

Princípio da Incerteza
LUCAS DOS SANTOS BATALI 10785921

Resumo

Para sistemas quânticos, Heisenberg demonstrou uma nova relação entre a incerteza de momento e a posição. Utilizando uma fonte e diáfragma e métodos gráficos foi possível testar a aproximação clássica de $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$. E para um sistema de duas partículas, também foi possível testar a aproximação de \hbar . Por fim pode-se concluir que as primeiras experiências sobre o princípio de Heisenberg de acordo com o princípio de incerteza.

1) Na mecânica clássica a partir de forças que atuam em um sistema, é possível determinar a posição e o momento para todos os valores de tempo, desta forma o movimento futuro fica determinado de forma exata. No entanto, no processo de realizar observação o observador interfere com o sistema. Portanto uma hipótese aceita na época foi que para sistemas microscópicos esse modelo também seria inadequado. No entanto Bohr e Heisenberg questionaram esse modelo para sistemas quânticos assim foi desenvolvida o princípio de incerteza de Heisenberg:

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \frac{\hbar}{2} \quad \text{Equação 1: primeira parte do princípio de incerteza}$$

$$\text{e } \Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2} \quad \text{Segunda parte princípio incerteza.}$$

Esse princípio tem duas partes, a primeira diz que uma experiência não pode determinar simultaneamente o valor exato do momento e também para a posição simultaneamente, e a primeira delas duas medidas

ficam limitados a equação 1, a segunda parte do princípio está relacionada a energia e ao tempo como na equação 2,

Materiais e Métodos

O aparato experimental para o experimento na parte acústica está representada na figura 1. Um gerador de som de 200 Hz foi registrado seu sinal em um microfone em diversos valores temporais (1s, 5s, 10s, 15s, 20s, 25s, 30s, 35s, 40s, 45s, 50s). O sinal gerado foi tratado através a linguagem python, e foi feita a transformada de Fourier, obtendo-se o valor de pico e de Banda. Posteriormente a mesma procedure foi feita para a difração.

Na segunda parte do experimento, segundo o aparato experimental da figura 2. Um modo um laser, e uma fenda para controlar a largura de onda feita (medida por micrometro), e possível obter dados do momento de difração. Variando-se a largura da fenda anotou-se os dados de medida da difração

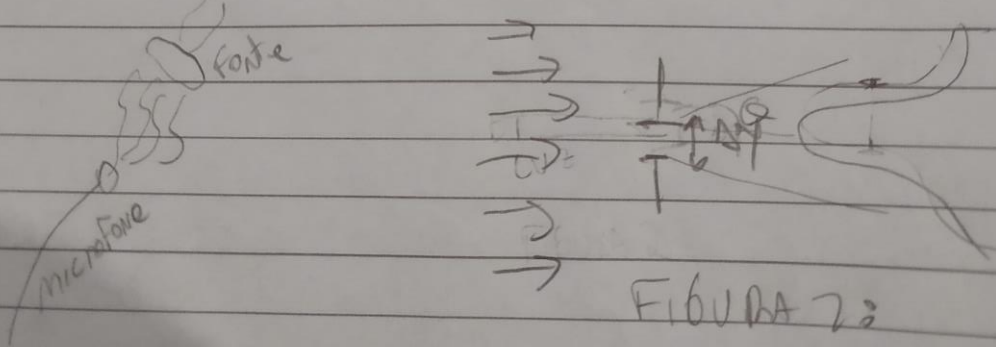
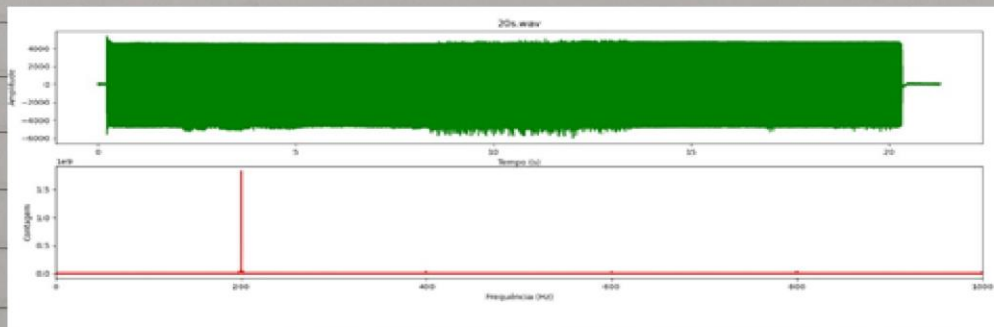


