



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

MIRÉIA SILVA PONTES

**TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA NO ÂMBITO DAS ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS NO ENSINO MÉDIO**

TERESINA

2023

MIRÉIA SILVA PONTES

TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA NO ÂMBITO DAS ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Me. Leudimar Uchôa Alves.
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Marlúcia da Silva Bezerra Lacerda.

TERESINA

2023

TEORIA DA RELATIVIDADE NO ÂMBITO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO MÉDIO

Miréia Silva Pontes¹

Orientador (a): Leudimar Uchôa Alves²

Coorientador (a): Marlúcia da Silva Bezerra Lacerda³

RESUMO

Os conhecimentos da Física são relevantes para a sociedade contemporânea. Os conteúdos que integram a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de acordo com os documentos que normatizam e orientam a organização do currículo escolar, destacam sobre importância e relevância para a compreensão do mundo, formação básica e autônoma dos estudantes. No contexto do ensino de Física no Ensino Médio, o conteúdo Teoria da Relatividade Restrita (TRR) requer uma abordagem metodológica ativa. O objetivo deste artigo é descrever atividades investigativas que estão sendo testadas para a otimização do ensino da TRR. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica. Quanto a análise dos dados utilizou-se a pesquisa qualitativa e quantitativa, tendo como finalidade a pesquisa básica estratégica e exploratória, quanto a interpretação dos dados coletados utilizou-se a técnica análise temática. O estudo utilizou dissertações dos seguintes autores Rosa (2020), Bandeira (2020), Souza (2019) Almenara (2019) e Pessatto (2019) para identificar as atividades investigativas que estão sendo aplicadas na terceira série do Ensino regular. Conclui-se que as atividades de caráter investigativo proposta pelos autores desenvolve autonomia intelectual nos estudantes, além de orientar e auxiliar o trabalho pedagógico.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ensino regular; Física moderna; Metodologias ativas; Sequência didática.

ABSTRACT

Physics knowledge is relevant to contemporary society. The contents that make up the area of Natural Sciences and its Technologies, in accordance with the documents that standardize and guide the organization of the school curriculum, highlight the importance and relevance for understanding the world, basic and autonomous training of students. In the context of Physics, the Special Theory of Relativity (SRT) content requires an active methodological approach. The objective of this article is to describe investigative activities that are being tested to optimize the teaching of SRT. This is a bibliographical research. Regarding data analysis, qualitative and quantitative research was used, with the purpose of basic strategic and exploratory research, regarding the interpretation of the collected data, the thematic analysis technique was used. The study used dissertations by the following authors Rosa (2020), Bandeira (2020), Souza (2019) and Martins (2019) to identify the investigative activities that are being applied in the third grade of regular education. It is concluded that the investigative activities proposed by the authors develop.

¹ Graduanda do curso de Licenciatura em Física. IFPI Campos Teresina Central. catce.2020111fis0394@aluno.ifpi.edu.br

² Docente do IFPI campos Teresina Central. spia.uchoa@ifpi.edu.br

³ Docente do IFPI campos Teresina Central. marlucia.lacerda@ifpi.edu.br

intellectual autonomy in students, in addition to guiding and assisting pedagogical work.

Keywords: Teaching Physics; Regular teaching; Modern Physics; Active methodologies; Didactic sequence

Data de aprovação: 13/12/2023

1 INTRODUÇÃO

A Física é uma área de conhecimento teórico-prático que abrange diversos fenômenos presentes na natureza, dos quais muitos são bastantes frequentes no cotidiano. Além de explicar, a mesma através dos princípios fundamentais, também tem grande contribuição no desenvolvimento e evolução em várias áreas do conhecimento humano. No contexto escolar por ser um lugar receptivo para a compreensão e assimilação de novos conceitos que podem ser concretizados com o uso dos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos. Portanto, nas aulas de Física é relevante que os professores e professoras utilizem estratégias de ensino que parte dos conhecimentos prévios dos estudantes.

A Física é definida como um conhecimento que consiste em elaborar modelos para explicar o Universo e o seu processo de evolução, investigar fenômenos existentes no mundo, permitindo a criatividade para a existência de novos materiais, produtos, recursos tecnológicos e novas fontes de energia. (BRASIL, 2000). Em consonância com isso, o conteúdo da Teoria da Relatividade prevista na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), tende a ser essencial para a compreensão do movimento dos corpos de forma geral e restrita. Ou seja, a relatividade está dividida em geral e restrita, onde a primeira teoria dedica-se para estudar referenciais que sofrem aceleração gravitacional e a segunda referenciais inercias. Esta pesquisa tem como foco apenas a Teoria da Relatividade Restrita (TRR), devido a abrangência de temas extensos e complexos no Ensino Médio.

