



**I**

ENCONTRO SOBRE  
**HISTÓRIA E FILOSOFIA  
NO ENSINO DE FÍSICA**  
DO SUL DO BRASIL

De 26 a  
28/5/21

Campus I  
da UPF

**Saiba mais**

# CADERNO DE RESUMOS

2021

## IES Organizadoras



## Comissão Organizadora

Dr. Nathan Willig Lima – UFRGS  
Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa - UPF  
Dr. João Siqueira Batista Harres - PUCRS  
Dra. Marinês Cordeiro – UFSC  
Dra. Marcia Saito – IFPR

## Comitê Científico

Dr. Alexandre Bagdonas – UFLA  
Dra. Andreia Guerra – CEFET/RJ  
Dr. Agustin Adúriz-Bravo – Universidade de Buenos Aires  
Dr. Cristiano Moura – CEFET/RJ  
Dr. Felipe Damasio - IFSC  
Dr. Ivã Gurgel – USP  
Dr. Leonardo Heidemann - UFRGS  
Dra. Neusa Massoni – UFRGS  
Dr. Ricardo Karam – Universidade de Copenhague

## Apoio



## Programação

	26/05	27/05	28/05
M		8h30 Minicurso 1 8h30 Minicurso 2  10h30 Mesa Redonda 1	8h30 Minicurso 3 8h30 Minicurso 4  10h30 Mesa Redonda 2
T		13h30 Palestra 2  15h30 Apresentação de Trabalhos	13h30 Apresentação de Trabalhos  15h30 Reunião de Encerramento
N	19h Abertura 19h30 Palestra 1		

**Palestra 1:** O centenário debate sobre a interpretação e os fundamentos da Física Quântica

**Dr. Olival Freire Junior** (UFBA)

Mediador: Dr. Nathan Lima (UFRGS)

**Palestra 2:** Considerações metodológicas sobre o uso de fontes primárias no ensino de Física

**Dr. Ricardo Karam** (Universidade de Copenhague – Dinamarca)

Mediador: Dr. Nathan Lima (UFRGS)

**Mesa redonda 1:** Questões epistemológicas e sua relação com a ciência e o seu ensino

**Dr. Agustín Andúriz-Bravo** (Universidade de Buenos Aires) e **Dr. Eduardo Salles de Oliveira Barra** (UFPR)

Coordenador: Dr. João Batista Siqueira Harres (PUCRS)

**Mesa redonda 2:** Novas perspectivas historiográficas para história de ciências no ensino

**Dra. Andreia Guerra** (CEFET-RJ) e **Dr. Ivã Gurgel** (USP)

Coordenadora: Dra. Marcia Tiemi Saito (IFPR)

**Minicurso 1:** Misticismo quântico: origens histórico-sociais e discussões filosóficas -

Dra. Marcia Tiemi Saito (IFPR)

**Minicurso 2:** Ciências e Valores – Dra. Marinês Domingues Cordeiro (UFSC)

**Minicurso 3:** História Cultural e Ensino de Ciências – Dr. Cristiano Moura (CEFET-RJ)

**Minicurso 4:** Discutindo o terraplanismo no ensino de Física – Dr. João Siqueira Harres (PUCRS)

## ÍNDICE

CADERNO DE RESUMOS .....	1
1. O PAPEL DAS DISCIPLINAS DE HISTÓRIA, FILOSOFIA E EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA NAS MUDANÇAS DAS CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DE FUTUROS PROFESSORES.....	7
2. A INVISIBILIDADE DAS MULHERES NA FÍSICA: UM RECORTE NOS ÚLTIMOS 12 ANOS NA PRODUÇÃO DE EVENTOS E REVISTAS DE ALTO IMPACTO.....	10
3. <i>EPISTEMOLOGICAL LETTERS</i> : A HISTÓRIA CULTURAL NO UNDERGROUND DOS FUNDAMENTOS DA TEORIA QUÂNTICA COM BASE NA TEORIA ATOR-REDE.....	12
4. FOGUETES, SATÉLITES ARTIFICIAIS E TELESCÓPIOS ATRAVÉS DA LIBRAS: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE ASTRONOMIA NA CULTURA SURDA .....	15
5. A MOBILIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO SOBRE O CIENTISTA E A CIÊNCIA: ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PRODUZIDA POR UMA FUTURA PROFESSORA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	18
6. O QUE É UMA HIPÓTESE ASTRONÔMICA PARA JOHANNES KEPLER? .....	20
7. SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS DE FÍSICA MODERNA .....	22
8. CHARGES E A HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA: O ECLIPSE E A DEFLEXÃO DA LUZ.....	25
9. REFLEXÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DAS EXPERIÊNCIAS VIVENCIADAS EM UM ESTÁGIO EM LABORATÓRIO .....	29
12. O PROBLEMA DA DEMARCAÇÃO NA CIÊNCIA: COMPARAÇÃO ENTRE AS PERSPECTIVAS RACIONALISTA CRÍTICA E HISTÓRICO-SOCIAL.....	32
13. O SEMINÁRIO DE OLINDA E OS PRIMÓRDIOS DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL .....	35
14. O PAPEL DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA CONSTRUÇÃO DO MUNDO COMUM: UM ESTUDO DE EPISTEMOLOGIA POLÍTICA SOBRE A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR DO ENSINO MÉDIO .....	38
15. O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO NA REDE DA CIÊNCIA .....	41
17. COMO A FÍSICA QUÂNTICA SE TORNOU UMA TEORIA PROBABILÍSTICA? UMA DISCUSSÃO SOBRE O DISCURSO DE PREMIAÇÃO DO NOBEL DE MAX BORN .....	44
18. <i>"SHORT, DARK AND BOSSY"</i> : O PROTAGONISMO DE LISE MEITNER E A DESIGUALDADE DE GÊNERO NO CONTEXTO SÓCIO-CIENTÍFICO.....	47
19. PROCESSOS DE HIBRIDIZAÇÃO EM LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA QUÂNTICA...50	

20. RECONSTRUINDO ALGUNS MODELOS LUZ E VISÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA .....	53
21. UMA ALTERNATIVA À ABORDAGEM INSTRUMENTALISTA: DISCUTINDO O PRIMEIRO EXPERIMENTO MENTAL DOS DEBATES ENTRE EINSTEIN E BOHR NO ENSINO DE FÍSICA .....	55
22. SOBRE MANEIRAS DE UTILIZAR A EPISTEMOLOGIA DE FEYERABEND EM SALA DE AULA NO ENSINO MÉDIO: O CONTEXTO DA FÍSICA QUÂNTICA.....	57
23. FENÔMENO CULTURAL DO MISTICISMO ELETROMAGNÉTICO: A RELAÇÃO ENTRE TEORIA ELETROMAGNÉTICA E A FILOSOFIA ESPÍRITA DE ALAN KARDEC .....	60
24. O PAPEL DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA PERPETUAÇÃO DE UMA VISÃO EXTRATIVISTA DO MUNDO: UM ESTUDO DE EPISTEMOLOGIA-POLÍTICA DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR DO ENSINO FUNDAMENTAL .....	63
25. EPISTEMOLOGIA DOS EXPERIMENTOS MENTAIS, ARGUMENTAÇÃO E EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO DE FÍSICA E DE CIÊNCIAS .....	66
26. O USO DA ARGUMENTAÇÃO DE STEPHEN TOULMIN EM SALA DE AULA COMO CAMINHO PARA CONSTRUÇÃO DA APRENDIZAGEM EM RELATIVIDADE .....	69
28. PÓS-VERDADE EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE EPISTEMOLÓGICA DO TERRAPLANISMO EM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO .....	71
29. EDUCAR PARA A INCERTEZA: O QUE APRENDER DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA TERMODINÂMICA?.....	73
30. PROVOCAÇÕES PARA PENSAR O ENSINO DE FÍSICA HOJE A PARTIR DE BYUNG-CHUL HAN .....	76
31. (RE)SIGNIFICANDO A MAÇÃ DE NEWTON ATRAVÉS DA ANÁLISE HISTÓRICA DA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE MOVIMENTO.....	78
32. AS GAROTAS DO RÁDIO: HISTÓRIA E NATUREZA DAS CIÊNCIAS NO ENSINO.80	
33. UMA PROPOSTA PARA O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO FÍSICA NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA ATIVIDADE.....	83
34. “O HOMEM ERRA PORQUANTO SE EMPENHA” VALORES, MÉTODOS E EVIDÊNCIAS EM UMA NARRATIVA SOBRE A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO .....	86
35. RECONSTRUÇÃO DA HISTÓRIA DO EFEITO FOTOELÉTRICO: IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	89
36. O ENSINO DE FÍSICA E A PRÁTICA DA FÍSICA: APROXIMANDO ESSAS DIMENSÕES À FILOSOFIA DE MODELOS CIENTÍFICOS NO CASO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS .....	92
38. A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A CONSTRUÇÃO DO LABORATÓRIO NACIONAL DE LUZ SÍNCROTRON.....	95

39. O ECLIPSE DE SOBRAL EM 1919: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A PROPOSTA EPISTEMOLÓGICA DE LARRY LAUDAN .....	98
40. ASSOCIAÇÃO DE OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM A METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS MODELOS ATÔMICOS: DE DALTON AO MODELO PADRÃO NO ENSINO FUNDAMENTAL .....	100
41. A MUDANÇA EPISTEMOLÓGICA NO PENSAMENTO DE ALBERT EINSTEIN: DO EMPIRISMO AO REALISMO.....	103
42. ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR TECNOLOGIAS EM TEMPO DE PANDEMIA	106
43. RECONSTRUINDO DAVID BOHM: ENTRE A PESQUISA E A PEDAGOGIA .....	109
45. A RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA FÍSICA NA VISÃO DOS LICENCIANDOS VIA A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA.....	112
46. REFLEXÕES ACERCA DE UMA BREVE REVISÃO HISTÓRICA DO DESENVOLVIMENTO DA TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL NO ENSINO DE FÍSICA.....	115
48. COMPREENSÕES ACERCA DA UTILIZAÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA NA REGIÃO DAS MISSÕES/RS .....	118

# **1. O PAPEL DAS DISCIPLINAS DE HISTÓRIA, FILOSOFIA E EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA NAS MUDANÇAS DAS CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DE FUTUROS PROFESSORES**

Roberta Chiesa Bartelmebs

Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina

Programa de pós-graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (PPGECMTE)

[roberta.bartelmebs@ufpr.br](mailto:roberta.bartelmebs@ufpr.br)

Este trabalho apresenta uma pesquisa do Núcleo de Estudos em Epistemologia e Educação em Ciências (NUEPEC), acerca das concepções de alunos de Licenciatura em Ciências Exatas, de uma Universidade Federal do Oeste do Paraná, sobre a natureza do conhecimento científico. Silva (2010) apresenta os resultados de um estudo realizado com alunos do Ensino Médio sobre suas concepções acerca da natureza da Ciência. O autor aponta não haver mudança das concepções dos alunos do 1º e do 3º ano. Uma das questões levantadas por Silva é a necessidade de uma maior atenção a essa temática na formação inicial dos professores. Já Miranda et al. (2009) apresentam os resultados de uma pesquisa com professores universitários sobre suas concepções acerca da natureza da Ciência. Chega-se aqui ao lugar onde o conhecimento científico é produzido e transmitido. Os autores relatam que entre os docentes universitários há ainda uma visão ingênua sobre o conhecimento científico, e que poucos relacionaram a ciência, sociedade e tecnologia com a construção do conhecimento científico. Pode-se inferir que há ainda uma lacuna na formação de cientistas e professores universitários brasileiros, acerca das suas próprias concepções sobre o conhecimento científico e o desenvolvimento da Ciência. Certamente que isso irá impactar diretamente na escola e na formação dos jovens, que por sua vez chegarão à universidade. Para tentar compreender melhor as concepções dos nossos alunos sobre a natureza do conhecimento científico, utilizamos uma abordagem de pesquisa qualitativa (Bogdan & Biklen, 1994). Para a construção do material de análise, foram utilizados questionários, aplicados ao início e ao final das disciplinas de HFC e de Epistemologia entre os anos de 2015 a 2018. Esses questionários foram elaborados com perguntas abertas. As questões também foram inspiradas no Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS) utilizado por Biancolin, Ferrara e Matozinho (2017). Totalizaram 46 respostas para o questionário de HFC e 38 para o questionário de Epistemologia. Para a sistematização e análise das respostas dos questionários foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2007). De modo geral, nos questionários iniciais havia uma visão mais difusa sobre o conhecimento científico, sendo ele entendido como a compreensão de “tudo o que existe”. Essa frase apareceu em diversas respostas, generalizando a ideia de que toda explicação sobre o mundo que nos cerca vem de algum conhecimento científico. No entanto, não aparece ainda nenhuma referência direta aos métodos utilizados nas ciências e nem a uma pluralidade de ideias que permita o entendimento de que existe mais de uma Ciência. Há também uma forte compreensão de que conhecimentos ditos como não científicos não tenham o mesmo status epistemológico e, portanto, sejam considerados muito inferiores aos científicos. As categorias finais encontradas a partir da ATD foram: 1. Características da produção do conhecimento científico pelo olhar dos licenciandos 2. Características do trabalho do cientista pelo olhar dos licenciandos 3. Mudanças das concepções sobre a natureza do conhecimento científico dos licenciandos. Conforme afirma Borges (2007, p. 109): “O conhecimento é intransferível, é construído num processo intercalado por crises, rupturas e reestruturações, num processo permanente de mudanças. É assim que nós crescemos e as ciências se desenvolvem”. Partindo dessa premissa, podemos perceber rupturas e

descontinuidades nas concepções dos alunos do curso pesquisado de Licenciatura em Ciências Exatas com relação a suas visões sobre a natureza do conhecimento científico. Os resultados apontam que, embora tímida, há uma significativa mudança nas concepções dos alunos ao longo dos anos, especialmente no que se refere às questões metodológicas da Ciência. E mesmo que careçam ainda de uma mudança mais radical, talvez pelo pouco tempo que dispõem no currículo para debater tais assuntos. No entanto, já é possível perceber algumas rupturas importantes tais como a relativização da observação como ponto de partida para o desenvolvimento de uma pesquisa e o questionamento sobre a verdade e a validade das descobertas científicas. Trata-se de dois pontos importantes para o início de uma visão mais ampla e complexa do fazer científico que irá impactar diretamente na prática desses futuros professores em sala de aula. Dessa forma, esses futuros professores terão maior sensibilidade às ideias prévias de seus alunos sobre a natureza da Ciência. Isso porque, uma vez que também tenham tido a oportunidade de refletir sobre a natureza do conhecimento científico, suas ideias iniciais acerca dessa temática também se transformaram e evoluíram. Assim como apontaram outros estudos nesta área, tais como os de Mathews (1995), Harres (1999), Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007), Miranda et al (2009), Larkin (2012) e Silva et al (2018), as concepções sobre a natureza da ciência e da pesquisa científica têm forte influência no ensino de ciências. É preciso que o entendimento sobre o conhecimento científico seja complexificado nos futuros professores para que eles não tornem a transmitir a ideia de que a ciência serve para “descobrir fatos” (Scheid et al., 2007, p.168), mas que possam reestruturar seus conhecimentos a fim de compreenderem a Ciência como uma construção humana, sendo processual e contextualizada na história, na política e na sociedade como um todo. Por fim, acreditamos que há uma grande possibilidade de que os licenciandos, ao serem instigados a reconstruírem suas ideias sobre a natureza do conhecimento científico.

## Referenciais Bibliográficos

- Biancolin, M.; Ferrara, N. F. & Matozinho, C. J.J. (2017). As concepções sobre a natureza da Ciência de professores de Física do Ensino Médio. In: *Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências*, Florianópolis.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994) *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Editora Porto.
- Borges, R. M. R. (2007). *Em debate: científicidade e educação em ciências*. 2ª ed. Porto Alegre: EdiPUCRS.
- Harres, J. B. S. (1999). Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(3), 197-211.
- Miranda, E. M., Baffa, A. L. & Freitas, D. de; Pierson, A. H. C. (2009) Concepções de professores sobre aspectos da natureza da ciência. In: *Anais VII ENPEC*, Florianópolis.
- Moraes, R. & Galiazzi, M. C. (2007) *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí.
- Scheid, N. M. J., Ferrari N. & Delizoicov, D. (2007) Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), 157-181.
- Silva, B. V. da C. A (2010) Natureza da Ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. *Latin-American Journal Physic Education*. 4(3).



Silva, B. V. C. A; Martins, A. F. P. (2018). Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 35(2), 389-413.

## **2. A INVISIBILIDADE DAS MULHERES NA FÍSICA: UM RECORTE NOS ÚLTIMOS 12 ANOS NA PRODUÇÃO DE EVENTOS E REVISTAS DE ALTO IMPACTO**

Camila Andrade Pandini

Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina

[camila.pandini@ufpr.br](mailto:camila.pandini@ufpr.br)

Roberta Chiesa Bartelmebs

Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e  
Tecnologias Educativas (PPGECEMTE)

[roberta.bartelmebs@ufpr.br](mailto:roberta.bartelmebs@ufpr.br)

Maria Milena Figueira Tegen

Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e  
Tecnologias Educativas (PPGECEMTE)

[milenategon@gmail.com](mailto:milenategon@gmail.com)

Uma parte que normalmente é deixada de fora na História da Física é a participação que as mulheres tiveram. A luta das mulheres pela igualdade de gênero é antiga na sociedade. Mesmo já tendo provado ao mundo sua capacidade e conquistado direitos notórios, ainda existem pessoas das mais diversas profissões e níveis de escolaridade que acreditam que as mulheres são inferiores aos homens. Prova disso, foi a grande polêmica envolvendo Lawrence H. Summers, reitor da Universidade de Harvard. Segundo o “Jornal The Boston Globe”, em 2005 Summers, durante uma conferência acadêmica, questionou a capacidade intelectual das mulheres para a Física e a Matemática. Ainda de acordo com o jornal, ele sugeriu que as diferenças inatas entre homens e mulheres são uma das razões por que tão poucas mulheres obtêm sucesso em carreiras no campo das ciências e da Matemática. As mulheres foram, inicialmente, excluídas do ensino universitário, pois ao ser criada, por volta do século XIII, a universidade era voltada para a educação masculina. No Brasil, somente no ano de 1879 as mulheres foram autorizadas a frequentarem um curso superior (Blay e Conceição, 1991). As mulheres atualmente têm o acesso à universidade, mas ainda existe sexismo entre as carreiras pretendidas. Mulheres ainda são maioria em cursos historicamente tidos como femininos, voltados ao ensino ou ao cuidado. A maior parte das mulheres universitárias está em cursos como letras, enfermagem e pedagogia, enquanto que os homens são maioria nos cursos de engenharia, arquitetura e medicina. Segundo Agrello e Garg (2009), existe uma ausência notável das mulheres particularmente nos campos das ciências exatas e na engenharia. Consequentemente, as mulheres que optam pelo estudo na área das ciências frequentemente acabam assumindo aquelas ocupações consideradas menos desafiadoras. Os principais obstáculos que as mulheres enfrentam na Ciência estão relacionados às dificuldades em conciliar a carreira profissional com a vida pessoal, à discriminação no ambiente de trabalho, ao isolamento profissional e a pequena representatividade de mulheres em todos os níveis de decisão. Cartaxo (2012, p.17) explica que “os homens não são cobrados ou responsabilizados pela vida privada do lar, e para muitos essa ainda é uma atividade de responsabilidade única e exclusivamente da mulher”, nesse sentido existe quase uma convenção histórica que é compromisso das mulheres a criação dos filhos e organização da casa, e isso não permite, muitas vezes, que elas se dediquem fielmente à carreira. Prova disso são os estudos de gênero, os quais apontam que se as mulheres querem fazer ciência, precisam se comportar tal como um homem, ou escolher o que é mais importante para elas: a carreira ou a vida

particular e familiar (CARTAXO, 2012). Entendemos que uma das maneiras de mudar esta visão de mundo sobre as mulheres na Física, é a necessidade que exista maior representatividade delas em revistas ou eventos científicos da área. De modo a verificar se houve, nos últimos 12 anos, de 2008 a 2020, algum aumento desta representação, selecionou-se cinco revistas e cinco eventos nacionais e internacionais de alto impacto para esta análise. Foram selecionados os eventos: Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, *International Symposium on Lepton Photon Interactions at High Energies*, *International Symposium on Very High Energy Cosmic Ray Interactions*, *International Conferences on Precision Physics of Simple Atomic Systems (PSAS)* e o *Solvay Conference on Physics*. As revistas selecionadas foram: *Brazilian Journal of Physics*, *Reviews of modern Physics*, *Physical Review X*, *Annalen der Physik* e a *Revista Nature Physics*. A partir dos dados obtidos construímos dez gráficos, nos quais pode-se verificar uma grande discrepância entre a quantidade de homens e mulheres tanto na participação de eventos, quanto nos artigos publicados nas revistas selecionadas. Ao todo, foram aproximadamente 2900 homens que publicaram nos anais dos eventos selecionados, sendo que as mulheres ao longo dos 12 anos investigados somam aproximadamente 750 autorias. Já nas revistas avaliadas, a discrepância é ainda maior, chegando, no caso da Revista *Brazilian Journal of Physics* a ter em torno de 1310 publicações masculinas contra aproximadamente 40 femininas. A situação nas revistas internacionais é bastante similar. Este trabalho demonstra, portanto, que ainda há muito a ser feito na área da Física para que haja uma equidade na produção científica e na participação feminina nas publicações da área. Nosso próximo passo é investigar mais a fundo essa situação, tentando descortinar o que está por trás dessa baixa participação feminina na pesquisa científica da área da Física e seu impacto na produção do conhecimento científico.

### Referenciais Bibliográficos

Agrello, D. A. & Garg R (2009). Mulheres na Física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(1),1305-1311.

Blay, E. A. & Conceição, R. R. da (1991). A mulher como tema nas disciplinas da USP. *Cadernos de Pesquisa*, 76, 50-56.

Cartaxo, S. M. C. (2012). *Gênero e Ciência: um estudo sobre as mulheres na Física* (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

Recuperado de

[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286842/1/Cartaxo\\_SandraMariaCarlo\\_s\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286842/1/Cartaxo_SandraMariaCarlo_s_M.pdf)

The Boston Globe (2005). Summers' remarks on women draw fire. Boston. Recuperado de:

[http://archive.boston.com/news/local/articles/2005/01/17/summers\\_remarks\\_on\\_women\\_draw\\_fire/](http://archive.boston.com/news/local/articles/2005/01/17/summers_remarks_on_women_draw_fire/)

### 3. EPISTEMOLOGICAL LETTERS: A HISTÓRIA CULTURAL NO UNDERGROUND DOS FUNDAMENTOS DA TEORIA QUÂNTICA COM BASE NA TEORIA ATOR-REDE

Ramon Wagner

UFRGS

[ramonwagner1934@hotmail.com](mailto:ramonwagner1934@hotmail.com)

Nathan Willig Lima

UFRGS

[nathan.lima@ufrgs.br](mailto:nathan.lima@ufrgs.br)

Matheus Monteiro Nascimento

UFRGS

[matheus.monteiro@ufrgs.br](mailto:matheus.monteiro@ufrgs.br)

Pelo menos desde a publicação do livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* (Kuhn, 1970), reconhece-se que o contexto pedagógico científico é caracterizado por um apagamento de narrativas históricas que apresentam a dimensão social da ciência (Brush, 1974). No período da guerra fria, ademais, os conteúdos de Física passaram a ser abordados de forma mais tecnicista, privilegiando a aplicação dos conhecimentos em detrimento de discussões mais conceituais e filosóficas da teoria (Kaiser, 2006). No ensino de Física Quântica, as principais heranças deixadas por essa “cultura do ensino de física” são os excessos de enfoque no formalismo matemático abstrato (sem atribuição de significado físico), limitações nas discussões conceituais e inconsistência em abordagens históricas e filosóficas relacionadas ao tema (Greca et al., 2001; Johansson et al., 2018; Lima et al., 2017). Diante desse cenário, o estudo histórico cultural de elementos associados ao desenvolvimento da Teoria Quântica (TQ) pode evidenciar a dimensão histórico-filosófica para além do formalismo matemático da TQ e apresentar uma visão da prática científica mais consistente com os relatos históricos primários (Pérez et al., 2001). O objetivo da presente pesquisa é, justamente, contribuir para o desenvolvimento de uma visão cultural da Teoria Quântica, apresentando a história de um veículo de comunicação “não-oficial” (denominado *Epistemological Letters*) existente entre os anos 1973 e 1984, destinado a compartilhar publicações sobre fundamentos da Física Quântica e sobre seus aspectos filosóficos e interpretativos, as quais, usualmente, não seriam aceitas nos periódicos mais prestigiados. Para realização do estudo histórico, foram adotadas premissas teórico-metodológicas em consonâncias com a História Cultural da Ciência (Lightman, 2016) e a Teoria Ator-Rede (Latour, 2012), bem como o diálogo com as implicações discutidas por Lima et al. (2020), buscando um tratamento simétrico da história (Bertrand, 2011) Para este trabalho, especificamente, vamos apresentar um recorte da pesquisa, respondendo às seguintes perguntas: Sobre qual contexto o periódico foi criado? Quem eram os responsáveis? Quais os atores mais envolvidos e sobre quais temáticas debatiam? Neste trabalho, em específico, apresentamos um primeiro mapeamento de características da revista. As *Epistemological Letters* foram criadas, justamente, no período de surgimento de novas interpretações da Teoria Quântica, como a Teoria das Variáveis Ocultas não-locais de J. S. Bell (Freire & Schweber, 2015). O periódico era organizado pela Association Ferdinand Gonseth’s Institut de la Méthode (Howard & Ramirez, 2019). Ao todo, analisamos todas as 36 edições da revista. Os atores de maior destaque no âmbito do periódico eram J. S. Bell (5 artigos), F. Bonsack (26 artigos), O. Costa de Beauregard (40 artigos), d’Espagnat (8 artigos), M. Mugur-Schachter (5 artigo) e A. Shimony (10 artigos). Esses atores pertenciam respectivamente às seguintes instituições: CERN, Universidade de Neuchâtel e Secretaria do Institut de la

Méthode, Institut Henri Poincaré, Laboratório de Física Teórica e partículas elementares, laboratório de MQ na Universidade de Reims, Universidade de Boston. Diversos temas eram abordados na *Epistemological Letters*, alguns se destacando mais que outros. Esses temas puderam ser categorizados de forma geral em: 1) discussões sobre experimentos relacionados ao campo da Mecânica Quântica ou novos experimentos que buscavam explicar a temática central do periódico (aproximadamente 22 vezes), 2) variáveis ocultas não-locais e o Teorema de Bell (aproximadamente 66 vezes), 3) debates relacionados à temáticas da área de filosofia/metafísica (aproximadamente 25 vezes), 4) teorias de Einstein (EPR/Relatividade) (aproximadamente 33 vezes), 5) debates sobre o formalismo da TQ e discordâncias com conceitos da área (aproximadamente 27 vezes). Uma última categoria foi criada para os assuntos que não se encaixavam nas especificações anteriores e foram direcionadas a categoria “outros”. Durante a criação da revista, cerca de 200 participantes requisitaram participação e recebiam o periódico. Algumas edições apresentavam convites para conferências e outros eventos onde os temas mais notórios da revista também pudessem ser discutidos. Isso nos mostra que mesmo os periódicos, que são os grandes difusores da ciência e responsáveis por elencar por meio das suas seleções rigorosas as propostas científicas que merecem ou não credibilidade, acabaram, em certa medida, impedindo o desenvolvimento de discussões importantes para a TQ. Tal aspecto dogmático da ciência fez ser necessária a criação de um meio de veiculação informal sobre temas do “submundo” da Física. Esse fato realça o lado humano e não neutro da ciência (Pérez et al., 2001). Esse episódio evidencia a necessidade de uma abordagem que vá além do formalismo contido na Teoria Quântica, ao abordar o tema em cursos de graduação e afins. Entendemos que abordar tal tema pode contribuir para superar uma aprendizagem e perspectiva instrumentalista da Física, no qual o desenvolvimento histórico e filosófico é omitido. O estudo de temas envolvendo a TQ, assim como outros assuntos pertinentes à Física, que tenham abordagem histórica e contextual da origem do desenvolvimento de teorias conhecidas atualmente, pode mostrar conexões com outras áreas e iniciar discussões de cunho epistemológico. A discussão relacionada à *Epistemological Letters* evidencia o fato de que temas de grande importância nem sempre são aceitos em um primeiro momento, mas conforme as redes são estabelecidas e ganham força, as teorias agregam mais adeptos. Além de proporcionar a visualização da Ciência como empreendimento humano, o estudo de episódios históricos de desenvolvimento científico direciona, também, o ensino de Física para a cultura humana, aproximando-o do aluno. Dessa mesma forma, com o estudo de documentos veiculados na época, é possível verificar os argumentos pessoais dos autores, sem que seus ideais sejam modificados em outros discursos.

## Referenciais Bibliográficos

Bertrand, R. (2011). *L'Histoire à parts égales: récits d'une rencontre Orient-Occident (XVIe-XVIIe siècle)*. Seuil.

Brush, S. G. (1974). Should the history of science be rated X? In *Science*.  
<https://doi.org/10.1126/science.183.4130.1164>

Freire, O., & Schweber, S. S. (2015). The quantum dissidents: Rebuilding the foundations of quantum mechanics (1950-1990). In *The Quantum Dissidents: Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)*.

Greca, I. M., Moreira, M. A., & Herscovitz, V. E. (2001). Uma proposta para o ensino de mecânica quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23(4), 444-457.

Howard, D., & Ramirez, S. M. (2019). *Introduction to the Epistemological Letters* (p.

12). <https://curate.nd.edu/show/nz805x2535c>

Johansson, A., Andersson, S., Salminen-Karlsson, M., & Elmgren, M. (2018). “Shut up and calculate”: the available discursive positions in quantum physics courses. *Cultural Studies of Science Education*.

Kaiser, D. (2006). *Pedagogy and the practice of science*.

Kuhn, T. S. (1970). *Estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva.

Latour, B. (2012). *Reagregando o Social: uma introdução à Teoria Ator-Rede*. In *EDUFBA - EDUSC*.

Lightman, B. (2016). *A Companion to the History of Science* (1st ed.). Blackwell Companions to History.

Lima, N. W., Ostermann, F., & De Holanda Cavalcanti, C. J. (2017). Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM2015. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(2), 435-459.

Lima, N. W., Rosa, G. G., & Bento, M. R. (2020). Translations, Betrayals and Controversies in the Articulation of The Uncertainty Principle: Potentialities and Challenges of a Symmetrical History of Physics. *Transversal: International Journal for the Historiography of Science*.

Pérez, D. G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.

#### **4. FOGUETES, SATÉLITES ARTIFICIAIS E TELESCÓPIOS ATRAVÉS DA LIBRAS: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE ASTRONOMIA NA CULTURA SURDA**

Ellen Cristine Prestes Vivian  
[ellencristinevivian@outlook.com](mailto:ellencristinevivian@outlook.com)  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

André Ary Leonel  
[aryfsc@gmail.com](mailto:aryfsc@gmail.com)  
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho tem o objetivo de evidenciar as contribuições de uma abordagem histórica sobre instrumentos astronômicos para o ensino-aprendizagem de ciências para estudantes surdos(as). Assim, é apresentado um breve relato sobre duas intervenções de ensino, extraclasse, de tópicos de Astronomia, que fazem parte de uma sequência didática construída e implementada durante a pesquisa de mestrado, concluída em 2018. A pesquisa foi desenvolvida pela professora-pesquisadora – que atuou como uma Física Educadora Bilíngue - com um grupo de quatro estudantes do Ensino Fundamental, todas meninas com idades entre 13 e 15 anos, sendo três surdas e uma ouvinte filha de pais surdos, em uma escola inclusiva do interior do Rio Grande do Sul (Vivian, 2018). Inicialmente, é preciso entender a surdez como uma questão de diferença, marcada pela língua de sinais, pelo pertencimento da cultura surda e pelas experiências visuais, pois na cultura surda a visualidade e a língua de sinais são instrumentos de interação entre os sujeitos surdos e o mundo (Skliar, 1998; Strobel, 2016). Já no ensino-aprendizagem de Astronomia, a visualidade e a língua de sinais são instrumentos de interação entre o aprendiz surdo, o universo e a linguagem científica (Vivian, 2018). Neste caminho, este relato corresponde ao tópico intitulado “Foguetes, satélites artificiais e telescópios: O que são, como funcionam e para que servem?”. Esse tópico foi ministrado em Língua Brasileira de Sinais (Libras), utilizando recursos didáticos e tecnológicos visuais, como o globo terrestre e a apresentação de slides - contendo imagens, vídeos (sem áudio) e pequenas frases em Português escrito – configurando um ambiente de ensino-aprendizagem bilíngue. O tópico foi planejado com base nas obras de Kepler e Saraiva (2014) e Horvath (2008), posteriormente, desenvolvido com o intuito de proporcionar um entendimento sobre os instrumentos astronômicos - que foram construídos para melhorar a observação e o estudo do espaço pelo ser humano – através de uma perspectiva histórica para estudantes da comunidade surda. Nesse tópico, foi abordado com as estudantes a relevância do desenvolvimento dos foguetes, dos satélites artificiais e dos telescópios para as telecomunicações e para o nosso cotidiano. Com isso, foi realizada uma reflexão sobre nossas limitações físicas e instrumentais para observação do céu, considerando uma perspectiva histórica sobre o surgimento dos telescópios, como estes funcionam e como foram constituídos. Igualmente, foi abordada a importância histórica e atual sobre a construção de foguetes, que possibilitou ao ser humano a conquista do espaço e uma evolução tecnológica e cultural da sociedade. Na primeira intervenção, foi apresentada às estudantes a história da construção dos telescópios, desde seu primeiro criador Lippershey (1570-1619), em 1608; do aperfeiçoamento do instrumento por Galileo Galilei (1569-1642), em 1610; e do telescópio de Isaac Newton (1643-1727), em 1668 (Kepler & Saraiva, 2014). Na sequência, também foram apresentadas as diferenças entre os telescópios refletivos e os refratores – mencionados nos modelos supracitados. Posteriormente, para exemplificar o uso desses instrumentos na atualidade, foi mencionado o surgimento de Observatórios Espaciais e o lançamento do telescópio

espacial Hubble, que entrou em órbita em 1990 e até o momento fornece imagens eficientes do universo. Na segunda intervenção, foi apresentada às estudantes a história do surgimento dos primeiros foguetes e suas interferências na sociedade moderna. Para isso, foi discutido sobre a Corrida Espacial em busca da conquista da Lua, que se caracterizou como uma importante disputa tecnológica e política durante a Segunda Guerra Mundial, entre os Estados Unidos e a União Soviética. Então, foi indicado às estudantes que esse acontecimento permitiu o surgimento da NASA (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos) em 1958, uma das principais agências espaciais da atualidade (Winter & Prado, 2007). Assim, também foi discutido que um dos marcos iniciais dessa competição foi o lançamento da Sputnik I, levada ao espaço pelo foguete Semioroka, pela União Soviética e, depois, o lançamento da Sputnik II, que teve a bordo a cadela Laika, em 1957 (A história da Nasa, 2016); salientando que desde o primeiro satélite artificial, o Sputnik I, lançado pela União Soviética em 1957, mais de 3800 foguetes e 4600 satélites artificiais foram lançados da Terra e, desses, mais de 500 estão em funcionamento (Kepler & Saraiva, 2014). Com isso, foi apresentado que a partir de 1960, começaram as viagens tripuladas, e no Natal de 1968, três astronautas norte-americanos orbitam pela primeira vez a superfície da Lua, a bordo da Apollo 8; no ano seguinte, em 1969, o ser humano pisou na Lua, missão cumprida por Neil A. Armstrong e Edwin E. Aldrin Jr., a bordo da Apollo 11 (A história da Nasa, 2016). As abordagens foram concluídas enfatizando que o Brasil também teve seu momento, em abril de 2006, Marcos Pontes completou a missão de levar a bandeira brasileira ao espaço (Winter & Prado, 2007). As intervenções continham discussões que transitaram entre o contexto histórico e atual, para que as estudantes pudessem refletir sobre alguns aspectos históricos da ciência, proporcionando uma aproximação entre a Astronomia e as tecnologias, bem como o conhecimento sobre as influências da Astronomia para a evolução histórica, científica e tecnológica na transformação da sociedade moderna. Para tornar as intervenções interativas, eram levantadas algumas questões no decorrer da apresentação de cada assunto, para possibilitar um diálogo, mas o grupo era tímido. Entretanto, foi possível perceber que as estudantes já possuíam conhecimentos sobre a finalidade dos telescópios e sobre as viagens à Lua. Quanto ao ocorrido com a cadela Laika todo o grupo lamentou e se comoveu, junto com a professora-pesquisadora. Infelizmente, no decorrer das discussões, algumas das estudantes demonstraram-se desinteressadas em alguns momentos, talvez porque não estivessem acostumadas com abordagens históricas aliadas ao estudo de ciências. Contudo, o uso de recursos didáticos e tecnológicos visuais contribuíram significativamente para o entendimento das estudantes sobre os assuntos apresentados, isso foi notável através dos desenhos elaborados pelas estudantes e pelas conversas que levantavam. Igualmente, o uso do Globo terrestre foi fundamental para que as estudantes pudessem se situar onde cada fato histórico mencionado ocorreu. O estudo da história das ciências possibilitou uma percepção sobre a Astronomia como uma construção humana e dinâmica. Igualmente, o processo de ensino-aprendizagem de Astronomia em Libras - aliada ao uso de recursos didáticos e tecnológicos visuais - proporcionou a aproximação da cultura surda com a cultura científica.

## **Referenciais Bibliográficos**

Horvath, J. E. (2008). *O ABCD da Astronomia e Astrofísica*. Ed Livraria da Física, São Paulo.



Kepler, S. O. & Saraiva, M. de F. O. (2014). *Astronomia e Astrofísica*. Departamento de Astronomia, Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

On Line Editora & Astronomia On Line Editora & Curiosidades On Line Editora. (2016). Guia Quero Saber: *A História da Nasa*. ed.04. Ed On-line, São Paulo.

Skliar, C. (1998). *A surdez: um olhar sobre as diferenças*. Ed Mediação. Porto Alegre.

Strobel, K. (2016). *As imagens do outro sobre a cultura surda*. 4 Ed, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Vivian, E. C. P. (2018). *Ensino-Aprendizagem de Astronomia na Cultura Surda: um olhar de uma Física Educadora Bilíngue*. Dissertação. Mestrado em Ensino de Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Winter, O. C. & Prado, A. F. B. de A. (2007). *A conquista do espaço: do Sputnik a missão Centenária*. Ed Livraria da Física, São Paulo.

