

Candidate Marks Report

Series : M18 2018

This candidate's script has been assessed using On-Screen Marking. The marks are therefore not shown on the script itself, but are summarised in the table below.

| | | |
|------------------|-------------------|---|
| Centre No : | Assessment Code : | PHYSICS EE EXTENDED ESSAY in SPANISH |
| Candidate No : | Component Code : | EE(SPA)TZ0 |
| Candidate Name : | | |

In the table below 'Total Mark' records the mark scored by this candidate.
'Max Mark' records the Maximum Mark available for the question.

| Examiner: | |
|--------------|--------------------------|
| Paper: | M18physiEEES0XXXX |
| Paper Total: | 25 / 34 |
| Question | Total / Max Mark Mark |
| Criterion A | 4 / 6 |
| Criterion B | 5 / 6 |
| Criterion C | 9 / 12 |
| Criterion D | 1 / 4 |
| Criterion E | 6 / 6 |

Coursework confirmation

Yes

Hours supervisor spent with candidate

3

Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala

Pregunta de Investigación: ¿Utilizando dos métodos para la determinación de altura de un cohete a escala, cual es mas preciso y exacto al compararlo a un altímetro electrónico calibrado?

CriA

monografía

Asignatura: Física

Conteo de Palabras: 3772



Convocatoria: Mayo 2018

1. Índice

| | |
|------------------------------------|------------------------------|
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| MATERIALES | 5 |
| VARIABLES | 6 |
| METODOLOGÍA..... | 7 |
| <i>Método 1</i> | 7 |
| <i>Método 2</i> | 7 |
| <i>Lanzamiento de Cohete</i> | 8 |
| TEORÍA..... | 9 |
| <i>Método 1</i> | 9 |
| <i>Método 2</i> | 15 |
| DATOS | 18 |
| <i>Tabla de Datos</i> | 18 |
| CÁLCULOS..... | 18 |
| RESULTADOS | 33 |
| GRAFICAS | 34 |
| ANÁLISIS | 38 |
| EVALUACIÓN..... | 40 |
| CONCLUSIÓN | 41 |
| REFERENCIAS | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |

2. Introducción

Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala

Siempre me ha fascinado el vuelo espacial, es algo que requiere mucha habilidad para poder lograr y es algo que me gustaría ser parte algún día. Con la motivación de adentrarme más a este mundo, comencé a experimentar con los cohetes a escala, los cuales son una pequeña representación de las naves que salen a descubrir el cosmos. En este primer paso que tomé, adquirí un libro, el cual los aficionados del “hobbie” de los cohetes a escala recomiendan mucho, por ser tan completo en cuanto a todo lo que se debe saber sobre estos artefactos y también por ser escrito por los hermanos fundadores de la “National Association of Rocketry” los cuales nombraron el libro la guía oficial para los aficionados a los cohetes a escala (Stine, 2004). Leyendo este libro me interese por un capítulo fundamental el cual trata sobre la determinación de altura del cohete a escala que uno despegaría, al leer el capítulo me llamo la atención dos métodos de los varios expresados en el capítulo. Me interesaron porque tienen bases físicas y matemáticas, las cuales quiero comparar experimentalmente con un altímetro electrónico y luego concluir cual es mas efectiva y precisa al encontrar la altura.

El primer método consiste en un pequeño objeto de masa y dimensiones fijas que gracias a la ley de Stokes y Rayleigh la cual demuestra que los objetos en un fluido cuando la fuerza de resistencia del fluido es igual a la fuerza del peso del objeto, como

no tiene ninguna fuerza externa sobre el, según la primera ley de Newton, cae a velocidad constante. Por el objeto tener velocidad constante y al llegar a ella rápidamente (explico en parte de teoría) despejo la formula de velocidad para que, sabiendo la velocidad, al tomar el tiempo, el resultado es la distancia, es decir la altura del cohete cuando el objeto cae (Stine, 2004)

no es claro aquí

El segundo método aplica las leyes trigonométricas del seno, coseno y tangente, para que, usando unos aparatos contruidos a partir de unos transportadores comunes, estos obtengan el ángulo que tenga el cohete con respecto al piso y, al rastrear el cohete en dos estaciones apartadas diferentes, las cuales se miden sus distancias al cohete para luego construir un tipo de triangulo y usando matemáticas, obtener la altura de un experimento físico (Stine, 2004).

el objetivo no es muy claro

El objetivo principal de estas series de experimentos que realizare es poder encontrar la altura de un cohete a escala entre dos métodos y hallar cual es mas efectiva y precisa, lo cual conlleva a la pregunta de investigación, ¿Utilizando dos métodos para la determinación de altura de un cohete a escala, cual es mas preciso y exacto al compararlo a un altímetro electrónico calibrado?

CiA

Materiales

1 Cohete a Escala

1 Estación de Lanzamiento

5 Motores de pólvora (Mínimo)

1 Batería 9V

2 Caimanes (Positivo y Negativo)



1 Paracaídas

5 Tapones de Pólvora (Mínimo)

1 Altímetro Electrónico

1 Objeto de Masa de 3 g

1 Tira de Polietileno (30.48 cm × 2.54 cm × 0.000254 cm)

1 Rollo de Cinta

2 Transportadores

2 Alambres



Foto 1. Tomada por el Autor

Montaje Completo del Cohete a Escala, mientras se prepara la ignición

Variables

| Variables | |
|---------------|--|
| Independiente | Tiempo de caída del artefacto y los ángulos medidos por los 2 transportadores |
| Dependiente | La altura hallada mediante el uso de la ecuación de velocidad y la ecuación usando funciones trigonométricas |
| Controlada | La altura medida por el altímetro electrónico y la velocidad del artefacto |

Tabla 1. Variables que se han tenido en cuenta para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.

Metodología

- Obtener todos los materiales 
- Ensamblar el cohete a escala como expresen las instrucciones que trae

Método 1

- Lijar una moneda de hasta que esta llegue a pesar 3 g.
- Cortar un pedazo de polietileno (bolsa resistente) a las siguientes medidas:
 $30.48 \text{ cm} \times 2.54 \text{ cm} \times 0.000254 \text{ cm}$
- Pegar la moneda de lijada a la punta de la tira de polietileno ya cortada.

Método 2

- Obtener un transportador de semicírculo y hacerle un pequeño hueco en la mitad de donde se miden los ángulos (preferiblemente con un tornillo)

- Coger un clip y alargarlo y pasarlo por el pequeño hueco, se espera que quede lo suficientemente suelto para que mida con precisión los ángulos

Lanzamiento de Cohete

- Cargar el cohete con un motor de pólvora
- Armar el sistema de paracaídas, y dentro de esta cámara insertar streamer y altímetro electrónico
- Posicionar 2 personas opuestamente a 10 m de la estación de lanzamiento
- Colocar cohete en estación de lanzamiento
- Conectar caimanes al motor de pólvora
- Conectar un caimán en un polo de la batería de 9V y también al motor de pólvora
- Hacer cuenta regresiva y tocar la punta del caimán que falta por contacto al otro polo de la batería de 9V
- En lanzamiento contar segundos de caída después de que el “streamer” salga de la cámara del paracaídas
- En punto máximo de altura del cohete tomar ángulos con los transportadores modificados
- Al caer el cohete tomar la medida de altura que el altímetro electrónico tomó.
- Hacer cálculos y encontrar errores.

Teoría

Método 1

El primer método para el calculo de altura del cohete a escala consiste en lanzar un artefacto de dimensiones fijas y masa fija, el cual en el libro “Handbook of Model Rocketry” dice que se construye cortando un pedazo de polietileno y utilizando una moneda que actúa como masa del artefacto . En el libro mencionado anteriormente en la pagina 266 hay una ilustración de las medidas y de cómo debería ser el artefacto, la ilustración es la siguiente :

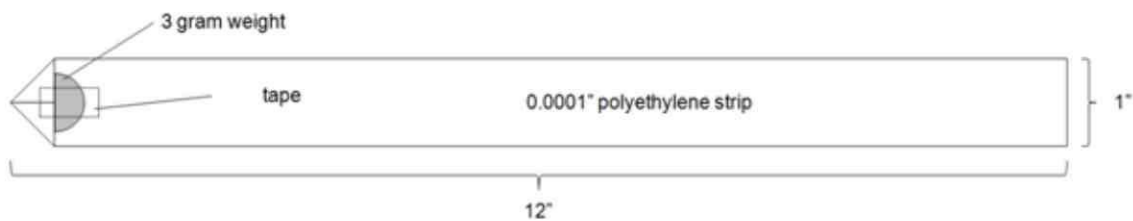


Foto 2. Tomada de página web (<http://www.hobbizine.com/rocketaltitude.html>)

Mi propio “streamer” fue este:



Foto 3. Tomada por el Autor

Y el objeto de masa de 3 g que se usó fue esta (moneda lijada)



Foto 4. Tomada por el Autor

Este artefacto fue inventado gracias a una sugerencia de un ingeniero aeronáutico llamado Douglas J. Malewicki de la reconocida empresa que fabrica aviones, Cessna Aircraft Company. Este ingeniero aeronáutico le sugirió a los autores y fundadores de la NAR que por qué no usaban un “streamer” (el cual es una forma de artefacto de rescate del cohete a escala como lo es un paracaídas, el cual tiene gran resistencia de aire) de dimensiones fijas y masa fija para que, como alcanza su velocidad terminal (explico más adelante) rápidamente, puede aplicarse en la ecuación del movimiento $v = distancia/tiempo$, la cual sabiendo su velocidad esta se despeja y la ecuación queda $d = v \times tiempo$, este artefacto se pone en el espacio donde esta el paracaídas para que cuando lo expulse, este artefacto caiga y se tome simplemente el tiempo de caída y se aplica la ecuación y se da la altura máxima a la que llego el cohete a escala. (Stine, 2004)

Para entender este método es importante explicar porque y como este artefacto de masa y dimensiones fijas llega a su velocidad terminal.