A Teoria da Relatividade Restrita estuda as diferenças entre as medidas físicas em dois referenciais, que se movem relativamente um em relação ao outro, na ausência de um campo gravitacional. Nesse sentido, o ensino desse conteúdo exige na prática um procedimento investigativo inicial, com ferramentas de ensino adequadas para identificar os conhecimentos prévios que são considerados como hipóteses dos alunos que os mesmos necessitam dominar como pré-requisito para a compreensão da TRR.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem proposta por Vygotsky (1984), os conhecimentos preexistentes situam-se na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que consiste na distância entre o desenvolvimento real, determinada pela capacidade de realização de tarefas independentes, sendo que o nível de desenvolvimento potencial, consiste na capacidade de resolver problemas com ajuda de adultos e de colegas experientes. Assim, entre o desenvolvimento real e potencial existe uma distância determinada ZDP na qual o professor irá intervir com métodos e estratégias de ensino para promover o protagonismo do estudante no processo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, as atividades investigativas como ferramentas de ensino, são relevantes para promover o desenvolvimento de forma individual ou orientado e construir os conhecimentos do conteúdo da TRR, que são evidenciados de natureza complexa. Portanto, no contexto do Ensino Médio se discute essas práticas investigativas que vêm sendo utilizadas para tornar o ensino acessível e

compreensível por meio de situações-problemas vivenciadas no dia a dia.

As atividades investigativas são imprescindíveis nessa área de ensino para justificar, argumentar, refletir e resolver problemas e preparar os alunos para diversos desafios nas quais envolve o estudo dos conteúdos de Física no âmbito escolar. Portanto, as atividades investigativas tornam-se essenciais para despertar interesse nos alunos diante da capacidade de aprender ativamente o componente curricular da TRR.

Neste trabalho parte-se da hipótese de que as atividades investigativas despertam a curiosidade para investigar e buscar pela descoberta da TRR, contribuindo para a evolução do pensamento e para atender as necessidades dos estudantes. Tendo em vista que, a teoria da relatividade restrita é importante em diversos contextos do cotidiano e na natureza. Neste estudo, pretende-se abordar as contribuições das atividades investigativas para a prática didático-pedagógica do conteúdo TRR, tendo em vista a problematização e a investigação. Diante do exposto, este trabalho de pesquisa parte do seguinte problema: Que atividades investigativas vêm sendo testadas para a otimização do ensino da teoria da Relatividade Restrita no ensino médio? E como objetivo geral: Descrever as atividades investigativas que estão sendo testadas para a otimização do ensino da Teoria da Relatividade Restrita no ensino médio. E como objetivos específicos: Identificar pressupostos teórico-metodológicos da Teoria da Relatividade Restrita; Evidenciar a aplicação didático-pedagógica das atividades investigativas; Discutir os resultados obtidos dos estudos sobre as contribuições das experiências didáticas do ensino da Teoria da Relatividade Restrita no contexto das atividades investigativas no Ensino Médio.

A justificativa do estudo parte de critérios pessoais e de contribuição acadêmica, observados durante as experiências práticas no Programa Residência Pedagógica no Centro Estadual de Tempo Integral (CETI) Zacarias de Góis- Liceu Piauiense, em que foi possível perceber as dificuldades dos discentes para a compreensão da Teoria da Relatividade por meio de recursos e métodos tradicionais. Diante disso, permitiu-se pesquisar, em trabalhos já produzidos, as contribuições da aplicação de atividades investigativas para a melhoria do ensino e aprendizagem desde conteúdo específico. Motivo pelo qual esta proposta de estudo pretende contribuir no aprofundar de estudos teóricos já realizados e apresentar sugestões práticas para o processo de ensino-aprendizagem desse objeto de conhecimento.

No processo de formação docente para a instituição formadora, o Instituto Federal do Piauí pretende-se contribuir para as discussões teórico-metodológicos das disciplinas de Física Moderna e Instrumentação para o Ensino Médio, bem como auxiliar outros alunos pesquisadores que possam partir das considerações finais do trabalho para aprofundar, refutar ou suscitar novos questionamentos.

2 TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA: PRESSUPOSTOS TEÓRICO METODOLÓGICOS

A Teoria da Relatividade Restrita foi desenvolvida no final XIX e no início do século XX. Em 1905 Albert Einstein formulou a teoria através dos princípios relatados em seu primeiro artigo publicado. Sendo que, a teoria já havia sido desenvolvida por outros autores antes desta época. (MARTINS, 2015). Desde esse período, é válido lembrar que a Teoria da Relatividade Restrita (TRR) passou por vários estudos de autores como: Galileu Galilei, Isaac Newton, Hendrik Lorentz, James Clerck e Henri Poincaré. Ainda que, na época os postulados princípio da relatividade e o princípio da constância da velocidade da luz tenham sido

desenvolvidos antes do século XX, a TRR continua sendo contemporânea devido seus princípios serem capazes de explicar diversas situações do cotidiano.

