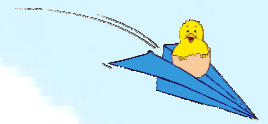


# Una competición estadística entre aviones de papel



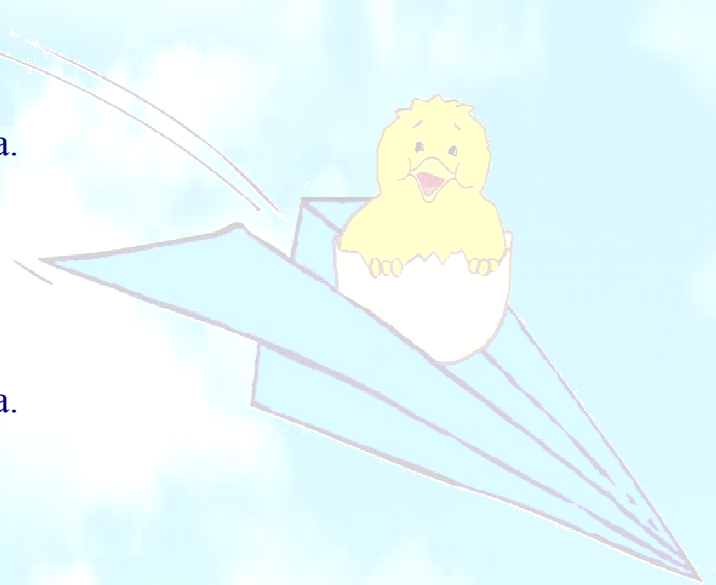
**Alumno: Sergi Ruiz Sánchez**

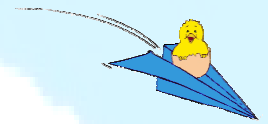
Tutora: Noelia Rojas Sedeño  
I.E.S "Juan del Villar" (Arjonilla)



# ÍNDICE

1. Introducción (El por qué de este trabajo).
2. Historia de los aviones de papel.
3. Recogida de datos.
4. Competición estadística entre mis aviones de papel
  - 4.1. Modelo 1: Eastern Star.
    - a) Características.
    - b) Resultados con la mano izquierda.
    - c) Resultados con la mano derecha.
  - 4.2. Modelo 2: Sky Barge.
    - a) Características.
    - b) Resultados con la mano izquierda.
    - c) Resultados con la mano derecha.
  - 4.3. Modelo 3: Hoop -Nosed Scooter.
    - a) Características.
    - b) Resultados con la mano izquierda.
    - c) Resultados con la mano derecha.
5. Conclusiones.
  - 5.1. Comparativa de distancias alcanzadas por los aviones.
  - 5.2. Comparativa de distancias obtenidas en los lanzamientos con la mano izquierda y derecha.
  - 5.3. Comparativa de los tiempos de vuelo alcanzados por los tres modelos.
  - 5.4. Estudio de la acrobacia de los aviones
6. Agradecimientos.
7. Anexo.





# 1. Introducción

## (El por qué de este trabajo)

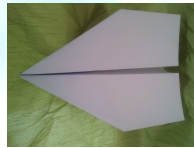
Mi trabajo estadístico va sobre los aviones de papel. Debido a mi afición al origami, y especialmente al aerogami, me surgió una duda:

¿Cuál es el mejor avión de papel?

Dispuesto a resolver mi duda, me propuse plegar varios modelos de aviones de papel y hacer un estudio estadístico para averiguar cuál es el avión que más distancia alcanza, el más planeador (mayor tiempo de vuelo) o el más acrobático. Para ello, seleccioné 3 modelos de aviones que tienen las siguientes características:

1º Eastern Star:

1º Planeador.  
2º Rápido.



2º Sky Barge:

1º Planeador.  
2º Acrobático.



3º Hoop-Nosed Scooter:

1º Acrobático.  
2º Rápido.



En primer lugar, quise estudiar qué significan estas tres características que se le atribuyen a los aviones, llegando a la conclusión de que:

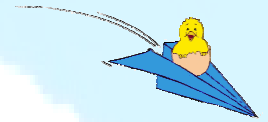
**Los aviones planeadores:** Vuelan despacio y durante un largo período de tiempo. Flotan en las corrientes de aire. Suelen volar en espacios cerrados y hay que lanzarlos con suavidad.

**Los aviones rápidos:** Son adecuados para la distancia y velocidad. Son elegantes y aerodinámicos, y su lanzamiento ha de realizarse con fuerza.

**Los aviones acrobáticos:** Son los más impresionantes tanto en el mundo de los aviones de papel como en el mundo de los aviones pilotados. Pueden realizar “loopings”, barrenas, toneles... y se pueden elevar a mitad de vuelo para realizar otra acrobacia. La forma más efectiva de lanzarlos es un lanzamiento a fuerza media y lejos del cuerpo.

A continuación, para realizar mi competición estadística con los aviones, me planteé qué tipo de variables podían influir en su vuelo. Así pues, estudié:

- **Tamaño de papel:** Hice mediciones con cada uno de estos aviones plegándolos con folios de tamaño A3 y A4.
- **Grosor del papel:** Analicé el vuelo de los tres modelos de aviones, usando papel de periódico y folios.



- **Mano con la que lanzar los aviones:** Me di cuenta de que al realizar los lanzamientos no lo hacía igual si usaba mi mano derecha o la izquierda, puesto que con una de ellas me salía un ángulo de lanzamiento menor. Así pues, quise ver si esto influía en la distancia que alcanzaba el vuelo del avión y deducir, por tanto, con qué mano es mejor realizar el lanzamiento.

## *2. Historia de los aviones de papel*

Una vez decidido el contenido de mi estudio estadístico, me propuse buscar información sobre los aviones de papel y me parece muy interesante hablar un poco de su historia.

Los aviones son una forma de aerogami, una variante del origami o papiroflexia (arte japonés de plegar papel). No se sabe con certeza cuándo se creó el primer avión de papel, pero sí se sabe que hace más que 2.000 años que se emplea el papel como instrumento para fabricar juguetes (como las cometas en China).

En el Renacimiento, Leonardo Da Vinci ya diseñó el primer modelo de avión.

A finales del siglo XVIII, los hermanos Montgolfier crearon los primeros modelos de avión, que estaban hechos de papel.

Se cree que George Cayley creó el primer modelo de planeador en el siglo XIX. Se asimilaba en forma a una cometa, pero no empleaba cuerda.

Se cree que a la hora de fabricar sus modelos, los hermanos Wright los hacían primero en papel, aunque con seguridad, se sabe que el primer modelo fue el aerodinámico (1909).

Antes de la Segunda Guerra Mundial, se recreaban en papel los aviones que serían pilotados antes de construirlos.

A partir de este acontecimiento, los aviones se han usado como medio de diversión para millones de personas.

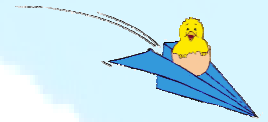
## *3. Recogida de datos*

Para realizar este estudio estadístico, he decidido lanzar cada avión 20 veces. En cada uno de los 20 lanzamientos, he tomado mediciones de la distancia alcanzada y el tiempo de vuelo.

Además, he realizado los lanzamientos con 3 tipos de papel:

- 1º: Folio de papel tamaño A4.
- 2º: Folio de papel tamaño A3.
- 3º: Folio de papel de periódico (tamaño A4)

He escogido estos tipos de papel porque quería:



- Comparar los folios de tamaño A3 y A4, para ver si el tamaño del avión influye en la trayectoria y en el tiempo de vuelo.
- Comparar el folio de papel de tamaño A4 con el periódico tamaño A4, para ver si el grosor del papel influye en el tiempo de vuelo y en la trayectoria del avión.

De estos tres tipos de papel, he realizado lanzamientos con las 2 manos, tanto con la izquierda como con la derecha, para comprobar si existe alguna variación al lanzarlos con una mano y con la otra.

## 4. Competición estadística entre mis aviones de papel

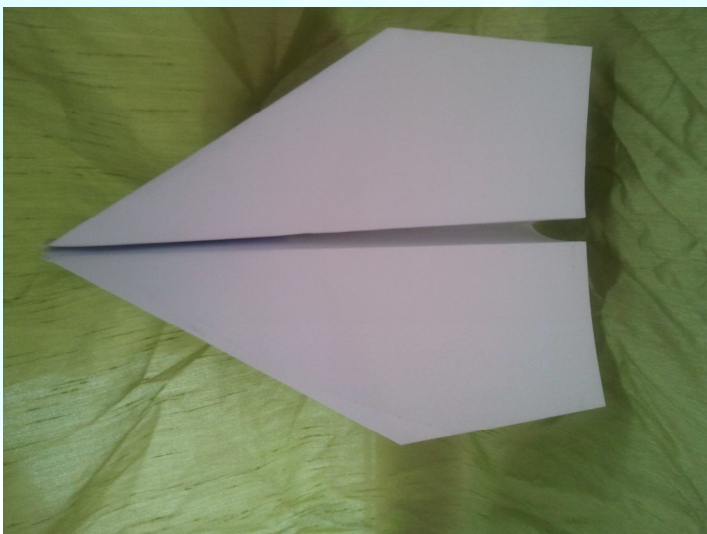
Para realizar mi competición estadística, he seleccionado tres aviones, y he buscado información sobre ellos. A continuación, describiré la información encontrada. Mi objetivo va a ser demostrar si son verdaderas o no las características que se le atribuyen a cada modelo.

### 4.1 Modelo 1: Eastern Star

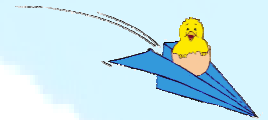
#### a) Características.

- Es **rápido**, uno de los más rápidos que he encontrado, puede recorrer distancias de entre 5 y 6 metros en menos de 1 segundo.
- Es **planeador**, ya que sus alas prolongan durante mucho tiempo su vuelo antes de tomar tierra.

Presenta el siguiente aspecto:



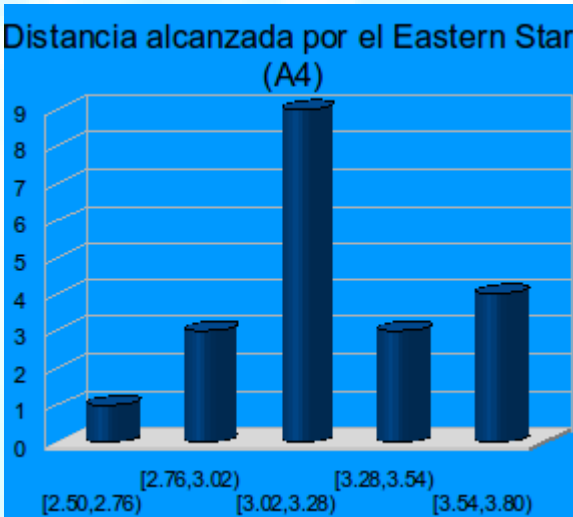
Tras lanzarlo, con los tipos de papel antes señalados y con ambas manos, obtuve los siguientes resultados:



b) Resultados con la mano izquierda.

1º: Distancia alcanzada por el avión plegado usando un folio de tamaño A4.

| li          | xi   | ni | Ni | pi | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|-------------|------|----|----|----|-----|-----------------|-------------------|
| [2.50,2.76) | 2,63 | 1  | 1  | 5  | 5   | 2,63            | 6,9169            |
| [2.76,3.02) | 2,89 | 3  | 4  | 15 | 20  | 8,67            | 25,0563           |
| [3.02,3.28) | 3,15 | 9  | 13 | 45 | 65  | 28,35           | 89,3025           |
| [3.28,3.54) | 3,41 | 3  | 16 | 15 | 80  | 10,23           | 34,8843           |
| [3.54,3.80) | 3,67 | 4  | 20 | 20 | 100 | 14,68           | 53,8756           |
|             |      | 20 |    |    |     | 64,56           | 210,0356          |

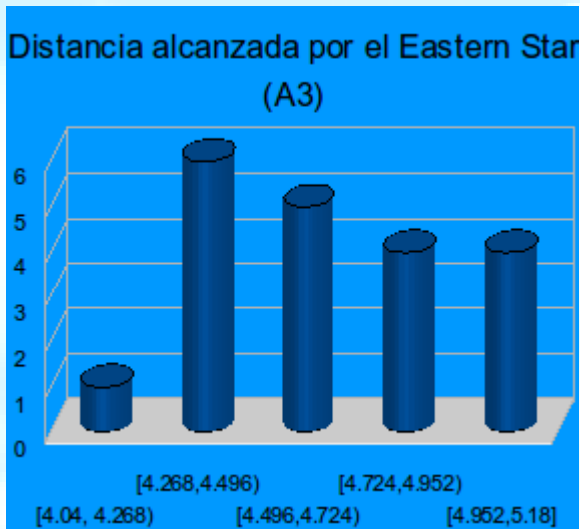
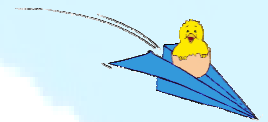


|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Media:                 | 3.228        |
| Int Modal:             | [3.02, 3.28) |
| Mediana:               | 3.193        |
| Rango:                 | 1.3          |
| Varianza:              | 0.08179      |
| D. Típica              | 0.286        |
| C. V:                  | 0.0886       |
| Cuartiles:             |              |
| 1º Cuartil:            | 3.049        |
| 2º Cuartil:            | 3.193        |
| 3º Cuartil:            | 3.453        |
| Rango Intercuartílico: | 0.404        |

En vista de los resultados obtenidos, el intervalo modal es [3.02, 3.28), concentrándose ahí el 45% de los lanzamientos. Además, la distancia media de vuelo alcanzada es de 3.228 m. Por otra parte, podemos observar que esta variable está muy poco dispersa, puesto que tiene un coeficiente de variación muy pequeño. Dado que el rango de los datos es 1.3, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 1.3 metros.

2º: Distancia alcanzada por el avión plegado usando un folio de tamaño A3

| li            | xi    | ni | Ni | pi | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|---------------|-------|----|----|----|-----|-----------------|-------------------|
| [4.04, 4.268) | 4,154 | 1  | 1  | 5  | 5   | 4,154           | 17,255716         |
| [4.268,4.496) | 4,382 | 6  | 7  | 30 | 35  | 26,292          | 115,211544        |
| [4.496,4.724) | 4,610 | 5  | 12 | 25 | 60  | 23,05           | 106,2605          |
| [4.724,4.952) | 4,921 | 4  | 16 | 20 | 80  | 19,684          | 96,864964         |
| [4.952,5.18]  | 5,066 | 4  | 20 | 20 | 100 | 20,264          | 102,657424        |
|               |       | 20 |    |    |     | 93,444          | 438,250148        |



|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| Media:                   | 4.6722         |
| Int Modal:               | [4.268, 4.496) |
| Mediana:                 | 4.6328         |
| Rango:                   | 1.14           |
| Varianza:                | 0.08305        |
| D. Típica                | 0.28819        |
| C. V:                    | 0.0617         |
| Cuartiles:               |                |
| 1 <sup>er</sup> Cuartil: | 4.42           |
| 2 <sup>o</sup> Cuartil:  | 4.6328         |
| 3 <sup>er</sup> Cuartil: | 4.895          |
| Rango Intercuartílico:   | 0.475          |

En este caso el intervalo modal es [4.268, 4.496), concentrándose ahí el 30% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.6722 metros. Como podemos observar, con el folio tamaño A3 tenemos una dispersión aún menor que con el tamaño A4. Por otra parte, la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es de 1.14 metros.

