

A Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS) é um evento voltado para a formação complementar de estudantes de pós-graduação ou em fase final do curso de graduação em física e áreas afins. O nome, EFRAS, é uma homenagem ao fundador do Instituto de Física da Universidade de Brasília (IF-UnB), Professor Roberto A. Salmeron, proeminente físico brasileiro que atua na área de física de partículas e reside em Paris, aposentado pelo CRNS, França. A programação da Escola contempla minicursos, palestras, apresentação de trabalhos dos inscritos, provendo assim um ambiente apropriado para a qualificação de alunos, que inclui a interação com professores/pesquisadores e estudantes de diversas localidades, tanto do Brasil quanto do exterior. A Escola é organizada pelo Centro Internacional de Física IF-UnB, acontece anualmente e aborda um grande tema de física a cada evento.

III EFRAS ESCOLA DE FÍSICA ROBERTO A. SALMERON Vol.2

*Fundamentos, Ensino e
Divulgação de Física*

ORGS.

Ademir Eugênio de Santana (coordenador)
Ronni Geraldo Gomes de Amorim (coordenador)
Sérgio Costa Ulhoa
Vanessa Carvalho de Andrade
Adriana Ibaldo
André Luiz de Almeida Penna
Eliana dos Reis Nunes
José David Mangueira Vianna

ISBN 978-85-7861-496-6



LF
EDITORIAL

LF
EDITORIAL

$$\Omega_{ab} = \begin{cases} 1 & \text{para } a = b - n \\ -1 & \text{para } a = b + n \\ 0 & \text{nos outros casos} \end{cases} \quad (7.169)$$

6 Conclusão

No presente minicurso apresentamos a formulação Lagrangiana, Hamiltoniana de Poisson da Mecânica Clássica sem o uso de princípio variacional; a estrutura de álgebra de Lie com o Parêntesis de Poisson como produto de Lie foi realçada em alguns aspectos como por exemplo no estudo de transformações canônicas. A Teoria Quântica foi introduzida por intermédio do Problema de Heisenberg e a solução de von Neumann. A relação entre a solução de von Neumann e a formulação usual em termos da equação de Schrödinger dependente e independente do tempo foi apresentada. Concluindo o minicurso, o processo geral de quantização foi apresentado discutindo-se em termos de álgebra de Lie para qual subconjunto de observáveis a estrutura completa de álgebra de Lie da Mecânica Clássica é preservada em Mecânica Quântica.

Para ampliar o conhecimento dos itens desenvolvidos no minicurso há vários textos, alguns citados na seção Para saber mais.

7.7 Para saber mais

1. E.C.G. Sudarshan e N. Mukunda, *Classical Dynamics: A Modern Perspective*, John Wiley, N. York (1974).
2. N.A. Lemos, *Mecânica Analítica*, Livraria da Física, S. Paulo (2007).
3. J. David M. Vianna, A. Fazzio e S. Canuto, *Teoria Quântica de Moléculas e Sólidos*, Livraria da Física, S. Paulo (2004).
4. P.A.M. Dirac, *The Principles of Quantum Mechanics*, The Clarendon Press, Oxford (1947).
5. J. von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton Univ. Press, N. York, (1955).

MENINAS NA FÍSICA: UM DESAFIO PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA ESCOLAR

Elisa Maria Baggio Saitovitch¹, Marcia Cristina Bernardes Barbosa², Suani Tavares Rubim de Pinho³ e Ademir Eugênio de Santana⁴

Uma avaliação das atividades da Comissão de Relações de Gênero da Sociedade Brasileira de Física é apresentada. A ênfase está nos eixos de ações básicas, onde se destaca as atividades de divulgação científica em física voltadas para as meninas nas escolas.

