

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA**  
**LICENCIATURA EM FÍSICA**

**LORENA REIS DE LIMA**

**DELINEAMENTOS DISCURSIVOS EM PODCASTS DE  
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA COM A TEMÁTICA RELATIVIDADE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA**

**2021**

**LORENA REIS DE LIMA**

**DELINEAMENTOS DISCURSIVOS EM PODCASTS DE  
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA COM A TEMÁTICA RELATIVIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, como requisito parcial à aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2.

Orientadora: Profa. Dra. Noemi Sutil

**CURITIBA**

**2021**

**LORENA REIS DE LIMA**

**DELINEAMENTOS DISCURSIVOS EM PODCASTS DE DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA COM A TEMÁTICA RELATIVIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Licenciado em Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 26/Agosto/2021

---

Noemi Sutil  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Angela Emilia de Almeida Coral  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

João Amadeus Pereira Alves  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CURITIBA**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha avó, Maria Jaci, sem a qual eu não estaria aqui, que me criou, ensinou, sustentou e amparou. Aos meus familiares, que sempre apoiaram a mim e minhas decisões.

Agradeço especialmente a todos os professores que me acompanharam na minha jornada escolar, cujos conselhos eu nunca esquecerei. Aos professores do curso de Licenciatura em Física, eu os agradeço por todo o aprendizado, conselhos, críticas e experiências.

À Professora Noemi, que me orientou, e com muita paciência concluímos este trabalho, o meu muito obrigada! Agradeço à banca, à Professora Angela, que me inspirou na primeira semana de aulas a permanecer na licenciatura, e ao Professor João, pelas conversas, ensinamentos e experiências compartilhadas.

Agradeço aos amigos que fiz durante a graduação, em especial à Josiane e ao Cristian, por trilharem comigo este caminho. Agradeço, por fim, ao Darley, que me motivou a cursar física, por me motivar, apoiar e encorajar todos os dias, e que me apresentou o mundo dos podcasts.

## RESUMO

LIMA, Lorena R. **Delineamentos Discursivos em Podcasts de Divulgação Científica com a Temática Relatividade**. 2021. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Física), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2021.

O podcast é um arquivo de áudio transmitido pela internet, compondo uma mídia que pode ser acessada por qualquer pessoa, em qualquer lugar, e que aborda praticamente qualquer assunto. Em referência a tais recursos, desenvolveu-se uma pesquisa documental, de ênfase qualitativa, com o objetivo de identificar aspectos de construção de conhecimentos científicos nos discursos de dois podcasts de divulgação científica com a temática Teoria da Relatividade, baseando-se na Sociologia da Ciência de Bruno Latour. Nesse escopo, delinear-se podcasts de divulgação científica como recursos educacionais, coadunados a uma concepção de ciência em construção. Foram definidos dois eixos de análise: alusões a aspectos de construção da ciência; alusões a aspectos linguístico-conceituais. Os principais recursos discursivos identificados no primeiro eixo remetem a sujeitos e eventos; no segundo eixo, destacam-se modelos mentais, elementos do cotidiano e analogias. Os conceitos físicos foram abordados em ambos os eixos. Em comparação, os dois podcasts selecionados utilizam recursos e formas similares para abordar as informações sobre ciência, mesmo se tratando de assuntos diferentes, a considerar que uma das produções se centra na teoria da relatividade restrita, enquanto a outra aborda, também, a teoria da relatividade geral.

**Palavras-chave:** Podcast; Divulgação científica; Sociologia da ciência; Teoria da relatividade.

## ABSTRACT

LIMA, Lorena R. **Discursive Outlines in Scientific Dissemination Podcasts with the Thematic Relativity**. 2021. 89 p. Undergraduate dissertation (Degree in Physics). Academic Department of Physics. Federal University of Technology - Paraná. Curitiba, 2021.

A podcast is an audio file transmitted over the internet, composing a media that can be accessed by anyone, anywhere, and that covers virtually any subject. In reference to such resources, a documental research was developed, with a qualitative emphasis, with the objective of identifying aspects of scientific knowledge construction in the speeches of two science dissemination podcasts with the theme Theory of Relativity, based on Bruno Latour's Sociology of Science. In this scope, scientific dissemination podcasts were outlined as educational resources, consistent with a conception of science in construction. Two axes of analysis were defined: allusions to aspects of science construction; allusions to linguistic-conceptual aspects. The main discursive resources identified in the first axis refer to subjects and events; in the second axis, mental models, daily contexts elements, and analogies stand out. Physical concepts were approached in both axes. In parallel, the two selected podcasts use similar resources and ways to address information about science, even when dealing with different subjects, considering that one of the productions focuses on the theory of restricted relativity, while the other also addresses the general theory of relativity.

**Keywords:** Podcast; Scientific dissemination; Sociology of Science; Theory of relativity.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trechos do Podcast 1 referentes ao Eixo 1.....	38
Quadro 2 – Trechos do Podcast 1 referentes ao Eixo 2.....	47
Quadro 3 – Trechos do Podcast 2 referentes ao Eixo 1.....	55
Quadro 4 – Trechos do Podcast 2 referentes ao Eixo 2.....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema dos Percursos e Recursos do Podcast 1 .....	37
Figura 2 - Esquema dos Percursos e Recursos do Podcast 2 .....	54



## LISTA DE SIGLAS

DC – Divulgação Científica

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

ABC – Academia Brasileira de Ciências

INCE – Instituto Nacional do Cinema Educativo

SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

CDCC – Centro de Divulgação Científica e Cultural

ABPod – Associação Brasileira de Podcasts

FMC – Física Moderna e Contemporânea

PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático

DCE – Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

ISS – Estação Espacial Internacional

LHC – Large Hadron Collider

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 PODCASTS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E RELATIVIDADE.....</b>	<b>14</b>
2.1 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	14
2.2 O DESENVOLVIMENTO DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL ....	17
2.3 PODCASTS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E A INTERNET 2.0.....	21
2.4 CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA .....	24
2.5 A TEORIA DA RELATIVIDADE E O ENSINO DE FÍSICA.....	27
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>33</b>
<b>4 ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>36</b>
4.1 PODCAST 1: SCICAST #218 – RELATIVIDADE.....	36
4.1.1. Alusões a Aspectos de Construção da Ciência.....	38
4.1.2. Alusões a Aspectos Linguístico-Conceituais .....	47
4.2 PODCAST 2: DRAGÕES DE GARAGEM #52 - TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL .....	53
4.2.1. Alusões a Aspectos de Construção da Ciência.....	55
4.2.2. Alusões a Aspectos Linguístico-Conceituais .....	71
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O podcast representa uma mídia de transmissão de informações gratuita e de fácil acesso pela internet, abordando praticamente qualquer assunto. As ciências não ficam de fora, existem diversos programas de podcasts voltados para a Divulgação Científica (DC), na qual está o cerne deste trabalho.