## **5. A MOBILIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO SOBRE O CIENTISTA E A CIÊNCIA: ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PRODUZIDA POR UMA FUTURA PROFESSORA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Boniek Venceslau da Cruz Silva  
Grupo de Estudos e Pesquisas em Ensino de Ciências e Cultura do Piauí  
(GEPEC2\_UFPI)  
[boniek@ufpi.edu.br](mailto:boniek@ufpi.edu.br)

O professor, mesmo durante a sua formação, ao praticar o seu futuro ofício, mobiliza diferentes conhecimentos, crenças, valores, impressões sobre o que ensina, quem ensina e o seu contexto de aprendizagem (Silva & Martins, 2019). O futuro professor, por exemplo, ao organizar uma sequência didática, mobiliza conhecimentos adquiridos no sentido de construir mecanismos metodológicos de ensino e de avaliação de seus estudantes, citando apenas alguns. Assim, parece-nos que o docente, seja em formação ou em exercício, possui um leque vasto de conhecimentos mobilizados ao exercer (ou praticar) o seu ofício. Embora exista na literatura especializada uma ampla definição para esse conjunto de conhecimentos, neste trabalho, em especial, adotaremos a noção de conhecimento de base para o ensino de Shulman (1986; 1987) e, em especial, a compreensão de conhecimento pedagógico do conteúdo (Pedagogical Content Knowledge – PCK, em inglês). O entendimento de PCK é complexo e vários autores o definem, com aproximações e diferenciações entre eles. Por exemplo, Magnusson, Krajcik & Borko (1999) definem o PCK como a transformação de vários conhecimentos para ensinar. Ele representa o domínio efetivo do professor. Inclui o conhecimento particular dos tópicos, problemas, de como os métodos de ensino podem ser organizados, representados e adaptados para diversos interesses de aprendizagens e de como são apresentados para a sua instrução. Para Kind (2009), o PCK traduz os conhecimentos que afloram no professor durante o processo de ensino. Ou seja, ele toma corpo no momento que o futuro professor ou professor experiente planeja sua aula, no material que ele escolhe para o planejamento e em como ele o utiliza na aula, no momento da avaliação de seus estudantes, dentre outros. Com base na compreensão de PCK, neste trabalho, relatamos alguns indícios da mobilização do conhecimento pedagógico do conteúdo sobre o tema cientista e a Ciência de uma futura professora quando solicitada a construir uma sequência didática (SD) para estudantes do ensino fundamental. Para tal, usamos, em específico, a definição de PCK para a Natureza da Ciência (PCK/NDC) de Silva & Martins (2018; 2019), o qual entendem o PCK/NdC como a transformação de diferentes conhecimentos da base de ensino do (futuro) professor visando a produção de estratégias de ensino de conteúdos metacientíficos (por exemplo: a imagem do cientista e da Ciência). Para os pesquisadores, o ele surge (e pode ser desenvolvido) a partir da reflexão de experiências formativas, como, por exemplo, elaboração de atividades de ensino e avaliação, sequências didáticas (SD), planos de aulas, elaboração de textos históricos e paradidáticos, dentre outros. Portanto, baseado na análise da SD e de um questionário específico para acesso do PCK (Loughran, Mulhall & Berry, 2004) e adaptado para o nosso caso, investigamos indícios da mobilização do PCK/NdC da futura professora. A participante era uma estudante do curso de licenciatura em Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Piauí, nos últimos períodos do curso e com pouca experiência de sala de aula. Especificadamente, a SD continha 10 (dez) horas-aulas, sendo direcionado para alunos do nono ano do ensino fundamental e seu tema residia “na imagem equivocada do cientista, da ciência e de sua natureza”, com objetivos de aprendizagem: “como a Ciência é construída; o trabalho de um cientista - funcionamento e áreas de trabalho; a imagem do cientista - o cientista é apenas um homem velho? O cientista como intocável? e, por fim, o papel da mulher da Ciência. Foram utilizadas como metodologias de ensino: 1 – aplicação de

questionário inicial, com foco no acesso nas compreensões de ciência e do cientista, aulas expositivas (O que é necessário para elaborar princípios ou leis científicas?), uso de textos de divulgação científica (revista Ciência hoje das crianças, edição 264, tema: como ser cientista), experimentos simples entre os estudantes, como o intuito de simular como os cientistas trabalham em conjunto, vídeo sobre a Madame Curie e a leitura de um texto construído pela própria futura professora (O cientista é apenas um homem velho?). Usando a SD e o questionário adaptado, encontramos que a futura professora apresenta “forte” preocupação no trabalho das compressões de Ciência e do cientista apresentadas pelos estudantes, pois é possível encontrar, além do questionário inicial, outras atividades que visam essa discussão, por exemplo, o texto criado por ela, vídeos, e os questionamentos das suas aulas expositivas. Percebemos, também, que ela mobiliza múltiplos conhecimentos relacionados às estratégias instrucionais para o ensino deste tema, como, por exemplo textos, experimentos e aulas expositivas. Assim, com base no modelo de Silva & Martins (2019), notamos que aspectos constitutivos da base da futura professora foram acessados para o desenvolvimento da SD, como, por exemplo, os referentes aos conhecimentos da concepção de Ciência e cientista dos alunos e das estratégias instrucionais (principalmente com o detalhamento da SD), o que denota elementos do seu PCK/NdC. Por fim, entendemos que a produção de SD pode configurar-se como uma ferramenta para o estudo da mobilização do PCK, enaltecendo às diferentes relações entre os conhecimentos do PCK, com destaque para os de currículo, avaliação e compreensão de Ciência dos estudantes. Por fim, sugerimos que atividades como estas possam ser incentivadas na formação dos professores de Ciências, pois podem apresentar indícios das deficiências e qualidades do PCK, favorecendo o ofício de docentes formadores no processo de produção de estratégias didáticas que tenham a finalidade de ensinar saberes sobre a Ciência.

### Referenciais Bibliográficos

Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in science education*, 45(2), 169-204.

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of research in science teaching*, 41(4), 370-391.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In: *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Springer, Dordrecht.

Silva, B. V. C., & Martins, A. F. P. (2018). Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(2), 389-413.

Silva, B. V. C., & Martins, A. F. P. (2019). O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(3), 735-768.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.

## 6. O QUE É UMA HIPÓTESE ASTRONÔMICA PARA JOHANNES KEPLER?

Luana Paula Goulart de Menezes  
Universidade Estadual de Maringá-UEM  
lluanagoulart@gmail.com

Michel Corci Batista  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR  
profcorci@gmail.com

Daniel Gardelli  
Universidade Estadual de Maringá-UEM  
dgardelli2@uem.br

Quando se pronuncia o nome de Johannes Kepler (1571-1630), é quase de imediato que os ouvintes associam seu nome às três leis que descrevem o movimento planetário. Entretanto, muitos mal conhecem seus esforços para chegar a esses resultados que de forma alguma foram obtidos em um passe de mágica. Ao fazer um resgate de sua biografia, podemos encontrar que Kepler tinha uma paixão inicial pela filosofia e ele próprio escreve que não havia nele, a princípio, um interesse particular pela astronomia. Como qualquer outra pessoa que inicia algo novo, precisou aprender: “[...] entrei nisto mais bem munido de inteligência do que de conhecimento [...]” (Kepler & Donahue, 1992, p. 184). Nessa perspectiva, alguns dos assuntos basilares da astronomia de sua época envolvia o cálculo dos movimentos dos astros no céu e discussões como: se a terra gira ou não ou ainda sobre a ordem dos *orbis*, entre outras (Jardine, 1988). Estas últimas são questões simples que podiam fazer parte do que se costuma chamar de “hipóteses”. Assim, podemos nos questionar: qual é o sentido desse termo? É possível conjecturar que a palavra envolve o mesmo significado que usualmente empregamos na oratória, ou seja, como uma possibilidade? Ou ainda, pode-se ter alguma relação com a matemática e a ciência que também usam o termo em suas investigações? É importante para nós, e foi importante para história da ciência, as discussões geradas em torno desse assunto, pois se estamos tratando de possibilidades, pode-se inferir que os sistemas astronômicos construídos não precisam ser reais. Tal uso pode ser interpretado como uma saída para o problema de incompatibilidade bíblica do movimento da Terra. Essa parece ter sido uma das motivações que levaram Andreas Osiander (1498-1552) a escrever o famoso prefácio da monumental obra de Nicolau Copérnico (1473-1543), *De revolutionibus orbium coelestium* (Copérnico & Hutchins, 1952). No prefácio, uma das visões expressas é que a tarefa do astrônomo é, a partir da observação rigorosa e hábil, imaginar ou construir as causas ou hipóteses, de forma que os movimentos tanto passados quanto futuros, possam ser calculados. Essas hipóteses, para Osiander, não precisam ser verdadeiras nem precisa haver uma grande possibilidade de serem verdadeiras. Isso, caracteriza uma visão instrumentalista da astronomia, em contraposição a uma visão realista em que a astronomia deveria encontrar a verdadeira estrutura do universo. Estes assuntos foram de certa forma assimilados de Pierre Duhem (1861-1916) e vêm há algum tempo sendo questionados por autores como Jardine (1988, p. 239), que escreve: “Nenhum protagonista do compromisso pragmático expôs a visão estritamente instrumentalista de que a verdade e a falsidade não são previsíveis de hipóteses astronômicas”. É natural esperar que Kepler não estivesse alheio às discussões sobre o caráter realista ou não das hipóteses e suas posturas diante do tema foi o que guiou esse trabalho. Soma-se a isso o fato de termos nesse episódio um conflito muito intenso entre dois reputados astrônomos do final do século XVI: Tycho Brahe (1546-1601) e Nicolaus Raymarus Baer (1551-

1600) (Conhecido como Ursus) sobre um suposto roubo deste último das hipóteses geoheliocêntrica do primeiro. Kepler, ingenuamente entrou nessa controvérsia ao elogiar Ursus em uma carta, tecendo muitos louvores por suas realizações e chegando a chamar Ursus de professor. Não vamos entrar nos detalhes da intriga, mas tenhamos em mente que quando Kepler selou seu acordo com Brahe, uma de suas primeiras missões foi corrigir esse “erro” com um escrito que fosse uma defesa de Brahe contra Ursus (*Apologia pro Tychone contra Ursum*). Kepler, de forma muito detalhista, expôs nesse texto suas várias visões sobre o papel atribuído ao astrônomo, em paralelo com suas concepções sobre as hipóteses. Desse modo, é a partir desse seu escrito que começamos nossos estudos. Tais ideias e controvérsias, juntamente com os detalhes sobre a vida de Kepler e conceitos da astronomia, nos ajudaram a defender o caráter humano da atividade que hoje conhecemos como científica. Logo, nossa proposta, além de objetivar entender o olhar de Kepler sobre as hipóteses, também diz respeito sobre algumas possibilidades de discussão sobre a Natureza da Ciência (NdC). Essas discussões podem representar possibilidades de tornar o ensino mais atrativo. Uma das vantagens em usar abordagens históricas podem ser lidas, por exemplo, no artigo “*Does Science Education Need the History of Science?*”, de Gooday et al. (2008). Nele, os autores apresentam que estudantes podem ter dificuldades de conceber como podem contribuir nas ciências, e em contraste, ao estudar sua história, eles podem olhar para o caráter aberto dessa atividade, apreciando sua incompletude e a falibilidade dos modelos e teorias. Sem dúvidas, as hipóteses astronômicas podem ser um bom exemplo para ilustrar como diversas posturas e modelos fizeram parte da história da ciência e como os mais diversos autores podem ter opiniões diferentes e podem se envolver com questões que aparentemente são banais, como acusações de roubo. Também podemos apreciar em Kepler uma forma muito original frente a este tema buscando contemplar a necessidade da geometria, mas também uma busca sobre as essências mais íntimas da natureza. Ainda que não possamos levar essas ideias de forma íntegra para outras ciências, acreditamos que o tema tem seu valor pelos aspectos humanos e teóricos, além de um papel imprescindível nas modificações históricas na nossa forma de pensar sobre o mundo.

### **Referenciais Bibliográficos:**

Copérnico, N., Hutchins, R. M. (1952). *On the revolutions of the heavenly spheres*. Chicago, London, Toronto: Encyclopedia Britannica (Great Books of the Western World).

Gooday, G., Lynch, J. M., Wilson, K. G., & Barsky, C. K. (2008). Does science education need the history of science?. *Isis; an international review devoted to the history of science and its cultural influences*, 99(2), 322–330.

Kepler, J., Donahue, W. H. (1992). *Astronomia Nova*. New York, USA: Cambridge University Press.

Jardine, N. (1988). *The birth of History and Philosophy of Science: Kepler's A defence of Tycho against Ursus with essays on its provenance and significance*. New York, USA: Cambridge University Press.

## 7. SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS DE FÍSICA MODERNA

Marcia da Costa  
Universidade Federal do Espírito Santo  
[marcia.costa.21@ufes.br](mailto:marcia.costa.21@ufes.br)

Etiane Ortiz  
Universidade Estadual de Londrina  
[eti\\_ortiz@hotmail.com](mailto:eti_ortiz@hotmail.com)

Irinéa de Lourdes Batista  
Universidade Estadual de Londrina  
[irinea2009@gmail.com](mailto:irinea2009@gmail.com)

Este trabalho apresenta resultados de uma pesquisa de doutorado que investigou o uso de simulações computacionais de experimentos históricos em uma abordagem histórico-didática para o ensino de tópicos da Teoria Eletrofraca. Essa investigação constituiu-se na elaboração de uma narrativa histórica a respeito da Teoria Eletrofraca, na identificação de experimentos que corroboraram com o processo de construção da referida teoria e na elaboração de simulações computacionais desses experimentos que foram, posteriormente, avaliadas por pares e por possíveis usuários em uma abordagem histórico-didática. Para a avaliação das simulações participaram estudantes do curso de Física Licenciatura da Universidade Estadual de Londrina (UEL). O início do desenvolvimento desta pesquisa consistiu na elaboração de uma narrativa histórica. Para tanto, foram consultadas fontes primárias e secundárias, seguindo orientações das pesquisas em História da Ciência (Martins, 2005), que possibilitaram a identificação de fases do processo de elaboração da Teoria Eletrofraca e de experimentos históricos que fizeram parte da história da unificação das interações eletromagnética e fraca. Nesse contexto, entende-se ‘experimento histórico’ como sendo “toda e qualquer tentativa bem-sucedida em estabelecer um marco de referência conceitual e/ou metodológica na definição e/ou solução de um determinado problema específico” (Ribeiro Junior, Cunha, & Laranjeiras, 2012, p. 4602-1). Também pode ser interpretado como experiências que surgem a partir do estudo da Ciência do passado (Chang, 2011).

Foram simulados três experimentos: um que investiga a paridade nas interações fracas, outro que aborda as correntes neutras e, o terceiro, que trata das detecções indiretas dos bósons da interação fraca. Tais experimentos foram simulados por uma equipe multidisciplinar que contou com especialistas da área de Ensino, Física, História da Ciência, Programação e Design.

Após a elaboração e sua avaliação/validação por pares das áreas de Ensino, História da Ciência, Física de Partículas e Design, as simulações também passaram pelo crivo da abordagem histórico-didática, embasada na teoria da aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), da qual participaram oito estudantes do curso de Física Licenciatura da UEL e um aluno da pós-graduação. Para avaliar a potencialidade das simulações e da abordagem histórico-didática foram tomados dados relacionados aos indícios da aprendizagem dos participantes, bem como a opinião dos mesmos em relação aos recursos utilizados para abordar a Teoria Eletrofraca. Os dados foram coletados por meio de questionários e diagramas de Gowin, sendo posteriormente submetidos a análise realizada a luz dos procedimentos da Análise de Conteúdo de Bardin (2011).

Em relação aos resultados relativos à aprendizagem dos estudantes acerca dos conteúdos científicos, após análise dos questionários prévios e posteriores (18 questões relacionadas ao conteúdo científico e Natureza da Ciência) e dos diagramas de Gowin (quatro versões),

pôde-se constatar que os estudantes possuíam poucos conhecimentos prévios relacionados à Física de Partículas e que termos como paridade, correntes neutras, bósons mediadores, entre outros, eram desconhecidos por eles. Após a abordagem didática, considera-se como satisfatório o fato de que a maioria<sup>1</sup> dos estudantes, passou a incorporar os conceitos e definições discutidos na abordagem em suas respostas ao questionário posterior e nas elaborações do V de Gowin. Defende-se que essa abordagem possibilitou indícios de aprendizagem significativa devido às evidências de reconciliação integradora e organização hierárquica dos conteúdos abordados. Além disso, o fato da maioria dos alunos passar a apresentar noções de acordo com o consenso científico atual permite considerar a hipótese de que as discussões e atividades desenvolvidas permitiram a oportunidade de assimilação dos conteúdos, podendo tornar-se subsunçores para aprendizagens futuras. Durante a abordagem alguns aspectos de Natureza da Ciência puderam ser explorados como: o papel da experimentação e do formalismo matemático, a não neutralidade do trabalho científico, a visibilidade da participação de mulheres na Ciência, o caráter provisório do conhecimento científico, o papel da criatividade e da imaginação, bem como a relevância do trabalho coletivo e cooperativo para o desenvolvimento científico e o papel dos cientistas neste processo. Os estudantes se mostraram receptivos e motivados em relação ao uso das simulações, eles atribuíram esse resultado tanto pela interatividade e a facilidade de tornar menos abstratos os conteúdos abordados em sala de aula, possibilitadas pela abordagem utilizada, quanto pela oportunidade de contemplar às atividades experimentais dentro de um contexto histórico e investigativo, uma vez que ao explorar as simulações computacionais dos experimentos históricos os estudantes foram postos frente a problemas que os cientistas da época tiveram que resolver. Opiniões essas, manifestadas pelos próprios estudantes em questionários. Dentre as possibilidades das simulações, os estudantes puderam testar hipóteses, tomar decisões, receber *feedback* dos erros, analisar dados e consultar dados históricos a respeito dos experimentos simulados. Além de possibilidades e delimitações da abordagem histórico-didática e das simulações computacionais investigadas, essa pesquisa pode contribuir para o ensino de Física Moderna no Ensino Superior ao apresentar esses recursos como alternativa para a inserção de tópicos de Física de Partículas, uma vez que a abordagem experimental tradicional dos experimentos simulados se torna inviável para a realidade de sala de aula devido à complexidade dos aparatos experimentais.

Com relação às simulações computacionais, constatou-se que a predisposição dos alunos em utilizar esses recursos e os resultados obtidos das avaliações por pares e pelos próprios estudantes permitiram que elas fossem aprimoradas, evidenciando que esse recurso cumpriu com o papel para o qual foi planejado, colaborando com o aprendizado dos conteúdos, auxiliando na representação de fenômenos de difícil acesso real e permitindo que os estudantes compreendessem o contexto histórico no qual o experimento original foi realizado. Dessa maneira, evidenciou-se que as simulações dos experimentos históricos se configuraram como um recurso didático útil para o ensino de Física de Partículas, contribuindo como uma alternativa que engloba uma dimensão pós-positivista, contextualizada e construtivista.

No que diz respeito à abordagem histórico-didática, a análise dos dados obtidos sugere que a proposta pedagógica implementada contribuiu com a fragilização de noções equivocadas em relação à Natureza da Ciência e aos conteúdos científicos abordados por parte dos acadêmicos. Considera-se que essa asserção foi possível, pois a maioria dos estudantes ao final da pesquisa passou a apresentar noções de acordo com o consenso científico atual em relação aos conteúdos discutidos durante a abordagem didática, além

---

<sup>1</sup> Neste trabalho, como estão sendo relatados resultados de várias questões e versões do diagrama de Gowin, quando se fala em “maioria” dos estudantes, deve-se entender que são desde seis até nove estudantes.

de rever e corrigir algumas noções ingênuas a respeito da natureza do desenvolvimento científico.

## **Referências**

Ausubel, D. P. (2003) Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Teodoro, V. D. Editora Plátano.

Bardin, L. (2011) Análise de Conteúdo. Trad. Reto, L. A. & Pinheiro, A. São Paulo, Edições 70.

Chang, H. (2011) How Historical Experiments Can Improve Scientific Knowledge and Science Education: The Cases of Boiling Water and Electrochemistry. *Science & Education*, 20, 317–341.

Martins, L. A. P. (2005) História da Ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, 11(2), 305-317.

Ribeiro Junior, L. A.; Cunha, M. F.; Laranjeiras, C. C. (2012) Simulação de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Uma Abordagem Computacional das Dimensões Histórica e Empírica da Ciência na Sala de Aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 34(4), 4602-10.



## 8. CHARGES E A HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA: O ECLIPSE E A DEFLEXÃO DA LUZ

Vinicius Jacques

Instituto Federal de Santa Catarina/Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina - PPGECT/UFSC

[vinicius.jacques@ifsc.edu.br](mailto:vinicius.jacques@ifsc.edu.br)

Lucas Albuquerque do Nascimento

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina - PPGECT/UFSC

[lucas.albuquerque13@hotmail.com](mailto:lucas.albuquerque13@hotmail.com)

Henrique César da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina/Centro de Ciências da Educação/Departamento de Metodologia de Ensino/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - PPGECT/UFSC

[henriquecsilva@gmail.com](mailto:henriquecsilva@gmail.com)

Tendo como perspectiva a História Cultural da Ciência (HCC), ao analisarmos fatos sobre as ciências a partir de aspectos históricos, devemos considerar e conhecer os mais variados modos de divulgação e difusão dos conhecimentos científicos construídos ao longo da história (Guerra, 2019) e as relações das ciências com a cultura por meio da divulgação possibilita uma disseminação do conhecimento a um público mais amplo (Moura, & Guerra, 2016). Entendendo a ciência como uma forma de comunicação (Secord, 2004), consideramos que outras linguagens e textos merecem análises que levem em consideração os aspectos textuais e históricos da produção de um determinado conhecimento científico. Nossa perspectiva histórica é de “conhecimento científico como prática” em que “evidências do passado estão na forma de coisas materiais” conforme Secord (2004, p. 665, tradução nossa), sejam instrumentos experimentais, laboratórios, sejam panfletos, artigos, desenhos, e, porque não, as charges. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar os aspectos históricos e textuais de uma charge que possui relações com as tentativas de observação de eclipses referentes à deflexão da luz e com a corroboração empírica da Teoria da Relatividade Geral (TRG). Nossa perspectiva não se limita a analisar separadamente o texto (charge) dos conhecimentos relacionados aos aspectos históricos, mas a sua textualização, segundo Silva (2019, p. 9) “[...] uma abordagem que analise essa simultaneidade ali presente, a da forma do texto e a do conhecimento que ele veicula”. A charge que selecionamos foi publicada na revista *O Malho* (1912), anterior à observação do eclipse (Ver figura 1). Sua escolha se deu por conter elementos que são possíveis de serem articulados com outros eclipses, como o de Sobral (1919) e por considerarmos a charge como artefato produzido culturalmente, ou seja, um instrumento que associamos com o fazer científico, assim como laboratórios, as publicações (textos) e imagens científicas (Guerra, 2019).

Figura 1: *Por um óculo.*



Fonte: *O Malho* (1912).

A charge se refere a um contexto histórico – o eclipse de 1912. Sua representação humorística teve como objetivo denunciar, criticar e satirizar um fato específico (Miani, 2000) – a falta de recursos do Observatório Astronômico do Rio de Janeiro para receber astrônomos estrangeiros e viabilizar a observação do eclipse. Aragão (2008) lembra que a charge é circunstancial. No entanto, a crítica/sátira comunicada na charge de 1912 caberia ao contexto do eclipse de 1919 e atualmente com os cortes de verbas para pesquisas. A charge anterior rompe a limitação temporal apontada por Romualdo (2000).

Nas semanas que antecederam a chegada das comissões a Sobral, um assunto galvanizou jornais e revistas do Rio de Janeiro: o atraso na liberação dos recursos, já aprovados no orçamento do país, para a comissão brasileira se deslocar para Sobral e preparar a infraestrutura para a recepção das outras comissões. (Moreira, 2019, p. 35).

Entre os elementos imagéticos utilizados, temos a representação humana, caricaturada, de Henrique Morize – diretor do Observatório Nacional do Rio de Janeiro. Morize é retratado de joelhos e braços erguidos, observando com um *óculo* (luneta) alguém, de braços sobre a mesa, na comissão de finanças. Eisner (2010, p. 106) salienta que “a postura do corpo e o gesto têm primazia sobre o texto. A maneira como são empregadas essas imagens modifica e define o significado que se pretende dar às palavras”. A postura corporal de Morize, “ajoelhado e suplicante” que observa, segundo Moreira (2019, p. 34) “a verba distante e coberta de teia de aranha na comissão de finanças, que tardava a sair”. A postura suplicante de Morize, contradiz a postura corporal que remete à indiferença do personagem na “*comissão de finanças*”, que parece dormir sobre a solicitação relacionada à “*verba do observatório*”. Eisner (2010, p. 114) lembra que a aparência do rosto, familiar aos seres humanos, têm o papel de registrar emoções e “dá sentido à palavra escrita”. Neste sentido, o sol apresenta traços humanizados com um

rosto que sorri. Sua expressão facial sugere um sorriso sarcástico, que anuncia que o eclipse está chegando, e o tempo de Morize terminando.

A charge é potente também para abordar os meandros do eclipse de 1919.

De fato, a burocracia brasileira quase impediu as observações do eclipse de Sobral! Como reporta jocosamente O Malho (26/04/1919), o presidente do Tribunal de Contas teria sugerido a Morize, diante de mais uma solicitação desesperada para a liberação dos recursos: “Adie-se o eclipse” (MOREIRA, 2019, p. 35).

Outros signos que trazem significado e que são percebidos pela ampliação do “*óculo*” é a aranha e sua teia. As teias de aranha “denotam itens com os quais somos mais ou menos familiarizados no nosso mundo real” de acordo Postema (2018, p. 33). Este símbolo icônico agrega significado, pois além de representarem armadilhas para capturar presas, estão associadas a ambientes abandonados. Frente à segundo Moreira (2019, p. 35) “lentidão burocrática (...) foi a empresa estatal Lloyd Brasileiro que, afinal, emprestou o dinheiro para a expedição da comissão brasileira (...)”. Mesmo frente às adversidades, as medidas da deflexão da luz, realizadas em Sobral, constituíram-se num evento ímpar na História da Ciência, pois corroboram empiricamente com a TRG de Albert Einstein. Por fim, nossa ideia não foi esgotar as discussões sobre charges e seus elementos. Reconhecemos que outras charges que têm relação com esses episódios e conceito científico poderiam ser analisadas. Mas, acreditamos que os elementos aqui apresentados evidenciam potencialidades da utilização de charges, em Educação em Ciências, numa perspectiva de ensino pela HCC articulada à textualização, onde a charge é a divulgação de uma prática científica. Acreditamos, ainda, que a análise pode sinalizar uma relação que por vezes não é tão simples, a saber, a relação do texto e seus meandros com a linguagem, a dimensão conceitual, cultural, histórica e epistemológica.

**Apoio:** Os autores agradecem ao apoio recebido pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

### Referenciais Bibliográficos

Aragão, V. P. S. (2008). Charge e cartum: uma perspectiva semiolinguística do discurso. In: *XI Simpósio Nacional de Letras e Linguística e I Simpósio Internacional de Letras e Linguística*, Uberlândia. Múltiplas perspectivas em Linguística. Uberlândia: EDUFU.

Eisner, W. (2010) *Quadrinhos e arte sequencial*. São Paulo: Martins Fontes.

Guerra, A. (2019). Educação Científica numa abordagem histórico-cultural da ciência. In: Silva, A. P. B.; Moura, B. A. (Org.). *Objetivos humanísticos, conteúdos científicos: contribuições da história e da filosofia da Ciência para o ensino de Ciências*. Campina Grande: EDUEPB.

Miani, R. A. (2000). A utilização da charge na imprensa sindical na década de 80 e sua influência política e ideológica. *São Paulo: ECA/USP*.

Moreira, I. D. C. (2019). O eclipse solar de 1919, Einstein e a mídia brasileira. *Ciência e Cultura*, 71(3), 32-38.

Moura, C. B.; & Guerra, A. (2016). História Cultural da Ciência: Um caminho possível para a discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências?. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 725-748.

Postema, B. (2018). *Estrutura narrativa nos quadrinhos: construindo sentido a partir de fragmentos*. São Paulo: Editora Peirópolis.

Romualdo, E. C. (2000). *Charge jornalística: intertextualidade e polifonia: um estudo de charges da Folha de S. Paulo*. Maringá: Eduem.

Secord, J. A. (2004). Knowledge in transit. *Isis*, 95(4), 654-672.

Silva, H. C. (2019). A noção de textualização do conhecimento científico: veredas pelos Estudos da Ciência, conexões pela Educação em Ciências. In: Silva, H. C. (org.). *Ciências, seus textos e linguagens: Ensaio sobre circulação e textualização de conhecimentos científicos e matemáticos*. p. 15-34. Curitiba: CRV.

## 9. REFLEXÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DAS EXPERIÊNCIAS VIVENCIADAS EM UM ESTÁGIO EM LABORATÓRIO

Luiz Felipe de Moura da Rosa  
UFRGS/Instituto de Física/PPG EnFis  
[profluizfis@gmail.com](mailto:profluizfis@gmail.com)

O presente resumo resulta de reflexões de seu autor a partir de um conjunto de atividades desenvolvidas no âmbito de um estágio em laboratório, especificamente, no laboratório de filmes finos e fabricação de nanoestruturas (L3FNano) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O objetivo do texto é justamente discutir potenciais contribuições para a formação de pesquisadores em Ensino de Física, no que tange a reflexão sobre a Natureza da Ciência. A disciplina de Estágio Supervisionado em Laboratório de Pesquisa é ofertada pelo programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis), em caráter obrigatório, para a formação em nível de doutoramento. O objetivo desta é, justamente, possibilitar aos discentes uma vivência em atividades de pesquisa realizadas em laboratórios do Instituto de Física da UFRGS, de forma que o estudante venha a adquirir experiência e conhecimentos sobre temas de pesquisa e técnicas utilizadas por físicos experimentais da instituição (PPGEnFis, Resolução 13/2015<sub>2</sub>).

Acreditamos que algumas questões desafiadoras para um pesquisador da área de Ensino de Física, como é nosso caso, são tão relevantes quanto contextuais, pois estão no bojo do debate epistemológico contemporâneo: como se faz Física Contemporânea? Em que consiste o trabalho do pesquisador? Quais os desafios da pesquisa científica do século presente? Como é o cotidiano do cientista moderno? (Massoni, 2009, p. 238).

As questões apresentadas por Massoni (2009), e outras mais, balizaram a experiência vivenciada pelo autor ao decorrer de seu estágio de laboratório no L3FNano. O L3FNano é um laboratório multiusuário, cuja utilização não se limita a apenas um grupo de pesquisa, havendo um fluxo de professores, pós-graduandos e pesquisadores em geral. Dessa forma, ao longo do estágio, pôde-se acompanhar o trabalho diário de pós-graduandos de diferentes áreas do conhecimento (Física, Química e Ciências dos Materiais), o que permitiu acompanhar *in loco* a prática dos cientistas<sup>3</sup> e, portanto, vivenciar a Ciência enquanto uma prática social construída por atores sociais (Latour; Woolgar, 1997). Ademais, a variedade das formações de quem utilizava o laboratório congregava, especialmente, diferentes estilos de pensamento (Fleck, 2010). No presente trabalho, construímos reflexões a partir das interações vivenciadas e observadas pelo autor ao longo da experiência de estágio no laboratório. Haja vista a natureza da comunicação, com o espaço reduzido do resumo, optamos por não discutir apresentações mais detalhadas do laboratório e do processo de estágio em si. Para apoiar a escrita deste resumo, recorreremos às *visões epistemológicas contemporâneas* (VECs) (Massoni, 2010). Conforme Massoni (2010), uma das principais características da filosofia contemporânea é a multiplicidade de escolas, ora similares e complementares, ora contraditórias e até excludentes. Contudo, cabe destacar um importante elemento comum entre elas que é a objeção à concepção *empírico-indutivista* do conhecimento científico (mais precisamente, ao empirismo lógico). Em suma, assumimos aqui que as VECs são visões

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php>>. Acessado em: <06 de março de 2020>.

<sup>3</sup> Entendemos, no presente resumo, cientistas enquanto produtores da Ciência, independentemente do nível de formação. No contexto do L3FNano, são cientistas: bolsistas de iniciação científica, pós-graduandos e pesquisadores que, segundo Fleck (2010), são considerados especialistas na área ou especialistas em formação.

que compartilham entre si aspectos comuns de oposição ao *método científico* (Chalmers, 1999; Massoni, 2010), especialmente, a partilha da crítica ao *poder* atribuído à experimentação. Os elementos comuns às VECs se caracterizam, no presente escrito, enquanto aspectos que orientam as reflexões tecidas ao longo do texto a partir de excertos de falas reproduzidas e acontecimentos registrados no diário de bordo do autor durante o período de estágio. Destacamos aqui um episódio que contempla alguns dos aspectos das VECs: durante o intervalo de almoço, inicia-se uma conversa entre o cientista A e o cientista B acerca do *método científico* (empirista-indutivista). Embora B diga concordar com o método, a visão de ambos converge para a inexistência de “*um método científico universal, atemporal e algorítmico para se fazer ciência*”. B enuncia uma fala sobre a forma da Terra, que ilustra seu posicionamento, a saber: “*Cara, eu acredito no método científico. Acredito enquanto for válido, o resultado satisfatório. Por exemplo, por que eu não posso considerar que a Terra é plana? Enquanto eu estou aqui, essa ideia é satisfatória*”. Esse enunciado denuncia uma inclinação para uma visão pragmática da Ciência, reconhecendo que as “*leis e teorias não são verdades absolutas (imutáveis), mas são aceitas provisoriamente até o surgimento de explicações melhores (com maior capacidade explicativa e preditiva)*”. Já A critica o método em suas bases de generalização e reprodutividade, além de afirmar que “*o conhecimento científico não nasce de uma observação ingênua (pura)*”. Todavia, em outro episódio no qual A realizou análises de amostras, ele afirma que “*obtivemos êxito, conseguimos ver o que queríamos ver. Agora basta entender o processo*”. Nesse momento, ele parece endossar uma postura coerente com a lógica positivista (Massoni, 2010). Dessa forma, parece que a análise das amostras se resumiu à “*busca de um resultado previsto teoricamente e, portanto, consistiria na confirmação experimental da teoria*”. Ao definir “*encontrar o que era esperado*” como algo exitoso, nos leva a uma questão central que permeou, mesmo que indiretamente, diversas interações entre o observador-participante com A no laboratório: “*O que acontece se o que for observado não for condizente com o esperado?*”. Durante uma conversa com B, A se posiciona, defendendo que “*resultados divergentes não invalidam teses*”, assumindo que “*as leis e teorias da Física possuem natureza conjectural*”. No contexto de laboratório, a fala de A é de que: “*se os valores observados não foram satisfatórios, nos desfazemos deles*”. Contudo, *o entendimento do processo*, apesar do resultado positivo, indica uma preocupação para além da postura empírica ingênua, afinal, “*toda observação está carregada de pressupostos teóricos e visões de mundo*”. Há, portanto, distintos posicionamentos falsiacionistas (Chalmers, 1999) adotados por A em diferentes contextos. Acreditamos que, apesar de apresentarmos um pequeno recorte do que foi observado durante o estágio, já é possível perceber elementos que indicam diferenças entre os discursos e as práticas cotidianas dos cientistas sobre o próprio fazer Ciência. Cremos que tal recorte seja apenas um exemplo de eventos que ocorrem nos laboratórios de pesquisa científica e que a vivência de estudantes de pós-graduação da área de Ensino de Ciências, nesses espaços, pode se constituir em uma experiência deveras importante para sua formação acadêmica e profissional, principalmente, no que tange concepções acerca da Natureza da Ciência e do fazer científico.

**Apoio:** O autor agradece à CAPES pelo apoio financeiro na forma de bolsa de doutoramento.

## Referenciais Bibliográficos

Chalmers, A. F. (1999). *O que é ciência afinal?* (2th ed.). Brasília: Editora Brasiliense, 1999.

Fleck, L. (2010). *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*. (2th ed.) Belo Horizonte: Fabrefactum Editora.

Latour, B.; Woolgar, S. (1997). *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. (1th ed.) Rio de Janeiro: Relume Dumará.

Massoni, N. T. (2009). Laboratório de supercondutividade e magnetismo: um enfoque epistemológico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26 (2), 237-272.

Massoni, N. T. (2010). *A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de Ensino de Física: A questão da Mudança Epistemológica*. [Tese de Doutorado em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre].

