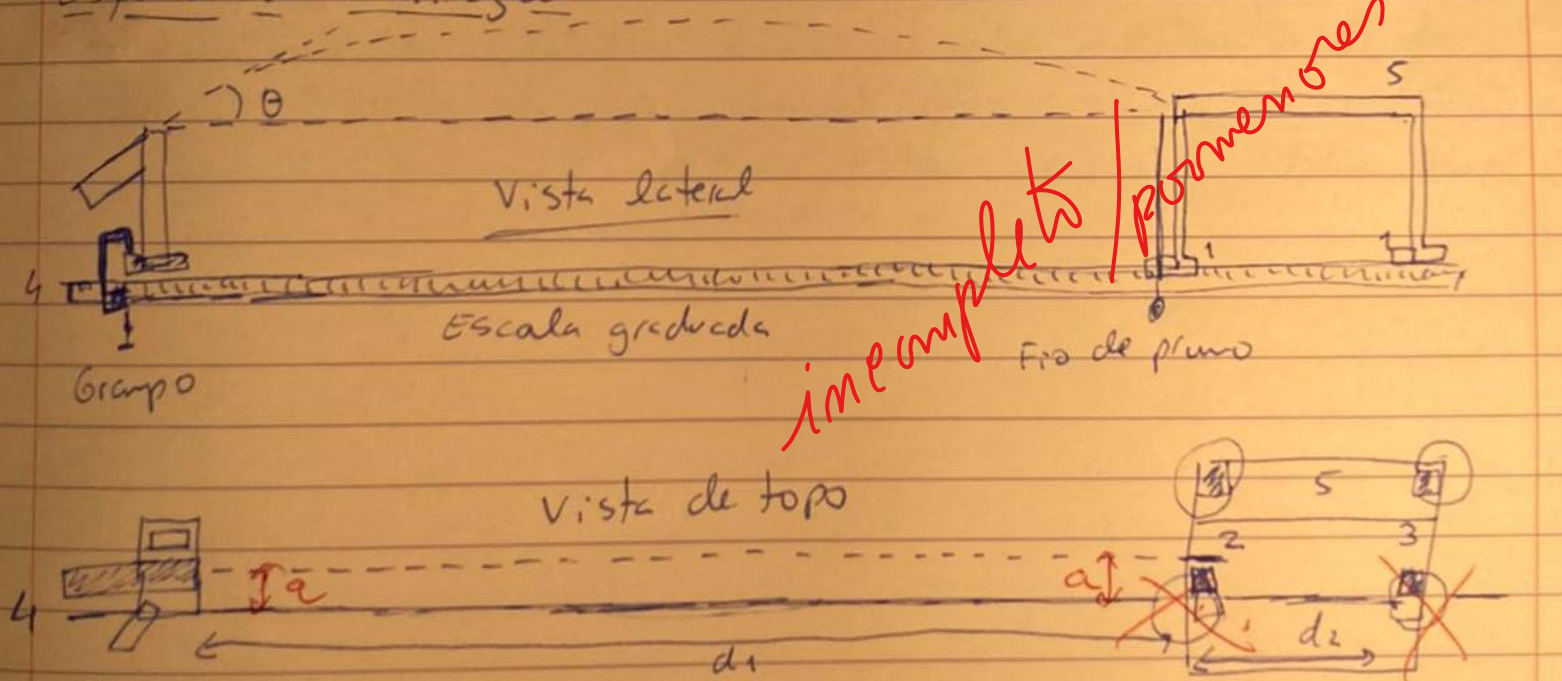


6B - Estudo do movimento dos projéteis

Imperf

- Plano:
- Montar o lançador com $\theta = 10^\circ$ sobre uma mesa,
 - Alinhar os eixos,
 - Dispor uma das ostras para localizar o ponto de ensaie
 - Colocar a mesa, na posição determinada de forma a que essa posição seja satisfatória para os ângulos seguintes
 - Fixar o papel milimétrico na mesa de ensaie
 - Marcar pontos de referência de modo a medir a posição $h(t)$ do lançamento.
 - Registrar 5 ensaios para cada ângulo, numerando os registros sequencialmente.
 - Registrar os dados de lançamento