A relatividade é uma área importante da Física que estuda as medidas dos acontecimentos ocorridos no cotidiano. Nessa perspectiva, deve-se considerar as distâncias que os separa do espaço e do tempo, onde e quando acontecem cada um desses eventos, sabendo que, os valores medidos dependem dos referenciais adotados pelos observadores, nas quais estão se movendo um em relação ao outro. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

A palavra "Restrita", na teoria da relatividade "[..] é usada para indicar que a teoria se aplica apenas em referenciais inerciais, isto é, a referenciais em que as leis de Newton são válidas" (Halliday; Resnick;; Walker, p. 319, 2016). Nesta teoria, os conceitos de espaço e de tempo, e eletromagnéticos foram analisados e questionados sobre a identificação do éter (meio hipotético no qual a luz, como onda, deveria se propagar). Portanto, a TRR foi iniciada a partir destas análises, na qual, outros autores afirmavam que a relatividade não se aplicava a área eletromagnética, sendo que, a esse respeito Einstein elaborou dois postulados: o princípio da relatividade e o princípio da constância da velocidade da luz. Esses princípios explicam os referenciais equivalentes resultante da inexistência do éter e a outra para explicar o valor fixo da velocidade da luz no vácuo.

Por meio disto, o conteúdo de TRR requer conhecimentos de outras áreas da Física, pois, para a compreensão dessa teoria considerada complexa necessita da evolução histórica e diferentes descobertas que são evidenciadas importantes na elaboração dos conceitos de espaço e de tempo, bem como novos conceitos. Além disso, os assuntos que envolvem a TRR que são tratados nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio- PCNs + EM estão relacionadas entre si, ou seja, para a compreensão da segunda é preciso entender a primeira teoria, pois esse conteúdo permite compreender, avaliar e questionar conceitos que são explicados tradicionalmente sobre espaço, tempo, energia e gravidade. Com isso, a TRR traz uma abordagem de conceitos inovadores para explicar situações cotidianas e conhecer novos recursos que torne o ensino com diversas formas de conhecimento e incentivando os alunos ao pensamento crítico em relação a conceitos já existentes.

Os conteúdos relacionados à Física Moderna e Contemporânea devem ser compreendidas e indispensáveis para que o jovem tenha um conhecimento abrangente sobre o desenvolvimento tecnológico, a matéria e outros tópicos importantes. Tendo assim, contato com novos materiais, cristais e líquidos e lasers presentes no mundo tecnológico, bem como, o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. (BRASIL, 2002).

Já na Base Nacional Comum Curricular- BNCC (BRASIL, 2018) os temas da TRR estão organizados em competências específicas para o Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, portanto a segunda competência consiste em "Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões éticos e responsáveis". (BRASIL, 2018 apud. MARQUES; SOLTAL, 2022). Ou seja, os conceitos de espaço e de tempo serão aplicados utilizando eventos ocorridos na Terra. Por meio disto, os recursos tecnológicos serão essenciais para o ensino de novos conhecimentos, além de compreender os avanços tecnológicos e as descobertas que contribuíram para o conhecimento científico.

Através disso, é fundamental ressaltar que a segunda competência específica trata sobre os temas da TRR de maneira ampla, mantendo a relação com as outras

áreas. Portanto, “Nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a.... modelos atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia; evolução estelar; gravitação...entre outros” (BRASIL, 2018, p. 556). Ou seja, os conteúdos de TRR são abordados nos objetos de conhecimentos selecionados para o estudo da cosmologia.

A quarta habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) consiste em “Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no sistema solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros)” (BRASIL, 2018, p. 557). Sob esse viés, o tema da TRR não é citado na BNCC com clareza, mas estão contidos nas competências e habilidades da área das Ciências Naturais e suas Tecnologias.

Diante dessas afirmações previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e na BNCC fica evidente a importância de ensinar as novas descobertas do século XX. Nessa perspectiva, os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em destaque a TR na qual está sendo abordada requer uma metodologia que desenvolva o processo de investigação com a finalidade de valorizar a evolução de pensamento no meio científico. Com isso, a aplicação de atividades investigativas consiste em atender as demandas desse documento oficial e contribuir para a formação do jovem contemporâneo.