## 12. O PROBLEMA DA DEMARCAÇÃO NA CIÊNCIA: COMPARAÇÃO ENTRE AS PERSPECTIVAS RACIONALISTA CRÍTICA E HISTÓRICO-SOCIAL

Deborah da Silva Rezende  
Instituto Federal do Paraná  
[adeborahrezende@gmail.com](mailto:adeborahrezende@gmail.com)

Marcia Tiemi Saito  
Instituto Federal do Paraná  
[marcia.saito@ifpr.edu.br](mailto:marcia.saito@ifpr.edu.br)

Ao longo da História da Ciência, diversos filósofos buscaram compreender o que caracterizava a Ciência e a diferenciava das outras formas de conhecimento. Durante o século XX, esse problema ficou conhecido como “Problema da demarcação na Ciência”, cuja preocupação principal seria demarcar as diferenças entre a Ciência e a não ciência. A presente pesquisa buscará analisar o problema da demarcação na Ciência, a partir das epistemologias de dois autores de abordagens filosóficas bastante distintas: Mario Bunge (1919-2020) e Ludwik Fleck (1896-1961). A escolha desses dois autores se dá pela preocupação que ambos tiveram em caracterizar a Ciência, seu funcionamento e pela diferença em suas abordagens e bases filosóficas Bunge possui uma abordagem mais racionalista, com ênfase em aspectos mais próprios da Ciência, a qual busca analisar o funcionamento, as especificidades e finalidades do raciocínio científico. Fleck possui uma abordagem histórico-social, com ênfase em aspectos mais gerais e estruturais, que busca analisar o funcionamento da Ciência, o movimento mais amplo da circulação de suas ideias e sua construção histórica. Devido a essas diferenças, uma síntese e comparação entre ambas as concepções poderia contribuir para pensar sobre o tema de forma a se levar em conta, tanto aspectos históricos-sociais, quanto aspectos característicos e finalísticos do conhecimento científico, além de contribuir para uma visão mais crítica sobre a natureza da Ciência e da pseudociência, em particular, no Ensino de Ciências. A análise do problema da demarcação na Ciência, neste trabalho, simulará um debate entre as concepções de Ciência de Bunge e Fleck, baseado em suas epistemologias. Para isso, serão analisadas as possíveis críticas que um faria ao outro acerca deste problema. A partir da análise, foi possível observar que ambos os pensadores consideram a ciência como um estilo de pensamento específico, que reúne as formas de pensar e perceber o mundo dos cientistas, aliadas às formas de ação neste. Porém, Bunge atribui um papel privilegiado à Ciência. Para ele, “A Ciência é um estilo de pensamento e de ação: precisamente o mais recente, o mais universal e o mais proveitoso de todos os estilos” (Bunge, 1989, p. 19). Enquanto Fleck apenas a considera como um estilo de pensamento com características específicas, elaborado por um coletivo de pensamento com características estruturais semelhantes às de outros coletivos. Em relação às características do estilo de pensamento científico, Bunge descreve a Ciência como sendo dividida em duas áreas: a *Ciência formal* e a *Ciência fática*. Além disso, ele enfatiza o papel do método científico para a Ciência, que seria a “arte de formular perguntas e comprovar respostas” (Moreira & Massoni, 2016, p. 46). Para Fleck, o método científico seria apenas uma característica do estilo de pensamento da Ciência. Ele também enfatiza aspectos metodológicos, ao reconhecer que o diferencial da Ciência é a “sua busca por um máximo de coerção de pensamento com um mínimo de pensamento baseado na própria vontade (...) para todas as Ciências, a finalidade é a elaboração desse ‘solo firme dos fatos’” (Fleck, 2010, pp. 144 - 145). Assim, a Ciência buscaria por um número máximo de elementos passivos no saber, em detrimento dos elementos ativos, isto é, buscaria ao máximo aquilo que é considerado “objetivo” em detrimento daquilo que é considerado “subjetivo”. Outra



diferença nas concepções dos autores é que Fleck compreende que a visão de Ciência não se dá de forma homogênea no coletivo de pensamento, isto é, a mesma varia de acordo com a especialização dos diferentes círculos. Fleck descreve os diferentes tipos de ciências presentes na prática do coletivo: *Ciência popular*, *Ciência dos periódicos*, *Ciência dos manuais* e *Ciência dos livros didáticos*. Porém, Bunge o criticaria justamente pela falta de uma sistematização na Ciência, seja pela inexistência de um método científico único ou pela falta de uma caracterização mais precisa e não fragmentada da Ciência. Bunge também considera a Ciência, como muito mais do que o senso comum ou o saber popular organizado e defende que a diferença entre a Ciência e o senso comum é a sua clareza e precisão. Portanto, para Bunge, o saber popular não faz parte da Ciência, como faz para Fleck. Apesar de reconhecer que nem todos concordam com o que seja o método científico, Bunge também se empenhou em caracterizá-lo. Segundo ele, para uma investigação científica estar de acordo com o método científico, ela deve seguir várias etapas: descobrir e tentar a solução de um problema; obter e comprovar uma solução; e corrigir as hipóteses. Assim, em relação às pseudociências, Bunge não concordaria com os ideais epistêmicos de Fleck, pois, para ele, não existe um critério universal do que seriam as pseudociências ou os “problemas falsos”, existem apenas problemas que são considerados sem sentido ou insignificantes perante um coletivo de pensamento específico (Saito & Gurgel, 2016). De fato, Bunge foi um implacável crítico das pseudociências, por elas não se submeterem à experimentação e à refutação, mas principalmente por suas sérias implicações sociais. Assim, uma possível crítica de Bunge à Fleck seria pelo fato deste último não delimitar claramente o que separa a ciência da não ciência e também por sua análise não se deter nos possíveis perigos das pseudociências à Ciência e à sociedade. Por fim, constatou-se que a comparação entre as epistemologias analisadas contribuiu para a compreensão do problema da demarcação na Ciência e suas contribuições para o Ensino de Ciências. Bunge colaborou para a compreensão dos aspectos mais internos e característicos do pensamento científico, além de se preocupar com as implicações sociais das pseudociências, colocando a ciência como uma forma de pensamento mais privilegiada e universal. Enquanto Fleck detalhou as formas de funcionamento mais gerais e da circulação das ideias da Ciência, incluindo os aspectos estruturais semelhantes aos dos demais coletivos de pensamento e a participação do saber popular e das outras formas de pensamento em sua formulação. Para Bunge, isso deixaria a ciência mais vulnerável às pseudociências, mas para Fleck, isso seria parte de seu caráter democrático. Evidencia-se, assim, a tensão entre as duas visões no que se refere ao caráter democrático da Ciência, bem como o seu privilégio e universalidade em relação às outras formas de pensamento. Esses pontos de convergência e tensão entre as epistemologias estudadas podem contribuir para uma visão mais aprofundada sobre a Natureza da Ciência e para um Ensino de Ciências que leve em conta diferentes visões sobre Ciência.

**Apoio:** Fundação Araucária.

### **Referenciais Bibliográficos**

Bunge, M. (1989). *La investigación científica*. (2a. ed.). Barcelona: Ariel, S.A.

Fleck, L. (1935, 2010). *Gênese e desenvolvimento de um fato Científico: introdução à doutrina do estilo de pensamento e do coletivo de pensamento*. Tradução: Georg Otte e Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte, MG: Fabrefactum.

Moreira, M. A., & Massoni, N. T. (2016). *Subsídios para o Professor pesquisador em Ensino de Ciências – Epistemologias do Século XX*. Porto Alegre, RS.



### 13. O SEMINÁRIO DE OLINDA E OS PRIMÓRDIOS DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Cristiano da Silva Buss

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul) -  
Campus Pelotas

[cristianobuss@ifsul.edu.br](mailto:cristianobuss@ifsul.edu.br)

O ensino de Física na Escola Secundária em nosso país, contando com regimento, programa curricular e carga horária, teve início a partir da inauguração do Imperial Collegio de Pedro II, no Rio de Janeiro, em 25 de março de 1838. Uma escola organizada era um imperativo para a época. A Instituição “foi um marco esperançoso na História da Educação Brasileira” (Almeida Junior, 1979, p. 52). Como o Ensino Secundário inexistia no país, o então Ministro da Justiça e Interino do Império, Bernardo Pereira de Vasconcelos, escolheu trazer para cá o padrão de ensino francês. Assim, as diretrizes curriculares e pedagógicas bem como as funções dos administradores, professores e funcionários foram adotadas do *Collège Henri IV* (Lorenz, 2003). Entre as 22 disciplinas previstas, constava Ciências Físicas que compreendia a Física e a Química. No entanto, antes da fundação do Collegio, a Física já era ensinada no Seminário de Olinda em Pernambuco, fundado em 1800 pelo Bispo Azeredo Coutinho. Essa excepcionalidade é instigante e provoca questionamentos: Como era o Ensino de Física no Seminário de Olinda? Quem eram os professores? Quais as particularidades, os conteúdos e as concepções de ensino? Quais as razões que fizeram com que os conhecimentos científicos inerentes à Física viessem fazer parte da formação dos Padres no Brasil Colônia? Dessa forma, o presente texto apresenta uma investigação em andamento que objetiva resgatar os aspectos e as características relativas ao Ensino de Física no referido Seminário. A partir de uma investigação qualitativa, estão sendo levantados dados que têm se mostrado fundamentais à recuperação de informações para o entendimento do modo como o Ensino de Física se fez presente no currículo de estudos do Seminário. O trabalho está amparado numa metodologia de pesquisa bibliográfica que está analisando livros, artigos, dissertações e teses sobre o assunto em questão. Tal metodologia caracteriza-se como um procedimento de produção do conhecimento que oportuniza ao pesquisador a possibilidade de esquadriñar interpretações, entendimentos e soluções a partir de informações dos materiais já publicados (Gil, 2010). Os documentos que amparam essa investigação inicialmente foram selecionados nas bibliotecas e sítios de pesquisas digitais. Com o descritor ‘Seminário de Olinda’, foram feitas buscas no Google Acadêmico, no Portal de Periódicos da Capes, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e no SciELO. Um total de 1496 trabalhos foram elencados pelos quatro sistemas e estão sendo lidos, fichados e catalogados. Nessa etapa, tem sido interessante perceber o teor dos trabalhos já existentes sobre o tema, bem como as referências a determinados livros e documentos que são comumente citados e que serão posteriormente incluídos na pesquisa. Os resultados que irromperam até o momento dão conta de expressar que os aspectos mais latentes são: a) a construção do prédio do seminário, b) a vida e obra do Bispo Coutinho, c) os conteúdos curriculares das aulas do Seminário e d) o envolvimento dos Padres na Revolução Pernambucana. Sobre a trajetória do Bispo José Joaquim da Cunha de Azeredo Coutinho, fundador do Seminário Episcopal Nossa Senhora da Graça, é importante destacar que ele nasceu no Rio de Janeiro em 1742 e era o primogênito de uma família de nobres que possuía terras e engenhos. Coutinho trocou a administração dos negócios pela possibilidade de ir estudar em Coimbra e seguir a vida religiosa. Em Portugal, vivenciou a propagação das ideias Iluministas que vinham principalmente da França. Segundo Alves (2001), o movimento europeu era

revolucionário, diferente daquele que aflorou em Portugal que tinha um caráter muito mais reformista, mas, nem por isso, menos efervescente. Foi nesse clima que cursou Letras e Filosofia e formou-se em Direito Canônico. Tornou-se respeitado por seus escritos em Economia, foi ordenado Sacerdote e mais tarde, em 1774, nomeado Bispo (Alves 2001). Em seguida, partiu para o Brasil com o objetivo de fundar o Seminário de Olinda. Em relação aos conteúdos que eram ofertados no Seminário, chama a atenção a cadeira de Filosofia que era dividida em duas partes: na primeira se estudava Lógica, Metafísica, Ética e parte da Física Experimental e, na segunda, História Natural e Química. Ao determinar as funções do professor de Filosofia, os Estatutos mencionam que na Física Experimental deveria ser abordado “Mecânica, e a Hidrostática, e os princípios necesarios para a intelligencia das maquinas, e de suas forças; [...]” (Azeredo Coutinho, 1798, p. 61). Pelo que é possível perceber, o Seminário previa e incentivava o estudo de utensílios e instrumentos, a experimentação e a observação da natureza. Evidentemente, estes estudos estavam voltados principalmente ao manuseio de equipamentos para lavrar a terra e fazer chegar água às terras plantadas. Outro fato importante, era a modernidade do currículo do Seminário de Olinda. Segundo Alves (2001), O ensino de Filosofia seguia as características do recém reformado ensino português e, por isso, não usava mais a bibliografia aristotélica. O resultado dessa organização curricular do Seminário, modelado segundo as reformas iluministas de Portugal, era a possibilidade de formação de ministros capacitados, persuasivos e capazes de conduzir satisfatoriamente suas paróquias e que, ao mesmo tempo, trabalhassem pela Igreja e pelo Estado. Desde a fundação do Seminário de Olinda, o Bispo Coutinho engendrava a possibilidade de os padres reconhecerem as riquezas naturais da colônia para futuras extrações em benefício da metrópole. Os exploradores, na época, não estavam inclinados a se enlavar, a adentrar em regiões totalmente inóspitas. Por isso, Azeredo Coutinho acreditava que os padres poderiam exercer essa função enquanto viajavam com o objetivo de converter os nativos e formarem suas paróquias. A condição mandatária do Bispo na Capitania gerou muitos desacordos com os donos de terras e com a população. Aproveitando a sua nomeação como Bispo de Bragança e Miranda, deixou o país em 1802 e nunca mais retornou. Com a saída de Azeredo Coutinho, algumas cadeiras como Desenho e Física Experimental foram abolidas. Mais tarde, o Governo colonial percebeu que “alguns desses ministros de Deus se tornaram sujeitos perigosos, até mesmo com tendências revolucionárias” (Braz & Conti, 2013, p. 10). Tal percepção iria se materializar com a participação de vários alunos do Seminário de Olinda na Revolução Pernambucana de 1817.

## Referenciais Bibliográficos

Almeida Júnior, J. B. (1979). A evolução do ensino de Física no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 1(02), 45-58. Recuperado de <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a17.pdf>

Alves, G. L. (2001). *O pensamento burguês no Seminário de Olinda (1800- 1836)* (2ª ed). Ibitinga (SP): UFMS, Autores Associados.

Azeredo Coutinho, J. J. C. (1798). *Estatutos do Seminário Episcopal de N. Senhora da Graça da Cidade de Olinda de Pernambuco*. Lisboa: Tipografia da Academia Real das Ciências.

Braz, F. S., & Conti, P. P. S. (2013). D. José Joaquim da Cunha de Azeredo Coutinho: Um Bispo ilustrado em Pernambuco. *Revista Tempo Histórico*, 5(1), 1-18. Recuperado de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistatempohistorico/article/view/2438>

Gil, A. C. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa* (5ª Ed). São Paulo: Atlas.

Lorenz, K. M. (2003). O Ensino de ciências e o imperial collegio Pedro II: 1838 – 1889.  
In: A. Vechia & M. A. Cavazotti (Org.), *A Escola Secundária: modelos e planos (Brasil, séculos XIX e XX)*. (pp. 49-62). São Paulo: Annablume.

## **14. O PAPEL DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA CONSTRUÇÃO DO MUNDO COMUM: UM ESTUDO DE EPISTEMOLOGIA POLÍTICA SOBRE A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR DO ENSINO MÉDIO**

Caio de Oliveira Montes  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[caio.montes@ufrgs.br](mailto:caio.montes@ufrgs.br)

Matheus de Oliveira Demarchi  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[matheus\\_copero@hotmail.com](mailto:matheus_copero@hotmail.com)

Nathan Willig Lima  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[nathan.lima@ufrgs.br](mailto:nathan.lima@ufrgs.br)

Matheus Monteiro Nascimento  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[matheus.monteiro@ufrgs.br](mailto:matheus.monteiro@ufrgs.br)

O mundo contemporâneo tem apresentado desafios extremamente complexos: observamos, por exemplo, nas últimas décadas, um aumento acelerado das desigualdades sociais; pesquisas de diferentes grupos em todo mundo têm apontado para a intensa modificação da constituição do solo e da atmosfera terrestre tendo como causa a ação humana (Latour, 2020a); e, mais recentemente, temos vivenciado episódios de confusão da opinião pública em redes sociais, nos quais visões alternativas aos fatos estabilizados por comunidades acadêmicas são colocadas sob suspeição por grupos com interesses econômicos e políticos específicos, o que é tratado no âmbito da pós-verdade (Lima, Vazata, Moraes, Ostermann, & Cavalcanti, 2019). Diante de tal cenário, é urgente que nos questionemos em que medida a educação científica contemporânea é capaz de preparar os alunos para se entenderem e se posicionarem frente às situações sociopolíticas que lhes são apresentadas- nas quais elementos epistêmicos e políticos aparecem de forma indissociável (Moura, Nascimento, & Lima, 2021). No presente trabalho, temos por objetivo propor uma reflexão sobre o papel da Educação em Ciências na construção do “mundo comum” (Latour, 2020b), partindo de uma análise de “epistemologia política” (Latour, 2004) da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio (Brasil, 2018). A BNCC é um documento nacional que tem como propósito ser uma referência comum obrigatória na elaboração de currículos e propostas pedagógicas para todas as instituições de ensino básico do país. No âmbito da presente pesquisa, entendemos a BNCC como muito mais do que um conjunto de diretrizes, mas um documento que reifica uma determinada visão de mundo, alinhando-se a valores específicos, e traduzindo determinados compromissos epistemológicos e políticos, como todo currículo (Silva, 1999). Dessa forma, entendendo a educação como um processo que participa da organização e mobilização do mundo e reconhecendo os dilemas e desafios do cenário sociopolítico contemporâneo, entendemos que seja fundamental mobilizar conceitos teóricos da área de epistemologia política não somente para pensar como “melhor ensinar” determinado conteúdo de física; mas, pelo contrário, para questionar, antes de mais nada, qual o sentido do presente currículo, a quais demandas ele responde e em que medida ele é, de fato, capaz de dar conta da complexidade do mundo atual. O quadro teórico do presente trabalho está lastreado principalmente nas reflexões de epistemologia política apresentadas por Bruno Latour (2020). O ensaio político proposto por Latour

descreve quatro eventos históricos que têm consequências políticas e sociais: o Brexit, a eleição de Trump, a intensificação das migrações e o acordo de Paris. O ponto principal para o qual Latour chama a atenção no seu livro é um desafio político que surge nesse cenário atual: negar sistematicamente a existência do Novo Regime Climático ou procurar um “lugar para aterrar”. Latour discute a necessidade de reorientar o mapeamento das posições políticas superando a divisão unidimensional que separa o ideal global e local. Cada um desses dois polos atratores ainda é tratado, por Latour, em termos de um global mais e menos, e um local mais e menos. Latour descreve o termo global-mais como uma ampliação da visão de mundo e uma consideração à diversidade de seres, de culturas, de fenômenos e de pessoas. O global-menos é descrito como uma homogeneização da visão de mundo a partir de seu próprio território, como é o caso dos Estados Unidos e Reino Unido. Além das concepções de global e local, Latour (2020) traz uma nova forma de descrever a natureza, adotando não uma perspectiva multiculturalista, mas multinaturalista. Para tanto, Latour diferencia a “natureza-universo” da “natureza-processo”. Na natureza-universo, não há uma relação direta entre o âmbito social e natural, pois o ser humano tende a considerar a natureza distante, como um objeto ou um estudo totalmente desassociado ao meio social. Dentro dessas concepções, encontram-se os objetos galileanos, a qual remetem a ideia de que a ciência é algo desconexo com o planeta e que está, de certa forma, distante do contexto social. Em contraponto, Latour sugere que precisamos compreender as atividades da Terra “mais de perto”, portanto menciona Teoria de Gaia, proposta por James Lovelock, que considera os seres vivos como agentes passivos e atrelados aos processos ligados à Terra. Os agentes lovelockianos consideram que as participações ou envolvimento humanos com a natureza abrem um espaço para discussões ou diálogos políticos. Dividimos este trabalho em duas etapas: a primeira foi analisar a parte introdutória da BNCC e a segunda foi analisar as competências e habilidades da área de Ciências da Natureza da BNCC. Neste trabalho, analisou-se a parte da BNCC dedicada ao Ensino Médio. Nosso objetivo é identificar em que medida a BNCC se compromete com uma visão de mundo global ou local, bem como em que medida são privilegiados objetos galileanos e lovelockianos. Nossos resultados, primeiramente, apontam para uma instabilidade em termos de orientação no eixo global-local, comprometendo-se com objetivos de ambos atratores. Por exemplo, ao dizer, “No Ensino Médio, espera-se uma diversificação de situações-problema, incluindo aquelas que permitam aos jovens a aplicação de modelos com maior nível de abstração e de propostas de intervenção em contextos mais amplos e complexos.” (Brasil, 2018, p.537), a base sugere uma busca do ideal global, em que se constrói uma visão cada vez mais ampla e complexa do mundo, na qual uma racionalidade abstrata permite dar conta das situações diversas. Por outro lado, ao dizer, “São sujeitos que constroem sua história com base em diferentes interesses e inserções na sociedade e que possuem modos próprios de pensar, agir, vestir-se e expressar seus anseios, medos e desejos” (Brasil, 2018, p. 537) reforça a importância do local, do subjetivo, do específico. Ao quantificar as sentenças que se alinham com cada atrator, identificamos que há mais trechos que apontam para o Global e poucos trechos para o Local. Com relação ao Identificamos 19 trechos com objetos galileanos e 7 com agentes lovelockianos. Os objetos galileanos são os típicos objetos que conhecemos nas ciências exatas, enquanto um exemplo de agente lovelockiano pode ser encontrado no seguinte trecho: “Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta (BNCC p. 540)”. Assim, entendemos que a BNCC oscila entre diferentes compromissos político-epistemológicos. Diante do cenário em que nos encontramos, tal proposta é incapaz de mobilizar agentes na construção de um mundo comum uma vez que não tem um compromisso claro político-

epistemológico claro e, portanto, contribui para a imobilidade frente aos problemas contemporâneos.

### **Referenciais Bibliográficos**

Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. (2018). Brasília: Ministério da Educação.

Latour, B. (2004). *Politics of Nature: How to bring Science into Democracy*. Cambridge: Harvard University Press.

Latour, B. (2020a). *Diante de Gaia - oito conferências sobre a natureza no antropoceno*. São Paulo: Editora Ubu.

Latour, B. (2020b). *Onde Aterrizar? Como se orientar politicamente no Antropoceno?* Rio de Janeiro: Bazar do Tempo.

Lima, N. W., Vazata, P. A. V., Moraes, A. G., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. de H. (2019). Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 19(0 SE-Artigos). <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189>

Moura, C. B., Nascimento, M. M., & Lima, N. W. (2021). Epistemic and Political Confrontations Around the Public Policies to Fight COVID-19 Pandemic. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00193-3>

Silva, Tomaz Tadeu da. (1999). *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. Belo Horizonte: Autêntica.



## 15. O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO NA REDE DA CIÊNCIA

Pedro Antônio Viana Vazata

Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
[profpedrovazata@gmail.com](mailto:profpedrovazata@gmail.com)

Nathan Willig Lima

Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
[nathan.lima@ufrgs.br](mailto:nathan.lima@ufrgs.br)

Fernanda Ostermann

Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
[fernanda.ostermann@ufrgs.br](mailto:fernanda.ostermann@ufrgs.br)

O livro didático (LD) tem sido alvo de pesquisas na área da Educação em Ciências nas últimas décadas (Garcia, 2017; Lightman, 2016; Lima, Souza, Cavalcanti, & Ostermann, 2018), sendo analisado sob diferentes perspectivas. Autores, como Thomas Kuhn (1996), em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, alçam esses manuais como um dos pontos centrais para o desenvolvimento científico. Segundo Kuhn, o LD é o responsável por transmitir os problemas do paradigma vigente, auxiliando na formação de cientistas de uma dada época. Ademais, pesquisas na área da linguagem (Lima, Nascimento, Ostermann, & de Holanda Cavalcanti, 2019; Lima et al., 2018), caracterizam o LD como um tipo de Gênero do Discurso (Bakhtin, 2016), por possuir características narrativas exclusivas frente a outras obras literárias e científicas. Neste cenário, faz-se necessário, não somente compreender com maior profundidade as narrativas presentes nos LDs, mas também suas articulações com a rede da Ciência como um todo (Latour, 2017). Propomos neste trabalho apresentar parte de uma pesquisa sobre as trajetórias ontológicas de entes Quânticos, em livros didáticos da Educação básica e superior, no intuito de demonstrar como esses manuais se situam no sistema circulatório da Ciência. Para compreender a relação entre o LD, Educação Científica e Ciências, nos valem dos Estudos das ciências de Bruno Latour. Em trabalho recente (Vazata, Lima, Ostermann, & Cavalcanti, 2020), exploramos as obras *A vida de Laboratório* (Latour & Woolgar, 1997) e *A esperança de Pandora* (Latour, 2017), a fim de compreender não somente as estruturas narrativas utilizadas por autores de LDs, como também o papel dessas obras na rede da Ciência. Latour enfatiza que a Ciência necessita de uma ampla rede, composta por humanos e não humanos (cientistas, professores, escolas, universidades, artigos científicos, livros de divulgação, teorias, fórmulas, experimentos) para manter seu status ontológico. A fim de romper com a dicotomia natureza/sociedade, o autor defende a metafísica da Existência Relativa, ou seja, Latour se opõe à visão de um mundo totalmente construído (Bloor, 1982), ao mesmo tempo em que se opõe à visão de uma natureza inata. A gravidade, a Terra esférica e a Ciência por trás do desenvolvimento das vacinas, por exemplo, precisa ser constantemente articulada, em redes cada vez maiores, para que gozem de existência. Caso a Ciência deixasse de ser ensinada nas escolas, cientistas parassem de ser formados nas universidades, LDs deixassem de ser escritos, a Ciência cairia, assim como a monarquia francesa no século XVIII. Segundo o autor, a “definição de existência e realidade é extraída não de uma correspondência direta entre uma assertiva isolada e um estado de coisas, mas de uma assinatura única elaborada por associações e substituições através do espaço conceitual” (Latour, 2017, p. 192 e 193).

De acordo com essa visão, o LD pode ser entendido como parte constitutiva da própria Ciência, pois é também através dele que a tradição filosófica da Ciência é transmitida à sociedade, ou seja, não é um simples catálogo de teorias e conceitos, é um não humano que participa da formação da opinião pública sobre “o que é Ciência”. Entendemos, portanto, que o LD é um dos pilares da Educação em Ciências por ser referência a professores e estudantes, ao mesmo tempo em que compõe o sistema circulatório da Ciência e reforça sua realidade. Em Vazata et al. (2020), analisamos as trajetórias ontológicas das diferentes interpretações da Radiação Eletromagnética em três livros aprovados no Plano Nacional do Livro Didático 2018. Nossa pesquisa constatou que diferentemente do que supunham Latour & Woolgar (1997), os livros didáticos analisados não apresentaram um Saber Aceito pela comunidade científica, pelo contrário, deram continuidade no processo de estabilização ontológica dos entes. Ademais, encontramos incoerências ontológicas, devido ao fato de os autores denotarem alto grau de realidade a interpretações antagônicas; e epistemológicas, por apresentarem diferentes concepções de Ciência em cada capítulo, dentro de um mesmo livro. Deste modo, a narrativa utilizada nos livros acerca da trajetória ontológica dos conceitos científicos acaba por apresentar ao estudante concepções acerca da natureza da Ciência. Caso o LD não exponha a complexidade a respeito da produção científica, consistente epistemologicamente, pode acabar reforçando uma visão de Ciência neutra e absoluta, há muito superada por filósofos como Popper (2002), Russel (1959), Kuhn (1996), dentre outros. Sendo assim, se faz necessário aprofundamento nos estudos referentes aos LDs, no intuito de produzirmos estes documentos de modo a explorar suas diversas potencialidades, de acordo com teorias epistemológicas atuais. Ademais, ressaltamos que em um artigo futuro analisaremos a trajetória ontológica de entes Quânticos em LDs de ensino superior.

### Referenciais Bibliográficos

- Bakhtin, M. (2016). *Os Gêneros do Discurso*. São Paulo: Editora 34.
- Bloor, D. (1982). *Sociologie de la logique ou es limites de l'épistemoogie*. Paris: Éditions Pandora.
- Garcia, N. M. D. (2017). *O Livro Didático de Física e de Ciências em foco: Dez Anos de Pesquisa*. São Paulo: Livraria da Física.
- Kuhn, T. (1996). *The structure of Scientific Revolutions* (3<sup>o</sup>). Chicago: The University of Chicago Press.
- Latour, B. (2017). *A Esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos* (1<sup>o</sup>). São Paulo: Editora UNESP.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1997). *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos* (3<sup>o</sup>). Rio de Janeiro: Relume Dumará.
- Lightman, B. (2016). *A Companion to the History of Science*. Oxford: John Willey and Sons.
- Lima, N. W., Nascimento, M. M., Ostermann, F., & de Holanda Cavalcanti, C. J. (2019). A teoria do enunciado concreto e a interpretação metalinguística: bases filosóficas, reflexões metodológicas e aplicações para os Estudos das Ciências e para a pesquisa em Educação em Ciências. *Investigacoes Em Ensino de Ciencias*, 24(3), 25–281.
- Lima, N. W., Souza, B. B. De, Cavalcanti, C. J. de H., & Ostermann, F. (2018). Um Estudo Metalinguístico sobre as Interpretações do Fóton nos Livros Didáticos de Física Aprovados no PNLDEM 2015: Elementos para uma Sociologia Simétrica da Educação

em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 18(1), 331–364.

Popper, K. (2002). *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Routledge.

Russel, B. (1959). *Os problemas da filosofia*. Oxford University Press paperback.

Vazata, P. A. V., Lima, N. W., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. de H. (2020). Onda ou Partícula ? Um Estudo das Trajetórias Ontológicas da Radiação Eletromagnética em Livros Didáticos de Física da Educação Básica. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 20, 855–885.

## 17. COMO A FÍSICA QUÂNTICA SE TORNOU UMA TEORIA PROBABILÍSTICA? UMA DISCUSSÃO SOBRE O DISCURSO DE PREMIAÇÃO DO NOBEL DE MAX BORN

Gabriela Gomes Rosa

Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
[gabriela.gomes@ufrgs.br](mailto:gabriela.gomes@ufrgs.br)

Nathan Willig Lima

Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
[nathan.lima@ufrgs.br](mailto:nathan.lima@ufrgs.br)

Cláudio José de Holanda Cavalcanti

Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física,  
[claudio.cavalcanti@ufrgs.br](mailto:claudio.cavalcanti@ufrgs.br)

A interpretação probabilística da função de onda é considerada uma tese fundamental da teoria quântica, sendo dos pilares da Interpretação de Copenhague (Rosa, Lima, and Cavalcanti 2020). Entretanto, apesar de seu papel de destaque na teoria, pode-se perceber a partir de uma busca nos principais periódicos de ensino de física do Brasil que sua origem é pouco justificada e suas implicações são pouco discutidas pela literatura a nível nacional. Com o objetivo de resgatar a concepção original da interpretação probabilística da física quântica, as razões que motivaram/inspiraram sua origem e suas possíveis implicações filosóficas, o presente trabalho se caracteriza como um estudo histórico sobre o discurso de premiação do Nobel de Max Born em 1954. Nesse discurso, o físico alemão descreve a origem e as principais ideias associadas à interpretação probabilística da teoria quântica, iniciando-o através de uma breve revisão histórica e introduzindo, pela primeira vez, uma relação entre a física quântica e a estatística na derivação de Einstein da lei de Planck, que resulta no conceito de probabilidade de transição. Ainda sobre o contexto histórico, Born descreve os desenvolvimentos da teoria quântica ocorridos durante os anos de 1925 e 1927, quando a comunidade científica presenciou um período de intensa disputa entre dois diferentes programas de pesquisa pela formalização matemática e conceitual da nova teoria: a mecânica matricial e a mecânica ondulatória. A mecânica matricial foi proposta em 1925 pelo físico Werner Heisenberg, tendo em seu cerne o Princípio da Correspondência de Niels Bohr, a descontinuidade dos processos atômicos e uma visão corpuscular da matéria, propunha um formalismo matemático totalmente novo para trabalhar com os processos atômicos, negando a descrição clássica para as variáveis *posição* e *momentum* (Jammer 1966), enquanto a mecânica ondulatória, proposta por Edwin Schrödinger em 1926, centra-se na ideia metafísica de que qualquer partícula pode ser representada por um grupo de ondas, de forma que se poderia descrever a mecânica da partícula em analogia com a óptica ondulatória, via transporte de ondas, explorando a equivalência entre a formulação de Hamilton-Jacobi para descrição da trajetória de uma partícula e uma descrição ondulatória (Jammer 1966). Apesar de serem matematicamente compatíveis, conforme sugerido pelo próprio Schrödinger, as duas teorias representavam visões de mundo irreconciliáveis, reforçando o impasse da dualidade onda-partícula (Jammer, 1966, 1974). Segundo Born (1954), o formalismo de Schrödinger parecia adequado para o estudo de partículas livres, porém, os resultados experimentais, por exemplo aqueles obtidos por meio da câmara de nuvem de Wilson ou

ainda do contador Geiger, não poderiam admitir uma interpretação que consistia no abandono da representação corpuscular em prol de uma descrição puramente ondulatória para a natureza do elétron. Nesse período, ademais, a natureza estatística das transições atômicas passou a chamar a atenção dos físicos para a necessidade de um rompimento com características importantes da física clássica. Segundo Heisenberg (2000), o artigo de Einstein (1917) sobre as transições de probabilidade motivou a tese defendida por Bohr, Kramer e Slater (1924) segundo a qual o princípio de conservação da energia não seria obedecido nos processos atômicos, mas deveria ser considerado apenas como uma lei estatística. Born destaca que, em 1925, Einstein ofereceu a primeira interpretação estatística às ondas de de Broglie quando, ao tentar tornar a dualidade onda-partícula mais compreensível, interpretou o quadrado das amplitudes das ondas ópticas como densidade de probabilidade para a ocorrência de fóton (Born, 1954). Em busca de uma interpretação consistente com suas convicções, Max Born, inspirado por Einstein, propôs que o módulo quadrado da função de onda  $\Psi$  deveria representar a densidade de probabilidade para elétrons (ou outras partículas) (Born, 1954) alegando que sustentação para tal proposta veio por meio do estudo dos processos de colisões atômicas. Para explicar sua ideia, Born sugere a analogia na qual um feixe de elétrons, vindo do infinito, que colide com um átomo pesado, se comportaria como as ondas na água feitas por um navio: ao colidir com um pilar, a onda incidente se transforma em ondas circulares secundárias, cuja amplitude de oscilação será diferente em diferentes direções e cujo o quadrado da amplitude da onda principal, a uma grande distância do centro de espalhamento, determinará a probabilidade relativa de espalhamento em função da direção (Born, 1954). Em outras palavras, a probabilidade de detectar um único quantum em determinada região do espaço será proporcional ao módulo quadrado da onda  $\Psi$  associada à região. Neste contexto a função de onda deixa de descrever o comportamento preciso de uma partícula e passa a representar proposições probabilísticas, tal como a probabilidade de ocorrência de determinado valor, ou conjunto de valores, seja para a energia, a posição ou o momentum de uma partícula. Tal interpretação probabilística para a função de onda implicou em importantes reflexões do ponto de vista filosófico na física, e Born (1954) admite que diversos físicos importantes, que contribuíram com o desenvolvimento da teoria quântica, nunca aceitaram o rumo que ela tomou e clamavam por uma volta à física clássica devido a dois principais motivos: o determinismo laplaciano e a noção de realidade. A mecânica newtoniana é essencialmente determinista, ou seja, se o estado inicial de um sistema é conhecido, então é possível calcular seu estado em qualquer outro momento (passado ou futuro) a partir das leis da mecânica. Born (1954) destaca que principalmente pelo sucesso da física de newtoniana em prever fenômenos da Astronomia, a essência determinista influenciou todos os outros ramos da física clássica, que acabaram seguindo pela mesma filosofia e tornando o determinismo como uma condição para que uma teoria pudesse ser considerada como científica, chegando a comparar a ampla adesão do determinismo a uma doutrina de fé, onde supõe-se que o mundo se comporta como uma máquina. Entretanto, a interpretação probabilística, tal como o princípio da incerteza proposto por Werner Heisenberg, torna a física quântica incompatível com uma descrição determinista da realidade (Born, 1954). Ao final do texto Born discute, ainda, que o princípio da incerteza, assim como a dualidade onda-partícula e a complementaridade de Niels Bohr, possuem implicações para a noção de realidade.

## Referenciais Bibliográficos

Bohr, N., Kramers, H. A., & Slater, J. C. (1924). "LXXVI. The Quantum Theory of Radiation." *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 47(281):785–802. doi: 10.1080/14786442408565262.

Born, M. (1954). "Max Born – Nobel Lecture: The Statistical Interpretation of Quantum Mechanics." *NobelPrize.Org*.

Einstein, A. (1917). "Zur Quantentheorie Der Strahlung." *Physik Zeitschrift* 18(121).

Heisenberg, W. (2000). *Physics and Philosophy*. London: Penguin Books.

Jammer, M. (1966). *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Jammer, M. (1974). *The Philosophy of Quantum Physics*. New York: John Wiley and Sons.

Rosa, G. G., Lima, N. W. Lima, & Cavalcanti, C. J. H. (2020). "A interpretação de copenhagen na voz de Werner Heisenberg." *XVIII Encontro de Pesquisa Em Ensino de Física*.

## 18. “SHORT, DARK AND BOSSY”<sup>4</sup>: O PROTAGONISMO DE LISE MEITNER E A DESIGUALDADE DE GÊNERO NO CONTEXTO SÓCIO-CIENTÍFICO

Letícia Tasca Pigosso,  
[letitascap@hotmail.com](mailto:letitascap@hotmail.com)  
UFRGS

Gabriela Gomes Rosa  
[gabriela.gomes@ufrgs.br](mailto:gabriela.gomes@ufrgs.br)  
UFRGS

Priscila Farias Csizmar  
[priscila.csizmar@gmail.com](mailto:priscila.csizmar@gmail.com)  
UFRGS

A divulgação e o ensino científico, muitas vezes, tem o seu foco no fazer científico masculino, com imagens de cientistas homens e, nas raras vezes em que as mulheres ganham o foco são poucas as que têm o seu nome citado, associando a ciência a uma prática masculina e invisibilizando o protagonismo feminino no meio científico. Uma das formas de superar essas opressões por meio do ensino de Ciências é discutir uma história da ciência situada, apresentando personagens até então subvalorizados que superam o mito da genialidade e masculinidade da ciência. Neste trabalho buscamos trazer uma discussão por meio de influências feministas sobre a história de Lise Meitner, uma das muitas mulheres apagadas da história da física. Apesar de sua contribuição inestimável para a construção do conhecimento relativo à fissão nuclear, conhecimento tal que rendeu um Prêmio Nobel ao seu colega Otto Hahn, Lise até hoje não é reconhecida por tal façanha, e por muitos anos lhe foi negligenciada a admissão de sua influência. Nascida em 1878 na Áustria e de origem judia, seguiu os estudos em uma época de preconceitos e mudanças, sendo obrigada a uma entrada tardia na Universidade devido às restrições impostas pelo então Império. Teve de superar inúmeras outras dificuldades para obter o doutoramento em física, e, posteriormente, conseguir um emprego remunerado. Após o doutoramento, Lise trabalhou na Universidade de Berlim, onde desenvolveu interesse por radioatividade e física nuclear (Meitner, 1964), e associou-se ao químico alemão Otto Hahn em 1907, iniciando uma parceria que se estenderia pelos próximos 30 anos (Lima, 2017). Em Berlim, após anos de dedicação, Lise tornou-se a primeira professora universitária. Durante esse período, porém, o partido Nazista ganhou o apoio da população e assumiu o poder, o que minou a carreira em ascendência de Meitner. Em 1933 Lise teve o seu contrato com a Universidade suspenso e teve de trabalhar como pesquisadora às escondidas, até 1938, quando foi denunciada por um colega nazista e se viu obrigada a deixar a Alemanha, partindo ilegalmente e refugiando-se na Suécia, onde teve o amparo de seu sobrinho, também físico, Otto Frisch (Sime, 2002), com quem realizou parceria durante esse tempo. Durante seu refúgio, Meitner permaneceu em contato com Otto Hahn. Através de correspondências, Hahn informava Lise sobre avanços nas pesquisas realizadas por ele e Strassmann, seu novo colaborador, e ela respondia com suas próprias conclusões (Mizrahi, 2005), tal relação deu origem a descoberta do elemento bário, publicada por Hahn, além de uma explicação teórica a respeito do elemento e de seu comportamento por parte de Meitner e Frisch, influenciando fortemente nos estudos sobre o núcleo do átomo. Por esse trabalho, Otto Hahn ganhou o Nobel de Química em dezembro de 1946, nas diversas entrevistas Hahn quase nunca mencionou seu trabalho colaborativo com Lise (Sime, 2002). Segundo Sime (2002),

---

<sup>4</sup> Apelido dado a Lise pelo seu sobrinho (SIME, 2002, p. 29)

Meitner sempre foi uma pessoa muito reservada, nunca autorizou uma biografia, assim como nunca teve interesse em escrever sobre si. Também são raros os textos de sua autoria que não versam sobre física. Entretanto, em 1960 Meitner escreveu o artigo intitulado *The status of women in the professions* com o intuito de discutir o papel da mulher na ciência por meio de suas experiências enquanto cientista. Ao longo do texto, Lise traz diversas críticas sobre o patriarcado e a desigualdade de gênero. Onde destacam-se, principalmente, as críticas ao sistema escolar que não oferecia igualdade de oportunidades, às sociedades que se opuseram a formação profissional de mulheres, à dificuldade de encontrar homens apoiadores da educação superior para mulheres e da igualdade profissional, à facilidade de encontrar homens de prestígio acadêmico que se opunham a igualdade de direitos e que tratavam mulheres como seres inferiores. Lise (1960) também destaca que, mesmo com o avanço no direito das mulheres, o preconceito se mostrava presente e principalmente dirigido para aquelas que ocupam cargos de liderança e finaliza afirmando “*Não podemos mais duvidar do valor e mesmo da necessidade da educação intelectual da mulher, para ela mesma, para a família e para a humanidade.*” (Meitner, 1960, p.21, tradução livre). Já em 1964 escreveu o artigo *Looking Back*, que analisa sua carreira em retrospecto, e onde relatou três episódios marcaram a vida acadêmica e que não teriam ocorrido se não fosse uma mulher: em 1907, em uma das primeiras conversas com o físico Max Planck, Lise relata “*ele me disse: “Mas você já é doutora! O que mais você quer?” Quando respondi que gostaria de obter um conhecimento real da física, ele apenas disse algumas palavras amigáveis e não prosseguiu com o assunto.*” (Meitner, 1964, p.4, tradução nossa); no mesmo ano foi proibida de trabalhar no laboratório de química, o diretor do instituto justificava que a presença de mulheres oferecia perigo aos laboratórios pois, durante a realização de experimentos, as mulheres poderiam ter seus cabelos queimados (Meitner, 1964); outro episódio narrado por Meitner (1964) foi a inusitada surpresa de Ernest Rutherford ao descobrir que o suposto colaborador de Otto Hahn era uma mulher. Ser mulher em um ambiente predominantemente marcado pela presença masculina fez com que Lise sofresse inúmeras violências, incluindo discriminações, inferiorização em seu trabalho, não-reconhecimento e invisibilização no contexto da descoberta da fissão nuclear. Além disso, Lima (2017) aponta que a tentativa de não permitir o acesso de mulheres a espaços acadêmicos, talvez, justifique o surgimento de mulheres com poucos adereços, roupas retas e cabelos presos nesses ambientes e, ainda, que a tentativa de masculinizar os corpos femininos corrobora com a visão de que o fazer científico está atrelado a comportamentos e características masculinas, e que a feminilidade deve ser evitada, o que está de acordo com o perfil de Lise durante sua vida acadêmica. Percebe-se, portanto, que a trajetória de Lise Meitner, apesar de brilhante e de suma importância no contexto da física, segue o padrão da invisibilização das mulheres cientistas, assim como o seu relato denuncia as dificuldades impostas às mulheres no contexto científico. Esse cenário perdura em partes até os dias atuais e acreditamos que a divulgação e discussão da história e do posicionamento de Meitner pode servir de inspiração a outras mulheres e de faísca para a democratização dos espaços científicos.