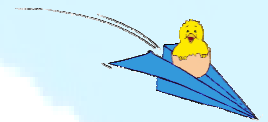
### 3º: Distancia alcanzada por el avión plegado usando un papel de periódico (tamaño A4)

| li             | xi    | ni | Ni | pi | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|----------------|-------|----|----|----|-----|-----------------|-------------------|
| [1.5, 2.386)   | 1,943 | 2  | 2  | 10 | 10  | 3,886           | 7,550498          |
| [2.386, 3.272) | 2,811 | 1  | 3  | 5  | 15  | 2,811           | 7,901721          |
| [3.272, 4.158) | 3,715 | 4  | 7  | 20 | 35  | 14,86           | 55,2049           |
| [4.158, 5.044) | 4,601 | 6  | 13 | 30 | 65  | 27,606          | 127,015206        |
| [5.044, 5.93]  | 5,487 | 7  | 20 | 35 | 100 | 38,409          | 210,750183        |
|                |       | 20 |    |    |     | 87,572          | 408,422508        |



|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Media:                   | 4.3786        |
| Int Modal:               | [5.044, 5.96) |
| Mediana:                 | 4.601         |
| Rango:                   | 4.43          |
| Varianza:                | 1.24899       |
| D. Típica                | 1.11758       |
| C. V:                    | 0.2552        |
| Cuartiles:               |               |
| 1 <sup>er</sup> Cuartil: | 3.715         |
| 2 <sup>o</sup> Cuartil:  | 4.601         |
| 3 <sup>er</sup> Cuartil: | 5.297         |
| Rango Intercuartílico:   | 1.582         |

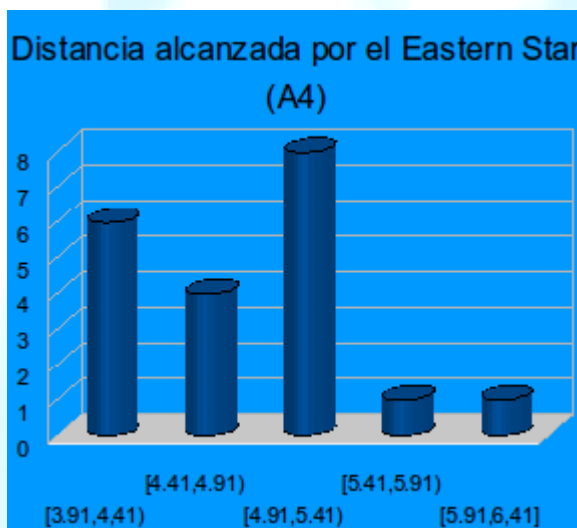
El intervalo modal para este avión es [5.044, 5.93), concentrándose ahí el 35% de los lanzamientos. La distancia media de vuelo alcanzada es de 4.3786 metros. Por otra parte, la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 4.43 metros. Por último podemos decir que presenta una alta dispersión, en comparación con el resto de las tablas, por tener un CV de 0.2552.



c) Resultados con la mano derecha

1º: Distancia alcanzada por el avión plegado usando un folio tamaño A4

| li          | xi   | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|-------------|------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [3.91,4.41) | 4,16 | 6  | 6  | 30  | 30  | 24,96           | 103,8336          |
| [4.41,4.91) | 4,66 | 4  | 10 | 20  | 50  | 18,64           | 86,8624           |
| [4.91,5.41) | 5,16 | 8  | 18 | 40  | 90  | 41,28           | 213,0048          |
| [5.41,5.91) | 5,66 | 1  | 19 | 5   | 95  | 5,66            | 32,0356           |
| [5.91,6.41] | 6,16 | 1  | 20 | 5   | 100 | 6,16            | 37,9456           |
|             |      | 20 |    | 100 |     | 96,7            | 473,6820          |



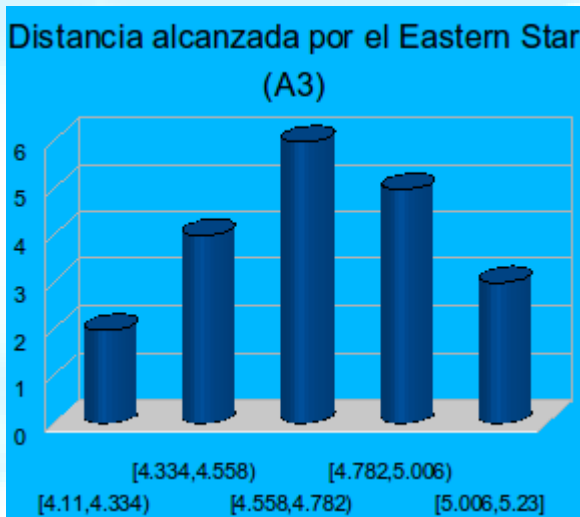
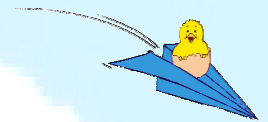
Media: 4.835  
 Int Modal: [4.91, 5.41)  
 Mediana: 4.91  
 Rango: 2.5  
 Varianza: 0.3069  
 D. Típica 0.553963  
 C. V: 0.1146  
 Cuartiles:  
 1º Cuartil: 4.327  
 2º Cuartil: 4.91  
 3º Cuartil: 5.2225  
 Rango Intercuartílico: 0.8955

En vista de los resultados obtenidos, el intervalo modal es [4.91, 5.4), concentrándose ahí el 40% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.835 metros. Por otra parte, tenemos un el rango de 2.5 metros.

2º: Distancia alcanzada por el avión plegado usando un folio de papel A3

| li            | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|---------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [4.11,4.334)  | 4,222 | 2  | 2  | 10  | 10  | 8,444           | 35,6506           |
| [4.334,4.558) | 4,446 | 4  | 6  | 20  | 30  | 17,784          | 79,0677           |
| [4.558,4.782) | 4,67  | 6  | 12 | 30  | 60  | 28,02           | 130,8534          |
| [4.782,5.006) | 4,894 | 5  | 17 | 25  | 85  | 24,47           | 119,7562          |
| [5.006,5.23]  | 5,118 | 3  | 20 | 15  | 100 | 15,354          | 78,5818           |
|               |       | 20 |    | 100 |     | 94,072          | 443,9096          |



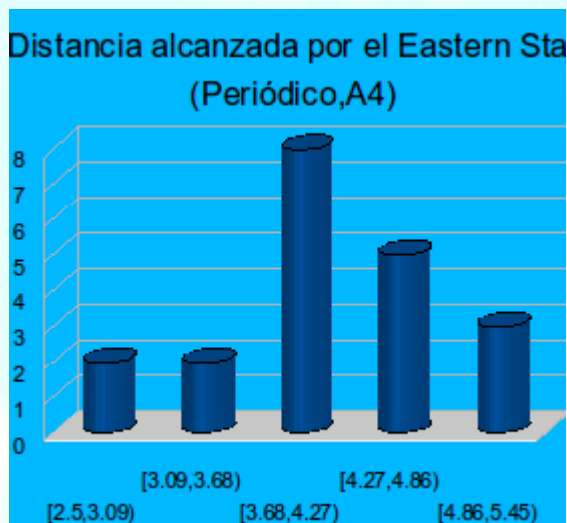


Media: 4.7036  
 Int Modal: [4.558, 4.782)  
 Mediana: 4.7073  
 Rango: 1.12  
 Varianza: 0.0716  
 D. Típica: 0,26763  
 C. V: 0,0569  
 Cuartiles:  
 1<sup>er</sup> Cuartil: 4.502  
 2<sup>o</sup> Cuartil: 4.7073  
 3<sup>er</sup> Cuartil: 4.9264  
 Rango Inter cuartil: 0.4244

En este caso tenemos un intervalo modal de [4.558, 4.782), concentrándose ahí el 30% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.7036 metros. Por otra parte, podemos observar que esta variable es la que menos dispersión presenta de todas las estudiadas, puesto que tiene el coeficiente de variación más pequeño. Por último, podemos decir que, dado que el rango es 1.12, la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 1.12 metros.

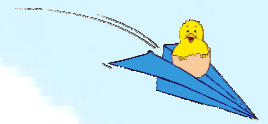
3º: Distancia alcanzada por el avión plegado usando un papel de periódico (tamaño A4)

| li           | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|--------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [2.5, 3.09)  | 2,795 | 2  | 2  | 10  | 10  | 5,59            | 15,6241           |
| [3.09, 3.68) | 3,385 | 2  | 4  | 10  | 20  | 6,77            | 22,9165           |
| [3.68, 4.27) | 3,975 | 8  | 12 | 40  | 60  | 31,8            | 126,4050          |
| [4.27, 4.86) | 4,565 | 5  | 17 | 25  | 85  | 22,825          | 104,1961          |
| [4.86, 5.45) | 5,155 | 3  | 20 | 15  | 100 | 15,465          | 79,7221           |
|              |       | 20 |    | 100 |     | 82,45           | 348,8637          |



Media: 4.1225  
 Int Modal: [3.68, 4.27)  
 Mediana: 4.1225  
 Rango: 2.95  
 Varianza: 0.4482  
 D. Típica: 0.6695  
 C. V: 0.1624  
 Cuartiles:  
 1<sup>er</sup> Cuartil: 3.75375  
 2<sup>o</sup> Cuartil: 4.1225  
 3<sup>er</sup> Cuartil: 4.624  
 Rango Inter cuartil: 0.87025

Para este caso tenemos intervalo modal de [3.68, 4.27), concentrándose ahí el 40% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.1225 metros, coincidiendo además con la mediana. Por otra parte, podemos observar que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 2.95 metros.



## 4.2 Modelo 2: Sky Barge

### a) Características

- Es **planeador**, ya que sus alas le permiten aguantar en el aire durante mucho tiempo.
- Es **acrobático**, ya que puede dar muchas vueltas sobre sí mismo sin desviarse de rumbo ni precipitarse contra el suelo.

Posee este aspecto:

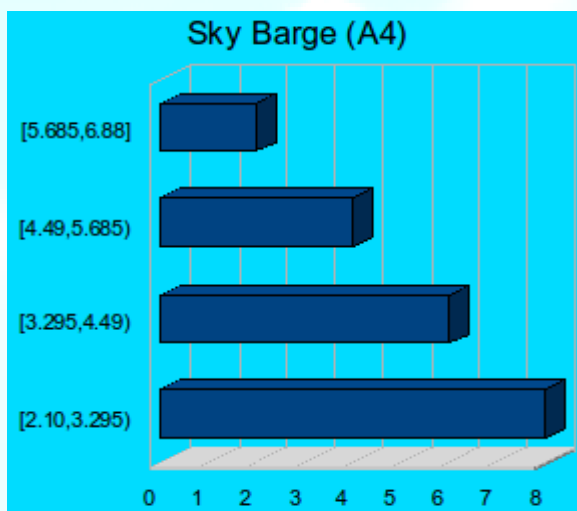


Tras lanzarlo varias veces con ambas manos obtuve estos resultados.

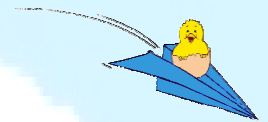
### b) Resultados con la mano izquierda

1º: Distancia alcanzada por el avión plegado en un folio de papel A4

| li           | xi     | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|--------------|--------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [2.10,3.295) | 2,6975 | 8  | 8  | 40  | 40  | 21,58           | 58,2121           |
| [3.295,4.49) | 3,8925 | 6  | 14 | 30  | 70  | 23,355          | 90,9093           |
| [4.49,5.685) | 5,0875 | 4  | 18 | 20  | 90  | 20,35           | 103,5306          |
| [5.685,6.88] | 6,2825 | 2  | 20 | 10  | 100 | 12,565          | 78,9396           |
|              |        | 20 |    | 100 |     | 77,85           | 331,5916          |



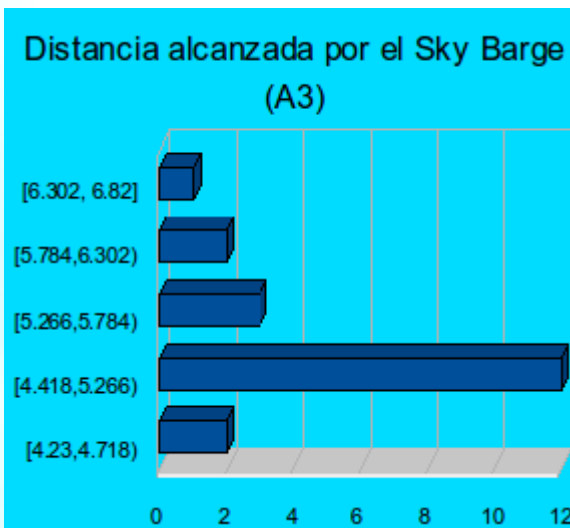
|                        |               |
|------------------------|---------------|
| Media:                 | 3.8925        |
| Int Modal:             | [2.10, 3.295) |
| Mediana:               | 3.693         |
| Rango:                 | 4.78          |
| Varianza:              | 1.4280        |
| D. Típica              | 1.19498954    |
| C. V:                  | 0.3070        |
| Cuartiles:             |               |
| 1º Cuartil:            | 2.847         |
| 2º Cuartil:            | 3.693         |
| 3º Cuartil:            | 4.789         |
| Rango Intercuartílico: | 1.942         |



En este caso el avión presenta el intervalo modal  $[2.10, 3.295)$ , concentrándose ahí el 40% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 3.8925 metros. Por otra parte, podemos observar que esta variable es la que está más dispersa, en comparación con todas las tablas estudiadas, puesto que es la que mayor coeficiente de variación tiene, siendo superior a 0.3. Por último, puedo añadir que el rango de datos es 4.78.

### 2º: Distancia alcanzada por el avión plegado en un folio de papel A3

| li            | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|---------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [4.23,4.748)  | 4,489 | 2  | 2  | 10  | 10  | 8,978           | 40,3022           |
| [4.748,5.266) | 5,007 | 12 | 14 | 60  | 70  | 60,084          | 300,8406          |
| [5.266,5.784) | 5,525 | 3  | 17 | 15  | 85  | 16,575          | 91,5769           |
| [5.784,6.302) | 6,043 | 2  | 19 | 10  | 95  | 12,086          | 73,0357           |
| [6.302, 6.82] | 6,561 | 1  | 20 | 5   | 100 | 6,561           | 43,0467           |
|               |       | 20 |    | 100 |     | 104,284         | 548,8021          |

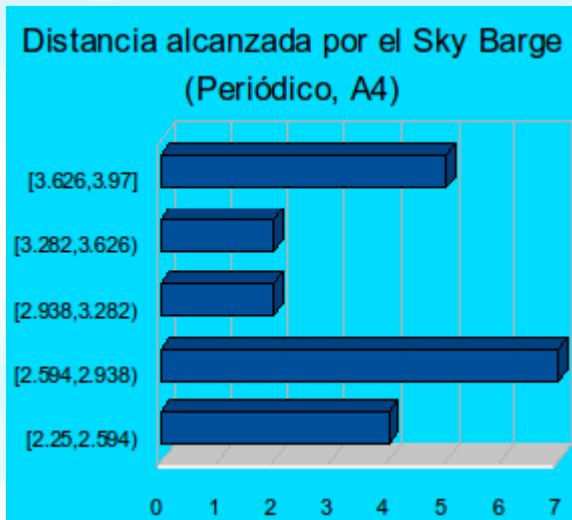
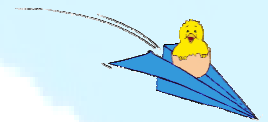


|                        |                |
|------------------------|----------------|
| Media:                 | 5.2142         |
| Int Modal:             | [4.748, 5.266) |
| Mediana:               | 5.093          |
| Rango:                 | 2.59           |
| Varianza:              | 0.2522         |
| D. Típica              | 0.502195181    |
| C. V:                  | 0.0963         |
| Cuartiles:             |                |
| 1º Cuartil:            | 4.8775         |
| 2º Cuartil:            | 5.093          |
| 3º Cuartil:            | 5.4387         |
| Rango Intercuartílico: | 0.5612         |

Para este caso tenemos el intervalo modal  $[4.418, 5.266)$ , concentrándose ahí el 60% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 5.2142 metros. Dado que el rango de los datos es 2.59, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 2.59 metros. Por otra parte, la dispersión en este caso también es pequeña.