Após identificar uma lacuna de estudos nacionais sobre podcasts e o ensino de ciências/física e ter experiências positivas com a utilização desses materiais na graduação, delimitou-se uma pesquisa que busca identificar aspectos de construção de conhecimentos científicos presentes em discursos de divulgação científica em podcasts. Para isto, foram selecionados dois podcasts, de dois programas de veiculação dessas produções, com foco em DC, sobre uma mesma temática e com características similares (arquivos longos, expondo e se aprofundando num mesmo assunto).

A análise dos podcasts selecionados se deu a partir de sua transcrição, seguindo o panorama teórico da Sociologia da Ciência de Bruno Latour (2000). Em referência a essa vertente se buscou identificar os percursos e os recursos utilizados pela narrativa para abordar conhecimentos. Nesse direcionamento, evidencia-se a questão de pesquisa: Que aspectos de construção de conhecimentos científicos conformam percursos e recursos em delineamentos discursivos de podcasts de divulgação científica com a temática relatividade?

A temática escolhida foi a Teoria da Relatividade, a considerar que constitui um dos poucos assuntos que os programas selecionados têm em comum, está presente nos currículos do Ensino Médio e representa um tema muito presente na sociedade e na tecnologia atuais, sendo pauta de diversas produções de divulgação científica. A Teoria da Relatividade expressa um marco para o desenvolvimento científico. Não abordá-la em sala de aula vai contra o que diversos pesquisadores da educação defendem (SILVA; ERROBIDART, 2017; RODRIGUES, 2001; GROCH; BEZERRA JR, 2015; SILVA; COSTA, 2014) e documentos oficiais propõem.

Os podcasts vêm ganhando cada vez mais adeptos e abrangendo as mais variadas áreas do saber; além disto, têm-se um maior e melhor acesso às tecnologias digitais. A discussão quanto à integração entre recursos tecnológicos e o ensino formal não é tão recente, assim como as discussões acerca da utilização de materiais de divulgação científica nessa modalidade de ensino e aprendizagem.

A utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como recurso educacional é defendida por diversos pesquisadores (SAIDELLES *et al.*, 2018; JESUS, 2014; MEDEIROS; MEDEIROS, 2002; GONÇALVES; VEIT; SILVEIRA, 2006). Essas tecnologias estão inseridas na cultura e no cotidiano dos estudantes e proporcionam interatividade e entretenimento, facilitando o processo de ensino e aprendizagem.

Uma vez que esta pesquisa propõe uma análise do conteúdo nestes documentos – os podcasts, pode-se interpretar a divulgação científica como “uma modalidade de relação dialógica entre esfera científica e outras esferas da atividade humana” (SILVA; GRILLO, 2019, p. 53). Grillo (2013) afirma que a DC se diferencia pela “exteriorização da ciência e da tecnologia para fora de sua esfera de produção, com a finalidade de criar uma cultura científica no destinatário”. A divulgação científica apresenta grande potencial para o ensino de física (RIBEIRO; KAWAMURA, 2006; FERREIRA; QUEIROZ, 2012; GRILLO, 2013; LIMA; GIORDAN, 2013) e os materiais que a promovem são os mais diversos, tais como revistas, filmes, artigos, livros, documentários, vídeos e podcasts.

Os podcasts fazem parte da rotina de milhares de pessoas, como pode ser verificado pelos resultados das últimas edições da PodPesquisa (ABPod), que consomem diariamente conteúdos sobre cinema, cultura, história, ciências, entre outros. Um dos principais programas de podcasts nacionais sobre ciências é o Scicast, que realiza um trabalho de divulgação científica, abordando não apenas a física, química, biologia e matemática, mas também as ciências humanas, biológicas, saúde e política, expondo conceitos científicos de forma simples e bem estruturada. O propósito deste trabalho

surgiu com uma vontade de expandir experiências pessoais com os podcasts, pois estes já auxiliaram a autora em diversas situações.

Ao pesquisar sobre podcasts e o ensino de ciências/física em bases de dados nacionais e internacionais, nota-se uma lacuna de pesquisas nacionais deste tema em vista às internacionais. Em Portugal já existem pesquisas sobre a utilização de podcasts no ensino desde antes de 2010. A Universidade do Minho realizou em 2009 um Encontro sobre podcasts, visando expor e discutir possibilidades de utilização deste recurso na educação.

Em uma pesquisa realizada em três eventos nacionais, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), e oito revistas nacionais (Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ensaio, Alexandria, Ciência & Educação, Experiências em Ensino de Ciências, Física na Escola e Revista Brasileira de Educação), eventos e revistas reconhecidos nacionalmente, num recorte temporal de janeiro de 2009 a julho de 2021, a fim de se obter um panorama da última década, utilizando o termo “podcast” para a busca em títulos, subtítulos e palavras-chave, foi encontrado apenas um artigo com “podcast” no título e apenas um outro com o termo nas palavras-chave.

O artigo encontrado com o termo “podcast” no título se refere a um trabalho de Eugênio P. A. Freire, intitulado *Potenciais Cooperativos do Podcast Escolar por uma Perspectiva Freinetiana* (FREIRE, 2015), no qual se pretende investigar se o uso de podcasts no Brasil está de acordo com a concepção cooperativa de Célestin Freinet. Ainda, traz um conjunto de referenciais para a elaboração de projetos envolvendo podcasts e a cooperação freinetiana. O segundo foi publicado no XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e faz uma revisão bibliográfica sobre a utilização de podcasts e videocasts no ensino e aprendizagem de ciências/física (ARAUJO; ERROBIDART; JARDIM, 2017).

A mesma pesquisa feita em eventos e revistas foi reproduzida em duas bases de teses e dissertações; no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, a pesquisa pelo termo “podcast” levou a 86 resultados, mas apenas um

destes era específico da área de ensino de física; na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, a pesquisa levou a 37 resultados, sendo novamente apenas um da mesma área. Em um dos trabalhos, o autor desenvolveu um podcast com contos de ficção científica para disseminar sua iniciativa (FERNANDES, 2015); no outro, o podcast é utilizado para reforçar conteúdos (SILVA, 2012).

Levando em conta a facilidade ao acesso ao podcast, em grande parte gratuito e disponível na internet, e a natureza do conteúdo de diversos programas, sua utilização no ensino depende da intenção do professor. O trabalho de Quadrado (2009) traz resultados positivos para a utilização de podcasts no ensino de física, tanto para a aprendizagem e reforço dos conteúdos, quanto para a motivação dos alunos. O uso de podcasts de divulgação científica permite aos docentes vislumbrarem diversas formas de abordar o conteúdo de ciências/física, diferentes maneiras de acessar, estudar e compreender os conceitos científicos, expandindo seu próprio leque de possibilidades de atuação.

