



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS PIRANHAS  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**MOABIO ELIZANDRO RODRIGUES BARRETO FILHO**

**IDEIAS DO TEMPO AO LONGO DA HISTÓRIA: DE CONCEPÇÕES REMOTAS  
ATÉ IDEIAS ATUAIS E SEU USO NA SALA DE AULA DE FÍSICA**

**PIRANHAS, AL**

**2022**

MOABIO ELIZANDRO RODRIGUES BARRETO FILHO

IDEIAS DO TEMPO AO LONGO DA HISTÓRIA: DE CONCEPÇÕES REMOTAS ATÉ  
IDEIAS ATUAIS E SEU USO NA SALA DE AULA DE FÍSICA

Projeto de Pesquisa apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Piranhas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Batista do Carmo

Co-orientador: Prof. Dr. Danilo Olímpio Gomes

PIRANHAS, AL

2022

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	3
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	5
2.1 OBJETIVO GERAL.....	5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	6
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	7
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	14
<b>6 RECURSOS</b> .....	15
<b>7 CRONOGRAMA</b> .....	15
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	16

## 1 INTRODUÇÃO

O tempo é uma das grandezas mais importantes que conhecemos, ele permeia toda e qualquer existência de vida a qual temos informação, e apesar de já tão analisado e discutido desde tempos imemoriais, “[...] todos nos perguntamos de vez em quando o que é o tempo, como começou e aonde está nos conduzindo.” (HAWKING, 2016, p. 39).

Como iremos discorrer sobre o tempo, obviamente irá aparecer diversas concepções dele em nossa pesquisa. Uma delas, diz respeito ao tempo como grandeza física, o qual seria um dado da natureza, independente do ser humano; outra, que é bastante recorrente no cotidiano, diz respeito ao tempo dito psicológico, sendo ele relativo a como experienciamos as ocorrências vividas, ou seja, a duração dos acontecimentos pode aparentar ser mais rápida ou devagar a depender de fatores humanos; iremos ainda falar de tempos que pertencem a estruturas de pensamento filosófico, aqui generalizados como “tempo filosófico”. Claro que essas são definições importantes e aparecerão no escopo do nosso trabalho, mas definições como a de tempo cronológico, que diz respeito ao tempo como uma grandeza dividida em intervalos que se repetem periodicamente (segundos, minutos, horas...), ou a de tempo histórico, que “[...] está ligado às mudanças e às permanências no modo de vida de um grupo ou de uma sociedade, durante um determinado período.” (Mangi; Silva, 2017, p. 1374) também irão estar presentes.

Vários povos, civilizações e intelectuais pensaram sobre o tempo e construíram suas ideias acerca dele. As propostas e reflexões sugeridas, foram por vezes totalmente coerentes com o pensamento vigente da época e do local, de modo que entender como se dava tais noções, é entender um pouco do imaginário dessas pessoas, a visão coletiva de mundo instituída. Para além, a partir desses conhecimentos, podemos entender também aspectos de determinados instrumentos, a exemplo temos os relógios solares.

Durante um grande período, o conceito de tempo fora tratado em sua grande maioria como algo subjetivo ou filosófico; contudo, com o advento e evolução da ciência que nasce por volta do século XVII, se tem uma espécie de ruptura entre as ideias sobre o tempo propagadas até então e sua ideia nascente. O tempo ganha a condição de *grandeza física*, deixando de ser algo subjetivo ou filosófico, passando a ser uma quantidade mensurável e correspondente a estrutura do universo natural. Ademais, para além de entender essa ruptura, é necessário entender o processo, desde de períodos antigos, passando por alguns autores, até se chegar nela, para que assim tenhamos uma boa compreensão dela. Assim, vamos estar construindo um

quadro relativamente completo sobre a história dessa grandeza tão importante. Além disso, é desejado explorar as concepções de tempo usadas pela ciência a partir dessa ruptura.

A ciência trabalha com o conceito de tempo a todo instante, sendo ele *a variável a qual todas as outras variam*; em locais onde o tempo não “corre” como de habitual, é onde nossas teorias modernas falham e noções habituais a seu respeito chegam ao fim, caso do *big bang* e dos buracos negros. Por muito tempo, acreditou-se em um tempo absoluto e infinito, que independe dos observadores e dos referenciais adotados. Entretanto, no ano de 1905, Albert Einstein publicou alguns artigos revolucionários, os quais mudaram nossa concepção da natureza de forma abrupta e irreparável. Em um deles, nossa noção de tempo foi drasticamente abalada: o tempo não mais é uma grandeza absoluta como se imaginava. A teoria da relatividade restrita é então apresentada, contendo um arcabouço matemático relativamente simples, mas com um peso conceitual enorme, que foge da noção de tempo cotidiana. Entender como essa teoria se dá matematicamente e conceitualmente, é saber um pouco mais sobre a natureza e a história do tempo, além de sermos capazes de compreender algumas de suas consequências, tal como a dilatação temporal.