## Referenciais Bibliográficos

Lima, I. P. C. (2017), *Lise Meitner e a Fissão Nuclear: caminhos para uma narrativa feminista*. (Tese de doutorado, Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia)

Mizrahi, S. S. (2005), Mulheres na Física: Lise Meitner. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 27 (4), 491-493.



Meitner, L. (1960), The status of women in the professions. *Physics Today*, 13(8), p. 16–21.

Meitner, L. (1964), Looking Back. *Bulletin Of The Atomic Scientists*, 20 (9), 2-7.

Sime, R. L. (1989), Lise Meitner and the discovery of fission. *Journal of Chemical Education*, 66 (5), 373-376. doi: 10.1021/ed066p373.

Sime, R. L. (2002), Lise Meitner: a 20th century life in physics. *Endeavour*, 26 (1), 27-31, mar. 2002. Elsevier BV. doi: 10.1016/s0160-9327(00)01397-1.

## 19. PROCESSOS DE HIBRIDIZAÇÃO EM LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA QUÂNTICA

Paula Malcum Trein  
UFRGS

[trein.paula@gmail.com](mailto:trein.paula@gmail.com)

Fernanda Ostermann  
UFRGS

[fernanda.ostermann@ufrgs.br](mailto:fernanda.ostermann@ufrgs.br)

Pedro Vazata  
UFRGS

[profpedrovazata@gmail.com](mailto:profpedrovazata@gmail.com)

Nathan Lima  
UFRGS

[nathan.lima@ufrgs.br](mailto:nathan.lima@ufrgs.br)

Neste trabalho analisamos um livro didático de Física Quântica para o ensino superior, *Fundamentals of Physics*, de Halliday e Resnick, e selecionamos trechos em que conceitos envolvendo o tema da dualidade onda-partícula são apresentados. Tais enunciados foram cotejados com outros enunciados apresentados em sete artigos seminais vistos no trabalho de Lima, Cavalcante e Ostermann (2020), esses autores também afirmam o quanto o estudo é crucial na construção do entendimento sobre a natureza dual dos objetos quânticos. A partir do conceito de hibridização da filosofia da linguagem de Mikhail Bakhtin foi possível reconhecer formas hibridizadas na abordagem do fenômeno da dualidade. Tal processo de hibridização ocorre quando os enunciados do livro didático abordam teorias, ideias, proposições apresentadas nos artigos originais de forma combinada a outras visões e a concepções do próprio autor da obra. Tal resultado corrobora a importância do livro didático como ator da educação que produz conhecimento (Vazata et al., 2020). O livro didático desempenha um papel significativo no sistema de ensino, por vezes sendo considerado o principal meio desse processo. Cada autor, implicitamente, expõe sua visão de mundo na construção desse material. Kuhn aponta que as “traduções” didáticas que ocorrem tendem a apagar polêmicas (Vazata et al. 2020). Nosso trabalho é analisar se ocorrem alterações das visões dos artigos seminais. Um dos achados de nossa análise apontou que o livro silencia sobre o fato de que há mais várias interpretações para o conceito de dualidade onda partícula. Bakhtin define o conceito de hibridização da seguinte forma:(Lima et al., 2020)

(...) a hibridização (...) é uma mistura de duas linguagens sociais dentro dos limites de um único enunciado; um encontro, dentro da arena de um enunciado, entre duas consciências lingüísticas diferentes, separadas uma da outra por uma época, pela diferenciação social ou por algum outro fator (Bakhtin, 1983 como citado em Pagano; Magalhães, 2005)

Em trabalho recente (Trein, Vazata, & Lima (2020), buscamos trechos do livro do Halliday nos quais é possível observar a hibridização, nesse caso sendo a mistura de dois fatos científicos, que juntos podem apresentar um novo conceito.

Ondas de matéria: Embora estas ondas sejam normalmente usadas na tecnologia moderna, provavelmente não lhe são muito familiares. Estas ondas estão associadas a elétrons, prótons, e outras partículas fundamentais, e até mesmo átomos e moléculas. Porque normalmente pensamos

nestas partículas constituindo matéria, tais ondas são chamadas ondas de matéria (Halliday, Walker & Resnick, 2004, p.445, nossa tradução)

Em nossa análise, neste trabalho, constatamos que os autores do livro hibridizam a visão da onda piloto de De Broglie com a visão de ondas da matéria de Schrodinger. A visão de Schrodinger é estritamente ondulatória realista, ele entende toda a mecânica a partir dessa perspectiva, enquanto De Broglie construiu uma teoria dualista realista, pois menciona que as ondas são guiadas pelas partículas. Nota-se que estas visões são ontologicamente distintas, no entanto, neste trecho se interseccionam para formar uma nova visão dos autores do livro didático. Encontramos também hibridizações entre outras visões, como a de Schrodinger com Born.

Agora temos uma descrição probabilística de uma onda de luz, portanto, outra maneira de ver a luz. Não é apenas uma onda eletromagnética, mas também uma onda de probabilidade. Ou seja, a cada ponto de uma onda de luz podemos atribuir uma probabilidade numérica (por unidade de intervalo de tempo) de que um fóton pode ser detectado em qualquer pequeno volume centralizado naquele ponto. (Halliday, Walker, & Resnick, 2004, p. 1163, nossa tradução)

Nesse trecho, ocorre uma hibridização com a visão ondulatória realista de Schrodinger, em que o autor atribui uma ontologia ondulatória para a radiação eletromagnética, com a visão idealista de Born, no qual o autor interpreta a função de onda Schrodinger como a probabilidade de encontrar a partícula em uma dada posição, aproximando-se de uma visão corpuscular para a luz. O mesmo acontece em outra parte do texto como é visto abaixo:

O padrão é exatamente o que esperaríamos da interferência de onda. Assim, cada elétron passou pelo aparelho como uma onda de matéria - a porção da onda de matéria que viajou por uma fenda interferiu na porção que viajou pela outra fenda. Essa interferência então determinou a probabilidade de que o elétron se materializasse em um determinado ponto da tela, atingindo a tela ali (Halliday, Walker, & Resnick, 2004, p. 1168, nossa tradução).

Novamente o autor hibridiza duas visões distintas, ao mencionar que a interferência que ocorre quando o elétron passa pelo aparato de dupla fenda está associada a uma certa probabilidade dessa partícula se materializar num dado local. No entanto, o fenômeno de interferência é uma característica da visão ondulatória (Pessoa Jr., 2003), logo, o autor hibridiza a visão corpuscular, relacionada a probabilidade de encontrar partículas, com uma visão ondulatória, a interferência ocasionada pelo encontro de duas frentes de onda que percorreram caminhos distintos ao passarem pelas duas fendas.

O fenômeno da hibridização pode lançar luz sobre o processo de construção dos enunciados em livros didáticos e a relação que estabelecem com os artigos seminais. Nossos resultados sugerem que os livros didáticos, elemento crucial da circulação da ciência, acabam por produzir enunciados que não apenas dialogam com os textos científicos, mas que contemplam diferentes visões, incluindo a do próprio autor da obra.

## **Referenciais Bibliográficos**

Pessoa Jr., O. (2003). *Conceitos de Física Quântica* (1º). São Paulo: Livraria da Física.

Pagano, A.; Magalhaes, C. (2005). Análise crítica do discurso e teorias culturais: hibridismo necessário. *DELTA: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada*, 21 (SPE), 21-43.

Walker, J., Resnick, R., & Halliday, D. (2004). *Fundamentals of Physics*, 10th.

Trein, P. M., Vazata, P. A. V., & Lima, N. W. (2020). Dualidade onda-partícula em

livros didáticos do Ensino Superior e sua relação com artigos originais: uma análise de sociologia simétrica de Educação em ciências. In *XVIII EPEF* (pp. 1–8). São Paulo.

Lima, N., Cavalcanti, C., & Ostermann, F. (2020). Concepções de Dualidade Onda-Partícula: Uma proposta didática construída a partir de trechos de fontes primárias da Teoria Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *43*, 1–16.

Lima, N. W., Nascimento, M. M., Cavalcanti, C. J. H., & Ostermann, F. (2019). The Polysemic Nature of Photons: Hybridization and Backwards Causation in Contemporary Undergraduate Quantum Physics Textbooks.

Vazata, P. A. V., Lima, N. W., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. de H. (2020). Onda ou Partícula? Um Estudo das Trajetórias Ontológicas da Radiação Eletromagnética em Livros Didáticos de Física da Educação Básica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, *20*(u), 855–885.

## 20. RECONSTRUINDO ALGUNS MODELOS LUZ E VISÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Lisbeth Lorena Alvarado Guzmán  
Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP) – Faculdade de  
Ciências - Campus de Bauru- São Paulo  
[lisbeth.alvarado@unesp.br](mailto:lisbeth.alvarado@unesp.br)

Roberto Nardi  
Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP) – Faculdade de  
Ciências - Campus de Bauru- São Paulo  
[r.nardi@unesp.br](mailto:r.nardi@unesp.br)

A óptica é um dos ramos da física mais antigos e mais estudados. Isso pode ser devido ao fato de que muitas das informações que captamos do mundo exterior sem muitos riscos e com uma distância adequada, vêm da visão. Assim, ao longo da história, tecemos concepções sobre a luz que se evidenciam em campos tão diversos como a física, a teologia, a psicologia, a biologia, entre outros. Mas entender como a luz e a visão funcionam vai além de simplesmente saber, isso tem implicado no desenvolvimento de tecnologias para melhorar a qualidade de vida do ser humano, ao mesmo tempo em que alcançam novos entendimentos e criam fenômenos nunca vistos. Na introdução da *Estrutura das Revoluções científicas* (1962), intitulada "Um papel para a história", Kuhn propõe que devemos fazer novas perguntas no campo da história da ciência. [...] Gradualmente, e muitas vezes sem perceber completamente que estão fazendo isso, os historiadores da ciência começaram a fazer novos tipos de perguntas e traçar linhas diferentes e muitas vezes dificilmente cumulativas de desenvolvimento científico” (Kuhn, 1962). Seguindo essa abordagem, o objetivo fundamental deste artigo é fazer um tour pelos modelos de luz e visão que foram coletados da história da óptica, dando atenção especial aos fenômenos que dão origem às limitações do modelo. Da mesma forma, reconhecer alguns desenvolvimentos tecnológicos que contribuíram para a compreensão da natureza da luz e expandiram a gama de aplicações da luz em diferentes campos. Na perspectiva da filosofia da ciência e das obras de Ronald Giere (1992, 1999), a concepção do modelo cognitivo é coletada como uma das formas de representação do conteúdo científico. Assim, o modelo não é o fenômeno físico, mas uma abstração de segunda ordem que respeita a estrutura sintática do sistema físico, modelando-o com termos teóricos e propondo relações funcionais e estruturais entre eles. (Aduriz-Bravo, & Morales, 2002). Pode-se então inferir que existem dois níveis de representação, que são mediados por símbolos e significados que atribuímos a eles, portanto, o primeiro nível denominado sistema físico que segundo (Aduriz-Bravo, & Morales, 2002) citando Duschl (1997) é uma representação de primeira ordem que estrutura o mundo dos fenômenos, transformando (organizando) dados em evidências, estabelecendo um padrão e já supõe uma intervenção do homem para organizar sua realidade para torná-la mais compreensível. Conseqüentemente, o segundo nível de representação que inclui teorias sobre funções, propriedades e relacionamentos. Neste caso particular, os dois modelos físicos atuais que agrupam uma ampla gama de fenômenos associados à entidade física chamada luz, são corpusculares e ondulatórios. Para se chegar à síntese de como esses dois modelos são apresentados, percorreu-se um longo caminho que talvez se possa afirmar que começa com os gregos e suas teorizações sobre o cosmos e o homem. Este

será o nosso ponto de partida, pois nessa época já eram bem conhecidos vários fenômenos associados à luz, que deram origem a teorias sobre a visão e explicações sobre a natureza da luz. Além disso, em comparação com os modelos gregos, três preocupações inerentes aos modelos construídos podem ser amplamente reconhecidas: 1) A natureza e a propagação da luz 2) a formação das imagens 3) a cor. Por outro lado, a partir dos trabalhos de Newton e Huygens, reconhece-se a experimentação exploratória e a estabilização dos fenômenos, na busca de consolidar um método e uma teoria, embora mecanicistas, se diferenciarão em seus conceitos e entidades físicas. Conclui-se que a história da óptica é extensa e repleta de detalhes que nos mostram como a ciência se desenvolve por meio de controvérsias, da comunicação entre cientistas e da necessidade de explicar, prever e criar fenômenos. Longe de pretender ser exaustivo na apresentação dos modelos, o que se evidencia é a demarcação dos fenômenos e a estabilização dos fatos que dão origem a um modelo teórico. Isso exigiu, como dissemos no início, ter um pé na teoria e outro no mundo real, que é onde se extraem a maior parte dos fenômenos que na Grécia antiga e na Idade Média deram origem a importantes explorações sobre a luz, a refração e a cor. Por outro lado, o desenvolvimento de dispositivos ópticos para melhorar a visão, utilizando analogias com a natureza e o corpo humano, gerou uma série de novos fenômenos que tiveram que ser classificados e compreendidos.

### Referenciais Bibliográficos

Adúriz-Bravo, A., & Morales, L. (2002). El concepto de modelo en la enseñanza de la Física-consideraciones epistemológicas, c] didácticas y retóricas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(1), 79-91.

Authier, M. (1991). La refracción y el olvido cartesiano. In *Historia de las ciencias* (pp. 287-312). Cátedra.

Bravo, B., Pesa, M., & Pozo, J. I. (2010). Los modelos de la ciencia para explicar la visión y el color: las complejidades asociadas a su aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.

Cerquera, M. Y., & Garcia, E. G. (2016). Estudios histórico-críticos sobre la óptica. *Implicaciones pedagógicas*. 1-15.

Cruz Silva, B. V., & Martins, A. F. P. A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da história e da filosofia da ciência no ensino médio (The nature of light and the teaching of optics: a didactic experience involving the use of history and philosophy of science at high school).

Danon, M. P., & Cudmani, L. (1993). Paralelismo entre los modelos precientíficos e históricos en la optica-implicancias para la educación. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 10(2), 128-136.

Gagliardi, M., Giordano, E., & Recchi, M. (2006). Un sitio web para la aproximación fenomenológica de la enseñanza de la luz y la visión. *Enseñanza de las Ciencias*, 139-146.

Hernández Silva, C., & Izquierdo i Aymerich, M. (2017). Formaciones semióticas en libros de texto: uso de modelos para interpretar fenómenos ondulatorios. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 3881-3888.

Solbes Matarredona, J. (2011). *Indagación sobre la visión*.

Solís, Carlos. (1977). Introducción, traducción, notas e Índice Analítico. Óptica. O tratado de las reflexiones refracciones inflexiones y colores de la luz. Sir Isaac Newton.

## **21. UMA ALTERNATIVA À ABORDAGEM INSTRUMENTALISTA: DISCUTINDO O PRIMEIRO EXPERIMENTO MENTAL DOS DEBATES ENTRE EINSTEIN E BOHR NO ENSINO DE FÍSICA**

Jaíne Alvarenga da Cruz  
UFRGS/Instituto de Física  
[jaine.ac@hotmail.com](mailto:jaine.ac@hotmail.com)

Nathan Willig Lima  
UFRGS/Instituto de Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
[nathan.lima@ufrgs.br](mailto:nathan.lima@ufrgs.br)

O ensino de física quântica possui, usualmente, um caráter instrumentalista, privilegiando a solução de problemas matemáticos, enquanto que discussões sobre as questões filosóficas e conceituais, embora tenham sido cruciais para a formulação da teoria, são comumente menosprezadas (Johansson, Andersson, Salminen-Karlsson, & Elmgren, 2018). Segundo Johansson, et al. (2018), tal abordagem no ensino acaba por favorecer a habilidade de lidar com o formalismo matemático e subvalorizar outras formas de conhecimento, tais como a curiosidade e o raciocínio crítico. Reconhecendo que o domínio do formalismo matemático é muito importante para a formação de físicos(as) e professores(as) de física assim como o entendimento dos fundamentos da teoria e de suas questões filosóficas, propomos revisitar debates realizados na época do desenvolvimento da Teoria Quântica. Entre os anos de 1927 e 1930, Niels Bohr e Albert Einstein, em colaboração de outros físicos da época, realizaram importantes debates sobre os problemas epistemológicos que surgiram do então recente desenvolvimento da física quântica (Bohr, 1995), sendo a maioria destes debates norteados por experimentos mentais. O objetivo do presente texto é revisitar o primeiro experimento mental discutido nestes debates entre Einstein e Bohr, a fim de explorar os aspectos que podem colaborar com o ensino de física quântica. O experimento mental em questão foi proposto por Einstein, movido por sua preocupação com abandono da causalidade na teoria quântica. O experimento diz respeito à passagem de uma partícula por um pequeno orifício ou fenda e a sua posterior detecção em uma chapa fotográfica localizada a frente do diafragma. Ao atravessar o orifício, a onda ligada ao movimento da partícula sofre difração, tendo sua trajetória alterada. A partir desse instante, não é possível prever em que local da chapa fotográfica será detectada a partícula. Entretanto, o padrão de distribuição gerado na chapa fotografia por um conjunto de partículas, o qual muito se assemelha ao padrão gerado por ondas, pode ser determinado através de uma descrição ondulatória. Assim, é possível determinar somente a região na qual a probabilidade de detecção não é nula. É necessário ainda levar em conta o princípio da incerteza, o qual foi introduzido por Heisenberg em 1927 e que define que quantidades canonicamente conjugadas podem apenas ser determinadas simultaneamente com uma indeterminação característica (Lima, Rosa, & Bento, 2020). Ou seja, existem incertezas associadas às grandezas de posição e momento da partícula, de forma que quanto maior for a precisão de uma, maior será a incerteza da outra (o mesmo se aplica às grandezas tempo e energia). Com base no princípio da conservação de quantidade de movimento, devido ao fato de que a partícula sofre uma alteração em seu momento linear logo após atravessar a fenda, é possível supor que ocorre uma interação com o diafragma durante a sua passagem, de forma a ocasionar uma troca de momento entre ambos. Nessa circunstância, Einstein supôs que se poderia prever a trajetória exata da partícula após a difração caso fosse possível controlar as quantidades de momento e energia transferidas ao diafragma, sem ocasionar perda de informação, de forma a obter uma especificação adicional sobre o estado de movimento. Entretanto, analisando com mais cuidado as implicações do princípio da incerteza, Bohr

mostrou que tal suposição não era consistente. Segundo Bohr, o principal problema é que a posição do diafragma foi considerada como sendo exatamente localizada. Essa suposição implica a existência de uma incerteza essencial envolvida no momento do diafragma. Se tornarmos essa incerteza pequena o suficiente para permitir a medição da troca de momento, seremos levados à impossibilidade de determinar a localização exata do diafragma. Já que a precisão da determinação da posição da partícula num instante durante a passagem está associada à largura do diafragma, teremos também uma imprecisão na determinação dessa posição. Portanto, deparamo-nos com um sistema quântico composto por dois corpos: a partícula e o diafragma. Em suma, ao presumirmos a posição do diafragma como bem definida, diminuímos a precisão sobre a descrição da transferência de momento, mas se considerarmos uma incerteza quanto à sua posição, ganhamos a possibilidade de fazer previsões sobre a trajetória da partícula. Dessa forma, não seria possível utilizar a medição da troca de energia e momento entre os corpos para obter informações adicionais sobre a partícula, pois, ao fazê-lo, perdem-se informações igualmente importantes para a descrição do seu estado de movimento. No presente debate, podemos identificar que a dualidade onda partícula aparece como base fundamental na formulação do experimento mental, já que, apesar de se adotar um formalismo matemático proveniente da física ondulatória, o problema também é tratado de forma corpuscular, explorando a interação entre os corpos diafragma e partícula. Outro aspecto importante é o uso do princípio da incerteza de Heisenberg como argumento principal na análise dos componentes do sistema quântico. Tais conceitos, importantes para o entendimento da teoria quântica, podem ser levados à sala de aula através da análise detalhada do experimento mental revisitado, bem como os outros experimentos presentes nos debates entre Einstein e Bohr. Com isso, propomos trazer uma abordagem histórica para o ensino da física quântica, de forma a dar mais elementos sobre os aspectos conceituais da teoria e aos seus experimentos mentais, que consideramos serem deixados de lado pela formação curricular de enfoque instrumentalista.

### **Referenciais Bibliográficos**

Bohr, N. (1995). *Física Atômica e Conhecimento Humano: ensaios 1932-1957*. Rio de Janeiro: contraponto.

Johansson, A., Andersson, S., Salminen-Karlsson, M., & Elmgren, M. (2018). “Shut up and calculate”: the available discursive positions in quantum physics courses. *Cultural Studies of Science Education*, 13(1), 205–226.

Lima, N. W., Rosa, G. G., & Bento, M. R. (2020). Translations, Betrayals and Controversies in the Articulation of The Uncertainty Principle: Potentialities and Challenges of a Symmetrical History of Physics. *International Journal for the Historiography of Science*, 9, 1–19.



## **22. SOBRE MANEIRAS DE UTILIZAR A EPISTEMOLOGIA DE FEYERABEND EM SALA DE AULA NO ENSINO MÉDIO: O CONTEXTO DA FÍSICA QUÂNTICA**

André Felipe Hoernig

Mestrado em Ensino de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física,  
Instituto de Física, UFRGS

Neusa Teresinha Massoni

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS.

Apresentamos um recorte de uma pesquisa realizada no contexto de um Mestrado Acadêmico em Ensino de Física, cujo objetivo geral consistiu em levar a Física Quântica para a Escola Básica, no Ensino Médio. Esta aplicação em sala de aula aconteceu durante uma das etapas da pesquisa de Mestrado, tendo sido conduzida em uma escola da Rede Pública Estadual em Gravataí, região metropolitana de Porto Alegre, com uma turma de 34 alunos (N=34). Foram utilizadas diversas ferramentas teóricas, metodológicas e práticas, sendo que focamos neste breve texto na utilização da Epistemologia do filósofo da Ciência e astrofísico austríaco, Paul Feyerabend (1924 – 1994). A epistemologia de Feyerabend é relativamente vasta e robusta, possuindo vários pormenores e discussões sobre diversificados temas da filosofia da ciência, contudo, alguns tópicos se sobressaem e foram utilizados ao longo de nossa pesquisa, a saber, a perspectiva histórica desta epistemologia, o princípio metodológico tudo vale, a tarefa do cientista de tornar forte o argumento fraco e a noção da incomensurabilidade entre teorias. Ademais, tendo em vista a formação em física do filósofo, procuramos salientar que suas ideias puderam ser bem aproveitadas para um contexto de Ensino de Física, em nosso caso para a promoção de uma abordagem conceitual dos primórdios da Quântica e para a promoção da democracia e aprendizagem em contexto democrático. Em sua visão de ciência, Feyerabend aponta que seu principal objetivo não era trazer um grande entendimento sobre o que é a Ciência, o que é progresso, quais as metodologias e diversas outras discussões de cunho epistemológico. Na verdade, no prefácio à edição chinesa de *Contra o Método*, sua obra mais conhecida, escreve: “meu principal motivo para escrever este livro foi humanitário, não intelectual. Eu queria dar apoio às pessoas, não fazer avançar o conhecimento” (Feyerabend, 2011a, p. 22). O trabalho de Feyerabend deve, então, ser entendido como um conjunto de ideias e pensamentos que encaminham uma aproximação da ciência e a sociedade, da ciência e outros saberes. Dessa forma, apesar de defender tópicos que causaram estranhamento à comunidade acadêmica, como o relativismo ou o anarquismo epistemológico propondo o princípio do “tudo vale”, entende que essas abstrações causaram “mais mal do que bem, e [sua preocupação] é a qualidade de vida dos indivíduos” (Feyerabend, 2010, p. 25). É importante ressaltar que Feyerabend não se posiciona contra a Ciência em si, afinal ele era físico, e entende que a “ciência é uma das invenções mais maravilhosas da mente humana. Mas sou contra ideologias que usam o nome da ciência para o assassinio cultural” (Feyerabend, 2011a, p. 23). Em nossa investigação, através da construção e aplicação de um módulo de Física Quântica, entre outras preocupações, mostramos que a ciência não é conflitante, ou que não se sobrepõe à religiosidade dos principais cientistas responsáveis pelo surgimento da Física Quântica, como Planck, Einstein ou Dirac, numa abordagem conhecida como Tese do Diálogo entre ciência e religião (Bagdonas & Silva, 2015). A defesa da Tese do Diálogo, como aconteceu em nossa pesquisa, por natureza pode ser entendida como uma aproximação à epistemologia de Feyerabend, como elucidamos em nosso trabalho (Hoernig, 2020). Uma

investigação da vida religiosa de Einstein, como conduzido por Jammer (2000), mostra que as crenças de Einstein influenciaram as suas opiniões com relação à ciência, contribuindo sem qualquer perda, para avanço de algumas ideias, sobretudo no que se relaciona com o determinismo e indeterminismo de entes quânticos. As alegações de Jammer (2000) estão em consonância com o que Feyerabend escreve em *Contra o Método*, em um dos capítulos mais marcantes da obra, ao defender que “não há nenhuma ideia, por mais antiga e absurda, que não seja capaz de aperfeiçoar nosso conhecimento. Toda a história do pensamento é absorvida na ciência e utilizada para o aperfeiçoamento de cada teoria.” (2011a, p. 59). Além disso, abordar historicamente a vida de Planck e Einstein permitiu não só discutir a religiosidade desses cientistas, mas evidenciar conceitos da epistemologia do filósofo austríaco, como o pluralismo metodológico e a noção feyerabendiana do que constitui a tarefa do cientista, isto é, “tornar forte a posição fraca [...] e desse modo sustentar o movimento do todo” (Feyerabend, 2011, p. 45). Para isso, quando introduzimos a noção de quantum, proposto por Planck, procuramos enfatizar que Einstein estendeu este argumento para toda a forma de radiação (não apenas para o corpo negro ou osciladores em uma cavidade), como a luz. Assim, o argumento ou a posição de que a energia é constituída de pacotes, que fora um argumento sem qualquer pretensão filosófica para Planck, tomado como apenas uma consequência de um argumento matemático (Alemany, Blanco & Torregrosa, 2013), encontrou força na teoria de Einstein sobre o efeito fotoelétrico, de que toda a radiação é descontínua e se transmite na forma de pacotes, que mais tarde receberam o nome de fótons. Além disso, outro tópico que pôde ser facilmente explorado com a epistemologia de Feyerabend foi o de incomensurabilidade, explorada em alguns de seus trabalhos (Feyerabend, 2011b) e que é entendida de forma diferente de Kuhn (Hoyninguen-Huene, 2014). Para Feyerabend, a Física Moderna e a Física Clássica são um dos poucos reais exemplos de incomensurabilidade em toda a Ciência (Feyerabend, 2011b). Assim, procuramos traçar um paralelo entre a Física Moderna e outros conteúdos que os alunos já tivessem estudado, todos da Física Clássica, para destacar a noção de incomensurabilidade feyerabendiana; o fizemos com atividades de discussão com os alunos, sobretudo no segundo encontro de nosso Módulo, ao traçar também uma linha do tempo da Quântica com os nomes dos cientistas que estudaríamos, após termos estudado a etimologia do termo quantum, escalas de medida e retomarmos ondas eletromagnéticas<sup>5</sup>. Também destacamos as diferenças entre Física Clássica e Moderna usando critérios de comparação destacados por Feyerabend (2011b), não por conteúdo ou méritos como em Kuhn, mas por comparação mais subjetiva, por campo de aplicação e preferência frente aos problemas que se encontram (Hoernig & Massoni, 2018). De forma geral, na pesquisa conduzida, os resultados apontaram que foi possível, em boa medida, promover uma aprendizagem conceitual da Física Quântica tendo como base os referenciais teórico-epistemológicos escolhidos, sendo a Epistemologia de Feyerabend um destes. Do ponto de vista do impacto sobre os estudantes, foi possível valorizá-los, mostrando que eles também são importantes e que podem, se assim desejarem, participar da atividade científica, independente das crenças que tenham ou de suas origens, sendo pobres ou ricos, cristão ou ateus ou qualquer outro. A ciência em uma sociedade livre que procuramos divulgar, e defendemos, alinhados à visão de Feyerabend (2011b), não faz qualquer tipo de discriminação.

---

<sup>5</sup> Todas as aulas do Módulo Didático são abordadas de forma detalhada na já disponível dissertação de mestrado do primeiro autor, bem como uma análise em maior detalhe sobre a epistemologia de Feyerabend e de outros referenciais teórico-metodológicos escolhidos, disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/211521>>, acesso em abril, 2021.

## Referenciais Bibliográficos

- Alemany, F. S., Blanco, J. L. D. & Torregrosa, J. M. (2013). La introducción del concepto de fotón en bachillerato. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(2), 2404/1-2404/14.
- Bagdonas, A. & Silva, C. C. (2015). Enhancing Teachers' Awareness About Relations Between Science and Religion: The Debate Between Steady State and Big Bang Theories. *Science & Education*, 24, 1173–1199.
- Feyerabend, P. K. (2010). *Adeus à Razão*. São Paulo: Editora Unesp.
- Feyerabend, P. K. (2011a). *Contra o Método*. 2.ed. São Paulo: Editora Unesp.
- Feyerabend, P. K. (2011b). *A Ciência em uma Sociedade Livre*. São Paulo: Editora Unesp.
- Hoernig, A. F. & Massoni, N. T. (2018). História e epistemologia da ciência: alguns aprofundamentos que podem ser úteis a futuros professores de Física. *Textos de apoio ao professor de Física*, 29(6).
- Hoernig, A. F. (2020). *Física Quântica e História e Filosofia da Ciência: conceitos, vida, crenças e religiosidade como motivadores na aprendizagem de Física*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Hoyningen-Huene, P. (2012). *Kuhn, Feyerabend e Incomensurabilidade: Textos Seleccionados de Paul Hoyningen-Huene*. São Leopoldo: Editora da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Jammer, M. (2000). *Einstein e a religião: física e teologia*. Rio de Janeiro: Contraponto.

## **23. FENÔMENO CULTURAL DO MISTICISMO ELETROMAGNÉTICO: A RELAÇÃO ENTRE TEORIA ELETROMAGNÉTICA E A FILOSOFIA ESPÍRITA DE ALAN KARDEC**

Priscila Farias Csizmar  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
priscila.csizmar@gmail.com

Matheus Monteiro Nascimento  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
matheus.monteiro@ufrgs.br

Nathan Willig Lima  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
nathan.lima@ufrgs.br

Um dos maiores problemas enfrentados pelos filósofos da ciência é a caracterização do conhecimento científico. Existem diversas abordagens sobre essa temática, umas concordantes, outras divergentes. Algumas consideram que qualquer tentativa de delimitação do que é ciência acaba deixando de fora conhecimentos que são objeto de pesquisa, que recebem financiamento público e que são temas de pesquisa em programas de pós-graduação, ou seja, são considerados científicos por outros critérios. Outras defendem que as afirmações científicas possuem um status epistemológico superior a formas de conhecimento e que não devem ser relativizadas (Fuller, 2018). Essa discussão fica ainda mais complexa quando inserimos no debate a apropriação e tradução dos conhecimentos científicos em espaços não científicos. O fenômeno cultural do misticismo quântico é um dos exemplos mais proeminentes desse embate. Com o desenvolvimento e a consolidação da física quântica no século XX, seus conceitos e resultados foram sendo interpretados em ambientes externos à própria Física, popularizando uma associação com misticismos e espiritualismos religiosos (Grim, 1982), que culmina como um fenômeno cultural denominado misticismo quântico (Pessoa Jr, 2011); isto é, as interpretações da teoria quântica se incorporam em diversas visões, sendo elas naturalistas, subjetivistas e religiosas (Pessoa Jr, 2011). Essa relação entre espiritualidade e ciência, contudo, não teve a sua origem com a física moderna. No presente trabalho nos propomos a iniciar uma discussão sobre outro fenômeno cultural, o qual denominamos misticismo eletromagnético, estabelecido a partir da relação entre o eletromagnetismo e o espiritualismo. A obra kardecista é construída por meio do movimento de tríplice aspecto ciência-filosofia-religião. Para Kardec, a doutrina espírita é sustentada por fatos empíricos sendo, portanto, dotada de um aspecto científico (Araujo, 2014). E é justamente essa pretensão de Kardec que motivou o presente trabalho. A fim de investigar como a concepção de ciência de Kardec e os estudos de fenômenos elétricos e magnéticos dialogam com a escrita de sua obra, foi realizada uma análise discursiva do enunciado *O Livro dos Médiuns* (Kardec, 2003) com o suporte teórico da metalinguística de Mikhail Bakhtin. O objeto de estudo da análise discursiva bakhtiniana é sempre o enunciado, pois, segundo Bakhtin (2003), o emprego da língua ocorre por meio de enunciados concretos que se realizam em um determinado espaço e momento, sendo irreproduzível e sócio historicamente situado (Molon & Vianna, 2012). De acordo com Bakhtin (2003), cada enunciado é um elo na complexa cadeia de comunicação verbal e se materializa na relação estabelecida pelo autor com outros enunciados, tanto do passado (responsividade) quanto do presente (direcionalidade) (Bakhtin, 2003). A maior potencialidade da análise

bakhtiniana é poder identificar as múltiplas vozes responsáveis pela criação de uma obra. Em outras palavras, a partir desse quadro teórico somos capazes de relacionar o enunciado de Kardec com autores que o influenciaram e aqueles a quem ele pretendia atingir com a sua obra. Os resultados deste estudo apontam que Kardec fundamenta filosoficamente a doutrina espírita no positivismo, sendo o seu enunciado responsivo às ideias de Augusto Comte, que estavam em efervescência no contexto francês do século XIX. Em outras palavras, com base nas ideias de Comte, Kardec busca criar uma ciência do espírito, da alma (Kardec, 2003). Para fundamentar a relação entre corpo e espírito, Kardec utiliza a teoria da eletricidade animal proposta por Luigi Galvani no final do século XVIII, direcionando seu enunciado para a comunidade acadêmica da época. Neste contexto, corpo e espírito estariam ligados por um intermédio de um semi-material, o perispírito, sendo este composto por fluidos elétricos e magnéticos, chamado de fluido universal ou fluido vital, onde as interações entre matéria e espíritos seriam fundamentadas por meio desses fluidos. O direcionamento do enunciado de Kardec aos físicos e acadêmicos da época fez com pesquisadores de elevado prestígio acadêmico investissem em pesquisas experimentais sobre o fluido vital, como foi o caso de William Crookes (Crookes, 1874). Desta forma, é possível perceber que, de maneira similar ao que ocorre no fenômeno do misticismo quântico, a relação entre ciência e espiritualidade também pode ser observada no caso do espiritismo e da física clássica. Concluimos, portanto, que o fenômeno denominado misticismo eletromagnético se fundamentou em bases empíricas buscando a explicação materialista para a espiritualidade. O estudo da doutrina espírita no Brasil sofreu mudanças, perdendo a ênfase na dimensão experimental e científica, dominando a feição mística e religiosa (Stoll, 2002), portanto, a análise desse fenômeno cultural em sala de aula se torna importante, visto que, o espiritismo é a terceira religião em número de aderentes no país (IBGE, 2010). Este resultado é mais um esforço no sentido de ampliar as discussões sobre a natureza da ciência e do próprio conhecimento científico, trazendo para o debate questões sobre a relação entre ciência e religião afinal, o debate de tais tópicos contribui para elucidação de características importantes da natureza da ciência, suas metodologias e também seu papel na sociedade e na cultura. Para o futuro, é importante que mais estudos sobre este fenômeno sejam realizados, especialmente para investigar se ele ainda se manifesta na contemporaneidade.

## Referenciais Bibliográficos

Araujo, A. C. D. de. (2014). *O Espiritismo*, “esta loucura do século XIX ”: Ciência , Filosofia e Religião nos escritos de Allan Kardec. Universidade Federal de Juiz de Fora.

