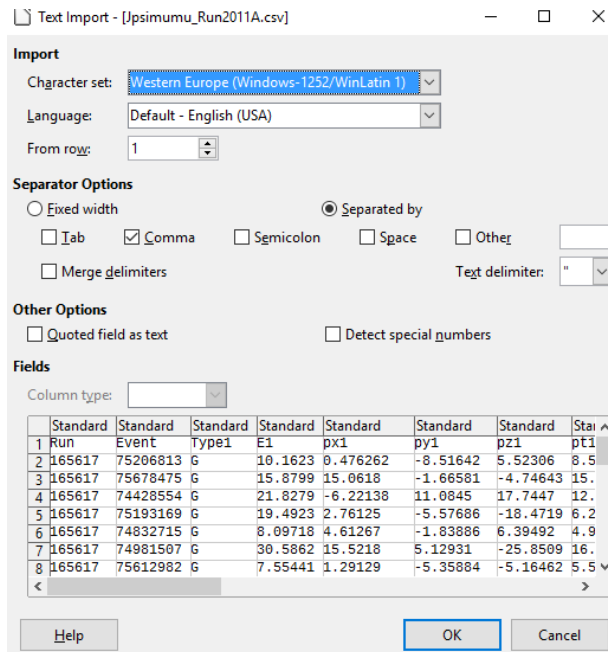


Graficando un Histograma con LibreOffice

En este tutorial, vamos a aprender a graficar un histograma usando LibreOffice y datos de acceso libre del experimento CMS del CERN. El archivo que utilizaremos es “Jpsimumu.csv”, el cual puede ser descargado desde el siguiente link: <http://opendata.cern.ch/record/545>. Primero, abre el archivo con LibreOffice calc. Selecciona las opciones “Comma” en “Separator Options” (opciones de separador), y asegurate de que esté seleccionada la opción “Separated by” (separado por).



Da clic en OK y espera que el documento cargue. Se verá algo como esto.

Jpsimumu_Run2011A.csv - LibreOffice Calc

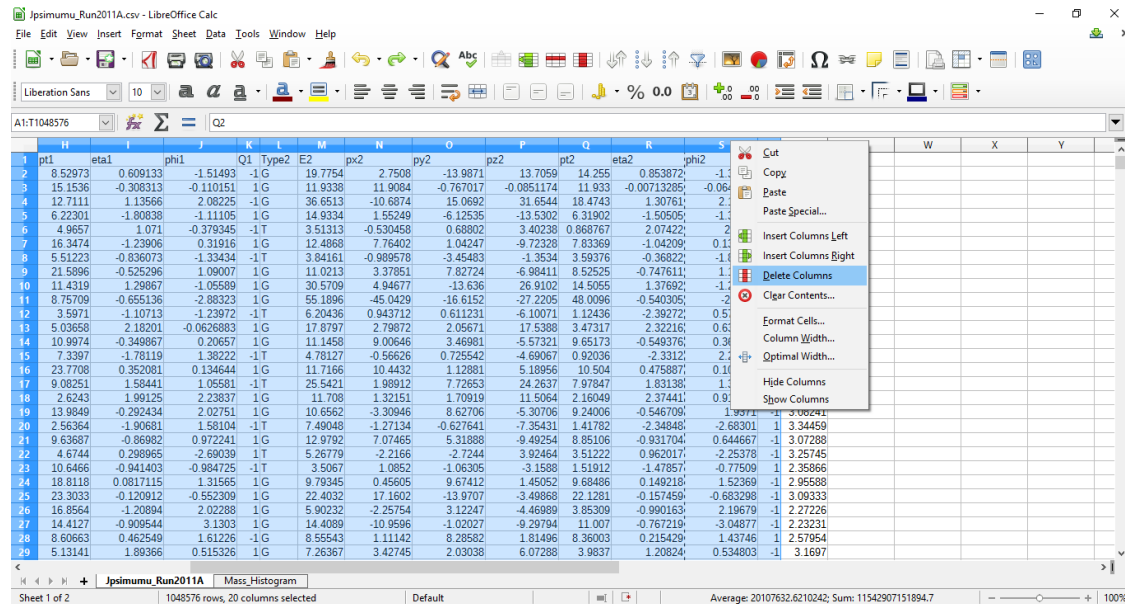
File Edit View Insert Format Sheet Data Tools Window Help