3 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: APLICAÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA

As Atividades Investigativas de ensino foram iniciadas a partir do século XX nos Estados Unidos pelo filósofo e pedagogo John Dewey na qual elaborou uma abordagem metodológica relacionada com o mundo real. A proposta de ensino tem a finalidade de desenvolver o papel ativo nos alunos, tendo em vista, a capacidade de compreensão e relação dos objetos, conceitos e atividades humanas. Nessa perspectiva, os conteúdos de ensino e sua ligação com a realidade traz um ensino centrado no aluno, deixando de aprender meros conceitos técnicos sem entender a sua construção e justificção; mas estimular os alunos a aprenderem ativamente. (BARROW, 2006; TRÓPIA, 2011 apud. BATISTA; SILVA, 2018).

Em 1990 houve o movimento das reformas curriculares nos Estados Unidos e no Brasil, onde o ensino de Ciências passou a ser alfabetização científica, tendo como objetivo fornecer conhecimentos sobre ciência e tecnologia; e seus condicionantes sociais, políticos e econômicos para a compreensão de mundo. No Brasil as atividades investigativas foram abordadas em documentos oficiais como os PCNs. (BATISTA; SILVA, 2018)

De acordo com o modelo investigativo proposto pelo filósofo John Dewey (1959) para o desenvolvimento das atividades investigativas, na qual, implica a elaboração de uma situação-problema, levantamento de hipóteses provisória, teste e avaliação das hipóteses e os resultados obtidos para visar a solução do problema imposto anteriormente. (ZAMPIERON, 2021). Através dessa abordagem o Ensino Médio tem a necessidade de um ensino cognitivo centrado nos jovens que estão aptos a aprender o conhecimento científico e tecnológico, bem como, aspectos sociais, políticos e culturais. Portanto, compreender o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, por meio de estratégias pedagógicas pretende-se contribuir para o processo de aprendizagem dos mesmos. As atividades investigativas (AI) têm o de construir juntamente com a estrutura lógica novos conceitos e até mesmo conceitos já existentes.

O desenvolvimento cognitivo ocorre por meio de processos culturais, na qual

define o caráter de conhecimentos éticos e morais e de interações compartilhadas entre dois indivíduos, ou seja, o que ensina e o que aprende. (FONSECA, 2019). Por meio dessa afirmação, o ensino cognitivo consiste em transmitir conhecimentos através das vivências do mundo real, em relação à educação isso se procede no termo professor- aluno, pois, o educador com aplicação do ensino investigativo permite desenvolver habilidades de investigação nos discentes a partir da utilização de atividades, a fim de, obter uma aprendizagem significativa.

Piaget divide o período do desenvolvimento cognitivo através do surgimento de novos conhecimentos, interferindo no desenvolvimento global. O autor afirma que a mudança de pensamento nos adolescentes ocorre por causa da presença de uma nova estrutura lógica chamada operações formais. Nessa operação os indivíduos têm a capacidade de construir conhecimentos com a reflexão e autocrítica de objetos concretos. (SILVA; VIANA; CARNEIRO, 2011).

De acordo com Carvalho (2013) as habilidades serão desenvolvidas ao longo da realização de tarefas de caráter investigativo na qual os alunos terão a orientação do docente durante o processo de ensino. Por isso, a Zona de Desenvolvimento Potencial ainda não foi atingida pelos alunos em sala de aula devido o conjunto de habilidades propostas para serem atingidas juntamente com o auxílio dos profissionais da educação.

Nessa mesma linha de raciocínio desses autores, as AI têm um papel fundamental para desenvolver essas funções cognitivas nos alunos em sala de aula. Pois o processo de desenvolvimento de uma AI ocorre a partir de situações-problemas desafiadoras na qual os alunos têm a capacidade de refletir, criticar, argumentar, levantar ideias durante a busca pela solução que foi imposta para alcançar os objetivos propostos pelo ensino. Portanto, durante o desenvolvimento procedimental dessas atividades em um ensino investigativo pretende -se discutir a elaboração de um bom problema para gerar discussão e os alunos participarem ativamente na busca pelas conclusões do problema.

A partir disso, a autora Carvalho (2018) enfatiza que

[...] nas aulas experimentais um bom problema é aquele que dá condições para que os alunos: passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica); construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis). (CARVALHO, 2018, p. 772).

Nos documentos oficiais Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)e Base Nacional Comum Curricular (BNCC) as AI tiveram importantes avanços em relação a prática investigativa, atualmente a investigação é considerada uma competência e habilidade a ser desenvolvida pelos discentes através das ações educacionais. A BNCC enfatiza que a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias necessita do processo investigativo para atender e contribuir para a formação dos cidadãos críticos e reflexivos.

Na segunda competência geral da BNCC sobre a educação básica que trata do contexto das AI enfatiza que “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar as causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (BRASIL, 2018, p. 9). Nesse sentido, subentende-se que a prática investigativa também desenvolve competências de caráter geral tendo diversas ações e planejamento estratégico para visar o ensino

de qualidade para todos os estudantes.