Este trabalho está dividido em cinco seções, sendo esta primeira dedicada à introdução. Na segunda seção, encontra-se o referencial teórico utilizado nesta pesquisa; dividida em cinco partes, a revisão de literatura aborda os seguintes temas: Divulgação Científica, Tecnologias da Informação e Comunicação, Podcasts, Sociologia da Ciência de Bruno Latour e o ensino formal de Teoria da Relatividade. A terceira seção é dedicada à metodologia, em que se define a pesquisa como documental e qualitativa e se descreve a análise de dados baseada na Sociologia da Ciência de Bruno Latour. A quarta seção apresenta a análise de dados propriamente dita, em que a investigação do podcast transcrito é detalhada. A quinta seção apresenta as considerações finais deste trabalho.

## 2 PODCASTS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E RELATIVIDADE

Esta seção é dedicada a expor os referenciais teóricos utilizados neste estudo. Primeiramente, a Divulgação científica (DC) é definida e discutida, incluindo sua utilização como recurso educacional. Em seguida, a história do desenvolvimento da DC no Brasil é mostrada, apresentando algumas das principais instituições que fazem divulgação científica no país, com ênfase na DC midiática. Depois disto, o podcast é abordado, um pouco de sua história no Brasil é narrada, distingue-se qual tipo de podcast se utiliza nesta pesquisa e se comenta seu potencial como recurso educacional.

Seguidamente, apresenta-se a Sociologia da Ciência de Bruno Latour, baseando-se no livro *Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora* (2000), no qual o processo de construção da ciência para este autor é estabelecido. Por fim, comenta-se sobre a Teoria da Relatividade, abordando seu desenvolvimento, e sua presença em documentos oficiais da Educação Básica brasileira é destacada.

### 2.1 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A Divulgação Científica se trata de informar sobre ciência, tecnologia e inovação a um público específico, utilizando determinado meio. Segundo Ribeiro e Kawamura (2006, p. 1), “divulgação científica compreende um processo de veiculação de informações sobre ciência e tecnologia, a um público em geral, através de recursos, técnicas e meios diversificados”.

A DC tem seu início com uma gradativa expressão social da ciência nos séculos XVI e XVII, a partir de uma revolução científica europeia. Todavia, é apenas no século XX que “a ciência incorpora-se ao funcionamento cotidiano da sociedade” (ALBAGLI, 1996, p. 397). Após a Segunda Guerra Mundial, as relações entre ciência e sociedade passaram por uma grande transformação, em que

as perspectivas de rápida aplicação do conhecimento científico propagaram-se da física para todos os campos do saber: materiais sintéticos foram desenvolvidos para substituir matérias-primas

escassas; novas drogas passaram a ser produzidas (especialmente a penicilina); desenvolveram-se novas técnicas de defesa (por exemplo, o radar) (ALBAGLI, 1996, p. 396-397).

Faz parte da natureza da divulgação científica discutir sobre ciência e tecnologia, de forma a fomentar criticidade ao leitor. Aliado a isto, Ribeiro e Kawamura (2008) apontam dois focos na produção acadêmica desta área, o primeiro visa desenvolver o conhecimento científico e tecnológico; o segundo, o processo de produção das informações sobre ciência e tecnologia. Entretanto, o grande público tem acesso ao conhecimento científico, principalmente, pela mídia, seja ela impressa, radiofônica, televisiva ou digital; é por meio dela que são divulgados muitos resultados da ciência e tecnologia.

Em 2015, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) realizaram a quarta edição da pesquisa “Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil”. Os resultados mostram que os brasileiros apresentam atitudes positivas em relação à ciência e tecnologia, trazendo uma visão de que sejam fatores de transformação na qualidade de vida das pessoas. Expressam, contudo, que a ciência é percebida, apenas, como um instrumento para solucionar problemas e gerar resultados aplicáveis cotidianamente. Isto está relacionado ao que Cascais (2003) chama de “mitologia dos resultados”. Segundo o autor, a mitologia dos resultados reduz a ciência aos seus produtos, sem considerar seus processos de construção históricos, sociais e culturais, ou seus procedimentos e métodos.

Entre as críticas ao papel da mídia na divulgação científica, destacam-se os problemas em relação ao conteúdo que é veiculado, pois, de forma geral, noticiam-se apenas descobertas e invenções, preterindo questões como a natureza da ciência, a pesquisa de base ou mesmo a construção do conhecimento científico e tecnológico. Ribeiro e Kawamura (2008, p. 4) apontam, também, o mito da neutralidade da ciência à crítica, justificando que “a ciência apresentada pela mídia também seria destituída de valores; independente deles”. Salientam que essa questão aparece como consequência da falta de contradições em matérias e artigos científicos, o que, segundo os



autores, “contribuiria para a construção de uma imagem da ciência como produtora de verdades inquestionáveis” (*ibidem*, p. 5).

A DC possui grande relevância para a sociedade e, conforme pontua Albagli (1996), é importante para o progresso de países em desenvolvimento. Contudo, não é claro se as iniciativas de DC auxiliam o entendimento sobre a natureza desses domínios, ou contribuem para uma visão instrumentalista e neutra da ciência. Isto se justifica pelos objetivos expostos pela autora; segundo ela, as atividades de divulgação científica podem “servir como instrumentos de maior consciência social sobre a atividade científica, seu papel e importância atuais para a sociedade” (ALBAGLI, 1996, p. 402), como, também, servir de instrumentos para a “mistificação da opinião pública sobre a ciência” (*ibidem*), e isto depende majoritariamente da intenção, informações e métodos de quem irá conceber e realizar a divulgação.

Para Grillo (2008), a DC é fruto da interseção das esferas científica e a do destinatário que tem por objetivo difundir conceitos, processos, princípios da ciência e tecnologia, em que a interação divulgador-destinatário pode ser classificada como educação não-formal. Entretanto, materiais de DC, como vídeos, notícias, artigos de revistas, reportagens, são utilizados na educação formal, por diversos educadores, e sua utilização neste contexto é defendida.

Para Lima e Giordan (2013), a utilização de DC por educadores produz um contexto em que ao menos três discursos se chocam; estes seriam o discurso escolar, o científico e o de divulgação científica. Para o autor, “esse entrecruzamento é capaz de produzir situações favoráveis à produção de sentidos para os conceitos científicos, bem como estimular a curiosidade e o interesse dos estudantes” (*ibidem*, p. 2).

Ribeiro e Kawamura (2008) e Ferreira e Queiroz (2012) apontam que a divulgação científica como recurso educacional contribui para o desenvolvimento de habilidades de leitura (para o caso de materiais textuais) e de argumentação, despertam o interesse pelas ciências, facilitam a apropriação da linguagem científica e aproximam o estudante de fontes de informação. Ribeiro e Kawamura (2008) identificaram que o uso da DC no contexto de sala

de aula estimula a formação do espírito crítico nos estudantes; segundo as autoras

esse olhar crítico para a realidade está relacionado tanto ao processo de produção do conhecimento científico e suas aplicações (foco na ciência e tecnologia) quanto ao de produção das próprias informações sobre ciência e tecnologia e sua veiculação pelos diferentes meios de comunicação (foco na mídia impressa). (*ibidem*, p. 2)

A compreensão das autoras sobre “formação do espírito crítico” segue por atitudes reflexivas, percebendo a realidade, seus significados, as relações e interações que a constituem. Ribeiro e Kawamura (2006) buscaram investigar as funções, potencialidades e as atribuições que são dadas à DC em pesquisas na área do ensino de física, e concluem que analisar a natureza de um material de divulgação científica é parte da análise de suas potencialidades, e isto pode contribuir na delimitação do uso que se pode fazer com tal produção.