Cuando cualquier cosa cae en la atmosfera, el objeto que cae ~~esta pasando por un~~ fluido, el cual es el aire. Cuando cae el objeto la fuerza de rozamiento del aire actúa en contra del movimiento hacia abajo que esta realizando el objeto por el efecto de la gravedad. (BBC, 2014) (NASA, 2015)

la explicación es correcta aunque el formato es poco claro

Dos físicos estudiaron el fenómeno de la fuerza que actúa en contra de un objeto cayendo en un fluido. Los nombres de ellos fueron Sir George Stokes el cual creo la ley de Stokes la cual expone una formula que habla sobre la acción de la fuerza de fricción sobre una esfera en un fluido viscoso haciendo un flujo laminar. En su ley expone que cuando la fuerza de fricción es igual a la fuerza del peso del objeto, según la primera ley de Newton que dice que si no hay ninguna fuerza externa que actúa sobre el objeto, el objeto cae a velocidad constante, dando su velocidad terminal. (Hands-On Math, 2011), (EcuRed, 2010)

En el experimento que realizo Stokes hubo un flujo laminar el cual es que cuando el objeto pasa por el fluido, el fluido pasa en la forma de laminas alrededor del objeto. (Hands-On Math, 2011)


El otro físico fue John William Strutt, Tercer Barón de Rayleigh el cual en vez de estudiar la caída de un objeto en un fluido viscoso dando un flujo laminar, estudio el flujo turbulento, el cual sucede cuando en un objeto, el flujo que pasa por el no pasa en línea recta como el laminar sino que las partículas van a todas las direcciones y con movimiento irregular, este tipo de flujo es el mas común cuando un objeto cae por el aire. (Hands-On Math, 2011) (Pearson)

Este tipo de flujo es el que sucede en el experimento. Cuando un objeto cae o va adquiriendo mas velocidad la fuerza de la resistencia del aire también aumenta. Esto sucede cuando, por ejemplo, vas en tu auto a 10 km por hora y si sacas la mano por la

ventana sentirás una pequeña brisa, mientras que si vas a 100 km por hora y sacas la mano, el aire te hará tanta resistencia que se te hará difícil mantener la mano quieta (Segal, 2016). En la ecuación de Rayleigh el descubre que la resistencia del aire va aumentando al cuadrado mientras que la velocidad aumenta. Por eso la ecuación de Rayleigh despejada para encontrar la velocidad terminal es $v = \sqrt{\frac{2(m \cdot g)}{\rho \cdot A \cdot C_d}}$ (Hands-On Math, 2011)

Cd

Donde m es la masa, g es la aceleración de la gravedad, ρ es la densidad del fluido, v es la velocidad del objeto, C_d es el coeficiente de resistencia y A es el área proyectada del objeto la cual es el área de la sombra del objeto. Por la forma del artefacto y el material, este crea un flujo turbulento y crea resistencia del aire el cual, según el libro, iguala la fuerza del peso de los 3 gramos del artefacto, dando una velocidad aproximada a la que dice el libro, la cual es de 18 pies/segundo. (Stine, 2004)

En el experimento no se calculó la velocidad terminal del artefacto con la ecuación ya que no se conoce el coeficiente de resistencia exacto del artefacto, lo cual si se encuentra un valor para basarse probablemente la velocidad no sea la que es en realidad. Lo que se hizo en vez en el experimento fue comprobar lo que hallaron los hermanos Stine, entonces se midió la altura de un lugar alto y se lanzo el artefacto y se midió el tiempo de caída.  Se uso también un método para medir el tiempo de caída para que la medición y el resultado fuesen lo mas precisos y exactos posible, este método lo observe en un video de YouTube (Rober, 2017) en el cual propone tomar un video de la caída de cualquier cosa en cámara lenta, luego tomar el tiempo de este

el método empleado es ingenioso

video en cámara lenta y multiplicarlo por el numero de fps que tiene la cámara lenta del iPhone 7 (el cual fue el teléfono que se uso). La altura del lugar se midió con una cuerda que se amarro a una masa para que cayera y luego con un marcador marcar donde sostenía la cuerda y luego medir la cuerda con un metro.

Los datos que tome para eso fueron estos.

| Velocidad Terminal de "Streamer" | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Altura (m)(m) ($\pm 0.5\text{mm}$) | 17.370 | 17.345 | 17.335 | 17.325 | 17.310 |
| Tiempo (s) ($\pm 0.5 \text{ ms}$) | 3.05 | 2.97 | 3.12 | 3.22 | 3.15 |



Tabla 2. Velocidad Terminal de "Streamer" para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.

Y el resultado fue

| Velocidad Terminal de "Streamer" | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Altura (m) ($\pm 0.5\text{mm}$) | 17.370 | 17.345 | 17.335 | 17.325 | 17.310 |
| Tiempo (s) ($\pm 0.5 \text{ ms}$) | 3.05 | 2.97 | 3.12 | 3.22 | 3.15 |
| Velo (m/s) | 5.70 | 5.84 | 5.56 | 5.38 | 5.50 |

Tabla 3. Velocidad Terminal de "Streamer" la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.

Observando y analizando el resultado se cumplió lo que expusieron los hermanos Stine ya que el resultado fue muy cercano a lo que dice en el libro. Esto demuestra que si es real lo que dice en el libro y que el artefacto, sabiendo todos estos valores, esta listo y es apropiado para el experimento.

Teniendo ya la altura obtenida por este método, se pueden comparar los valores de este método y del altímetro electrónico.

Método 2

Los antiguos astrónomos griegos pensaban que el cielo estaba dentro de una esfera entonces estudiaban figuras como triángulos dentro de esferas. Los triángulos que formaban era para medir las distancias mediante los ángulos que formaban con el piso. Luego en India se creo el seno, coseno y tangente en donde mediante la rotación de una cuerda, nombraron las funciones con los catetos que conocemos hoy, llamándolos "jva" lo cual significa semi-cuerda. (matrignonometria, 2008)

CnD

En la modernidad ya teniendo la trigonometría como una área de estudio aparte, bien investigada y desarrollada, se usa para muchas cosas, por ejemplo, en la NASA cuando un cohete despegue y los ingenieros tienen que saber la altitud a la que va el cohete, además del altímetro electrónico que hay en el cohete, hay alrededor de la base de despegue varias estaciones con láseres que apuntan al cohete y miden el ángulo al cohete lo cual luego en un computador se transforma la información a un programa que se basa en las funciones trigonométricas. (NASA JPL, 2015)

el trabajo es interesante y se explica claramente pero en forma desordenada.

En el segundo método se hace algo parecido pero con materiales mas caseros y con solo dos “estaciones”.