¹Elisa Maria Baggio Saitovitch

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rua Xavier Sigaud, 150, 22290-180, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
elisa@cbpf.br

²Marcia Cristina Bernardes Barbosa

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.
marcia.barbosa@ufrgs.br

³Suani Tavares Rubim de Pinho

Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, 40210-340, Salvador, BA, Brasil.
suani@ufba.br

⁴Ademir Eugênio de Santana

Instituto de Física, Centro Internacional de Física da Matéria Condensada, Universidade de Brasília, 70-910-900, Brasília, DF, Brasil.
asantana@unb.br

CONSIDERANDO A POUCA PARTICIPAÇÃO de mulheres nas ciências exatas, as atividades organizadas para reverter este quadro estabelecem, usualmente, e por vezes de modo intuitivo, três eixos básicos de ações: (a) a promoção da educação científica enfatizando a contribuição feminina; (b) a promoção do debate sobre a participação da mulher nas ciências exatas e da terra; (c) a análise da dinâmica social que conduz a uma pouca participação feminina em ciências. Dada a complexidade do problema, um persistente procedimento de reavaliação e renovação criativa de ações se faz necessário. Por exemplo, as ações que visam a educação científica escolar junto às meninas, para atraí-las para as áreas de ciências exatas, podem promover uma alteração dessa participação de desproporção histórico-estrutural, principalmente em Física. Entretanto esse processo educativo estabelece desafios desmesurados àqueles e àquelas que se dedicam à educação científica. Aqui, visando avaliar o conjunto das ações da Comissão de Relações de Gênero da Sociedade Brasileira de Física (CRG-SBF), empreendemos uma análise do problema de gênero e de ciência, a partir de marcos teóricos sociais, que apontam metodologicamente para os três eixos (a), (b) e (c), quando se aborda problemas específicos voltados para a educação/divulgação científica escolar e o debate permanente e organizado. É sob essa perspectiva que analisamos as atividades da CRG-SBF, e mais especificamente, os procedimentos que levaram ao edital Chamada Nº 18/2013 MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras - Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação.

Desde o início do Século XX, início do movimento feminista organizado, as relações entre homens e mulheres têm se alterado em sentidos múltiplos. Indiscutivelmente, os achados feministas não são mais desconsiderados nas discussões em meios acadêmicos, políticos ou jurídicos. Um desses achados é o conceito de gênero enquanto noção social distinta do ser homem/mulher biológico. Uma outra descoberta teórica importante é o princípio da negação das diferenças, que se constitui em pilar da razão em nossa civilização e se presta, em larga escala, ao exercício da dominação e da opressão [1]. Esses achados conduziram a uma releitura e a um entendimento do próprio conceito de opressão, que no caso das mulheres não se restringe à desigualdade de riqueza e status, mas que inclui o que se chama de imperialismo cultural. Ou seja, a condição de normalidade é estabelecida através de um procedimento insidioso, no qual predomina a visão cinéptica e guerreira do homem, que por sua vez gera o acúmulo desbalanceado de poder em uma economia de produção de bens simbólicos [2]. A dinâmica de perpetuação dessa condição de opressão também tem sido identificada; e encontra principalmente em superestruturas sociais como a família, a escola e as igrejas. Entretanto, é primordialmente à família “que cabe o papel de reprodução da dominação e da visão masculina; é na família que se impõe a experiência precoce da divisão sexual do trabalho e da representação legítima dessa divisão, garantida pelo direito e inscrita na linguagem” [2]. Uma das formas práticas para alterar essa perspectiva é a promoção de ações educativas escolares que possam, ao menos

tratamente, a complexidade desse mecanismo de perpetuação possui a dimensão intrincada da própria história.