A relatividade restrita promove outra visão sobre o tempo, mas, a sua posterior evolução, promove uma visão ainda mais significativa sobre tal grandeza. Essa evolução foi chamada de teoria da relatividade geral, e assim como a relatividade restrita, vai mesclar as grandezas tempo e espaço. O tempo a partir dessas teorias, não constitui uma entidade física separada, ele é agora parte do que se chama de *espaço-tempo*. Assim, para além de entender o tempo dentro do arcabouço teórico e matemático da relatividade restrita, vamos trazer caracterizações e análises dessa grandeza no contexto da relatividade geral. O entendimento da estrutura do tempo atualmente, perpassa inevitavelmente por um entendimento da relação espaço-tempo no âmbito desta teoria.

A teoria da relatividade restrita trata especialmente de corpos que se deslocam a velocidades próximas à da luz, enquanto a relatividade geral vai tratar, em especial, sobre o tema da gravitação. Assim, dado o mundo moderno que depende tanto da luz (modo geral) para suas atividades diárias e tem uma relação tão forte com a astronomia moderna, a relatividade com certeza estará atrelada a diversas aplicações, as quais são essenciais para o mundo atual e para o progresso da ciência, tais como o Global Positioning System (GPS) e os aceleradores de partículas. Dessa forma, a pesquisa aqui proposta irá se debruçar sobre tais aplicações que são relativas ao tempo, trazendo um quadro bem completo acerca das utilizações do tempo relativístico.

Dado tudo que dissemos, salientamos que o tempo é um conceito extremamente importante; entender e analisar como as concepções dessa grandeza foram sendo construídas ao longo da história, até as ideias modernas, é entender um pouco sobre o pensamento humano, a natureza, e a relação entre eles.

Todo arcabouço teórico e conceitual gerado nesta pesquisa, servirá de base para a construção de um formulário, o qual será encaminhado a professores de Física da cidade de Piranhas e regiões vizinhas, e a alguns professores de Física da rede federal de educação. Ele vai trazer questões sobre os conceitos e abordagens do tempo utilizadas em sala de aula; será que os professores trabalham com algum conceito de tempo anterior às ideias dele construídas pela ciência? Qual a importância do tempo em suas aulas? Foi explorado as ideias do tempo relativístico em algum momento durante as suas vivências educacionais? Essas e outras perguntas formam um conjunto de questões que nos intriga, solucioná-las, mesmo que de modo tão restrito, constitui um início de entendimento sobre como o tempo se dá nas aulas de Física e qual a necessidade de uma investida maior nesse tema dentro da sala de aula.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Compreender e analisar a evolução das ideias do conceito de tempo ao longo da história, desde os primórdios até as noções modernas, e tendo como base esse estudo, verificar como alguns professores de Física utilizam tal conceito em suas práticas docentes.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Entender como determinadas culturas e intelectuais caracterizaram o tempo;
- Analisar como se deu o processo de ruptura entre o tempo filosófico ou subjetivo ao tempo idealizado na ciência, e sua definição científica posterior;
- Caracterizar as ideias da relatividade restrita sobre o tempo e sua linguagem matemática;
- Explicar como é estruturado a relação entre espaço e tempo dentro da teoria da relatividade geral;
- Descrever as aplicações das ideias modernas (relatividade) sobre o tempo.

- Compreender como professores de Física da cidade de Piranhas e região, e alguns docentes de Física da rede federal de educação, trabalham com o conceito de tempo em suas aulas.

### 3 JUSTIFICATIVA

Como salientado na introdução, o tempo é uma grandeza que tem bastante importância e há muito se é discutido sobre ele, contudo, percebe-se que materiais que trazem uma evolução histórica dessa grandeza são bastante escassos, em especial em língua portuguesa. Dois livros que tratam da temática de maneira bastante completa, e que estão em português, são: *O tempo na história* e *O que é tempo?*, sendo o primeiro publicado em 1988 e o segundo em 1972, respectivamente, e que têm como autor o matemático, cosmólogo e historiador da ciência Gerald James Whitrow. Tais livros foram publicados originalmente em inglês e constituem, essencialmente, a base teórica da história do tempo. Assim, propomos, além de uma análise diferente da história do tempo, uma atualização da bibliografia existente, contribuindo para o aumento de material sobre a temática.

Nesta viagem histórica sobre o tempo, trataremos das principais aplicações das ideias modernas sobre o tempo e como elas são essenciais para a ciência e para a vida contemporânea, a exemplo: os aceleradores de partículas; o GPS; e os telescópios modernos<sup>1</sup>. Essa caracterização constituirá um quadro importante de aplicações do tempo relativístico, que dificilmente é contemplado de forma integral na bibliografia existente, apenas de forma fragmentada em alguns materiais. Para mais, é visto a necessidade de uma abordagem mais ampla sobre a evolução dos conceitos de tempo em livros de nível básico, aqueles utilizados em escolas regulares; dessa forma, a pesquisa aqui proposta poderá servir de subsídio para construção de materiais, podendo atender aos mais diversos propósitos educacionais.