El principio de la medición de altura es dividir un triangulo escaleno en 2 para crear dos triángulos rectángulos, luego con las funciones de sin, cos y tan se encuentra la altura con la función coseno la cual se define mas adelante, ya que los datos obtenidos son los necesarios, estos ángulos hallados tienen que ser restados por 90 ya que al usar un medio transportador estos no tienen los ángulos para el plano en el que se hace la experimentación. Al trasportador se le hacen unas modificaciones para que este mida los ángulos entre la persona y la altura final del cohete a escala, este se ve así:

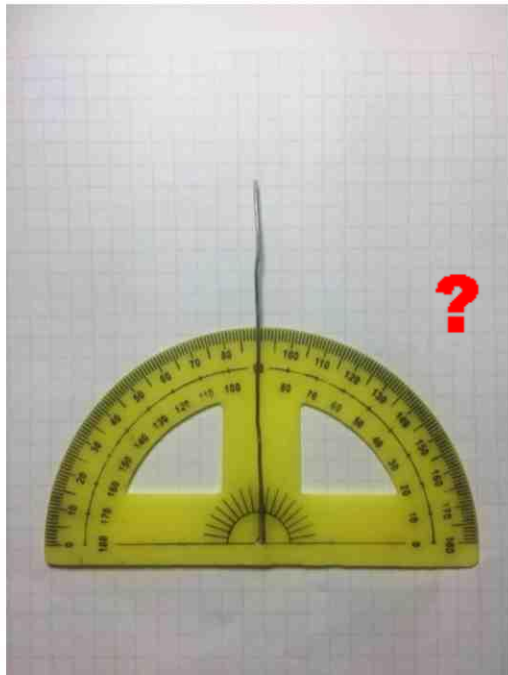



Foto 5. Tomada por el Autor

Las funciones trigonométricas fundamentales son el seno el coseno y la tangente.  El seno es definido como el cociente del cateto opuesto con la hipotenusa. El coseno es definido por el cociente del cateto adyacente con la hipotenusa. Finalmente la tangente es definida como el cociente del cateto opuesto con el cateto adyacente (Anonimo, 2016). En el experimento con el método 2 con el uso de dos transportadores modificados (explicados en metodología) que hacen posible medir el ángulo entre el cohete en su máximo punto y el suelo. Con la toma de los dos ángulos se construye un triángulo en el cual se saben los datos de los 3 ángulos y la distancia de la base del triángulo (10 m). Con estos datos se construyen dos ecuaciones y estas se igualan para saber la distancia de la base al estar dividida en dos secciones no iguales. La función que se usa para hallar la altura de este triángulo que representa el punto máximo que alcanza el cohete, es la función tangente ya que lo que se tiene que hallar es el cateto opuesto y se sabe el valor del cateto adyacente y el valor del ángulo entre la hipotenusa y el cateto adyacente. Las ecuaciones que se construyen y que luego se igualan son las siguientes

$$\begin{aligned} h &= \text{altura} \\ x &= \text{base dividida no igual} \\ \theta 1 &= \text{ángulo 1} \\ \theta 2 &= \text{ángulo 2} \end{aligned}$$

$$\tan \theta 1 = \frac{h}{x} \qquad h = x \tan \theta 1$$

$$\tan \theta 2 = \frac{h}{10-x} \qquad h = (10-x) \tan \theta 2$$

$$x \tan \theta_1 = (10 - x) \tan \theta_2$$

$$x \tan \theta_1 = 10 \tan \theta_2 - x \tan \theta_2$$

$$x(\tan \theta_1 + \tan \theta_2) = 10 \tan \theta_2$$

$$x = \frac{10 \tan \theta_2}{\tan \theta_1 + \tan \theta_2}$$

Al hallar x se puede encontrar la altura usando las siguientes ecuaciones:

$$h = x \tan \theta_1$$

$$h = (10 - x) \tan \theta_2$$

Datos

Tabla de Datos

| Experiment o N° | Altura Real (m)(± 0.5 m) | Ángulos ($^{\circ}$) ($\pm 0.5^{\circ}$) | Tiempo (s) (± 0.5 ms) |
|--------------------|----------------------------------|--|----------------------------|
| 1. | 118 | 87 y 88 | 19.82 |
| 2. | 85 | 86 y 87 | 14.27 |
| 3. | 146 | 88 y 88 | 24.86 |
| 4. | 116 | 86 y 89 | 19.53 |
| 5. | 98 | 87 y 87 | 16.39 |
| 6. | 100 | 89 y 85 | 16.55 |
| 7. | 120 | 88 y 89 | 20.24 |



Tabla 4. Tabla de Datos para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.

Cálculos

Cálculos Experimento N° 1

Altura Real = 118 m

Método 1.

Velocidad Terminal Promedio de Artefacto = 5.596 m/s

$$h = v \times t \longrightarrow h = 5.596 \frac{m}{s} \times 19.82 s \longrightarrow h = 110.91 m \approx 111 m$$

Método 2.

$$\tan 87^\circ = \frac{h}{x} \longrightarrow h = x \tan 87^\circ$$

$$\tan 88^\circ = \frac{h}{10-x} \longrightarrow h = (10-x) \tan 88^\circ$$

$$x \tan 87^\circ = (10-x) \tan 88^\circ \longrightarrow x \tan 87^\circ = 10 \tan 88^\circ - x \tan 88^\circ$$

$$x(\tan 87^\circ + \tan 88^\circ) = 10 \tan 88^\circ \longrightarrow x = \frac{10 \tan 88^\circ}{\tan 87^\circ + \tan 88^\circ} \longrightarrow x = 6.0 m$$

$$h = 6.0 m \times \tan 87^\circ \longrightarrow h = 114.4 \approx 114 m$$

$$h = (10 - 6.0 m) \times \tan 88^\circ \longrightarrow h = 114.5 \approx 114 m$$

Error Método 1.

$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$

$$EA = 118 m - 111 m \longrightarrow EA = (111 \pm 7.0) m$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{118 m - 111 m}{118 m} \longrightarrow EA = 0.059$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.059 \times 100 \longrightarrow E\% = 5.9\%$$

Error Metodo 2.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 118 \text{ m} - 114 \text{ m} \longrightarrow EA = (114 \pm 4.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{118 \text{ m} - 114 \text{ m}}{118 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.034$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.034 \times 100 \longrightarrow E\% = 3.4\%$$

Cálculos Experimento N° 2

Altura Real = 85 m

Método 1.

Velocidad Terminal Promedio de Artefacto = 5.596 m/s

$$h = v \times t \longrightarrow h = 5.596 \frac{m}{s} \times 14.27 s \longrightarrow h = 79.85 m \approx 80 m$$

Método 2.

$$\tan 86^\circ = \frac{h}{x} \longrightarrow h = x \tan 86^\circ$$

$$\tan 87^\circ = \frac{h}{10-x} \longrightarrow h = (10-x) \tan 87^\circ$$

$$x \tan 86^\circ = (10-x) \tan 87^\circ \longrightarrow x \tan 86^\circ = 10 \tan 87^\circ - x \tan 87^\circ$$

$$x(\tan 86^\circ + \tan 87^\circ) = 10 \tan 87^\circ \longrightarrow x = \frac{10 \tan 87^\circ}{\tan 86^\circ + \tan 87^\circ} \longrightarrow x = 5.7 m$$

$$h = 5.7 m \times \tan 86^\circ \longrightarrow h = 81.7 \approx 82 m$$

$$h = (10 - 5.7 m) \times \tan 87^\circ \longrightarrow h = 82.0 \approx 82 m$$

Error Método 1.

EA = Valor Verdadero – Valor Aproximado

$$EA = 85 m - 80 m \longrightarrow EA = (80 \pm 5.0) m$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{85 m - 80 m}{85 m} \longrightarrow ER = 0.059$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.059 \times 100 \longrightarrow E\% = 5.9\%$$

Error Metodo 2.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 85 \text{ m} - 82 \text{ m} \longrightarrow EA = (82 \pm 3.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{85 \text{ m} - 82 \text{ m}}{85 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.035$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.035 \times 100 \longrightarrow E\% = 3.5\%$$

Cálculos Experimento N° 3

Altura Real = 146 m

Método 1.

Velocidad Terminal Promedio de Artefacto = 5.596 m/s

$$h = v \times t \longrightarrow h = 5.596 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 24.86 \text{ s} \longrightarrow h = 139.12 \text{ m} \approx 139 \text{ m}$$

Método 2.

$$\tan 88^\circ = \frac{h}{x} \longrightarrow h = x \tan 88^\circ$$

$$\tan 88^\circ = \frac{h}{10-x} \longrightarrow h = (10-x) \tan 88^\circ$$

$$x \tan 88^\circ = (10-x) \tan 88^\circ \longrightarrow x \tan 88^\circ = 10 \tan 88^\circ - x \tan 88^\circ$$

$$x(\tan 88^\circ + \tan 88^\circ) = 10 \tan 88^\circ \longrightarrow x = \frac{10 \tan 88^\circ}{\tan 88^\circ + \tan 88^\circ} \longrightarrow x = 5.0 \text{ m}$$

$$h = 5.0 \text{ m} \times \tan 88^\circ \longrightarrow h = 143.2 \approx 143 \text{ m}$$

$$h = (10 - 5.0 \text{ m}) \times \tan 88^\circ \longrightarrow h = 143.2 \approx 143 \text{ m}$$

Error Método 1.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 146 \text{ m} - 139 \text{ m} \longrightarrow EA = (139 \pm 7.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{146 \text{ m} - 139 \text{ m}}{146 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.048$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.048 \times 100 \longrightarrow E\% = 4.8\%$$

Error Metodo 2.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 146 \text{ m} - 143 \text{ m} \longrightarrow EA = (143 \pm 3.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{146 \text{ m} - 143 \text{ m}}{146 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.020$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.020 \times 100 \longrightarrow E\% = 2.0\%$$

Cálculos Experimento N° 4

Altura Real = 116 m

Método 1.