### 3º: Distancia alcanzada en un avión plegado en un papel de periódico (tamaño A4)

| li            | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|---------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [2.25,2.594)  | 2,422 | 4  | 4  | 20  | 20  | 9,688           | 23,4643           |
| [2.594,2.938) | 2,766 | 7  | 11 | 35  | 55  | 19,362          | 53,5553           |
| [2.938,3.282) | 3,11  | 2  | 13 | 10  | 65  | 6,22            | 19,3442           |
| [3.282,3.626) | 3,454 | 2  | 15 | 10  | 75  | 6,908           | 23,8602           |
| [3.626,3.97]  | 3,798 | 5  | 20 | 25  | 100 | 18,99           | 72,1240           |
|               |       | 20 |    | 100 |     | 61,168          | 192,3481          |



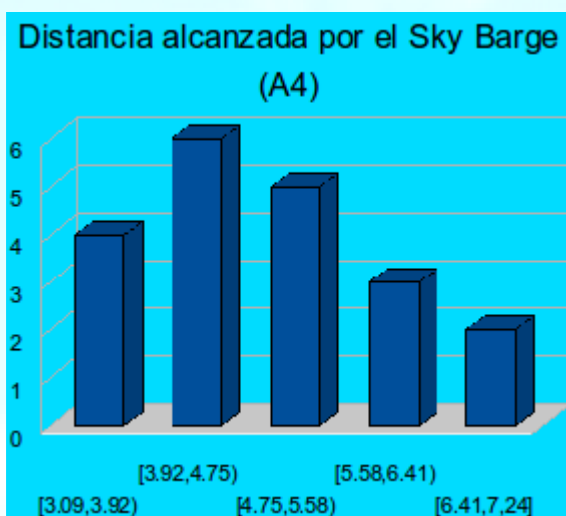
Media: 3.0584  
 Int Modal: [2.594, 2.938]  
 Mediana: 2.741  
 Rango: 1.72  
 Varianza: 0.2636  
 D. Típica: 0.51342  
 C. V: 0.1679  
 Cuartiles:  
 1<sup>er</sup> Cuartil: 2.643  
 2<sup>o</sup> Cuartil: 2.741  
 3<sup>er</sup> Cuartil: 3.626  
 Rango Intercuartílico: 0.983

En vista de los resultados obtenidos, el intervalo modal es [2.594, 2.938), concentrándose ahí el 35% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 3.0584 metros. Por otra parte, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 1.72 metros.

### c) Resultados con la mano derecha

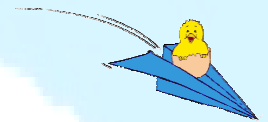
#### 1º: Distancia alcanzada en un avión plegado en un folio de papel A4

| li           | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|--------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [3.09, 3.92) | 3,505 | 4  | 4  | 20  | 20  | 14,02           | 49,1401           |
| [3.92, 4.75) | 4,335 | 6  | 10 | 30  | 50  | 26,01           | 112,7534          |
| [4.75, 5.58) | 5,165 | 5  | 15 | 25  | 75  | 25,825          | 133,3861          |
| [5.58, 6.41) | 5,995 | 3  | 18 | 15  | 90  | 17,985          | 107,8201          |
| [6.41, 7,24] | 6,825 | 2  | 20 | 10  | 100 | 13,65           | 93,1613           |
|              |       | 20 |    | 100 |     | 97,49           | 496,2609          |



Media: 4.8745  
 Int Modal: [3.92, 4.75)  
 Mediana: 4.75  
 Rango: 4.15  
 Varianza: 1.0523  
 D. Típica: 1.0258  
 C. V: 0.2104  
 Cuartiles:  
 1<sup>er</sup> Cuartil: 4.058  
 2<sup>o</sup> Cuartil: 4.75  
 3<sup>er</sup> Cuartil: 5.58  
 Rango Intercuartílico: 1.522

En este caso tenemos el intervalo modal [3.92, 4.75), concentrándose ahí el 30% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.8745 metros. Dado que el rango de los datos es 4.15, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 4.15 metros. Por último presenta una alta dispersión, en comparación con el resto de las tablas.



## 2º: Distancia alcanzada en un avión plegado en un folio de papel A3

| li          | xi   | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|-------------|------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [3.67,4.15) | 3,91 | 2  | 2  | 10  | 10  | 7,82            | 30,5762           |
| [4.15,4.63) | 4,39 | 2  | 4  | 10  | 20  | 8,78            | 38,5442           |
| [4.63,5,11) | 4,87 | 6  | 10 | 30  | 50  | 29,22           | 142,3014          |
| [5.11,5.59] | 5,35 | 10 | 20 | 50  | 100 | 53,5            | 286,2250          |
|             |      | 20 |    | 100 |     | 99,32           | 497,6468          |



|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Media:                  | 4.966        |
| Int Modal:              | [5.11, 5.59] |
| Mediana:                | 5.11         |
| Rango:                  | 1.92         |
| Varianza:               | 0.2212       |
| D. Típica:              | 0.47032      |
| C. V:                   | 0.0947       |
| Cuartiles:              |              |
| 1º Cuartil:             | 4.71         |
| 2º Cuartil:             | 5.11         |
| 3º Cuartil:             | 5.35         |
| Rango Inter cuartilico: | 0.64         |

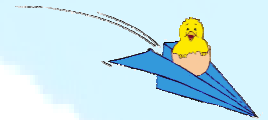
En vista de los resultados obtenidos, el intervalo modal es [5.11, 5.59), concentrándose ahí el 50% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.966 metros. Por otra parte, el rango de los datos es 1.92 metros. La variable se encuentra poco dispersa.

## 3º: Distancia alcanzada de un avión plegado en un papel de periódico (tamaño A4)

| li            | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|---------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [2.47,2.714)  | 2,582 | 3  | 3  | 15  | 15  | 7,746           | 20,0002           |
| [2.714,2.958) | 2,836 | 5  | 8  | 25  | 40  | 14,18           | 40,2145           |
| [2.958,3.202) | 3,08  | 1  | 9  | 5   | 45  | 3,08            | 9,4864            |
| [3.202,3.446) | 3,324 | 7  | 16 | 35  | 80  | 23,268          | 77,3428           |
| [3.446,3.69)  | 3,568 | 4  | 20 | 20  | 100 | 14,272          | 50,9225           |
|               |       | 20 |    | 100 |     | 62,546          | 197,9664          |



|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| Media:                  | 3.1273         |
| Int Modal:              | [3.202, 3.446) |
| Mediana:                | 3.237          |
| Rango:                  | 1.22           |
| Varianza:               | 0.1183         |
| D. Típica:              | 0.34397        |
| C. V:                   | 0.11           |
| Cuartiles:              |                |
| 1º Cuartil:             | 2.8116         |
| 2º Cuartil:             | 3.237          |
| 3º Cuartil:             | 3.4111         |
| Rango Inter cuartilico: | 0.5995         |



En vista de los resultados obtenidos, el intervalo modal es  $[3.202, 3.446)$ , concentrándose ahí el 35% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 3.1273 metros. Por otra parte, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 1.22 metros.

### 4.3 Modelo 3: Hoop-Nosed Scooter

#### a) Características

- Es **rápido**, ya que puede recorrer distancias largas en un escaso margen de tiempo.
- Es **acrobático**, ya que puede realizar muchas vueltas sobre sí mismo sin desviarse de su trayectoria y sin chocarse contra el suelo.

El avión presenta el siguiente aspecto:

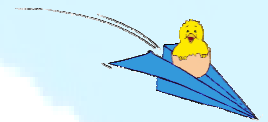


Tras lanzarlo con ambas manos, obtuve los siguientes resultados:

#### b) Resultados con la mano izquierda

##### 1º: Distancia alcanzada del avión plegado en un folio de papel A4

| $li$           | $x_i$ | $n_i$ | $N_i$ | $p_i$ | $P_i$ | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-------------------|
| $[2.60, 3.40)$ | 3     | 3     | 3     | 15    | 15    | 9               | 27,0000           |
| $[3.40, 4.2)$  | 3,8   | 4     | 7     | 20    | 35    | 15,2            | 57,7600           |
| $[4.2, 5)$     | 4,6   | 4     | 11    | 20    | 55    | 18,4            | 84,6400           |
| $[5, 5.8]$     | 5,4   | 9     | 20    | 45    | 100   | 48,6            | 262,4400          |
|                |       | 20    |       | 100   |       | 91,2            | 431,8400          |

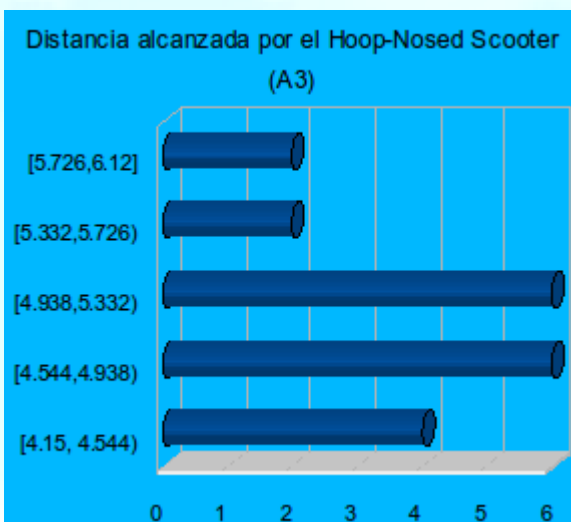


Media: 4.56  
 Int Modal: [5, 5.8]  
 Mediana: 4.8  
 Rango: 3.2  
 Varianza: 0.7984  
 D. Típica: 0.89353  
 C. V: 0.196  
 Cuartiles:  
 1<sup>er</sup> Cuartil: 3.8  
 2<sup>o</sup> Cuartil: 4.8  
 3<sup>er</sup> Cuartil: 5.36  
 Rango Intercuartílico: 1.56

En vista de los resultados obtenidos, el intervalo modal es [5,5.8), concentrándose ahí el 45% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.56 metros. Dado que el rango de los datos es 3.2, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 3.2 metros.

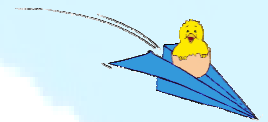
## 2º: Distancia alcanzada en un avión plegado en un folio de papel A3

| li             | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|----------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [4.15, 4.544)  | 4,347 | 4  | 4  | 20  | 20  | 17,388          | 75,5856           |
| [4.544, 4.938) | 4,741 | 6  | 10 | 30  | 50  | 28,446          | 134,8625          |
| [4.938, 5.332) | 5,135 | 6  | 16 | 30  | 80  | 30,81           | 158,2094          |
| [5.332, 5.726) | 5,529 | 2  | 18 | 10  | 90  | 11,058          | 61,1397           |
| [5.726, 6.12]  | 5,923 | 2  | 20 | 10  | 100 | 11,846          | 70,1639           |
|                |       | 20 |    | 100 |     | 99,548          | 499,9610          |



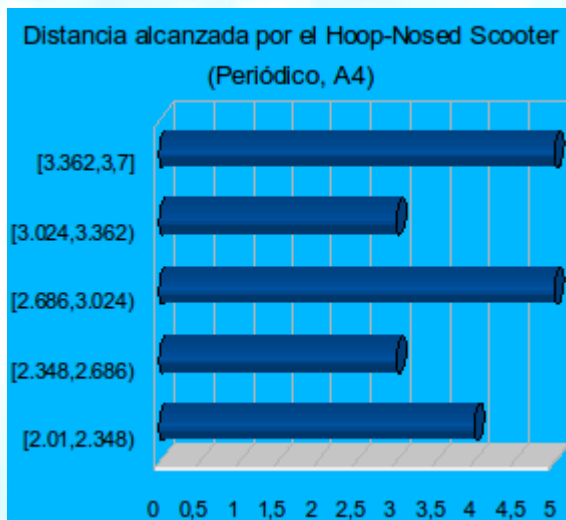
Media: 4.9774  
 Int Modales: [4.544, 4.938) y [4.938, 5.332)  
 Mediana: 4.938  
 Rango: 1.97  
 Varianza: 0.2235  
 D. Típica: 0.4728  
 C. V: 0.095  
 Cuartiles:  
 1<sup>er</sup> Cuartil: 4.61  
 2<sup>o</sup> Cuartil: 4.938  
 3<sup>er</sup> Cuartil: 5.266  
 Rango Intercuartílico: 0.656

Para este caso nos encontramos con dos intervalos modales [4.544, 4.938) y [4.938, 5.332), concentrándose ahí el 60% de los lanzamientos, 30% en cada intervalo. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.9774 metros y presenta una baja dispersión. Por otra parte, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 1.97 metros.



### 3º: Distancia alcanza en un avión plegado en el papel de periódico (tamaño A4)

| li            | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|---------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [2.01,2.348)  | 2,179 | 4  | 4  | 20  | 20  | 8,716           | 18,9922           |
| [2.348,2.686) | 2,517 | 3  | 7  | 15  | 35  | 7,551           | 19,0059           |
| [2.686,3.024) | 2,855 | 5  | 12 | 25  | 60  | 14,275          | 40,7551           |
| [3.024,3.362) | 3,193 | 3  | 15 | 15  | 75  | 9,579           | 30,5857           |
| [3.362,3,7]   | 3,531 | 5  | 20 | 25  | 100 | 17,655          | 62,3398           |
|               |       | 20 |    | 100 |     | 57,776          | 171,6787          |



Media: 2.8888  
 Int. Modales: [2.686, 3.024) y [3.362, 3.7]  
 Mediana: 2.8888  
 Rango: 1.69  
 Varianza: 0.2388  
 D. Típica: 0.488640932  
 C. V: 0.1692  
 Cuartiles:  
 1º Cuartil: 2.461  
 2º Cuartil: 2.8888  
 3º Cuartil: 3.362  
 Rango Intercuartílico: 0.901

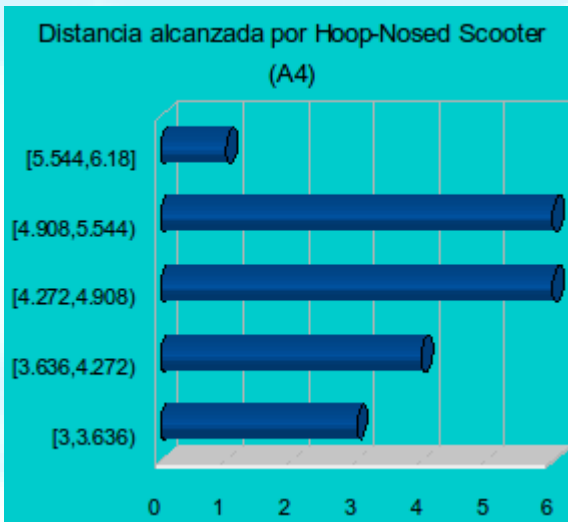
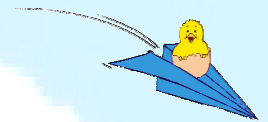
En este caso nuevamente tenemos dos intervalos modales [2.686, 3.024) y [3.362, 3.7], concentrándose ahí el 50% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 2.8888 metros. Por otra parte, podemos observar que el rango de los datos es 1.69 metros.