LibreOffice Calc

Sheet1

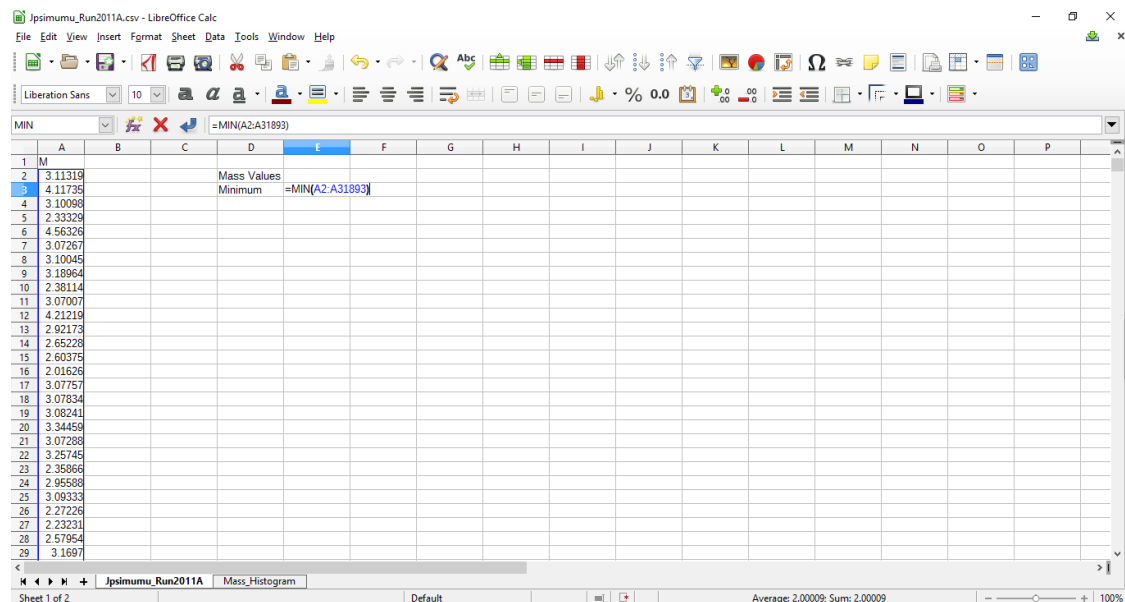
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
	Type1	E1	px1	py1	pz1	pt1	eta1	phi1	Q1	Type2	E2	px2	py2	pz2	pt2	eta2	phi2	Q2	M
1	G	10.1623	0.476262	-8.51642	5.52306	8.52973	0.609133	-1.51493	-1G	19.7754	2.7508	-13.9871	13.7059	14.255	0.853872	-1.37661	1	3.113	
2	G	15.8799	15.0618	-1.66581	-4.74643	15.1536	-0.308313	-0.110151	1G	11.9338	11.9084	-0.767017	-0.0851174	11.933	-0.00713285	-0.0643211	-1	4.117	
3	G	21.8279	-6.22138	11.0845	17.7447	12.7111	1.13666	2.08225	-1G	36.6513	-10.6874	15.0692	31.6544	18.4743	1.30761	2.18768	-1	3.100	
4	G	19.4923	2.76125	-5.57686	-18.4719	6.22001	-1.80838	-1.11105	1G	14.9304	1.55249	-6.12535	-13.5302	6.31902	-1.50595	-1.32257	-1	2.333	
5	G	8.09718	4.61267	-1.83886	6.39492	4.9657	1.071	-0.379345	-1G	3.51313	-0.530458	0.68802	3.40238	0.868767	2.07422	2.2276	-1	4.563	
6	G	30.5862	15.5218	5.12931	-25.8509	16.3474	-1.23906	0.31916	1G	12.4868	7.76402	1.04247	-9.72328	7.83369	-1.04209	0.133471	-1	3.072	
7	G	7.55441	1.29129	-5.35884	-5.16462	5.51223	-0.836073	-1.33434	-1G	3.84161	-0.989578	-3.45483	-1.3534	3.59376	-0.36822	-1.84976	-1	3.100	
8	G	24.6376	9.98359	19.1426	-11.8697	21.5896	-0.525296	1.09007	1G	11.0213	3.37851	7.82724	-6.98411	8.52525	-0.747611	1.16332	-1	3.189	
9	G	22.5057	5.62963	-9.94966	19.3857	11.4319	1.29867	-1.05589	1G	30.5709	4.94677	-13.636	26.9102	14.5055	1.37692	-1.22279	-1	2.381	
10	G	10.7051	-8.4643	-2.23744	-6.15638	8.75709	-0.655136	-2.88323	1G	55.1896	-45.0429	-16.6152	-27.2205	48.0096	-0.540305	-2.7882	-1	3.079	
11	G	6.03714	1.6926	-3.40175	-4.84735	3.5971	-1.10713	-1.23972	-1G	6.20436	0.943712	0.611231	-6.10071	1.12436	-2.39272	0.574748	-1	4.212	
12	G	22.6067	5.02668	-0.315528	22.0383	5.03658	2.18201	-0.0626883	1G	17.8797	2.79872	2.05671	17.5388	3.47317	2.32216	0.633751	-1	2.921	
13	G	11.6778	10.7636	-2.25561	-3.92661	10.9974	-0.349867	0.20657	1G	11.1458	9.00646	3.46981	-5.57321	9.65173	-0.549376	0.367733	-1	2.652	
14	G	22.4059	1.37594	7.20958	-21.1694	7.3397	-1.78119	1.38222	-1G	4.78127	-0.56626	0.725542	-4.69067	0.92036	-2.3312	2.23351	-1	2.603	
15	G	25.2596	23.5556	3.19093	8.54321	23.7708	0.352081	0.134644	1G	11.7166	10.4432	1.12881	5.18956	10.504	0.475887	0.107672	-1	2.016	
16	G	23.0765	4.47335	7.9045	21.2138	9.00251	1.58441	1.05581	-1G	25.5421	1.98912	7.72653	24.2637	7.97947	1.83138	1.31883	-1	3.077	
17	G	9.7908	-1.62467	2.06093	9.43195	2.6243	1.99125	2.23837	1G	11.708	1.32151	1.70919	11.5064	2.16049	0.912626	0.912626	-1	3.078	
18	G	14.5875	-6.16731	12.5515	-4.14819	13.9849	-0.292434	0.22751	1G	10.6562	-3.30946	8.62706	-5.30706	9.24006	-0.546709	1.9371	-1	3.082	
19	G	8.81973	-0.0262702	2.5635	-8.43826	2.56364	-1.90681	1.58104	-1G	7.49048	-1.27134	-0.627641	-7.35431	1.41782	-2.34848	-2.68301	-1	3.344	
20	G	13.5186	5.42989	7.9615	-9.48005	9.63687	-0.86082	0.972241	1G	12.9702	7.07465	5.31888	-9.49254	8.85106	-0.931704	0.644667	-1	3.072	
21	G	4.886	-4.20659	-2.03828	1.41839	4.6744	0.298965	-2.69039	1G	5.26779	-2.2166	-2.7244	3.92464	3.51222	0.962017	-2.25378	-1	3.257	
22	G	15.7236	5.88857	-8.86993	-11.5702	10.6466	-0.941403	-0.984725	-1G	3.5067	1.0852	-1.06305	-3.1588	1.51812	-1.47867	-0.77509	-1	2.358	
23	G	18.8749	4.74788	18.2027	1.53885	18.8118	0.0817115	1.31565	1G	9.79345	0.45605	9.67412	1.45052	9.84846	0.145218	1.52369	-1	2.955	
24	G	23.4741	19.8385	-12.2262	-2.82452	23.3033	-0.120812	-0.552309	1G	22.4032	17.1602	-13.9707	-3.49868	22.1281	-0.157459	-0.683298	-1	3.093	
25	G	30.75	-7.36353	15.1631	-25.7179	16.8564	-1.20894	2.02288	1G	5.90232	-2.25754	3.12247	-4.46989	3.85309	-0.990163	2.19679	-1	2.272	
26	G	20.7971	-14.4118	0.162709	-14.9927	14.4127	-0.909544	3.1303	1G	14.4089	-10.9596	-1.02027	-9.29794	11.007	-0.767219	-3.04877	-1	2.232	
27	G	9.54445	-0.356738	8.59924	4.12447	8.60663	0.462549	1.61226	-1G	8.55543	1.11142	8.28582	1.81496	8.36003	0.215429	1.43746	-1	2.579	
28	G	17.4321	4.465	2.52885	16.6594	1.8936	0.515326	7.26367	1G	7.26367	3.42745	2.03038	6.07288	3.9837	1.20624	0.534803	-1	3.16	