Velocidad Terminal Promedio de Artefacto = 5.596 m/s

$$h = v \times t \longrightarrow h = 5.596 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 19.53 \text{ s} \longrightarrow h = 109.30 \text{ m} \approx 109 \text{ m}$$

Método 2.

$$\tan 86^\circ = \frac{h}{x} \longrightarrow h = x \tan 86^\circ$$

$$\tan 89^\circ = \frac{h}{10-x} \longrightarrow h = (10-x) \tan 89^\circ$$

no es necesario repetir los cálculos tantas veces

$$x \tan 86^\circ = (10 - x) \tan 89^\circ \longrightarrow x \tan 86^\circ = 10 \tan 89^\circ - x \tan 89^\circ$$

$$x(\tan 86^\circ + \tan 89^\circ) = 10 \tan 89^\circ \longrightarrow x = \frac{10 \tan 89^\circ}{\tan 86^\circ + \tan 89^\circ} \longrightarrow x = 8.0 \text{ m}$$

$$h = 8.0 \text{ m} \times \tan 86^\circ \longrightarrow h = 114.4 \approx 114 \text{ m}$$

$$h = (10 - 8.0 \text{ m}) \times \tan 89^\circ \longrightarrow h = 114.5 \approx 114 \text{ m}$$

Error Método 1.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 116 \text{ m} - 109 \text{ m} \longrightarrow EA = (109 \pm 7.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{116 \text{ m} - 109 \text{ m}}{116 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.060$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.060 \times 100 \longrightarrow E\% = 6.0\%$$

Error Metodo 2.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 116 \text{ m} - 114 \text{ m} \longrightarrow EA = (114 \pm 2.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{116 \text{ m} - 114 \text{ m}}{116 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.017$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.017 \times 100 \longrightarrow E\% = 1.7\%$$

Cálculos Experimento N° 5

Altura Real = 98 m

Método 1.

Velocidad Terminal Promedio de Artefacto = 5.596 m/s

$$h = v \times t \longrightarrow h = 5.596 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 16.39 \text{ s} \longrightarrow h = 91.72 \text{ m} \approx 92 \text{ m}$$

Método 2.

$$\tan 87^\circ = \frac{h}{x} \longrightarrow h = x \tan 87^\circ$$

$$\tan 87^\circ = \frac{h}{10-x} \longrightarrow h = (10-x) \tan 87^\circ$$

$$x \tan 87^\circ = (10-x) \tan 87^\circ \longrightarrow x \tan 87^\circ = 10 \tan 87^\circ - x \tan 87^\circ$$

$$x(\tan 87^\circ + \tan 87^\circ) = 10 \tan 87^\circ \longrightarrow x = \frac{10 \tan 87^\circ}{\tan 87^\circ + \tan 87^\circ} \longrightarrow x = 5.0 \text{ m}$$

$$h = 5.0 \text{ m} \times \tan 87^\circ \longrightarrow h = 95.4 \approx 95 \text{ m}$$

$$h = (10 - 5.0 \text{ m}) \times \tan 87^\circ \longrightarrow h = 95.4 \approx 95 \text{ m}$$

Error Método 1.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 98 \text{ m} - 92 \text{ m} \longrightarrow EA = (92 \pm 6.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{98 \text{ m} - 92 \text{ m}}{98 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.061$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.061 \times 100 \longrightarrow E\% = 6.1\%$$

CrD

Error Metodo 2.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 98 \text{ m} - 95 \text{ m} \longrightarrow EA = (95 \pm 3.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{98\text{ m} - 95\text{ m}}{98\text{ m}} \longrightarrow ER = 0.031$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.031 \times 100 \longrightarrow E\% = 3.1\%$$

CnD

Cálculos Experimento N° 6

Altura Real = 100 m

Método 1.

Velocidad Terminal Promedio de Artefacto = 5.596 m/s

$$h = v \times t \longrightarrow h = 5.596 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 16.55\text{ s} \longrightarrow h = 92.61\text{ m} \approx 93\text{ m}$$

Método 2.

$$\tan 89^\circ = \frac{h}{x} \longrightarrow h = x \tan 89^\circ$$

$$\tan 85^\circ = \frac{h}{10-x} \longrightarrow h = (10-x) \tan 85^\circ$$

$$x \tan 89^\circ = (10 - x) \tan 85^\circ \longrightarrow x \tan 89^\circ = 10 \tan 85^\circ - x \tan 85^\circ$$

$$x(\tan 89^\circ + \tan 85^\circ) = 10 \tan 85^\circ \longrightarrow x = \frac{10 \tan 85^\circ}{\tan 89^\circ + \tan 85^\circ} \longrightarrow x = 1.7 \text{ m}$$

$$h = 1.7 \text{ m} \times \tan 89^\circ \longrightarrow h = 95.3 \approx 95 \text{ m}$$

$$h = (10 - 1.7 \text{ m}) \times \tan 85^\circ \longrightarrow h = 94.9 \approx 95 \text{ m}$$

Error Método 1.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 100 \text{ m} - 93 \text{ m} \longrightarrow EA = (93 \pm 7.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{100 \text{ m} - 93 \text{ m}}{100 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.070$$

CnD

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.070 \times 100 \longrightarrow E\% = 7.0\%$$

Error Metodo 2.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 100 \text{ m} - 95 \text{ m} \longrightarrow EA = (95 \pm 5.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{100\text{ m} - 95\text{ m}}{100\text{ m}} \longrightarrow ER = 0.050$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.050 \times 100 \longrightarrow E\% = 5.0\%$$

Cálculos Experimento N° 7

CriD

Altura Real = 120 m

Método 1.

Velocidad Terminal Promedio de Artefacto = 5.596 m/s

$$h = v \times t \longrightarrow h = 5.596 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 20.24\text{ s} \longrightarrow h = 113.26 \approx 113\text{ m}$$

Método 2.

$$\tan 88^\circ = \frac{h}{x} \longrightarrow h = x \tan 88^\circ$$

$$\tan 87^\circ = \frac{h}{10-x} \longrightarrow h = (10-x) \tan 87^\circ$$

$$x \tan 88^\circ = (10 - x) \tan 87^\circ \longrightarrow x \tan 88^\circ = 10 \tan 87^\circ - x \tan 87^\circ$$

$$x(\tan 88^\circ + \tan 87^\circ) = 10 \tan 87^\circ \longrightarrow x = \frac{10 \tan 87^\circ}{\tan 88^\circ + \tan 87^\circ} \longrightarrow x = 4.0 \text{ m}$$

$$h = 4.0 \text{ m} \times \tan 88^\circ \longrightarrow h = 114.5 \approx 114 \text{ m}$$

$$h = (10 - 4.0 \text{ m}) \times \tan 87^\circ \longrightarrow h = 114.4 \approx 114 \text{ m}$$

Error Método 1.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 120 \text{ m} - 113 \text{ m} \longrightarrow EA = (113 \pm 7.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{120 \text{ m} - 113 \text{ m}}{120 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.058$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.058 \times 100 \longrightarrow E\% = 5.8\%$$

Error Metodo 2.

$$EA = \text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}$$

$$EA = 120 \text{ m} - 114 \text{ m} \longrightarrow EA = (114 \pm 6.0) \text{ m}$$

$$ER = \frac{\text{Valor Verdadero} - \text{Valor Aproximado}}{\text{Valor Verdadero}}$$

$$ER = \frac{120 \text{ m} - 114 \text{ m}}{120 \text{ m}} \longrightarrow ER = 0.050$$

$$E\% = ER \times 100$$

$$E\% = 0.050 \times 100 \longrightarrow E\% = 5.0\%$$

Resultados

| Resultados Altura | | | |
|-------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| Experimento N° | Altura Real (± 0.5 m) | Altura Método 1 (m) | Altura Método 2 (m) |
| 1 | 118 | 111 | 114 |
| 2 | 85 | 80 | 82 |
| 3 | 146 | 139 | 143 |
| 4 | 116 | 109 | 114 |
| 5 | 98 | 92 | 95 |
| 6 | 100 | 93 | 95 |
| 7 | 120 | 113 | 114 |



| Errores Alturas Método 1 | | | |
|--------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Experimento N° | Error Absoluto | Error Relativo | Error Porcentual |
| 1 | (111 \pm 7.0)m | 0.059 | 5.9% |
| 2 | (80 \pm 5.0)m | 0.059 | 5.9% |
| 3 | (139 \pm 7.0)m | 0.048 | 4.8% |
| 4 | (109 \pm 7.0)m | 0.060 | 6.0% |
| 5 | (92 \pm 6.0)m | 0.061 | 6.1% |
| 6 | (93 \pm 7.0)m | 0.070 | 7.0% |
| 7 | (113 \pm 7.0)m | 0.058 | 5.8% |