### c) Resultados con la mano derecha

#### 1º: Distancia alcanzada en un avión plegado en un folio A4

| li            | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|---------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [3,3.636)     | 3,318 | 3  | 3  | 15  | 15  | 9,954           | 33,0274           |
| [3.636,4.272) | 3,954 | 4  | 7  | 20  | 35  | 15,816          | 62,5365           |
| [4.272,4.908) | 4,59  | 6  | 13 | 30  | 65  | 27,54           | 126,4086          |
| [4.908,5.544) | 5,226 | 6  | 19 | 30  | 95  | 31,356          | 163,8665          |
| [5.544,6.18]  | 5,862 | 1  | 20 | 5   | 100 | 5,862           | 34,3630           |
|               |       | 20 |    | 100 |     | 90,528          | 420,2019          |



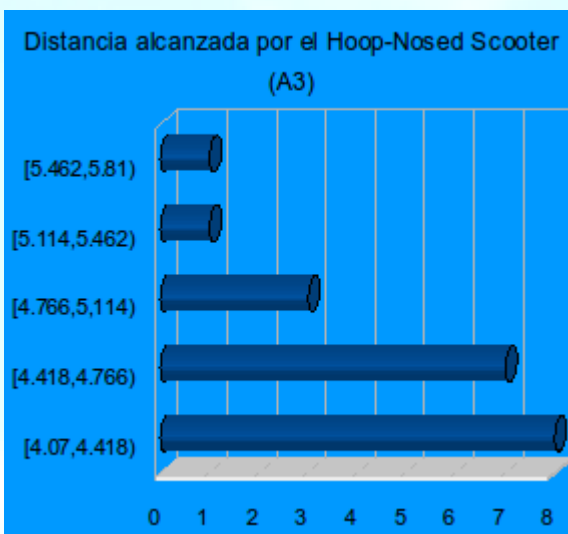


**Media:** 4.5264  
**Int Modales:** [4.272,4.908) y [4.908,5.544)  
**Mediana:** 4.59  
**Rango:** 2.88  
**Varianza:** 0.5218  
**D. Típica:** 0.722357142  
**C. V:** 0.1596  
**Cuartiles:**  
 1<sup>er</sup> Cuartil: 3.954  
 2<sup>o</sup> Cuartil: 4.59  
 3<sup>er</sup> Cuartil: 5.12  
**Rango Intercuartílico:** 1.166

Nuevamente obtenemos dos intervalos modales [4.272, 4.908) y [4.908, 5.544), concentrándose ahí el 60% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.3 metros. Por otra parte, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 2.88 metros.

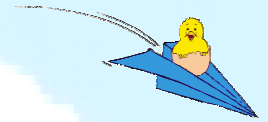
2º: Distancia alcanzada en un avión plegado en un folio A3

| li            | xi    | ni | Ni | pi  | Pi  | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|---------------|-------|----|----|-----|-----|-----------------|-------------------|
| [4.07,4.418)  | 4,244 | 8  | 8  | 40  | 40  | 33,952          | 144,0923          |
| [4.418,4.766) | 4,592 | 7  | 15 | 35  | 75  | 32,144          | 147,6052          |
| [4.766,5,114) | 4,94  | 3  | 18 | 15  | 90  | 14,82           | 73,2108           |
| [5.114,5.462) | 5,288 | 1  | 19 | 5   | 95  | 5,288           | 27,9629           |
| [5.462,5.81)  | 5,636 | 1  | 20 | 5   | 100 | 5,636           | 31,7645           |
|               |       | 20 |    | 100 |     | 91,84           | 424,6358          |



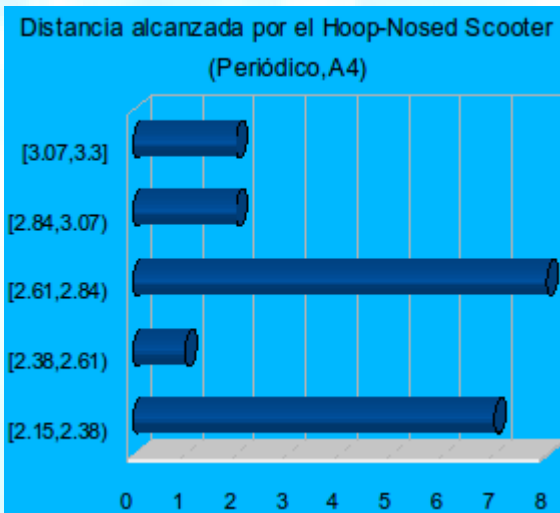
**Media:** 4.592  
**Int. Modal:** [4.07, 4.418)  
**Mediana:** 4.517  
**Rango:** 1.74  
**Varianza:** 0.1453  
**D. Típica:** 0.3812149  
**C. V:** 0.083017  
**Cuartiles:**  
 1<sup>er</sup> Cuartil: 4.2875  
 2<sup>o</sup> Cuartil: 4.517  
 3<sup>er</sup> Cuartil: 4.766  
**Rango Intercuartílico:** 0.4785

En este caso tenemos un único intervalo modal [4.07, 4.418), concentrándose ahí el 40% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 4.592 metros. Por otra parte, podemos observar que esta variable está muy poco dispersa, puesto que tiene un coeficiente de variación muy pequeño. Por otra parte, observamos que el rango de los datos es 1.74 metros.



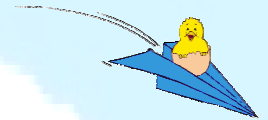
### 3º: Distancia alcanzada en un avión plegado en un papel de periódico (tamaño A4)

| $li$        | $xi$  | $ni$ | $Ni$ | $pi$ | $Pi$ | $x_i \cdot n_i$ | $x_i^2 \cdot n_i$ |
|-------------|-------|------|------|------|------|-----------------|-------------------|
| [2.15,2.38) | 2,265 | 7    | 7    | 35   | 35   | 15,855          | 35,9116           |
| [2.38,2.61) | 2,495 | 1    | 8    | 5    | 40   | 2,495           | 6,2250            |
| [2.61,2.84) | 2,725 | 8    | 16   | 40   | 80   | 21,8            | 59,4050           |
| [2.84,3.07) | 2,955 | 2    | 18   | 10   | 90   | 5,91            | 17,4641           |
| [3.07,3.3]  | 3,185 | 2    | 20   | 10   | 100  | 6,37            | 20,2885           |
|             |       | 20   |      | 100  |      | 52,43           | 139,2941          |



|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| Media:                   | 2.6215       |
| Int. Modal:              | [2.61, 2.84) |
| Mediana:                 | 2.6675       |
| Rango:                   | 1.15         |
| Varianza:                | 0.0924       |
| D. Típica:               | 0.30404      |
| C. V:                    | 0.1160       |
| Cuartiles:               |              |
| 1 <sup>er</sup> Cuartil: | 2.3143       |
| 2 <sup>o</sup> Cuartil:  | 2.6675       |
| 3 <sup>er</sup> Cuartil: | 2.81125      |
| Rango Intercuartílico:   | 0.49695      |

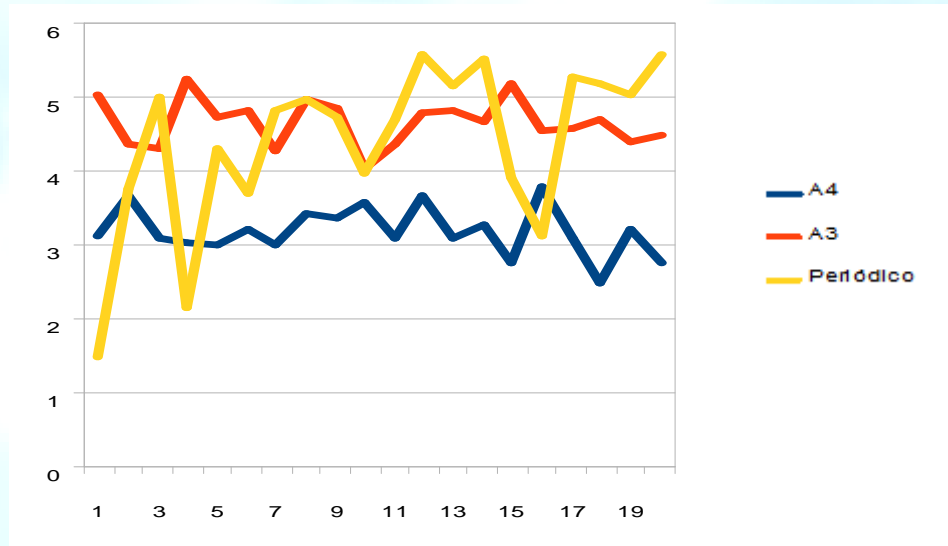
En este último caso tenemos el intervalo modal [2.61, 2.84), concentrándose ahí el 40% de los lanzamientos. Además la distancia media de vuelo alcanzada es de 2.6215 metros. Dado que el rango de los datos es 1.15, podemos decir que la diferencia entre la distancia máxima alcanzada por el avión y la mínima es 1.15 metros.



## 5. Conclusiones

### 5.1. Comparativa de distancias alcanzadas por los aviones.

- Comparación de la distancia alcanzada por el Eastern Star lanzado con la mano izquierda.

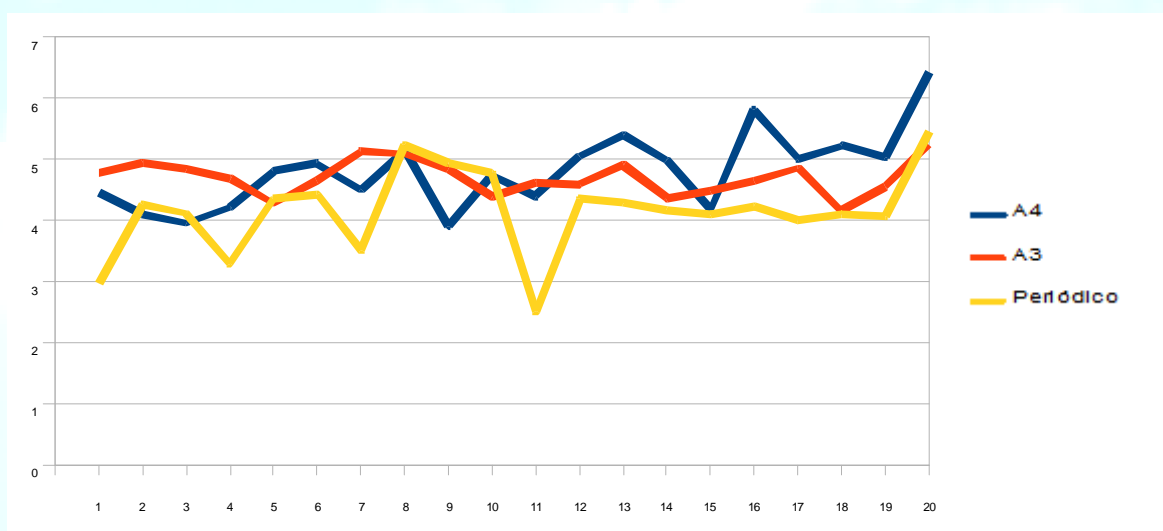


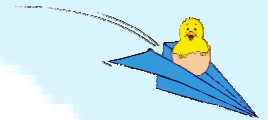
Sorprendentemente, el Eastern Star hecho de periódico consiguió los lanzamientos más lejanos, pero es el tipo de papel que presenta más altibajos en sus lanzamientos, mientras que los hechos de papel tamaño A4 y A3 presentan resultados más equitativos, aunque la distancia media de lanzamientos del Eastern Star hecho a tamaño A3 sea mucho mayor que la del hecho a tamaño A4.

Conclusiones para el Eastern Star lanzado con la mano izquierda:

- **Tamaño de papel:** El A3 gana en todos los lanzamientos con respecto al A4.
- **Grosor de papel:** El periódico A4 es superior al folio tamaño A4.
- **Mejor papel para este avión:** El folio A3.

- Comparación de la distancia alcanzada por el Eastern Star lanzado con la mano derecha



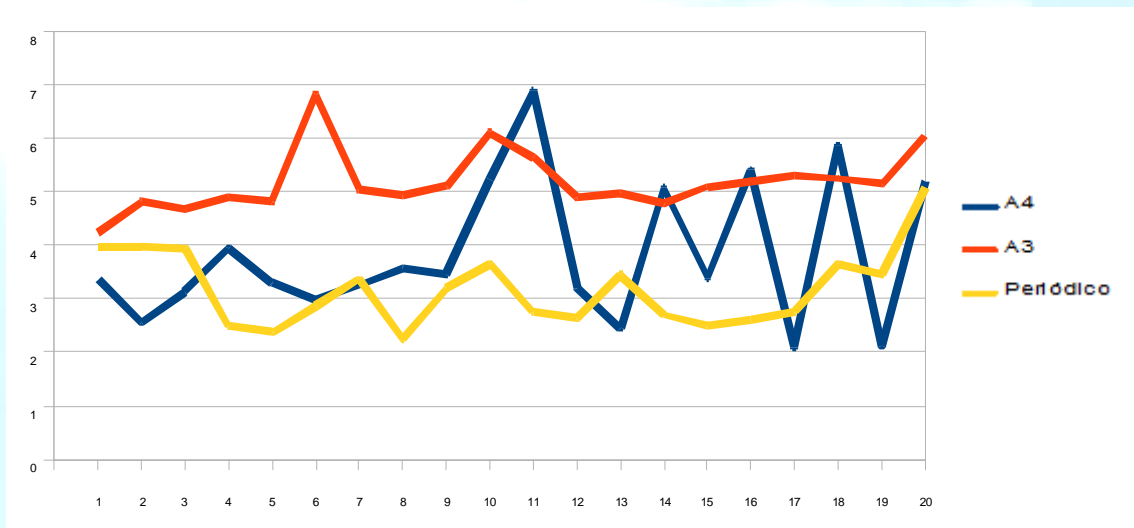


Ésta es la gráfica en la que más igualdad ha habido entre los tres aviones, aunque se puede observar cómo los resultados del Eastern Star hecho a tamaño A4 presenta una progresión ascendente a medida que avanzan los lanzamientos. El plegado a tamaño A3, sin embargo, presenta una pequeña bajada en los últimos lanzamientos. Por último, cabe destacar la gran bajada del Eastern Star hecho de periódico entre los lanzamientos 10 y 11.

