

# Resenha – Teaching Einsteinian physics in schools: an essential guide for teachers in training and practice de Magdalena Kersting e David Blair

Book review – Teaching Einsteinian physics in schools: an essential guide for teachers in training and practice by Magdalena Kersting and David Blair

Maira Giovana de Souza<sup>\*1</sup>, Agostinho Serrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, RS, Brasil.

Recebido em 02 de setembro de 2022. Revisado em 21 de outubro de 2022. Aceito em 17 de janeiro de 2023.

No presente trabalho se apresenta uma resenha do livro *Teaching Einsteinian Physics in Schools: An Essential Guide for Teachers in Training and Practice*, organizado por Magdalena Kersting e David Blair. Kersting é pesquisadora em educação, professora de física e comunicadora científica, Blair é pesquisador na área de ondas gravitacionais com pesquisas voltadas à educação. O livro foca na inserção da física Einsteiniana na educação básica, trazendo algumas reflexões, propostas didáticas e relatos de iniciativas ao redor do mundo. O termo física Einsteiniana compreende tanto a Teoria da Relatividade quanto a Física Quântica, visto que Einstein trouxe importantes contribuições para ela. É um livro de fácil leitura, trazendo os conceitos de forma clara, apesar de ser publicado apenas em inglês. A leitura é muito interessante principalmente para professores de ciências e pesquisadores em ensino de ciências, em especial física. Com a resenha, espera-se divulgar a iniciativa e fomentar a abordagem da física Einsteiniana na educação básica.

**Palavras-chave:** Física Einsteiniana, educação básica, ensino de ciências.

In this work we present the book *Teaching Einsteinian Physics in Schools: An Essential Guide for Teachers in Training and Practice*, organized by Magdalena Kersting and David Blair. Kersting is an education researcher, physics educator and scientific communicator, Blair is a researcher in the field of gravitational waves with research focused on education. The book focuses on the insertion of Einsteinian physics in the basic education, bringing some reflections, didactic purposes, and reports about initiatives around the world. The term Einsteinian physics comprises both the Theory of Relativity and Quantum Physics since Einstein brought important contributions to it. It's an easy-to-read book, bringing the concepts in a clear way, although is published only in English. The reading is very interesting mainly for science teachers and science teaching researchers, in special physics. This review aims to spread the initiative and promote the Einsteinian physics teaching in the basic education.

**Keywords:** Einsteinian physics, basic education, science teaching.

No meio científico a aceitação da perspectiva da física einsteiniana já é consenso. No entanto, essa não é a mesma visão compartilhada pelo restante da sociedade, que ainda utiliza a visão newtoniana da realidade. É importante que uma visão mais atual e moderna da ciência seja compartilhada com a sociedade principalmente através das escolas de educação básica. Os estudantes necessitam de um conhecimento da ciência atual para que possam se tornar cidadãos ativos na sociedade, como destaca a própria BNCC (2018) [1].

Nesse sentido, o livro *Teaching Einsteinian Physics in Schools: An Essential Guide for Teachers in Training and Practice* [2] apresenta as principais perspectivas do ensino da física einsteiniana nas escolas de educação básica ao trazer possíveis abordagens didáticas para a Mecânica Quântica e Teoria da Relatividade, tanto a especial quanto a geral. A primeira publicação do livro

é de 2022 pela editora Routledge, somente na versão em inglês. Magdalena Kersting e David Steier são os organizadores e autores de capítulos do livro, que contou com a colaboração de diversos pesquisadores em ensino de física einsteiniana ao redor do mundo.

O livro está organizado em três seções. A primeira, intitulada *Motivations and needs to teach Einsteinian physics* conta com discussões teóricas acerca das necessidades e motivações na abordagem da física Einsteiniana nas escolas, está dividida em quatro capítulos. A segunda seção, *Instructional approaches to teach Einsteinian physics*, apresenta diferentes abordagens possíveis para a física Einsteiniana nas escolas. Essa seção conta com 14 capítulos divididos em Relatividade Especial, Relatividade Geral e Física Quântica. A terceira e última seção, *Introducing Einsteinian physics around the world*, apresenta relatos e discussões acerca da introdução da física einsteiniana em escolas ao redor do mundo distribuídos em sete capítulos. Ao final do livro apresenta-se

\*Endereço de correspondência: [maira.souza@rede.ulbra.br](mailto:maira.souza@rede.ulbra.br)

um glossário com os principais termos tanto da física einsteiniana quanto de educação abordados. Dada a extensão do livro, com 414 páginas, serão destacadas aqui as propostas mais pertinentes e que mais se adequam à realidade das escolas brasileiras.