Bakhtin, M. (2003). *Os gêneros do discurso*. *Estética Da Criação Verbal*, 2, 279–326.

Fuller, S. (2018). *Post-truth: Knowledge as a power game* (Vol. 1). Anthem Press London.

Grim, P. (1982). *Philosophy of Science and the Occult*. *Suny Press*.

IBGE. (2010). Características Gerais da População, Religião e Pessoas com Deficiência. Censo Demográfico 2010, 1–215.  
[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religiao\\_deficiencia.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf)

Kardec, A. (2003). *O Livro dos Médiuns* (71st ed.). Rio de Janeiro: Federação Espírita

Brasileira.

Molon, N. D., & Vianna, R. (2012). O Círculo de Bakhtin e a Linguística Aplicada / The Bakhtin Circle and Applied Linguistics. 7(2), 142–165.

Pessoa Jr, O. (2011). O fenômeno cultural do misticismo quântico. In J. L. Freire Jr., Olival; Pessoa Jr., Osvaldo; Bromberg (Ed.), *Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais* (p. 456).

Stoll, S. J. (2002). Religião, ciência ou auto-ajuda? trajetos do Espiritismo no Brasil. *Revista de Antropologia*, 45(2).

## **24. O PAPEL DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA PERPETUAÇÃO DE UMA VISÃO EXTRATIVISTA DO MUNDO: UM ESTUDO DE EPISTEMOLOGIA-POLÍTICA DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Matheus de Oliveira Demarchi  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[matheus\\_copero@hotmail.com](mailto:matheus_copero@hotmail.com)

Caio de Oliveira Montes  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[caio.montes@ufrgs.br](mailto:caio.montes@ufrgs.br)

Matheus Monteiro Nascimento  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[matheus.monteiro@ufrgs.br](mailto:matheus.monteiro@ufrgs.br)

Nathan Willig Lima  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
[nathan.lima@ufrgs.br](mailto:nathan.lima@ufrgs.br)

Um dos principais temas de pesquisa dos campos educacional e sociológico trata da investigação do papel social da escola. Nos últimos anos, com a maior difusão de dados educacionais no contexto brasileiro, foi possível evidenciar de que maneira a estrutura escolar é capaz de desenvolver hábitos e disposições nos estudantes que são importantes para o sucesso na escola (Nascimento, Cavalcanti, & Ostermann, 2020). Nesse sentido, se torna fundamental a análise de um documento que pretende ser referência nacional para criação ou reestruturação dos currículos das redes escolares estaduais, municipais e privadas, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Já na apresentação dos seus objetivos percebemos a iniciativa de mudança sobre a educação brasileira, visando “afirmar valores e propor uma transformação social, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para preservação ambiental” (Brasil, 2018, p.8). Advindo dessa estrutura e ambição da BNCC, no presente trabalho analisamos, com base nas classificações desenvolvidas pelo filósofo, sociólogo e antropólogo francês Bruno Latour, no livro “Onde aterrar?: Como se orientar politicamente no Antropoceno”, de que forma a BNCC pretende propor essa transformação social e essa educação mais humanizada para o Ensino Fundamental. Em outras palavras, questionamos se essa proposta é de fato revolucionária para o ensino ou apenas um processo reformista que mantém uma visão extrativista do mundo? Latour (2020), no seu livro, desenvolve uma análise histórico-social sobre quatro grandes momentos históricos que foram fundamentais para reconhecermos a dominação de uma classe através de um processo de modernização e globalização: a saída do Reino Unido da União Europeia, a eleição de Donald Trump nos Estados Unidos, os processos de migração e a saída dos Estados Unidos do “Acordo de Paris”. Na sua visão, é perceptível que o processo de globalização falhou, visto que os países que tanto a instigaram hoje se fecham em suas barreiras físicas ou diplomáticas. Latour (2020) desenvolve dois conceitos a partir dessa análise histórica, o “Local” e o “Global”. Com o processo de globalização (que Latour vai definir como globalização-mais), o mundo se encaminharia para o que ele chama de mundo-comum,

no qual há a valorização das localidades e das diversidades, mas com um objetivo de união mundial. Todavia, com o processo de modernização, essa questão de um mundo-comum some e surge a globalização-menos, na qual há a busca de um grande e único objetivo, o desenvolvimento. Em contraponto ao conceito “Global”, surge o “Local”, com objetivo de valorização da identidade local e a singularidade dos problemas de cada localidade. Dessa forma, na primeira parte da pesquisa buscamos identificar se a BNCC para o Ensino Fundamental se alinha a objetivos “Globais” ou objetivos “Locais”. O autor nos mostra que, com o processo de globalização, aliado a modernização, o globo se encaminharia para o que ele chama de “Fora-Deste-Mundo”; nome atribuído visto que não há um planeta que sustente a atuação da modernização. Dessa forma, Latour (2020) propõe que haja uma modificação estrutural naquilo que será estudado, partindo de uma noção de natureza-universo para a de natureza-processo. Estudar a natureza dentro da noção de universo não produz a mobilização e engajamento necessários para as causas ambientais, uma vez que células, estrelas, partículas e galáxias estão muito distantes de nós (Latour, 2020). Os objetos estudados dentro dessa perspectiva são chamados de “Objetos Galileanos”. Propondo a reestruturação do que será estudado, Latour (2020) intitula o novo mundo como “Terrestre”, trazendo uma nova concepção da natureza, a natureza-processo, na qual devemos investigar e trabalhar com o ambiente natural nos incluindo dentro das questões ambientais, sociais, políticas econômicas. O autor sugere que os novos objetos de estudo sejam os “Objetos Lovelockianos”, que vão formar a base dos estudos da “Zona-crítica”, modificando a forma de pensar sobre a natureza, não vendo ela como um objeto a parte, e sim, com algo intrínseco ao âmbito social, já que não devemos ausentar nossa posição, visto que somos os principais agentes. Para Latour (2020), não há agentes de um lado e meio ambiente do outro, mas uma sobreposição de agenciamentos mútuos (Latour, 2020). A BNCC para o Ensino Fundamental separa o Ensino de Ciências em três grandes unidades temáticas. Por isso, decidimos então, na segunda parte do trabalho, desmembrar esses objetos de conhecimento e as habilidades a serem aprendidas a partir dessas unidades temáticas e classificá-las como “Objetos Galileanos”, “Objetos Lovelockianos” e “Objetos Lovelockianos-Galileanos”; esse último, que não é descrito por Latour (2020), foi desenvolvido para dar conta de habilidades e/ou objetos de conhecimento que tangenciem as duas outras classificações. Além disso, também classificamos o termo “Natureza” toda vez que apareceu na introdução do documento referente ao Ensino Fundamental, para tentarmos extrair se a BNCC se alinha mais a um ideal de “Natureza-Universo” ou “Natureza-Processo”; identificando a qual vetor de futuro se pretende para a educação, o “Fora-Deste-Mundo” ou o “Terrestre”. Nossos resultados indicam que a BNCC para o Ensino Fundamental se alinha mais a uma perspectiva Global do que Local, com foco no estudo da natureza como universo e a partir de “Objetos Galileanos”. Por exemplo, o trecho que afirma que “a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (Brasil, 2018, p. 321) evidencia o caráter Global da ciência previsto pela BNCC. Se por um lado percebemos um esforço de trazer uma perspectiva inovadora para o documento, como podemos notar na definição de estudo de um “Objeto Lovelockiano”: ”Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas”(Brasil, 2018, p. 350); notamos que a preferência foi pela abordagem dos “Objetos Galileanos”, como: “Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.)” (Brasil, 2018, p. 344). Essa perspectiva tímida de mudança também pode ser evidenciada pela presença da categoria “Objetos Lovelockianos-Galileanos”. Sabendo da dificuldade de fundamentar abordagens de ensino com base nos “Objetos



Lovelockianos”, em razão de ser uma mudança de paradigma ainda muito nova, o surgimento dessa categoria intermediária nos indica uma busca pelo novo, mas com uma abordagem feita a partir do paradigma dominante que se reflete na ênfase pelos “Objetos Galileanos”. A classificação da palavra “Natureza”, nesse documento, pode nos dar um bom indicativo sobre qual o vetor futuro de mundo que se espera. O fato de a BNCC alinhar-se mais a um conceito de “Natureza-Universo” nos mostra a total influência da globalização-menos sobre o currículo nacional, como podemos perceber também com a aproximação de um ideal Global. Com essa visão, isso nos encaminhará para o que Latour (2020) chama de “Fora-deste-mundo”. Por fim, entendemos que a BNCC oscila entre diferentes posicionamentos epistemológico-políticos, o que não nos parece suficiente para modificar hábitos e disposições dos estudantes. Somente um claro posicionamento epistemológico-político fará com que os agentes atuem em busca de um mundo comum, distante da atual visão extrativista hegemônica.

### **Referenciais Bibliográficos**

Brasil. (2018). *Base nacional comum curricular*. Brasília. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)

Latour, B. (2020). *Onde aterrar?: Como se orientar politicamente no Antropoceno*. Brasil: Bazar do Tempo.

Nascimento, M. M., Cavalcanti, C., & Ostermann, F. (2020). Dez anos de instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: o papel social dos institutos federais. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 101(257), 120-145.

## 25. EPISTEMOLOGIA DOS EXPERIMENTOS MENTAIS, ARGUMENTAÇÃO E EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO DE FÍSICA E DE CIÊNCIAS

Ricardo Rangel Guimarães

[rirangel@gmail.com](mailto:rirangel@gmail.com)

PPG EnFis - IF/UFRGS

Este trabalho tem como objetivo principal discutir a assim denominada Epistemologia dos Experimentos Mentais (EM), como a natureza lógica e filosófica dos mesmos, e a sua importância na História da Ciência e a relevância metodológica de tal expediente para a aprendizagem de conceitos no Ensino de Ciências. Pretende-se defender, uma vez delineado este estado da arte e cenário de discussão, que EM podem ser utilizados como argumentos na educação científica, no sentido de serem explicativos e informativos, possibilitando ao aluno uma melhor compreensão de conceitos científicos. Para tanto, se utilizará o referencial teórico de Stephen Toulmin, autor seminal na discussão sobre os usos do argumento e da argumentação no ensino, assim como outros autores importantes e relevantes para a discussão, que desenvolveram trabalhos analisando a natureza e relevância dos experimentos mentais na ciência, se estes podem ou não serem propriamente interpretados como argumentos no cerne destes debates, como John Norton e John Brown, por exemplo, o que constitui uma controvérsia interessante e profícua para o debate presente, bem como outros referenciais da Epistemologia e da Filosofia da Ciência que trataram da noção clássica de explicação científica e da natureza do conhecimento científico, temas não menos importantes e de fundamental importância no presente contexto na conexão com a questão dos experimentos mentais como argumentos racionais. Também será discutido e trabalhado, dentro deste cenário investigativo, a utilização não apenas dos argumentos dedutivos na História da Ciência via experimentos de pensamento, como na análise crítica da clássica demonstração da queda dos corpos de Galileu, por exemplo, dentre outros casos na História da Ciência, mas também outros exemplos históricos onde argumentos indutivos-abdutivos como inferências a melhor explicação (IME) podem ser um interessante e poderoso recurso heurístico de explicações científicas em prol do ensino. O que se pretende minimamente mostrar, ao final, é que a utilização dos experimentos mentais como argumentos na educação científica, através do recurso didático da argumentação, sejam eles indutivos como a IME, ou dedutivos, estruturados na forma de premissas e conclusões em um argumento, pode e mesmo deve trazer contribuições significativas para a aprendizagem em ciências, através de uma análise crítica dos mesmos por parte dos alunos, procurando com isso fomentar nos estudantes capacidades cognitivas de entendimento e compreensão, em que estes possam oferecer explicações racionais para os fenômenos científicos, desenvolvendo-se com isso, também, autonomia intelectual com vistas a uma educação responsável e cidadã.

**Órgão que apóia/financia o estudo/pesquisa:** CAPES (Bolsa PNPd - Programa Nacional de Pós-Doutorado)

### Referenciais Bibliográficos

Brown, J. R. (1991a) *The laboratory of the mind: thought experiments in the Natural Sciences*. London: Routledge.

Brown, J.R. (1991b) Thought experiments: a platonic account. In: HOROWITZ, T.; MASSEY, G. (Eds.). *Thought experiments in science and philosophy*. London: Routledge, p. 119-128.

Brown, J. R. (1993) Why empiricism won't work. In: HULL, D.; FORBES, M.; OKRUHLIK, K. (Orgs.). *PSA 1992*. East Lansing: Philosophy of Science Association, v. 2, p. 271-279.

Forge, J. (1991) Thought Experiments in The Philosophy of Physical Science. In: HOROWITZ, T.; G. MASSEY (Eds.). *Thought Experiments in Science and Philosophy*. Savage, MD: Rowman and Littlefield Publishers.

Galilei, G. (1638) *Discorsi e dimonstrazioni sopra due nuove scienze attenenti Alla meccanica & movimenti locali*. Elseviriti: Leida.

Galilei, G. (2004) *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. Trad., introd. e notas de Pablo Rubén Mariconda. 2. ed. São Paulo: Discurso.

Galilei, G. (1988) *Duas novas ciências*. Trad. e notas Letizio Mariconda e Pablo Rubén Mariconda. 2. ed. São Paulo: Nova Stella.

Gendler, T. S. (1998) Galileo and the indispensability of scientific thought experiment. *British Journal for the Philosophy of Science*, Oxford, v. 49, n. 3, p. 397-424.

Gendler, T.S. (2003) Thought experiments. In: NADEL, L. (Org.). *Encyclopedia of cognitive science*. London: Nature Publishing Group, v. 4, p. 388-394.

Gendler, T.S. (2000) *Thought experiment: on the powers and limits of imaginary cases*. New York: Garland Publishing.

Gendler, T.S. (1994) Tools of the trade: thought experiments examined. *The Harvard Review of Philosophy*, Spring, v. 4, p. 81-85.

McAllister, J. W. (1996) The evidential of thought experiment in science. *Studies in History and Philosophy of Science*, Leiden-Netherland, v. 27, n. 2, p. 233-250.

Hempel, C. G., & Oppenheim, P. (1948). Studies in the logic of explanation. *Philosophy of Science*, 15(2), 135–175.

Jímenez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: an overview. In S. Erduran & M. P. Jímenez-Aleixandre (Org.), *Argumentation in science education* (pp. 3–28). Nova York, United States of America: Springer.

Lipton, P. (2004). *Inference to the best explanation* (2nd ed.). Abingdon, United Kingdom: Routledge.

Lycan, W. G. (2002). Explanation and epistemology. In P. Moser (Ed.), *The Oxford handbook of epistemology* (pp. 408–433). Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.

Norton, J. (1991) Thought experiments in Einstein's work. In: MASSEY, T. Horowitz & G. (Ed.). *Thought experiments in science and philosophy*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield.

Norton, J. (1996) Are thought experiments just what you thought? *Canadian Journal of Philosophy*, v. 26, n. 1, p. 333–366.

Norton, J. (2003) A material theory of induction. *Philosophy of Science*, v. 70, n. 1, p. 647–670.

Norton, J. (2004) On thought experiments: is there more to the argument? *Philosophy of Science*, v. 71, n. 1, p. 1139–1151.

Norton, J. (2004) *Why thought experiments do not transcend empiricism*. In: C. HITCHCOCK (Ed.). *Contemporary debates in the philosophy of science*. Somerset: Wiley-Blackwell.

Norton, J. (2005) *A little survey of induction*. In: P. ACHINSTEIN (Ed.). *Scientific evidence: philosophical theories and applications*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Norton, J. (2010) There are no universal rules for induction. *Philosophy of Science*, v. 77, n. 1, p. 765–777.

Norton, J. (2011) History of science and the material theory of induction: Einstein's Quanta, Mercury's Perihelion. *European Journal of Philosophy of Science*, v. 1, n. 1, p. 3–27.

Norton, J. (2014) A material dissolution of the problem of induction. *Synthese*, v. 191, n. 1, p. 671–690.

Norton, J. The material theory of induction. [s. l.], no prelo.

Rodriguez, R. F., & Pereira, A. P. de. (2018). Explicações no ensino de ciências: revisando o conceito a partir de três distinções básicas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(1), 43–56.

Salmon, W. C. (1984). *Scientific explanation and the causal structure of the world*. Princeton, United States of America: Princeton University Press.

Sorensen, R. (1992) *Thought Experiments*. Oxford: Oxford University Press.

Strevens, M. (2006). Scientific Explanation. In D. M. Borchert (Ed.), *Encyclopedia of Philosophy* (2a ed.). Macmillan. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1001966>

Stuart, M. Norton and the Logic of Thought Experiments. *Axiomathes*, v. 26, n. 1, p. 451–466, 2016.

Toulmin, S. *Os usos do argumento*. (2001) Trad. R. Guarany, Martins Fontes, São Paulo.

WALTON, D. *Argument Structure: A Pragmatic Theory*. Toronto: University of Toronto Press, 1996.

## 26. O USO DA ARGUMENTAÇÃO DE STEPHEN TOULMIN EM SALA DE AULA COMO CAMINHO PARA CONSTRUÇÃO DA APRENDIZAGEM EM RELATIVIDADE

Maria Derlandia de Araújo Januário  
Doutoranda em Ensino de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física,  
Instituto de Física, UFRGS.  
[mderlandiaajanuario@gmail.com](mailto:mderlandiaajanuario@gmail.com)

Neusa Teresinha Massoni  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS.  
[neusamassoni@gmail.com](mailto:neusamassoni@gmail.com)

Apresentamos uma proposta de investigações e intervenções no campo temático da História, Filosofia e Sociologia da Ciência tendo como público alvo os estudantes e seus professores em atividade, no âmbito da Educação Básica, que será desenvolvida no Programa de Pós- Graduação em Ensino de Física. O intuito é de contribuir para uma educação científica que valorize e integre História e Filosofia da Ciência (HFC), e a construção de uma sinergia entre Universidade e escola, isto é, focalizando a escuta, a discussão, a divulgação e os usos pelos estudantes da argumentação, na acepção de Stephen Toulmin (1922-2009). A ciência é, para Toulmin, uma empresa racional composta por disciplinas que são entendidas, também, como entidades históricas em evolução. Assim, as novidades intelectuais constantemente surgem e são propostas no interior da comunidade científica, mas apenas algumas são transmitidas às gerações seguintes pelo processo de inovação e seleção, ou seja, a própria comunidade científica funciona como crítica seletiva e, ao mesmo tempo, em muitos casos, como filtro das inovações propostas pelos cientistas (ou grupos de cientistas). A epistemologia do Toulmin basicamente investiga a forma pela qual se expressa a compreensão humana e como progride o conhecimento científico. O “modelo da argumentação de Toulmin” (2003), como ficou conhecido, corresponde a um modelo textual de conceber o funcionamento da argumentação. Trata-se de uma proposta em que a passagem do argumento à conclusão não ocorre de maneira contínua, mas é fundamentada em um conjunto de princípios que conduzem a uma conclusão com justificativas, sendo este, um dos pontos para analisarmos em sala de aula, como os alunos conseguem absorver e elaborar argumentos ao defender uma ideia, além de explorar a não linearidade da ciência, já que, nesse processo, algumas ideias serão descartadas no caminho, outras serão mais elaboradas com relação ao assunto estudado em sala de aula. Portanto, para Toulmin (2006), pode-se produzir argumentos para diversas finalidades, o que não significa que sua defesa pode ser dada por uma asserção formal direta, pois o apoio que a conclusão recebe advém das asserções e das proposições que compõem as suas premissas. A validação advém, sobretudo, da criticidade dos desses argumentos que é composta por proposições ou dados, qualificadores, garantias, condições de aceite ou refutação e conclusões; e por uma relação complexa entre estes elementos. Os *warrants* - garantias (W) são chamadas por Toulmin de qualificadores modais; conferem certo grau de *força justificatória* às conclusões a partir das premissas dadas, ou de *refutadores*, se estes têm o papel de anular a justificção, e, com isso, não conferir a garantia de que a conclusão se siga logicamente das premissas (Guimarães, Massoni, 2020). Apesar da explicitação da garantia em que se gera ser condição do próprio raciocínio argumentativo, a substância dos dados e das garantias é muito variável e depende das escolhas de quem avança os dados. Um raciocínio argumentativo não é um cálculo, mas um modo de pensar, a questão da validade articula-se para a questão da aceitabilidade dos dados avançados, da

relevância que eles apresentam para a tese (dados) e da suficiência que revelam para que esta possa ser considerada como fundamentada. Nesse sentido, acreditamos que a teoria de Toulmin pode ser tomada como um referencial epistemológico para a discussão e aprofundamento da visão de ciência, e como referencial teórico enquanto tentativa de compreender como os estudantes aprendem e como se dá sua mudança conceitual. Em sala de aula, esse “modelo” seria parte de um conjunto de atividades desenvolvidas pelos alunos, com orientação do professor, onde os atos de avaliação, justificação e revisão dos mesmos propiciam um aprendizado em que determinadas metas e objetivos devem ser alcançados, em detrimento de processos e rotinas de memorização que conduzam a uma espécie de aprendizagem mecânica, no nosso caso, utilizaremos uma abordagem histórico-epistemológica e conceitual da Relatividade, com intuito de promover a argumentação dos alunos através da aceção de Toulmin em sala de aula, analisando quais tipos de argumentos os alunos podem elaborar na construção de seu conhecimento. De acordo com Mortimer; Sepúlveda; El-Hani (2013), esse modo de analisar o mundo se fundamenta na ideia de que cada indivíduo tem formas diferentes de pensar, interpretar e assimilar um mesmo conceito, isto é, para cada conceito científico é possível construir um perfil, a partir de compromissos epistemológicos e ontológicos, que desencadeia diversas compreensões perante um mesmo conceito. Destarte, aprender a pensar é, de certa forma, aprender a argumentar. Mais ainda, aprender ciências seria aproximar as maneiras de pensamento das pessoas à forma argumentativa pela qual a ciência é construída e debatida entre seus membros, suas comunidades (Nascimento, 2008). Guimarães e Massoni (2020) acrescentam ainda que a argumentação em ciências, nesta perspectiva, é importante para a compreensão do trabalho científico, destacando que tanto o estudante quanto o educador devem ter uma postura ativa frente ao processo de aprendizado de temas de Física.

### **Referenciais Bibliográficos**

Guimarães, R. R; Massoni, N. T. (2020). Argumentação e pensamento crítico na educação científica: análise de estudos de casos e problematizações conceituais: *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 13(2), 320-344.

Mortimer, E. F.; Sepúlveda, C; EL-Hani, C. N. (2013). Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. *Investigações em Ensino de Ciências* 18, 439-479.

Nascimento, S., Vieira, R. (2008). Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(2), 1-20.

Toulmin, S. E. (2006). *Os usos do Argumento*. São Paulo: Martins Fontes.

Toulmin, S. E. (2003). *The Uses of Argument*, Updated Edition, Cambridge University press.

## 28. PÓS-VERDADE EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE EPISTEMOLÓGICA DO TERRAPLANISMO EM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Donizete Aparecido Buscatti Junior  
Instituto Federal de São Paulo  
[donizete@ifsp.edu.br](mailto:donizete@ifsp.edu.br)

O termo pós-verdade, em linhas gerais, representa a situação onde crenças pessoais e concepções não embasadas em fatos concretos se sobrepõem àquilo que a comunidade científica compartilha (Guerra, 2020). Tal problema, inevitavelmente, chegou à sala de aula e, defendemos, com base em muitos trabalhos de relevância (Vazata, 2019; Martins, 2020; Marinelli, 2020), que uma das formas de dirimi-lo é com o uso adequado de História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC), tanto na formação de professores quanto como método e conteúdo de ensino. Diante disso, apresentamos uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa na qual se buscou identificar, por meio de questionário aberto, o percentual de estudantes que são adeptos ao chamado movimento terraplanista, assim como identificar os seus argumentos de defesa. Como referencial teórico, utilizamos a epistemologia de Thomas Kuhn, apresentada em seu seminal *A estrutura das revoluções científicas* (1978), que será brevemente descrita a seguir. As principais noções para a compreensão do progresso científico (fundamentalmente descontínuo, segundo o autor), são as de paradigma, ciência normal, crise e revolução. O conjunto de crenças e valores que norteiam desde a visão de mundo até o modo pelo qual a comunidade científica trabalha – inclusive, na formulação de problemas, hipóteses e até na interpretação de dados – é o que Kuhn chama de paradigma. O período no qual um paradigma vigente explica satisfatoriamente a todos os problemas que surgem é chamado de ciência normal. Todavia, é natural que surjam fenômenos cuja compreensão fogem daquilo que o paradigma pressupõe: são as anomalias que, uma vez acumuladas (instalando um período de crise), reforçam a necessidade de substituição de um paradigma por outro que dê conta não somente de descrever os problemas conhecidos, mas também os novos; acontecendo, desta forma, uma revolução. A ciência progride, portanto, através de saltos, onde conceitos e teorias são abandonados por outros que, muitas vezes, sequer dialogam com os anteriormente vigentes (Kuhn nomeia essa alteração de visões de mundo de incomensurabilidade). De forma bem clara, colocamos, na forma de pergunta, o problema de pesquisa em questão: como a HFSC pode subsidiar o professor a lidar como o problema da pós-verdade – em especial, o terraplanismo – em sala de aula? Um questionário foi aplicado para alunos (num total de 78 sujeitos) do terceiro ano do ensino médio de uma instituição federal de ensino com a seguinte pergunta: *Na sua opinião, qual é o formato da Terra? Argumente.* As respostas foram analisadas segundo a metodologia de Análise do conteúdo (Bardin, 2004), a qual permite analisar com base em extratos e elaborar categorias (neste caso, as respostas foram divididas entre as que são Concepções Geodésicas e as Terraplanistas). A seguir, é apresentada uma análise quantitativa e qualitativa analítica, segundo o referencial teórico descrito, dos dados coletados. Na análise quantitativa, constatou-se que 74 (95%) alunos se posicionam de acordo com a concepção de Terra esférica/geodésica; e os demais – 4 alunos (5%) -, segundo o movimento terraplanista. A priori, percebemos que não se trata de um percentual desprezível, ainda mais levando-se em conta que o movimento vem adquirindo um número cada vez maior de adeptos. Deixa-se claro que, em termos idiossincráticos, são alunos ativos (e a análise das justificativas vai mostrar que não são antipáticos ao debate argumentativo) nas aulas e com histórico escolar igual ou maior do que a média. Destaca-se a seguinte argumentação terraplanista:

Fui “convencido” de que a terra possui o formato esférico na escola, logo no começo do ensino fundamental, e até pouco tempo, parecia fazer sentido pra mim, pois era a explicação mais frequente que todos os meios de comunicação usava. Percebi que era algo inquestionável, pois parecia um pecado duvidar, e o professor utilizou somente um argumento: porque é assim. Aprendi, fora da escola infelizmente, que devemos pensar com autonomia e colocar em dúvida qualquer verdade tida como absoluta. Dessa forma, vejo que não existem motivos para não se acreditar no modelo da terra plana, pois, além de ser mais coerente, é compatível com o que sinto. Claro que posso ser convencido pelo contrário, mas até agora não fui, seja na escola ou em qualquer outro lugar.

A expressão “além de ser mais coerente, é compatível com o que sinto” evidencia que trata-se de uma concepção já arraigada ou, em termos kuhnianos, de um paradigma; portanto, deve ser tratado como tal. Uma noção calcada em toda uma visão de mundo onde, no limite, concebe até o questionamento de fatos consumados pela ciência, não pode ser confrontada em sala de aula com argumentos de autoridade (como também foi denunciado em outras argumentações); o que, ao nosso ver, apenas consolida a visão terraplanista – em acordo com Melo (2020). Um paradigma precisa ser confrontado com evidências de suas limitações, e, no caso em questão, há uma série de fatos históricos que ilustram isso (Kuhn, 1978). Outro argumento que endossa essa posição:

*O principal motivo que me faz defender o terraplanismo é o fato de eu confiar mais naquilo que de fato vejo do que naquilo que escuto. Fui influenciado por formadores de opinião, mas percebi que tinham os olhos vendados...a costa dos mares, por exemplo, os sinais de comunicação, que saem do Japão e chegam no Brasil...*

Em linhas gerais, adeptos da pós-verdade possuem uma noção de ciência caracterizada por ser contínua, simplória e não relacionada com fatores sociais, políticos e históricos. É uma visão que não dialoga com o real fazer da comunidade científica – incomensurabilidade (ibid). Do exposto, conclui-se a necessidade urgente da promoção de ensino de uma ciência que seja mais humana (realizada por seres humanos!), isenta de dogmas, reflexiva e, sobretudo, que se construiu por meio de rupturas e revoluções.

## **Referenciais Bibliográficos**

Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo*. 3. ed. Lisboa: Editora 70.

Guerra, A.; Moura, C. B. ; Gurgel, I. (2020). Sobre Educação em Ciências, Rupturas e Futuros (Im)possíveis. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37, 1010-1019, 2020.

Kuhn, T. S. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva.

Marineli, F. (2020). O terraplanismo e o apelo à experiência pessoal como critério epistemológico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37, 1173-1192.

Martins, A. F. P.. (2020). A Obra Aberta de Ludwik Fleck. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 1197-1226.

Melo, L. W. S.; Passos, M. M.; Salvi, R. F. (2020). Análise de publicações terraplanistas em redes sociais: Reflexões para o Ensino de Ciências sob a Ótica Discursiva de Foucault. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 275-294.

Vazata, P. A. V.; Lima, N. W.; Moraes, Andreia G.; Cavalcanti, C. J. H.; Ostermann, F. (2019). Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 155-189.



## 29. EDUCAR PARA A INCERTEZA: O QUE APRENDER DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA TERMODINÂMICA?

Louise Trivizol

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática  
(PECIM) - Universidade Estadual de Campinas - SP

[lui.t.assis@gmail.com](mailto:lui.t.assis@gmail.com)

Silvia F. de M. Figueirôa

Faculdade de Educação (FE) - Universidade Estadual de Campinas - SP

[silviamf@unicamp.br](mailto:silviamf@unicamp.br)

É sabido da literatura em História e Filosofia das Ciências (HFC) produzida no último século que persiste, no imaginário popular e nos modelos de ensino, visões sobre uma Ciência estática e cumulativa, obtida direta e objetivamente a partir dos experimentos, livre de vieses psicológicos, culturais e históricos. Essas visões, ao longo do desenvolvimento das áreas de HFC e dos Estudos Sociais das Ciências, já foram largamente superadas ou complexificadas, dando lugar a visões mais integrativas entre os aspectos sociais, psicológicos e das linguagens envolvidas na construção das teorias científicas. Desse modo, o presente projeto de pesquisa convoca as reflexões produzidas por esses campos para o Ensino de Física. Em revisão sobre o conceito de Alfabetização Científica (AC), Sasseron e Carvalho (2011) apontam que os indicadores de uma AC de qualidade devem contemplar, para além do domínio do conteúdo científico *per se*, conhecimentos *sobre as ciências*, como condutas éticas da comunidade científica, diferenças entre Ciência e Tecnologia e conhecimentos sobre a natureza do fazer científico (Sasseron & Carvalho, 2011, p. 62). Apesar disso, ainda observa-se que a produção de teses e dissertações em Ensino de Ciências que versam sobre e propõem a inclusão de elementos de HFC em projetos dos níveis de ensino Básico e Superior, ainda estão longe de ser maioria (Fernandes & Megid, 2012). O projeto de mestrado em andamento, então, pretende abordar a teoria Termodinâmica a partir de suas bases históricas e filosóficas, propondo leituras contemporâneas sobre os conceitos científicos que possam inspirar uma visão sobre as Ciências mais alinhada com os aspectos atualmente consensuados em HFC e demais campos como Natureza das Ciências (NOS). É necessário, também, acenar à importância de uma AC que explicita os meios pelos quais a ciência se constrói e se exerce, destacando a ética que orienta a produção científica, de modo que se possa fazer frente ao assombro do negacionismo e descrença na Ciência que vivemos (Pereira & Gurgel, 2020). Busca-se então, aqui, uma educação que promova informação e senso crítico sobre as ciências, assentada no princípio de que a Ciência é uma construção humana, falível e envolvida em subjetividade, mas que apresenta alto grau de confiabilidade e busca sempre aproximar-se de descrições e representações verossímeis da Natureza, e que produzem previsões sobre a mesma. A pesquisa desenvolvida tem cunho teórico e baseia-se na metodologia de pesquisa histórica (Veyne, 1998), almejando realizar uma revisão historiográfica dos conceitos fundamentais da teoria termodinâmica a partir de documentos histórico-científicos (materiais primários), produzidos entre meados dos séculos XIX e XX, e artigos na área de História e Filosofia das Ciências em sua interface com Ensino de Ciências (materiais secundários) dos últimos 50 anos. Espera-se reunir e sistematizar episódios históricos, elaborações teóricas, proposições filosóficas, etc que possam servir de exemplo para ilustrar aspectos da Natureza das Ciências e, desse modo, serem articulados com o Ensino. Devido ao fio condutor do trabalho, pretende-se trabalhar, especialmente, os conceitos de entropia, processos irreversíveis e a segunda lei da termodinâmica. Mas há de se abordar os demais conceitos que constituem a rede de definições da teoria Termodinâmica. Um

referencial teórico-metodológico importante é Mauro Condé (2018) e suas produções sobre a epistemologia do filósofo polonês Ludwik Fleck (1896 – 1961), também em história e historiografia das ciências. A tese de Fleck, que ressoa com algumas das ideias contidas nesse projeto, é que as verdades científicas nascem e se desenvolvem, *evoluem*, numa lógica similar à “lógica da vida”, pois toma as ciências naturais como seu principal objeto epistemológico (Condé, 2018). A contribuição que buscamos com esse projeto é salientar a visão de *evolução* das ciências fazendo aproximações com os sistemas termodinâmicos longe do equilíbrio, que apresentam comportamentos contingentes e autocontidos, evoluindo conforme a influência mútua com agentes externos. Dessa forma, poderiam também servir de metáfora para a compreensão dos processos de produção da ciência. Tomamos como fio condutor a palavra de ordem *incerteza*, que pode compor o nosso imaginário em significados racional (científico) e sensível (artístico) e, portanto, potencialmente educativo (Kastrup, 2016). O teórico Edgar Morin (2000) em muito contribui para a concepção de uma educação transdisciplinar, comprometida com uma nova ética da complexidade, de como devemos religar os saberes da tradição e da contemporaneidade para nos posicionar diante da incerteza de um futuro vertiginoso (Almeida, 1997). Incerteza é também uma palavra que está intrinsecamente ligada ao conceito de entropia, muito caro à Termodinâmica e à história da Física como um todo. Pretende-se usar o referencial teórico produzido por Ilya Prigogine (1996), principalmente as noções de sistemas abertos longe do equilíbrio, estruturas dissipativas, irreversibilidade e auto-organização para discutir a possibilidade de construir visões de mundo conscientes dos poderes de emergência e da ordem a partir do caos (Prigogine & Ferreira, 1996). Diante de uma crise global humanitária e ambiental, encontramos-nos em um ponto irreversível da ação humana sobre a Terra. A complexidade dos sistemas sociais e econômicos e suas variáveis é pungente e, de modo metafórico, podemos nos imaginar como partículas errantes. Aprendemos da Termodinâmica, porém, que um grande conjunto de partículas, mesmo que microscopicamente desordenadas e caóticas, em momentos críticos de bifurcação, tendem a se reorganizar em ordenamentos mais estáveis (*ibidem*). Cabe à educação estimular nos cidadãos uma tomada de consciência desse ponto crítico. E, diante da noção do futuro incerto, desvincular a ideia de incerteza de imobilidade e medo e, do contrário, nos tornar capazes de *fazer escolhas* que possam afetar nosso sistema Terra para outros arranjos, mais integrativos e complexos – *complexus*, do grego “o que tece junto”.

**Apoio:** CAPES

### **Referenciais Bibliográficos**

Almeida, M. C. X; Carvalho, E. A; Castro, G. (1997). *Ensaio de Complexidade*, Porto Alegre: Sulina.

Condé, M. L. L. (2018). Mutações no estilo de pensamento: Ludwik Fleck e o modelo biológico na historiografia da ciência. *Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea*, 6(1), 155-186.

Fernandes, R. C. A; Megid, J. (2012). Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17 (3), 641-662.

Kastrup, V. (2016). Educação e Incerteza: Educação e invenção em tempos de incerteza. In VOLZ, J; PRATES, V. (Org.); *32ª Bienal de São Paulo - Incerteza viva - Processos artísticos e pedagógicos* (pp. 3-5). Fundação Bienal de São Paulo. Disponível em:

<http://materialeducativo.32bienal.org.br/>

Morin, E. (2000). *Os setes saberes necessários à educação do futuro*, Cortez.

Pereira, F. P. C; Gurgel, I. (2020). O ensino da Natureza da Ciência como forma de resistência aos movimentos Anticiência: o realismo estrutural como contraponto ao relativismo epistêmico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1278-1319.

Prigogine, I; Ferreira, R. L. (1996). *O fim das certezas*. Unesp.

Sasseron, L. H; Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.

Veyne, P. (1998). *Como se escreve a história?* 4a ed. Brasília: Editora: Universidade de Brasília.