Conclusiones para el Eastern Star lanzado con la mano derecha:

- **Tamaño de papel:** No existen diferencias muy significativas, aunque el A4 le gana al A3 en últimos lanzamientos.
- **Grosor de papel:** El folio A4 es superior al periódico tamaño A4.
- **Mejor papel para este avión:** No hay un claro vencedor entre el A4 y el A3.

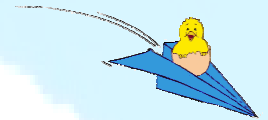
- Comparación de la distancia alcanzada por el Sky Barge lanzado con la mano izquierda.



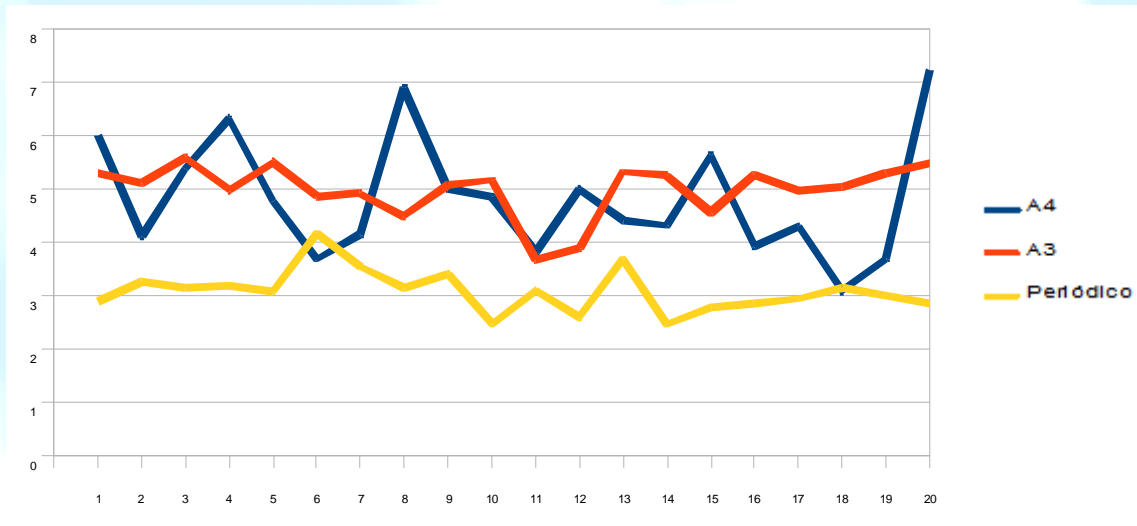
En esta gráfica se puede observar desde un principio una gran disparidad de resultados. Mientras que el Sky Barge hecho a tamaño A4 sufre altibajos grandiosos, los lanzamientos de los otros dos modelos parecen más parejos, aunque también presentan irregularidades. Finalmente, hay que destacar que el papel de periódico en ningún lanzamiento ha superado la distancia alcanzada con el folio A3, a pesar del aumento de distancia alcanzada en sus últimos lanzamientos.

Conclusiones para el Sky Barge lanzado con la mano izquierda:

- **Tamaño de papel:** El A3 alcanza mayor distancia que el A4 en el 80% de los lanzamientos.
- **Grosor de papel:** El folio A4 alcanza distancias igual o superior al periódico tamaño A4 en el 75% de los lanzamientos.
- **Mejor papel para este avión:** El A3 es el mejor en el 80% de los lanzamientos.



- Comparación de de la distancia alcanzada por el del Sky Barge lanzado con la mano derecha.

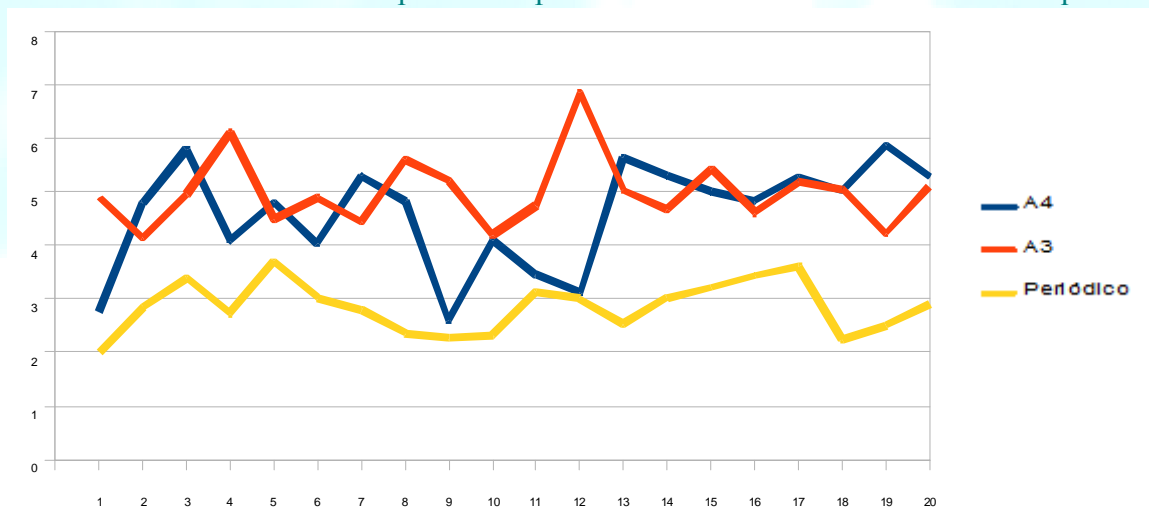


Esta gráfica también es un tanto irregular. El Sky Barge hecho de A4 sigue mostrando sus lanzamientos lejanos y sus grandes diferencias de distancia de un lanzamiento a otro. El avión hecho con el papel de periódico y el hecho a tamaño A3 siguen teniendo lanzamientos más o menos igualados entre sí unos con otros, pero siguen careciendo de la distancia de vuelo necesaria para superar al Sky Barge hecho a tamaño A4. Hay que señalar también que el papel de periódico es el que alcanza las menores distancias en sus lanzamientos.

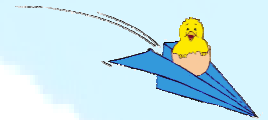
Conclusiones para el Sky Barge lanzado con la mano derecha:

- **Tamaño de papel:** No hay un claro vencedor entre el A4 y el A3, aunque el A4 sufre muchos altibajos, mientras que el A3 se mantiene más constante.
- **Grosor de papel:** El folio A4.
- **Mejor papel para este avión:** No hay un claro vencedor entre el A4 y el A3.

- Comparación de la distancia alcanzada por el Hoop-Nosed Scooter lanzado con la mano izquierda.



En este gráfico, el Hoop-Nosed Scooter realizado a tamaño A3 presenta una superioridad dominante, en el 80% de los lanzamientos, con respecto a los otros dos modelos. Como ya es habitual, el modelo realizado a tamaño A4 presenta grandes altibajos, aunque esta vez los lanzamientos no son los bastante lejanos como para vencer al Hoop-Nosed Scooter a tamaño A3,

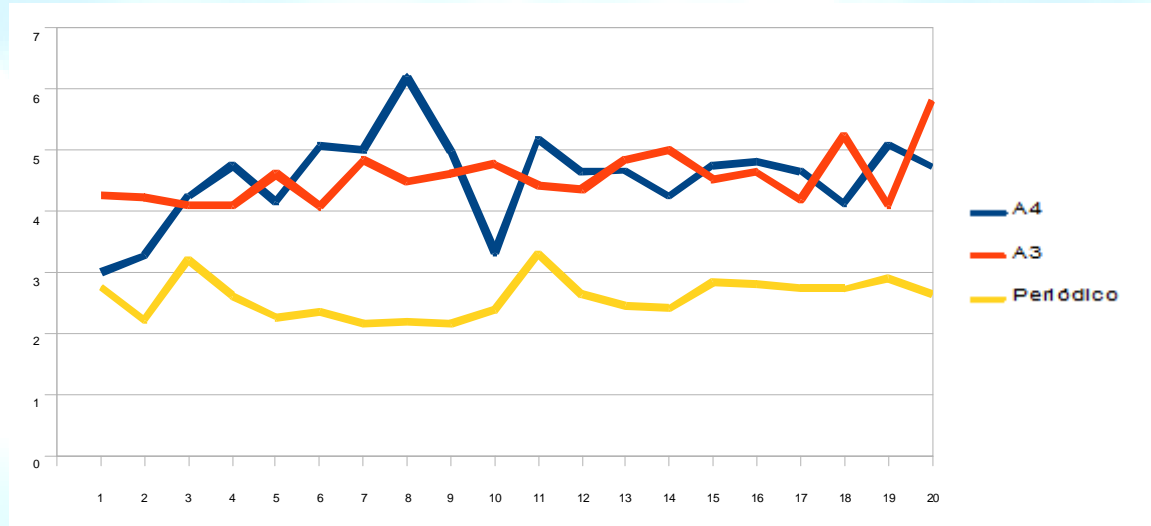


que supera su mejor lanzamiento hasta en dos ocasiones. Por último, el modelo realizado en papel de periódico presenta una distancia de vuelo muy baja con respecto a los dos anteriores.

Conclusiones para el Hoop-Nosed Scooter lanzado con la mano izquierda:

- **Tamaño de papel:** El A3 es superior al A4 en el 80% de los casos.
- **Grosor de papel:** El folio A4 en el 100% de los casos.
- **Mejor papel para este avión:** El A3.

- Comparación de la distancia alcanzada por el Hoop-Nosed Scooter lanzado con la mano derecha.

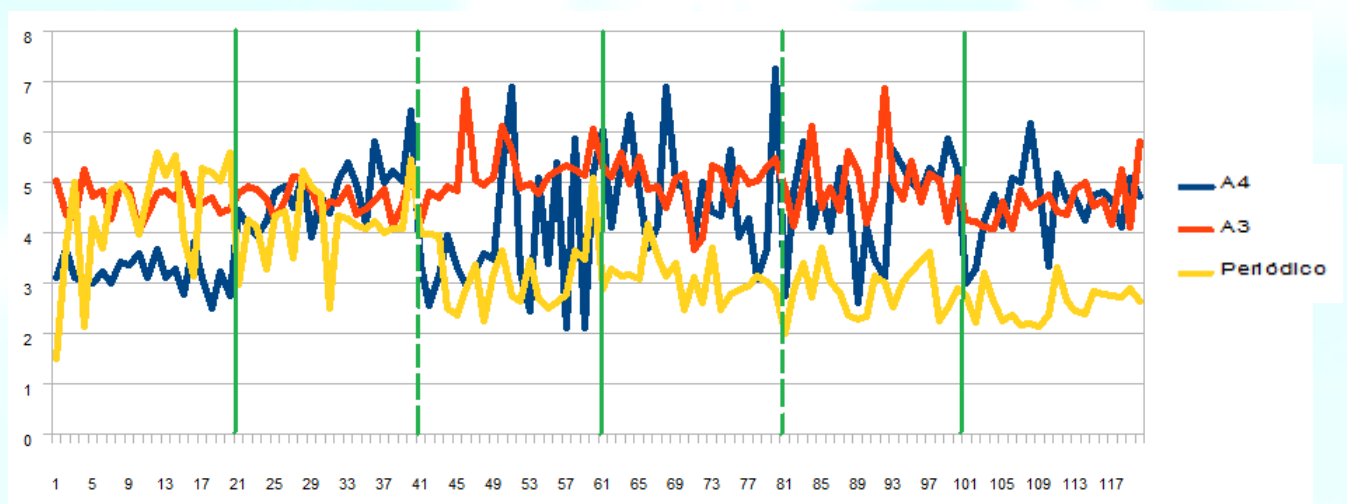


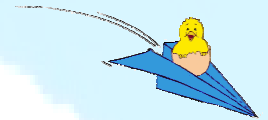
En esta última gráfica, de evaluación de los aviones individualmente, seguimos viendo una clara ventaja del avión realizado a tamaño A4; aunque el realizado a tamaño A3 lo sigue de cerca. Mientras el A4 presenta gran variación de distancia entre sus lanzamientos; el A3, está más equilibrado. Por debajo de ellos se encuentra el Hoop-Nosed Scooter realizado en papel de periódico.

Conclusiones para el Hoop-Nosed Scooter lanzado con la mano derecha:

- **Tamaño de papel:** Está más o menos igualado, aunque el A4 es igual superior al A3 en el 65% de los casos.
- **Grosor de papel:** El folio A4 en el 100% de los casos al periódico A4.
- **Mejor papel para este avión:** El A3.

- Comparación de todos los aviones según el tipo de papel





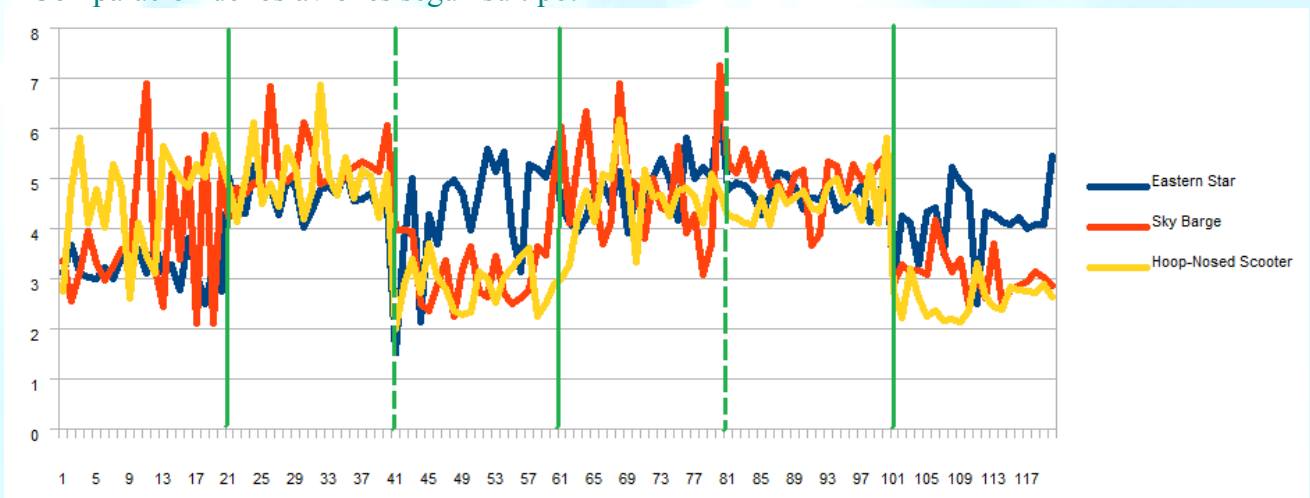
En esta gráfica podemos observar los inmensos altibajos de los aviones a tamaño A4, pero los aviones a tamaño A3 sigue manteniendo distancias medias-altas. Los aviones realizados en papel de periódico empiezan con lanzamientos altos, pero van descendiendo progresivamente a medida que avanzan los lanzamientos.

Como consecuencia, aunque el tipo de papel A4 ha conseguido los resultados más altos, el mejor tipo de papel para realizar los aviones es el papel a tamaño A3, ya que ha mantenido a una distancia larga durante todos los lanzamientos.

Conclusión de los aviones según el tipo de papel:

- **Tamaño de papel:** Es mejor el tamaño A3, frente a tamaño A4.
- **Grosor de papel:** Es mejor el papel de folio A4, frente al papel de periódico A4.