Os processos de prática investigativa tem maior ênfase na área das Ciências Naturais, sendo enfatizada no Ensino Médio e aproximando os estudantes das sequências e dos instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas e informações, fomentar questões, propor e testar hipótese, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medidas, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisa de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção com a análise de dados e os conteúdos da área ensinada. (BRASIL,2018).

4 METODOLOGIA

A pesquisa consiste em um campo de conhecimento na qual abrange diversos procedimentos para explicar fenômenos sociais e contribuir para a construção da Ciência. Nessa mesma linha, Gil (2019, p.1) afirma que a pesquisa se configura “ [...] como procedimento racional e sistemático que tem como objetivo fornecer respostas aos problemas que são propostos. “ Portanto, a pesquisa como uma logística previamente conceituada permite possibilitar a compreensão dos avanços científicos e conflitos sociais.

A partir dessas premissas o procedimento técnico utilizado para elaboração deste artigo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica organizada em alguns parâmetros para alinhar o estudo e facilitar a análise de trabalhos já produzidos. Em vista disso, a finalidade da pesquisa constitui-se como uma pesquisa básica estratégica, tendo como objetivo de estudo a pesquisa exploratória para familiarizar com o problema de pesquisa. Com este procedimento, pretende-se otimizar e solucionar as ideias confirmadas e refutadas.

Quanto a análise dos dados trata-se de uma abordagem qualitativa, tendo em vista a seleção de periódicos científicos contendo Sequências Didáticas Investigativa (SDI) para o ensino da TRR na 3º série do Ensino Médio.

A pesquisa foi realizada nos bancos de dados da CAPES: Catálogo de teses e dissertações que facilitou tanto o acesso as informações através dos resultados obtidos da pesquisa quanto as análises das dissertações defendidas de pós-graduação brasileira em cada ano. Portanto, essa plataforma possibilitou as pesquisas realizadas com coletas de dados abertos, além de apresentar trabalhos qualificados.

Foram utilizando como categorias: Teoria da Relatividade Restrita, sequência investigativa e Ensino Médio. Onde foram consideradas publicações de 2018 a 2022. Foram levadas em conta as análises de títulos, resumo e palavras chaves para a composição do quadro de dissertações neste artigo científico.

Nesta plataforma foram encontradas 25 dissertações, porém a quantidade que trata sobre a proposta de SDI na terceira série foram apenas 05 dissertações e 08 com aplicações de sequências didáticas destinada às 1º série e 2º série do Ensino Médio. Sendo 07 com anos anteriores e 05 com a versão não autorizada para as bibliotecas. Os produtos educacionais em cada dissertações são direcionados para qualquer série do Ensino Médio, mas foram selecionadas apenas trabalhos com aplicações na 3 série do Ensino Médio. Em seguida, o quadro mostra a composição das dissertações analisadas e selecionadas a partir dos critérios de inclusão desta pesquisa.

Quadro 1- Dissertações contendo propostas de sequências de didáticas para o ensino da Teoria da Relatividade Restrita na 3º série do Ensino Médio.

Título do artigo	Autor (es)	Ano de publicação
Um guia ilustrativo, como material potencialmente significativo, para ensinar a teoria da relatividade restrita	ROSA, Milena Gabriel da.	2020
Grupo de rotações e de Lorentz com aplicações	BANDEIRA, Roberval Alves Laes	2020
Uma construção didática do conceito de espaço- tempo da teoria da relatividade restrita visando alfabetização científica no Ensino Médio	SOUZA, Diego Rodrigues de.	2019
Ensino e aprendizagem de física moderna e contemporânea através da integração das mídias	ALMENARA, Daniela Fontana.	2019
Desenvolvimento e análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino da teoria da relatividade restrita	PESSATO, Claudineia de Oliveira Martins.	2019

Fonte: Próprio autor, 2023

5 A TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA NO CONTEXTO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: CONCLUSÕES FINAIS SOBRE CONTRIBUIÇÕES DAS EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS

As atividades investigativas são essenciais para o ensino do conteúdo da Teoria da Relatividade Restrita. A resolução de problemas surge pelos desejos de ensinar aos alunos, tendo como essência a orientação da organização para o ensino dos sujeitos com atividades investigativas. (AZEVEDO; ABIB; TESTONI, 2018).

Nessa perspectiva, com o desenvolvimento tecnológico e a complexidade de compreensão da matemática e dos conceitos dos temas da teoria, fica evidente o problema de ensino: Como ensinar o conteúdo sobre Teoria da Relatividade Restrita (TRR) para os adolescentes da 3ª série do Ensino Médio? Para buscar soluções para este problema de ensino foi analisado trabalhos publicados contendo sequências didáticas com atividades de caráter investigativo para atender as necessidades dos estudantes e garantir o ensino acessível na disciplina de Física.