### **30. PROVOCAÇÕES PARA PENSAR O ENSINO DE FÍSICA HOJE A PARTIR DE BYUNG-CHUL HAN**

Jean Carlos Nicolodi  
Universidade de Passo Fundo  
[153754@upf.br](mailto:153754@upf.br)

Luis Duarte Vieira  
Universidade de Passo Fundo  
[duarteluis05@gmail.com](mailto:duarteluis05@gmail.com)

Luiz Marcelo Darroz  
Universidade de Passo Fundo  
[ldarroz@upf.br](mailto:ldarroz@upf.br)

Muitos são os pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento que têm se debruçado sobre os problemas contemporâneos. No campo das ciências humanas, especialmente da Filosofia, um dos nomes de maior destaque é o do pesquisador Byung-Chul Han. Doutor em Filosofia, Han é natural da Coreia do Norte, mas reside na Alemanha, onde leciona na Universidade de Berlim. É autor de diversos livros publicados, nos quais debruça-se sobre as estruturas sociais contemporâneas e sua complexidade. Entre estas obras, destaca-se “Sociedade do Cansaço” de 2010, “Topologia da Violência” de 2011, “Sociedade da Transparência” de 2012, “Agonia do Eros” de 2012, “A salvação do belo” de 2015 e “O que é poder?” também de 2015. Destas, evidencia-se a obra “Sociedade do Cansaço”, publicada pela primeira vez em 2010, traduzida para o português em 2015 e lançada em segunda edição em 2017, com uma ampliação. Nela, o autor analisa como a sociedade contemporânea e ocidental tornou-se uma sociedade do cansaço pelo excesso de estímulo, velocidade, cobrança e positividade. Essa sociedade tem adoecido as pessoas e isso tem gerado várias consequências na vida e nas relações. A leitura da obra permite compreender melhor a sociedade atual e a própria humanidade. E, por gerar essa reflexão sobre a humanidade, permite analisar, questionar e ponderar sobre os processos educativos. A partir da leitura dessa obra e refletindo sobre a educação e seus desafios, este trabalho tem como objetivo apresentar algumas considerações e provocações para o ensino de Física tendo como base a obra Sociedade do Cansaço de Byung-Chul Han. Para cumprir o objetivo desse trabalho, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, na qual são analisados conceitos presentes na obra e, com isso, busca-se estabelecer uma relação com o ensino de Física. Dentre as várias considerações e provocações que podem ser estabelecidas, destacam-se as que seguem. O autor afirma que há um “excesso de positividade” (2017, p. 8) na sociedade atual, compreendida como uma nova enfermidade que atinge as pessoas. Segundo Han, não se tem mais uma grande ênfase na negatividade, mas um excesso de positividade, de otimismo cego. Ou seja, há um excesso de positividade, que nega a realidade e seus fenômenos. Sobre esse aspecto, evidencia-se que uma tarefa do ensino de Física, de ciências da natureza e de toda a educação é analisar a realidade e não negá-la. Contribuir, desde a especificidade da Física, para que não haja um excesso de positividade, mas um análise profunda, qualificada da realidade e de seus fenômenos. O autor ainda salienta que “o excesso de positividade também se manifesta como excesso de estímulos, informações e impulsos” (2017, p. 31). Se há um excesso de informação, a escola tem a tarefa de gerar processos para que a informação se torne conhecimento. Se há um excesso de estímulos que acomete a todos, há a demanda de gerar processos para lidar melhor com esses excessos e não adoecer por isso. O autor, reconhecendo o desafio de mergulhar nas coisas, ou seja, de as compreender em profundidade, afirma que “no estado contemplativo, de certo modo, saímos de nós

mesmos mergulhando nas coisas” (2017, p. 36). Essa afirmação simples, coloca um grande desafio para os educadores que ministram a disciplina de Física. É preciso garantir que haja espaços de contemplação durante as aulas. Ou seja, é preciso haver momentos para que os estudantes mergulhem totalmente nos conceitos e fenômenos da Física e se encantem, aprendam, produzam conhecimento. Essa necessidade reforça a importância de conhecermos diferentes metodologias para o ensino de Física, para que as aulas tenham momentos de ajudar os estudantes a mergulharem no conhecimento. Atividades experimentais e de observação científica podem contribuir para que haja um mergulho no conhecimento, para que haja contemplação. Citando uma obra de Nietzsche, Han afirma que “devemos aprender a ler, devemos aprender a pensar, devemos aprender a falar e a escrever” (2017, p. 51). Essa afirmação também nos leva a pensar sobre como a Física, em seus conceitos, teorias e abordagens, contribui para que aprendamos a ler, a pensar, a falar e a escrever. A Física, como ciência, contribui na formação dos sujeitos, dando-lhes condições para ler, escrever e falar com argumentação científica própria desse campo de conhecimento. Mas, o autor vai além, afirmando que precisamos “aprender a ver”, ou seja, “capacitar o olho a uma atenção profunda e contemplativa, a um olhar demorado e atento” (2017, p. 51). E outra vez essa afirmação provoca-nos a pensar a contribuição do ensino de Física para esse aprender a ver. As aulas de astronomia, por exemplo, com a descoberta das belezas e mistérios das galáxias, podem contribuir para formarmos pessoas mais capazes desse olhar profundo, contemplativo, demorado e atento. E não apenas a astronomia, mas vários outros conteúdos da Física podem também contribuir para a formação desse olhar. O autor ainda discorre sobre vivermos na sociedade do cansaço, e afirma que esse cansaço tem sido um cansaço solitário e, portanto, um “cansaço sem mundo, destruidor de mundo” (2017, p. 72). Em contraposição, ele propõe um “cansaço que confia no mundo” (2017, p. 72), que também não é um cansaço do esgotamento. Simplificando muito, o autor propõe a alteridade, a solidariedade, o ser do eu para o mundo. Sobre essa dimensão da solidariedade, fica outra provocação importante para pensar o ensino de Física, tanto no que se refere às metodologias e práticas pedagógicas, como para os conteúdos. Trata-se do desafio de gerar alteridade, solidariedade, empatia e compromisso com a vida do outro e do mundo. Salienta-se, por fim, que essas são apenas algumas das considerações/provocações. Outras leituras podem produzir outras interpretações e apontar outras reflexões pertinentes ao ensino de Física e à educação.

### **Referenciais Bibliográficos**

Han, B.- C. (2017). *A sociedade do cansaço* (2a ed. ampl.) Petrópolis: Vozes.

### 31. (RE)SIGNIFICANDO A MAÇÃ DE NEWTON ATRAVÉS DA ANÁLISE HISTÓRICA DA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE MOVIMENTO

Gisele Bosso de Freitas

Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – Campus Imperatriz  
[giselebosso@uemasul.edu.br](mailto:giselebosso@uemasul.edu.br)

Compreender que a construção do conhecimento humano requer muito trabalho e dedicação é um dos desafios no Ensino de Física, uma vez que os livros didáticos adotados trazem lendas e estórias (Martins, 2006) que podem ter resultados nocivos, seja pela visão limitada e falsa (Zanetic, 1988), seja por tornar os atores da construção do conhecimento humano distantes da realidade dos alunos, transmitindo a ideia de que para ser cientista é necessário ser um gênio abdicado da vida em sociedade. Existem muitas pesquisas e propostas na literatura, que mostram que inserir a História da Ciência no ensino pode, entre outras coisas, humanizar as Ciências (seus autores e atores) e contribuir para melhor compreensão dos conceitos a serem abordados desde a educação básica até a superior (Bastos Filho, 2012; Carvalho & Sasseron, 2010; Martins, 1990; Peduzzi, 2011; Prestes & de Andrade Caldeira, 2009). Um estudo recente (Araújo, dos Santos, Silva, & Silva, 2020) mostra que as propostas curriculares nacionais abordam a História da Ciência, em seus textos, de forma sutil ou inexistente, com uma análise feita em documentos oficiais desde a década de 1990 até os dias atuais. Com o objetivo de desmistificar as ideias contidas nos mitos e estórias abordadas nos livros didáticos, em especial a lenda da maçã de Newton, foi feita uma análise qualitativa dentro do arcabouço histórico da evolução do conceito de movimento com enfoque na construção da própria Física, que culmina com a síntese newtoniana encontrada nos *Principia*: Princípios matemáticos da filosofia natural (Newton, 2008), publicado pela primeira vez em 1687. Para a análise histórica, tomou-se como linha temporal os períodos históricos sob o ponto de vista europeu, com a revisão dos trabalhos associados aos estudos do conceito de movimento iniciados desde a Grécia antiga (400 AEC-476 EC), com Aristóteles (384 AEC-322 AEC) e seu lugar natural num universo finito, passando pelas críticas realizadas a sua física durante a idade média (476 EC-1453), por Jean Buridan (1295-1358) e sua teoria do ímpeto, já pensando em um universo infinito (Martins, 2018), que evoluiu para um pensamento e olhar matemático para a natureza, reforçado pelas ideias de Nicolau Copérnico (1476-1543) e a proposição de um sistema heliostático (Medeiros & Monteiro, 2002), Johannes Kepler (1571-1630) embasando o sistema copernicano com a utilização dos dados observacionais herdados de Tycho Brahe (1546-1601) e Galileu Galilei (1564-1642) (Peduzzi, 2008), até chegar à síntese realizada por Isaac Newton (1643-1727) com a escrita formal da natureza embasada pela matemática que deu origem à Física, na modernidade (1453-1789) (Rosa, 2012). Para uma visão mais clara e objetiva do conhecimento acumulado ao longo dessa periodização histórica europeia, foi criado um mapa mental que reúne as principais ideias e teorias associadas ao conceito de movimento em paralelo com uma contextualização dos acontecimentos sociais pelos quais a humanidade passou em cada um dos períodos históricos citados e que contribuíram para a construção do que hoje chamamos de Física Clássica. Dessa forma, é possível atribuir um significado à maçã, contextualizando-a num símbolo que agrega todos os estudos realizados antes de Newton e que tornou possível a construção da sua síntese, transformando o que antes era conhecido como Filosofia Natural, na Física tal como conhecemos hoje: que utiliza a linguagem matemática para entender e explicar os fenômenos da natureza. Com esse feito, há uma revolução científica (Kuhn, 2020) que

causa uma mudança de paradigma na física após cerca de vinte séculos de Aristóteles propor uma síntese da natureza com seu sistema cosmológico geocentrista. Através da análise realizada, é possível mostrar que a construção do conhecimento requer a participação de muitas pessoas; influencia e sofre influência da sociedade; é criticada, reformulada e modificada à medida que novas ideias surgem (Carvalho & Sasseron, 2010). Sendo assim, é possível desmistificar lendas e mitos associados aos conceitos mais fundamentais e mostrar que as pessoas que contribuíram para a construção de tais conceitos, são humanos, possibilitando uma identificação, por parte dos estudantes, com essas personalidades.

## Referenciais Bibliográficos

Araújo, C. P., dos Santos, W. R., Silva, T. A. S., & Silva, H. R. (2020). Análise da história da Ciência nas propostas curriculares brasileiras. *I Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências*, (1).

Bastos Filho, J. B. (2012). Qual História e qual Filosofia da Ciência são capazes de melhorar o Ensino de Física. *Temas de história e filosofia da ciência no ensino*. Natal: EDUFRN, 65-83.

Carvalho, A. M. D., & Sasseron, L. H. (2010). Abordagens histórico-filosóficas em sala de aula: questões e propostas. *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 107-140.

Kuhn, T. S. (2020). *A estrutura das revoluções científicas*. Editora Perspectiva SA.

Martins, R. D. A. (2006). A maçã de Newton: história, lendas e tolices. *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 167-189.

Martins, R. D. A. (1990). Sobre o papel da história da ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 9(3-5).

Martins, R. D. A. (2018). Um precursor medieval do princípio de inércia: a teoria do ímpeto de Jean Buridan. v. 2. *História da ciência e ensino: fontes primárias*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 31-58.

Medeiros, A., & Monteiro, M. A. (2002). A invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria Copernicana nos livros didáticos de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(1), 29-52.

Newton, I. (2008). *Principia: princípios matemáticos de filosofia natural*. Edusp.

Peduzzi, L. O. (2011). *Evolução dos conceitos da Física*. Florianópolis: Ed. da UFSC.

Peduzzi, L. O. (2008). *Força e movimento: de Thales a Galileu*. Florianópolis: Univ. Fed. de Santa Catarina.

Prestes, M. E. B., & de Andrade Caldeira, A. M. (2009). Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. *Filosofia e história da biologia*, 4(1), 1-16.

Rosa, C. A. P. (2012). *História da Ciência: da Antiguidade ao renascimento científico* (vol. 1). Brasília: FUNAG

Zanetic, J. (1988). Dos “principia” da mecânica aos “principia” de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 5, 23-35.

## 32. AS GAROTAS DO RÁDIO: HISTÓRIA E NATUREZA DAS CIÊNCIAS NO ENSINO

Karel Pontes Leal  
Universidade de São Paulo  
[karel@usp.br](mailto:karel@usp.br)

Thaís Cyrino de Mello Forato  
Universidade Federal de São Paulo  
[thais.forato@unifesp.br](mailto:thais.forato@unifesp.br)

Este resumo apresenta uma síntese de um episódio da história da radioatividade, conhecido como “as garotas do rádio” (Lima, Pimentel e Afonso, 2015). Destacam-se eventos ocorridos nas primeiras décadas do século XX, sobre um trabalho que levou várias mulheres à morte, com negligência por parte da empresa empregadora, além do desconhecimento sobre manipulação de elementos radioativos. Buscando avançar nas recomendações sobre implementar a natureza das ciências (NdC) na formação de professores (Forato, Bagdonas e Testoni, 2017), utilizou-se fontes primárias (Blum, 1924; Hoffman, 1925; Flinn, 1926; Martland, 1929) e secundárias (DeVile e Steiner, 1997; Kovarick, 2002) para se identificar exemplos do impacto do desenvolvimento da ciência em um determinado contexto social, por exemplo, propagandas utilizadas pela companhia<sup>6</sup> para a venda de tintas que brilhavam no escuro. Aspectos das influências que a economia e o comércio têm sobre o desenvolvimento da ciência, assim como sua recíproca, estão presentes nessa história. Outros fatores como os valores éticos de cientistas e questões de gênero também podem ser abordados (Allchin, 2013). Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de doutorado, que desenvolveu uma narrativa historiográfica mais ampla do episódio, além da análise de peças publicitárias da época que estimulavam o consumo de produtos com radioatividade adicionada, que serão utilizadas para desenvolver propostas para se implementar tais análises na formação de professores (Forato, 2009; Cordeiro e Peduzzi, 2011; Bagdonas, 2015). No início do século XX, com o desenvolvimento dos estudos sobre os elementos radioativos, vários produtos comerciais tiveram substâncias desse tipo adicionadas às suas composições. Dentre eles, alimentos como chocolate e manteiga; cosméticos, sabonetes, maquiagens, pasta de dente, entre outros. Foram lançados também tônicos para cuidar e prevenir uma infinidade de doenças. Além desses produtos, uma tinta com base em elementos radioativos foi produzida com a intenção de brilhar no escuro (Lima, Pimentel e Afonso, 2015). Tal produto foi inicialmente empregado na pintura de mostradores e ponteiros de relógios, fazendo bastante sucesso a partir do ano de 1913, nos EUA. Fundada em 1917, a *United States Radium Corporation* (USRC) passou a ser a maior produtora de desses relógios. Esse posto foi alcançado contando com uma mão de obra barata de jovens mulheres, que eram atraídas pela necessidade de ajudar suas famílias e por um salário interessante em uma função aparentemente pouco desgastante. Tais mulheres utilizavam pequenos pincéis para pintar os finos ponteiros e números nos relógios. Para aumentar sua produtividade e diminuir o desperdício de tinta, elas eram incentivadas a passar o pincel na boca para alcançar um traço mais fino (Blum, 1924; Hoffman, 1925; Flinn, 1926; Martland, 1929). Após alguns anos de trabalho, diferentes jovens começaram a ter graves problemas de saúde, com alguns casos de óbito em pouquíssimo tempo desde que

---

<sup>6</sup> Algumas propagandas foram analisadas com base em referenciais da análise do discurso. Além dos diversos aspectos da NDC que podem ser observados nesse episódio, tal análise apresenta uma marca do comportamento das empresas ao lidar com seus consumidores, exemplificando impactos do desenvolvimento das ciências na sociedade. Por falta de espaço, tais recortes serão socializados em outras publicações.



os sintomas apareceram. Um grupo de cinco mulheres acionou a justiça para requerer indenizações e enfrentaram diversos obstáculos até o desfecho dessa história (DeVille e Steiner, 1997). Na defesa da empresa contra acusações de negligência, um médico, contratado pela companhia, distribuiu resultados falso negativos sobre a contaminação de várias mulheres. Esse médico publicou, inclusive, trabalhos em que suas conclusões negam quaisquer possibilidades de o manuseio dos elementos radioativos ser prejudicial à saúde (Flinn, 1926). O número de mulheres vítimas desse episódio pode ser muito maior do que o registrado e não conseguimos mensurar tal discrepância de dados (DeVille e Steiner, 1997). O gênero também é discussão exemplificada nesse contexto (Lima, 2019). Algumas dessas mulheres, ao terem seus sintomas desvelados, foram depreciadas com insinuações de uma possível vida promíscua, sugerindo que suas doenças seriam, então, sexualmente transmissíveis, como é o caso da sífilis (pode-se questionar se esse diagnóstico existiria caso as vítimas fossem homens). As mulheres que entraram na justiça conseguiram uma indenização para os custos médicos e uma pensão vitalícia. Infelizmente, elas não conseguiram usufruir dessa vitória por muitos anos, pois seu estado de saúde piorava rapidamente (Kovarick, 2002). Seu movimento foi importante pois, a partir de suas ações, mais mulheres foram buscar os seus direitos, inclusive em outras empresas desse ramo nos EUA (Martland, 1929). Concebemos que discutir esse episódio histórico permite construir, junto aos professores em formação, o discernimento sobre a complexidade de interesses e influências que envolvem o desenvolvimento da ciência e também, nesse caso, o conhecimento sobre os efeitos da radioatividade no corpo humano. Por esse motivo, escolhemos a construção de uma narrativa histórica que permita aos educadores a possibilidade de inserir esse episódio em discussões que versam sobre questões de gênero, econômicas, sociais, comerciais, éticas, entre outras.

### **Referenciais Bibliográficos**

Allchin, D. (2013) *Teaching Nature of Science: Perspectives & Resources*. Minnesota: Ships Education Press.

Bagdonas, A. (2015) *Controvérsias envolvendo a Natureza da Ciência em sequências didáticas sobre cosmologia*. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Blum, T. (1924) Osteomyelitis of the mandible and maxillae. *American Dental Association* Ed. Setember. New York.

Cordeiro, M; Peduzzi, L. (2011) Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(3), 3601.

DeVille, K; Steiner, M. (1997) New Jersey Radium Dial Workers and the Dynamics of Occupational Disease Litigation in the Early Twentieth Century. *Mo. L. Rev.*

Flinn, F. (1926) Radioactive material an industrial hazard. *Journal of the American Medical Association* Ed. June. New York.

Forato, T. (2009) *A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. Tese de Doutorado em Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Forato, T; Bagdonas, A; Testoni, L. (2017) Episódios históricos e natureza das ciências na formação de professores. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Sevilla.

Hoffman, F. (1926) Radium (mesothorium) necrosis. *Journal of the American Medical Association* Ed. July, Newark, N. J; EUA.

Kovarik, B. (2002) The Radium Girls. In *Mass Media and Environmental Conflict*. Recuperado em 07/01/2021 às 16:17. <https://www.rst2.org/ties/radon/ramfordu/pdf/Files/The%20Radium%20Girls.pdf>.

Lima, R; Pimentel, L; Afonso, J. (2015) Passando em revista a segurança e a radioatividade no início do século XX. Artigo de Opinião. *RQI* 1º trimestre. Brasil.

Lima, I. (2019) *Lise Meitner e a Fissão Nuclear: caminhos para uma narrativa feminista*. Tese de Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

Martland, H. (1929) Radium Poisoning. *Monthly Labor Review*, 28(6), 20-95.

### **33. UMA PROPOSTA PARA O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO FÍSICA NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA ATIVIDADE**

Álvaro Leonardi Ayala Filho  
Universidade Federal de Pelotas  
[ayalafilho@gmail.com.br](mailto:ayalafilho@gmail.com.br)

A Teoria da Atividade surge a partir da proposta de Leontiev (1978), discípulo e parceiro intelectual de Vygotsky, de analisar a atividade humana em termos um conjunto de categorias que permite estruturar esta atividade dentro da diversidade do agir. Para Leontiev, o que caracteriza uma Atividade é a necessidade ou demanda que a gera e que deve ser suprida. Por sua vez, o motivo da atividade se configura a partir de uma perspectiva teleológica que relaciona a necessidade a um fim, o que exige a consciência, por parte do agente, da conexão entre necessidade e fim. O motivo está ligado à representação dos resultados possíveis a serem alcançados. Outro elemento constitutivo da Atividade é a ação. Na ação ocorre a modificação do objeto (ou objetos) alvo da ação. Leontiev (1978, p. 297) caracteriza a ação como “um processo cujo motivo não coincide com seu objeto”. Assim, o motivo pertence à Atividade e não à ação, mas os objetivos são vinculados à ação. A ação, no interior de uma Atividade, pode ser realizada de diferentes formas, dependendo dos recursos disponíveis. Estas diferentes formas de execução são chamadas de operações. Assim, a ação é caracterizada por um ou mais objetivos, quanto a operação é caracterizada pelos meios ou recursos disponíveis. As ferramentas utilizadas em uma operação são recursos que fazem parte da cultura material ou da cultura simbólica de um grupo.

Pensar o conhecimento na perspectiva da Teoria da Atividade leva a entendê-lo como uma ferramenta necessária para qualificar a ação humana sobre a natureza. Na atividade de formação do conhecimento, na sua evolução histórica, existe um momento em que um determinado conceito ou rede de conceitos é objeto da ação consciente. Este é o momento em que o conhecimento é elaborado e as redes que interligam os conceitos são estabelecidas. Em um momento subsequente, esse conhecimento elaborado, que já foi sujeito da ação consciente, passa a ser um instrumento para a realização de outra ação. Esta outra ação pode ser a própria expansão da rede conceitual, com a criação de novos conceitos, ou pode ser alguma ação prática que se valha do conceito ou rede de conceitos como instrumento de ação e não objeto de ação. De objeto de ação, o conhecimento passa a ser um recurso para a realização de outras ações. É importante ressaltar que todo conceito científico é produto de uma ação que objetivava resolver um problema. Assim, o conceito científico tem, no seu processo histórico formação, uma dimensão operacional.

A abordagem da Teoria da Atividade evidencia uma contradição básica que temos que enfrentar no processo de educação: a importante diferença entre o contexto sócio histórico onde o conhecimento foi produzido, que lhe dá significado histórico e que nos é acessível através da história da ciência, e o contexto sócio histórico onde esse conceito será assimilado pelas novas gerações. Esta diferença de contexto torna-se um fator limitante na construção do significado do conceito, pois muitas relações conceituais que são produzidas na atividade de pesquisa podem ser desconsideradas, ou mesmo negadas, na atividade de estudo que será desenvolvida pelos estudantes.

Procurando superar esse dilema, acompanhamos a proposta apresentada por Davidov (1988) que propõe que o processo de assimilação seja promovido através de uma atividade discente que, de alguma forma, seja semelhante às atividades historicamente situadas que deram origem ao conhecimento a ser assimilado.

Neste trabalho, apresentamos uma proposta de organização das atividades discentes que busca estabelecer essa relação de similaridade entre a atividade

desenvolvidas pelos estudantes e a atividade histórica que deu origem aos conceitos a serem assimilados. Vejamos os elementos que dispomos para formular esta proposta de uso da História da Ciência no Ensino na perspectiva da Teoria da Atividade. Estes elementos são:

1. Todo conceito ou rede de conceitos é um produto da atividade humana sobre o mundo no sentido dado pela Teoria da Atividade;
2. Todo conceito ou rede de conceitos é formulada em um processo onde estes conceitos são objeto de uma ação consciente e voluntária, movidos pela necessidade de resolver um problema específico;
3. Todo conceito ou rede de conceitos tem uma dimensão operacional, ou seja, surgiram para resolver um ou mais problemas específicos;
4. Estes problemas são definidos em um contexto histórico-científico que envolvem também conceitos de caráter geral, como conceitos ontológicos, cosmológicos e até metafísicos;
5. Para que se entenda completamente um conceito é necessário considerar o seu processo histórico de formação, ou seja, é preciso entender não só a sua evolução histórica, mas também, e principalmente, a evolução histórica dos problemas científicos que impulsionaram sua formulação;
6. Para que ocorra a assimilação de conceitos, não basta que os estudantes estudem a evolução desses conceitos, mas é primordial que sejam agentes de atividades que guardem similaridade com aquela atividade humana que deu origem a esse conceito;

A partir desta análise, podemos sintetizar os elementos de uma atividade de estudo que será desenvolvido em uma disciplina:

1. O elemento central da abordagem serão as ações conscientes e voluntárias realizadas pelos estudantes dentro da atividade de estudo;
2. A atividade de estudo será orientada pela história da ciência. No entanto, a primazia não será dada à evolução dos conceitos em si, mas sim será dada à história dos problemas cujas busca de soluções levaram a formulação dos conceitos;
3. A atividade de estudo será composta de três diferentes tipos de tarefas:
  - a. Tarefas que correspondem à leitura e elaboração de resenhas de textos históricos onde os cientistas apresentam os problemas, formulam seus pressupostos teóricos e propõem soluções aos problemas a partir desses pressupostos;
  - b. Tarefas de elaboração de sínteses sobre as generalizações e princípios propostos pelos cientistas na solução dos problemas;
  - c. Tarefas em que os estudantes devem solucionar situações problemas similares àquelas contidas nas situações enfrentadas pelos cientistas, articulando os conceitos produtos das sínteses do item b.

As tarefas de solução de situações problema serão realizadas em pequenos grupos. Estas tarefas serão apresentadas em sequência aos estudantes, de tal forma que estes poderão fazer um controle sobre a correção de suas soluções, comparando constantemente suas ações com os princípios resumidos no item b. Em todo esse processo, o papel do professor será conduzir o raciocínio dos estudantes usando o recurso maiêutico de perguntas subsequentes, sem dar respostas, mas ajudando os estudantes a achar suas próprias soluções.

Esta proposta está sendo implementada no programa de uma disciplina de primeiro semestre de um curso de Licenciatura em Física tendo como conteúdo básico os problemas físicos gerados pela Revolução Copernicana e enfrentados por Galileu no seu livro *Diálogos* GALILEI, (2004). Em uma oportunidade futura pretendemos apresentar os resultados deste trabalho.

## Referenciais Bibliográficos

DAVIDOV V. V.(1988). El desarrollo psíquico de los escolares de menor edad en el proceso de la actividad de estudio. In: DAVIDOV, V. V. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica teórica y experimental*. (pp 192-242) Moscú: Editorial Progreso.

GALILEI, G. (2004). *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. 2. ed. São Paulo: Discurso Editorial; Imprensa Oficial.

LEONTIEV, A. N. (1978.) *O Desenvolvimento do Psiquismo*. Lisboa: Livros Horizontes

### 34. “O HOMEM ERRA PORQUANTO SE EMPENHA” VALORES, MÉTODOS E EVIDÊNCIAS EM UMA NARRATIVA SOBRE A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

Rodrigo Guimarães Soares  
UFSC  
[rodrigosoares.rgs@gmail.com](mailto:rodrigosoares.rgs@gmail.com)

Marinês Domingues Cordeiro  
UFSC  
[marines.cordeiro@ufsc.br](mailto:marines.cordeiro@ufsc.br)

“Um ato de desespero” é a citação mais comumente lembrada de Planck acerca de seu postulado. Não sem razão: ela é representativa da qualidade simultaneamente chocante e elucidativa do *quantum* de ação. Até mesmo os físicos se impressionam, rejeitam ou questionam seus próprios desenvolvimentos; muitas vezes uma teoria ou hipótese pode ser amplamente aceita por seu significado pragmático, embora seu estatuto ontológico permaneça âmbito de dúvidas. Por sua ênfase em um sentimento (e, diga-se de passagem, não qualquer sentimento, mas o desespero), a expressão pode também evocar o papel de aspectos subjetivos, emocionais e, portanto, tradicionalmente considerados irracionais, para caracterizar a história da resolução do problema do corpo negro. A citação pode se constituir no portal que parece se abrir ao mundo da física quântica, ao preço da renúncia à solidez da pretensa racionalidade da física clássica. É interessante, portanto, que a conferência ministrada por Planck (1967) por ocasião do recebimento do Prêmio Nobel (laureado em 1918, mas cuja conferência foi professada apenas em 1920), possa indicar justamente o contrário: os caminhos tortuosos trilhados pela comunidade científica, por mais desesperadores que pareçam ser, podem ser vistos como simbólicos de um processo racional. À luz do modelo triádico de justificação de Laudan (1984), a trajetória aparentemente errante narrada por Planck em 1920 pode ser compreendida como a jornada mais racional que se pode empreender ante as adversidades causadas pela subdeterminação dos métodos, das teorias e dos objetivos da ciência pelas evidências fatuais. Também compreendido como modelo reticulado - pois interpreta as relações entre métodos, teorias e objetivos na forma de uma rede - o sistema de justificação de Laudan é sua resposta ao problema da onipresença da subdeterminação na atividade científica. Para ele, ela não é marca de irracionalidade; pelo contrário, o empenho dos cientistas para encontrar a teoria axiologicamente melhor suportada pelas evidências e pelos métodos é simbólica da racionalidade. A Conferência Nobel de Planck é um sólido exemplo do tipo de justificação proposta por Laudan. Na aula, ele revela que, apesar de a expressão matemática que desenvolveu ser ajustada e adequada empiricamente para afinar-se bem tanto para o domínio de baixas frequências, como para altas, ela parecia um refúgio computacional felizmente escolhido. Para ele, era essencial elucidar o “verdadeiro” caráter físico da fórmula. Se, na primeira parte de sua pesquisa, trilhou um caminho de afastamento da mecânica estatística, a partir da busca de tal sentido “real” Planck se reaproxima desta área de investigação ao considerar uma conexão entre a entropia e a probabilidade. Planck argumenta, então, que a determinação dos valores absolutos da entropia e da energia poderia possuir valor prático e ser útil para a formulação de leis gerais. Com isso, obteve-se um relativamente simples método combinatório para o cálculo da probabilidade de uma distribuição de energia específica, em um sistema de ressonadores, que levou justamente à expressão da entropia determinada pela lei da radiação. Neste ponto, Planck revela a satisfação ao receber a concordância e aceitação de Boltzmann, a partir desta nova abordagem ao problema. Interessantemente, a partir

desta nova consideração probabilística, sobressaíram-se duas constantes universais, a de Boltzmann e a que homenageia o próprio Planck (o produto entre a energia e o tempo), estabelecendo, com a última, o *quantum* de ação. Com a introdução de uma constante física universal que resistia às tentativas da formulação de um argumento físico do ponto de vista clássico, ao contrário da interpretação física da constante de Boltzmann, Planck deparou-se, conforme sua narrativa, com duas interpretações possíveis: uma que identifica a adição do *quantum* de ação como mero artifício matemático ou como possuidor de um significado físico real. Embora ele finalize sua aula de 1920 defendendo a quantização da energia, essa não foi sua primeira compreensão das consequências do *quantum* de ação. As idas e vindas narradas por Planck mostram sua reconstrução do processo em que métodos tiveram que ser ajustados aos fatos: por exemplo, sua primeira ideia ao examinar o corpo negro como um composto de osciladores lineares era adequada empiricamente (de acordo com outros pesquisadores) e concordava com sua expectativa metodológica de gerar diferentes espectros de emissão e absorção, o que se mostrou infrutífero. Contudo, essa mesma compreensão dos osciladores o levou, depois de sua famosa interpolação, a mergulhar na mecânica estatística para compreender o fenômeno que acabara de solucionar. Em termos axiológicos, nota-se uma apreciação de Planck pela precisão - sobretudo relativa às medidas das constantes que paulatinamente se mostravam universais naquele estudo. Entretanto, nota-se que esse valor não estava atrelado à definição dos métodos, mas à corroboração de que seu postulado do *quantum* de ação e, conseqüentemente, de seus métodos de investigação, mostravam-se sólidos. Há, portanto, uma rede entre as justificações para as escolhas fatuais, metodológicas e axiológicas de Planck nos sinuosos caminhos trilhados por ele. O próprio caminho, aliás, foi a primeira dessas escolhas, de natureza metodológica: a opção por não abordar o problema do corpo negro a partir da teoria do elétron, por não confiar nela - ou seja, por não considerar aquela uma escolha fatural suficientemente sólida para o problema. Uma frase de Planck, em suas memórias póstumas - a de que velhos paradigmas morrem junto com seus últimos defensores - foi usada por Kuhn para defender a incomensurabilidade entre matrizes disciplinares. Talvez essa possa ter sido uma das maneiras de Planck ver o mundo; entretanto, não é a visão que ele expressa em sua Conferência. Historiograficamente, é essencial que entendamos o texto analisado dentro do seu contexto: é uma conferência, ministrada quase duas décadas após a publicação de seu trabalho, em que o cientista foi convidado a se narrar após a consolidação de suas descobertas. É, naturalmente, um objeto histórico contextualmente caracterizado - mas qual não seria? (Kragh, 2001) - que preza pela racionalização e, por isso, se adequa perfeitamente à rede triádica de justificação de Laudan (1984). Afinal, verbalizar um esquema de pensamento é um ato que demanda racionalização e o encadeamento lógico - e nesse sentido, quase todos os documentos científicos terão essa característica. Enfim, ao parafrasear Goethe asseverando que o homem erra porquanto se esforça, Planck enfatiza que os caminhos da interação com as evidências e hipóteses não são diretos, não dependem de árbitros inequívocos (e elusivos) como os métodos e os objetivos da ciência. Inadvertidamente, nos convida a pensar o errar - tanto no sentido de enganar-se, quanto no de andar sem rumo definido - e o narrar-se como atos intrínsecos à racionalidade humana, porque compostos de ajustes inesperados, mas sempre oportunos, entre expectativas, métodos e interpretações.

### **Referenciais Bibliográficos**

Kragh, H. (2001). *Introdução à Historiografia da Ciência*. Porto: Porto Editora.

Laudan, L. (1984). *Science and values: the aims of science and their role in scientific debate*. Berkeley, Los Angeles: University of California Press.

Planck, M. (1920, 1967). The Genesis and Present State of Development of the Quantum Theory. In: *Nobel Lectures, Physics 1901-1921*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company.



## 35. RECONSTRUÇÃO DA HISTÓRIA DO EFEITO FOTOELÉTRICO: IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA

Alexandre Jurandir Aparecido  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Universidade Federal de Uberlândia  
[alexandre.aparecido150@gmail.com](mailto:alexandre.aparecido150@gmail.com)

Débora Coimbra  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Universidade Federal de Uberlândia  
[debora.coimbra@ufu.br](mailto:debora.coimbra@ufu.br)

O efeito fotoelétrico constitui uma parte importante do currículo de Física do ensino médio, sendo o assunto tratado nos livros didáticos como meio introdutório à teoria quântica. É também um bom exemplo de como uma nova teoria demonstra seu poder heurístico sendo proposta a explicar dados experimentais existentes. Mas, apesar do reconhecimento de que Einstein propôs em 1905 uma explicação plausível para o efeito fotoelétrico baseado na teoria quântica, os livros didáticos não apresentam qualquer esforço em esclarecer que essa explicação foi rejeitada pela comunidade científica por aproximadamente 20 anos. Mesmo Einstein tendo recebido o prêmio Nobel de Física em 1921 pelo reconhecimento, em particular, de suas contribuições à explicação do efeito fotoelétrico, em 1924 Millikan expressou sérias reservas aos quanta de luz e Thompson relutava em aceitar a teoria quântica ainda em 1925. Mais relevante e surpreendente ainda é o conhecimento da oposição de Max Planck que resguardou sua aprovação até quase o ano de 1913. Contrapondo a controvérsia acerca do estabelecimento da teoria, apresentada nesta reconstrução da história do efeito fotoelétrico, a sequência: Lei da radiação de Planck → equação de Einstein para o efeito fotoelétrico → átomo de Bohr → efeito Compton - frequentemente apresentada nos livros didáticos para o entendimento da quantização de energia, fomenta um falso respaldo para a teoria quântica que pode imprimir nos estudantes uma visão rígida, simplista e dogmática da Ciência. Ao longo da segunda metade do século XIX, a luz era considerada uma onda que se propagava em todos os meios permeáveis. Propriedades como a difração, interferência e polarização convenciam os físicos de que luz visível monocromática consistia em oscilação transversal periódica. Entre 1898 e 1912, a maioria dos físicos pensava que os raios-X eram impulsos se propagando através do campo eletromagnético e isto era considerado compatível com a teoria ondulatória da luz. O efeito fotoelétrico é geralmente considerado como um produto da demonstração experimental de ondas eletromagnéticas realizada em 1887 por Hertz. Previamente, em 1883, Hertz havia demonstrado que raios catódicos eram um tipo de onda no éter, similar à luz. Mais tarde, em 1897, Thomson demonstrou conclusivamente que raios catódicos consistiam em partículas carregadas (elétrons). Em 1889, dois anos após a descoberta de Hertz, o efeito fotoelétrico assumiu um significado importante para muitos cientistas em diferentes partes da Europa que consistia nas seguintes observações: a iluminação de uma placa de metal com luz ultravioleta geraria um fluxo de partículas negativamente carregadas da placa. A natureza da corrente fotoelétrica não estava clara e conduziu a controvérsias consideráveis. Lenard, que era especialista em raios catódicos, compartilhava da visão de Hertz de que tanto os raios catódicos como os raios-X eram, ambos, ondas no éter. A partir de 1902, Lenard conduziu importantes experimentos sobre o efeito fotoelétrico e suas contribuições podem ser resumidas por Wheaton (1978, p. 299) nos seguintes termos “Lenard revelou o surpreendente fato de que a máxima velocidade na qual os elétrons são ejetados pela luz

ultravioleta é totalmente independente da intensidade da luz”. Este resultado o convenceu de que não poderia haver a transformação da energia da luz em energia cinética no elétron. Em vez disso, propôs que os elétrons no átomo já possuíam as suas velocidades fotoelétricas, ou a energia potencial equivalente, em razão da sua posição no sistema atômico. “A luz apenas engatilha o lançamento de elétrons específicos; não adiciona energia a eles”. As maiores críticas à hipótese gatilho se davam à ausência de uma influência da temperatura no efeito fotoelétrico. Einstein propôs em 1905 que a luz se comportaria como uma corrente de unidades de energia localizadas e independentes, que ele denominou quanta de luz. De acordo com Einstein, um elétron em um átomo receberá energia de apenas um quantum de luz por vez. Portanto, luz monocromática de frequência  $f$  pode conceder a elétrons apenas energia  $hf$ , sendo  $h$  a constante de Planck. Se alguma pequena parte  $W$  desta energia deve ser usada para desprender o elétron do próprio metal, todos os elétrons de carga  $e$  e lançados serão paralisados por um potencial de desaceleração  $P$ , conforme  $\frac{1}{2}mv^2 = Pe = hf - W$ . A previsão de Einstein de que o potencial de paralização “deveria ser uma função linear da frequência da luz incidente, quando plotada em coordenadas cartesianas, e a sua inclinação deveria ser independente da natureza da substância investigada” se tornou o pilar do programa de pesquisa de Millikan. Curiosamente, a hipótese de Einstein também explicava a hipótese gatilho de Lenard, ou seja, que a velocidade máxima dos fotoelétrons deveria ser independente da intensidade da luz, e a energia recebida por um elétron dependia da frequência. A hipótese gatilho de Lenard e a hipótese quântica de Einstein consistiam em hipóteses rivais para explicar o mesmo fenômeno experimental. No entanto, é plausível sugerir que a hipótese quântica de Einstein explicava mais fatos experimentais do que a hipótese gatilho de Lenard, o que à constituía um poder heurístico adicional. Planck tentou interpretar o efeito fotoelétrico sugerindo que a energia da luz não é transformada em energia cinética; esta última já existe dentro do átomo. Millikan reconheceu a validade da equação fotoelétrica de Einstein, mas questiona a subjacente hipótese do quantum de luz “Foi em 1905 que Einstein fez a sua primeira ligação entre o efeito fotoelétrico e alguma forma de teoria quântica levando adiante a corajosa, para não dizer descuidada, hipótese de um corpúsculo eletromagnético de luz de energia  $hf$ , que era transferida por absorção ao elétron”. Neste trabalho em andamento, como proposto no artigo de Niaz et al., exploramos esta controvérsia com o objetivo de contribuir para ensino do efeito fotoelétrico e da introdução à teoria quântica a partir de uma visão mais humana do fazer científico. Da Silva e Errobidart (2015), em seu levantamento sobre o ensino desse efeito na educação básica no período de 2000 a 2014, catalogaram sete artigos de um total de 41 como relacionando aspectos da história e filosofia da ciência (HFC) ao efeito, desde a utilização de estratégias como a transposição didática de surpresas históricas, nesse caso em relação à empreitada desbravada por Millikan em quase dez anos de trabalhos experimentais; até trabalhos acerca da sociedade alemã no início do século XX. Os autores elencaram “a maior quantidade possível de informações sobre a história que envolve a explicação do efeito fotoelétrico, conseguindo assim um relato sem distorções históricas, conceitualmente errôneo ou descontextualizado (Da Silva, & Errobidart, 2015, p. 626). Em outra categoria, os autores relacionam relatos de experiências de ensino encontrados em 3 trabalhos, discutindo a natureza quântica da luz e uma experiência de júri simulado. Num trabalho recente, Da Silva Jr. e Coelho (2020) relatam uma experiência de ensino investigativo tendo como suporte material escrito, experimento realizado com um relé fotoelétrico e utilização de um simulador computacional. Os autores implementaram uma sequência investigativa de ensino constituída de seis aulas aplicadas junto a uma turma do segundo ano do ensino médio de uma escola de educação científica e tecnológica. Em relação ao ensino com aportes de HFC, da Silva e Errobidart apontam a inexistência de trabalhos que abordem em detalhes a história do efeito fotoelétrico (2015, p. 630). Pretendemos suprir essa lacuna e investigar como estudos

teóricos sobre a estrutura da matéria corroboraram a compreensão da função trabalho dos diferentes materiais que apresentam o fenômeno.