Este processo de perpetuação é um dos maiores empecilhos ao avanço das lutas sociais das mulheres. No século XX, apesar de as mulheres terem conquistado o direito a uma identidade própria sem a necessidade de se definirem a partir da relação com o pai ou com o marido [3, 4]; apesar da criação de inúmeras organizações de mulheres, tanto políticas quanto intelectuais; apesar da intensa luta para a participação política e atuação em governos; apesar de todas essas e outras conquistas, que no seu conjunto levaram ao que alguns classificam como a terceira onda feminista [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11], a opressão e a discriminação à mulher permanecem em diversos aspectos da vida. A mulher continua a receber salários defasados; a ocupação de espaços sociais continua a ser desequilibrada; e continua, a mulher, a ser brutalizada física e psicologicamente [7, 8, 9, 10, 11, 12].

A brutalidade física imposta aos seres vivos, em geral, é considerada como sendo algo deplorável em sociedades democráticas modernas. Todavia, mesmo para essas sociedades, não é tão escandaloso o maltrato físico à mulher, pois muitos correm à imputar-lhe a culpa a priori. Ou seja, esta violência física, óbvia e inaceitável do ponto de vista moral, possui características de aceitação social, pois encontra guarida em amplas camadas da população. Portanto, o entendimento dessa violência em todo o seu espectro passa a ser um assunto extremamente delicado, sofisticado, premente e só pode ser compreendido sob uma perspectiva social.

Em um sentido amplo, a opressão e a discriminação contra a mulher possuem um caráter explícito, associado, muitas vezes, à vergonha e ao preconceito, e outro implícito, marcado também pelo preconceito, mas caracterizado por certa invisibilidade social [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. A este tipo de constatação, como já observamos em outro lugar [13], as análises de senso comum apontam para uma reificação de conceitos imaturos, que se fundam no desconhecimento ou na não-aceitação, muitas vezes preconceituosa, de contribuições indiscutíveis que mulheres legaram às ciências físicas. É espantoso que esta reificação aconteça mesmo entre círculos da filosofia política e jurídica [1]. Chega a ser quase um sucumbir a uma espécie de tentação metafísica a insistência de muitos (e tantas outras) em evitar a descrição social do problema de gênero, em opção a uma falsa naturalização biológica da situação de discriminação imposta à mulher. De modo outro, muitas análises tendem a iniciar com algum construto supostamente essencial, fundamental, da natureza biológica da mulher, que justifique a sua participação e a sua atuação no mundo submetida à opressão e discriminação na forma que é! A inclinação àquela tentação finda por ajudar na perpetuação da própria violência, negando-lhe – mas sem sustentação – seu forte conteúdo ideológico.

A identificação ideológica da violência à mulher é o que explica a existência de elementos díspares nessa discussão: certas mulheres desprezam os movimentos feministas, em prol de seu status quo; enquanto alguns homens são parceiros militantes. Ainda desse ponto de vista, o problema da opressão e

da discriminação contra as mulheres, por ser também uma questão de natureza moral e humanista, é de interesse de todos os seres humanos. E aqui, a opção pelo neutro produz ainda mais dano: a suposta neutralidade é um outro elemento do mecanismo que tende a perpetuar a violência e a discriminação.

O que se pode inferir desse quadro de opressão, explícito ou invisível, das relações de gênero, é que esta situação só será desfeita com alterações estruturais, possivelmente incluindo mudanças no modo de produção de bens econômicos e culturais, e que possam sugerir uma nova divisão de trabalho, uma nova distribuição de poder e novos centros de controle de tomada de decisão. Neste sentido, a análise (filosófica, jurídica, histórica, social, entre outras) sistemática do problema de gênero é uma atividade decisiva, e que interessa a todos.

Um fato antigo, e abordado com certa acuidade em análises sociológicas [1, 2], é a pouca participação das mulheres nas instâncias de decisões fundamentais em nossa sociedade, mesmo que se considere tendências recentes que ressaltam o poder da inovação e da criatividade a partir das diferenças [21, 22, 23, 24, 25]. Exemplos dessa pouca participação são múltiplos, mas vale ressaltar a notória falta da presença feminina nos altos escalões das forças armadas ou ainda na atuação dos altos postos da ciência, ambas atividades estratégicas, fundamentais, na organização das sociedades contemporâneas [26].