## 2.2 O DESENVOLVIMENTO DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL

Massarani e Moreira (2002) trazem o desenvolvimento da divulgação científica no Brasil em seu capítulo do livro *Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil* (MASSARANI; MOREIRA; BRITO; 2002), informações estas que subsidiam as explanações, em sequência. Essa história começa com a vinda da Corte Portuguesa no início do século XIX, trazendo consigo não apenas as manifestações artísticas europeias, mas, também, as científicas. Antes disso, “as raras ações do governo português no Brasil, ligadas à ciência, estavam quase sempre restritas a respostas às necessidades técnicas ou militares de interesse imediato” (MASSARANI; MOREIRA, 2002, p. 44).

Poucos anos após a chegada da corte ao Brasil surgiram as primeiras instituições ligadas às ciências e tecnologia, como o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1808, a Academia Real Militar, em 1810, e o Museu Nacional, em 1818. Paralelamente a isto, os primeiros jornais passaram a publicar artigos e notícias sobre ciência. O periódico *O Patriota* (1813-1814) publicou diversos artigos de divulgação científica. (MASSARANI; MOREIRA, 2002)

Como consequência da Segunda Revolução Industrial houve uma intensificação das atividades de divulgação científica em todo o mundo durante a segunda metade do século XIX; as Exposições Universais tiveram um papel importante para esta divulgação. Contudo, o Brasil não foi fortemente afetado, principalmente por sua pesquisa científica não estar consolidada. Apesar disso, o que marca a DC nacional deste período é o interesse pela “aplicação das ciências às artes industriais” (MASSARANI; MOREIRA, 2002, p. 46), e realizada, predominantemente, por homens ligados à ciência por sua profissão, como professores, médicos, engenheiros, entre outros. Entretanto, ao mesmo tempo, durante o século XIX, diversas instituições que hoje possuem programas de DC bem consolidados foram criadas, como o Observatório Nacional, em 1827, o Instituto Butantan, em 1899, e a Fundação Oswaldo Cruz, em 1899 com o nome Instituto Soroterápico Federal.

Segundo os autores, as principais ações de divulgação científica nacionais até meados do século XX foram concentradas na elite do Rio de Janeiro, tendo as principais atividades e eventos realizados na então capital do país. Pode-se citar as Conferências Populares da Glória, iniciadas em 1873, e os Cursos Públicos do Museu Nacional, iniciados em 1876, como importantes atividades para a divulgação científica no Rio de Janeiro.

Em 1916 foi criada a Sociedade Brasileira de Ciências, que passou a ser a Academia Brasileira de Ciências (ABC), em 1922. Em 1923, formou-se, dentro da ABC, a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, a primeira emissora brasileira, que não possuía vínculos governamentais ou empresariais, constituindo-se como uma Associação. Esta rádio tinha, como propósito, ser um veículo de comunicação educativo, cultural e artístico, e sua primeira transmissão aconteceu no dia primeiro de maio de 1923. (MASSARANI; MOREIRA, 2002)

A década de 1920 foi agitada para o cenário científico nacional; Albert Einstein e Marie Curie visitaram o Brasil durante os anos vinte. Além disso, o início da rádio trouxe muitas expectativas quanto à difusão de ciência e cultura por este meio, e “acreditava-se que ele (o rádio) permitiria uma transmissão de

conhecimentos barata, fácil, rápida e que atingiria os locais mais distantes do país” (MASSARANI; MOREIRA, 2002, p. 54).

As atividades de divulgação científica da década de 1920 estavam voltadas à ciência pura. Contando com a participação de cientistas brasileiros, houve maior organização das atividades, envolvendo diversas revistas e a Rádio Sociedade. Neste período, a difusão da ciência teve o papel significativo de disseminação das ideias de seus protagonistas sobre a ciência e sua importância para o país, a fim de levar seus interesses para a esfera do poder público. (MASSARANI; MOREIRA, 2002)

Entre as décadas de 1930 e 1970, houve uma institucionalização da ciência no Brasil, com a criação de faculdades de ciências, institutos de pesquisa e agências de fomento à pesquisa, como o Conselho Nacional de Pesquisas, CNPq, em 1951. Além disto, as atividades de divulgação da ciência passaram a envolver, também, o cinema; o Instituto Nacional do Cinema Educativo (INCE) foi criado em 1937, produziu mais de cem filmes curtas-metragens a respeito de ciência e tecnologia. (MASSARANI; MOREIRA, 2002)

Em 1948 é fundada a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), que, posteriormente, ganhou uma posição de destaque na imprensa, principalmente, devido às reuniões anuais. Durante a década de 1970, a divulgação científica passou a ser considerada significativa devido à visão atribuída à ciência de possibilitar a superação do subdesenvolvimento e dos problemas sociais. No ano de 1976 é criado o Instituto Manguinhos, uma unidade da Fundação Oswaldo Cruz responsável por pesquisa, inovação e desenvolvimento que produz vacinas e biofármacos. (MASSARANI; MOREIRA, 2002)

A partir da década de 1980, a televisão passa a incorporar as novas atividades de divulgação científica, com programas como o *Globo Ciência*, e notícias e reportagens em diversos outros. Com a participação de recursos audiovisuais de comunicação nas atividades de divulgação científica, desde o rádio, destacaram-se as possibilidades da televisão, principalmente, por ser um meio rápido e eficaz para atingir a população, e lhes repassar informações, entretenimento, educação e cultura. Contudo, os interesses por trás dessa

difusão estão concentrados em aumentar a audiência e arrecadar recursos financeiros. Então, conforme Alferes e Agustini (2008, p. 3) “um programa que se pretende educativo pode tender mais aos fins comerciais e empresariais do que, propriamente, educativos e culturais”.

Ainda na década de 1980, a Fundação Oswaldo Cruz passa por uma reestruturação, marcando sua importância para a sociedade brasileira por diversas ações e grandes avanços, especialmente com o isolamento do vírus HIV. Além disto, no ano de 1980 é criado o Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC), com o objetivo de apoiar escolas e professores e promover atividades de divulgação científica e cultural.

O período foi marcado pela expansão do jornalismo científico, englobando revistas feitas por instituições científicas, como a *Ciência Hoje*, criada pela SBPC, e produções de editoras comerciais; por exemplo, a editora Abril criou, em 1987, a revista *Superinteressante*, e a editora Globo, em 1988, a revista *Globo Ciência*. A SBPC criou sua revista com o objetivo de divulgar a ciência, com ênfase na ciência brasileira, a fim de aproximar a comunidade científica com o público; além disso, seu propósito também incluía a divulgação de pesquisas feitas pelos próprios cientistas. (MASSARANI; MOREIRA, 2002)

Outra instituição de divulgação da ciência que ganhou espaço, a partir da década de 1980, foram os museus de ciências. Souza (2009) indica a importância destas exposições para a construção de significados e preservação da memória científica. Segundo o autor, “os museus de ciências vêm atuando como espaços de preservação, gestão e divulgação da ciência” (SOUZA, 2009, p. 165).