As Sequências Didáticas Investigativas (SDI) segundo (2018, p. 767) Carvalho “é uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdo ou

temas científicos [...] com o uso de diferentes atividades investigativas (por exemplo: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos).” A partir disso, existem diversas Atividades investigativas (AI) para desenvolver um ensino investigativo e problematizado. Com isto, é possível melhorar a qualidade de ensino no ambiente escolar. Por isso, o professor necessita usufruir dessas atividades para garantir a liberdade intelectual dos estudantes no que se refere no papel ativo dos alunos na realização de atividades didáticas.

De acordo com Carvalho (2013) existe o problema experimental e o problema não experimental que envolve manipulações de materiais para análise e resolução de problemas propostos em sala de aula. No primeiro problema, os alunos manipulam ferramentas tecnológicas ou observam demonstrações investigativas para desenvolver o processo experimental. Já o segundo problema, o professor utiliza outros recursos como: textos históricos, imagens, vídeos, livro-texto e estudo de caso.

As dissertações das autoras Rosa (2020), Souza (2019), Almenara (2019) e Pessatto (2019) abordam sobre temas da História e Filosofia da Ciência (HFC).

Em primeira análise, Rosa (2020), Souza (2019) e Pessatto (2019) utiliza para ensinar a TRR problemas não experimentais para coletas de dados, elaboração de hipóteses, análise e conclusões dos resultados obtidos para discussão em sala de aula juntamente com o professor. Nessas atividades propostas na sequência didática tem um caráter investigativo e problematizador devido as aulas iniciarem com situações-problemas na qual tem o objetivo de compreender as consequências dos postulados de Einstein que envolve: Dilatação temporal e Contração do comprimento. Além de, identificar e organizar os conhecimentos prévios dos estudantes através de análises de imagens e de questionários investigativos para contextualizar o conteúdo de TRR.

A autora Rosa (2020) utiliza diversas situações-problemas de natureza complexa na qual os alunos utilizam um guia ilustrativo como auxiliador, contendo textos e atividades da TRR. Portanto, apresenta-se um estudo de caso para despertar a investigação nos alunos:

Vamos retomar o trem e a mesma plataforma trabalhados na experiência mental realizada anteriormente. “Agora a canetinha a laser estará no chão, apontando para o teto, onde se encontra um espelho. O trem começa a se movimentar com velocidade uniforme. Quando passa diante do seu amigo na plataforma – que mais uma vez vê o vagão indo da esquerda (dele) para a direita -, um pulso de luz é lançado. Ele bate no teto e volta. Com a ajuda de um cronômetro muito preciso, você marca o tempo que a luz levou para sair da canetinha, bater no espelho e voltar ao chão. Seu amigo fará a mesma medição, com um cronômetro igual, da plataforma. Quando a experiência termina você vai conferir seu cronômetro com o dele. Para surpresa de ambos, os tempos medidos são diferentes. [...] Como isso pode ter acontecido?” Qual cronômetro marca um tempo maior? (OBS.: Não esqueçam que precisamos exagerar nas dimensões e velocidade do trem). (ROSA, 2020, p. 74)

Esse problema apresenta a diferença de tempo cronometrado por observadores em um determinado referencial, na qual, o tempo está passando

lentamente. Esse estudo de caso é explicado pela dilatação temporal de Albert Einstein que afirma que o tempo passa mais lento em objetos em movimento em relação ao observador inercial.

Pessatto (2019) realiza uma oficina onde envolve diversas propostas didáticas constituído de atividades investigativas para serem aplicadas em sala de aula. Dentre essas atividades foram realizadas estudo de caso para buscar a solução do “paradoxo dos gêmeos”, “paradoxo do trem” e “paradoxo da escada e do celeiro”. Além disso, os recursos tecnológicos foram essenciais para motivar e desenvolver autonomia nos estudantes durante a manipulação das ferramentas com auxílio do professor.

Ainda em análise, o problema complexo trata-se de um estudo de caso na qual envolve o tema contração do comprimento do conteúdo de TRR:

Um fazendeiro tinha uma escada grande demais para guardar no seu celeiro. Um dia, ele por acaso leu um pouco sobre Relatividade e lhe ocorreu uma solução para o problema. O fazendeiro pediu a sua filha que corresse com a escada o mais rápido que ela pudesse – quando a escada em movimento sofrendo a contração do comprimento chegasse a um tamanho que caberia facilmente no celeiro, ela deveria entrar correndo no celeiro e ele fecharia a porta, deixando a escada lá dentro. A sua filha, no entanto, leu um pouco mais sobre Relatividade e ressaltou que no seu sistema de referência *o celeiro*, e não a escada se contrairia e o resultado seria pior do que se ambos permanecessem em repouso. Pergunta: Quem tem razão? A escada caberá dentro do celeiro ou não? (PESSATTO, 2019, p. 187).