Outro ponto importante é em relação a como o conceito de tempo é trabalhado em sala de aula. Independente da área da Física que um aluno do ensino médio ou superior esteja estudando, a variável tempo vai aparecer, e os professores de Física vão lidar com ela nos mais diversos momentos de sua vida docente. Em nossa pesquisa buscaremos entender um pouco como professores de Física da cidade de Piranhas e regiões vizinhas, e alguns docentes de Física da rede federal de educação, lidam com esse conceito nas suas respectivas vivências docentes, de modo a caracterizar um cenário que pouco é explorado em pesquisas. Assim, enfatizamos a

---

<sup>1</sup> Um exemplo bem atual é o Telescópio Espacial James Webb, que está relacionado à relatividade em vários aspectos.

importância de entender como esses profissionais da educação trabalham tal conteúdo em sala de aula, dado a importância dessa grandeza para a ciência e a sociedade como um todo, e para o crescimento intelectual dos alunos.

Essa pesquisa também tem valor pessoal, de forma a ser uma possível porta de entrada para futuras pós-graduações, onde temas nela abordados poderão ser muito mais explorados e estudados, trazendo inovações, avanços e um crescimento profissional e intelectual para o autor da pesquisa.

#### 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em seu livro, *O Tempo na História* (1993), o historiador da ciência, Gerald James Whitrow, traça uma linha histórica sobre as principais ideias acerca do tempo desde a pré-história até as ideias modernas do século XX. Nesse percurso pela história do tempo, ele apresenta como muitas civilizações imaginavam o tempo e dele realizavam medidas, proporcionando um entendimento bastante proveitoso e robusto sobre essa grandeza nas sociedades desde períodos antigos. Algumas destas sociedades são as populações do Egito antigo, Suméria, Babilônia e Irã antigo. Tal texto também versa acerca de como o tempo se dava na chamada antiguidade clássica (Grécia, Israel antigo e Roma imperial) e na Idade Média. Para mais, esse livro tratará sobre a visão do tempo pós-Idade Média, ou era moderna, em que vários eventos, ideias e equipamentos foram sendo realizados e fabricados, trazendo visões diferentes acerca do tempo, passando pela revolução científica e seguindo até a ideias de tempo da sociedade computadorizada do século XX. Em outro livro de Gerald James Whitrow, *O Que é Tempo?* (2005), ele também nos trará um pouco da história do tempo, contudo, esse tem um foco mais ligado na explanação e análise das ideias científicas e modernas sobre o tempo, tal como as visões que a relatividade de Albert Einstein proporcionou, e a ideia da flecha do tempo no âmbito da termodinâmica, que explica o sentido do tempo (vai do passado até o futuro e assim segue). Tal livro se propõe e busca expor essas ideias, caracterizando-as dentro de uma perspectiva histórico-temporal-científica.

No livro *Time: Towards a Consistent Theory* (1994), o cientista da computação, físico e matemático Chandrakant Raju, trata sobre diversos temas que estão ligados ao conceito de tempo na história da ciência, tais como o *tempo de Newton* e o *Tempo de Einstein*. Dessa forma, ele traça um quadro sobre o tempo científico a partir de abordagens físicas, mas ainda assim, discorre um pouco sobre o *tempo filosófico*. Dessa forma, o livro é uma proposta bem interessante no que diz respeito ao entendimento do tempo dentro do contexto da ciência.



O professor André Ferrer Pinto Martins, em sua tese de doutorado: *Concepções de estudantes acerca do conceito de tempo: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard* (2004), pesquisa acerca da construção do conceito de tempo por estudantes do ensino fundamental e médio, tendo como base teórica a epistemologia<sup>2</sup> de Gaston Bachelard. Uma das partes que muito nos interessa em nossa pesquisa é o capítulo 2, o qual vai expor concepções sobre o tempo de autores bastante renomados na história do pensamento, tais como Platão, Santo Agostinho, Aristóteles e Espinosa, além de trabalhar com as ideias científicas de tempo que vieram após o nascimento da ciência moderna. É um texto relativamente completo sobre o tempo, sendo um resumo bem importante no que se refere a essa grandeza. Apesar da importância deste capítulo, outras partes dessa tese poderão ser utilizadas em nosso estudo.

No texto intitulado *Acercamiento a La Percepción Del Tiempo y Sus Implicaciones En El Estudio Histórico* (2002), de David Ruiz Moreno, temos uma revisão dos conceitos de tempo que foram construídos na história das ideias. O texto é bem interessante e atravessa as áreas da Física, Filosofia e História, proporcionando um bom entendimento sobre os diferentes modelos de tempo que foram construídos pela humanidade, configurando assim um suporte teórico de bastante importância.

A monografia de Eduardo Sörensen Ghisolfi, que tem o título *Sobre a Evolução Histórica do Conceito de Tempo e Uma Investigação do Seu Significado Entre Estudantes de Diferentes Níveis de Escolaridade* (2009), traça uma breve linha histórica sobre o tempo; faz um pequeno estudo sobre como esse conceito está sendo abordado nos livros didáticos de Física, desde o ensino fundamental até o universitário; e realiza um estudo com estudantes de diversos níveis de escolaridade a respeito de como eles conceitualizam o tempo. Essa monografia é bem interessante e aborda tópicos muito proveitosos para a nossa pesquisa, além de abrir espaço para que possamos discutir alguns temas relativos ao tempo, tal como esse conceito é abordado nos livros didáticos de Física. Dessa maneira, temos uma referência teórica que contribuirá bastante, em especial para a construção do formulário que será proposto a alguns professores nos estágios finais da nossa pesquisa.