Sólo utilizaremos los valores de las masas. Selecciona el resto de las columnas haciendo clic sobre ellas, luego haz clic derecho y elimínalas dando clic en la opción “Delete Columns” (eliminar columnas) del menú.

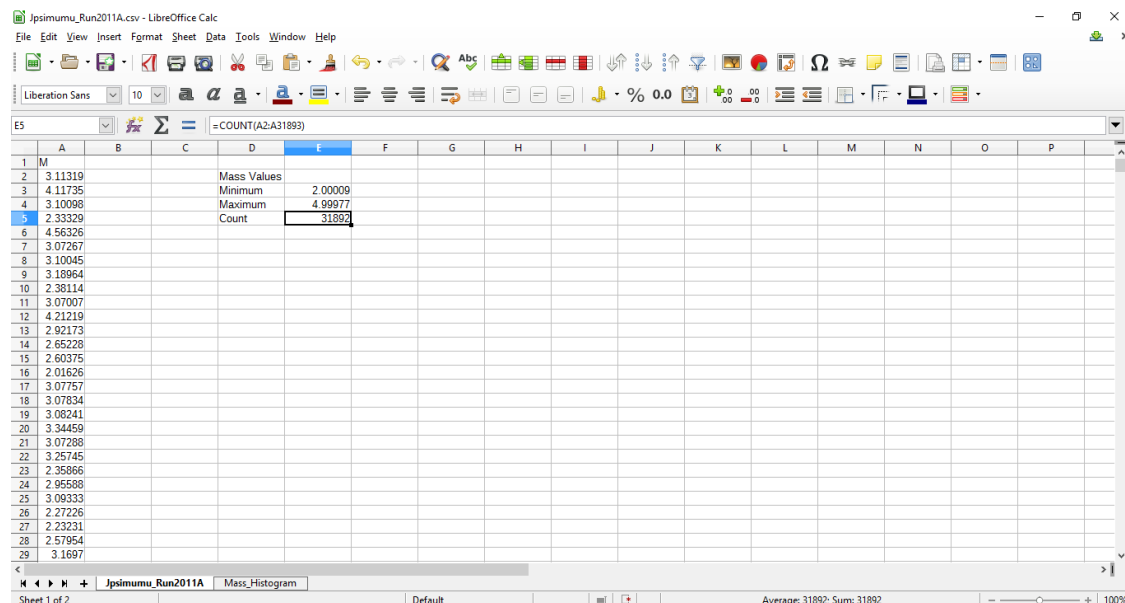


Puedes añadir una nueva hoja de cálculo dando clic en el botón **+** abajo a la izquierda en la pantalla. Puedes cambiar el nombre de la hoja haciendo doble clic en el nombre. Hay aproximadamente casi 32 mil valores para la masa invariante.

Ahora vamos a calcular los valores mínimos y máximos para los valores de la masa en este archivo. Puedes hacer esto utilizando la función MIN() y seleccionando los valores de masas del archivo. Es más rápido y fácil solo escribir los nombres de la primera y la última celda en el paréntesis.