A autora Pessatto (2019) propõe situações-problemas complexas para as buscas das explicações para os fenômenos dilatação temporal e dilatação do comprimento. Ainda nessa proposta apresentada, os estudantes devem resolver o problema não experimental e discutir os resultados com o professor durante aula.

Em relação ao trabalho da autora Almenara (2019), são destacados em seu trabalho atividades experimentais, na qual realiza jogos didáticos utilizando recursos tecnológicos para abordar a história da teoria da relatividade restrita e as contribuições de cada cientista. Sendo que, no início foi criado um blog para acompanhar o processo de aplicação do produto educacional, postar metodologia ativas e recursos interessantes. Também foi criado um grupo utilizando o recurso facebook para comunicação dos estudantes. Dessa forma, a proposta contida nessa sequência didática visa produções acadêmicas e despertar a investigação por meio de pesquisas para responder questões dos desafios propostos nos jogos.

O jogo contou com a união de diversas mídias utilizando textos, links e vídeos a fim de embasar a solução dos desafios. Com o objetivo de dinamizar o jogo também se produziu posteriormente alguns selos (figura 4.6) os quais o docente pode imprimir em papel comum ou papel adesivo. (ALMENARA, 2019, p. 116)

Figura 1. Selos do jogo didático



Fonte: ALMENARA, 2019

Nesse jogo proposto pela autora Almenara (2019) pretende-se enfatizar sobre o surgimento da Física Moderna no século XX. O mesmo contém diversos desafios que são apresentados em forma de códigos QR code. Nesta sequência didática, os estudantes manipulam ferramentas como textos, links e vídeos para resolver o desafio disponibilizado pelo professor mediador. Com isso, a cada acerto é entregue um selo para os grupos formados em sala de aula.

A figura 2 mostra um *quiz* que aborda as contribuições dos cientistas para a Física Moderna:

Figura 2. Quiz sobre as contribuições dos cientistas para a Física Moderna



Fonte: ALMENARA, 2019

No que se refere ao trabalho elaborado por Bandeira (2020), utiliza recursos tecnológicos como o *software* Geogebra com o objetivo de obter a área dos Polígonos. Essa matemática tem relação com a Teoria da Relatividade Restrita (TRR), pois as transformações de Lorentz se relacionam com a dilatação temporal. Nessa atividade proposta os alunos manipulam a ferramenta e solucionam questões elaboradas pelo professor durante a exploração visual dos conceitos matemáticos. Portanto, o autor destaca a proposta para o professor de Física explorar juntamente com os alunos o paradoxo dos gêmeos utilizando os conceitos de Lorentz.

Diante disso, os alunos manipulam ferramentas como textos históricos, imagens, animações bem como atividades com recursos tecnológicos para análise de problemas e histórias. Portanto, nesse ensino trata-se de uma abordagem investigativa pois os mesmos possuem autonomia para solucionar problemas e tendo liberdade intelectual diante das atividades propostas.

De acordo com Carvalho (2018) as atividades investigativas na qual motiva os alunos a refletirem, pensarem, tomarem decisões, além de discutirem juntamente com os colegas problemas propostos pelo professor auxiliador. Trata-se de uma atividade que desperta liberdade intelectual tendo uma abordagem metodológica investigativa. Desse modo, a importância de implementar essas atividades de caráter investigativo consiste em inovação e criatividade para contribuir para um cenário que engloba participação, exposição de ideias, e ensino atrativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado neste artigo, foi possível atingir o objetivo geral na qual pretendia descrever as atividades investigativa (AI) que estão sendo testada para a otimização do ensino da Teoria da Relatividade Restrita (TRR), mas sem encerrar os aprofundamentos e acerca dessas atividades e suas finalidades e contribuições.

Demonstrou-se que as metodologias investigativas e problematizadoras são essenciais para conduzir as atividades com caráter investigativo. Sendo que, a constante inovação e criatividade desse método torna-se essencial para implementação na 3ª série do Ensino Médio.

A pesquisa das dissertações mostra que no ano de 2022 não houve trabalhos com proposta de sequência didática aplicada na 3ª série do ensino regular. A quantidade de teses e dissertações aplicadas na primeira e segunda série indica a necessidade de AI aplicável na terceira série.