O artigo intitulado *Espaço e Tempo na Modernidade* (2009), de Gilvan Luiz Hansen, traz reflexões e noções acerca do tempo e do espaço na sociedade moderna. No texto, ele parte de ideias acerca de como ele compreende a modernidade e posteriormente traz a importância teórica e prática dos conceitos de espaço e tempo, seguindo em direção as relações de tempo-espaço-história, espaço-tempo-política, espaço-tempo-ética. Por fim, ele se propõe a detectar o

---

<sup>2</sup> Essa palavra é sinônimo do termo *teoria do conhecimento*, e diz respeito à parte da filosofia que trata sobre a construção do conhecimento e os aspectos a ele relacionados.

significado do tempo e espaço para o desenvolvimento do período moderno através de algumas ideias filosóficas, finalizando com as suas conclusões sobre essas grandezas na era moderna. O texto traz tópicos bem interessantes, os quais possibilitam entender um pouco do tempo e do espaço no âmbito da modernidade europeia e um pouco das mudanças que foram ocorrendo com esses conceitos da passagem da idade média para a moderna. Ademais, temos que o texto discute a respeito dos conceitos de espaço e tempo dentro do campo filosófico, deixando o cenário físico/científico de lado.

O texto com o nome *Tempo e Direito: Reflexos do Tempo Filosófico e Científico no Campo Jurídico* (2000), de Francisco Alves Dos Santos Júnior, trata sobre as ideias de tempo (filosófico e científico) que estão presentes no âmbito jurídico. Nessa pesquisa, temos apenas interesse no capítulo 2, que é intitulado: *Algumas Teses Filosóficas e Científicas Sobre o Tempo*, o qual abordará o tema do tempo dentro de perspectivas abordadas na história das ideias. Esse capítulo é bastante sintético e resumido, mas com certeza servirá de subsídio para o nosso estudo, em especial em temas não abordados ou pouco contemplados nos escritos expostos aqui anteriormente.

O livro *Física IV: Ótica e Física Moderna* (2016) dos físicos Hugh David Young e Roger A. Freedman, que conta com a colaboração do físico Lewis Ford, aborda diversos temas, desde conceitos de óptica física/geométrica até ideias e temas da mecânica quântica e da relatividade de Albert Einstein. Todavia, apesar da importância e do compilado de conhecimentos que esse texto traz, exploraremos apenas o capítulo 37 que tratará sobre temas dentro da relatividade. Em especial, trabalharemos com as ideias de tempo relativístico e sua estrutura matemática, as quais estão presentes na obra.

Na obra *Fundamentos da Física: Óptica e Física Moderna* (2016) dos físicos David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker, tal qual o livro falado no parágrafo acima, vai discorrer sobre diversos assuntos dentro das áreas de óptica e física moderna. Contudo, da mesma forma que dito antes, o nosso interesse nesse livro é na sua bagagem epistemológica e matemática acerca do tempo relativístico. Esse, da mesma forma que o outro citado há pouco, consiste em uma obra bastante renomada, que será de fundamental importância em nosso estudo acerca das ideias físicas e matemáticas do tempo na relatividade restrita.

Na monografia de Antonio Rafael Moreira Camilo, denominada *Tópicos de Relatividade Restrita* (2016), temos uma descrição bastante completa dos assuntos que compõem a área da relatividade restrita, contendo neste trabalho as partes conceituais e o arcabouço matemático dessa teoria. Outrossim, o texto vai abordar a relação entre o princípio da relatividade de Einstein e a Eletrodinâmica. Esse trabalho servirá como uma das bases para

que tratemos sobre o tempo no contexto da relatividade restrita, e constitui, dessa forma, um ótimo referencial para a nossa pesquisa.

Outro livro que contribuirá significativamente para a nossa pesquisa é: *Física: Uma Abordagem Estratégica* (2009), volume 4, do físico Randall D. Knight. Nesta obra, que trata sobre assuntos de mecânica quântica e relatividade, vemos uma abordagem conceitual e matemática promovedora de ótimo entendimento nesses tópicos de Física. Dessa forma, consideramos ela como uma base muito importante para a nossa pesquisa do tempo na relatividade, sobretudo seu capítulo 37, intitulado *Relatividade*. Esse capítulo ajudará também, além de sua contribuição acerca do conceito de tempo, para analisarmos a relação entre espaço e tempo na relatividade restrita, de modo a corroborar com o nosso estudo: “O objetivo do Capítulo 37 foi compreender como a teoria da relatividade de Einstein muda nossos conceitos acerca do espaço e do tempo.” (KNIGHT, 2009, p. 11770)

No artigo *O Tempo na Física* (1989), o físico Henrique Fleming trata das contribuições que a Física, em particular a do século XX, trouxe para o entendimento da natureza do tempo e de seu vínculo a conceitos trabalhados na ciência. Tal artigo é curto, abordando o tema do tempo na relatividade restrita e geral de forma sintética, mas ainda assim, ajudará na compreensão do tema do tempo e sua relação com o espaço.

