicas de un megatón deberíamos facer explotar para xerar unha enerxía equivalente á producida polo Sol nun ano? Dá-lo resultado con tres cifras significativas.

- Se en cada segundo perde uns 4.10^6 Tm de materia e se calcula que a súa vida será de 10.000 millóns de anos, aproximadamente, dende que empezou a existir, ¿que cantidade de materia perderá ó longo da súa vida?

Actividade 2.4.: Rotación do Sol

O Sol experimenta un xiro sobre o seu propio eixo que se completa nun tempo de 25'05 días.

- ¿Cantas voltas dará o Sol sobre si mesmo durante o tempo que tarda a Terra en darlle unha volta completa, que é aproximadamente de 365 días?

- ¿Cal das seguintes afirmacións se achega máis ó resultado anterior:

- O Sol dá 14 voltas e cuarto,
- O Sol dá 14 voltas e media,
- O Sol dá 14 voltas e dous tercios?

Razoa a resposta.

Actividade 2.5.: Heteroxeneidade dos planetas

Hoxe en día pénsase que os nove planetas que xiran arredor do Sol se formaron pola solidificación de gases desprendidos deste e que permanecían en órbita. Pese a esta orixe común, os planetas do sistema solar teñen tamaños moi diferentes; velaí os seus radios:

Mercurio	2.435 km
Venus	6.050 Km
A Terra	6.378 km
Marte	3.393 km
Xúpiter	71.347 Km
Saturno	60.401 km
Urano	25.400 km
Neptuno	22.324 km
Plutón	4.000 km

- Ordenar de menor a maior os planetas do sistema solar.

- Atendendo á súa forma esférica, calcula-los volumes de cada un deles. Aproximar con tres cifras significativas.

- Dicar canta veces cabe cada un deles dentro do Sol.

- Sobre un papel tamaño folio debuxa unha semi-circunferencia de aproximadamente 14 cm de radio. Supón que é unha porción do planeta Xúpiter; debuxa as circunferencias asociadas ós planetas Mercurio, A Terra, Marte, Urano e Plutón nas proporcións que lles correspondan. De querer debuxa-lo Sol a esta escala, ¿canto mediría o radio da súa circunferencia?

Actividade 2.6.: A magnitude velocidade

Enténdese por velocidade (v) dun obxecto a cantidade que resulta de dividi-lo espacio percorrido (e) polo tempo (t) que lle leva facelo:

$$v = \frac{e}{t} \bullet$$

As unidades nas que se mide a velocidade son unidades de lonxitude partido por unidades de tempo.

- Sabendo que os planetas están afectados por un movemento de traslación arredor do Sol en órbitas case circulares, calcula-la velocidade en km/h de cada planeta facendo uso dos datos da seguinte táboa:

	TEMPO DE ÓRBITA	DISTANCIA MEDIA Ó SOL EN MILLÓNS DE KM
Mercurio	87'969 días	57'9
Venus	224'7 "	108'21
A Terra	365'256 "	149'6
Marte	686'98 "	227'9
Xúpiter	11'86 anos	778'3
Saturno	29'46 "	1.428
Urano	84'018 "	2.872
Neptuno	164'78 "	4.498
Plutón	248 "	5.910

¿Aprecias algunha relación entre as distancias dos planetas ó sol e a súa velocidade?

- Sobre un papel tamaño folio debuxa un segmento de aproximadamente 30 cm. Un extremo representa a posición do Sol e o outro a posición de Plutón. Debuxa, a escala, a posición que lles corresponda ós outros planetas.

- Chámase unidade astronómica (u.a.) á distancia media entre a Terra e o Sol. Fai unha táboa onde consten as distancias medias de cada un dos planetas ó Sol en u.a., aproximando ata as milésimas. ¿Por qué a distancia de Mercurio e Venus ó Sol en u.a. son menores cá unidade?

Actividade 2.7.: A Lúa

A Lúa, o noso satélite, é unha masa esférica que orbita arredor da Terra a unha distancia media de 384.400 km. Dependendo da súa posición respecto do Sol, a parte iluminada que vemos dela pasa polas fases de nova, crecente, chea e decrecente (fig.1)

- Entre dúas fases consecutivas de Lúa chea transcorren 29 d, 12 h, 44 min, 2'9 seg, ¿canto é este tempo en horas?

Actividade 2.8.: Un robot en Marte

Supoñamos que tanto a Terra coma Marte teñan órbitas arredor do Sol perfectamente circulares de radios $149'6 \cdot 10^6$ e $227'9 \cdot 10^6$ km, respectivamente.

- ¿Cales son as distancias máxima e mínima entrámbolos dous planetas? Facer un debuxo que explique cando acontece isto.

- No caso de que a ESA (Axencia Espacial Europea) pretendese colocar un robot móbil na superficie de Marte, de xeito que ante cada obstáculo que o terreo lle presentase tivese que pedir instrucións á Terra para poder evitalo, sendo que o sinal que vai do robot á Terra e da Terra ó robot se propaga á velocidade da luz (300.000 km/s), ¿que tempo en minutos pasa desde que o robot pide axuda ata que recibe a resposta, supoñendo que a Terra emita a res-

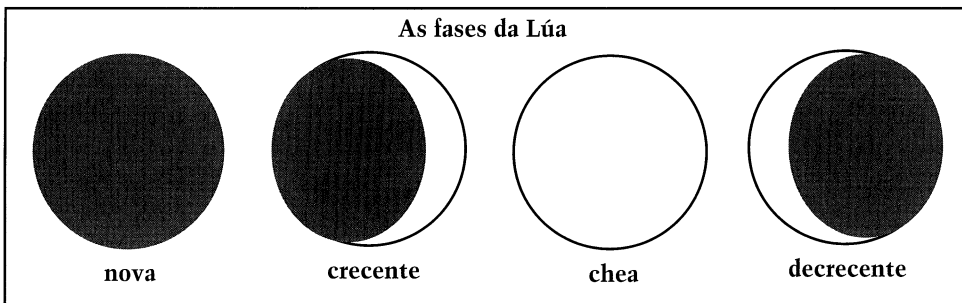


Figura 1

posta nada máis recibi-la pregunta?
(Nota: considera-la máxima distancia posible entre a Terra e Marte.)

