

### 3.12. CONFERENCIA PARALELA 12

#### *Aplicaciones de las Matemáticas en la solución de problemas de la Astronomía*

Alberto Quijano Vodniza, [aquijanov@gmail.com](mailto:aquijanov@gmail.com), Observatorio Universidad de Nariño.

**Resumen.** Mediante esta conferencia se pretende visualizar a los Profesores del bachillerato y de la universidad, cómo se pueden solucionar problemas interesantes en el campo de la Astronomía, empleando técnicas algebraicas, geométricas, de trigonometría esférica, ecuaciones diferenciales y métodos numéricos.

**Palabras claves.** Métodos numéricos, trigonometría esférica, astronomía.

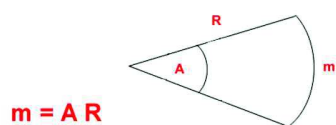
#### 1. Presentación.

Mediante la aplicación de conceptos elementales de álgebra y geometría se puede calcular el diámetro real de un cuerpo celeste, la distancia recorrida por un asteroide o cometa, y su velocidad. Estos cálculos están al alcance de un alumno de educación secundaria. Otros problemas más complicados requieren de la trigonometría esférica y de los métodos numéricos, cuya solución está evidentemente a nivel universitario.

#### 2. Desarrollo de la temática.

Un ejercicio muy interesante es la estimación de la velocidad del satélite Io de Júpiter empleando fotografías capturadas desde el Observatorio Astronómico de la Universidad de Nariño. Para realizar estos cálculos se emplea el siguiente gráfico:

$$A = m / R$$



$$m = A R$$

**A = Angulo medido en radianes**  
**m = Longitud del arco (kms)**  
**R = Radio (kms)**

Donde el ángulo A se obtiene mediante fotografías y R es la distancia existente entre el cuerpo celeste y nuestro planeta.

**Nota importante:** Este proyecto fue realizado con alumnos del colegio Javeriano del grado sexto de la ciudad de Pasto.

## Cálculo de la velocidad de Io alrededor de Júpiter

Coordenadas de Io en la foto inicial : (142,195)

Coordenadas de Ganímedes: (343,412)

Distancia experimental entre los dos satélites:  $=\sqrt{(343-142)^2+(412-195)^2}=295.78$  (en pixeles)

Nota: La distancia verdadera según el programa SKY es de 305 segundos de arco.

Por tanto la escala de esta foto es:  $305/295.78 = 1.031171817$  segundos de arco por pixel

Coordenadas de Io en la foto final : (175,236)

Coordenadas de Ganímedes: (370,442)

Distancia experimental entre los dos satélites:  $=\sqrt{(370-175)^2+(442-236)^2}=283.66$  (en pixeles)

Nota: La distancia verdadera según SKY es de 288 segundos de arco.

Por tanto la escala de esta foto es:  $288/283.66 = 1.015300007$  segundos de arco por pixel

Promedio en la escala:  $(1.031171817+1.015300007) / 2 = 1.023235912$  segundos/pixel.

**Io** se ha movilizado un espacio igual a:  $295.78 - 283.6 = 12.12$  pixeles. Aplicando el promedio tenemos que

la distancia verdadera recorrida en el espacio es:  $(12.12 \text{ pixeles}) \cdot (1.023235912) = \text{segundos de arco/pixel} =$

13 segundos de arco. Por consiguiente:

$$A = A_{\text{segundos de arco}}/3600 = 13 / 3600 = 0.004 \text{ grados} = 0.00007 \text{ radianes}$$

$$A_{\text{radianes}} = (A_{\text{grados}} \cdot \pi) / 180 = (0.004) \pi / 180 \quad R = \text{Distancia Júpiter - Tierra} = 651567612.6 \text{ kms ,}$$

$$m = A \cdot R = (0.00007)(651567612.6) = 45610 \text{ kms}$$

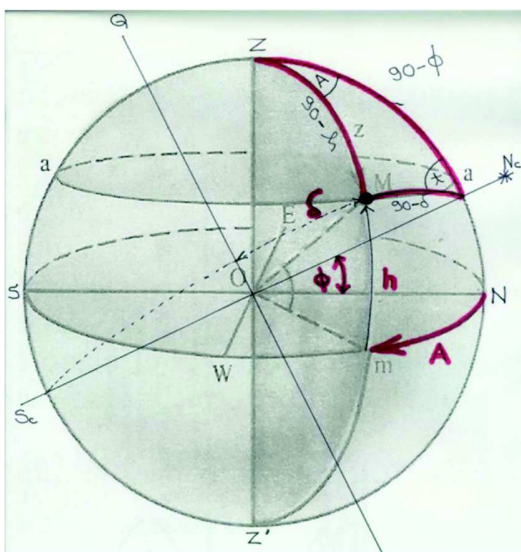
$$t = (21^{\text{H}} 30' 28'') - (20^{\text{H}} 40' 03'') = 50' 25'' = 3025 \text{ segundos}$$

Por tanto la velocidad de lo es:  $V = m / t = 45610 \text{ (kms)} / 3025 \text{ (seg)} = 15.1 \text{ kms / seg.}$

### OTROS PROBLEMAS INTERESANTES

1. Cómo determinar el azimut de salida del sol durante un año ?

Se emplea para ello el triángulo esférico fundamental y el teorema de los cosenos. Se encuentra que el sol sale por el oriente únicamente en los equinoccios; un resultado “sorprendente” para la mayoría de las personas, pues es común escuchar que el sol siempre sale por el oriente.



$$\text{sen } \delta = \text{sen } \phi \text{ sen } h + \text{cos } \phi \text{ cos } h \text{ cos } A$$

2. Cómo encontrar el valor de  $E$  en la ecuación de Kepler :  $M = E - e \text{ sen } E$
3. Planteamiento de solución de problemas complejos mediante Métodos Numéricos.
4. **Conclusiones.**

Empleando técnicas matemáticas estudiadas en el bachillerato es posible estimar los diámetros de cuerpos celestes y medir su velocidad a través de la esfera celeste. A nivel universitario, la mayor parte de las ecuaciones diferenciales que aparecen en la Astronomía se deben resolver aproximadamente mediante métodos numéricos. Se ha observado mucho interés en alumnos de bachillerato y de las universidades, el estudio de este tipo de problemas ,ya que se convierten en cierta forma en un reto académico.

5. **Referencias bibliográficas.**

Bakulin P.I, Kononovich E.V. Curso de Astronomía General. Editorial MIR, Moscú.

1. Zeilik M, Smith P. *Introductory Astronomy & Astrophysics*. Saunders Publishing. N.Y
2. Quijano Vodniza, Alberto. Determinación experimental de la velocidad de translación del satélite Io alrededor de Júpiter. XXI Congreso Nacional de Física. Barranquilla. Octubre 2005.