A primeira seção do livro inicia-se com uma discussão de Bernard Schutz no primeiro capítulo destacando a importância da intuição no desenvolvimento da ciência, que seria “um básico entendimento de como as coisas funcionam e como se encaixam juntas que requer pouca ou nenhuma matemática” (p. 4, *tradução nossa*) [2]. Segue-se, no segundo capítulo, escrito por David F. Treagaust, para uma análise da pesquisa em ensino de ciências no que tange a mudança do paradigma centrado no professor para o centrado no aluno, dentro de uma perspectiva kuhiana de desenvolvimento da ciência. Contrapõe-se com a mudança do paradigma newtoniano para o einsteiniano dentro da Física, e como o ensino da física einsteiniana pode se tornar um novo paradigma dentro do ensino de ciências, visto que diversas pesquisas destacam sua relevância. Ao final da seção, nos dois últimos capítulos apresentados por David Blair e Magdalena Kersting, apresenta-se um resgate histórico do desenvolvimento tanto da Física Quântica quanto da Teoria da Relatividade, destacando-se suas potencialidades no ensino de ciências.

“Apesar de seu enorme potencial científico e descobertas em andamento, a física Einsteiniana e a emergente disciplina da astronomia de ondas gravitacionais têm a oportunidade de motivar os estudantes e encorajar o interesse em tópicos STEM. Enquanto cientistas investigam cada vez mais profundamente o espaço, nós esperamos que as ideias de Einstein atraiam os estudantes e levem-nos a apreciar a empolgante história de nossa existência, uma história que pode somente ser contada na linguagem da física Einsteiniana” (p. 61, *tradução nossa*) [2].

Trata-se de uma seção introdutória que apresenta perspectivas e argumentos destacando a relevância da Física Einsteiniana no ensino de ciências. Os primeiros capítulos preparam o terreno de uma forma contextualizada para que as propostas de ensino apresentadas a seguir sejam mais bem aproveitadas pelo leitor.

Na segunda seção inicia-se a discussão a respeito de diferentes propostas para a inserção da física einsteiniana na educação básica. Apresenta-se desde abordagens teóricas e suas perspectivas a atividades práticas, analogias e simulações computacionais. Destaca-se que as atividades são descritas de forma simples e acessível para professores da educação básica, destacando os recursos necessários, conceitos envolvidos e limitações de cada uma delas. De uma forma geral, são propostas acessíveis para estudantes da educação básica, com atividades adequadas tanto ao Ensino Fundamental quanto ao Ensino Médio.

Uma proposta interessante é apresentada no capítulo 6. Ao se tratar da Teoria da Relatividade é frequente o

uso de experimentos mentais – o próprio Einstein usava ao explicar suas teorias. No entanto, destaca-se a dificuldade que os estudantes podem apresentar em conseguir conduzir um experimento mental sem o auxílio de algum recurso externo. Nesse sentido, o capítulo apresenta a utilização de diagramas de eventos para a representação de situações propostas em tais experimentos. São propostas três atividades abordando experimentos mentais que tratam da propagação da luz com o auxílio de diagramas de eventos onde são desenvolvidos os conceitos da relatividade da simultaneidade e dilatação temporal. Alguns resultados da utilização da proposta com estudantes são apresentados e discutidos, a fim de compreender o raciocínio destes durante as atividades. Apesar das limitações, as atividades propostas são simples, visto que dependem praticamente somente do postulado de propagação da luz da Teoria da Relatividade Especial, além de bastante acessíveis com recursos de baixo custo, como papel e caneta.

No capítulo 12 são apresentados os modelos de setor (*sector models*) para tratar da geometria curva utilizada pela Teoria da Relatividade Geral. Esses modelos são utilizados na construção de superfícies curvas tanto em duas quanto em três dimensões para se desenvolver uma “intuição geométrica” nos estudantes dentro de uma geometria não-euclidiana. A utilização dos modelos permite a visualização extrínseca (*extrinsic visualization*) das curvaturas, isto é, “observar elas como algo protuberante no espaço, ou se seja, como uma parte do ambiente tridimensional” (p. 187, *tradução nossa*) [2]. Os autores também apresentam como é possível construir geodésicas com a utilização desses modelos de setor, permitindo uma melhor compreensão e visualização delas.