Haz clic en Enter, y el valor mínimo para la masa se mostrará en la pantalla. Ahora tenemos que hacer lo mismo para calcular el valor máximo, pero utilizando la función MAX(). También necesitamos saber el número exacto de valores que tenemos en el archivo. Para esto podemos utilizar la función COUNT().



The screenshot shows a LibreOffice Calc spreadsheet titled "Jpsimumu_Run2011A.csv". The spreadsheet has columns A through P and rows 1 through 29. The data is organized as follows:

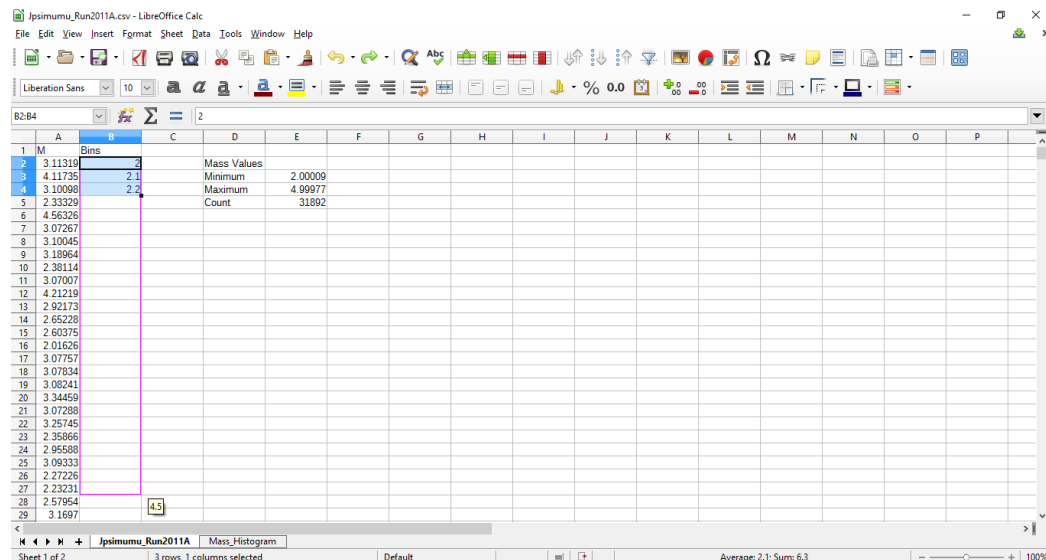
Row	Column A	Column B	Column C	Column D	Column E	Column F	Column G	Column H	Column I	Column J	Column K	Column L	Column M	Column N	Column O	Column P
1	M															
2	3.11319			Mass Values												
3	4.11735			Minimum	2.00009											
4	3.10098			Maximum	4.99977											
5	2.33329			Count	31892											
6	4.56326															
7	3.07267															
8	3.10045															
9	3.18964															
10	2.38114															
11	3.07007															
12	4.21219															
13	2.92173															
14	2.65228															
15	2.60375															
16	2.01626															
17	3.07757															
18	3.07834															
19	3.08241															
20	3.34459															
21	3.07288															
22	3.25745															
23	2.35866															
24	2.95588															
25	3.09333															
26	2.27226															
27	2.23231															
28	2.57954															
29	3.1697															

The status bar at the bottom shows "Average: 31892; Sum: 31892".

Nuestro histograma empezará desde 2.0 GeV y terminará en 5.0 GeV para que incluya todos los valores que tenemos en nuestros datos.

Ahora podemos empezar a crear las clases para el histograma. En la columna al lado de la columna de la masa, escribe “bins” (casillas) y luego los números del 2.0 al 5.0 en pasos de 0.10. Esto nos permitirá visualizar mejor los datos y ver qué partículas aparecen en el histograma.

Puedes crear fácilmente estos valores escribiendo los tres primeros números, seleccionándolos y luego deslizando el cursor hasta que veas el último valor que requieres (5.0, en la imagen abajo)