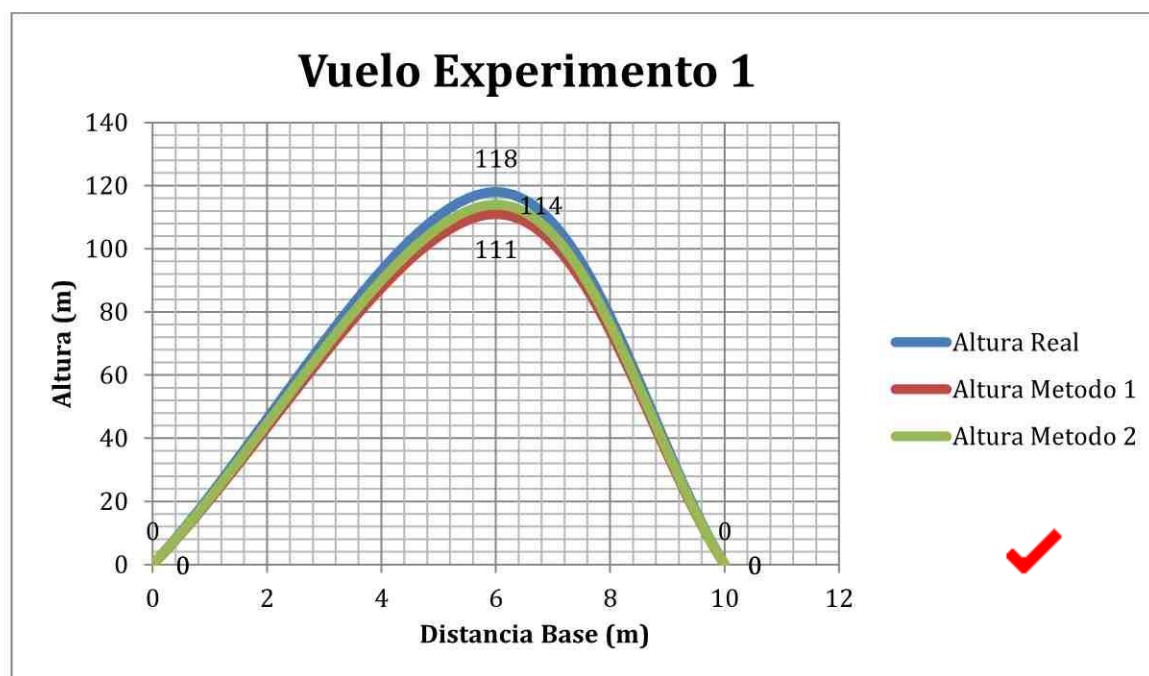
Tabla 5. Resultados Altura para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.

| Errores Alturas Método 2 | | | |
|--------------------------|----------------|----------------|------------------|
| Experimento N° | Error Absoluto | Error Relativo | Error Porcentual |
| 1 | (114±4.0)m | 0.034 | 3.4% |
| 2 | (82±3.0)m | 0.035 | 3.5% |
| 3 | (143±3.0)m | 0.020 | 2.0% |
| 4 | (114±2.0)m | 0.017 | 1.7% |
| 5 | (95±3.0)m | 0.031 | 3.1% |
| 6 | (95±5.0)m | 0.050 | 5.0% |
| 7 | (114±6.0)m | 0.050 | 5.0% |

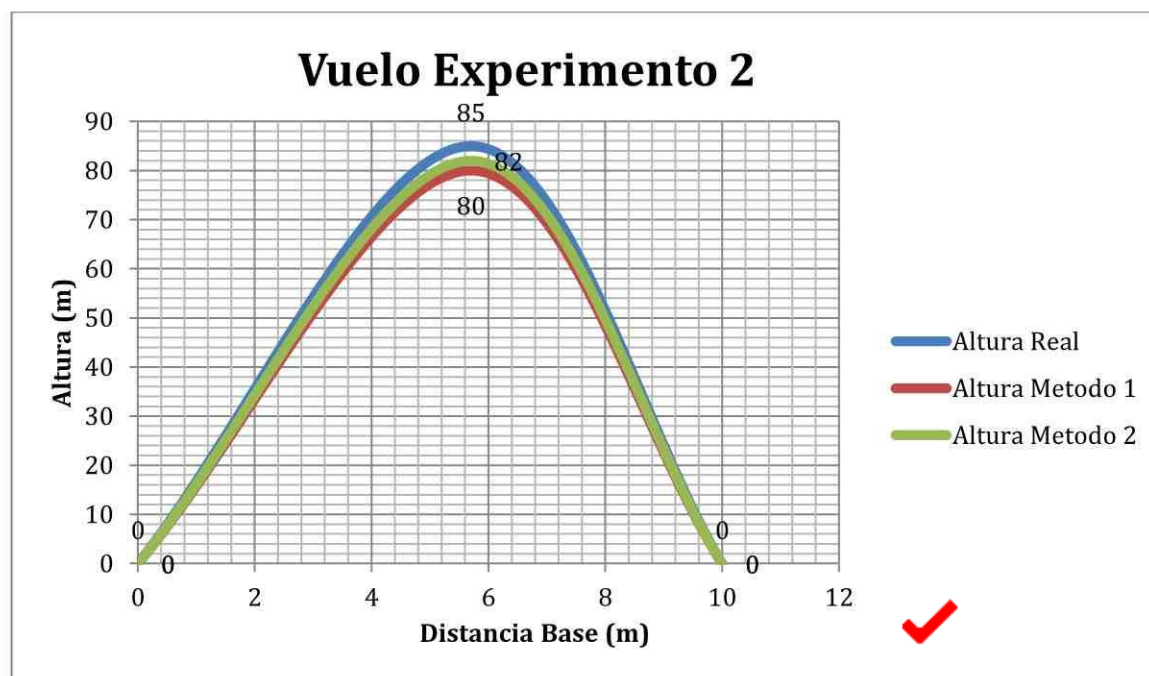
Tabla 6. Resultados Errores Altura Método 1 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.

Tabla 7. Resultados Errores Altura Método 2 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.