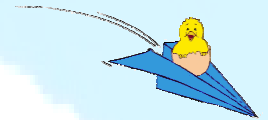
- Comparación de los aviones según su tipo:



En esta gráfica podemos observar que tanto el Sky Barge, como el Hoop-Nosed Scooter se encuentran muy igualados en cuanto a resultados. Por otra parte, aunque el Eastern Star también tiene muy buenos resultados, las distancias alcanzadas son inferiores con respecto a los 2 modelos citados anteriormente. Sin embargo, la realidad es que el mejor tipo de avión es el Eastern Star, ya que presenta una media de 4,32 metros por lanzamiento, frente a 4,19 metros del Sky Barge y 4,02 metros del Hoop-Nosed Scooter, puesto que, aunque no llegue a igualar las distancias máximas de los otros dos modelos, tiene resultados más similares en todos los lanzamientos.

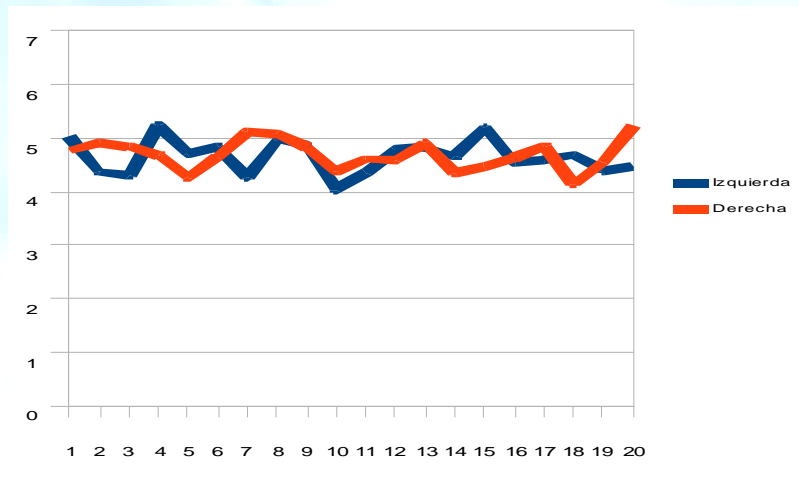
Como conclusión final, toca decir qué avión ha ganado mi competición estadística en cuanto a la distancia recorrida, y es... El **Eastern Star fabricado en folio tamaño A3**.





Este avión no ha obtenido los resultados más altos, pero ha mantenido una distancia de vuelo alta y constante durante todos los lanzamientos.

Una vez elegido el tamaño de papel, el grosor y el modelo de avión ganador, me pregunto con cuál mano habré obtenido mejores lanzamientos.

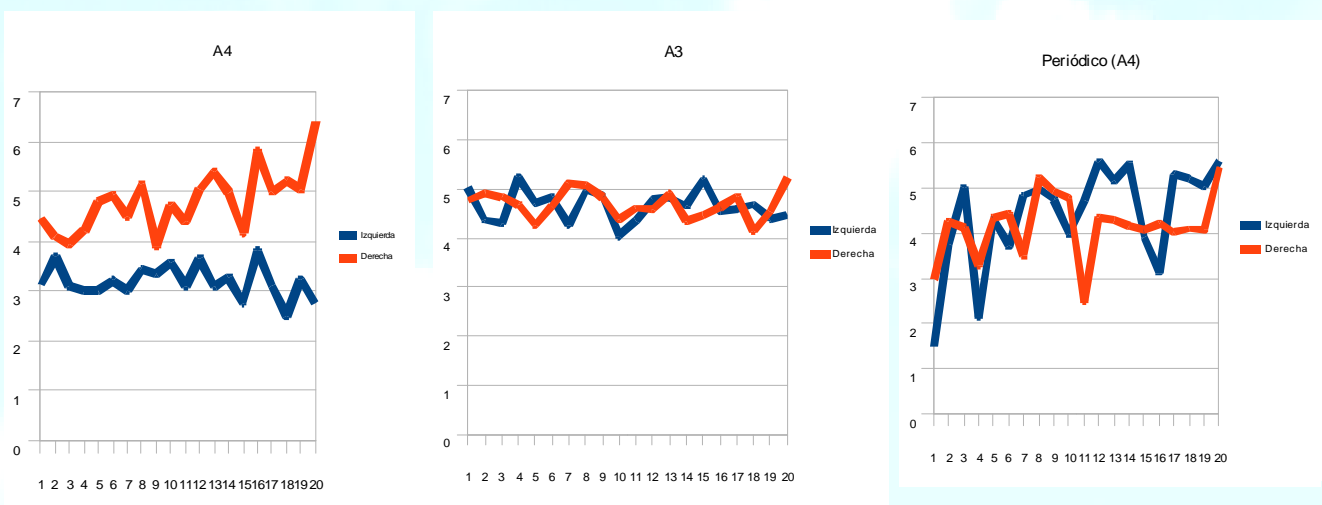


En este caso, como podemos observar en la gráfica, las diferencias obtenidas no son muy significativas, puesto que las distancias alcanzadas con los lanzamientos realizados con la mano derecha sólo son superiores a los de la mano izquierda en un 55% de los casos.

Este hecho me hace plantearme si en el resto de los casos el resultado será similar. Voy a estudiarlo en el siguiente apartado.

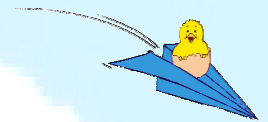
## 5.2. Comparativa de distancias obtenidas en los lanzamientos con la mano izquierda y la derecha.

### Eastern Star

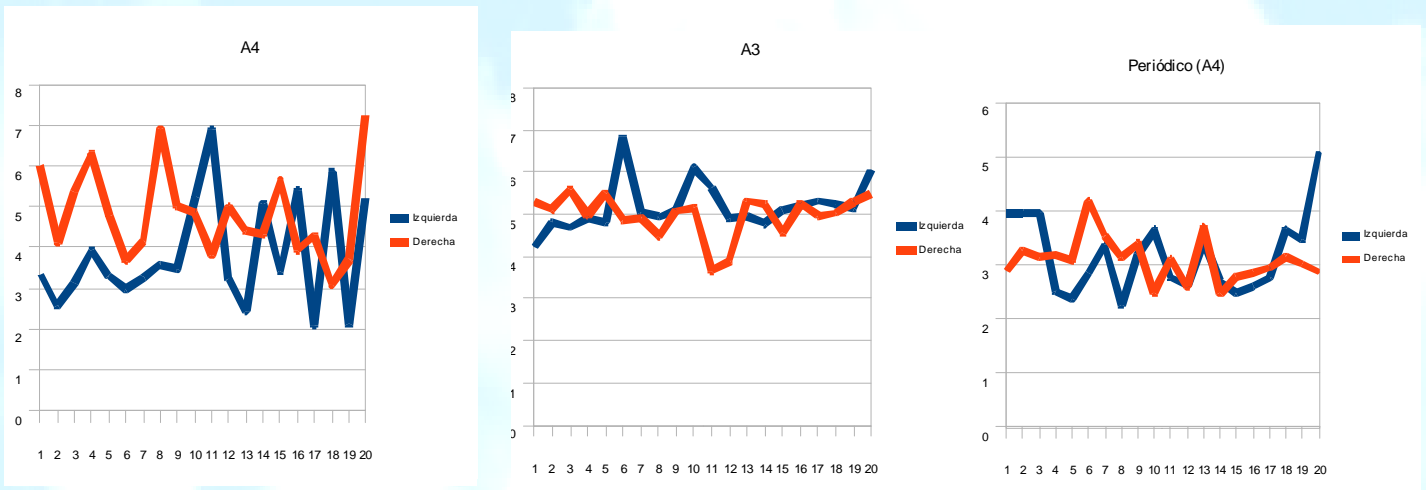


En estos gráficos podemos observar cómo en el primero, sorprendentemente, la mano derecha se impone claramente a la izquierda. En la segunda, la gráfica no decanta a ninguno sobre el otro. Por último, en la tercera gráfica, los resultados siguen igualados, aunque la izquierda sobresale algo sobre la derecha.



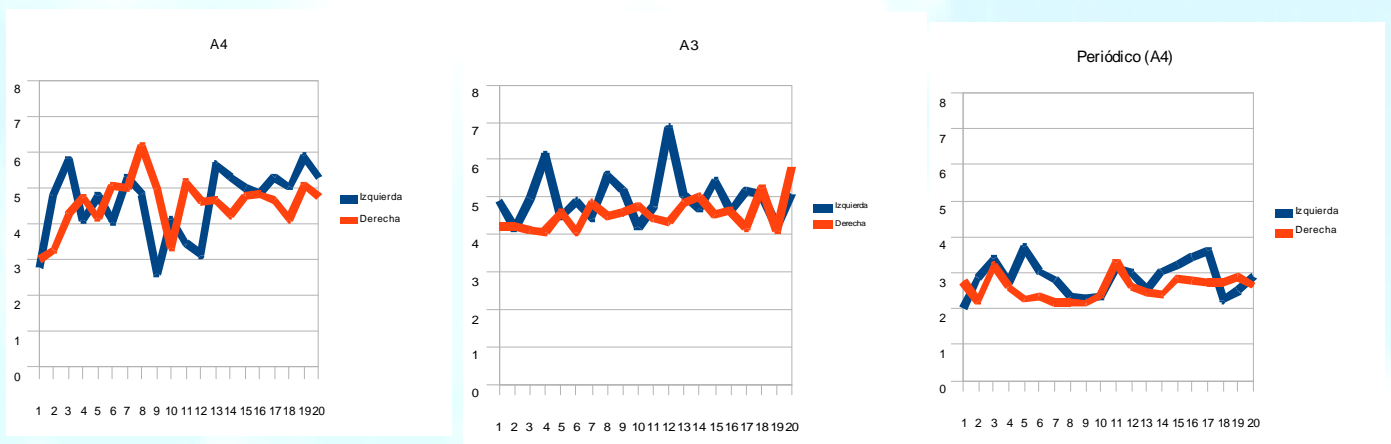


### Sky Barge



En estas gráficas los resultados son dispares, aunque podemos observar cómo en la primera de ellas, la mano derecha tiene algo de ventaja sobre la izquierda, mientras que en las otras dos los resultados están más igualados, rondando el 50%.

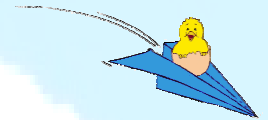
### Hoop-Nosed Scooter



Estas gráficas representan resultados más o menos igualados, obteniéndose una ligera ventaja de la mano izquierda tanto en la 2ª como en la 3ª gráfica.

Como conclusión de este apartado, puedo decir que *no hay diferencias significativas al lanzar los aviones con la mano derecha o con la izquierda*; por tanto la mano de lanzamiento no influye en la distancia alcanzada por lo aviones.

Por tal motivo, a partir de ahora, me limitaré a hacer cálculos usando sólo la mano izquierda, puesto que yo soy zurdo.

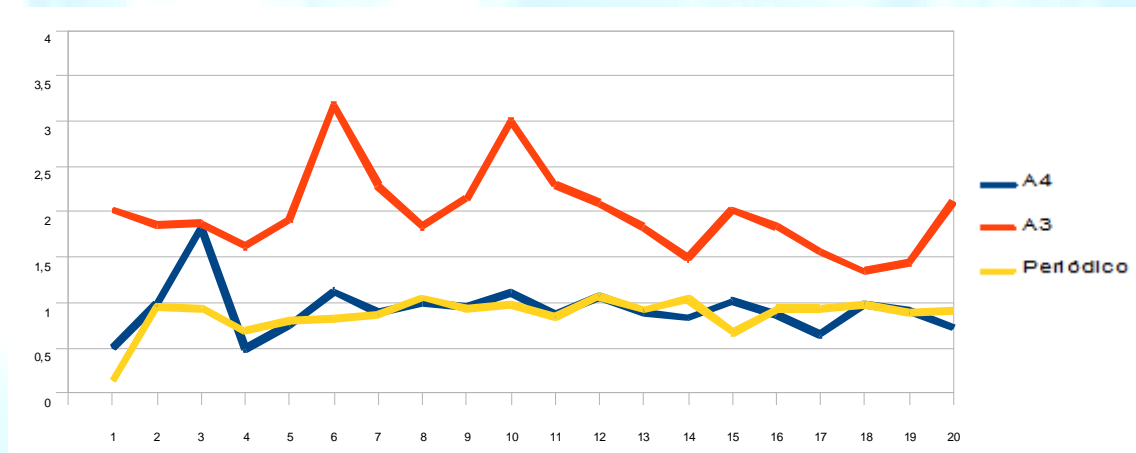


### 5.3. Comparativa de los tiempos de vuelo obtenidos por los tres modelos de aviones.

Ya he resuelto qué avión es mejor en cuanto a distancia recorrida, así que ahora vamos a observar cuál es mejor en cuanto al tiempo de vuelo.

Ahora, en lugar de volver a realizar las tablas del punto 4, sólo que en este caso con el tiempo, simplemente sacaré conclusiones basándome en sus representaciones gráficas, para no extenderme en exceso con el trabajo.

Variación del tiempo de vuelo del Eastern Star, en función del tipo de papel empleado.

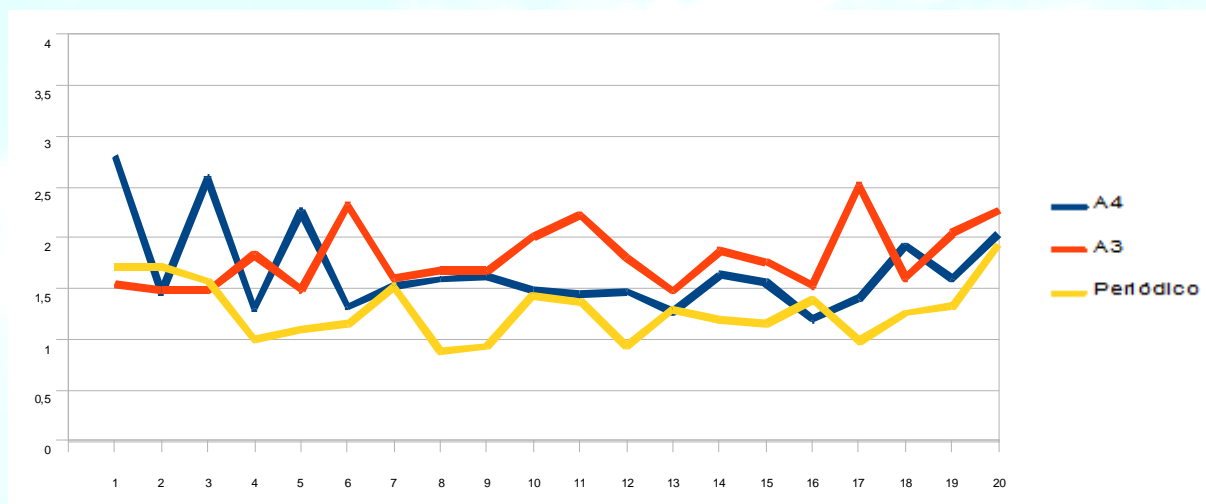


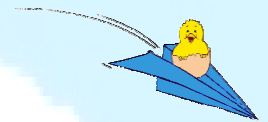
En este gráfico podemos observar que tanto el papel de periódico, como el papel de tamaño A4 tienen resultados muy bajos, mientras que el papel de tamaño A3 destaca muy por encima de los 2 anteriores, aunque cabe destacar el pico que sufre el papel de tamaño A4 en el 3<sup>er</sup> lanzamiento.