A divulgação da ciência toma outras formas na década de 1990, especialmente, devido à internet. O jornalismo científico e os próprios cientistas não eram os únicos a difundir o conhecimento científico, pois a rede resultou em uma grande democratização das informações, permitindo que qualquer um criasse conteúdos, e os difundisse.

De forma institucionalizada, o jornalismo ganhou novas configurações com o advento da *World Wide Web*. O público passou a ter maior influência

nas notícias, principalmente, pelas inúmeras possibilidades de interação com o conteúdo, e, também, possibilitou o retorno instantâneo (*feedbacks*) para os autores (CORRÊA, 2015).

Com a popularização das Redes Sociais, a influência do público nos conteúdos aumentou, e, vinculado ao conceito de *Web 2.0*, a internet passa ser mais “colaborativa, participativa, social e flexível” (QUADRADO, 2009, p. 1). A *Web 2.0* pode ser definida com “uma segunda geração de serviços e aplicativos da rede e a recursos, tecnologias e conceitos que permitem um maior grau de interatividade e colaboração na utilização da internet” (BRESSAN, 2007, p. 2), e sua principal característica é a criação de conteúdo e compartilhamento pelo próprio usuário (O’REILLY, 2005). As redes sociais se enquadraram nessa “nova internet”, uma vez que “sua dinâmica permite compartilhamento de diferentes tipos de mídias, como fotos, textos e vídeos que, por sua vez, são produzidos por quem possui um perfil *online*” (CORRÊA, 2015, p. 12).

É importante ressaltar que a divulgação científica na *Web 2.0* passa por uma adaptação quanto à sua linguagem, que é caracteristicamente informal em meios digitais. As possibilidades de expressão material organizada são mais amplas, principalmente, com os diversos recursos audiovisuais disponíveis, e suas manifestações ocorrem em função do interlocutor presumido, ou seja, o discurso é influenciado pela época, localidade, situação econômico-social e posicionamento ideológico deste interlocutor (SILVA; GRILLO, 2019).

### 2.3 PODCASTS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E A INTERNET 2.0

A *Web 2.0* utiliza diversas ferramentas e mídias para promover tamanha interatividade. Além das redes sociais e sites, os aplicativos e novas mídias, também, surgiram aliados a esta proposta. Uma destas mídias é o *podcasting*. Semelhante ao rádio, o *podcasting* é um tipo de mídia com conteúdo sob demanda. Isso significa que, com esta mídia, é possível acessar conteúdos sobre qualquer assunto no horário que quiser, e tem sido utilizada no Brasil, também, para promover a divulgação científica.

Formalmente, o *podcasting* é uma mídia, geralmente em áudio (podcast), mas, também, pode ser em vídeo (*vodcast*), ou associação entre imagem e locução (*screencast*), transmitida via RSS (*Really Simple Syndication*), que possui um formato de distribuição de informações em tempo real pela internet. Segundo Jesus (2014), o RSS é a forma mais utilizada para distribuição de informações na internet, pois este *feed* RSS se trata de

um arquivo de texto no formato *Extensible Markup Language* (XML) que avisa programas “agregadores” quando houve uma atualização do conteúdo de um site ou blog. Assim, o leitor não tem a necessidade de acessar o site várias vezes ao dia para verificar se há uma atualização, basta acessar o agregador e ler as atualizações do *feeds* que ele assina. (JESUS, 2014, p. 23)

A criação de podcasts e de seus agregadores data de 2004, e seu nome se origina da junção entre “Pod” (Personal on Demand), de iPod, aparelho multimídia da empresa *Apple*, e “cast”, de broadcasting (radiodifusão). Luiz e Assis (2010) trazem diversas informações sobre o *podcasting* no Brasil; o primeiro podcast nacional foi produzido em 2004 e, após isto, a mídia ganhou grande popularidade, tanto que já em dezembro de 2005 foi organizada a primeira Conferência Brasileira de Podcast, na cidade de Curitiba, Paraná. Durante este evento foi fundada a Associação Brasileira de Podcasts (ABPod).

No ano de 2008, após uma queda do *podcasting* no Brasil e no mundo (LUIZ; ASSIS, 2010), o prêmio iBest, uma das principais premiações nacionais da internet, incluiu uma categoria voltada aos podcasts. Após isto, diversas outras premiações passaram a incluir o podcast em suas categorias. Neste mesmo ano, também, foi realizada a primeira edição do Prêmio Podcast.

O ano de 2008 foi muito agitado para o cenário brasileiro de podcasts. Além de eventos e prêmios, também, decorreu a primeira edição da PodPesquisa (ABPOD), que representa a primeira iniciativa nacional para análise do perfil dos ouvintes de podcasts. A primeira edição contou com 436 participantes; em contrapartida, a mais recente, realizada em 2019, contou com 16.713 pessoas. A edição da PodPesquisa com um maior número de participação foi a de 2018, com 22.993 respostas válidas.

Além do Brasil, outros países, também, buscaram conhecer seus ouvintes de podcasts. Nos Estados Unidos é realizada anualmente a “*The*

*Podcast Consumer*” (LUIZ; ASSIS, 2010) e, diferentemente da PodPesquisa, esta análise é feita com pessoas aleatórias, acima de 12 anos. Os pesquisadores norte-americanos fazem telefonemas randômicos para, aproximadamente, 2 mil pessoas por ano, enquanto, no Brasil, a pesquisa é feita com quem deseja respondê-la. Isso acarreta numa grande diferença de foco entre as pesquisas. A PodPesquisa visa identificar o ouvinte de podcasts, como conheceram e como utilizam esta mídia, com algumas alterações entre as edições da pesquisa, já a *The Podcast Consumer* pretende tirar dados de uma população que represente uma mais geral.

Fazendo uma comparação entre ambas as pesquisas, em 2008, a *The Podcast Consumer* apontou que apenas 18% dos participantes já tinham ouvido podcasts, enquanto, em 2018, este valor subiu para 64%. A PodPesquisa teve um aumento muito significativo de participantes no mesmo intervalo de tempo, saindo de 436 em 2008 para mais de 22.000 em 2018; as duas pesquisas mostraram um grande aumento de ouvintes de podcasts na última década.

A PodPesquisa de 2019 mostrou que a temática “Ciência” é a terceira colocada, estando atrás de “Cultura POP” e da categoria “Humor e Comédia”. Além disto, os dados mostram que o interesse por podcasts de ciência cresceu 9,1% de 2018 para 2019.