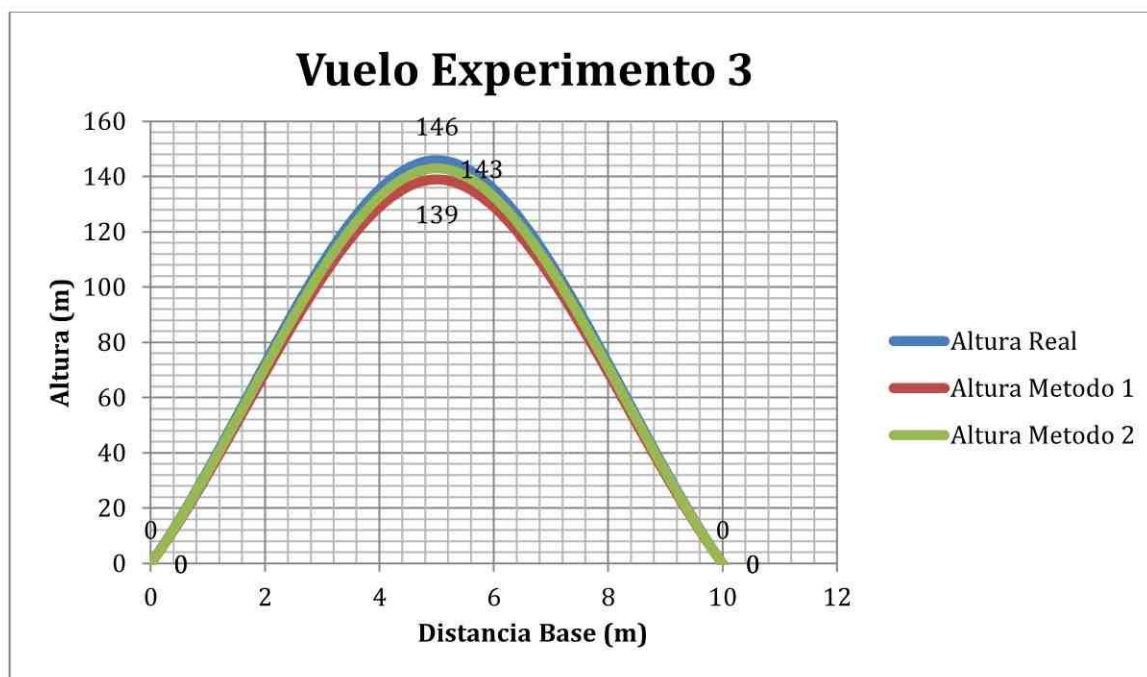
Graficas



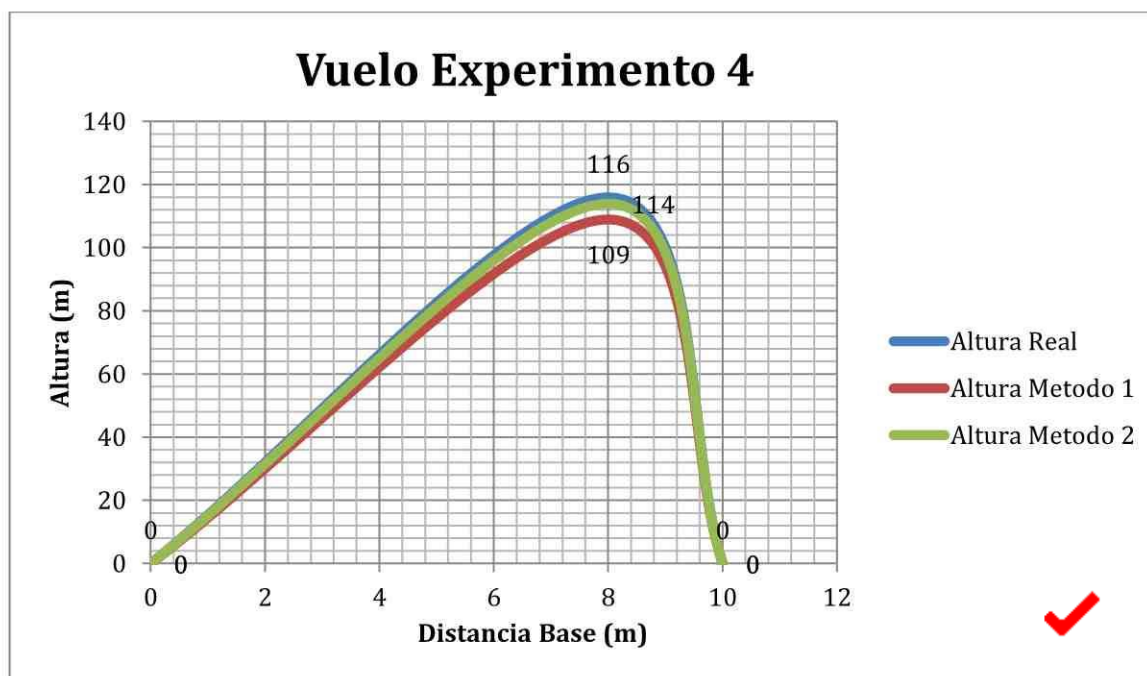
Gráfica 1. Vuelo Experimento 1 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.



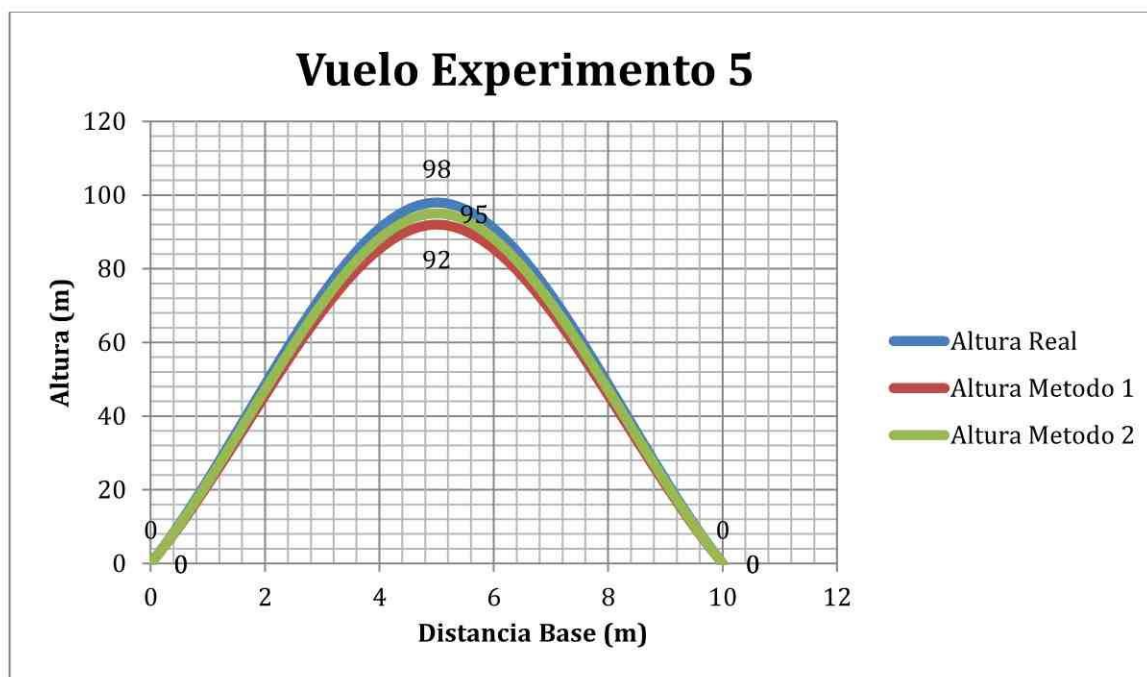
Gráfica 2. Vuelo Experimento 2 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.



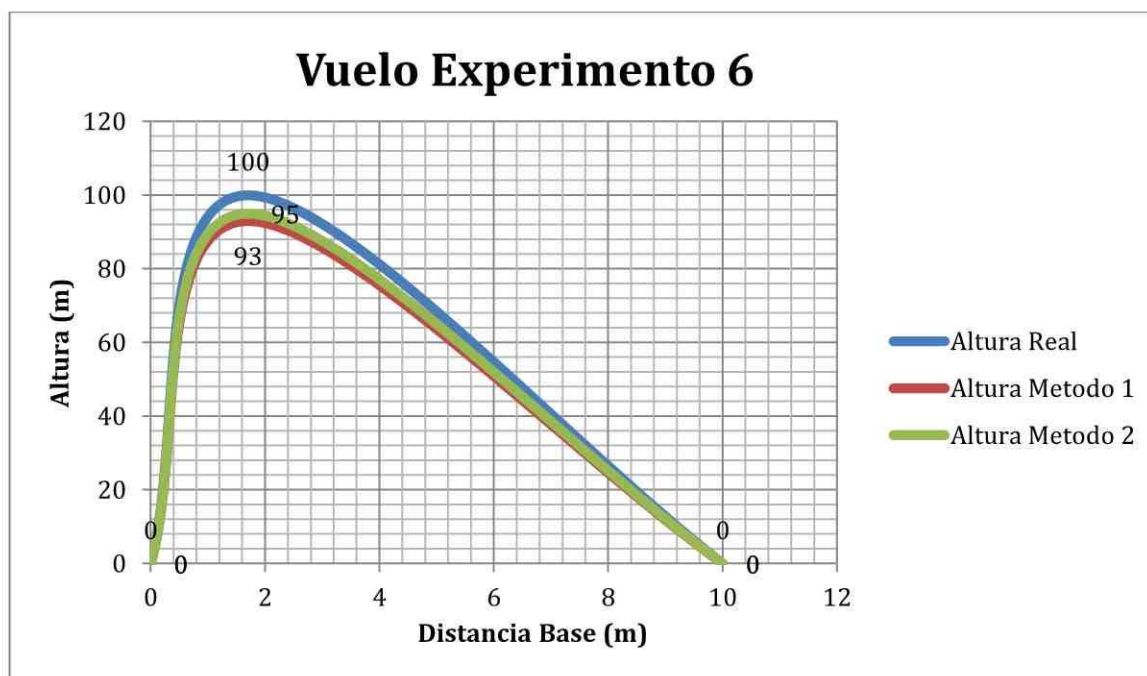
Grafica 3. Vuelo Experimento 3 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.