Considerando as áreas da intelectualidade, entre todas, e por se relacionar praticamente com todas as outras áreas das ciências, a Física apresenta participação feminina, em suas instâncias superiores de decisão, quase inexpressiva. As mulheres atuando em Física estão sub-representadas e, infelizmente, essa baixa presença feminina não é uma questão que se resolve ao se deixar o tempo passar. Uma análise de dados de bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq dos últimos dez anos demonstra que tais percentuais não se modificaram no decorrer do tempo [27]. Este fato se verifica particularmente nos níveis mais altos; por exemplo, 5% dos bolsistas de produtividade 1 A na área de Física e Astronomia são mulheres. O mesmo cenário ocorre na participação das mulheres na SBF, tanto em número quanto em qualificação, como pode ser observado em estatísticas levantadas entre 2000 e em 2006 [28]. De forma complementar, uma análise de todas as modalidades de bolsa, em uma janela de cinco anos, não demonstra uma tendência de crescimento [29]. Estes dados indicam que, se as barreiras para a entrada e a permanência das mulheres na Física não forem eliminadas, os percentuais continuarão os mesmos. Vale ainda ressaltar que esta exclusão das mulheres na Física não é prerrogativa de países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento ou altamente industrializados. Portanto, o simples fato de um país crescer economicamente não garante a participação satisfatória da mulher no meio acadêmico nas ciências [30].

Tendo por base o entendimento de que o problema das relações de gênero em ciência são de origem sociopolítico cultural e ideológico, a consideração sobre as atividades específicas de resistência leva então, em síntese, aos seguintes eixos de ações. (i) A promoção de uma cultura de ensino científico em todos os níveis, enfatizando a contribuição e a participação feminina. Este aspecto

abordado, em particular, o problema da reprodução da exclusão através de superestruturas sociais, como a escola e a família, na forma como apontada acima. (ii) A promoção do debate permanente sobre a participação da mulher nas áreas de Ciências exatas. Este procedimento é importante, pois trata de isolar e de desmistificar a invisibilidade e a naturalização do problema de gênero em ciências, além de promover as formas organizacionais de resistência. (iii) A análise teórica da dinâmica social que leva a pouca participação de mulheres nas áreas de ciências exatas.

Esta síntese pode então ser utilizada para descrever, de modo satisfatório, os procedimentos da CRG-SBF, que apresenta, a partir de suas tarefas, esses três eixos práticos. Como pode ser extraído dos seus documentos [31], a CRG-SBF vem promovendo um conjunto amplo de ações, que inclui desde a construção de portais na web à promoção de debates e análises. Vale aqui apontar duas dessas ações, ambas relacionadas. A primeira trata da elaboração do livro: *Mulheres na Física*, a ser lançado ainda este ano de 2014, contendo análises qualitativas, quantitativas e históricas sobre a participação de mulheres na Física, bem como ressaltando o papel de mulheres pioneiras da Física no Brasil. Neste caso, reconhece que a educação pelo exemplo representa um instrumento importante para trazer mais jovens para esta área das ciências. Uma segunda ação é a proposição da organização da Conferência Brasileira de Mulheres na Física (CBMF), enquanto um fórum permanente para o debate sobre gênero e ciência. Durante a I CBFMF, realizada em agosto de 2013, no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, foi identificado que uma estratégia fundamental para reverter o quadro desfavorável de mulheres atuando na Física seria desenvolver ações para atrair mais meninas para esta área; ou seja, ações capazes de reverter um elemento definido pelas superestruturas da escola e da família. Isto impõe desafios, no âmbito de política científica nacional, para procedimentos específicos voltados para a educação científica colegial, com ênfase nas áreas de ciências exatas. Considerando a dimensão do problema, as iniciativas da CRG-SBF para dar encaminhamento às resoluções da I CBFMF [32] encontraram ressonância na Secretaria de Políticas para as Mulheres da Presidência da República (SPM-PR) e no Ministério de Ciência e Tecnologia. Isto levou ao convite, por parte da SPM, de Elisa Saitovitch e de Marciá Barbosa, ambas da CRG-SBF, para participarem da elaboração do Edital Chamada Nº 18/2013 MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras - Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação. Em continuidade, a CRG-SBF está promovendo a organização da II CBFMF, que, por certo, será um fórum natural onde os resultados dos projetos aprovados no Edital Nº 18/2013 serão discutidos.