Para responder o seguinte problema de pesquisa “ Que atividades investigativas vêm sendo testadas para a otimização do ensino da Teoria Da Relatividade Restrita na terceira série do Ensino Médio? “. Com isso, o estudo buscou analisar dissertações de autores que aplicaram proposta de sequências didáticas investigativas na terceira série do ensino regular. Nessa perspectiva, identificou-se estudos de casos, experimentos virtuais, problemas abertos, leitura e análise de textos históricos, imagens, animações, debates e jogos didáticos. Essas atividades desperta autonomia e investigação nos estudantes, quanto aos professores atuantes na prática pedagógica, esses métodos têm a finalidade de orientar os mesmos no ensino dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Portanto, o estudo consiste em mostrar que a diversidade de atividades investigativas pode otimizar o ensino de eixos temáticos do conteúdo de TRR bem como a evolução histórica dos conceitos através dessas orientações de sequências didáticas com práticas investigadoras aplicáveis em sala de aula.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. N.; ABIB, M. L. V. S. TESTONI, L. A. Atividades investigativas de ensino: mediação entre ensino, aprendizagem e formação docente em Ciências. *Ciência e Educação*, v. 24, nº 2, p. 319-335, 2018.

ALMENARA, Daniela Fontana. **Ensino e aprendizagem de física moderna e contemporânea através das mídias**. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física)- Fundação Universidade Federal de Rondônia, Paraná-Ro, 2019.

BANDEIRA, Roberval Laes Alves. **Grupo de rotações e de Lorentz com aplicações**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do ABC, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional- PROFMAT, Santo André, p. 97. 2020

BRASIL, Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: **PCN** Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação; Semtec, 2002.

BATISTA, R.F.M- SILVA, C.C. A abordagem histórica- investigativa no ensino de

Ciências. Estudos Avançados, v. 32, n 94, p. 97-110, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza e suas tecnologias. Volume 2. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Secretaria de Educação Básica/MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível

em:http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf . Acesso em 28 junho 2023.

CLEMENT, L. **Autodeterminação e Ensino Por Investigação**: Construindo Elementos Para Promoção da Autonomia em Aulas de Física. Tese (Doutorado) em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2013. Disponível em-<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122808>. Acesso em 28 de junho de 2023.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18. (3), 765-794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning. 2013

FONSECA, Vitor da. **Desenvolvimento cognitivo e Processo de Ensino - Aprendizagem**: abordagem psicopedagógica à luz de Vygotsky. Petrópolis, RJ: Vozes, 2019. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=-wGQDwAAQBAJ&lpg=PT2&ots=4-85TxfbfP&dq=fonseca%202019%20desenvolvimento&lr&hl=pt-BR&pg=PT2#v=onepage&q=fonseca%202019%20desenvolvimento&f=false> . Acesso em: 28 jun. 2023.

FREIRE, J. C. **Evolução de conceitos de mundo**: uma proposta para inserção da teoria da relatividade no ensino médio. 2015. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015. do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/10375>. acesso em: 28 jun. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física** óptica e física moderna. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4, 2016.

MARQUES, Lucas Vinicius; SOLTAU, Samuel Bueno. Relatividade Geral no Ensino Médio: uma revisão literatura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 8, e40611831247, p. 1-9, 24 jun. 2022. 2525-3409. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd->

v11i8.31247. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31247> . Acesso em: 28 jun. 2023.

MARTINS, Roberto de Andrade. **A origem histórica da relatividade especial**. Editora livraria da física, São Paulo, 2015.

PESSATTO, Claudinéia de Oliveira Martins. **Desenvolvimento e análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino da teoria da relatividade restrita**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus, Foz do Iguaçu, Centro de Educação, Letras e saúde, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, p. 228. 2020

ROSA, Milena Gabriel da. **Um guia ilustrativo, como material potencialmente significativo, para ensinar a teoria da relatividade restrita**. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte, Programa de Pós- Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Tramandai, Rio Grande do Sul. p. 255. 2020.

SOUZA, Diego Rodrigues de. **Uma construção didática do conceito de espaço-tempo da teoria da relatividade restrita visando alfabetização científica no Ensino Médio**. Mestrado (Dissertação)- Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional de Ensino de Física. Rio Branco. P.155. 2019.

SILVA, Paulo Sérgio Modesto da; VIANA, Meire Nunes; CARNEIRO, Stania Nágila Vasconcelos. O desenvolvimento da adolescência na teoria de Piaget. **Psicologia.pt: O Portal dos psicólogos**, Brasil, p. 1-13, 25 dev. 2011. 646-6977. DOI: <https://doi.org/J4BO00000002>. Disponível em: https://www.psicologia.pt/artigos/ver_artigo_licenciatura.php?codigo=TL0250 . Acesso em: 28 jun. 2023.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

ZAMPIERON, Tainara. **GUIA COM PROPOSTAS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS. UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA -UDESC CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS -CCT PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS**. Joinville. 2021. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/643363/2/Produto%20Educacional%20PPGECMT_Tainara%20Zampieron.pdf . Acesso em 08 de dezembro de 2023