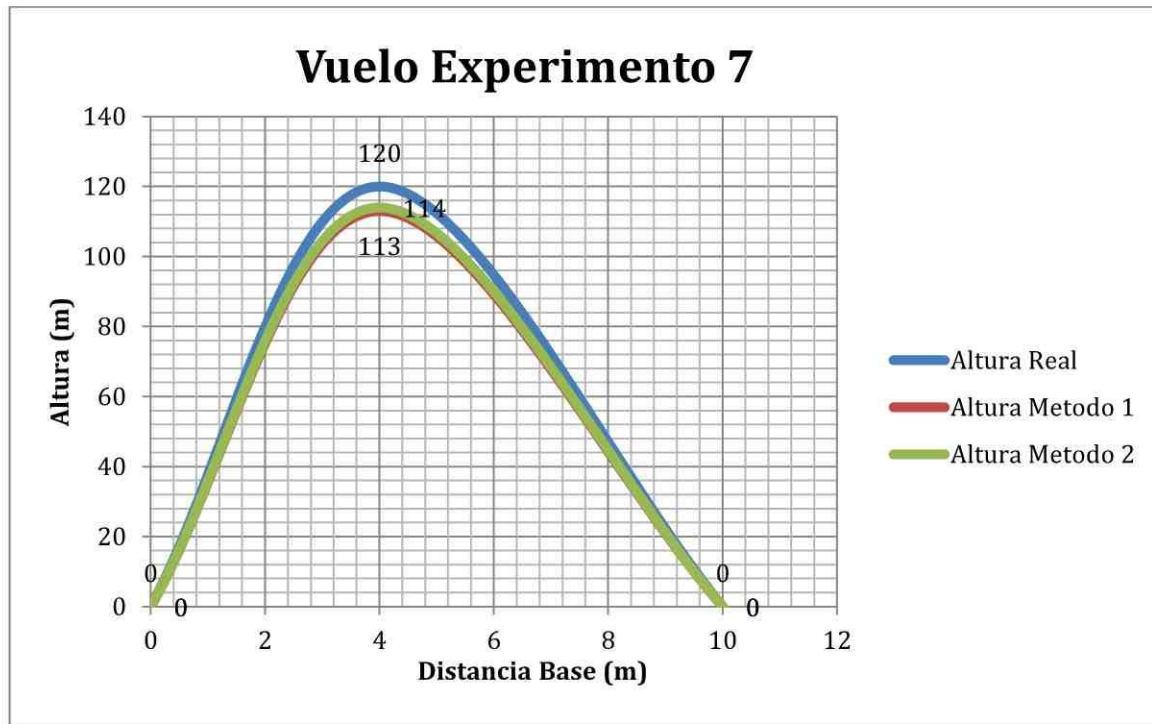
Grafica 4. Vuelo Experimento 4 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.



Grafica 5. Vuelo Experimento 5 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.



Grafica 6. Vuelo Experimento 6 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.



Grafica 7. Vuelo Experimento 7 para la monografía Determinación de Mayor Precisión y Exactitud entre dos Métodos para Hallar la Altura Máxima de Vuelo de un Cohete a Escala.

Análisis

Analizando los datos obtenidos, los datos que se obtuvieron para el método uno fueron un poco difícil de obtener en los primeros intentos de prueba, ya que en experimentos como este es complicado rastrear la caída de un objeto tan pequeño de una altura tan alta, pero se realizó una técnica mas sencilla la cual es que, como se sabe que el artefacto salía del cohete en el momento de la expulsión del paracaídas y este es causado por una explosión del motor, al ver dicha explosión se empieza el cronometro y al mismo tiempo se busca el artefacto para luego rastrearlo y saber su

momento exacto de caída. Esta técnica sirvió y ayudó a la obtención exitosa del tiempo de caída del artefacto de polietileno, el cual para la persona que quiera realizar este método se recomienda que use un pedazo de polietileno de un color llamativo para poder rastrearlo con mas facilidad como por ejemplo en esta practica se usó un pedazo de polietileno de color naranja.

CuB

Para el método 2 fue un poco mas fácil la obtención de los datos, los cuales fueron los ángulos, ya que el alambre que se añadió fue de gran uso porque este se podía sostener en un solo lugar mas fácil que una cuerda lo cual hace que la lectura de los ángulos fuera mas fácil y confiable, en cuanto a los datos como tal fue sorprendente ver que los ángulos obtenidos no eran muy diferentes a otros experimentos a pesar de que algunos vuelos del cohete fueran distinguiblemente mas altos o mas bajos que otros, lo cual me hizo cuestionar si un ángulo o dos fueran una diferencia grande de altura o no, lo cual después al hacer los cálculos la respuesta de dicha pregunta es que un grado o dos hacen gran diferencia en cuanto a altura. En cuanto a los cálculos para realizar y poder responder claramente la pregunta de investigación expuesta, además de ejecutar ambos métodos en un mismo vuelo del cohete a escala, lo que se hizo fue hallar la altura mediante las ecuaciones explicadas y expuestas anteriormente y encontrar los errores a diferencia de la altura del altímetro la cual se expone como altura real, esto se hace para saber la exactitud y precisión comparándolo a la "altura real" lo cual muestra que es mejor en cuanto a los criterios de precisión y exactitud. Finalmente en cuanto a los resultados, estos demostraron que la practica fue exitosa y fue muy cercana al valor esperado, pero al mismo tiempo distinguibles en cuanto a cual es mas precisa y exacta.

Evaluación

Evaluando la práctica y su cantidad de experimentos y en consecuencia sus datos y posteriores resultados, la practica aunque no tuvo mucho error, si tuvo error sistemático el cual podría mejorar los resultados de lo que se quiere hallar en esta serie de experimentos, predomino el error sistemático porque por el enfoque de esta monografía el error aleatorio no se tiene mucho en cuenta ya que no se puede replicar un vuelo idéntico otra vez, por eso se hacen varios vuelos de los cuales se pueden comparar en si y luego comparar entre los otros vuelos para encontrar una conclusión.

En el método 1 el error sistemático estuvo presente en cuanto a los reflejos de la persona ejecutando el cronometro, ya que es imposible empezar el cronometro exactamente en la explosión para la expulsión del paracaídas y del artefacto y también para la caída del dicho artefacto al suelo, este error sistemático se trato de mejorar al usar cámara lenta y poder rastrear el artefacto con esta misma cámara, pero esto no fue muy eficaz porque primero la cámara no tiene mucho zoom o amplificación de la toma de la imagen y tampoco por el humo del vuelo del cohete y de la misma explosión para la expulsión del paracaídas en donde salía el artefacto, se podía ver con nitidez ni la expulsión del artefacto ni tampoco el rastreo del artefacto, pero entonces otra mejora que si fue eficaz fue encontrar una persona con buena vista y reflejos que pudo efectuar exitosamente el experimento. Otro error sistemático en el método uno, el cual no se pudo remediar fue el de la expulsión para la caída del artefacto, esto es porque el motor cuando quema tiene dos etapas, una la cual es la quema total la cual es la que

impulsa el cohete a su altura máxima y luego la otra etapa o fase es la pólvora mezclada con un tipo de arena lo cual lo hace que queme lentamente haciendo que el cohete no siga subiendo sino se recline un poco y empiece su caída, cuando se quema esta mezcla se hace una explosión y se expulsa el artefacto junto con el paracaídas, en ese momento el cohete cae por unos metros lo cual hace que pierda exactitud en cuanto a la altura máxima real.

Para el segundo método el error sistemático es el uso de un transportador común, ya que por solo medir por una unidad de grado a la vez este limita la medición de grados exactos, ya que por ejemplo los transportadores comunes no miden 37.6° sino redondean a 38° , esto en los cálculos no va a ser realístico y por decir en este experimento la altura será de menor valor como pasa en algunos casos. Otra error sistemático fue hacerse a tan solo 10 m de la base de donde el cohete despegó, esto es un error porque por la altura que llega el cohete siempre darán grados de un valor alto como lo fueron 179° (en los datos aparece 89° porque se le restaron los 90° que fue explicado en la teoría del método 2), mientras que medir un ángulo como 52° es mas fácil. U otra solución para esto es usar un cohete de menor alcance de vuelo, pero es mas fácil hacerse a mas distancia, esto no fue posible en este experimento por el espacio que disponíamos era justo para poder lanzar un cohete de esta capacidad, y sin embargo este error no afectó mucho los resultados.

3. Conclusión

Al analizar los resultados y sus respectivos errores, es apropiado decir que en cuanto a los criterios de exactitud y precisión el método 2 es mejor que el método 1 ya que el método 2 tuvo una desviación y un error absoluto promedio de tan solo 3.7 m a comparación de la altura obtenida por un altímetro electrónico calibrado, mientras que el método 1 a causa de la expulsión del artefacto un poco tardío, su desviación y error absoluto promedio fue de 6.6 m el cual es igual a los metros después que se demora en expulsar el artefacto de polietileno. De igual manera el porcentaje de desviación de la altura real o esperada o el error porcentual para el método 1 es de 5.9%, mientras que el porcentaje de desviación de la altura real o esperada o el error porcentual para el método 2 es de tan solo 3.4%.