Conclusiones para el Eastern Star:

- **Tamaño de papel:** Gana el A3 en el 100% de los casos.
- **Grosor de papel:** Prácticamente no existen diferencias significativas entre folio y el periódico A4.
- **Mejor papel para este avión:** El A3.

Variación del tiempo de vuelo del Sky Barge, en función del tipo de papel empleado.



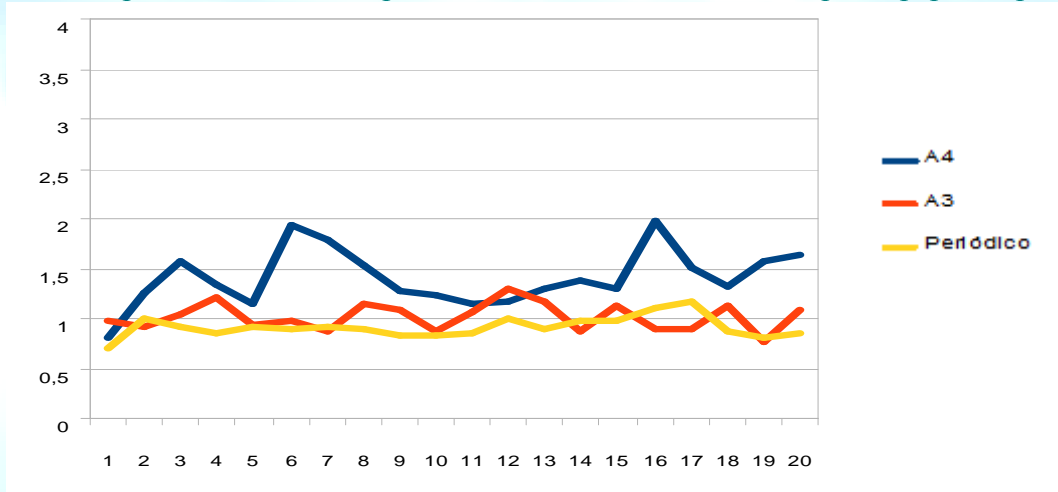


En este gráfico podemos observar los resultados igualados (aunque bajos), de los tiempos de vuelo obtenidos por los tres aviones. Todos los modelos presentan altibajos, y un tímido aumento en los últimos lanzamientos.

Conclusiones para el Sky Barge:

- **Tamaño de papel:** El A3 es superior al A4 en el 80% de los casos.
- **Grosor de papel:** El folio A4.
- **Mejor papel para este avión:** El A3.

Variación del tiempo de vuelo del Hoop-Nosed Scooter, en función del tipo de papel empleado.



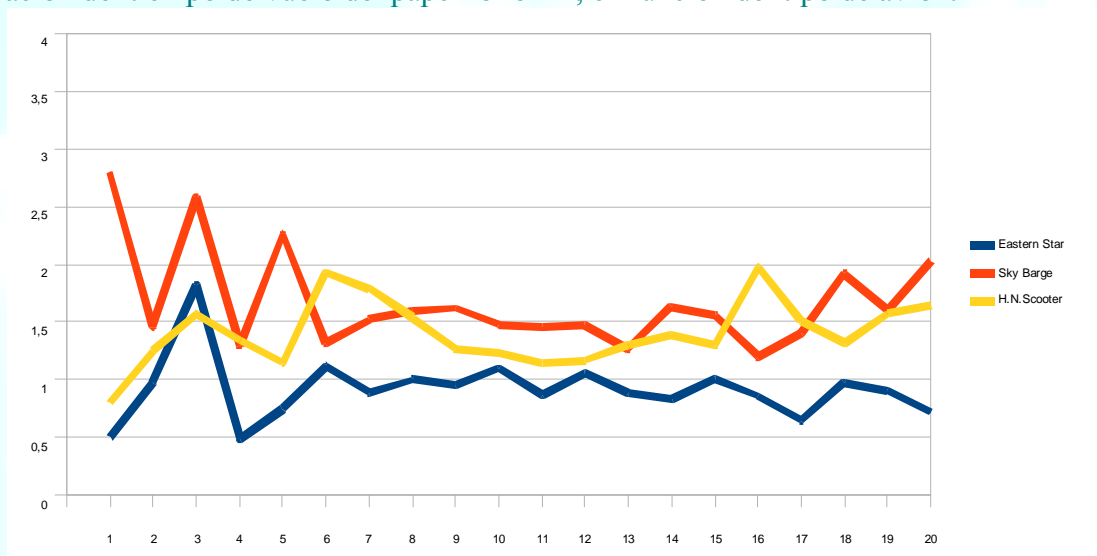
En esta gráfica los resultados siguen siendo bajos (ya que los picos apenas superan los 2 segundos) pero podemos observar cómo claramente los tiempos obtenidos con el papel de tamaño A4 destacan muy por encima de los otros dos modelos.

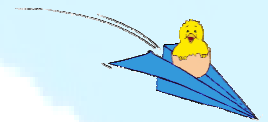
Conclusiones para el Hoop-Nosed Scooter:

- **Tamaño de papel:** El A4.
- **Grosor de papel:** El folio A4.
- **Mejor papel para este avión:** El A4.

Con los resultados obtenidos, podemos decir qué tipo de papel es el que consigue más tiempo de vuelo, y ese es... El folio en tamaño A3, salvo para el Hoop-Nosed Scooter, que sería el folio A4.

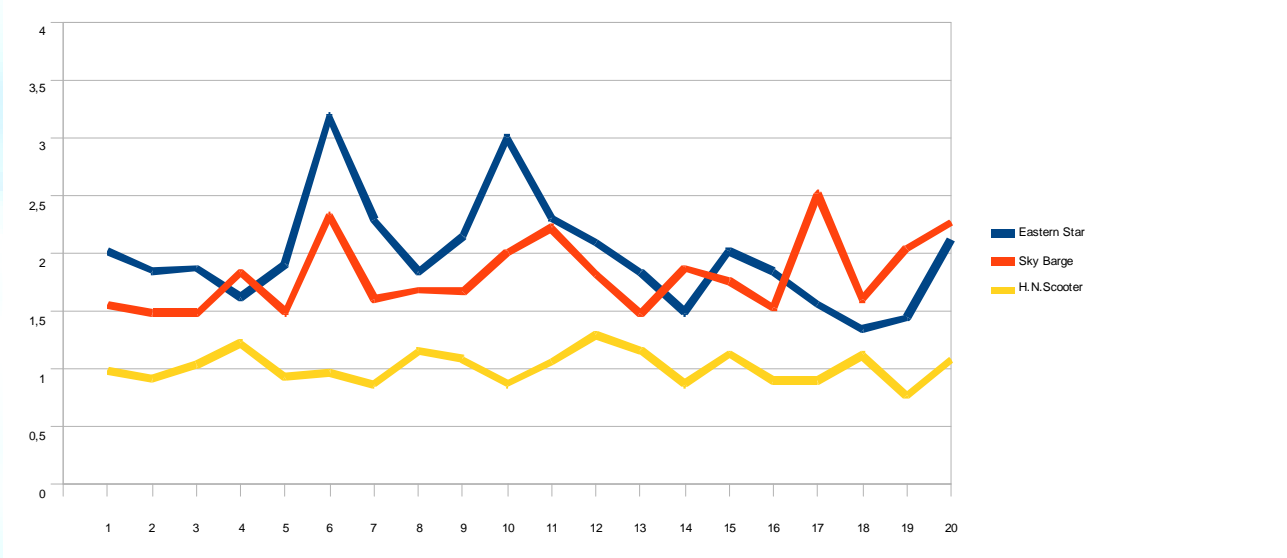
Variación del tiempo de vuelo del papel folio A4, en función del tipo de avión.





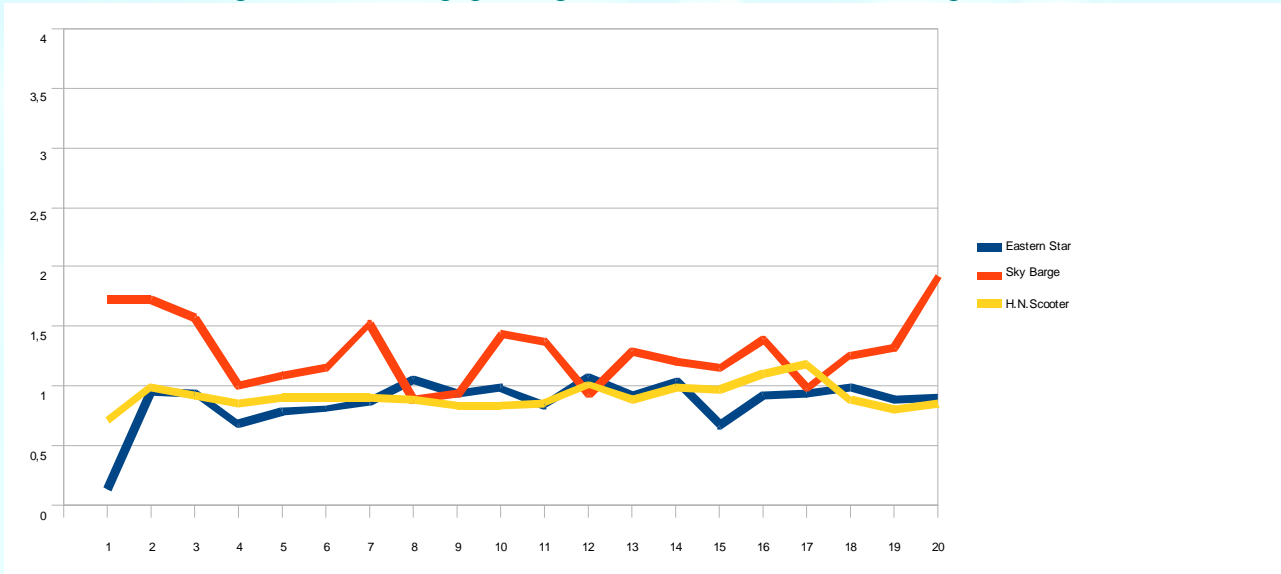
En esta gráfica podemos observar como el Hoop-Nosed Scooter y el Sky Barge se encuentran más o menos emparejados, mientras que el Eastern Star se encuentra algo rezagado con respecto a los anteriores. La progresión del Hoop-Nosed Scooter y del Eastern Star en ascendente, mientras que la del Sky Barge, que, aunque es el que mejores resultados obtiene, tiene una progresión descendente.

Variación del tiempo de vuelo del papel folio A3, en función del tipo de avión.



En este gráfico podemos ver un modelo muy inferior a los otros dos (Hoop-Nosed Scooter). Por otra parte, el Eastern Star obtiene un mayor tiempo de vuelo que el Sky Barge en un 70% de los casos.

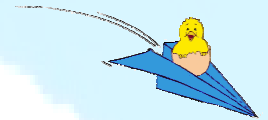
Variación del tiempo de vuelo del papel de periódico A4, en función del tipo de avión.



En esta gráfica podemos observar unos tiempos de vuelo muy bajos, aunque el Sky Barge destaca sobre los otros dos modelos, a pesar de ser el que más altibajos posee. En el Hoop-Nosed Scooter los resultados mantienen una regularidad más o menos constante de los tiempos de vuelo.

Como conclusión, dado los resultados, podemos deducir qué avión ha mantenido más tiempo de vuelo, y ese es... el Sky Barge.

Aunque a veces en el primer gráfico el Eastern Star ha obtenido mejores resultados que este modelo, lo he elegido como el avión con más tiempo de vuelo, ya que ha mantenido los resultados altos y constantes, mientras que los otros dos han tenido grandes altibajos.



## 5.4. Estudio de la acrobacia de los aviones.

En este apartado pretendo comparar dos aviones, uno que teóricamente es acrobático, con otro que no lo sea. Para ello, seleccionaré el Eastern Star (planeador) y el Hoop-Nosed Scooter (acrobático) lanzados ambos con la mano izquierda y plegados con papel folio tamaño A3.

Para analizar la acrobacia, estudiaré la nube de dispersión que relaciona la distancia alcanzada por cada avión y el tiempo de vuelo de tienen.

Eastern Star:

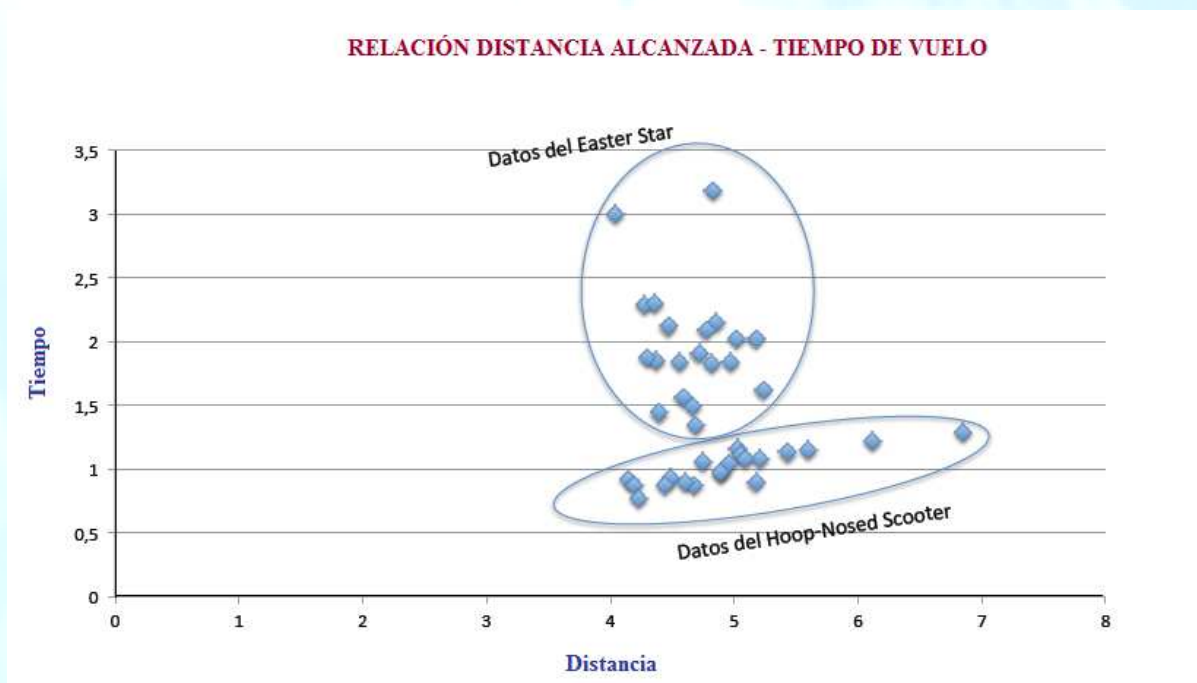


Coef. Correlación lineal:  
- 0,224

Hoop-Nosed Scooter:



Coef. Correlación lineal:  
0,858



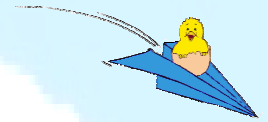
En este gráfico están representadas las dos series de datos juntas. Las conclusiones que se pueden sacar son:

- Para el avión Hoop-Nosed Scooter se alcanzan mayores distancias en tiempos menores.
- El avión Eastern Star alcanza distancias menores y, a igualdad de distancias con el anterior, tarda más tiempo en alcanzarlas.