Demonstra-se tanto a construção física dos modelos, com a utilização de cartolina, quanto a representação virtual deles através de um software desenvolvido pelos pesquisadores, o Virtual Sector Models (ViSeMo). O recurso apresentado é bastante interessante visto que é de fácil manuseio e permite uma compreensão de superfícies curvas de uma forma mais acessível para os estudantes. Além disso, todos os moldes para a montagem dos modelos de setor são disponibilizados pelos autores, podendo ser reproduzidos facilmente em cartolina para utilização.

A relação entre espaço, tempo e matéria na TRG é explorada no capítulo 14. Destaca-se a dificuldade com alguns conceitos, apresentando-se propostas didáticas para a introdução deles. Trata-se da analogia da malha para a curvatura do espaço, discutindo-se suas potencialidades e limitações, e do modelo de envelhecimento da Terra, fundamentado na dilatação temporal gravitacional. Apresenta-se um modelo para a distorção do tempo (*time warp*), desenvolvido pela pesquisadora e disponível online, onde a dilatação temporal gravitacional é representada através de um diagrama. Por fim, a autora apresenta um plano de ensino com a utilização de tais recursos para se trabalhar os principais conceitos

de Relatividade Geral. Novamente são apresentadas atividades acessíveis ao público da educação básica, principalmente alunos de Ensino Médio. As atividades propostas utilizam recursos passíveis de serem utilizados sem dificuldade em sala de aula.

Na parte do livro que traz a Física Quântica, no capítulo 15 se apresenta uma proposta interessante. Discorre-se sobre atividades práticas trazendo modelos e analogias com a utilização de armas de brinquedo, laser, setas, espelhos e fios de cabelo para tratar de fenômenos como a efeito fotoelétrico, interferência e difração da luz. As limitações das atividades são discutidas e destacam-se os resultados didáticos positivos obtidos através de suas aplicações em sala de aula. As atividades apresentadas no capítulo utilizam recursos didáticos acessíveis e bastante lúdicos para se tratar de conceitos e fenômenos quânticos. As atividades descritas podem ser utilizadas tanto com estudantes do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio, adequando-se apenas o aprofundamento dado em cada nível.

Por fim, na terceira seção do livro são apresentados os resultados das aplicações de muitas das atividades descritas na segunda seção bem como diferentes propostas que têm sido desenvolvidas ao redor mundo para a inserção da física Einsteiniana na educação básica. Destaca-se alguns projetos como o ReleQuant, na Noruega, focado na inserção tanto da Física Quântica quanto da Relatividade Geral nas escolas de Ensino Médio através do desenvolvimento e disponibilização de recursos didáticos em uma plataforma digital.

Buscando modernizar o currículo de ciências na educação básica, desde os anos iniciais, apresenta-se o projeto EinsteinFirst na Austrália, em que os autores destacam que “toda criança tem o direito de compartilhar nosso melhor entendimento da realidade física” (p. 329, *tradução nossa*) [2]. No projeto, sugerem um currículo aberto em espiral para o ensino de ciências no Ensino Fundamental, bem como sugerem a articulação das ciências com outras disciplinas do currículo através da Física Moderna. Também são apresentados cursos ofertados a estudantes para tratar da Relatividade Geral que não envolvem a necessidade de conhecimentos prévios específicos, podendo ser desenvolvidos em seminários ou oficinas. Além de outras iniciativas que vão desde revisões curriculares em países como a Escócia a propostas para a formação de professores.

O livro objeto da presente resenha se destaca por reunir e apresentar diversas propostas e iniciativas que tratam da inserção de tópicos que são usualmente não abordados na educação básica. A escrita do livro, apesar de ainda sem tradução disponível para o português, apresenta linguagem fácil e acessível para os professores da educação básica. Além disso, apresenta informações pertinentes, discussões importantes e introduz diferentes conceitos de física Einsteiniana de forma didática dando uma boa noção a professores que não estejam familiarizados com eles.

Entretanto, finalizamos esta resenha com a observação de que consideramos pertinente um aprofundamento conceitual por parte de nossos professores, seja por meio de outros livros ou artigos, no caso de se trabalhar esses conceitos em sala de aula para que possa ter uma melhor qualidade no desenvolvimento das atividades. Pois, apesar de didático, o livro somente introduz os principais conceitos e leis envolvendo a Física Quântica e a Teoria da Relatividade. Trata-se de um livro recomendado a professores de ciências da educação básica bem como a pesquisadores na área do ensino de ciências.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Referências

- [1] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>, acessado em 08/06/2022.
- [2] M. Kersting e D. Blair, *Teaching Einsteinian Physics in Schools: An Essential Guide for Teachers in Training and Practice* (Routledge, Abingdon, 2022).