FIGURA 1

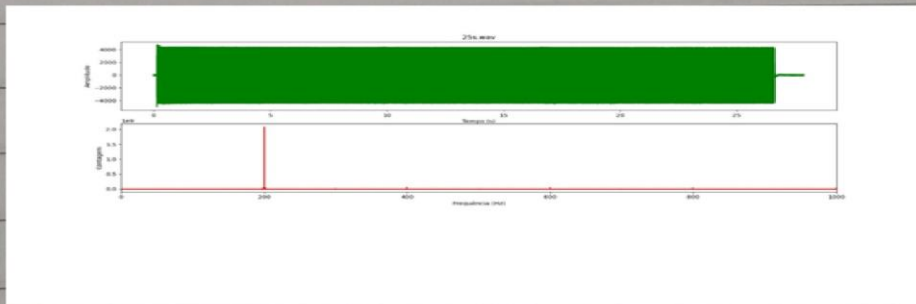
Resultado e discussão
 Para os dados obtidos na parte acústica e óptica, onde (14) corresponde aos diáspora:

	Tempos(s)	Δf (Hz)	Frequência de pico(Hz)	delta E(j)	delta E*delta T(j*s)	$\lambda/2L$ (j*s)
	1	1,219	199,871	8,07E-34	8,07E-34	5,25E-35
	5	0,312	199,839	2,07E-34	1,03E-33	5,25E-35
	10	0,151	199,868	1,00E-34	1,00E-33	5,25E-35
	15	0,072	199,863	4,77E-35	7,16E-34	5,25E-35
	20	0,066	199,868	4,37E-35	8,74E-34	5,25E-35
	25	0,067	199,859	4,44E-35	1,11E-33	5,25E-35
	30	0,039	199,860	2,58E-35	7,75E-34	5,25E-35
	35	0,028	199,855	1,85E-35	6,49E-34	5,25E-35
	40	0,034	199,855	2,25E-35	9,00E-34	5,25E-35
	45	0,029	199,832	1,92E-35	8,64E-34	5,25E-35
	50	0,020	199,831	1,32E-35	6,62E-34	5,25E-35
14a	1,66	0,813	74,566	6,38E-34	8,93E-34	6,26E-36
14b	9,1	0,287	521,734	1,90E-34	1,73E-33	5,25E-35
14c	1,89	2,317	514,183	1,53E-33	2,90E-33	5,25E-35
14d	6,88	0,266	810,612	1,76E-34	1,21E-33	5,25E-35