3. DAS GALAXIAS

Actividade 3.1.: Alfa-Centauri

Máis alá da órbita de Plutón só hai algúns cometas que forman parte do propio Sistema Solar; despois deles xa só hai escuridade ata chegar á próxima estrela, a nosa veciña alfa-Centauri. Tanta é a súa distancia de nós que o tempo que tarda a súa luz en chegar ós nosos ollos é de 4'3 anos.

- Debido ás enormes distancias entre estrelas, xurdíu a necesidade de tratar con unidades de lonxitude máis axeitadas ó caso; naceu así o ano luz (a.l.), que se define como a distancia que percorre un raio de luz no tempo de un ano. ¿A cuántos quilómetros equivale un ano luz?

- ¿A canta distancia en u.a. e en km esta alfa-Centauri? Expresa os resultados en notación científica, convencional (con tódalas súas cifras) e en forma literal (con palabras).

Actividade 3.2.: A estrela Polar

Poida que a estrela máis coñecida sexa a Polar; dista de nós 470 anos luz, e dáse o curioso feito de que a súa posición sinala sempre o norte. Isto quere

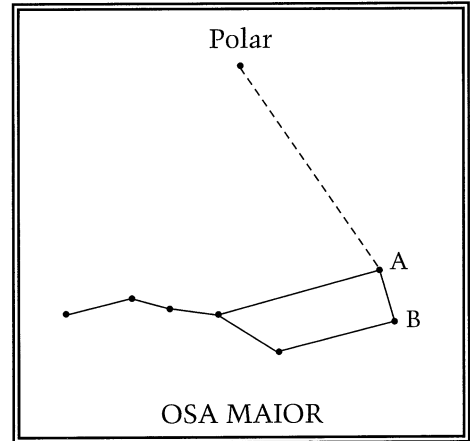


Figura 2

dicir que se te perdes nunha noite estrelada e sábe-la posición da estrela polar (fig.2), poñéndote cara a ela, ás túas costas quedará o sur; á túa dereita, o leste; e á túa esquerda, o oeste.

- Se orbitando arredor desta estrela houbera un planeta con vida intelixente e un destes extraterrestres estivese ollando cara a nós cun telescopio moi potente, a luz que el percibiría agora na súa retina sería a que saíu da Terra hai 500 anos. ¿Qué acontecementos importantes da nosa historia estaría observando? (Nota: consulta algún libro de Historia.)

4. DO UNIVERSO

Actividade 4.1.: O que hai no universo

Pódese defini-lo universo como o conxunto de toda a materia e enerxía. Fundamentalmente, o universo está

composto por galaxias e materia intergaláctica, sendo a densidade do mesmo de uns 10^{-30} g/cm³.

- Por termo medio, ¿cantos gramos haberá en 1 km³?

- Por termo medio, ¿cantos quilogramos de materia haberá en un ano luz cúbico?

Actividade 4.2.: Expansión do universo

Un dos aspectos do universo que os aparellos de medición permiten observar é que as galaxias teñen movementos, e que tenden a afastarse entre elas. Isto fai pensar que a materia do universo está nunha fase de expansión e, polo tanto, houbo un instante no pasado no que toda a masa estaba xunta, e a partir de aí comezou a propagarse polo espazo baldeiro; este comezo da expansión chámase *Big Bang*, e estímase que aconteceu hai uns $2 \cdot 10^{10}$ anos.

- Escribe a idade do universo con tódolos seus ceros; isto é, desfai a notación científica. Expresa en palabras esta cantidade.

- Tense detectado que as galaxias máis arredadas observables por telescopios e radiotelescopios afástanse de nós a unha velocidade igual ós $2/3$ da da luz. ¿Cal é a velocidade destas galaxias en km/h?

5. CONCLUSIÓN

Ata aquí a nosa viaxe. Só falta por dicir que preto de 10^5 anos despois

do Big Bang xurdiron da Terra unhas novas moléculas, compostas principalmente do elemento carbono, que actuaron como pedra angular de algo moi achegado a nós: a vida. Artelláronse logo para formaren pequenos seres unicelulares, estes evolucionaron cara ós animais pluricelulares, os invertebrados, os reptís, os mamíferos e o ser humano; este último desenvolvería dentro do seu cranio unha masa de novas células, que traballando xuntas lle permitirían ó home ter conciencia e capacidade para formular preguntas e buscar respostas. Unha pregunta sería esta: “¿Que é o universo?” Pero este era o principio da nos historia.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Arribas, A., e P. Granados (1992): *Taller de Astronomía*, Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
- Asimov, Isaac. (1971): *El Universo*, Alianza Editorial, Madrid.
- Broman, L., R. Estalella, e R. Ros (1988): *Experimentos de Astronomía*, Biblioteca de Recursos Didácticos Alhambra, Madrid.
- Davis, Paul. (1988): *El Universo Desbocado*, Salvat, Barcelona.
- Eccles, J. (1992): *La evolución del cerebro: creación de la conciencia*, Labor, Barcelona.
- Hawking, S. (1988): *Historia del tiempo*, Crítica, Barcelona.
- Herrmann, J. (1987): *Estrellas*, Edit. Blume, Barcelona.
- von Weizsäcker, C.F. (1972): *La importancia de la ciencia*, Labor, Barcelona.