Esquema de montagem:



- 1- Discos para elevar o nível da mesa
- 2- Marcas do plano ideal na folha de papel milimétrico
- 3- Folha de papel milimétrico
- 4- Beira da bancada com régua colada
- 5- Mesa de ensaie

Equações de incertezas:

$$\bar{u} = \sum_{i=1}^5 u_i \cdot \frac{1}{5}$$

$$u(\bar{u}) = \frac{\sigma_{mostra}}{\sqrt{5}}$$

$$\bar{v}_0 = \sqrt{\frac{g \bar{u}}{\sin(2\theta)}}$$

Objetivos:

- Estudar o movimento de projéteis pela análise da dependência do alcance com o ângulo ~~de lançamento~~ de lançamento quando os seus níveis de lançamento e impacto são os mesmos.
- Determinar o alcance máximo.
- Determinar a velocidade de lançamento, $v(\theta)$, pma

analisar a qualidade da lançadora

Equações:
$$u = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g} ; v = \sqrt{\frac{ug}{\sin(2\theta)}}$$

Ensaio:

Numa tabela registámos os valores do alcance dos projéteis em função do ângulo escolhido (desde 10° a 80°).

Entre parêntesis encontra-se marcado o valor de desvio em cm do plano ideal, nos 5 ensaios por baixo encontra-se o verdadeiro valor do alcance calculado em metros.

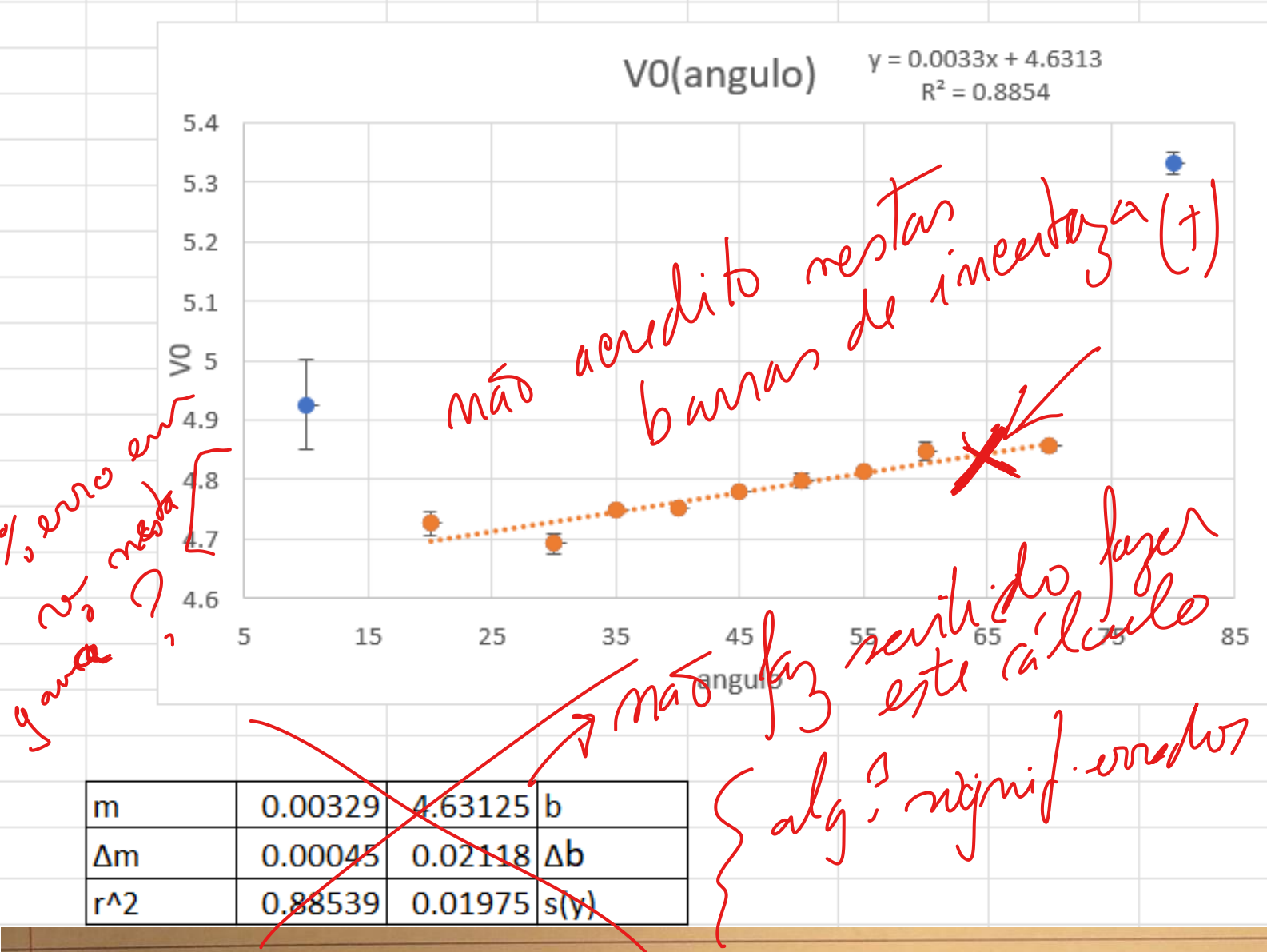
Também indicamos a incerteza do valor médio do alcance, a velocidade inicial média e a sua incerteza associada.