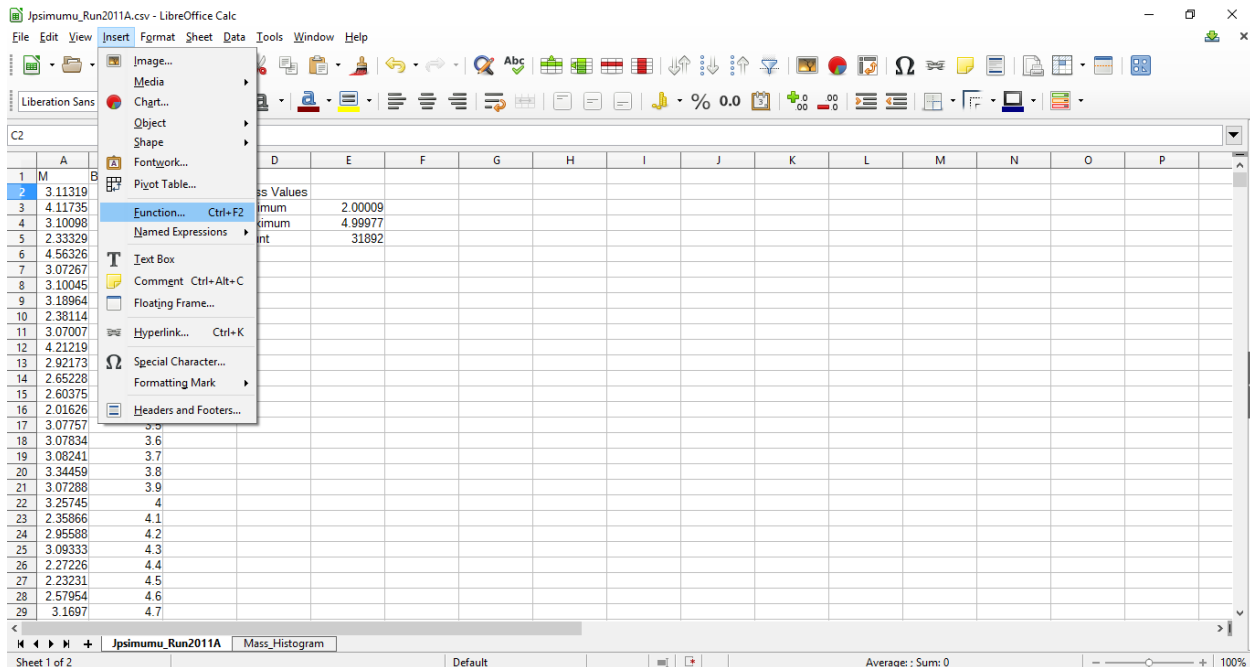


The screenshot shows the same LibreOffice Calc spreadsheet, but with an additional column labeled "bins" in column B. The data in column B is as follows:

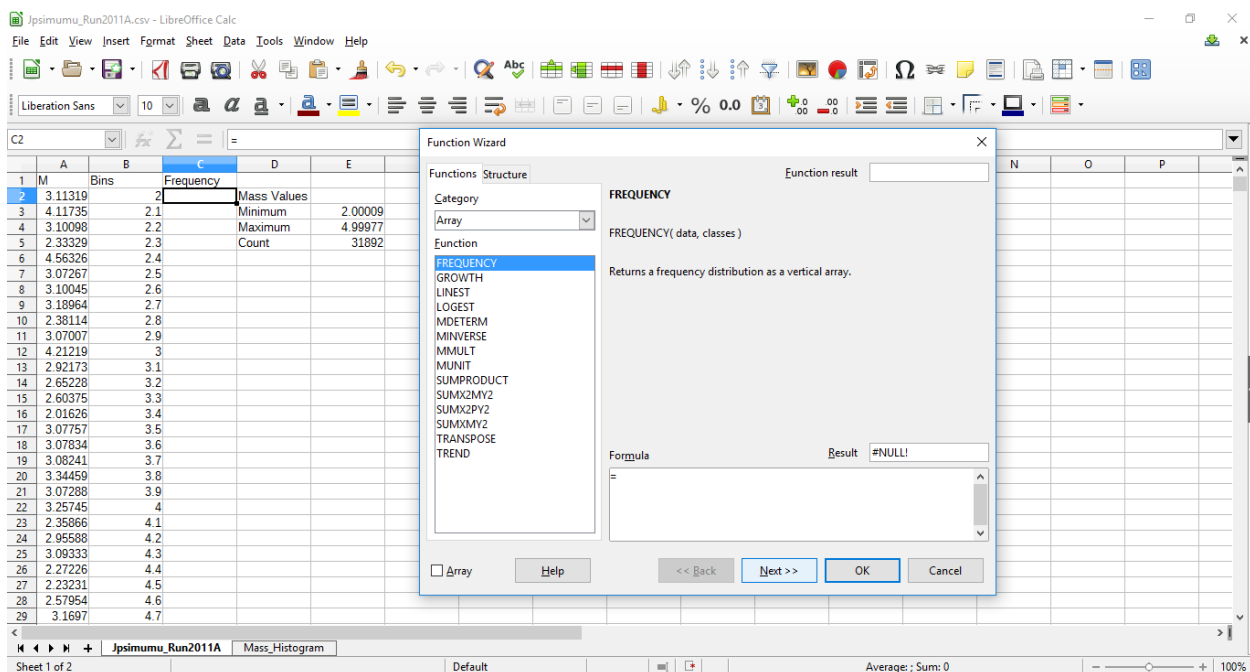
Row	Column A	Column B (bins)	Column C	Column D	Column E	Column F	Column G	Column H	Column I	Column J	Column K	Column L	Column M	Column N	Column O	Column P
1	M															
2	3.11319	2		Mass Values												
3	4.11735	2.1		Minimum	2.00009											
4	3.10098	2.2		Maximum	4.99977											
5	2.33329			Count	31892											
6	4.56326															
7	3.07267															
8	3.10045															
9	3.18964															
10	2.38114															
11	3.07007															
12	4.21219															
13	2.92173															
14	2.65228															
15	2.60375															
16	2.01626															
17	3.07757															
18	3.07834															
19	3.08241															
20	3.34459															
21	3.07288															
22	3.25745															
23	2.35866															
24	2.95588															
25	3.09333															
26	2.27226															
27	2.23231															
28	2.57954															
29	3.1697															

The status bar at the bottom shows "Average: 2.1; Sum: 6.3".