Ello nos hace concluir que el avión Eastern Star es más acrobático (al menos observando el comportamiento en los lanzamientos realizados en este estudio), que el Hoop-Nosed Scooter, en contradicción con las propiedades atribuidas a ambos aviones.

Además, los datos correspondientes al avión Hoop-Nosed Scooter sugieren una relación lineal entre el tiempo de vuelo y la distancia alcanzada, que se corrobora al calcular el coeficiente de correlación lineal (0.858). Esto no ocurre para el Eastern Star (coeficiente de correlación lineal - 0.224).

Por tanto, el ganador de mi competición de acrobacia es el *Eastern Star*.



Después de realizar todo este estudio estadístico, me surgen nuevas preguntas con las que podría continuar mi trabajo, como por ejemplo:

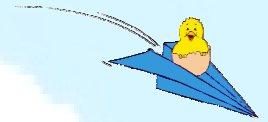
- ¿Variarían los resultados si se les introduce alerones a cada modelo?
- ¿Conseguirían unas alas secundarias aumentar el tiempo de vuelo de estos aviones?
- Si les introduzco una tobera, ¿serán más acrobáticos con ella?

Considero que sería muy interesante seguir sacando conclusiones sobre los aviones de papel.

## ***6. Agradecimientos***

Para finalizar este trabajo, me gustaría agradecer a mi maestra Noelia por todo lo que me ha ayudado, ya que sin ella este trabajo no hubiera podido llevarse a cabo.

Por otra parte, no puedo concluir este trabajo sin agradecer a todas las personas que de alguna manera han contribuido a que este proyecto salga adelante.



# 7. Anexo

## Mediciones realizadas con todos los lanzamientos

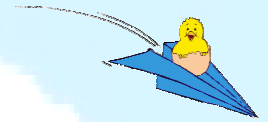
### Eastern Star

#### Lanzamientos con la mano izquierda:

| Distancia: | Tiempo:   | Distancia: | Tiempo:   | Distancia:       | Tiempo:          |
|------------|-----------|------------|-----------|------------------|------------------|
| <b>A4</b>  | <b>A4</b> | <b>A3</b>  | <b>A3</b> | <b>Periódico</b> | <b>Periódico</b> |
| 3,12       | 0,5       | 5,02       | 2,02      | 1,5              | 0,13             |
| 3,68       | 0,98      | 4,37       | 1,85      | 3,75             | 0,95             |
| 3,1        | 1,82      | 4,3        | 1,87      | 5                | 0,94             |
| 3,02       | 0,49      | 5,24       | 1,62      | 2,15             | 0,68             |
| 3,01       | 0,75      | 4,72       | 1,91      | 4,29             | 0,79             |
| 3,21       | 1,12      | 4,83       | 3,18      | 3,7              | 0,81             |
| 3,01       | 0,89      | 4,28       | 2,29      | 4,83             | 0,87             |
| 3,42       | 1         | 4,97       | 1,84      | 4,97             | 1,05             |
| 3,35       | 0,96      | 4,86       | 2,15      | 4,73             | 0,93             |
| 3,57       | 1,1       | 4,04       | 3         | 3,97             | 0,98             |
| 3,1        | 0,87      | 4,36       | 2,3       | 4,71             | 0,84             |
| 3,66       | 1,06      | 4,78       | 2,09      | 5,57             | 1,07             |
| 3,1        | 0,89      | 4,82       | 1,83      | 5,15             | 0,92             |
| 3,28       | 0,83      | 4,66       | 1,49      | 5,53             | 1,04             |
| 2,77       | 1,01      | 5,18       | 2,02      | 3,9              | 0,67             |
| 3,8        | 0,86      | 4,56       | 1,84      | 3,13             | 0,92             |
| 3,1        | 0,65      | 4,59       | 1,56      | 5,28             | 0,93             |
| 2,5        | 0,98      | 4,69       | 1,34      | 5,19             | 0,98             |
| 3,22       | 0,91      | 4,4        | 1,44      | 5,03             | 0,89             |
| 2,76       | 0,72      | 4,47       | 2,12      | 5,59             | 0,9              |

#### Lanzamientos con la mano derecha:

| Distancia: | Tiempo:   | Distancia: | Tiempo:   | Distancia:       | Tiempo:          |
|------------|-----------|------------|-----------|------------------|------------------|
| <b>A4</b>  | <b>A4</b> | <b>A3</b>  | <b>A3</b> | <b>Periódico</b> | <b>Periódico</b> |
| 4,45       | 0,65      | 4,78       | 2,79      | 2,97             | 0,89             |
| 4,1        | 0,7       | 4,92       | 2,28      | 4,25             | 1,08             |
| 3,95       | 0,61      | 4,85       | 2,32      | 4,11             | 0,98             |
| 4,21       | 0,65      | 4,68       | 1,37      | 3,29             | 0,85             |
| 4,8        | 0,91      | 4,27       | 2,48      | 4,34             | 0,96             |
| 4,92       | 0,98      | 4,64       | 1,73      | 4,41             | 1,07             |
| 4,5        | 0,54      | 5,12       | 1,71      | 3,5              | 0,94             |
| 5,15       | 0,88      | 5,08       | 1,9       | 5,22             | 1,02             |
| 3,91       | 0,69      | 4,83       | 2,23      | 4,93             | 1,2              |
| 4,72       | 0,67      | 4,39       | 2,49      | 4,76             | 1,2              |
| 4,39       | 0,84      | 4,61       | 1,48      | 2,5              | 0,97             |
| 5,04       | 0,67      | 4,59       | 1,83      | 4,34             | 0,98             |
| 5,38       | 0,73      | 4,9        | 2,89      | 4,28             | 1,03             |
| 4,98       | 0,7       | 4,36       | 2,25      | 4,15             | 1,06             |
| 4,17       | 0,74      | 4,48       | 1,87      | 4,08             | 0,94             |
| 5,8        | 0,9       | 4,63       | 2,5       | 4,21             | 0,91             |
| 5          | 0,66      | 4,85       | 2,19      | 4,01             | 0,91             |
| 5,21       | 0,82      | 4,15       | 2,5       | 4,09             | 0,94             |
| 5,04       | 0,83      | 4,55       | 2,15      | 4,07             | 0,98             |
| 6,41       | 0,93      | 5,23       | 2,79      | 5,45             | 1,06             |

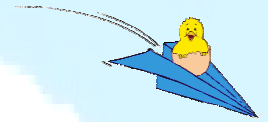
**Sky Barge:***Lanzamientos con la mano izquierda*

| Distancia: | Tiempo:   | Distancia: | Tiempo:   | Distancia:       | Tiempo:          |
|------------|-----------|------------|-----------|------------------|------------------|
| <b>A4</b>  | <b>A4</b> | <b>A3</b>  | <b>A3</b> | <b>Periódico</b> | <b>Periódico</b> |
| 3,35       | 2,8       | 4,23       | 1,55      | 3,96             | 1,72             |
| 2,56       | 1,46      | 4,81       | 1,48      | 3,97             | 1,72             |
| 3,13       | 2,58      | 4,69       | 1,48      | 3,95             | 1,57             |
| 3,94       | 1,3       | 4,91       | 1,83      | 2,51             | 1                |
| 3,3        | 2,26      | 4,82       | 1,49      | 2,37             | 1,09             |
| 2,98       | 1,32      | 6,82       | 2,32      | 2,86             | 1,15             |
| 3,26       | 1,52      | 5,05       | 1,6       | 3,36             | 1,52             |
| 3,58       | 1,59      | 4,94       | 1,68      | 2,25             | 0,88             |
| 3,47       | 1,62      | 5,11       | 1,67      | 3,2              | 0,93             |
| 5,23       | 1,48      | 6,11       | 2,01      | 3,65             | 1,43             |
| 6,88       | 1,45      | 5,64       | 2,22      | 2,76             | 1,37             |
| 3,21       | 1,47      | 4,9        | 1,81      | 2,63             | 0,93             |
| 2,45       | 1,27      | 4,97       | 1,48      | 3,45             | 1,29             |
| 5,07       | 1,63      | 4,78       | 1,87      | 2,7              | 1,2              |
| 3,4        | 1,56      | 5,1        | 1,76      | 2,49             | 1,15             |
| 5,4        | 1,2       | 5,21       | 1,53      | 2,61             | 1,39             |
| 2,1        | 1,4       | 5,32       | 2,51      | 2,77             | 0,98             |
| 5,86       | 1,92      | 5,25       | 1,6       | 3,65             | 1,26             |
| 2,12       | 1,6       | 5,15       | 2,04      | 3,47             | 1,32             |
| 5,2        | 2,03      | 6,05       | 2,27      | 5,09             | 1,93             |

*Lanzamientos con la mano derecha*

| Distancia: | Tiempo:   | Distancia: | Tiempo:   | Distancia:       | Tiempo:          |
|------------|-----------|------------|-----------|------------------|------------------|
| <b>A4</b>  | <b>A4</b> | <b>A3</b>  | <b>A3</b> | <b>Periódico</b> | <b>Periódico</b> |
| 6,02       | 2,14      | 5,31       | 1,74      | 2,9              | 1,21             |
| 4,12       | 1,65      | 5,12       | 1,24      | 3,27             | 1,37             |
| 5,37       | 2,11      | 5,59       | 1,8       | 3,15             | 1,47             |
| 6,32       | 2,34      | 4,98       | 1,37      | 3,18             | 1,32             |
| 4,78       | 1,68      | 5,51       | 1,71      | 3,09             | 1,22             |
| 3,69       | 1,45      | 4,87       | 1,44      | 4,17             | 2,26             |
| 4,15       | 2,21      | 4,92       | 1,52      | 3,54             | 1,49             |
| 6,9        | 2,39      | 4,49       | 4         | 3,15             | 1,69             |
| 5,01       | 1,9       | 5,08       | 1,48      | 3,4              | 1,28             |
| 4,86       | 1,72      | 5,17       | 1,73      | 2,48             | 0,85             |
| 3,81       | 1,49      | 3,67       | 1,03      | 3,1              | 1,45             |
| 4,99       | 1,6       | 3,9        | 1,1       | 2,6              | 0,85             |
| 4,41       | 1,55      | 5,32       | 1,62      | 3,69             | 1,47             |
| 4,32       | 1,73      | 5,25       | 1,35      | 2,47             | 0,68             |
| 5,64       | 2,12      | 4,56       | 1,14      | 2,79             | 0,92             |
| 3,93       | 1,63      | 5,27       | 1,38      | 2,85             | 1,18             |
| 4,29       | 1,36      | 4,98       | 1,3       | 2,95             | 1,29             |
| 3,09       | 1,14      | 5,03       | 1,44      | 3,15             | 1,32             |
| 3,7        | 1,35      | 5,3        | 1,51      | 3,02             | 1,21             |
| 7,24       | 2,44      | 5,48       | 1,55      | 2,87             | 1,29             |





## Hoop-Nosed Scooter

### Lanzamientos con la mano izquierda

| Distancia: | Tiempo:   | Distancia: | Tiempo:   | Distancia:       | Tiempo:          |
|------------|-----------|------------|-----------|------------------|------------------|
| <b>A4</b>  | <b>A4</b> | <b>A3</b>  | <b>A3</b> | <b>Periódico</b> | <b>Periódico</b> |
| 2,76       | 0,8       | 4,9        | 0,98      | 2,01             | 0,71             |
| 4,8        | 1,25      | 4,15       | 0,92      | 2,86             | 0,99             |
| 5,8        | 1,57      | 4,96       | 1,04      | 3,39             | 0,92             |
| 4,1        | 1,34      | 6,12       | 1,22      | 2,73             | 0,86             |
| 4,79       | 1,15      | 4,49       | 0,93      | 3,7              | 0,91             |
| 4,04       | 1,93      | 4,89       | 0,97      | 3,03             | 0,9              |
| 5,29       | 1,79      | 4,44       | 0,87      | 2,8              | 0,91             |
| 4,82       | 1,54      | 5,6        | 1,15      | 2,36             | 0,89             |
| 2,6        | 1,27      | 5,21       | 1,08      | 2,28             | 0,84             |
| 4,1        | 1,23      | 4,2        | 0,87      | 2,32             | 0,83             |
| 3,45       | 1,15      | 4,75       | 1,06      | 3,14             | 0,86             |
| 3,12       | 1,17      | 6,85       | 1,29      | 3                | 1,01             |
| 5,64       | 1,3       | 5,03       | 1,16      | 2,54             | 0,89             |
| 5,3        | 1,38      | 4,68       | 0,87      | 3,03             | 0,98             |
| 5          | 1,3       | 5,43       | 1,13      | 3,22             | 0,97             |
| 4,84       | 1,97      | 4,61       | 0,9       | 3,44             | 1,1              |
| 5,28       | 1,51      | 5,18       | 0,9       | 3,62             | 1,18             |
| 5,03       | 1,32      | 5,06       | 1,12      | 2,25             | 0,88             |
| 5,87       | 1,57      | 4,23       | 0,77      | 2,51             | 0,8              |
| 5,28       | 1,64      | 5,09       | 1,08      | 2,9              | 0,86             |

### Lanzamientos con la mano derecha

| Distancia: | Tiempo:   | Distancia: | Tiempo:   | Distancia:       | Tiempo:          |
|------------|-----------|------------|-----------|------------------|------------------|
| <b>A4</b>  | <b>A4</b> | <b>A3</b>  | <b>A3</b> | <b>Periódico</b> | <b>Periódico</b> |
| 3          | 0,98      | 4,24       | 0,82      | 2,76             | 1,09             |
| 3,27       | 0,87      | 4,22       | 0,77      | 2,21             | 0,9              |
| 4,25       | 0,87      | 4,1        | 1         | 3,2              | 0,93             |
| 4,74       | 0,97      | 4,08       | 0,97      | 2,61             | 0,92             |
| 4,15       | 0,93      | 4,61       | 0,94      | 2,26             | 0,82             |
| 5,07       | 1,13      | 4,07       | 0,86      | 2,35             | 0,75             |
| 4,99       | 1,08      | 4,84       | 0,91      | 2,16             | 0,83             |
| 6,18       | 1,29      | 4,49       | 0,84      | 2,2              | 0,97             |
| 4,98       | 1,15      | 4,61       | 1,01      | 2,15             | 0,92             |
| 3,32       | 0,77      | 4,76       | 1,08      | 2,37             | 0,79             |
| 5,17       | 1,12      | 4,42       | 0,93      | 3,3              | 1,11             |
| 4,63       | 0,92      | 4,35       | 1,11      | 2,63             | 0,73             |
| 4,66       | 1,06      | 4,85       | 0,94      | 2,45             | 0,82             |
| 4,24       | 1,16      | 5          | 1,15      | 2,4              | 0,83             |
| 4,75       | 0,9       | 4,52       | 0,94      | 2,83             | 0,93             |
| 4,81       | 1,08      | 4,63       | 0,94      | 2,79             | 0,81             |
| 4,65       | 1,04      | 4,18       | 0,87      | 2,74             | 0,82             |
| 4,12       | 0,9       | 5,24       | 0,95      | 2,72             | 0,79             |
| 5,08       | 1,22      | 4,1        | 0,85      | 2,89             | 1,14             |
| 4,73       | 0,87      | 5,81       | 1,82      | 2,64             | 0,72             |