eq. de propagação para v_0 ? (+)

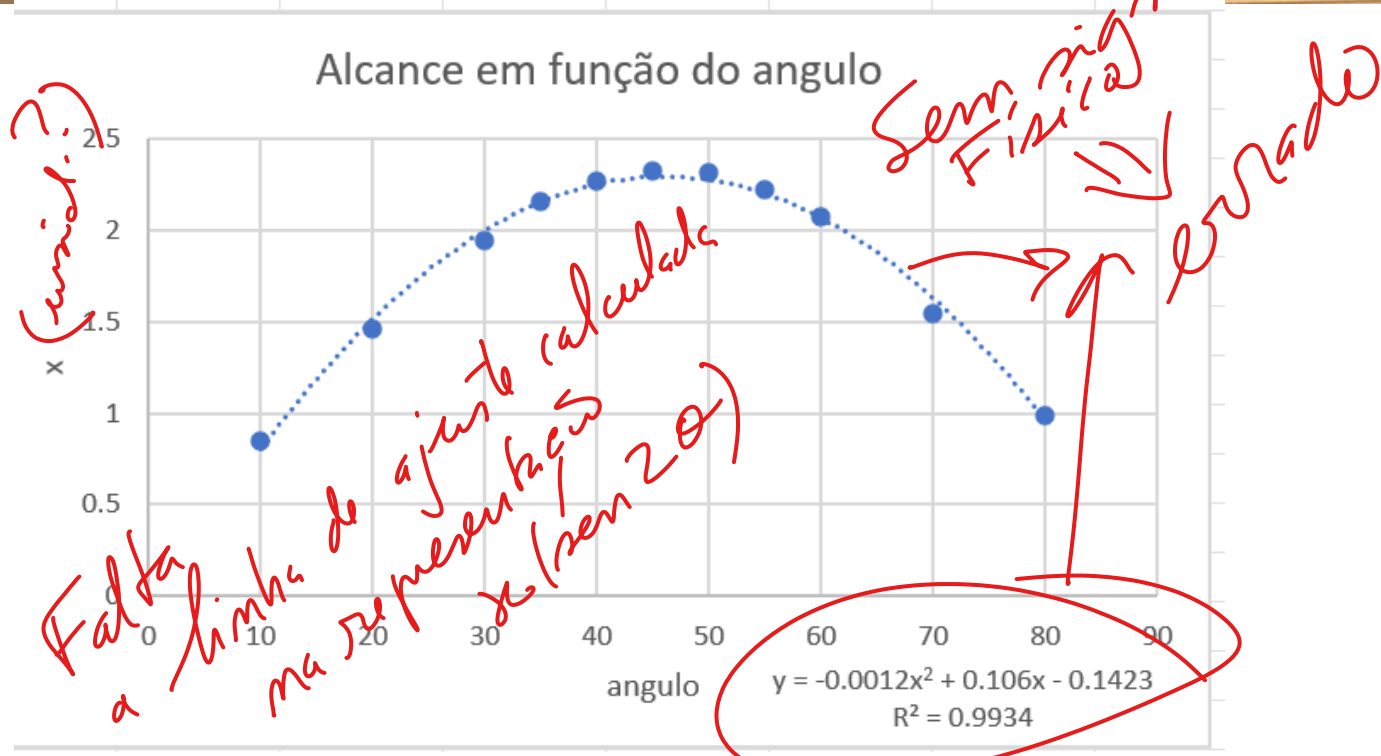
	Ensaio	ângulo										
		10	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80
x(cm)	1	86,35(2)	143(0)	196,2(1,7)	215,5(1,2)	227,3(0,9)	231,2(0,5)	227,3(2,6)	222,35(1,	208,75(0,	153,7(2)	101,2(2,3)
	2	87,95(0,7)	144,45(2,	195,8(1,7)	215,9(0,6)	227,3(0,6)	232,85(0,	231,55(2,	222,1(1,5	210,1(0,6	156,5(1,8	98,4(1,55)
	3	79,45(0,1)	148,7(2,3)	197,1(1)	217,55(0,	227(0,5)	232,8(0,5)	233(0,4)	220,2(0,6	209,7(1,8	154,1(0,0	98,1(2,8)
	4	91,35(0,1)	146,05(0,	189,7(0,7)	216,6(0,4)	227,3(0,3)	233,1(0,0)	233,2(3,2)	223,1(1,4	204,7(2,3)	154,6(2,1	100(3,3)
	5	77,95(0,1)	149,5(1,1)	193,15(1,	215(1,2)	225,05(0,	234,1(3,3)	230,55(1,	221,55(1,	203,7(2,3)	153,5(2)	97,5(4,1)
x(m) com desvio calculado	1	0.8637	1.43	1.9621	2.155	2.273	2.312	2.2731	2.2236	2.0875	1.5371	1.0123
	2	0.8795	1.4447	1.9581	2.159	2.273	2.3285	2.3156	2.2211	2.101	1.5651	0.9841
	3	0.7945	1.4872	1.971	2.1755	2.27	2.328	2.33	2.202	2.0971	1.541	0.9814