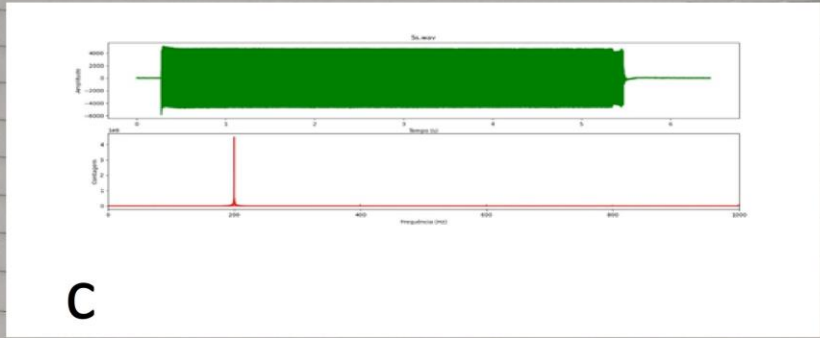
Tabela 1: Dados experimentais acústica



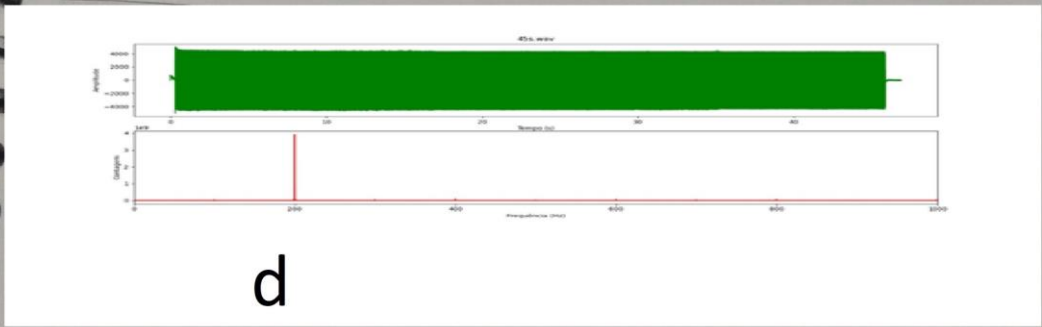
Figuras A- gráficos acústica



b



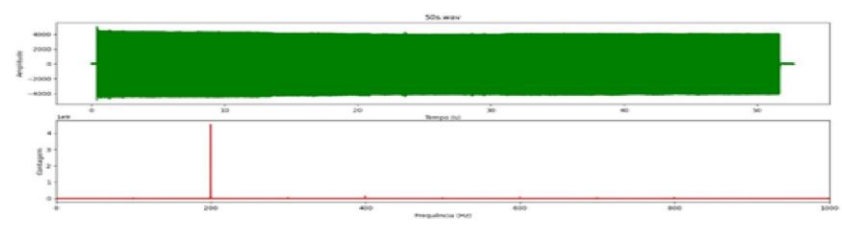
c



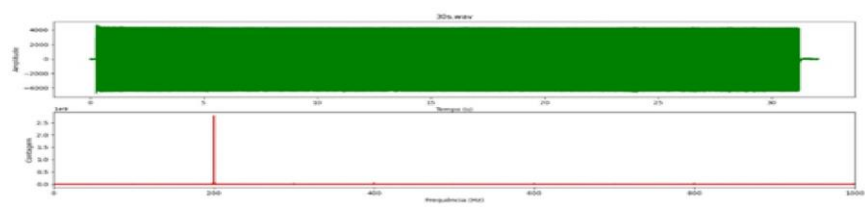
d



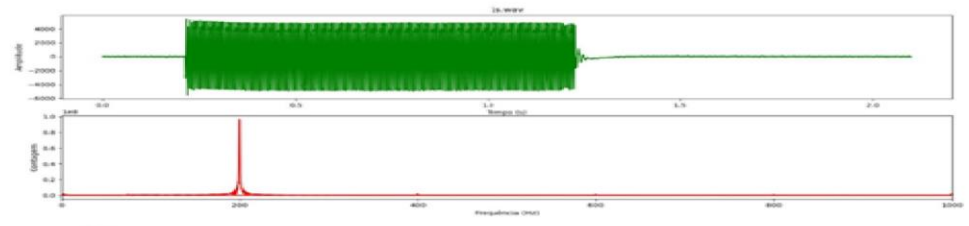
e