Al analizar estos resultados la precisión de los dos métodos es alta ya que para los valores esperados se encuentra consistentemente un intervalo de metros parecido, el cual para el método 1 fue, como dicho anteriormente, los metros en que caía el cohete antes de que expulsara el paracaídas y el artefacto de polietileno, mientras que para el método 2 ese intervalo de metros representa el error sistemático del transportador al no tener unidades mas pequeñas que grados, a pesar de que las tomas fueron bien hechas. En conclusión de esta monografía se demostró mediante la experimentación de dos métodos para medir la altura que el método midiendo el ángulo entre la persona y el cohete y luego aplicado a las funciones trigonométricas es mas exacto y casi igual de preciso que el método 1 el cual usa un artefacto de una velocidad terminal baja para poder aplicarlo a la ecuación de la velocidad ya que este método sufre las

consecuencias de manufactura de un motor de cohete de 2 etapas para la expulsión de paracaídas.

5. Bibliografía

Anonimo. (2016). *Funciones Trigonometricas*. Obtenido de Funciones Trigonometricas: <http://www.mty.itesm.mx/dtie/deptos/m/ma00-841-1/FuncionesTrigonometricas.htm>

BBC. (2014). *Forces and Terminal Velocity*. Obtenido de GCSE Bitesize BBC: http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/add_aqa/forces/forcesvelocityrev1.shtml

EcuRed. (2010). *Ley de Stokes*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Ley_de_Stokes

Hands-On Math. (2011). *Falling Bodies In a Fluid or Gas Part A - Gravity - Fluid Mechanics - Aerodynamics - Differential Equations*. Obtenido de Hands-On Math: http://www.vcsp.info/Chapter_4/Falling_Bodies_in_a_Fluid_or_Gas_Part_A_-_Gravity_-_Fluid_Mechanics_-_Aerodynamics_-_Differential%20Equations/Rocket_Science.aspx

mattrigonometria. (2008). *HISTORIA DE LAS RAZONES TRIGONOMETRICAS*. Obtenido de TRIGONOMETRIA: <http://mattrigonometria.blogspot.com.co/2008/11/historia-de-las-razones.html>

NASA JPL. (2015). *Stomp Rockets*. Obtenido de NASA Jet Propulsion Laboratory:

<https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/stomp-rockets/>

NASA. (2015). *Terminal Velocity (gravity and drag)*. Obtenido de National Aeronautics and Space Administration.

Pearson. (s.f.). *Fluids and Fluid Flow*. Obtenido de Fluids and Fluid Flow:

http://www.pearsonschoolsandfecolleges.co.uk/AssetsLibrary/SECTORS/Secondary/PDFs/Science/EdexcelScience/EdexcelGCESampleLessons/EdexcelASPhysics_RevisionGuide9781846905957_pg26to41.pdf

Rober, M. (2017). *1st place science fair ideas- 10 ideas and tricks to WIN!* Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=UBuH1b0Dqm0&t=240s>

Segal, S. (2016). *Air Resistance*. Obtenido de Study:

<https://study.com/academy/lesson/air-resistance-definition-formula-examples.html>

Stine, G. H. (2004). *Handbook of Model Rocketry* (Seventh Edition ed.). Hoboken, New Jersey, US: John Wiley & Sons, Inc.

SEEN

EE/RPPF

Primera evaluación en 2018

Página 1/3



International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Código personal del alumno:

Monografía: formulario de reflexión sobre la planificación y el progreso

Alumno: Este formulario debe ser completado por el alumno durante el transcurso y la finalización de su monografía. Este documento deja constancia de la reflexión sobre su progreso y planificación, así como sobre la naturaleza de los debates con su supervisor. Debe llevar a cabo tres sesiones de reflexión formal con su supervisor: la primera sesión de reflexión formal deberá centrarse en las ideas iniciales y en su planificación del desarrollo de la investigación; la sesión de reflexión intermedia se llevará a cabo cuando haya completado una parte significativa de su investigación; y la última sesión consistirá en una entrevista final que tendrá lugar una vez haya completado y entregado su monografía. Este documento sirve de registro para respaldar la autoría original de su trabajo. La suma de las tres reflexiones no deberá superar las 500 palabras.

Completar este formulario será un requisito obligatorio de la Monografía a partir de la convocatoria de exámenes de mayo de 2018 y deberá enviarse junto con la monografía finalizada para su evaluación, según lo dispuesto en el criterio E.

Supervisor: Debe llevar a cabo tres sesiones de reflexión con cada alumno: una en la primera etapa del proceso, una durante la etapa intermedia y la entrevista final. Se permite celebrar otras sesiones de consulta, pero no es necesario registrarlas en esta hoja. Después de cada sesión de reflexión los alumnos deben dejar constancia de sus reflexiones, y el supervisor debe firmar y fechar este formulario.

Primera sesión de reflexión

Comentarios de los alumnos:

En Noviembre del 2016 mi proceso de monografía comenzó, escogí física porque siempre me ha gustado la mecánica, entonces quería que mi tema fuese de esta rama.
Por este tiempo hallé un artículo de la NASA donde explicaba como encontrar la altura de vuelo de un cohete a escala con el uso de fórmulas matemáticas y físicas, a partir de eso busqué como convertirlo en tema de monografía, investigué y surgieron dos métodos con los que puedo determinar cual es el más preciso y exacto para hallar la altura de vuelo del cohete.
Antes de mi primera sesión de reflexión, había leído fuentes sobre las ecuaciones para saber como aplicarlas con los datos, ya estaba armando el cohete y ya tenía toda la metodología clara para el experimento, lo cual había discutido con mi supervisor. El próximo paso es de empezar el experimento para recolectar datos y empezar a redactar.

SEEN

Fecha: 7 marzo 2017

Iniciales del supervisor:

Reflexión intermedia

Comentarios de los alumnos:

En este momento el proceso de mi monografía va bien, ya realice el experimento físico en el cual recolecte los datos necesarios. También gracias a las fuentes que había investigado desde la ultima reflexión, estas me sirvieron para realizar la teoría completa de mi monografía. Los cálculos y los resultados están surgiendo, ya que eso es lo que voy hasta ahora. En cuanto al ultimo borrador que le entregue a mi supervisor, me dijo que tengo que mejorar mi redacción y que en lo poco que voy de datos, que estos tengan en cuenta todas las incertidumbres de medición. Finalmente después de esta reflexión tengo que escribir todos los datos, cálculos y resultados, realizar las gráficas correspondientes, hacer mi análisis, evaluación y conclusión para que mi monografía concluya y en la próxima reflexión ya tenga el resultado para que halle lo que mi monografía esta dirigida por.

SEEN

Fecha: 6/Junio/2017

Iniciales del supervisor:

Reflexión final (entrevista final)

Comentarios de los alumnos:

Ha culminado mi proceso de monografía y ha dejado habilidades de gran fruto futuro. Principalmente menciono esto porque la monografía me enseñó a manejar mi tiempo ya que sin esta habilidad esta no se puede realizar teniendo en cuenta todos los otros trabajos del programa del diploma del IB. También pude en esta monografía alcanzar metas que me haba fijado desde el inicio, ya que pude aprender a realizar y redactar trabajos que se asimilaran en ciertos aspectos a artículos científicos bien fundamentados. Pude también desmentir ideas que tuve al inicio como lo fueron pensar en que este trabajo fuera un proceso facil y de trabajo y razonamiento sencillo, lo cual resulto siendo todo lo contrario al demostrar que se fundamenta en un proceso de gran inversion de tiempo y de gran analisis y pensamiento critico. Ademas se presentaron dificultades en el proceso de la monografia la cual tambien me enseñó a sobrepasar obstaculos para entregar un trabajo de calidad. Finalmente le doy dos consejos a futuros candidatos del diploma del IB, los cuales son que aprendan a manejar y a invertir adecuadamente su tiempo en los trabajos y que sepan aprovechar los consejos y el conocimiento de su respectivo supervisor.

SEEN

Fecha: 26 SEP 2017

Iniciales del supervisor:

Comentarios del supervisor:

Desde un comienzo se le noto mucho entusiasmo con el tema escogido, supo abordar el problema desde los dos métodos a tratar y obtuvo unas buenas conclusiones de su trabajo.

Se noto que en el momento de hacer la parte experimental tuvo algunas dudas por los inconvenientes presentados, pero supo sortearlos y creo que aprendió bastante sobre la forma de abordar este tipo de problemas.

la presentación de su trabajo es muy bueno, tiene en cuenta las exigencias propias de la monografía y de la asignatura en particular.

SEEN