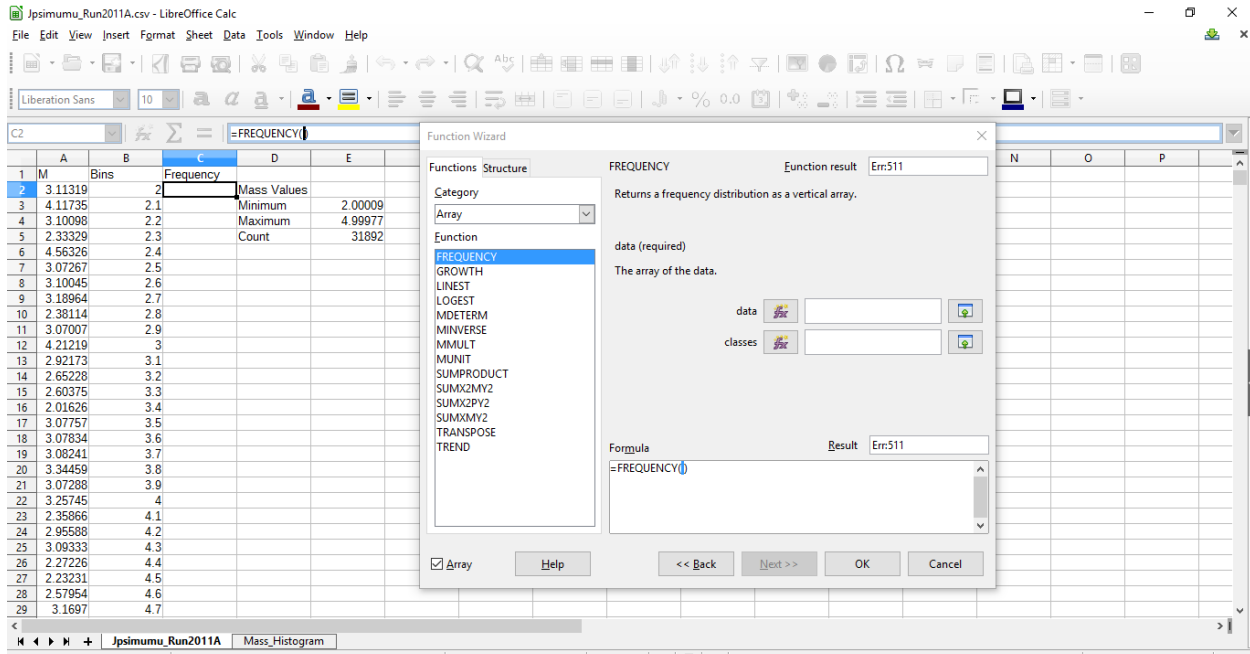
Al lado de la celda “bins” escribe “frecuencia”. Ahora vamos a utilizar la función de frecuencia. Da clic en la celda debajo de “frecuencia”, luego en la barra de herramientas selecciona Insert / Function (Insertar / Función).




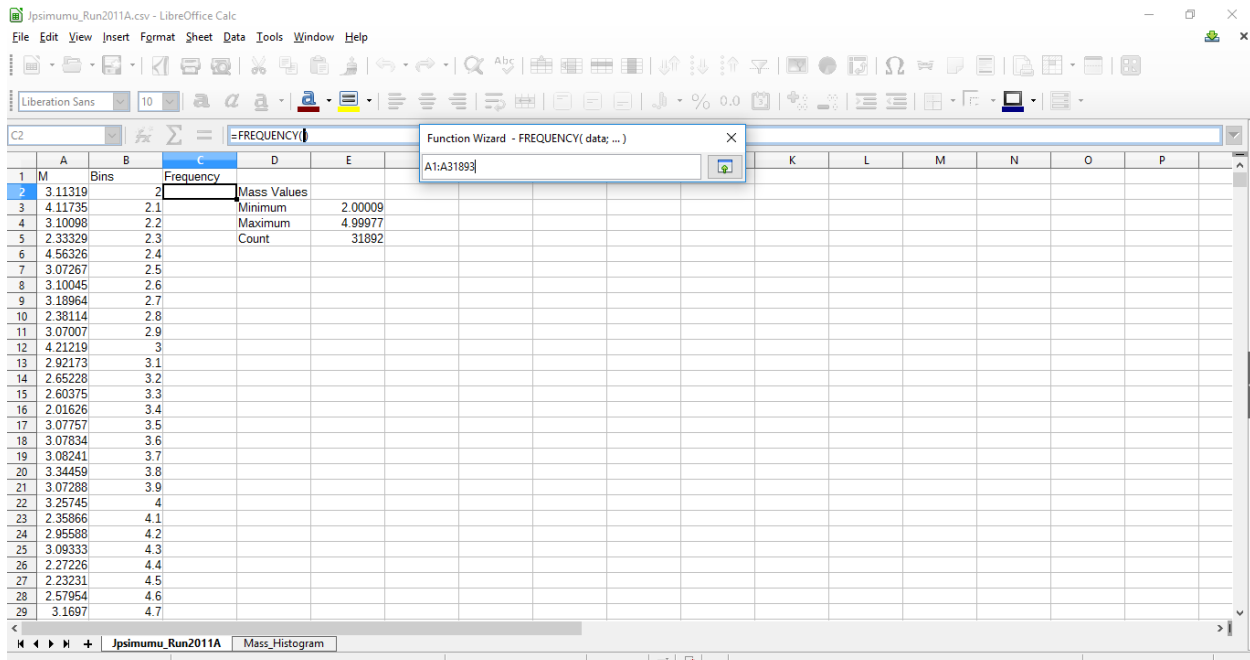
Va a aparecer una ventana. Una vez ahí, selecciona la categoría de función “array”, y la función “FREQUENCY”, como se muestra en la ilustración. Da clic en Next.



