

## Fotoprodução de $W+W^-$ e $\psi(2S)$ em colisões no LHC

FELIPE SOARES SPIESS<sup>1</sup>;  
GUSTAVO GIL DA SILVEIRA<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>UFPEL – [fel.s.spiess@gmail.com](mailto:fel.s.spiess@gmail.com)

<sup>2</sup> UFRGS – [gustavo.silveira@cern.ch](mailto:gustavo.silveira@cern.ch)

### 1. INTRODUÇÃO

As partículas subatômicas compõem tudo que está a nossa volta, os próprios átomos são formados por diversas partículas, e elas ditam como as quatro forças conhecidas devem interagir. A teoria que diz respeito ao comportamento dessas partículas chama-se “Modelo Padrão de Física de Partículas” e é o resultado de diversos anos de estudo sobre estas. Durante o ano em que estive trabalhando junto ao G.A.M.E. (Grupo de Altas e Médias Energias) tive como objetivo aprender sobre algumas das partículas descritas pelo modelo padrão assim como os processos que as envolvem e, como é feita física de partículas do ponto de vista experimental.

Utilizamos geradores de eventos tipo Monte Carlo para a tomada de dados sobre as partículas estudadas, geração de gráficos e análise dos resultados junto ao orientador. Com isso, foi possível ter uma melhor compreensão de diversos processos envolvendo partículas subatômicas, em particular, processos de fotoprodução envolvendo as partículas  $W+W^-$  e  $\psi(2S)$ .

### 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa começamos a usar um gerador de eventos tipo Monte Carlo chamado SuperCHIC para simular eventos de colisões entre partículas. A partir do arquivo de saída do gerador, usamos um programa para gerar diversos gráficos sobre as variáveis do processo estudado, podendo, assim, analisar seu comportamento. Inicialmente, foram analisados, como teste, os comportamentos dos léptons  $e+e^-$ ,  $\mu+\mu^-$  e  $\tau+\tau^-$ . Feito isso, passamos a um estudo mais aprofundado sobre os bósons  $W+W^-$  e o méson  $\psi(2S)$ , comparando a contribuição destes com a de outro processo dominante na mesma região cinemática, o nome do processo é Drell-Yan (DY), visto que o produto do decaimento tanto do processo DY quanto das partículas estudadas é o mesmo precisamos tomar medidas ante as variáveis estudadas para podermos diferenciar se o que estamos olhando é realmente produto dos processos que nos interessam ou do processo DY.

As variáveis estudadas para cada processo foram o momento transversal ( $p_t$ ), energia, massa, massa, massa-invariante, pseudo-rapidez, ângulo  $\phi$  do detector, e o ângulo  $\eta$  de espalhamento das partículas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisarmos os resultados obtidos para eventos de fotoprodução envolvendo os bósons  $W+W^-$  e o méson  $\psi(2S)$  notamos que, quando comparados ao processo Drell-Yan, este tem uma contribuição muito grande em regiões cinemáticas semelhantes, o que torna difícil, do ponto de vista experimental, definir se as partículas observadas no fim do processo provém das partículas estudadas ou do processo DY. Para resolver este problema aplicamos cortes nas diversas variáveis, a fim de reduzir a contribuição do processo DY podendo assim definir em qual região cinemática deve-se dar o enfoque, tendo assim certeza que em tal região as partículas resultantes provém do decaimento do  $W+W^-$  e  $\psi(2S)$ . Após testar cortes em todas variáveis, verificou-se que o corte mais eficiente a ser adotado foi no momento transverso das partículas ( $p_T$ ) gerando assim gráficos com a contribuição do processo DY altamente reduzida.