Por sua natureza, o podcast é uma Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), pois “refere-se à conjugação da tecnologia computacional ou informática com a tecnologia das telecomunicações e tem na Internet e mais particularmente na World Wide Web (WWW) a sua mais forte expressão” (MIRANDA, 2007, p. 43). As possibilidades de utilização de podcasts na educação são inúmeras, o desafio encontra-se na compreensão do potencial destes recursos para o ensino. Segundo Saidelles *et al.* (2018, p. 2), com os podcasts

os alunos podem encontrar informações rapidamente sobre os mais variados assuntos, bem como atribuir independência para o mesmo, possibilitando usar estes recursos em diferentes locais e em tempos distintos.



O podcast é uma das tecnologias de comunicação que mais se destacou na última década, fazendo parte do atual cenário das TIC (SAIDELLES *et al.*, 2018). Segundo Jesus (2014), as TIC possibilitam o surgimento de novos espaços de ensino e aprendizagem que vão além da escola, pois potencializam a construção de conhecimentos, principalmente, se isto for feito de modo imersivo e interativo.

## 2.4 CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA

Bruno Latour é um filósofo e sociólogo da ciência e um dos fundadores da Sociologia da Ciência. Ele traz em seu livro *Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora* (2000) uma visão de como a ciência é construída. O autor denomina de “caixas-pretas” os produtos da ciência e da tecnologia que são tidos como completos, acabados. O autor emprega essa expressão da cibernética, pois, em sua origem, caixa-preta é utilizada quando “uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais” (LATOURE, 2000, p. 14), e deste objeto se sabe apenas o que entra e o que sai, sem ser necessário compreender seu funcionamento.

Ao olhar mais de perto uma caixa-preta se percebem “incertezas, trabalho, decisões, concorrência, controvérsias” (LATOURE, 2000, p. 16). Estes elementos, segundo o autor, também são encontrados em problemas em aberto, e fazem parte do processo de construção da ciência. Além disso, quando se trata da ciência em construção são utilizados termos que dizem respeito a outras situações, além da ciência propriamente dita, que exprimem contexto (psicológico, social, de trabalho, entre outros).

A percepção de fatos e artefatos, na teoria de Latour (2000), possui duas correntes lógicas, uma delas remete a período durante a construção de fatos e outra se estabelece com fatos prontos. Estas duas lógicas são permeadas pelo grau de aproximação entre contexto e conteúdo; a inclusão de fatores sociais os aproxima, pois quando se trata da ciência em construção “contexto e conteúdo se confundem” (LATOURE, 2000, p. 20); a ausência ou exclusão de fatores sociais é característica da ciência pronta. A obra de Latour se baseia na premissa de mudança destas lógicas, a estrutura da tecnociência

é mutável, e para compreender seu processo é preciso acompanhá-la desde seu princípio até sua conclusão.

Além disto, o autor propõe uma dinâmica entre o discordante e o construtor de fatos, a fim de discutir os processos de criação e de abertura de caixas-pretas. O discordante é aquele que busca transformar fatos em ficção, e o construtor de fatos busca o oposto. O fato é composto por uma grande quantidade de perspectivas, sendo complexo e objetivo; já a ficção é pouco complexa, subjetiva, pautando-se em opiniões pessoais.

Esta dinâmica se desenrola com cada ente envolvido no processo de construção da ciência, e o percurso pelo qual a ciência é construída envolve diversos recursos: elementos humanos (cientistas, jornalistas, leigos, entre outros) e não-humanos (instrumentos, maquinários, entre outros), inseridos em contextos (sociais, psicológicos, entre outros), que interagem entre si em referência a instituições (laboratórios, jornais, escritórios, bibliotecas, entre outros). (LATOURET, 2000)

Ficção é transformada em fatos no processo de construção da ciência na teoria de Latour (2000), o qual se associa ao dinamismo entre o discordante e o construtor de fatos. A literatura técnica possui um papel fundamental na disseminação de fatos, o fazendo por meio de alegações referenciadas. É nos laboratórios aonde os dados obtidos por meio de instrumentos são transcritos em alegações, envolvendo inscrições (dados, tabelas, gráficos, figuras, entre outros), que, por sua vez, vêm acompanhadas de seus porta-vozes. Segundo Soares (2015, p. 31), “as inscrições apenas têm peso de argumentação e capacidade de convencimento enquanto estão atreladas ao sujeito que as utiliza, e devidamente posicionadas no texto científico”.

O percurso está imerso em redes sociotécnicas, as quais representam um conjunto heterogêneo de elementos humanos e não-humanos, os quais se reportam a interesse comum. Segundo Lima e Amaral (2017), essas redes se caracterizam pela sua heterogeneidade, permitindo diversas entradas e conexões plurais e complexas, “sendo compostas também por pontos de convergência e de bifurcação formulados a todo o momento” (*ibidem*, p. 661).

Em sua obra *Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*, Bruno Latour (2000) destaca elementos mobilizados para sustentar os fatos e procura estabelecer uma assimetria frente a afirmações opostas, relacionando ao conceito de ciclos de acumulação. Estes ciclos se formam pelo acúmulo de inscrições, permitindo um conhecimento a priori sobre determinado assunto, no qual um ponto se torna um centro, e é possível agir à distância sobre muitos outros pontos (periferia). Estas inscrições possuem três características: mobilidade, estabilidade e combinabilidade. Desta forma, Latour denomina estas inscrições como “moveis, imutáveis e combináveis”.

Segundo Soares (2015, p. 41), cria-se uma assimetria: “o acúmulo de inscrições no centro permite que o mundo ao entorno se torne mais previsível, permitindo que se possa agir sobre ele”. Por meio deste acúmulo de inscrições se faz uma tradução do real em elementos manipuláveis, por meio de matematização, instrumentação, registros, medidas, padrões, entre outros. Isto permite que se crie uma diferença temporal e espacial entre o centro e determinado ambiente, manipulando os dados a partir deste centro.

Bruno Latour é um dos fundadores da Teoria Ator-Rede, que é uma corrente de pesquisa dentro da Sociologia da Ciência, que surge inicialmente com o objetivo de estudar a elaboração de fatos científicos, mas que “escapa do laboratório” (SOARES, 2015, p. 19) e atualmente é utilizada para estudos sobre a cultura contemporânea. Entre os conceitos-chave desta teoria, distingue-se o ator, que é definido pelo seu papel, o quão ativo ou repercussivo ele é e qual efeito produz na rede; é importante ressaltar que um ator pode ser um elemento humano, bem como um elemento não-humano. A rede diz respeito às conexões e interligações nas quais os atores estão envolvidos; a rede segue para qualquer direção e estabelece junções com ator, similares ou relacionadas.