Outro artigo que ajudará em nossa análise e compreensão da relação entre o espaço e tempo na relatividade é: *Geometria, Espaço-Tempo e Gravitação: Conexão Entre Conceitos da Relatividade Geral* (2010), do físico Felipe Tovar Falciano. Nesse texto serão discutidas as relações entre os conceitos de espaço, tempo, gravitação e geometria dentro da área da relatividade geral, proporcionando um entendimento dessas grandezas no âmbito da teoria. Com isso, esse artigo contribuirá para que possamos entender e analisar quais as implicações para a relação entre o tempo e espaço trazidos pela relatividade geral, podendo auxiliar no entendimento da mudança de paradigma que ocorreu nessas grandezas com o advento dessa revolucionária teoria.

O texto *Introdução à Relatividade Geral* (2020), expõe uma breve revisão sobre a teoria da relatividade geral, mas vai abordar tal tema de forma não técnica, trazendo algumas equações e implicações da teoria. A publicação desenvolve de maneira bastante clara a teoria citada, sem deixar de abordar aspectos importantes sobre ela, introduzindo o assunto de modo bastante eficaz. Conjuntamente com outros textos citados, contribuirá, para além de um entendimento da teoria da relatividade geral, com apreensão do conhecimento a respeito da relação existente entre tempo e espaço nesse quadro teórico.

No livro do físico teórico Stephen Hawking, denominado *O Universo Numa Casca de Noz* (2016), ele discute diversos temas relacionados à física moderna, adentrando no campo da relatividade e da física quântica e oportunizando visões sobre diversos aspectos do nosso universo. Nesse livro, dois capítulos que contribuirão significativamente para a nossa pesquisa, são: *Uma Breve História da Relatividade* e *A Forma do Tempo*. Dado tudo que já expomos e só pelos títulos dos capítulos que possivelmente serão os mais utilizados da obra, já fica implícito suas importâncias. Mas, salientando suas ideias, os capítulos servirão fundamentalmente para um entendimento da relação espaço-tempo e como se dá o tempo na relatividade. Dessa forma, tais capítulos possibilitam compreensões profundas sobre a relação espaço-tempo no âmbito da ciência. No seu best-seller *Uma Breve História do Tempo* (2015), Stephen Hawking aborda, tal como o livro falado anteriormente, diversos temas de física moderna, tais como buracos negros, princípio da incerteza, partículas elementares, entre outros. Um dos temas abordados será justamente a relação entre espaço e tempo nas concepções modernas relativísticas, corroborando com o entendimento dessas ideias.

A dissertação de mestrado de Fábio Jardim de Almeida, intitulada *Desmistificando a Teoria da Relatividade de Einstein* (2022), trata de diversos tópicos de relatividade e conteúdos afins, trazendo a teoria, seu conteúdo histórico, aplicações da relatividade, entre outros tópicos. Desse trabalho é possível extrair diversas contribuições para o nosso estudo do tempo na relatividade, tal como aplicações do tempo relativístico. Vale dizer que não somente esse trabalho trata sobre aplicações do tempo na relatividade, outros textos já citados irão versar sobre o tema e conteúdos relativos, de forma a contribuírem para que alcancemos os objetivos de pesquisa. Assim, temos que esse texto, assim como os outros, irá subsidiar grandemente o nosso estudo.

Um texto que proporciona um entendimento bom acerca de uma aplicação do tempo relativístico é: *O GPS e a Teoria da Relatividade* (2013), de José Natário. Tal texto vai trazer explicações bastante importantes e em um grau considerável de aprofundamento, a relação entre o GPS e as ideias do tempo da relatividade. Nesse artigo, vemos como o autor relaciona a gravidade newtoniana e as ideias da relatividade para chegar à correção relativística do tempo no funcionamento do GPS. Esse texto traz explicações bem estruturadas sobre essa aplicação tão utilizada nos dias atuais, oportunizando um conhecimento profundo sobre ela.

O artigo intitulado *Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica* (2016) discute a importância da abordagem histórico-filosófica do tempo e espaço em sala de aula, e traz dados e o relato de uma experiência educativa realizada. No artigo, temos um pequeno

percurso histórico acerca das ideias relativas ao espaço e tempo, prosseguindo em direção a descrição da escola onde foi realizado a pesquisa e a metodologia usada na investigação. O texto ainda descreve em detalhes todas as atividades realizadas pelos estudantes participantes do estudo e faz alguns apontamentos. O texto é muito bom e sem dúvida faz parte de nossa base para pensarmos o conceito de tempo em sala de aula. Na literatura científica, em especial de língua portuguesa, o tempo em sala de aula é mais trabalhado em sua perspectiva histórica, sendo deixado de lado a dimensão física dessa grandeza, o que indica a necessidade de estudos como o que relatamos agora.

*Trabalhando o Conceito de Tempo Através do Uso de Canções com Alunos do Ensino Fundamental II* (2018) é um artigo que apresenta a proposta de se trabalhar a temática do tempo a partir do uso de músicas dentro do contexto educacional, atentando o olhar no ensino fundamental, mas que pode ser muito bem implementada no ensino médio e superior. O texto salienta a importância de uma metodologia pedagógica baseada em canções e discute perspectivas relativas ao tempo na canção *Embolada do Tempo*, lançada pelo cantor e compositor Alceu Valença. Além disso, apresenta uma pesquisa em que se trabalha o conceito do tempo a partir de um questionário, de 3 canções, de uma exposição sobre o que a ciência apresenta sobre o tema, e de uma produção textual dos discentes acerca dos conceitos aprendidos. Se tem nesse artigo uma boa descrição da metodologia utilizada e dos resultados obtidos, sem falar das observações apresentadas. Apesar do texto conter uma pesquisa que se pauta no ensino fundamental, em grande medida ele vai versar sobre conhecimentos acerca da temporalidade e ideias a ele relativas, o que evidencia a possibilidade de a metodologia poder ser aplicada ao ensino médio e superior. Dado tudo isso, temos que esse texto poderá contribuir efetivamente para nossa pesquisa, configurando assim um referencial importante.