Abaixo apresentamos os gráficos com e sem cortes referentes aos bósons  $W+W^-$ :

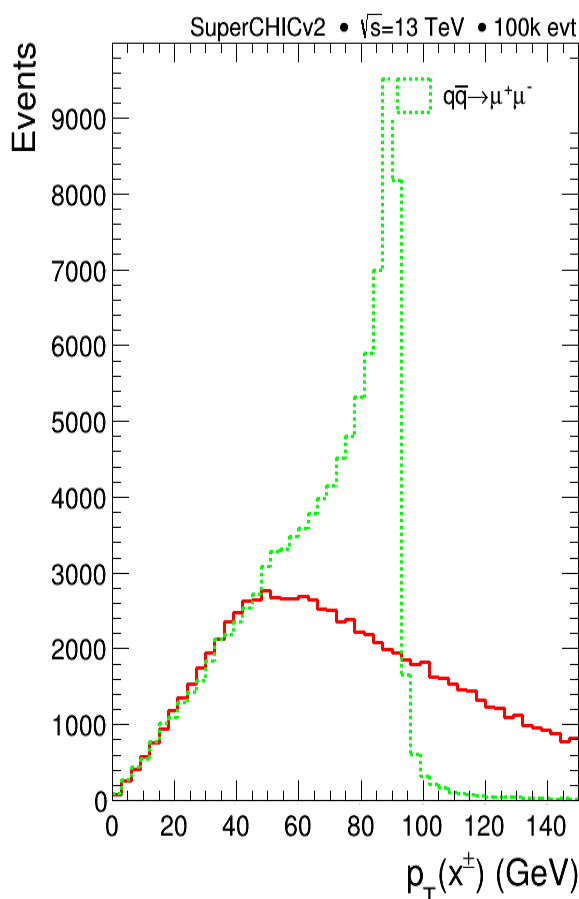


Figura 1:  $p_T$  do par sem cortes cinemáticos, observa-se que o processo DY claramente domina a maior parte da região.

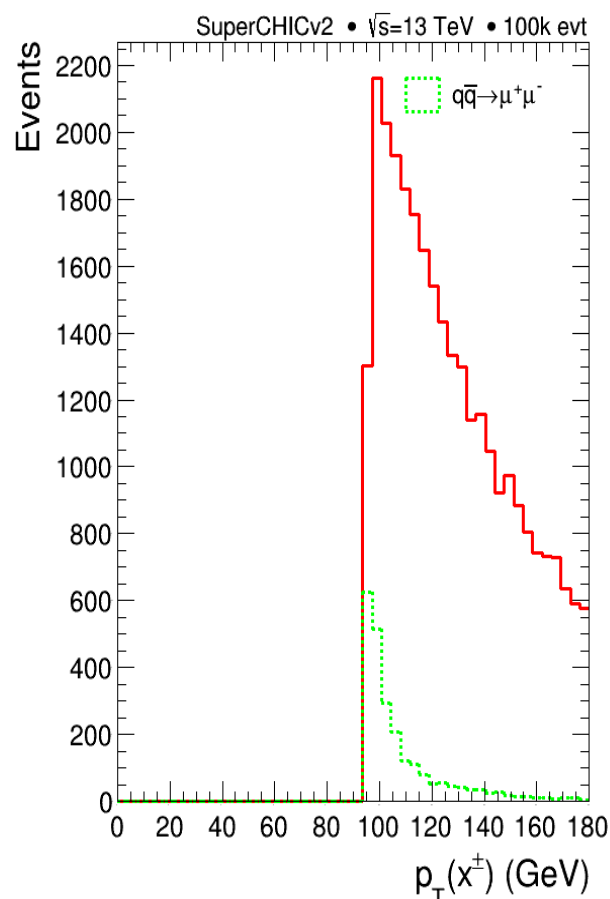


Figura 2:  $p_T$  do par com corte aplicado, pode se observar mais claramente aonde  $W+W^-$  tem maior contribuição.

Seguem abaixo os gráficos referentes ao méson  $\psi(2S)$ :