### **Referenciais Bibliográficos**

Da Silva, R. S. & Errobidart, N. C. G. (2015). Sobre as pesquisas relacionadas ao ensino do efeito fotoelétrico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3), 618-639. Doi: 10.5007/2175-7941.2015v32n3p618

Da Silva Júnior, J. M.; Coelho, G. R. (2020). O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(1), 51-78.

Niaz, M., Klassen, S., McMillaN, B. & Metz, D. (2010). Reconstruction of the History of the Photoelectric Effect and its Implications for General Physics Textbooks. *Science Studies and Science Education*, Doi: 10.1002/sce.20389

Wheaton, B. R. (1978). Philipp Lenard and the photoelectric effect, 1889 – 1911. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 9, 199 – 322.

Wheaton, B. R. (1983). *The tiger and the shark: Empirical roots of wave-particle dualism*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

## 36. O ENSINO DE FÍSICA E A PRÁTICA DA FÍSICA: APROXIMANDO ESSAS DIMENSÕES À FILOSOFIA DE MODELOS CIENTÍFICOS NO CASO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS

João Pedro Ghidini

Instituto de Física - Universidade de São Paulo (IFUSP)

[joao.ghidini.silva@usp.br](mailto:joao.ghidini.silva@usp.br)

André Fantin

Instituto de Física - Universidade de São Paulo (IFUSP)

[andre.fantin@usp.br](mailto:andre.fantin@usp.br)

Ivã Gurgel

Instituto de Física - Universidade de São Paulo (IFUSP)

[gurgel@usp.br](mailto:gurgel@usp.br)

Marcelo Gameiro Munhoz

Instituto de Física - Universidade de São Paulo (IFUSP)

[munhoz@if.usp.br](mailto:munhoz@if.usp.br)

Mundialmente, formuladores de políticas públicas, pesquisadores em Ensino de Física, professores e alunos defendem o ensino da Física de Partículas (FP) no ensino médio. Nacionalmente, ela está presente no recente currículo Paulista de forma explícita, já na Formação Geral Básica (São Paulo, 2020). Nesse contexto, perspectivas críticas com relação à natureza do conhecimento ensinado apresentam-se. Ostermann (2020) apontou que uma de suas preocupações é entender aspectos relacionados à Mecânica Quântica pois, na ausência de discussão sobre princípios físicos, no ensino médio, o tema das partículas elementares pode recair num exercício de classificação e memorização de um zoológico subatômico. Internacionalmente, Passon, Zügge e Grebe-Ellis (2019) realizaram um levantamento bibliográfico sistemático da literatura de ensino de FP, incluindo defesas do conteúdo, propostas de ensino e currículos, tecendo críticas à chamada “concepção herdada” (*received view*) da FP. Assim é caracterizada a FP segundo a concepção herdada: parte-se do Modelo Padrão e apresentam-se os quarks e os léptons como “blocos fundamentais” do mundo material; caracterizam-se as interações como trocas de partículas; valoriza-se a visualização das interações, para a realização da qual, por vezes, apropria-se dos Diagramas de Feynman (DF). Hobson (2011) critica essa abordagem e a nomeia como “Lista de Compras” (*Laundry List*). Ao nosso ver, a concepção herdada valoriza aspectos descritivos em detrimento dos fenomenológicos e explicativos, por vezes utilizando-se de atividades lúdicas e inspiradas pela arte (Pasqualini & Pietroni, 2002) que, apesar de seu valor como uma base inicial a partir da qual se pode construir o conhecimento, equivoca-se ao nunca delimitar as metáforas em uso. Em um levantamento anterior (Ghidini & Munhoz, 2020), notamos que os artigos que defendem o ensino da FP apresentam justificativas principalmente baseadas no próprio conhecimento científico (normalmente atrelada à nova compreensão da matéria), além de justificativas sociocientíficas. Em ambos os casos, embora para o primeiro as críticas sejam mais relevantes, é necessário estudar qual é a natureza desse conhecimento dentro da investigação científica e, se há uma descaracterização desse conhecimento no ensino, investigar mecanismos para evitarmos, ainda que de forma parcial. Mecanismos para superar a “visão recebida” da FP se configura como um problema em aberto. Visando solucioná-lo, ressaltamos os Diagramas de Feynman (DF) como um tópico importante, mas entendendo-os como modelos científicos de acordo com a filosofia da ciência

contemporânea, em particular a de perspectiva pragmática (Dutra, 2008; 2013). Em consonância com a proposta, Stöltzner (2017) aponta quatro aspectos dos usos dos DF na prática científica, convergindo com algumas posturas teóricas sobre modelos científicos, em particular a de modelos como mediadores entre teoria-experimento. Essa abordagem converge com pesquisas na área de ensino de ciências que valorizam o papel dos modelos científicos, privilegiando-os como categoria de análise e ferramenta de ensino. O uso dos modelos científicos no ensino de ciências por vezes se baseia na sua importância dentro da prática científica, utilizando-se deles para ensinar principalmente ou secundariamente a Natureza da Ciência (NoS) (Coll, France & Taylor, 2005). Por outro lado, o espectro de possibilidades é amplo, permitindo conciliar preocupações pedagógicas associadas aos conceitos e conhecimentos científicos e a NoS (Gilbert, 2004). Na disputa curricular, por questões práticas características do espaço escolar, determinadas escolhas precisam ser realizadas, então a defesa da abordagem dos modelos no ensino em detrimento da abordagem da teoria perpassa pela boa delimitação das propriedades desses modelos. Aduriz-Bravo (2012) pontua diferentes características associadas a eles, em que destacamos seu papel como *instrumento* para responder perguntas científicas, buscando acomodação empírica e mantendo uma relação de analogia com o fenômeno estudado, incluindo portanto diferentes elementos associados à metodologia científica, podendo acomodar dentro de um mesmo tópico tanto elementos dos conceitos e conhecimentos científicos quanto a NoS. Voltando ao problema de pesquisa, concluímos dos estudos históricos de Kaiser (2005), que a ampla disseminação dos DF na Física, bem como a sua polissemia, têm raiz na sua associação a certas tradições de representação icônica na Física. A concepção equivocada de que os DF são uma forma de representação icônica entre os estudantes é inadvertidamente reforçada pelos livros didáticos de Física Moderna, que evitam uma discussão mais profunda dos usos dessa ferramenta na prática científica. Isso está relacionado à tradição dos livros de “cobrança” de exercícios a cada conteúdo abordado (Tipler & Llewellyn, 2012; Thornton & Rex, 2012). Como um cálculo de espalhamento através de um DF está além do nível de um estudante de graduação, faz-se uso de outros exercícios no lugar, por vezes a replicação do desenho de DF ou a utilização como um esquema para aplicar as leis de conservação e assim “prever” que reação pode acontecer (Van de Berg & Hoekzema, 2006). Nossa proposta vai na contramão dessa tradição, uma vez que adotarmos a literatura de modelos em ensino de ciências e filosofia da ciência aproximamos a pesquisa em FP com seu ensino, evitando os equívocos e problemas da visão recebida, se distanciando da apresentação dos livros didáticos, sendo esses um dos principais focos da distorção promovida.

## Referenciais Bibliográficos

Aduriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos para la educación química. *Educación Química*. publicado en línea el 26 de marzo de 2012.

Coll, R. K., France, B. & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*. 7(2), 183-198.

Dutra, L. H. A. (2008). *Pragmática da Investigação Científica*. Ignácio de Loyola.

Dutra, L. H. A (2013). *Pragmática de Modelos: natureza, estrutura e uso dos modelos científicos*. Ignácio de Loyola.

Ghidini, J. P. & Munhoz, M.G. (2020). Quais os objetivos ao ensinar física de partículas no ensino médio: um estudo baseado em artigos acadêmicos. I Encontro sobre Divulgação e Ensino de Física de Partículas - IPPOG Brasil. Evento online. (comunicação oral)

Gilbert, R. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2, 115-130.

Hobson, A. (2011) Teaching Elementary Particle Physics, part I *Phys. Teach.* 49, 12-5.

Kaiser, D. (2005). *Drawing Theories Apart: The Dispersion of Feynman Diagrams in Postwar Physics*. The University of Chicago Press.

Ostermann, F. *IPPOG-Brasil Live Stream*. 2020. (2h04m14s) Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YxNSKFMLwc8>>. Acesso em 16 de março de 2021.

Pasqualini, P. & Pietroni, P. (2002). Feynman diagrams as metaphors: borrowing the particle physicist's imagery for science communication purposes. *Physics Education*. 37, 324-328.

Passon, O., Zügge, T., & Grebe-Ellis, J. (2019). Pitfalls in the teaching of elementary particle physics. *Physics Education*. 54, p. 1-17.

São Paulo (2020), Secretaria da Educação. Currículo Paulista: etapa ensino médio. São Paulo.

Stöltzner, M. (2017). Feynman Diagrams as Models. Springer Science+Business Media New York, 39(2).

Tipler, P. A., & Llewellyn, Ralph A. (2012). *Modern Physics*. Sixth Edition. New York: W. H. Freedman and Company.

Thornton, Stephen T. & Rex, Andrew. (2012). *Modern Physics for Scientists and Engineers*. Fourth Edition. Cengage Learning.

Van Den Berg, E., & Hoekzema, D. (2006). Teaching conservation laws, symmetries and elementary particles with fast feedback. *Physics education*, 41(1), 47.

## **38. A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A CONSTRUÇÃO DO LABORATÓRIO NACIONAL DE LUZ SÍNCROTRON**

Laís Estevão Moraes

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade  
Federal de Uberlândia  
[lais.moraes@ufu.br](mailto:lais.moraes@ufu.br)

Debora Coimbra

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade  
Federal de Uberlândia  
[debora.coimbra@ufu.br](mailto:debora.coimbra@ufu.br)

Martins, Peduzzi e Ferreira (2012, p.43) apontam que a historiografia da ciência tem como objetivo analisar os episódios e acontecimentos históricos que levaram ao desenvolvimento da Ciência. Os autores reforçam que existem diferentes formas de se abordar a História e Filosofia da Ciência, podendo ser a internalista, ao se analisar os fatores internos, ou externalista, ao se observar os fatores externos que contribuíram para o desenvolvimento científico para fundamentar sua análise histórica. Segundo Burgos (1999), historicamente, o Brasil teve seu desenvolvimento científico e tecnológico tardio se comparado a países desenvolvidos, os maiores avanços na ciência foram impulsionados pelas pesquisas em energia nuclear para fins militares. Em 1997, foi fundado o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) na cidade de Campinas/SP que, de acordo com Velho e Pessoa (1998, p. 198) tinha como propósito o desenvolvimento de tecnologia autônoma. Ainda de acordo com Burgos, diversos fatores externos levaram à mobilização para a construção do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, pois, segundo levantamento apontado pelos autores, no ano de 1981, durante o IV Encontro Nacional da Física da Matéria Condensada, muitos pesquisadores encontravam-se insatisfeitos com o pouco investimento em pesquisa científica no país. No mesmo ano ocorreu uma reunião entre o presidente do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Roberto Lobo, e o então presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Lynaldo Cavalcanti, para discutir a implementação do que na época foi chamado de LNRS “Laboratório Nacional Radiação Síncrotron”. Anos mais tarde teve seu nome modificado por motivos políticos. Inicialmente proposto para ser construído como parte do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), essa empreitada tinha como objetivo a formação de mão-de-obra qualificada em ciência e tecnologia no Brasil, além de visar o aumento do número de pesquisadores em física experimental. Dentre outras justificativas, Velho e Pessoa (1998) relatam a importância do domínio e criação de tecnologia própria, com a produção de instrumentos que não precisariam mais ser importados como super-ímãs e câmaras de vácuo, bem como a realização de estudos avançados sobre Cristalografia e Raio-X. No ano de 1982, Roberto Lobo foi nomeado o coordenador do LNLS, no entanto, ainda não havia sido definida a cidade que receberia o laboratório. As cidades de São Carlos, Rio de Janeiro e Niterói foram as mais cogitadas na época, além da cidade de Campinas, que recebeu a permissão para a construção do laboratório. Em 1985, ocorreu uma reunião com cerca de 221 pesquisadores brasileiros e estrangeiros, para discutir sobre suas perspectivas a respeito da criação de um Laboratório de Luz Síncrotron e suas possíveis aplicações, principalmente na área de cristalografia. Atualmente, sabe-se que luz síncrotron é capaz de penetrar a matéria e revelar características de sua estrutura molecular e atômica. Esses raios possuem diversas aplicações em pesquisas relacionadas

à nanociência, física, química, paleontologia, bioquímica e biologia molecular estrutural. A inauguração do laboratório ocorreu em 1997, no então governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, quatro anos após a parte subterrânea ter sido construída. De acordo com Burgos, ao final da sua construção, observou-se que oitenta por cento de tudo o que constitui o LNLS foi desenvolvido aqui no Brasil, o que gerou empregos e tecnologia, que pôde ser vendida para diversas empresas. Segundo Brum e Meneghini (2002), o LNLS tem como principal desafio consolidar-se nos próximos anos como laboratório científico de classe mundial, aberto, multiusuário e multidisciplinar e, além disso, representa uma grande evolução científica e tecnológica para o desenvolvimento da ciência no país. Para o ensino de Física, considerando o exposto sobre a construção do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, concordamos com Martins (2000) e Silva e Martins (2003) que uma análise histórica sobre os fatos podem contribuir para a compreensão dos fatores que levaram ao desenvolvimento da ciência brasileira ao longo dos anos, e além disso, é uma forma de adquirir conhecimento científico. Esses autores ainda refletem que, a História da Ciência pode agregar e corroborar de forma significativa para melhor compreendermos os conceitos e contextos nos quais a Ciência se desenvolveu, por isso, este trabalho enfoca a História da Construção do LNLS, pois de acordo com Pietrocola, Martins e Forato (2010), a ciência passa por um processo de transformação, juntamente com os contextos históricos, sociais e políticos, logo, não se pode aprender sobre ciência, sem analisar os aspectos que contribuíram para o seu avanço e desenvolvimento, assim, considerando que no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron ondas eletromagnéticas são utilizadas para a detecção de diversas propriedades de diferentes materiais, e esse assunto está previsto na Base Nacional Curricular Comum, uma das formas de incluir e contextualizar o mesmo para alunos do ensino médio, seria apresentando-lhes uma visão dos acontecimentos que precederam a construção do LNLS, enfatizando a sua importância quanto ao desenvolvimento de tecnologia nacional, suas aplicações nas mais diversas áreas da Ciência e de quais formas as pesquisas desenvolvidas no laboratório contribuem para a compreensão dos assuntos estudados em aula, sem desprezar é claro, os fatores históricos e políticos relevantes. Assim, o estudo de radiações eletromagnéticas e interação radiação-matéria no ensino médio contextualizado pelas pesquisas do LNLS, auxiliará a compreensão dos fatos que levaram à implementação do laboratório e à visualização do processo de como a ciência se desenvolve.

## Referenciais Bibliográficos

Brum J. A.; Meneghini, R. *O laboratório nacional de luz síncrotron*. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-88392002000400009](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392002000400009)  
Acesso em: 03/2021

Burgos, M. (1999). *Ciência na Periferia: a luz síncrotron brasileira*. Editora UFJF.

Forato, T. C. M.; Martins, R. A.; Pietrocola, M. (2010). Alguns debates históricos sobre a natureza da luz: discutindo a natureza da ciência no ensino. In: Roberto de Andrade Martins; Lúcia Lewowics; Juliana Hidalgo Ferreira; Cibelle C. Silva; Lilian Al-Chueyr Pereira Martins. (Org.). *Filosofia e história da ciência no Cone Sul*. Seleção de trabalhos do 6º Encontro. 1 ed. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2010, v. 1, p. 616-626.

Peduzzi, L. O.; Martins, A. F.; Ferreira, J. M. (orgs.) (2012). *Temas de História e Filosofia no Ensino*. Natal: EDUFRRN.



Silva, C. C. (2006). *Estudos de História e Filosofia das Ciências*: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Velho L. O.; & Pessoa, O. The decision making process in the construction of the Synchrotron Light National Laboratory in Brazil. *Social Studies of Science*. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/030631298028002001> acesso em: 03/2021

### **39. O ECLIPSE DE SOBRAL EM 1919: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A PROPOSTA EPISTEMOLÓGICA DE LARRY LAUDAN**

Danilo Miranda Rodrigues  
Universidade de São Paulo  
[danilo.rodrigues@usp.br](mailto:danilo.rodrigues@usp.br)

No âmbito dos trabalhos acadêmicos em filosofia da ciência, um posicionamento que já se tornou consensual há mais de meio século é a crítica à concepção cumulativa de progresso. Todavia, a exposição histórica da evolução dos conceitos da Física presente nos variados manuais didáticos ainda reforça, direta e indiretamente, tal percepção, que não resiste a um exame de caso mais pormenorizado. Diversas propostas epistemológicas, especialmente a partir da década de 60 deram passos concretos na formulação do conceito de racionalidade científica e avaliaram formas mais concretas de “contar” a história da ciência. O objetivo deste trabalho é avaliar a concepção de Larry Laudan, um dos filósofos da ciência mais fecundos deste período, sobre o conceito de progresso científico. O episódio que escolhemos para servir de “estudo de caso” sobre algumas das mais famosas teses de Laudan está relacionado com o nascimento da teoria da relatividade e, conseqüentemente, da cosmologia científica moderna: o famoso eclipse total do Sol, ocorrido em 1919 e registrado simultaneamente, na cidade de Sobral do Ceará e na ilha do Príncipe, no Sul da África. Apresentaremos alguns detalhes históricos e biográficos sobre este episódio que consideramos ainda pouco explorado, como o eclipse do Sol observado na Criméia (URSS) em 1914 e como a observação deste fenômeno poderia ter prejudicado a crescente credibilidade da teoria geral da Relatividade, além de uma avaliação dos resultados apresentados por Eddington e seus colaboradores. Posteriormente avaliamos em que sentido a epistemologia de Laudan se adéqua a esse exame histórico e, em alguns aspectos, podemos compará-la com alguns de seus contemporâneos, especialmente Popper, Kuhn e Lakatos. Tal estudo comparativo coloca em destaque uma série de aspectos importantes e, num primeiro olhar, uma importante contradição: se por um lado as propostas epistemológicas precisam resistir ao exame histórico (crítica bastante contundente feita por Kuhn a Popper), por outro lado, nem sempre a história da ciência se mostrou plenamente racional (como enfatizado, por exemplo, por Laudan). Feita essa ressalva, podemos apresentar neste breve resumo uma importante conclusão: o exame desse episódio histórico apresenta uma interessante compatibilidade com a descrição Laudaniana de progresso e mudança científica, especialmente por pôr em relevo um aspecto ressaltado por este autor e quase ignorado por Kuhn e Lakatos: a importância dos problemas conceituais. Dois aspectos sobre esse episódio merecem especial atenção: o primeiro é que o “espírito” original Eddington e sua equipe ao elaborar a expedição consistiu de fato em comparar, por meio deste fenômeno, as teorias de Newton e de Einstein, pondo em dificuldade os defensores de um falseacionismo ingênuo (como batizado por Lakatos) entre uma única teoria e observação. Esse primeiro aspecto, apesar de importante, é lido quase de forma consensual em filosofia da ciência. O segundo aspecto, porém é que, até então, as duas teorias apresentavam conteúdo empírico equivalente. A observação deste eclipse configurou-se um teste decisivo entre as teorias. O ponto, porém, que nos chama a atenção é que já existia uma expectativa de comparação entre as teorias, uma rivalidade entre defensores da tradição newtoniana e da nascente teoria de Einstein, se a construção de tal cenário de rivalidade não foi motivada por problemas empíricos significativos, ela certamente se deu por conta dos problemas conceituais. Problemas de tal natureza parecem ocupar posição mais marginal nas descrições de progresso enquanto “substituição de paradigma” ou “competição entre programas de pesquisa” e a relevância deles é, para Laudan, muito maior. Apresentaremos uma breve descrição destes possíveis cenários e ressaltamos que

nossa proposta não envolve defender uma epistemologia em detrimento de outras, trata-se apenas de um particular exame histórico. Incentivamos, sim, a realização de tantos outros exames como esse e acreditamos que o conhecimento de diferentes concepções de progresso e mudança científica seja extremamente rico para a atividade docente e pesquisa em ensino de Física.

### Referenciais Bibliográficos

Chiappin, J. R. N., & Leister, C. (2015). Duhem como precursor de Popper, Kuhn e Lakatos sobre a metodologia da escolha racional de teorias: da dualidade à triabilidade metodológica. *Veritas: revista de Filosofia da PUCRS*, 60(2).

Dyson, F.W., Eddington, A.S. & Davidson, C.R. 1920, *Philosophical Transactions of the Royal Society, series A* 220, 291-330.

Einstein, A. (1917). Considerações cosmológicas sobre a teoria da relatividade geral. *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie. Sitzungsberichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften*, 142-152.

Einstein, A. (1958). Sobre a electrodinâmica dos corpos em movimento. In: Lorentz, H. A.; Einstein, A. & Minkowski, H. *Princípio de relatividade*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1958 [1905]. p. 47-86.

Isaacson, V. (2007). *Einstein: sua vida, seu universo*, Companhia das letras, 2007.

Jammer, M. (1993). *Concepts of Space: the History of Theories of Space in Physics*. Cambridge: Harvard University Press, 3ª edição.

Kuhn, T. (1975). *Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva.

Lakatos, I. (1979). “O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica”. Lakatos, I; Musgrave, A. (Org.). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Editora Cultrix/Editora da Universidade de São Paulo, 109-243.

Laudan, L. (2011). *O progresso e seus problemas: Rumo a uma teoria do crescimento científico*. Trad. por Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora Unesp.

Martins, R. A. (2001). Como não escrever sobre história da física—um manifesto historiográfico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 23 (1), 113-129.

Popper, K. R. (2010). *Textos Escolhidos*. Org. David Miller. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed PUC-Rio.

Videira, A. A. P. (2019). Henrique Morize e o eclipse solar total de maio de 1919. *Revista Brasileira de Ensino Física*, 41(1), e20190135.

## 40. ASSOCIAÇÃO DE OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM A METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS MODELOS ATÔMICOS: DE DALTON AO MODELO PADRÃO NO ENSINO FUNDAMENTAL

Luciana da Cruz Barros

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/Mestrado Nacional  
Profissional em Ensino de Física – MNPEF

[lucianauepa2010@gmail.com](mailto:lucianauepa2010@gmail.com)

Neste trabalho, expõe-se alguns resultados de intervenções didático-pedagógicas, organizada através de uma Sequência Didática (SD) que envolve o uso de Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA) e Metodologias Ativas (MA), junto a estudantes do 9º ano Ensino Fundamental Anos Finais, para promover a construção do processo de ensino e aprendizagem dos seguintes temas ligados à Física Clássica (FC) e a Física Moderna e Contemporânea (FMC): *Modelos Atômicos de Dalton ao Modelo Padrão*.

Nesta perspectiva, cabe ao professor incorporar os recursos tecnológicos no processo de construção do ensino e aprendizagem dos estudantes, para o desenvolvimento de habilidades desde a educação básica. Assim, desde 1971 quando o ensino de ciências passou a ser obrigatório na educação básica pode-se observar que ministrar tal disciplina é desafiador. Pois, mesmo estando no século XXI, os objetos de conhecimentos (conteúdos) percorridos são os do século XIX. Os estudantes presenciam no seu cotidiano recursos tecnológicos, com o maior grau de desenvolvimento, no entanto, em sala de aula na maioria das vezes estudam os conceitos das tecnologias do século passado.

Além do que foi exposto, cabe ressaltar a importância de se inserir as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), pois a mesma tem tornado-se de suma importância para a construção do processo de ensino e aprendizagem por criarem os ODA, como por exemplo as animações, as simulações; os hipertextos, os mapas conceituais e mentais. Dessa forma, tais recursos tecnológicos tem mostrando-se de grande valor para o processo de ensino e aprendizagem, principalmente a temas ligados a diversas áreas da Física, mas especificamente aos Modelos Atômicos, temática bastante relevante para a compreensão de conceitos ligados a matéria que permite os estudantes perceberem a dinâmica entre a Física Clássica (FC) e a Física Moderna e Contemporânea (FMC) proporcionando aos estudantes uma proximidade dos princípios científicos associados a diversas tecnologias que estão presente no seu cotidiano, na sociedade contemporânea (Greca, Moreira & Hercovitz, 2001).

A construção da SD para o processo de ensino e aprendizagem dos temas foram através dos ODA e das MA (Ensino Híbrido-Sala de Aula Invertida) (Bacich & Moran, 2018; Studart, 2019). Por conseguinte, foram construídos os seguintes ODA (com auxílio dos respectivos *softwares*): **Simulações Computacionais** (*Phet e Vasck*); **Animação Interativa** (*Scratch*); **Mapas Mentais e Conceituais** (*Cmaptools*); **Hipertextos e Questionários Avaliativos** (*plataforma Google G Suite*). Devido a pandemia de *Covid-19*, as intervenções didático-pedagógicas ocorreram de maneira totalmente remota, com 26 alunos de três turmas do 9º ano do Ensino Fundamental da rede pública do interior do Pará. Neste sentido, a SD encontra-se organizada no Quadro 01.

**Quadro 01:** Organização da SD que foi implementada no *site* educativo

<b>Momentos Pedagógicos</b>	<b>Atividades</b>
<b>1º (Carga Horária: 2,5h)</b> <b>Antes da aula</b>	<b>Apresentação do <i>site</i> educativo e realização de atividades:</b> - Questionário objetivo prévio com 10 questões; - Diálogo entre os alunos e professor sobre o tema, buscando uma problematização e gerando questionamentos; - Apresentação de vídeos curtos que exploram conceitos e aplicações, ligados com a temática abordada; - Animação interativa no <i>Scratch</i> ; - Questionário discursivo exploratório com 02 questões.
<b>2º (Carga Horária: 2,5h)</b> <b>Durante a aula</b>	<b>Aula expositiva virtual sobre o tema:</b> - Modelos Atômico: Dalton, Rutherford, Bohr, Modelo Padrão. - Questionário misto (discursivo e objetivo) conceitual com 08 questões. <b>Atividades no <i>site</i> educativo e simulações computacionais (Phet e Vascak):</b> - Questionário discursivo sobre aplicações tecnológicas, com 06 questões.
<b>3º (Carga Horária: 2,5h)</b> <b>Depois da aula</b>	<b>Atividades no <i>site</i> educativo:</b> - Questionário discursivo para o preenchimento dos mapas mentais e conceitual, com 01 questões; - Questionário misto para avaliar as atividades desenvolvidas, com 07 questões;

Fonte: Dados da autora

Mediante ao exposto, os resultados apresentados na Tabela 01 evidenciam que a aplicação da SD proposta, mediada pelo uso das TDIC e dos ODA, associados MA são de suma importância para construção do processo de ensino e aprendizagem, principalmente na parte que tratou-se do contexto histórico dos modelos atômicos para então inserir-se as simulações computacionais. Assim, no decorrer dos encontros das intervenções didáticas-pedagógicas virtuais, principalmente na questão três (03), no qual eles tinham que avaliar o quanto os ODA facilitaram a sua compreensão dos conteúdos em uma escala de 1 a 5, sendo que 1 indica a menor pontuação e 5 a maior.

**Tabela 01:** Percentuais das respostas da avaliação do quanto os ODA facilitaram para a compreensão dos conteúdos ensinados durante as aulas virtuais.

<b>Pontuação</b>	<b>Site Acadêmico</b>	<b>Simulações Computacionais</b>	<b>Animações Interativas</b>	<b>Hipertexto</b>
1	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%
3	8%	8%	4%	0%
4	19%	15%	8%	4%
5	73%	77%	88%	96%

Fonte: Dados da autora

Levando-se em conta o que foi abordado como síntese da pesquisa cabe ressaltar que grandes são os desafios quando trata-se da construção do processo de ensino e aprendizagem ligados a inserção tanto de temas de FC quanto da FMC, apesar dos crescentes avanços identificados na problematização dessa temática, ainda existem barreiras a serem transpostas quanto a sua efetiva implementação nos currículos e nas

práticas educativas em sala de aula, principalmente no que tange a Educação Básica. No entanto, uma questão importante de que os estudantes aprendem todos os dias e, de várias formas pelo fato de que as informações estão disponíveis nos mais variados ambiente. Cabe aos professores mediadores proporcionarem condições para essa ponte entre as informações recebidas junto ao processo de ensino e aprendizagem para produzir os conhecimentos necessários na busca de interpretações das temáticas que englobam a natureza, a sociedade e a tecnologia. Para assim, levá-los a desenvolver-se suas capacidades em comunidade.

### **Referenciais Bibliográficos**

Bacich, L; Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática*. Porto Alegre: Penso.

Greca, I. M.; Moreira, M. A.; Herscovitz, V. E. (2001). Uma Proposta para o Ensino de Mecânica Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23(4), 444-457. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v23n4/v23n4a10.pdf>>. Acesso em 10 de março de 2020.

STUDART, N. (2019). Inovando a Ensinagem de Física com Metodologias Ativas. *Revista do Professor de Física*, 3(3), 1-24. Disponível em: <<http://www.periodicos.unb.br>>. Acesso em 10 de março de 2020.

## 41. A MUDANÇA EPISTEMOLÓGICA NO PENSAMENTO DE ALBERT EINSTEIN: DO EMPIRISMO AO REALISMO

Julia Caroline de Azevedo  
Instituto Federal do Paraná  
[juliacaroline08@gmail.com](mailto:juliacaroline08@gmail.com)

Pollyana Rafaela Manfrin  
Instituto Federal do Paraná  
[rpollyanamanfrin@gmail.com](mailto:rpollyanamanfrin@gmail.com)

Marcia Tiemi Saito,  
Instituto Federal do Paraná  
[marcia.saito@ifpr.edu.br](mailto:marcia.saito@ifpr.edu.br)

A Física constitui-se de uma ciência que busca compreender os fenômenos naturais, enquanto a filosofia, no ramo da epistemologia, em particular, a filosofia da ciência, busca compreender a natureza do conhecimento científico. Porém, pode-se dizer que a Física, em seu processo de desenvolvimento, sempre se dispôs de questões filosóficas e epistemológicas, ao estudar o mundo natural, procurando compreender o seu funcionamento, seus mecanismos e as suas leis naturais. Desta forma, as influências filosóficas de caráter epistemológico podem ser percebidas nos discursos científicos, uma vez que a visão de um cientista sobre a ciência influencia diretamente em seu posicionamento no que diz respeito às interpretações acerca dos fenômenos naturais. Neste sentido, pode-se dizer que os diferentes posicionamentos epistemológicos também estão presentes no desenvolvimento científico, nas posturas e pensamentos sobre o funcionamento da ciência. Com o físico Albert Einstein não seria diferente. Nota-se, em algumas de suas falas, escritos e debates travados com outros cientistas ao longo de sua carreira, que Einstein possuía uma visão acerca da ciência que foi marcada por diferentes posturas epistemológicas. De fato, alguns trabalhos indicam que Einstein passou de uma postura de caráter empirista em relação à ciência para uma postura mais realista, como a obra de Werner Heisenberg, intitulada “Diálogos da física atômica”(1971), onde o cientista discorre sobre um de seus diálogos com Albert Einstein, e, a obra de Albert Einstein intitulada “Como eu vejo o mundo” (1981). Sendo assim, este trabalho tem como objetivo identificar as diferentes posturas epistemológicas adotadas por Einstein em relação à ciência, ao longo de sua carreira. Para isso, pretende-se investigar episódios históricos em diferentes momentos de sua carreira, como fragmentos de diálogos com outros cientistas, debates, características na formulação de suas teorias, etc., que indiquem a sua postura epistemológica naquele momento. O referencial teórico utilizado para a identificação das posturas epistemológicas de Einstein foram as definições de empirismo e realismo presentes no dicionário de filosofia Abbagnano (2007). Segundo este dicionário, o empirismo tem seu significado atrelado às experiências como critério ou norma de verdade, rejeitando o caráter absoluto de uma verdade, pois toda verdade pode e deve ser posta à prova, para que seja verificada, alterada ou até mesmo abandonada. O realismo, por sua vez, tem como característica, a independência do observador com relação ao objeto analisado, ou seja, nesta visão, a realidade existente é independente e as percepções humanas não exercem influência alguma sobre ela. Esta concepção é chamada de tese do realismo ingênuo por G. Schuppe. A metodologia empregada neste trabalho consistiu em, com base no referencial teórico, buscar identificar características destas correntes filosóficas em alguns episódios históricos, como em fragmentos de discursos, diálogos e debates, bem como características na formulação de algumas teorias de Einstein. A partir das análises, foi possível notar características de influência empirista,

principalmente dos filósofos David Hume e Ernst Mach, nas fases iniciais de sua carreira. Essa influência pôde ser observada na sua postura diante do éter, por exemplo. Diferente de seus antecessores, Lorentz e Poincaré, Einstein concordava com o conceito de éter tal como proposto por Maxwell, argumentando que, senão fosse possível medi-lo, não seria necessário considerá-lo. Este argumento está de acordo com as características do empirismo, que defende que toda a afirmação deve ser embasada na experimentação ou observação. Na formulação da sua teoria da relatividade, também sob influência de correntes filosóficas empiristas, o cientista concluiu que o tempo não poderia ser considerado absoluto, uma vez que, também não poderia ser observado. Contudo, anos mais tarde, surgiram situações em que o cientista deixava transparecer características de uma visão de ciência diferente do empirismo e mais próxima ao realismo epistemológico, ao defender uma compreensão da natureza que ia além das observações empíricas. De fato, Einstein, em seu livro “Como eu vejo o mundo” ao citar Hume e afirmar que “O empírico, no conhecimento, jamais é certo”, deixando transparecer uma concepção de ciência, na qual o conhecimento deveria se basear na razão. Também foi possível notar a presença dessa visão sobre ciência nos debates de Einstein com seus contemporâneos sobre a Física Quântica. A partir da segunda metade dos anos 1920, Einstein travou seus famosos debates com Bohr, através de seus conhecidos experimentos de pensamento. Entretanto, as críticas do físico demonstravam não apenas o seu desejo de comprovar insuficiências da Teoria Quântica, mas também suas preocupações com a visão de ciência defendida por Bohr. Na visão de Einstein, a interpretação de Copenhague para a Física Quântica se limitava apenas a observações e experimentos, não se propondo a compreender de fato como os fenômenos microscópicos ocorriam e a sua natureza. Em outra ocasião, durante uma discussão com Heisenberg sobre as órbitas eletrônicas, Einstein aponta algumas limitações em suas ideias, que considerava se restringir apenas a observações empíricas. Heisenberg rebate afirmando que Einstein possuía as mesmas concepções na sua elaboração da relatividade restrita. Então, Einstein reconheceu, de forma humorada, ter compartilhado ideias empiristas, mas que, mais adiante, percebeu que estes princípios não poderiam servir de base para o conhecimento científico. Estas situações indicam que Einstein, de fato, migrou de uma visão de ciência mais influenciada pelo empirismo para uma postura mais voltada ao realismo, em relação ao conhecimento científico. Entretanto, não é possível afirmar o que exatamente causou essa mudança em sua postura epistemológica, isto é, não foi possível encontrar os momentos de inflexão ou ruptura epistemológica em sua visão sobre a ciência. Possivelmente, as situações e discussões com as quais o físico se deparou ao longo de sua carreira o levaram a perceber a necessidade de uma outra forma de enxergar a ciência e o conhecimento científico. Palavras-chave: Filosofia da Ciência, correntes filosóficas, epistemologia, Física Quântica, Albert Einstein.

## Referenciais Bibliográficos

Abbagnano, N. (2007). *Dicionário de filosofia*. São Paulo, SP: Martins Fontes.

Brian, D. (1998). *Einstein: A ciência da vida*. Tradução de Vera Caputo. São Paulo, SP: Ática.

Dionísio, P. H. (2005). Albert Einstein e a Física Quântica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 22, 147-164. doi:<https://doi.org/10.5007/%x>.

Einstein, A. (1981). *Como Vejo o Mundo*. São Paulo, SP: Nova Fronteira.



Fagherazzi, J. O. (2014). *A filosofia e a ciência aproximações e distanciamentos*. Anped Sul, 10, p. 17.

Heisenberg, W. (1971). *Diálogos sobre física atômica*. São Paulo, SP: Verbo.

Leite, A., Simon, S. (2010). Werner Heisenberg e a Interpretação de Copenhague: a filosofia platônica e a consolidação da teoria quântica. *Scientiae Zudia*, 8, 213-241. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ss/v8n2/a03v8n2.pdf>

Moraes, G. H., Karam, R. A. S. (2006). A suposta mudança epistemológica de Albert Einstein. In *Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina* (p.1). Florianópolis, SC

Paty, M. (2008). *Einstein ou a criação do mundo*. São Paulo, SP: Estação Liberdade Ltda.