No texto *O Conceito de Tempo no Ensino de Física: Perfis Epistemológicos e Culturais* (2016) temos uma discussão acerca de uma pesquisa realizada em escolas particulares do estado de São Paulo, a qual analisa as concepções de tempo de 3 estudantes, um do ensino fundamental, um do ensino médio, e outro do ensino superior. Esse estudo é voltado para a relação entre os perfis culturais e epistemológicos relativos ao ensino de ciências, tendo como base teórica a epistemologia de Gaston Bachelard, especialmente a sua ideia de perfil epistemológico, além de diferentes concepções a respeito de tempo advindas da Física e da Filosofia. O texto é bem estruturado, apresentando de forma bastante abrangente o referencial teórico e tendo uma boa descrição do processo de pesquisa. Os apontamentos são bem válidos e importantes, podendo ser uma fonte teórica efetiva para o nosso estudo.

A dissertação de mestrado de Morganna Justen Baptista intitulada *De Movimento dos Astros à Quarta Dimensão do Espaço: Uma Abordagem Didática Sobre o Tempo ao Longo dos Tempos* (2017) traz um produto pedagógico que constitui uma sequência didática, a qual tem como finalidade dar suporte ao professor que tem o interesse de apresentar tópicos de astronomia e/ou relatividade aos seus discentes. Assim sendo, temos que essa dissertação também vai trazer uma abordagem do tempo bastante ligada ao campo da Astronomia, especialmente a antiga. Para mais, temos que esse texto irá versar um pouco no tocante as medições de tempo no período antigo e moderno, e falar de tópicos relativos ao tempo dentro da relatividade. Tal produção também vai dedicar um espaço para discorrer sobre o ensino de astronomia e o de relatividade, além de abordar a teoria da aprendizagem significativa, elaborado por David Ausubel, a qual serviu como base para a proposta educacional da dissertação. Esse trabalho é bem estruturado e interessante, e com certeza ajudará no desenvolvimento da nossa pesquisa, particularmente a parte que trata sobre medições de tempo.

No artigo *O ensino da Teoria da Relatividade Restrita* (2017) temos uma revisão de literatura sobre esse tema, em que foram analisados artigos publicados na área de ensino de ciências em revistas do Brasil e duas do exterior, no período de 2005 a 2016. A análise se deu apenas em artigos que tratam sobre a temática do ensino da relatividade especial, sendo analisados 18 artigos. Outro artigo interessante que possui o mesmo viés é: *Relatividade Geral no Ensino Médio: Uma Revisão de Literatura* (2022). Este texto irá trazer uma revisão de literatura acerca do ensino de relatividade geral no ensino médio em artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF). Tal revisão perpassou por todos os artigos dos periódicos, e de 3.897 artigos, foram achados apenas 8 artigos que “continham discussões, elaboração ou aplicação de propostas para abordar a Relatividade Geral no Ensino Médio estando, portanto, dentro do escopo da temática buscada neste estudo” (MARQUES; SOLTAU, 2022, p.4). Esses dois artigos são bastante importantes e oportunizaram um pouco de entendimento sobre como anda o ensino de relatividade, de modo que, a partir de uma breve compreensão do cenário educacional em conteúdos sobre o tema de relatividade, possamos trazer considerações e ideias relativas à importância de se abordar o tempo da relatividade na educação.

*Teoria da Relatividade Restrita e Geral no Programa de Mecânica do Ensino Médio: Uma Possível Abordagem* (2007) discorre sobre uma proposta de inclusão curricular do estudo da teoria da relatividade (restrita e geral) no primeiro ano do ensino médio. Tal proposta foi elaborada com base na história e filosofia da ciência, e nela tivemos uso de produções culturais, tal como a pintura intitulada *As moças de Avignon*, do pintor Pablo Picasso, sendo ela aplicada

em uma escola da rede federal de ensino. Esse texto é deveras interessante e traz uma proposta que pode ser de grande valia para o ensino de relatividade, onde temos aspectos culturais, históricos e filosóficos sendo trabalhado em sala de aula. Para o nosso estudo, esse artigo pode servir de subsídio para um entendimento acerca da introdução do tempo relativístico em sala de aula.

*O Espaço e o Tempo, Entre a Ciência e a Filosofia: Notas Para o Ensino de Física* (2009) é um artigo que proporciona reflexões relativas às possibilidades de abordagens das questões sobre o espaço e o tempo no cenário do Ensino de Física (EF). Assim, temos que o texto tem como objetivo “apresentar a evolução conceitual das idéias de espaço e de tempo, com vistas à delimitação de marcos teóricos empregáveis na sala de aula, na esfera do EF, sobretudo da Física Clássica e da Física Moderna” (FERREIRA *et al*, 2009, p. 4). Tal texto se apresenta como um referencial importante em nossa pesquisa, dado suas contribuições expositivas para com os conceitos de espaço e tempo presentes na história do pensamento, e sua contribuição em relação a abordagem desses conceitos na sala de aula de Física.