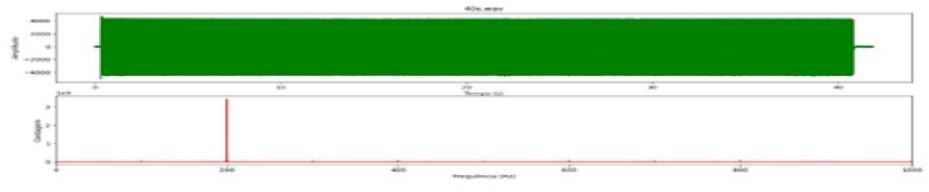
F



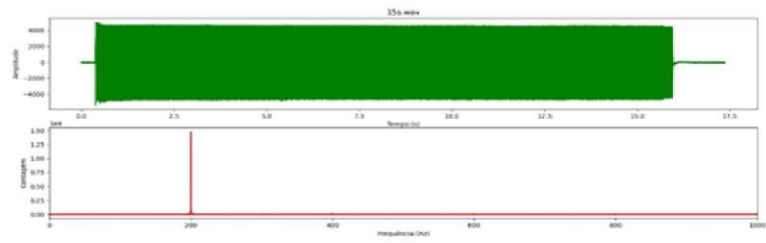
G



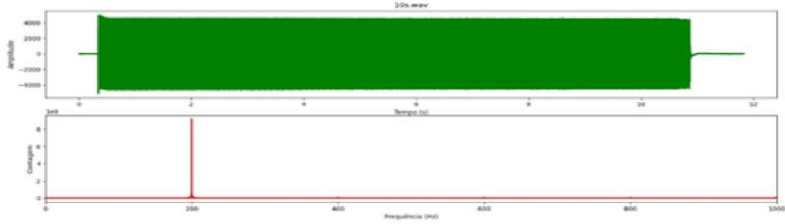
H



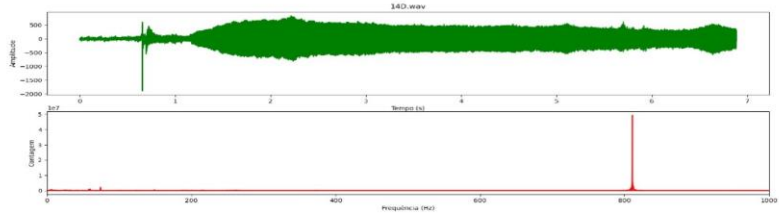
I



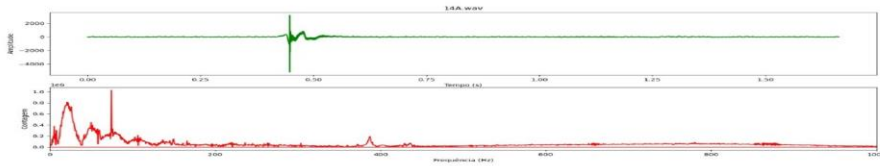
J



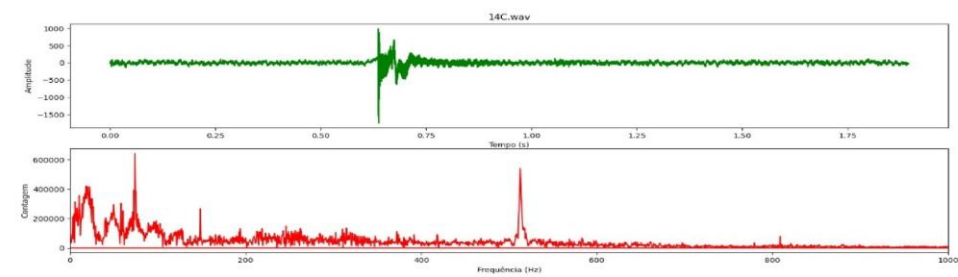
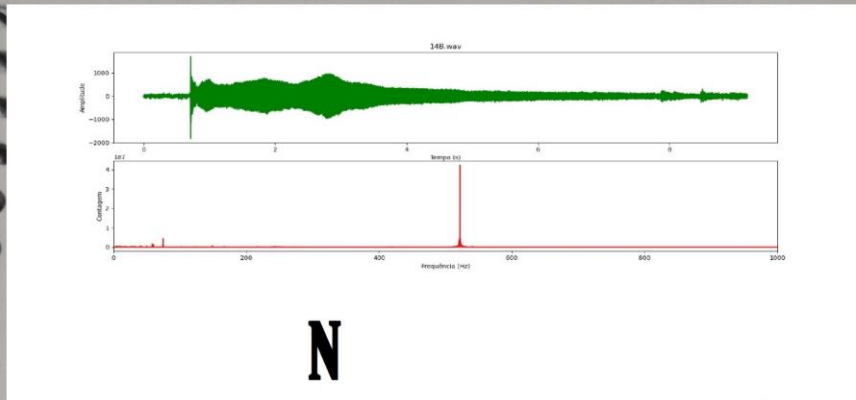
K



