

## SCHRÖDINGER, REISSNER, WEBER E O PRINCÍPIO DE MACH

A. L. XAVIER JR. e A. K. T. ASSIS

*RESUMO* - Apresentamos uma tradução comentada de um texto de Erwin Schrödinger sobre seu artigo intitulado "O cumprimento do postulado de relatividade na mecânica clássica", trabalho que já traduzimos para o português.

*ABSTRACT* - We present a commented translation of a text by Erwin Schrödinger about his article entitled "The possibility of fulfillment of the relativity requirement in classical mechanics", which we have already translated to Portuguese.

### Introdução

Em 1925, Erwin Schrödinger publicou um artigo muito interessante sobre o princípio de Mach: O cumprimento do postulado de relatividade na mecânica clássica: (Schrödinger, 1925). Recentemente publicamos sua tradução comentada para o português: (Xavier e Assis, 1994). Uma tradução para o inglês saiu em (Schrödinger, 1995). Este artigo foi reproduzido no Volume 2 das obras completas de Schrödinger, que estão sendo publicadas atualmente: (Schrödinger, 1984, p. 181-192). Ao final deste artigo aparece uma nota de Schrödinger comentando este trabalho e é esta nota que traduzimos aqui: (Schrödinger, 1984, p. 192). A tradução a partir do original em alemão foi feita por A. L. X. Jr. e esta introdução é de A. K. T. A.

Schrödinger começa seu artigo de 1925 afirmando que a relatividade geral não implementa o princípio de Mach. Para tentar implementar este princípio Schrödinger propõe uma energia de interação entre duas massas  $m_1$  e  $m_2$  do tipo

$$W = -G \frac{m_1 m_2}{r} \left( 1 - 3 \frac{\dot{r}^2}{c^2} \right).$$

Afirma que chegou nesta expressão heurísticamente, isto é, por conta própria, através de tentativa e erro. Integra esta expressão para um corpo de prova de massa  $m$  interagindo com o universo distante e consegue derivar a energia cinética clássica  $mv^2/2$ , como sendo uma energia de interação gravitacional entre o corpo de prova e o universo distante. Nesta expressão  $v$  é a velocidade de  $m$  em relação ao universo distante (considerado em repouso). Ou seja, consegue uma implementação quantitativa do princípio de Mach.

Nesta nota, que traduzimos aqui Schrödinger afirma que a história não foi bem assim, pois esta expressão seria propriedade intelectual de H. Reissner. Reissner havia publicado dois artigos anteriores discutindo este assunto em 1914 e 1915: (Reissner, 1914 e 1915). Há uma tradução completa para o inglês

Revista da SBHC, n. 17, p. 111-114, 1997

deste primeiro artigo em (Reissner, 1995a) e uma tradução parcial do segundo em (Reissner, 1995b). No primeiro deles, propõe uma expressão do tipo

$$W = -G \frac{m_1 m_2}{r} + m_1 m_2 \dot{r}^2 f(r),$$

e, considera o caso particular em que  $f(r)$  é uma constante. Em seu segundo artigo, considera o caso particular em que  $f(r) = K/r$ , ou seja, do mesmo tipo que Schrödinger vai propor dez anos depois. Nesta nota, Schrödinger afirma que, com certeza, conhecia o primeiro artigo de Reissner (embora não o houvesse citado em seu artigo de 1925), mas que não tem certeza se conhecia seu segundo artigo.

O mais curioso de tudo é que Reissner e Schrödinger não citam a energia de Weber. Weber propôs, em 1848, uma energia potencial entre duas cargas  $q_1$  e  $q_2$  do tipo