A teoria ator-rede destaca que atores estão ligados a uma rede social de elementos materiais e imateriais, na qual elementos não-humanos e humanos agem mutuamente. Tais elementos se relacionam influenciando e interferindo no comportamento um do outro, com a distinção de que o não-humano pode ser ajustado pelo humano. (SOARES, 2015)

Latour estrutura os dois conceitos centrais desta teoria: ator e rede. Soares (2015) exemplifica a estrutura do conhecimento enquanto rede segundo a teoria de Latour:

a ciência é uma construção sócio-técnica na qual elementos políticos (aliados, apoio, sustentação), técnicos (instrumentos, máquinas, laboratórios) e discursivos (representações, asserções, argumentos, informações) são agrupados de modo a gerar uma estrutura de associações altamente especializada em convencer e mover pessoas (*ibidem*, p. 43)

O ator, por sua vez, remete ao seu impacto, a sua influência dentro da rede; seu *status* independe de sua origem. Segundo Soares (2015, p. 43), sobre a definição de Latour,

uma lógica das essências é substituída por uma lógica das performances, a agência não cabe somente aos sujeitos (humanos), mas cada elemento, inclusive os próprios objetos das discussões são actantes, tem a capacidade de atuar na rede.

O termo “actante” é utilizado para exprimir que o ator não é necessariamente um elemento humano. Para a Teoria Ator-Rede, a produção dessas redes e suas associações surgem num contexto da cultura digital, estabelecendo um método próprio que tem na noção de tradução a apropriação que cada ator faz da rede e na rede.

Para Soares (2015, p. 42), o processo científico é um processo sociotécnico, no qual a tradução é utilizada na criação de uma “rede de indivíduos, instituições e ideias capazes de convencer e mover forças cada vez maiores – sejam físicas ou sociais”. Para o autor, o diferencial da Sociologia da Ciência de Latour está no processo de transformação da ciência em uma força motriz da modernidade.

## 2.5 A TEORIA DA RELATIVIDADE E O ENSINO DE FÍSICA

A Teoria da Relatividade, desenvolvida pelo físico alemão Albert Einstein é apresentada primeiramente em seu artigo intitulado *On the Electrodynamics of Moving Bodies*, de 1905, cujo trabalho consistiu em unir as Equações de Maxwell do eletromagnetismo com as leis da mecânica,

reformulando a própria mecânica. Tem-se, em ocasiões diversas, uma visão mistificada da Teoria da Relatividade, e esta diversas vezes é abordada como uma caixa-preta, mas o seu desenvolvimento expressa o processo de construção da ciência.

Esta teoria surgiu em uma época que Thomas S. Kuhn (2017) chama de “crise”, o paradigma vigente não mais resolve todos os problemas, e a ciência extraordinária começa a entrar em cena. Com “paradigma”, Kuhn (2017) busca refletir o conjunto de modelos, interpretações e representações de mundo utilizadas por uma comunidade científica. Segundo o autor, um paradigma possui duas características fundamentais: atrai um grupo duradouro de partidários devido às realizações científicas e possui problemas em aberto o suficiente para serem resolvidos pelo grupo de praticantes da ciência.

Um paradigma, ou conjunto de paradigmas, formam a base da ciência normal, que segundo Kuhn (2017, p. 71) “significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas”. E assim era a física até o final do século XIX, fortemente estabelecida, mas com alguns problemas em aberto, como a radiação de corpo negro e a falta de detecção do Éter. Uma situação de crise foi instaurada pela incompatibilidade de dois paradigmas vigentes: as transformações de Galileu, que integram a mecânica newtoniana, de um lado, e a teoria eletromagnética de Maxwell do outro. Então, Einstein desenvolve a Teoria da Relatividade Restrita, reformulando as noções mais básicas de espaço, tempo e movimento que se tinha anteriormente.

A asserção de Costa (2015, p. 2), “ao longo do século XX a Teoria da Relatividade se consolidou como um novo paradigma científico que perdura há mais de um século”, expressa como a teoria de Einstein se estabelece no decorrer de muitos anos, pois o processo envolvendo evidências empíricas acontece até hoje, destacando a recente detecção das ondas gravitacionais, em 2015, e aceitação pela comunidade científica, que acontece gradualmente na primeira metade do século XX.

O desenvolvimento da Teoria da Relatividade ainda é um pouco incógnito, pois não se tem muitas informações sobre o processo tomado por Einstein, mas se sabe que na época o cientista trabalhava em um escritório de

patentes na Suíça, era casado com a física e matemática Mileva Maric Einstein, e que seu método envolvia experimentos mentais. A relação de Einstein com outros cientistas é conhecida; Lorentz e Poincaré teorizaram algumas partes da Teoria da Relatividade antes de serem reunidas, porém Einstein seguiu um caminho diferente, pois desconsiderou completamente o Éter. A colaboração com Planck é notória. Infere-se que os artigos de 1905 foram publicados porque o primeiro artigo enviado por Einstein era relacionado aos estudos de Planck, editor da revista *Annalen der Physik* no período. Além disto, é Planck quem sugere o termo “relatividade” para denominar a teoria de Einstein.

No que concerne à inserção da Teoria da Relatividade no âmbito da Educação Básica brasileira, denotam-se apontamentos sobre a presença desse conteúdo em livros didáticos. Segundo Silva e Errobidart (2017), após a reestruturação do Ensino Médio, foi necessário reorganizar também o livro didático, diminuindo seu caráter conteudista e partindo para abordagens mais inovadoras, baseadas em contextualização e interdisciplinaridade. Com isto, passou a ser necessário incluir a História da Ciência, relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Física Moderna e Contemporânea (FMC), entre outros. A Teoria da Relatividade está inserida na FMC, e passou a estar presente nas obras do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), que é responsável por avaliar, adquirir e distribuir livros e materiais didáticos gratuitamente às escolas públicas da Educação Básica brasileira.

Na edição de 2018 do PNLD foram disponibilizadas doze coleções de livros didáticos, das quais, oito apresentaram em suas resenhas, disponíveis no Guia de Livros Didáticos do PNLD 2018 (BRASIL, 2018), os termos Relatividade, Relatividade Restrita ou Relatividade Especial, como parte do conteúdo das obras. Essas oito coleções apresentavam o conteúdo em questão como parte de um capítulo específico para tratar da Física Moderna e Contemporânea, presente no terceiro volume de cada coleção, que é dedicado ao terceiro ano do Ensino Médio. O Guia do PNLD de 2018 trata das temáticas de Física Moderna e Contemporânea como uma superação do desafio de atualizar os conteúdos (BRASIL, 2018) e corrobora com a concepção de que o ensino da física do século XX serve para mostrar seu dinamismo, sua

transformação ao longo do tempo e suas conexões com outras áreas do conhecimento.

A Teoria da Relatividade está presente em diversas partes do documento Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná (DCE), sendo apresentado no quadro de conteúdos estruturantes – movimento, inserido ao conteúdo básico de Gravitação, relacionando a teoria de Einstein com a teoria da gravitação de Newton; segundo esta parte do documento, espera-se que o aluno “compreenda o contexto e os limites do modelo newtoniano tendo em vista a Teoria da Relatividade Geral” (PARANÁ, 2008, p. 94).