O texto *Ampliando o Conceito de Tempo Através da Inserção da Teoria da Relatividade Restrita no Ensino Médio* (2005) trata sobre uma proposta de ensino realizada em sala de aula que teve, entre outros objetivos, a ampliação do conceito de tempo que alunos portavam através da construção da ideia de tempo da relatividade restrita. Esse artigo é bem estruturado e traz muitos apontamentos relevantes em relação a concepções de tempo por estudantes. Muitas das questões nele expostas irão ser abordadas, de uma forma ou de outra, em nossa pesquisa, tal como o problema de o tempo ser pouco abordado no ensino de Física. Assim, observa-se que esse texto ajudará de forma significativa na elaboração do nosso estudo.

## 5 METODOLOGIA

Na construção da nossa pesquisa utilizaremos bastante artigos, livros e outros tipos de publicações, os quais já estão presentes na fundamentação teórica. Em grande medida será um estudo bibliográfico, mas que contará com análises e discussões sobre os temas abordados, traçando possíveis paralelos entre eles. Assim, a pesquisa se desdobrará a partir de leituras e discussões que constituirão um percurso histórico sobre as ideias do tempo, chegando às ideias modernas dessa grandeza. Nosso estudo também contará com algumas aplicações da noção de tempo moderno (relatividade).

Apesar de grande parte da pesquisa se preocupar com a análise do tempo na história, uma parte se debruçará a entender como alguns professores de Física têm se relacionado com

essa grandeza em suas vivências educacionais. Dessa forma, a partir de todo o estudo realizado acerca das ideias do tempo, elaboraremos um questionário que irá mesclar questões objetivas e discursivas, as quais vão estar diretamente relacionadas aos conceitos de tempo definidos dentro dos limites do nosso estudo histórico. Esse questionário será passado aos professores de forma *online* ou presencial, o que pode levar a necessidade de um diálogo presencial anterior com algumas de suas respectivas instituições de ensino. Em posse das respostas dos docentes, analisaremos e computaremos os dados, com a pretensão de chegar a algumas conclusões sobre como está sendo trabalhado esse conceito na sala de aula de Física.

## 6 RECURSOS

A maioria do material que será utilizado em nosso trabalho está disponível *online*, mas ainda assim, alguns livros deverão ser adquiridos. Outro gasto é com transporte para deslocamentos que muito provavelmente serão realizados a escolas, a fim de se ter um diálogo com determinadas instituições de ensino e com os seus professores de Física. Ao todo, estimamos 6 viagens de ida e volta às regiões dos colégios. A tabela abaixo mostra uma ideia dos gastos que possivelmente teremos:

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR (R\$)
Livros	2	100,00
Transporte	6	76,00
<b>Total</b>		<b>176,00</b>

## 7 CRONOGRAMA

MESES	ATIVIDADES
Setembro (2022)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundamento da fundamentação teórica;</li> <li>• Escrita da pesquisa.</li> </ul>
Outubro (2022)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundamento da fundamentação teórica;</li> <li>• Escrita da pesquisa.</li> </ul>



<b>Novembro (2022)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundamento da fundamentação teórica;</li> <li>• Escrita da pesquisa;</li> <li>• Construção do formulário.</li> </ul>
<b>Dezembro (2022)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartilhamento do formulário aos professores de Física.</li> </ul>
<b>Janeiro (2023)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão dos resultados do formulário.</li> </ul>
<b>Fevereiro (2023)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finalização da pesquisa.</li> </ul>

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fábio Jardim de. **Desmistificando a teoria da relatividade de Einstein**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28957>. Acesso em: 07 set. 2022.

BAPTISTA, Morganna Justen. **De movimento dos astros à quarta dimensão do espaço: uma abordagem didática sobre o tempo ao longo dos tempos**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/5953>. Acesso em: 07 set. 2022.

CAMILO, Antonio Rafael Moreira. **Tópicos de relatividade restrita**. Acarape: UNILAB, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/533>. Acesso em: 07 set. 2022.

FALCIANO, F.T. Geometria, espaço-tempo e gravitação: conexão entre conceitos da relatividade geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 4, 18 fev. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/G5zC7L9qcKg6vZdTXmmWyGm/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 07 set. 2022.

FERREIRA, Ricardo Alves *et al.* O espaço e o tempo, entre a ciência e a filosofia: notas para o ensino de física. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 8 de nov. de 2009. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/981.pdf>. Acesso em: 08 set. 2022.

FLEMING, H. O tempo na física. **Revista USP**, [S. l.], n. 2, p. 3-6, 1989. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.v0i2p3-6. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/25450>. Acesso em: 07 set. 2022.

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

GHISOLFI, E. S. Sobre a Evolução Histórica do Conceito de Tempo e uma Investigação do seu Significado entre Estudantes de Diferentes Níveis de Escolaridade. **Revista da Graduação**, v. 2, n. 1, 22 abr. 2009. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/graduacao/article/view/5007>. Acesso em: 08 set. 2022.