	4	0.9135	1.4605	1.897	2.166	2.27	2.331	2.3322	2.231	2.0471	1.5461	1.0005
	5	0.7795	1.495	1.9315	2.15	2.251	2.341	2.3056	2.2155	2.0371	1.5351	0.9759
media(x)		0.84614	1.46348	1.94394	2.1611	2.2674	2.3281	2.3113	2.21864	2.07396	1.54488	0.99084
	u(media(x))	0.02556	0.01233	0.01345	0.00445	0.00415	0.00466	0.01072	0.00485	0.01329	0.00539	0.00675
	media(v0)	4.9264	4.726	4.69257	4.74984	4.75251	4.77898	4.79829	4.81266	4.84696	4.85566	5.33102
	u(media(v0))	0.07441	0.0199	0.01624	0.00478	0.0056	0.00387	0.01112	0.00526	0.01568	0.00847	0.01816
	ângulo	10	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80
		0.34202	0.64279	0.86603	0.93969	0.98481	1	0.98481	0.93969	0.86603	0.64279	0.34202

No gráfico da velocidade média encontramos 2 pontos duvidosos que deixámos de fazer ~~na~~ dos valores da reta de ajuste.

Podemos verificar que, para exato $\theta = 10^\circ$ e $\theta = 80^\circ$, a velocidade média inicial é quase constante, podendo-se concluir devido ao baixo declive da reta de ajuste que o alcance dos projéteis não depende da velocidade inicial.