Una Ventana como esta aparecerá:



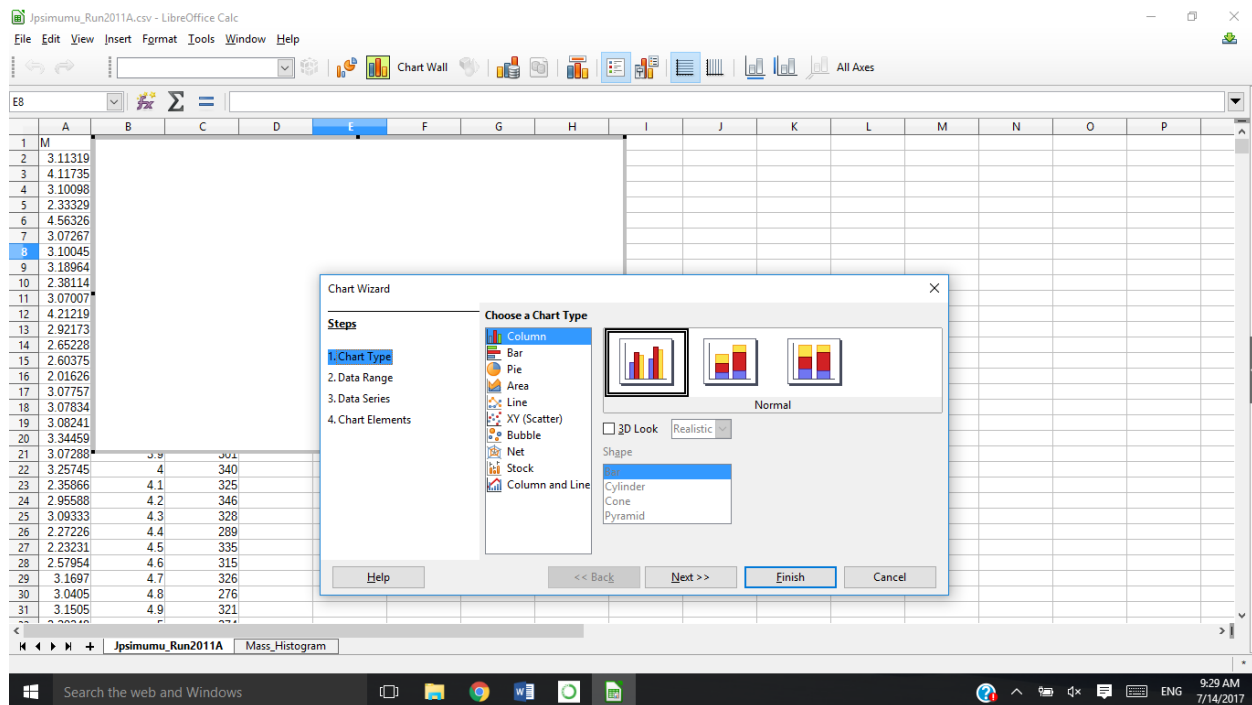
Da clic en el botón  al lado de “data” (datos). Desde ahí puedes seleccionar todos los valores de la masa con el ratón, pero es más fácil escribir el rango de valores. Escribe el rango de valores en la ventana y presiona “Enter”. Regresarás a la ventana anterior. Ahí puedes hacer lo mismo e incluir todos los valores de “Bins” en “classes”.



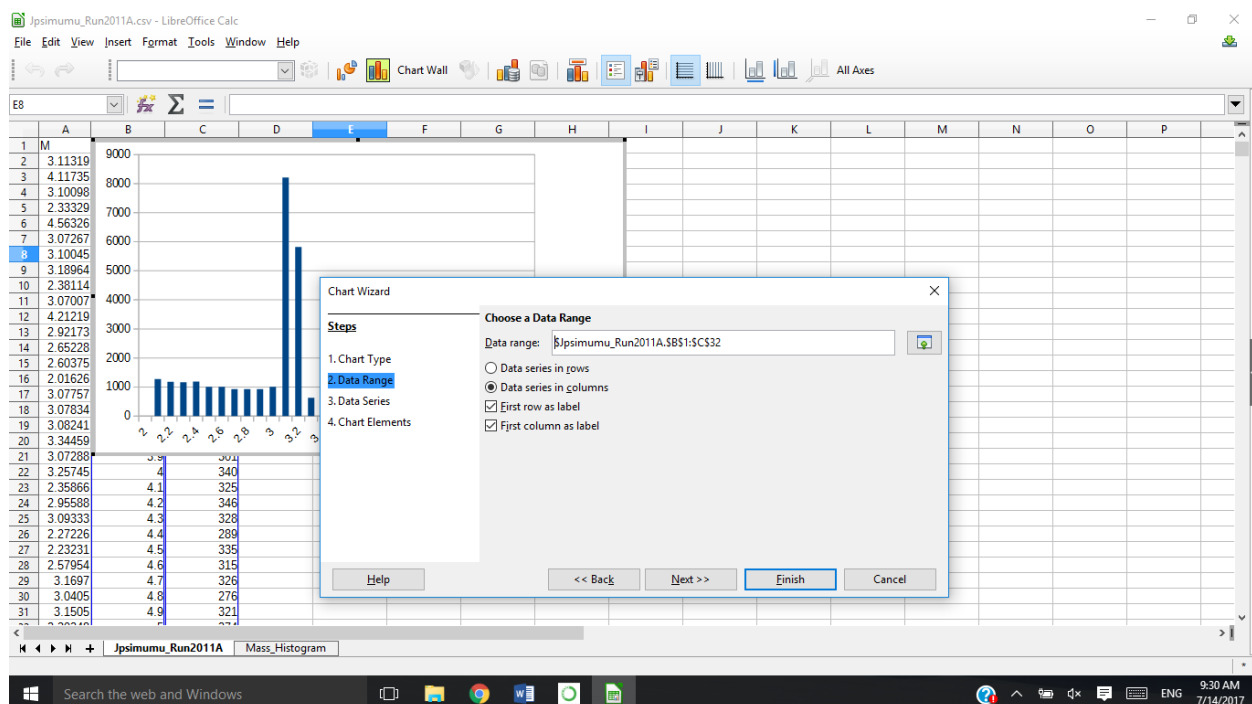
The screenshot shows the LibreOffice Calc application window titled "Jpsimumu_Run2011A.csv - LibreOffice Calc". The spreadsheet has columns labeled A (M), B (Bins), C (Frequency), D (Mass Values), and E. The data in column B ranges from 3.11319 to 3.1697. The "Function Wizard" dialog box is open, showing the "FREQUENCY" function selected. The "Function result" field displays "[0;1275;1181;1163...]" and the "Formula" field shows "=FREQUENCY(A1:A31893,B1:B32)". The "Array" checkbox is checked, and the "Help" button is visible. The spreadsheet's status bar at the bottom indicates "Jpsimumu_Run2011A" and "Mass_Histogram".


