



## **BURACO NEGRO DE SCHWARZSCHILD**

Camila Maria Sitko (ICV-UNICENTRO), Ricardo Yoshimitsu Miyahara (Orientador), e-mail: [camilasitko@yahoo.com.br](mailto:camilasitko@yahoo.com.br).

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Setor de Ciências Exatas e de Tecnologia, Departamento de Física, Guarapuava, Paraná.

**Palavras-chave:** Astrofísica, Equações de Einstein, Relatividade Geral.

### **Resumo:**

O presente trabalho aborda uma das conseqüências da Relatividade Geral, a solução de Schwarzschild para buracos negros. Nessa solução, assume-se um corpo sem rotação, após seu colapso, o que não é tão trivial de se imaginar, já que a maioria dos corpos permanece com alguma rotação. Nesse estudo foi realizada uma explanação sobre os cálculos e conceitos envolvidos no fenômeno.

### **Introdução**

As equações de campo de Einstein, propostas na Relatividade Geral, podem levar a vários fenômenos, dependendo das condições de contorno utilizadas. Karl Schwarzschild foi o primeiro a tentar resolvê-las com sucesso. Suas conclusões levaram a um objeto no meio interestelar, o chamado buraco negro.

Este é um objeto onde raios de luz podem entrar, mas não pode sair. Sua curvatura no chamado espaço-tempo é tão grande que até mesmo a luz que emitiria, retrocede. Após passar do horizonte de eventos de um buraco negro, nada consegue voltar, nem mesmo a luz!

Quando um objeto entra em colapso gravitacional, ainda assim mantém alguma parte de sua rotação, porém, o estudo da solução de Schwarzschild não admite isso, mas sim que seja um corpo sem rotação. Se for admitido que o corpo colapsou completamente, diz-se que sua densidade de massa é zero, e portanto, essa é uma perfeita solução das equações de Einstein.

Também foi abordado nesse estudo sobre a produção de pares partícula-antipartícula próximos a um buraco negro, assim como associá-lo à sua temperatura.

O estudo de buracos negros é muito interessante, pois são feitos diagramas de cones de luz, e é notado que após passarem pelo horizonte de eventos, os cones já não apontam mais para o futuro, mas sim para a origem das coordenadas espaciais. Assim, tempo e direção radial mudam seus sinais, apontando para a singularidade do corpo. Ou seja, após cruzar esse horizonte, nada mais escapa!

### **Metodologia**



Esse trabalho é parte do projeto de iniciação científica e também de trabalho de conclusão de curso, consistindo em uma revisão bibliográfica, contando com livros de nível superior na área de Relatividade Geral e artigos científicos.

## Resultados e Discussão

A equação utilizada nesse trabalho foi a solução de Schwarzschild para as equações de Einstein, descrita por:

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2m}{r}\right) dt^2 - \left(\frac{r}{r-2m}\right) dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2$$

E através dela, aplicamos a métrica e algumas condições, concluindo que a linha espacial e a temporal passam a ser paralelas, portanto, no horizonte de eventos, a coordenada velocidade tende a zero. Assim, é montado o buraco negro previsto por Schwarzschild.

## Considerações finais

O estudo de buracos negros é um estudo consequente à Relatividade Geral de Einstein, o que mostra a veracidade da teoria, já que poucos anos atrás, o estudo passou do papel para a realidade, isto é, foram detectados os buracos. Há várias soluções previstas para descrevê-los, e uma delas é a Schwarzschild, utilizada nesse trabalho.

Hoje, a Astronomia tem papel fundamental na vida da sociedade, mesmo que despercebida. É através dela que há a globalização, pois sem satélites, jamais teríamos a quantidade de informações que há nas redes em tão pouco tempo! As previsões de tempo também são devidas e essa vasta área. A Relatividade Geral por sua vez, uma nova teoria de gravitação, prevê desvios que a Teoria Newtoniana não previa, o que possibilita sucessos nas viagens espaciais por exemplo.

## Referências

- Maia B.N., Introdução à Relatividade Geral, Ed.: Livraria da Física, São Paulo 2009;
- Porto, C.M., Porto, M.B.D.S.M, Uma visão do espaço na mecânica newtoniana e na teoria da relatividade de Einstein, Revista Brasileira de Ensino de Física, 2008 v. 30, n. 1, 1603 ;
- Hawking, S., Uma nova história do tempo, Ed., Ediouro, Rio de Janeiro, 2005;



- Schultz, B.F., A first course in General Relativity, Cambridge University Press, 1985 1<sup>st</sup>ed..