Pessoa, J. O. (2007-11). *Física Quântica: Entenda as diversas interpretações da física quântica* [Versão digital em Adobe Reader]. Recuperado de <http://opessoa.fflch.usp.br/sites/opessoa.fflch.usp.br/files/Vya-Quantica-Tudo.pdf>

## **42. ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR TECNOLOGIAS EM TEMPO DE PANDEMIA**

Bárbara Adelaide Parada Eguez  
Mestre pelo Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da  
Universidade Federal de Roraima (UFRR)  
[barbaraeguez44@gmail.com](mailto:barbaraeguez44@gmail.com)

Leonilda do Nascimento da Silva  
Mestre pelo Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da  
Universidade Federal de Roraima (UFRR)  
[leonilda30silva@gmail.com](mailto:leonilda30silva@gmail.com)

Maria Sônia Silva de Oliveira Veloso  
Doutora no Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil  
(ULBRA). Coordenadora do Núcleo de Educação a Distância – NEAD da Universidade  
Federal de Roraima (UFRR)  
[soniaufr@gmail.com](mailto:soniaufr@gmail.com)

Este artigo explana a relevância da instrução de acontecimentos da história da ciência como maneira de transmissão de conhecimentos sejam eles com um determinado “conteúdo científico”, assim como chamar também para um debate sobre a “essência da ciência”, pois ambas as temáticas há longos anos vem sendo extensivamente protegidas por pesquisadores do ensino de ciências. O físico e filósofo alemão Ernst Mach (1919), defendia que para haver uma certa compreensão de determinados conceitos teóricos é imprescindível o entendimento do desenvolvimento histórico, isto é, a assimilação é indispensavelmente histórica. Ainda assim na proporção onde reconhecemos existir indagações duvidosas referentes a essência da ciência, é muito comum haver discordâncias na maneira que os docentes, pesquisadores, entre outros estudiosos acreditam ser o ponto de vista ideal em apresentar a ciência para as futuras gerações. Neste contexto apresentamos uma reformulação de argumentações abrangendo discussões referentes a essência da ciência no ensino básico, como centro nas opiniões do chamado ponto de vista consensual, no qual investiga subtrair contestações edificando consensos. Argumentamos que, um pensamento filosófico pluralista é mais apropriado na formação de indivíduos analíticos, em vez de reprimir os aspectos controvertíveis no ensino básico. Para demonstrar uma maneira correta desta abordagem ser levada para o ensino básico, apresentamos um jogo educacional estimulador que utilizou a usabilidade das tecnologias digitais da informação e comunicação no ensino de física no decorrer dos primeiros meses da pandemia da Covid-19, pois segundo Rosa (2020), inesperadamente, sem algum aviso prévio, o isolamento social passou a ser uma regulamentação, pondo em xeque todo uma sistematização educacional tradicional, assinalada por práticas proeminentes a iniciar do século XIX, onde as ferramentas didáticas eram únicas e exclusivas: quadro negro, giz de cera e a voz do docente. Neste contexto a pesquisa traz como principal objetivo demonstrar algumas alternativas de prosseguimento das atividades educacionais especificamente no ensino de física. Visto que houve a necessidade da suspensão das atividades presenciais educacionais no mundo inteiro, surgindo daí adversidades na transmissão de conhecimentos. Neste contexto apresentamos a diferenciação entre ensino remoto emergencial e ensino híbrido, assim como a inserção das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TIDIC), bem como o JAPEA (jogo para auxiliar no ensino aprendizagem), procurando fazer com que o legente compreenda e interatue com tais conceitos e as novas ferramentas. O referencial teórico consistiu nos estudos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel

(2003), assim como a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) de Souza (2004), para resolver os questionamentos surgidos na pesquisa. A física é considerada uma das ciências que assimila o alicerce da progressividade tecnológica da sociedade. Entretanto na sala de aula esta probabilidade não alcança a cabida atenção dos docentes. A vista disto que física é uma disciplina muito criticada por nossos discentes. Segundo Ausubel (2003), pontua que quando acontece a aquisição de uma nova informação correlacionada de uma maneira profunda com outra pré-existente dar-se o nome de aprendizagem significativa. Ainda segundo Ausubel (2003), afirma que a viabilidade para a aprendizagem significativa pode apresentar-se relacionada com a contemporaneidade. Souza (2004), defende que a mediação exerce como um fidedigno dispositivo computacional. Quando falamos sobre dispositivo computacional daí nos vem o termo Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TIDIC), é uma reportagem a usabilidades de notebooks, computadores, tablets e aparelhos smartphones, ou algum outro aparelho que apresenta conexão com a internet destaca (Costa 2015). Outra contribuição foi a de Santos e Caldas (2016), frisam que a utilização das TIDIC na aula de física, correlacionados como o jogo Quis on-line intitulado Kahoot como ferramenta pedagógica motivadora no desempenho dos discentes nos resultados das atividades referentes sobre Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniforme Variado colaborou nas correlações sociais entre os discentes assim como entre docente e discente. Por meio destes feedbacks as respostas dadas aos questionários observaram-se que as TIDIC há muito tempo estão na vida diária dos discentes e que eles almejam usá-las com uma maior regularidade nas aulas de física. Com certeza uma das TIDIC mais utilizada durante a pandemia nas aulas de física foram os smartphones e computadores correlacionados a informações e ao ensino aprendizagem. E como fazer a transmissão de conhecimentos físicos nas aulas on-line? Antes de iniciarmos as aulas on-line fizemos uma breve pesquisa não se equivocar com aulas remotas emergenciais e ensino híbrido. Na visão de Bacich (2016), afirma que o ensino híbrido é uma concepção de ensino e aprendizagem que combina os métodos presenciais na sala de aula com atividades mediadas por computador. Na contextura no ensino híbrido há uma imensa inquietação na prática de incorporar o que acontece de modo remoto e o que ocorre presencialmente, exemplo: transmitir o conhecimento para uma turma de discentes que está on-line no mesmo instante em que o docente ministra aula para outra turma de maneira presencial. Já no ensino remoto emergencial conforme Moreira et al. (2020), pontua que a intermissão das atividades educacionais presenciais, no mundo todo, deu origem a uma migração dos docentes e discentes para experiência on-line, trasladando e sobressaindo metodologias e práticas contemporâneas no ensino de física. Deste modo fica evidente identificarmos que no ano de 2020 as aulas on-line que transcorreram, de modo algum caracterizaram-se como ensino híbrido, e sim como ensino remoto emergencial (ERE). Porque houve uma imprescindibilidade emergencial para dar seguimento ao processo educacional, todos os docentes tiveram de se reinventar na transmissão de conhecimentos. Uma das metas recomendadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais é que os docentes constituam em como fazer a usabilidade de diferenciadas fontes de conhecimentos e ferramentas tecnológicas na edificação de seus conhecimentos. Neste contexto esta pesquisa buscou a usabilidade do JAPEA como uma ferramenta pedagógica em sala de aula na transmissão de conhecimentos de física. Um dos ambientes da pesquisa, ocorreu em uma escola na cidade de Boa Vista – Roraima, com a participação de 15 discente do segundo ano do ensino médio, como também houve a participação do professor titular, e da pesquisadora. Os instrumentos de coletas de dados empregados na pesquisa foram: questionários e observação participante. Esta pesquisa possui características qualitativas, participante. O desfecho desta pesquisa revela que o ensino remoto emergencial é ainda uma desafiação nas atividades pedagógicas na contemporaneidade, que exigem a empregabilidade das TIDIC no ensino aprendizagem e que o educador cada vez mais necessita capacitar-se para atuais metodologias de ensino.

Estas tecnologias empregadas de maneira correta colaboram e transformam o papel do docente e dos discentes, modificando os conceitos de ensino aprendizagem. Nas conclusões evidenciam que o discente buscou uma forma de dar continuidade no processo educacional apesar dos obstáculos enfrentados pela pandemia, expondo que a busca pelo conhecimento também necessita partir do estudante, pois ele é o protagonista neste processo de ensino remoto emergencial.

### Referenciais Bibliográficos

Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.

Bacich, L. (2016). Ensino Híbrido: Proposta de formação de professores para uso integrado das tecnologias digitais nas ações de ensino e aprendizagem. *Anais do XXII Workshop de Informática na Escola (WIE 2016)*, [s. l.], Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/issue/view/157> . Acesso em: 15 abril. 2021.

Costa, N. M. L.; Prado, M. E. B. B. (2015). A Integração das Tecnologias Digitais ao Ensino de Matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. *Revista do programa de pós-graduação em educação matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)*, [s. l.], v. 8, n. 16, 2015. DOI ISSN 2359-2842. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/issue/view/118> . Acesso em: 15 abril. 2021.

E. Mach, *The Science of Mechanics* (The Open Court Publishing Co., Chicago, 1919).

Moreira, J. A. M. *et al.* (2020). Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. *Dialogia*, [s. l.], 34, 351-364. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/17123/8228> . Acesso em: 15 abril. 2021.

Rosa, R. T. N. (2020). Das aulas presenciais às aulas remotas: as abruptas mudanças impulsionadas na docência pela ação do Coronavírus - o COVID-19! *Revista Científica Schola*, Santa Maria (RS), VI (1), 2020. Disponível em: <http://www.cmsm.eb.mil.br/index.php/rev-cient-schola/2-uncategorised/1166-revista-cientifica-schola-issn-2594-7672-volume-iv-numero-1> . Acesso em: 15 abril. 2021.

Santos, G. K. V., Caldas, R. L. (2016). Uso de jogo Quiz on line como ferramenta motivadora na resolução de questões de Física: ensino de Física. *Tecnologias Digitais. Jogos on-line*. Norte Fluminense: [s.n.], 2016. Disponível em: <<http://bd.centro.iff.edu.br>>. Acesso em: 18 abril. 2021.

Souza, B. C. (2004). *A Teoria da Mediação Cognitiva: os impactos cognitivos da hipercultura e da mediação digital*. 282 p. Tese (Doutorado em Psicologia), Orientador: Antonio Roazzi, D.Phil, Centro de Filosofia e Ciências Humanas Departamento de Psicologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

### 43. RECONSTRUINDO DAVID BOHM: ENTRE A PESQUISA E A PEDAGOGIA

Afonso Werner da Rosa  
Programa de Pós-graduação em Educação – Universidade de Passo Fundo.  
[awernerdarosa@gmail.com](mailto:awernerdarosa@gmail.com)

Claudio Almir Dalbosco  
Programa de Pós-graduação em Educação – Universidade de Passo Fundo  
[cadalbosco@upf.br](mailto:cadalbosco@upf.br)

Nathan Willig Lima  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - UFRGS  
[nathan.lima@ufrgs.br](mailto:nathan.lima@ufrgs.br)

Comumente, quando pensamos na relação entre ciência e pedagogia, somos levados a concebê-la a partir de uma “imagem clássica da ciência”, termo cunhado por Renn e Hyman (2012). Para os autores, tal imagem é a que estabelece critérios de distinção entre ciência básica e ciência aplicada, entre a atividade pedagógica educacional e a pesquisa científica. Badino e Navaro (2018) argumentam que essa imagem nos leva a conceber o conhecimento produzido dentro de uma cultura científica como sendo radicalmente diferente das suas disseminações nos demais campos sociais. Ademais, essa imagem clássica cria uma estética da comunidade científica na qual ela é composta por uma estrutura extremamente organizada, regida por uma elite de *experts* que produzem e validam o corpo de conhecimentos que, posteriormente, é transmitido para uma o restante da sociedade. Com isso, grande parte da sociedade não é capaz de compreender completamente os produtos da ciência sem uma reelaboração adequada, fazendo dela incapaz de apresentar um retorno para a comunidade científica (Badino & Navaro, 2018). Isto é, o conhecimento produzido dentro do gênero científico é, de certa forma, inalcançável na sua forma completa para o público em geral, sendo necessário uma reelaboração desse conhecimento a partir do gênero didático. Assim, podemos observar uma espécie de vetor pesquisa-pedagogia, no qual o conhecimento científico é primeiro produzido pela pesquisa e depois vai em direção à pedagogia, por meio da qual é transposto e reelaborado para que possa ser compreendido pelo público de fora da “elite científica”.. Há muitos exemplos, entretanto, indicando que tal relação não é tão linear quanto a imagem clássica faz parecer (Badino & Navaro, 2018). Isto é, há casos em que o gênero didático não somente se antecipa como também direciona o gênero científico. Com objetivo de caracterizar um desses episódios, analisamos a trajetória de David Bohm como cientista e como educador, buscando elucidar as características de seus enunciados em ambos gêneros discursivos a partir da Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin (Lima, 2019).

David Joseph Bohm (1917 – 1992) foi um físico estadunidense responsável por elaborar uma interpretação causal para a mecânica quântica em termos de variáveis ocultas, além de significativas contribuições para o estudo do Plasma e da eletrodinâmica quântica. Posteriormente, Bohm rompe com a visão materialista-marxista e, com isso, abandona sua interpretação causal, dedicando-se exclusivamente à investigação em torno de uma nova ordem na Física. Para Bohm, o universo se movimentava como uma totalidade, assim, o que observamos diretamente é uma *ordem explícita*, ou explicada, como a imagem formada por um holograma. No entanto, essa ordem explicada é oriunda de uma ordem de grau mais fundamental, a *ordem implícita*, ou implicada. Mesmo abandonando a causalidade, Bohm continua a argumentar em favor de interferências não-locais para

sistemas individuais. Após tomar conhecimento dos trabalhos de John Bell, e, com isso, uma forte evidência em favor da não localidade, Bohm passa até seus últimos dias buscando por uma interpretação ontológica para a mecânica quântica que relacione suas ideias originais de causalidade e variáveis ocultas com suas concepções de totalidade indivisível e ordem (Freire Jr., 2019). Junto de sua trajetória na Física teórica e nos fundamentos da Física, Bohm foi professor nas Universidades de Princeton, São Paulo e Londres, além de ministrar diversas conferências e seminários ao longo de sua vida. No período em Princeton, Bohm leciona a relativamente recém formada mecânica quântica para alunos de pós-graduação, para se preparar para as aulas, Bohm elabora detalhadas notas contendo todo o conteúdo a ser trabalhado. Estas notas foram posteriormente compiladas em um livro didático, o qual introduz a teoria quântica a partir da correspondência com a física clássica, focando na argumentação de forma organizada e estruturada, na discussão experimental e nas inter-relações entre as teorias físicas. Além disso, Bohm separa a formulação física da teoria quântica da sua formulação matemática, sempre preocupado em construir uma imagem física da realidade quântica. Morando no Brasil, devido a perseguição política sofrida nos EUA, logo após publicar sua interpretação causal, Bohm traz a necessidade de se interpretar a Física para os físicos brasileiros, trabalhando em conjunto com a primeira grande geração de físicos do país. Posteriormente, principalmente a partir de discussões com pensadores místicos como J. Krishnamurti, Bohm busca discutir e explicar a realidade física a partir das concepções já mencionadas de totalidade indivisível e ordem implicada. Nas notas de Bohm, podemos observar suas preocupações em englobar a consciência na totalidade do universo, buscando estabelecer relações entre o mundo natural e a consciência humana. Além disso, também se observa suas reflexões acerca do diálogo, da criatividade e da própria existência. Ao longo da vida de Bohm, sua atuação científica esteve intrinsecamente ligada à sua atividade pedagógica, podemos observar nos seus escritos da década de 40 suposição a respeito das suas teorias posteriores, como a possibilidade de variáveis ocultas não locais, algumas noções iniciais de ordem e totalidade, a atenção dada a conceitos de continuidade e a preocupação com a construção de modelos e imagens físicas da realidade quântica.

Em uma análise preliminar, ainda no contexto de uma primeira aproximação ao trabalho de Bohm, interpretamos o seu livro didático “Quantum Theory” (1951) e o artigo sobre variáveis ocultas (1952a;1952b). Somente com essa primeira aproximação, identificamos que a influência entre o gênero científico e didático nos trabalhos de Bohm possui uma direção dupla. Isto é, por um lado a apresentação didática da Teoria Quântica a partir da concepção hegemônica (Interpretação de Copenhague) em seu livro didático (1951), permitiu que Bohm identificasse as lacunas a serem superadas na construção de uma teoria coerente – o que daria origem à sua teoria das variáveis ocultas (1952a; 1952b). Por outro lado, a postura científica de Bohm e as incoerências que ele observava durante suas atividades tiveram impacto na sua prática pedagógica, fazendo com que ele levasse para a docência não apenas os resultados produzidos pela comunidade científica, mas, também, o caráter argumentativo e investigativo exigidos por ela – o que difere consideravelmente da estrutura composicional dos livros de Física Quântica contemporâneos.

## **Referenciais Bibliográficos**

Badino, M. Navarro, J. (2017). Pedagogy and Research. Notes for a Historical Epistemology of Science education. In M. Badino & J. Navarro (eds.), *Research and Pedagogy: A History of Quantum Physics through Its Textbooks* (pp. 3–18)

Bohm, D. (1951) *Quantum Theory*. New York: Prentice-Hall

Bohm, D. (1952a). A suggested interpretation of the quantum theory in terms of hidden variables-I. *Phys. Rev.* 85(2), 166–179

Bohm, D. (1952b). A suggested interpretation of the quantum theory in terms of hidden variables-II. *Phys. Rev.* 85(2), 180–193

Lima, N. Nascimento, M. Ostermann, F. Cavalcanti, C. (2019) A Teoria do Enunciado Concreto e a Interpretação Metalinguística: Bases Filosóficas, Reflexões Metodológicas e Aplicações para Estudos das Ciências e para a Pesquisa em Educação em Ciências. *IENCI.* 24(3), 258-281.

Renn, J. Hyman, M. (2012). The Globalization of Modern Science. In J. Renn (ed.), *The Globalization of Knowledge in History* (pp. 561-604). Berlin: Edition Open Access.

Freire Jr, O. (2019). *David Bohm: A Life Dedicated to Understanding the Quantum World*. Berlin: Springer, 2015.

## 45. A RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA FÍSICA NA VISÃO DOS LICENCIANDOS VIA A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

João José dos Santos Alves  
UFRRJ/ICE-DEFIS  
[joaoalves@ufrj.br](mailto:joaoalves@ufrj.br)

Eduardo Viana de Souza  
UFRRJ/ICE-DEFIS  
[eduardovianaufrrj@gmail.com](mailto:eduardovianaufrrj@gmail.com)

Saber o que os alunos pensam sobre um fenômeno físico durante uma aula em que o referido fenômeno é abordado, e a partir disso elaborar estratégias que possam auxiliá-lo na assimilação desse conteúdo, pela modificação dos subsunçores na sua estrutura cognitiva, constituem aspectos relevantes da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (Moreira, 2001). Segundo a teoria, o aprendiz é a peça fundamental na medida em que havendo predisposição para aprender, deve participar ativamente no processo de construção do próprio conhecimento. O aluno possui um conjunto de conhecimentos construídos no seu cotidiano, concepções alternativas, os chamados subsunçores que serão modificadas sob a orientação do professor. Dessa interação entre o conhecimento empírico e o científico encontrado na escola, os subsunçores iniciais vão se modificando e a aprendizagem significativa se efetivando. A importância dessa teoria junto a um curso de formação docente, no caso específico de licenciatura em Física, torna-se importante uma vez que esse futuro professor precisa se embasar teórica-experimentalmente e se munir de estratégias/metodologias visando alcançar a aprendizagem significativa. Entre os diferentes recursos de que o professor possa utilizar, aponta-se para o reconhecimento da importância da História e Filosofia da Ciência (HFC) nas práticas pedagógicas. Diferentes estudos que abordam a necessidade de incorporar os conhecimentos da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino, refletem a existência de um consenso entre os autores. Os argumentos que fundamentam os pilares dessa defesa são diversos. Matthews, (1995), Gatti (2004) e Bastos (2014) destacam a importância da HFC na formação crítica dos estudantes. Chicóira et al (2015) apontam que o enfoque na HFC traz aspectos relevantes para a compreensão dos fenômenos e se constitui num possível caminho no processo de aprendizagem ao instigar no aluno uma visão próxima da ciência desfazendo o estereótipo de que ela é imutável, como apontam alguns livros didáticos. A preocupação com diminuição da quantidade de erros nos livros vem despertando o interesse de Junior (2017) que alerta para a necessidade de haver um intenso e aprofundado diálogo entre os autores desses livros no sentido de melhorar o conteúdo, visando favorecer a transmissão de uma visão adequada sobre a natureza da Ciência adquirida através da História. No entanto, apesar desse consenso em relação ao potencial da HFC na aprendizagem do aluno, segundo Bastos (2014), muitos docentes não incluem essas contribuições nas suas práticas pedagógicas devido a uma série de obstáculos. Em destaque e que merece a atenção dos cursos de licenciatura, é exatamente a formação deficiente dos professores sobre a temática, e que segundo o autor, reflete na reprodução do ensino tradicional de aula, idêntica ao que vivenciaram quando eram de alunos. A abordagem tradicional que frequentemente se resume na enumeração repetitiva de datas, dos lugares, dos personagens e dos fatos, carrega em si um entendimento de que o uso da HC se configura como um mero conteúdo de ensino adicional, que não se relaciona com as outras áreas de conhecimento. Martins et al (2007) refutam o fato de que muitos professores do ensino médio justificam a



ausência da HFC nas suas práticas devido a inexistência de material didático. Segundo esses autores, essa questão vai além dos livros, na medida em que é possível constatar um número crescente em quantidade e qualidade desses materiais. Por isso, defendem a necessidade de um trabalho em diversas frentes, para refletir, entre outros aspectos a exigência feita pelas escolas em priorizarem os conteúdos dos exames de vestibulares, o atual Enem. Esse fato, de acordo com esses autores, se constitui num importante fator limitador da ação desses professores no seu campo de atuação. Apontam ainda que não basta ter a disciplina de HFC nos cursos de formação, mas que é necessário refletir sobre como trabalhá-la, uma vez que na visão dos professores não consta a perspectiva de considerar a HFC como um conteúdo em si, mas apenas como uma estratégia didática facilitadora na compreensão dos conceitos. Visando superar esses obstáculos e consequentemente apontar subsídios que promovam uma aprendizagem significativa nos moldes da TAS, os autores ressaltam a necessidade de os professores de ciências terem acesso a estudos sobre a HC e que façam uso de métodos de análise que possam conferir interesse e lógica às informações históricas, de forma que a HFC possa auxiliar na compreensão dos fenômenos e demonstre relações entre a ciência, a sociedade, a cultura, a economia e a política. Inserido no âmbito da disciplina de História da Física II do curso de Licenciatura em Física de uma Instituição Federal de Ensino Superior, durante o primeiro semestre letivo de 2020, realizado em modo remoto, foi feito um estudo empírico de natureza diagnóstica junto aos discentes matriculados nas duas turmas da disciplina. A realização desse estudo visava, além do diagnóstico das visões dos discentes sobre o papel da HC nos processos de ensino e aprendizagem, a obtenção de subsídios que permitissem pensar as sequências didáticas, e ainda promover escrita e a leitura nas produções individuais dos alunos, aspectos importantes que haviam sido previamente definidos no planejamento da disciplina. A metodologia usada na coleta dos dados consistiu na aplicação de um questionário através do qual foi possível saber também, se eles já haviam tido algum contato com a história da ciência, independentemente do local onde essa interação possa ter acontecido, seja na universidade, no colégio, ou em outros ambientes de ensino não formal. As respostas coletadas permitiram posteriormente fazer uma análise textual discursiva proposta por Moraes (2003), com as inserções de HFC no ensino de Kapitango (2014). Nisso, foi usado a técnica de inferência das categorias, para reduzir o conjunto de dados em conceitos significativos que os representam para entendimento racional, como demonstra esse último autor. Ao aplicar essa técnica de análise de dados qualitativos, se objetiva investigar quais as categorias fundamentam os argumentos dos alunos pela importância e pela possível defesa e promoção da inserção da HFC no ensino da Física. Nesse evento, serão apresentados os resultados obtidos dessa pesquisa realizada com as turmas da disciplina mencionada. Nota-se que apenas três discentes do total dessas duas turmas em questão não haviam estudado alguma disciplina da História da Física. No que se refere aos resultados da análise textual, obteve-se a presença de algumas das categorias, e as suas subcategorias, nomeadamente, a Motivacional, a do Autoaperfeiçoamento, a Socialização Epistêmica, a Contextualização Externa e a Elucidação na defesa da HFC no ensino de Física, em total interlocução com as categorias propostas por Kapitango (2014). Este trabalho teve seu início na sala de aula da disciplina mencionada e existe a vontade e a necessidade da sua continuidade, tanto através das disciplinas como possivelmente através da criação de projetos inseridos nesse âmbito e que instigam reflexões que promovam a relevância e defesa da presença da HFC, que não seja somente uma estratégia didática mas um instrumento que permita o uso das outras dimensões da HFC, tais como, na contribuição para que visões distorcidas sobre o fazer científico desapareçam, na iluminação dos caminhos que levam a uma compreensão aprimorado dos todos os aspectos presentes no processo de ensino e aprendizagem da ciência, na facilitação de uma atuação mais qualificada do professor em sala de aula, na promoção da Aprendizagem Significativa nos moldes da TAS.

## Referenciais Bibliográficos

Bastos, F., Pedro, A., Takahashi, B. T., Labarce, E. C. (2014). A história da ciência na formação continuada de professores do ensino de ciências. In *Congresso Nacional de Formação de Professores. Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores* (4969-4981). Águas de Lindóia, São Paulo: UNESP; PROGRAD. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11449/141811>.

Chicóira, T., Camargo, S., Toppel, A. (2015). História e Filosofia da ciência no ensino de Física Moderna. In *EDUCERE - XII Congresso Nacional de Educação, Formação de professores, complexidade e trabalho docente*. Curitiba, PR. Recuperado de [http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/22481\\_9958.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/22481_9958.pdf).

Gatti, S. R. T., Nardi, R., Silva, D. (2004). A História da ciência na formação do professor de Física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente, *Ciência & Educação*, 10 (3), 491-500.

Junior, J. G. S. L., Soares, N. N., Gomes, L. M., Ferreira, F.C.L. (2017). A História da Ciência como estratégia metodológica no ensino aprendizagem de Física, *Scientia Plena* 13(1), 012721.

Kapitango-a-Samba, K. K., Ricardo, E. C. (2014). Categorias de inserção da História e Filosofia da ciência no ensino de ciências da natureza, *R. Educ. Públ. Cuiabá*, 23(54), 943-970.

Martins, A. F. P. (2007). História da ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho...., *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 12-131.

Matthews, M. R. (1995). História, filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 12(3), 164-214.

Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva, *Ciência e Educação*, 9(2), 191-211.

Moreira, M. A. (2001). *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*, São Paulo: Centauro.

## 46. REFLEXÕES ACERCA DE UMA BREVE REVISÃO HISTÓRICA DO DESENVOLVIMENTO DA TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL NO ENSINO DE FÍSICA

Karoline Aparecida Margarida Ferreira França  
Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Física  
[karoline.franca@ufv.br](mailto:karoline.franca@ufv.br)

Winder Alexander de Moura-Melo  
Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Física  
[winder@ufv.br](mailto:winder@ufv.br)

Aparecida de Fátima Andrade da Silva  
Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Química  
[afatima.andrade18@gmail.com](mailto:afatima.andrade18@gmail.com)

Nas últimas décadas, pensar o ensino de física relacionando história, filosofia e cognição envolve um importante debate entre pesquisadores e professores preocupados em enriquecer o ensino-aprendizagem. A contextualização para a compreensão dos conceitos físicos é muito importante. Porém, os desafios da aplicação contextualizada e interdisciplinar das esferas históricas, filosóficas, éticas e sociais da física vão além da sala de aula. Afinal, se história e filosofia da ciência é importante no ensino porque na prática ela é pouco trabalhada? Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é fazer uma reflexão acerca das dificuldades em se trabalhar o ensino da Teoria da Relatividade Especial (TRE) no contexto histórico de seu desenvolvimento e das abstrações filosóficas dos seus conceitos. De fato, há uma necessidade de aprofundar na compreensão das diversas faces da produção científica, visando evitar distorções intelectuais acerca do desenvolvimento da TRE. Por exemplo, usualmente atribui-se a A. Einstein a criação da TRE pelo impacto nas concepções físicas do século XX com a publicação do seu artigo “*Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento*”. Mas, vários resultados da dinâmica relativística foram obtidos antes mesmo que A. Einstein se interessasse pela física. Inclusive os princípios relativísticos foram desenvolvidos no eletromagnetismo considerando a existência do éter. Antigamente, o éter foi adotado como a substância ou o campo que preenchia todo o espaço, o meio pelo qual as forças eletromagnéticas e gravitacionais se propagavam. Antes da TRE, a teoria gravitacional de I. Newton descreveu fenômenos astronômicos observáveis e analisou a interação dos corpos pela ação direta à distância, apesar de imprecisões na teoria como a descrição da precessão do periélio de Mercúrio. Além disso, o interesse em saber como é possível corpos interagirem mesmo afastados leva M. Faraday a descrever a interação eletromagnética usando a noção de linhas de força. Assim, na tentativa de unificar a óptica com o eletromagnetismo haviam situações físicas nas quais a existência do éter era insustentável. Por exemplo, quando a matéria se desloca através do espaço a matéria arrasta o éter ou ele permanece imóvel? A solução parcial à problemática existência do éter foi dada por A. J. Fresnel quando propôs uma equação onde analisava o movimento da luz em um meio transparente. Por outro lado, J. C. Maxwell analisou a interação eletromagnética como uma tensão ao longo das linhas de força através do éter (Tort, 1992, p. 53). Depois J. J. Thomson propõe um modelo atômico considerando a existência do elétron e partindo da teoria eletromagnética de J. C. Maxwell. Por sua vez, H. A. Lorentz interpretou as equações de J. C. Maxwell assumindo: a imobilidade total do éter, a constituição da matéria por partículas carregadas geradoras de campos eletromagnéticos e a força eletromagnética produzida por esses campos, de modo que nenhum arraste era

produzido no movimento através do éter (Stachel, 2005, p. 5). Até aqui a mecânica newtoniana parecia ter sido efetiva na unificação da óptica e do eletromagnetismo. Contudo, H. A. Lorentz se deparou com o referencial de repouso do éter como sendo absoluto. Note que isso contradiz o princípio da relatividade de Galileu G. sobre a inexistência de movimento absoluto, ou seja, apenas há movimento relativo entre referenciais. Então, H. A. Lorentz estabeleceu que o tempo absoluto de I. Newton na verdade era variável para cada referencial que se move através do éter e isso se mostrou explícito nas transformações de espaço e tempo. As transformações de espaço e tempo são uma ferramenta matemática que estabelece a correspondência entre medidas de espaço e tempo para diferentes referenciais inerciais. Além do mais, grande parte dos resultados da TRE foram discutidos antes de 1905 por H. Poincaré. Ele estabelece que o tempo local de um referencial inercial é o tempo medido por relógios em repouso no referencial que se move através do éter e esses relógios poderiam ser sincronizados por meio de sinais de luz, mas sem levar em consideração o movimento do referencial (Martins, 2005a, p. 25). Quando A. Einstein publicou seu primeiro trabalho sobre a TRE já existiam as bases dessa teoria. O que há de novo no artigo de A. Einstein são seus postulados: o princípio da relatividade e o valor absoluto da velocidade da luz. Esses postulados levaram a uma estruturação simples da TRE, à equação geral da relação massa-energia e à dispensação do éter pois, inicialmente, A. Einstein acreditava que a física deveria lidar somente com aquilo que pode ser observado e medido experimentalmente. É necessário destacar que anos mais tarde aparentemente A. Einstein muda de opinião quando diz: “De acordo com a teoria da relatividade geral, um espaço sem éter é impensável.” (Martins, 2005b, p. 11). Note que essa afirmação pode causar certa estranheza, em princípio, é impossível distinguir experimentalmente a interpretação da TRE de Lorentz-Poincaré da interpretação de A. Einstein. Ambas abordagens da teoria relativística levaram, em sua maioria, à obtenção das mesmas previsões teóricas. Já a atitude epistemológica empirista de A. Einstein que o diferencia fortemente dos seus antecessores resulta da influência de cientistas/filósofos como D. Hume, E. Mach, K. Pearson e F. W. Ostwald. Majoritariamente eles defendiam que a ciência deve se ocupar de sistematizar dados empíricos através de generalizações sem se preocupar com alguma realidade oculta na manifestação dos fenômenos físicos. É provável que A. Einstein adotasse a postura dos físicos da época e aceitasse a existência do éter se não tivesse recebido a influência das críticas de E. Mach sobre as concepções de espaço e tempo absolutos. Assim, a mudança nas concepções físicas no início do século XX se dá pelas condições experimentais de trabalho e pelas propostas de diversos pesquisadores que encaminharam a nova abordagem científica de A. Einstein. Porquanto a construção de uma teoria científica é coletiva e envolve um longo processo de diferentes interpelações. Portanto, é necessário que os professores percebam seu papel e sua responsabilidade no ensino de física de forma contextualizada e interdisciplinar, cientes dos grandes desafios que isso implica. De fato, está longe de ser uma tarefa fácil, dedicação e tempo maiores são necessários quando o ensino de conceitos abstratos requer um certo grau de maturidade intelectual por parte dos estudantes. Porém, as pesquisas em ensino e os avanços tecnológicos têm permitido uma reestruturação do ensino de física tão necessária nos dias atuais.

### **Referenciais Bibliográficos**

Martins, R. de A. (2005a). A dinâmica relativística antes de Einstein. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 27(1), 11-26. <https://doi.org/10.1590/S0102-47442005000100003>.

Martins, R. de A. (2005b.). Física e história: O caso da teoria da relatividade. *Ciência e Cultura*, 57, 25-29.

Stachel, J. (2005.). 1905 e tudo o mais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 27(1), 5-9. <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-47442005000100002>.

Tort, A. C., Cunha, A. M., & Assis, A. K. T. (2004). Uma tradução comentada de um texto de Maxwell sobre a ação a distância. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(3), 273-282. Retrieved from [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172004000300013&lng=en&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172004000300013&lng=en&tlng=pt).

## **48. COMPREENSÕES ACERCA DA UTILIZAÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA NA REGIÃO DAS MISSÕES/RS**

Andressa Morais Waldow UFFS  
Universidade Federal da Fronteira Sul  
[andressabm-@hotmail.com](mailto:andressabm-@hotmail.com)

Fabiane de Andrade Leite  
UFFS- Universidade Federal da Fronteira Sul

Apresenta-se um estudo sob o objetivo de analisar compreensões presentes na literatura acadêmica e em discursos de professores da área do ensino de Ciências, buscando identificar de que forma ocorre a inserção da História da Ciência (HC) na Educação Básica (EB). Partimos da compreensão que é fundamental, em sala de aula, promover situações que aproximam os alunos dos conceitos científicos, o que pode ser facilitado pelo uso de aspectos históricos. Para Matthews (1994), “a HC é de grande auxílio no processo de ensino/aprendizagem, pois ao facilitar o entendimento das concepções e dos métodos científicos ao longo do tempo pode ajudar a desenvolver, não só as ideias científicas, como o raciocínio individual”. Somado a isso, são relevantes as contribuições de Chassot (2006) quanto ao uso da HC no processo de alfabetização científica. Para o autor, a Ciência é base para a leitura de mundo que os alunos necessitam fazer para compreender os conceitos científicos. Sob essa perspectiva encontramos em Acevedo (2008), também, importantes contribuições, o autor propõe que a HC nos traz a ideia de como o conhecimento científico foi sendo construído com o passar dos anos. Com isso, o autor contribui ao defender o uso da HC no processo de aprender em sala de aula. Conforme Sequeira e Leite (1988), “Uma adequada utilização da HC poderia mostrar como a Ciência é construída pelo homem e pode, se ele souber servir-se dela e ser um bem inestimável”. Nesse sentido, realizamos uma pesquisa de cunho qualitativo realizado em duas etapas, sendo uma documental e outra empírica. Para o levantamento dos dados da etapa documental foi realizada uma revisão de literatura nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) nas últimas três edições (2013, 2015 e 2017). Para o processo de revisão bibliográfica realizamos o levantamento dos artigos na sessão História e Filosofia da Ciência, sendo que foram separados todos os trabalhos que continham o descritor formação de professores presente no título e/ou nas palavras chaves. Ressaltamos que dos 157 trabalhos publicados na área específica para HC, 19 abordam a formação de professores e, desses, apenas 5 tratam de aspectos relacionados a formação de professores em atividade na educação básica, ou seja, menos de 4% do total de trabalhos publicados em três edições do evento, uma quantia incipiente diante da importância em abordar aspectos da HC na Formação de Professores. Por meio das leituras identificamos que vários tratavam da HC na formação inicial de professores e, com isso, se afastavam do objetivo do presente estudo, considerando o interesse em analisar compreensões de professores que estão em atividade na escola. Cinco artigos tratavam da compreensão dos professores na HC, em cunho investigativo. Na sequência, foram encaminhadas três questões a onze professores da área de Ciências da Natureza em atividade na EB em escolas da região das Missões, participantes do programa Ciclos Formativos para o Ensino de Ciências da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Cerro Largo/RS. As perguntas tinham como objetivo identificar a utilização da HC em sala de aula, compreender a importância que o professor atribui ao trabalho com a HC e, os desafios que vivencia na realização de um trabalho com foco na HC. Diante das respostas dos professores foi possível observar que aspectos da HC têm sido trabalhados em aulas da área de Ciências da Natureza, visto que há alguns desafios a serem superados, entre os quais destaca-se a falta de informações históricas. Outrossim, foram indicadas

três categorias que emergiram da análise das respostas dos professores, sendo elas: crítica, tradicional e prática. A categoria crítica indicia compreensões da importância da utilização da HC para o desenvolvimento do pensamento crítico do aluno. Já na categoria tradicional foram alocadas as compreensões que evidenciam equívocos quanto a visão de Ciência, sendo considerada uma verdade absoluta. Por fim, a terceira categoria, prática, foi identificada nas compreensões que estão em processo de evolução, ou seja, os professores compreendem a importância da HC como instrumento que auxilia o aluno a entender o mundo que o cerca. As respostas apresentadas nas questões realizadas contribuem para afirmar a importância do trabalho de formação de professores que vem sendo realizado no grupo, por meio do projeto Ciclos Formativos. Acena-se um reconhecimento por parte dos professores na utilização da HC em sala de aula, alguns de forma mais crítica, outros em processo de evolução e, ainda, há os que sabem da importância de aspectos históricos em sala de aula, porém ainda mantém uma visão equivocada de Ciência. Assim, com o estudo, acena-se para a importância de ampliar estudos acerca da HC na formação de professores. Destarte, a realização deste trabalho possibilitou a compreensão da importância da inserção de conteúdos históricos no ensino de ciências em sala de aula com vistas a desconstruir uma visão absolutista de ciência, que pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico em sala de aulas.

### **Referenciais Bibliográficos**

Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaliza de la ciência em la Didática de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), p.355.

Sequeira, M., & Leite, L. (1988). A História da Ciência no Ensino: Aprendizagem das Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 1(2), 29-40.

Chassot, A. (2006). *Alfabetização científica: questões e desafios para a Educação*. 4ª ed. Ijuí: (Ed.) Unijuí, p. 436.

Matthews, M. R. (1994). *Ensino de ciências: o papel da história e filosofia da ciência*. Nova York: Routledge.