L



M



	mediaporcen
Fonte	1625,28%
diapasão	3206,13%

TABELA 1.2: PORCENTAGEM EM RELAÇÃO AO $h(\text{cortado})/2$

FORC

Para o gerador sonoro a frequência de pico medido é $199,354 \pm 9,008 \text{ Hz}$, e pela tabela 3 nota-se que todos os $\Delta E \cdot \Delta t$ estão de acordo com o princípio da incerteza, pois todos os valores são muito menores que \hbar .

Para os diapasons (14), pode-se constatar que os valores estão de acordo com o princípio da incerteza e que para os picos dos diapasons se refere a nota: [2] 14a entre D1 e D#1, 14b está entre C4 e C#4, 14c está entre B3 e C4, 14d está entre G4 e G#4.

Como em média $\Delta E \cdot \Delta t$ para a fonte de 200 Hz se aproxima mais de \hbar , pode-se notar que para este equipamento a fonte eletrônica é mais adequada.

Abertura Micrômetro (m)	Comprimento Feixe (m)	Comprimento oposto (m)	$\text{sen}\theta$ (rad)	λ (m)	Δp_y (kg*m/s)	$\Delta p_y \cdot \Delta y$ (j*s)	$\hbar/2$ (j*s)
0,01	0,0265	0,0133	0,008	7,67E-05	6,630E-32	1,76E-33	5,25E-35
0,01005	0,019	0,0095	0,006	5,53E-05	6,597E-32	1,25E-33	5,25E-35
0,0101	0,0105	0,0053	0,003	3,07E-05	6,564E-32	6,89E-34	5,25E-35
0,01015	0,008	0,004	0,002	2,35E-05	6,532E-32	5,23E-34	5,25E-35
0,0102	0,0065	0,0033	0,002	1,92E-05	6,500E-32	4,23E-34	5,25E-35
0,01025	0,005	0,0025	0,001	1,48E-05	6,468E-32	3,23E-34	5,25E-35
0,0103	0,004	0,002	0,001	1,19E-05	6,437E-32	2,57E-34	5,25E-35
0,01035	0,0035	0,0018	0,001	1,05E-05	6,406E-32	2,24E-34	5,25E-35
0,0104	0,0032	0,0016	0,001	9,64E-06	6,375E-32	2,04E-34	5,25E-35

TABELA2: DADOS OEM

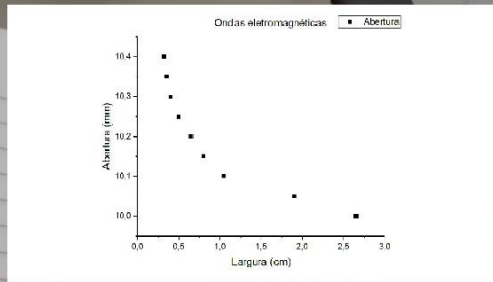


FIGURA4: GRAFICO DA ABERTURA E LARGURA

também para esse parte do experimento pode-se observar que em todas as pontas estão de acordo com o princípio da incerteza.

Conclusão

Porém o objetivo do experimento foi alcançado, como o de estudar o princípio da incerteza em duas práticas. Para a fonte de 200 Hz, foi encontrada uma de $199,054 \pm 0,008$ Hz, e para o diapasão foi encontrado a nota referente ao π , por isso se conclui que todas as práticas experimentais desse relatório estão de acordo com o princípio da incerteza, e que a melhor prática seria a da fonte de 200 Hz, pois é em média que se aproxima de $\frac{\pi}{2}$.

Referências:

- [1] Eisberg, "Física Quântica" 1ed, 1999
- [2] Site: "<http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/introducao/tabela1.html>"