Em resumo, a partir da leitura social do problema de relações de gênero e de ciência, a análise teórica criteriosa revela estruturas básicas, que em si apontam para eixos de ações efetivas, no sentido de reversão do quadro de participação desproporcional das mulheres em Física. Essas ações, muitas de natureza científica, outras de natureza política, e por vezes política-científica.

atração de meninas para a área de Física. Além dessa perspectiva, é importante enfatizar que o substrato dos eixos de ações da CRG-SBF se estabelece pela promoção generalizada de alta qualificação e de alta cultura criativa e empreendedora; elementos fundamentais para a expressão plena da humanidade de mulheres e de homens.

Agradecimentos: Este texto resulta da reflexão feita pela Comissão de Relações de Gênero (CRG) da Sociedade Brasileira de Física (SBF) sobre sua atuação e os importantes desafios na ampliação da participação das mulheres em Física. Agradecemos a Renata Zukanovich Funchal (IF-USP) por sua contribuição no trabalho da CRG e nesta reflexão.

Referências

- [1] Iris. M. Young, *Justice and Politics of difference*, Princ. Univ.Press, Princeton NJ], 1990.
- [2] Pierre Bourdieu, *A Dominação Masculina*, Rio de janeiro, Bertrand Brasil, 1999.
- [3] Norbert Elias, *A Sociedade dos Indivíduos*, Paris, Fayard, 1990.
- [4] Nathalie Heinich, *A Sociologia de Norbert Elias*, Bauru/SP, EDUSC, 1997.
- [5] Tânia M. Fontenele-Mourão, *Mulheres no Topo da Carreira*, Brasília, Publicação da Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres, 2006.
- [6] Francisco M. Paz, *Senadoras: Dados Biográficos*, Brasília, Secretaria de Arquivo, Senado Federal, 2004.
- [7] Leila L. Barsted, *Os Avanços no Reconhecimento dos Direitor Humanos das Mulheres*, em: *Autonomia econômica e empoderamento da mulher*, Brasília, Fundação Alexandre de Gusmão, Ministério das Relações Exteriores, 2011.
- [8] Tania N. Swain, *Voto Feminista: Primeira Conquista*, www.unb.br/noticias/unbagencia/artigo.php?id=487; 2012.
- [9] Débora Diniz, *Samantha Buglione*, Roger R. Rios, *Entre a dúvida e o dogma*, Brasília, Letras Livres, 2006.
- [10] Wendy Rogers, *Angela Ballantyne*, *Populações Especiais: Vulnerabilidade e Proteção*, em: *Ética em pesquisa: temas globais*, Debora Diniz, Andréa ...