GUERRA, Andreia; BRAGA, Marco; REIS, José Cláudio. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 4, p. 575-583, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xTzQFbkM9ky7B86zs7GZBzt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 07 set. 2022.

HANSEN, G. L. Espaço e Tempo na Modernidade. **GEOgraphia**, v. 2, n. 3, p. 51-67, 16 set. 2009. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13374>. Acesso em: 07 set. 2022.

HAWKING, Stephen. **O universo numa casca de noz**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2016.

HAWKING, Stephen. **Uma breve história do tempo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

JÚNIOR, Francisco Alves dos Santos. Tempo e direito: reflexos do tempo filosófico e científico no campo jurídico. **Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos**. Bauru: Instituição Toledo de Ensino, n. 27, p. 21-55, dez./mar. 1999/2000. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/jspui/handle/2011/19986>. Acesso em: 07 set. 2022.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior; COIMBRA, Débora; CRUZ, Sônia Maria Silva Corrêa de Souza. Ampliando o conceito de tempo através da inserção da teoria da relatividade restrita no ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas [...]**. Bauru: ABRAPEC, 2006. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/venpec/conteudo/artigos/3/pdf/p570.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/3/pdf/p570.pdf). Acesso em: 08 set. 2022.

KNIGHT, Randall D. **Física 4: uma abordagem estratégica**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

MANGI, Ana Cristina Calabria Vicente; SILVA, Renato da. A construção do conceito de tempo no ensino de história. In: CONGRESSO NACIONAL DE LINGÜÍSTICA E FILOLOGIA, 3., 2017, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: CFEFL, 2017. Disponível em: [http://www.filologia.org.br/xxi\\_cnlf/cnlf/tomo2/0097.pdf](http://www.filologia.org.br/xxi_cnlf/cnlf/tomo2/0097.pdf). Acesso em: 06 set. 2022.

MARQUES, L. V.; SOLTAU, S. B. Relatividade geral no ensino médio: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 8, p. e40611831247, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i8.31247. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31247>. Acesso em: 10 set. 2022.

MARTINS, André Ferrer Pinto. **Concepções de estudantes acerca do conceito de tempo: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard**. 2022. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-30112004-183841/pt->

[br.php#:~:text=Concep%C3%A7%C3%B5es%20de%20estudantes%20acerca%20do,%C3%A0%20luz%20da%20epistemologia...&text=Este%20trabalho%20tem%20como%20prop%C3%B3sito,referencial%20epistemol%C3%B3gico%20de%20Gaston%20Bachelard](http://br.php#:~:text=Concep%C3%A7%C3%B5es%20de%20estudantes%20acerca%20do,%C3%A0%20luz%20da%20epistemologia...&text=Este%20trabalho%20tem%20como%20prop%C3%B3sito,referencial%20epistemol%C3%B3gico%20de%20Gaston%20Bachelard). Acesso em: 06 set. 2022.

MORENO, David Ruiz. Acercamiento a la percepción del tiempo y sus implicaciones en el estudio histórico. *In*: SIMPOSIO DE HISTORIA ACTUAL, 4., 2002, Logroño. **Actas** [...]. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos, 2004. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=5589#volumen10999>. Acesso em: 07 set. 2022.

NATÁRIO, José. **O GPS e a teoria da relatividade**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2013. Disponível em: <https://www.math.tecnico.ulisboa.pt/~jnatar/lectures/GPS.pdf>. Acesso em: 07 set. 2022.

PIATTELLA, O. F. Introdução à relatividade geral. **Cadernos de Astronomia**, Vitória, v. 1, n. 1, p. 30–39, 2020. DOI: 10.47083/Cad.Astro.v1n1.30827. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/astromia/article/view/30827>. Acesso em: 07 set. 2022.

RAJU, Chandrakant. **Time: towards a consistent theory**. 1. ed. Springer Science+Business Media, 1994.

REIS, Ueslei Vieira dos; REIS, José Claudio de Oliveira. Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Rio de Janeiro, n. 3, v. 33, p. 744-778, dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p744>. Acesso em: 07 set. 2022.

SILVA, Alanah Garcia da; ERROBIDART, Nádia Cristina Guimaraes. O ensino da teoria da relatividade restrita. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2017, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0817-1.pdf>. Acesso em: 07 set. 2022.

SILVA, Tais Maria da. Trabalhando o conceito de tempo através do uso de canções com alunos do ensino fundamental II. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2018, Campina Grande. **Anais V CONEDU** [...]. Campina Grande: Realize, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/49111>. Acesso em: 07 set. 2022.

SOUZA, Paulo Henrique de; TESTONI, Leonardo André; BROCKINGTON, Guilherme. O conceito de tempo no ensino de física: perfis epistemológicos e culturais. **Alexandria**. Florianópolis: UFSC, n. 2, v. 9, p. 3-33, nov. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n2p3>. Acesso em: 07 set. 2022.

WHITROW, G. J. **O que é tempo?: uma visão clássica sobre a natureza do tempo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.

WHITROW, G. J. **O tempo na história**: concepções de tempo da pré-história aos nossos dias. 1. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física IV**: ótica e física moderna. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.