$$W = \frac{q_1 q_2}{r} \left( 1 - \frac{\dot{r}^2}{2c^2} \right).$$

Seu trabalho original está em (Weber, 1948) e uma tradução para o inglês em (Weber, 1966). Além de Weber ter escrito em alemão, assim como Reissner e Schrödinger, sua teoria foi amplamente discutida no século passado, inclusive por Maxwell. É curioso que eles não tivessem conhecimento disto, e, que nenhuma pessoa tivesse chamado a atenção deles após ver seus trabalhos publicados. Desde a década de 1870, uma expressão do mesmo tipo havia sido proposta para a gravitação por Weber e Zöllner, por Holzmüller, por Tisserand e por Gerber: (Assis, 1994, Seção 7.5: *Weber's law applied to gravitation*). Além disto, desde 1896 Immanuel Friedlaender já havia sugerido que se empregasse a lei de Weber para a gravitação com o intuito de se implementar o princípio de Mach: (Assis, 1994, Seção 7.7: *The Mach-Weber model*). Para uma discussão detalhada da aplicação da lei de Weber para a gravitação e sua ligação com o princípio de Mach, com diversas referências e citações, ver também: (Assis, 1989), (Assis, 1991), (Assis, 1992a), (Assis, 1992b), (Assis, 1992c), (Assis, 1993), (Xavier e Assis, 1994), (Assis e Graneau, 1995), (Assis, 1995a, Seção 5.2: *Weber versus Lorentz*), (Assis, 1995b), (Assis, 1995c) e (Assis e Graneau, 1996).

Diante de tudo isto o mais correto seria afirmar que a propriedade intelectual da expressão utilizada por Schrödinger é de Wilhelm Weber.

Agora apresentamos a tradução da nota de Schrödinger.

## Tradução

*Observação sobre meu trabalho: "O cumprimento do postulado de relatividade na mecânica clássica"; por E. Schrödinger*

A idéia fundamental, exposta previamente no citado artigo, a saber, a de que a energia cinética entre duas massas pontuais  $m_1$  e  $m_2$  separadas da distância  $r$ , é proporcional a

$$\frac{m_1 m_2 \dot{r}^2}{r}$$

---

1 Annalen der Physik (4), v. 77, p. 325, 1925.

é propriedade intelectual do Prof. H. Reissner, e não minha. Essa lei, juntamente com uma forma mais geral ( $f(r)$  ao invés de  $1/r$ ), se baseia em dois trabalhos muito interessantes de Reissner<sup>2</sup>, o primeiro certamente conhecido, enquanto que o segundo não tanto por coincidir com o período da guerra. Lamento sinceramente o plágio involuntário que cometi, e peço, aqui, minhas devidas desculpas ao Sr. Reissner. Entretanto, menciono de passagem que o ponto de vista e tratamento exposto em meu trabalho é um pouco diferente, o que faz com que esse ainda possa ter algum interesse. Por outro lado, no trabalho de Reissner, seu conceito está muito mais bem desenvolvido. Nele o autor procura interpretar a própria gravitação como inércia relativa do movimento de massas, o que não fiz.

É interessante, também, chamar a atenção para outro trabalho por H. Osten<sup>3</sup> sobre o mesmo assunto.  
Assinado: E. Schrödinger