- [11] Cíntia Schwantes, *Genealogias de Gênero: Orientações de Dissertações e Teses no Grupo de Trabalho A Mulher na Literatura*, em: *Mulher e Literatura – 25 anos: raízes e rumos*, Org. Cristina Stevens, Florianópolis, Editora Mulheres, 2010.
- [12] Kátia S. Braga, *Elise Nascimento [Orgs]*, *Débora Diniz [Ed.]*, *Bibliografia Maria da Penha: Violência Contra a Mulher no Brasil*, Brasília, Letras Livres e EdUnB, 2006.
- [13] Elisa B. Saitovitch, Marcia C. B. Barbosa, R. Z. Funchal, Suani T. R. de Pinho, *Ademir E. Santana*, *A Exclusão Invisível*, 2012, sbifisica.org.br/comissoes/CRG.
- [14] Rachel Ivie, Kim .N. Ray, *Women in Physics and Astronomy*, American Institute of Physics Report, 2005 (www.aip.org/statistics).
- [15] D. A. Agrello, R. Garg, *Mulheres na Física: Poder e Preconceito nos Países em Desenvolvimento*, *Rev. Bras. Ens. Fis.* 31, 1305 (2009)
- [16] Marcia C.B. Barbosa, J.J. Arenzon, <http://www.if.ufrgs.br/~arenzon/bolsa/>
- [17] *Physics World special issue: Women in Physics* <http://physicsworld.com/cws/article/print/17749>; <http://www.aip.org/statistics/trends/highlite/women/iupap.htm>.
- [18] Nina Byers, Garry Williams (Eds.), *Out of the Shadows: Contributions of Twentieth-Century Women to Physics*, Cambridge Univ. Press, New York, 2006.
- [19] James W. Brewer, Emmy Noether: *A Tribute to Her Life and Work*, ed.: Martha K. Smith, Marcel Dekker, 1981.
- [20] Margaret Maruani, Monique Meron, *Histórias Mal Contadas Sobre o Trabalho das Mulheres*, <http://diplomatique.org.br/artigo.php?id=1332>, 07 de janeiro de 2013.
- [21] B. A. Hennessey, T.M. Amabile, *Reward, Intrinsic Motivation, and Creativity*, *American Psychologist* 53, 674 (1998).
- [22] L. Gratton, *Innovative Potential: Men and Women in Teams*. The Lehman Brothers Center for Women in Business, Bi-annual report, London School of Economics, 1 (2007).
- [23] *Global Diversity and Inclusion: Fostering Innovation Through a Diverse Work Force*, *Forbes Insight July*, 1 (2011).

- [24] Sharon Bell, *Women in Science in Australia: Maximizing Productivity, Diversity and Innovation*, Report prepared for the Federation of Australian Scientific and Technological Societies, 1 (2009) ISBN: 978-0-9775991-5-8.
- [25] European Commission, *Diversity and Innovation : A business opportunity for all*, http://ec.europa.eu/employment_social/progress/index_en.html
- [26] Luiz A. C. Malbouisson, Ademir E. Santana, *As Equações de Movimento e o Desenvolvimento das Ciências Naturais e da Tecnologia, Ciência e Sociedade*, em impressão.
- [27] Marcia C. B. Barbosa, Betina S. Lima, *Mulheres na Física do Brasil: Por que Tão Poucas? E Por Que Tão Devagar?* In: *Trabalhadoras: Análise da Feminização das Profissões e Ocupações*, Ed. Silvia Cristina Yannoullas, (www.if.ufrgs.br/~barbosa/LivroBarbosaLimaFisicas.pdf)
- [28] Mônica Alonso Cotta, Marília J. Caldas, and Marcia C. Barbosa, *Climbing the Academy Ladder in Brazil: Physics*, *Proceedings of Third IUPAP International Conference on Women in Physics*, AIP Conference, Proceedings 1119, 80 (2009).
- [29] Elisa B. Saitovitch: *Palestra convidada no Encontro Nacional de Núcleos e Grupos de Pesquisa – Pensando Gênero e Ciências*, Brasília, 29 – 30 março de 2006 (http://www.livrosgratis.com.br/download_livro_60887/pensando_genero_e_ciencia_nucleos_e_grupos_de_pesquisa).
- [30] Marcia C. B. Barbosa, *Coleta de dados da IUPAP*, <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/iupap/data.html>.
- [31] Página da CRG: <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/sbf-genero/index-genero.html>.
- [32] *Resoluções da I Conferência Brasileira de Mulheres em Física*, 2013, Rio de Janeiro, CBPF: <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/sbf-genero-evento/>.