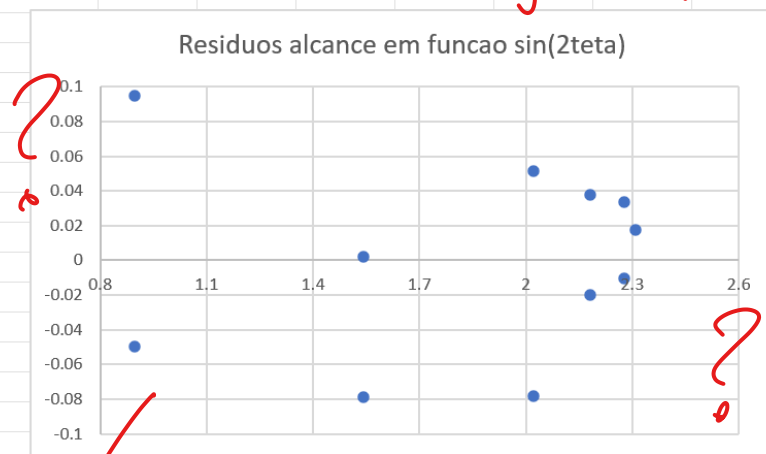
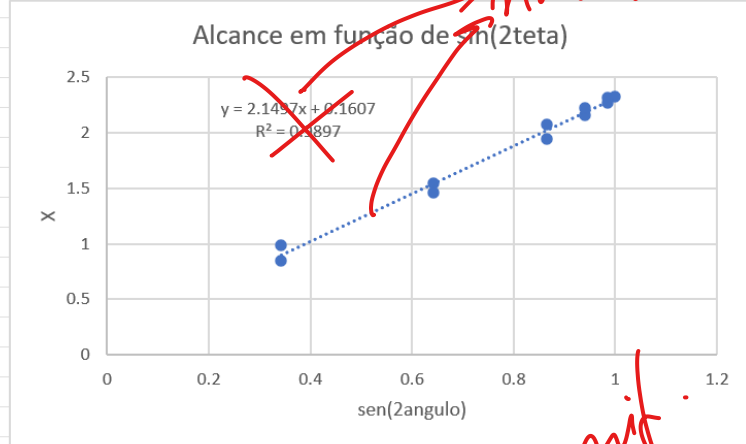


Agora, neste gráfico conseguimos verificar que de facto o alcance dos projéteis depende não da sua velocidade inicial mas do ângulo, como previsto. Confirmamos também que o alcance máximo é atingido para $\theta = 45^\circ$ (~~24.444444~~ onde $\sin(2\theta) = 1$)



Por fim, no seguinte gráfico observamos uma tendência linear como o esperado segundo a teoria. Como dito anteriormente, o alcance máximo ocorre quando $\sin(2\theta) = 1$. O gráfico dos resultados mostra uma distribuição que existe uma distribuição estatística das dados.

Não esteve na aula do feedback?
não de tendência e sem de ajuste!



m	2.14972	0.160749	b
Δm	0.073263	0.059544	Δb
r^2	0.989655	0.057656	s(y)

alg. signif. errados

mal formatado

Análise de resultados

→ só agora? e o que está para trás não é?

Cálculo do alcance máximo: $u = m \sin(2\theta)$
 (teórico) $\sin(2\theta) = 1, \theta = 45^\circ$

$$\Rightarrow u = 2,14972 \text{ m}$$

\bar{v}_0 média (prática) = $4,84 \text{ ms}^{-1}$

% inc?

v_0 ajuste (teórica) = $4,631 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{Erros (\%)} = \frac{|v_{0t} - \bar{v}_{0p}|}{\bar{v}_{0p}} \times 100 = 4,51\%$$

$$\frac{|u_t - u_{exp}|}{u_t} \times 100 = 8,30\%$$

Conclusões

Podemos concluir que o alcance dos projéteis é, como esperado, afetado pelo θ de lançamento, sendo máximo para $\theta = 45^\circ$.

Em $\theta = 45^\circ$, o x_{\max} foi de 2,3281 m.

Além disto, concluímos que a v_0 não é afetada pelo θ de lançamento, sendo praticamente constante. A v_0 obtida foi de $4,84 \text{ m s}^{-1}$.

Por fim, considero os resultados relativamente satisfatórios e o lançador de confiança, pois o erro % da velocidade inicial obtida foi de 9,51% ($< 8\%$ como estipulado). Infelizmente, apesar de não ser um resultado muito distante do esperado, o x_{\max} obtido fica mais longe do esperado com um erro % de 8,30% que não satisfaz completamente o descrito no protocolo.

~~onde está a folha dos
impactos?~~