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, A. K. T. On Mach's principle. *Foundations of Physics Letters*, v.2, p. 301-318, 1989.
- ASSIS, A. K. T. Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) - sua vida e sua obra. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, v. 5, p. 53-59, 1991.
- ASSIS, A. K. T. Deriving gravitation from electromagnetism. *Canadian Journal of Physics*, v. 70, p. 330-340, 1992.
- ASSIS, A. K. T. On the absorption of gravity. *Apeiron*, v. 13, p. 3-11, 1992.
- ASSIS, A. K. T. Teorias de ação a distância - uma tradução comentada de um texto de James Clerk Maxwell. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, v. 7, p. 53-76, 1992.
- ASSIS, A. K. T. Compliance of a Weber's force law for gravitation with Mach's principle. In: KROPOTKIN, P. N. et al. (eds). *Space and time problems in modern natural science*, part. II, p. 263-270. St.-Petersburg: Tomsk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 1993. Series: The Universe Investigation Problems, Issue 16.
- ASSIS, A. K. T. *Weber's Electrodynamics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.
- ASSIS, A. K. T. *Eletrodinâmica de Weber - teoria, aplicações e exercícios*. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 1995.
- ASSIS, A. K. T. Gravitation as a fourth order electromagnetic effect. In: BARRETT, T. W., GRIMES, D. M. (eds). *Advanced Electromagnetism: foundations, theory and applications*. Singapore: World Scientific, 1995. p.314-331.
- ASSIS, A. K. T. Weber's law and Mach's principle. In: BARBOUR, J. B., PFISTER, H. (eds). *Mach's Principle - from Newton's Bucket to quantum gravity*. Boston: Birkhäuser, 1995. p. 159-171.
- ASSIS, A. K. T. , GRANEAU, P. The Reality of Newtonian forces of inertia. *Hadronic Journal*, v. 18, p. 271-289, 1995.
- Assis, A. K. T. , GRANEAU, P. Nonlocal forces of inertia in cosmology. *Foundations of Physics*, v. 26, p. 271-283, 1996.
- REISSNER, H. Über die relativität der beschleunigungen in der mechanik. *Physikalische Zeitschrift*, v. 15, p. 371-375, 1914.
- REISSNER, H. Über eine möglichkeit die gravitation als unmittelbare folge der relativität der trägheit abzuleiten. *Physikalische Zeitschrift*, v. 16, p. 179-185, 1915.
- REISSNER, H. On the relativity of acceleration in mechanics. In: BARBOUR, J. B. , PFISTER, H. (eds). *Mach's Principle - from Newton's Bucket to Quantum Gravity*. Boston: Birkhäuser, 1995. p. 134-142.
- REISSNER, H. On a possibility of deriving gravitation as a direct consequence of the relativity of inertia.

2 H. Reissner, *Physikal. Zeitschr.*, v. 15, p. 371, 1914; v. 16, p. 179, 1915.

3 H. Osten, Ueber ein neues Anziehungsgesetz und die relative Definition der Trägheit - Sobre uma nova lei de atração e definição relativa de inércia (Leipzig, E. E. Mayer 1925; publicado primeiro em *Astr. Nachr.* 219, S. 233; 220, 111; 222, 377.)

- In: **BARBOUR, J. B., PFISTER, H.** (eds). *Mach's Principle - from Newton's Bucket to Quantum Gravity*. Boston: Birkhäuser, 1995, p. 143-146.
- SCHRÖDINGER, E.** Die erfüllbarkeit der relativitätsforderung in der klassischen mechanik. *Annalen der Physik*, v. 77, p. 325-336, 1925.
- SCHRÖDINGER, E.** *Collected Papers*. Vienna: Austrian Academy of Sciences, 1984. v 2.
- SCHRÖDINGER, E.** The possibility of fulfillment of the relativity requirement in classical mechanics. In: **BARBOUR, J. B., PFISTER, H.** (eds). *Mach's Principle - from Newton's Bucket to Quantum Gravity*. Boston: Birkhäuser, 1995. p. 147-158.
- WEBER, W.** Elektrodynamische maassbestimmungen. *Annalen der Physik*, v. 73, p. 193-240, 1848.
- WEBER, W.** On the measurement of electro-dynamic forces. In: **TAYLOR, R.** (ed). *Scientific Memoir*, v. 5, p. 489-529. New York: Johnson Reprint Corporation, 1966.
- XAVIER JR., A. L., ASSIS, A. K. T.** O cumprimento do postulado de relatividade na mecânica clássica - uma tradução comentada de um texto de Erwin Schrödinger sobre o princípio de Mach. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, v. 12, p. 3-18, 1994.

---

Ademir Luis Xavier Jr. é Doutor em Física pela UNICAMP.  
Endereço: Instituto de Física 'Gleb Wataghin', Universidade Estadual de Campinas - Unicamp  
CEP: 13083-970 - Campinas, SP, Brasil -E-mail: xavier@ifi.unicamp.br  
André Koch Torres Assis é Professor do Instituto de Física da UNICAMP.  
Endereço: Instituto de Física 'Gleb Wataghin', Universidade Estadual de Campinas - Unicamp  
CEP: 13083-970 - Campinas, SP, Brasil - E-mail: assis@ifi.unicamp.br  
**Revista da SBHC, n. 17, p. 111-114, 1997**