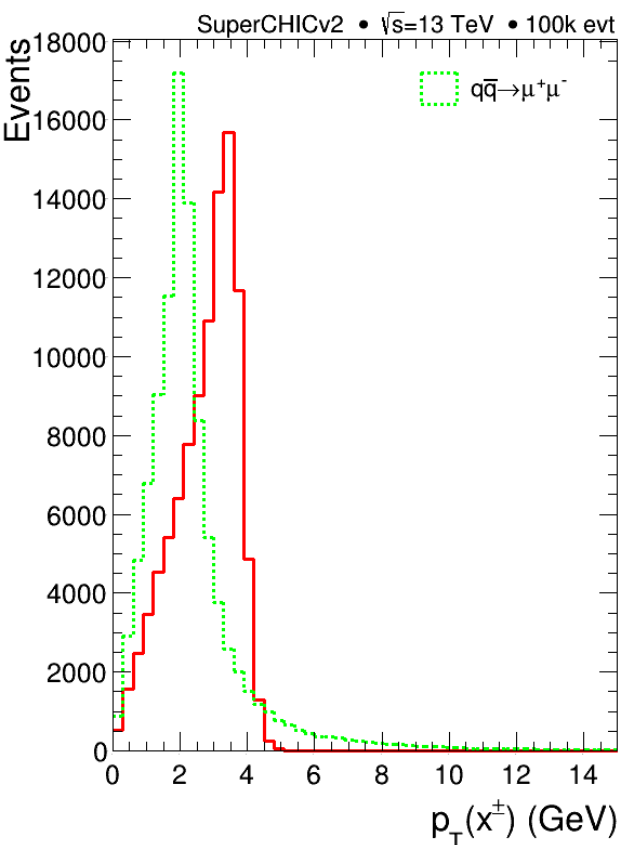


Figura 3:  $p_T$  do par sem cortes.

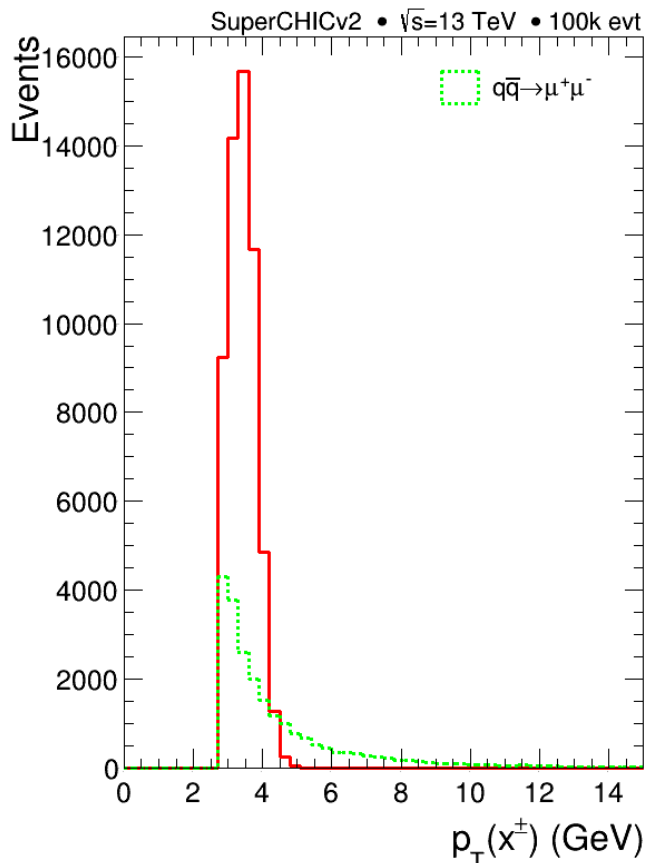


Figura 4:  $p_T$  do par com cortes.

#### 4. CONCLUSÕES

Ao estudarmos diferentes processos em física de partículas, temos que lidar com o problema que diferentes partículas possuem canais de decaimento semelhantes. Se não soubermos contornar esse problema, ao analisarmos os dados de uma colisão, nunca saberemos se as partículas resultantes da colisão são provenientes do processo que nos interessa ou de outro qualquer. Com a ajuda dos cortes cinemáticos, podemos ver com clareza para quais variáveis devemos dar mais atenção na hora de estudar uma determinada partícula e quais regiões nos interessam mais para esses fins. Nesse trabalho vimos que para o estudo do  $W+W^-$  e do  $\psi(2S)$  o melhor a se fazer é aplicar cortes no momento transversal, mas o mesmo pode não ser verdade para outras partículas.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Halliday, Resnick e Walker. **Fundamentos de Física**, 8ª edição, Rio de Janeiro, LTC, 2008;

Moyses Nussenzveig. Curso de Física Básica, Capítulo 9 – 4ª edição

ANTON, H,I,S. **Cálculo**, 8ª edição, Porto Alegre: Bookman,2007.

CERN. ATLAS spots light by scattering, CERN 2016, acessado em 26 de jul. 2016, disponível em:

<https://cds.cern.ch/record/2220773/files/ATLASCONF-2016-111.pdf>