Mass Values	Minimum	Maximum	Count
3.11319	2.0	2.1	1185
4.11735	2.1	2.2	1077
3.10098	2.2	2.3	1011
2.33329	2.3	2.4	8209
4.56326	2.4	2.5	5818
3.07267	2.5	2.6	633
3.10045	2.6	2.7	523
3.18964	2.7	2.8	464
2.38114	2.8	2.9	460
3.07007	2.9	3.0	340
4.21219	3.0	3.1	301
2.92173	3.1	3.2	340
2.65228	3.2	3.3	325
2.60375	3.3	3.4	346
2.01626	3.4	3.5	328
3.07757	3.5	3.6	289
3.07834	3.6	3.7	335
3.08241	3.7	3.8	315
3.34459	3.8	3.9	315
3.07288	3.9	4.0	326
3.25745	4.0	4.1	31892
2.35866	4.1	4.2	31892
2.95588	4.2	4.3	31892
3.09333	4.3	4.4	31892
2.27226	4.4	4.5	31892
2.23231	4.5	4.6	31892
2.57954	4.6	4.7	31892
3.1697	4.7	4.8	31892

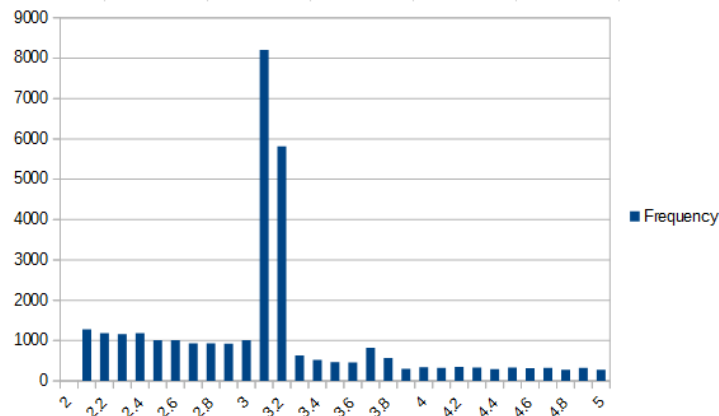
Ahora Podemos hacer nuestro histograma. Selecciona en la barra de herramientas la opción “Insert” (Insertar), luego “Chart” (gráfica). Una ventana como esta aparecerá:



Ahí, puedes decidir si quieres graficar los valores como columnas o como puntos. Seleccióna la opción “column” (columna) y da clic en next.



En esta Ventana, selecciona los valores que van a ser utilizados para el histograma. Asegurate de que las opciones “First column as label” (primera columna como etiqueta) y “First row as label” (primera fila como etiqueta) están marcadas, y selecciona la opción “Data series in columns” (serie de datos en columnas). Puedes seleccionar los valores para el histograma manualmente como fue explicado anteriormente con el botón  o puedes escribir el rango. Ya puedes dar clic en “finish” para ver el histograma. Se verá algo así:



Observa que hay un pico grande aproximadamente a 3.1 GeV, y parece que hay un pico más pequeño a 3.7 GeV. Sabiendo que nuestro archive contiene solo eventos donde dos muones han sido detectados, Podemos investigar qué partícula tiene una masa de aproximadamente 3.1 GeV y decae en dos muones. Tal partícula es el mesón J/ψ Meson. Otra partícula que tiene una masa de aproximadamente 3.7 GeV y decae en dos muones es el mesón $\psi(2S)$.

Ejercicio

Gráfica histogramas de masa invariante utilizando diferentes archivos de datos. Puedes encontrar más archivos de datos con los que trabajar en: <http://opendata.cern.ch/record/545>.