Além disto, a Teoria da Relatividade também é associada ao conteúdo estruturante – eletromagnetismo, como parte de discussões acerca da física moderna relacionadas à natureza da luz. O documento afirma que abordagens em Física Moderna no ensino de física contribuem para “a compreensão dessa ciência como algo em construção” (PARANÁ, 2008, p. 61), e que estes conhecimentos científicos e tecnológicos devem ser relacionados a outras produções humanas e seus aspectos qualitativos e conceituais. Este trecho faz uma referência indireta a um ensino de física interdisciplinar e que preze pelas relações CTS.

Quanto à interdisciplinaridade, o documento considera as disciplinas como campos do conhecimento, e as identifica por conteúdos estruturantes e quadros teóricos conceituais, estabelecendo relações interdisciplinares a partir da existência de disciplinas separadas. Essas relações se estabelecem quando:

- conceitos, teorias ou práticas de uma disciplina são chamados à discussão e auxiliam a compreensão de um recorte de conteúdo qualquer de outra disciplina;
- ao tratar do objeto de estudo de uma disciplina, buscam-se nos quadros conceituais de outras disciplinas referenciais teóricos que possibilitem uma abordagem mais abrangente desse objeto. (PARANÁ, 2008, p. 27)

Posto isto, a abordagem interdisciplinar se reporta a uma prática que potencializa a apropriação dos conteúdos, evidenciando as limitações das disciplinas isoladas e, ainda, as facetas de cada componente curricular que compõem a compreensão de um objeto de estudo.

O documento não cita diretamente as relações CTS, mas possui seções para a contextualização sócio-histórica, trazendo a tecnologia como parte do desenvolvimento histórico e estabelecendo estas relações como parte da formação de uma criticidade no estudante. O documento evidencia também a ciência como construto humano e não acabado, apresentando o conhecimento científico como uma “construção humana com significado histórico e social” (PARANÁ, 2008, p. 50).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é organizada por competências, não apontando conteúdos, mas indicando habilidades desejáveis a serem desenvolvidas no decorrer do Ensino Médio, portanto, o documento não cita a Teoria da Relatividade diretamente. Apesar disto, o documento, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe “ampliar e sistematizar” (BRASIL, 2018, p. 537) o aprendizado do Ensino Fundamental, o que significaria

em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa, ainda, criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas. (*ibidem*)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) também não citam a Teoria da Relatividade diretamente, pois também se organizam em competências. A BNCC concorda com este documento, pois este, também, propõe que a física se apresente como um

conjunto de competências específicas que permitem perceber e lidar com fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (BRASIL, 2006, p. 59).

Contudo, ao mesmo tempo



a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado. (*ibidem*)

Ambos os documentos se estruturam na apropriação de conceitos, procedimentos e teorias, sem preterir os elementos históricos e sociais. Portanto, ao trabalhar a Teoria da Relatividade em sala de aula, é importante frisar seus aspectos de construção como uma teoria vigente, representativa para a ciência moderna, com diversas repercussões não só para as ciências, bem como para a compreensão do mundo.

A FMC, bem como a Teoria da Relatividade, está inserida na cultura, no cotidiano, por meio da mídia e de tecnologias, e é imprescindível que o ensino de física se conecte com a realidade dos estudantes, trazendo inovações conceituais, relações CTS e História da Ciência.

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

De acordo com a classificação de Gil (2002), esta pesquisa pode ser conceituada como documental, pois visa analisar a construção do discurso científico em um tipo de documento em áudio, o podcast. Para Gil (2002, p. 147), “são considerados documentos não apenas os escritos utilizados para esclarecer determinada coisa, mas qualquer objeto que possa contribuir para a investigação de determinado fato ou fenômeno”.

O autor traz algumas ressalvas a respeito das limitações das pesquisas documentais, especialmente, porque os documentos, de forma geral, não possuem as mesmas obrigações que uma pesquisa científica possui, e por isto “devem ser tratados com muito cuidado pelo pesquisador” (GIL, 2008, p. 152). Além disso, também se pode citar a não representatividade e a subjetividade dos documentos. Uma forma de “contornar” estas limitações, segundo Gil (2002), é utilizar algum critério aleatório para selecionar os documentos, para a crítica a não representatividade, e fazer considerar variadas implicações relativas aos documentos antes de elaborar uma conclusão. Quanto a isto, o autor ressalta que

algumas pesquisas elaboradas com base em documentos são importantes não porque respondem definitivamente a um problema, mas porque proporcionam melhor visão desse problema ou, então, hipóteses que conduzem a sua verificação por outros meios (GIL, 2002, p. 47).

Nesta pesquisa, a limitação da não-representatividade será minimizada pelos critérios de escolha dos podcasts. Estes critérios são baseados nas preferências dos ouvintes, evidenciadas nas últimas edições da PodPesquisa (2018 e 2019).

A PodPesquisa de 2018 apresenta os três programas de podcasts de divulgação científica mais populares, e sua porcentagem de ouvintes: Scicast, com 7,8%, seguida do Naruhodo!, com 4,5%, e Dragões de Garagem, com 2,0%. Já a PodPesquisa de 2019 apresenta o Naruhodo! e o Scicast como os podcasts de DC mais ouvidos. Destes, apenas dois foram considerados para a

pesquisa, sendo eles o Scicast e o Dragões de Garagem. Esta escolha foi feita com base no tipo de programa que estes apresentam, sendo que ambos obedecem às mesmas características, apresentando arquivos de áudio longos, feitos por pessoas com formações em áreas científicas condizentes com a temática de cada episódio e seu conteúdo é pautado em um tema específico.

O podcast Naruhodo! foi excluído desta seleção por ter apenas arquivos curtos, cujo conteúdo sempre responde a alguma pergunta enviada pelos ouvintes, ou comenta alguma notícia relevante à ciência. Isto dificulta a seleção dos podcasts, pois o Naruhodo! não apresenta as mesmas temáticas que os outros programas de podcasts, e este não se propõe a discutir os assuntos da mesma forma, não sendo possível, portanto, fazer uma comparação entre os documentos.

Agora, quanto à crítica à subjetividade de Gil (2002), a escolha de diferentes podcasts com uma mesma temática dará subsídios para contornar esta limitação. Devido ao fato de não haver podcasts com uma mesma temática publicados num mesmo intervalo de tempo, não foi definido um período de busca por estes materiais, ficando a cargo do critério de temática a decisão por quais documentos utilizar.

Esta pesquisa não se propõe a buscar uma generalização sobre um grande número de podcasts, portanto se difere de uma pesquisa quantitativa; ela pode ser classificada como qualitativa, pois “a pesquisa qualitativa não se refere apenas ao emprego de técnica e habilidade aos métodos, mas inclui também uma atitude de pesquisa” (FLICK, 2009, p. 36). Esta atitude está relacionada a algumas características, como a curiosidade, abertura e flexibilidade dos métodos, a reflexão sobre o tema, questão e métodos de pesquisa e sobre as limitações do próprio pesquisador. Segundo Flick (2009, p. 37), “a pesquisa qualitativa dirige-se à análise de casos concretos em suas peculiaridades locais e temporais, partindo das expressões e atividades das pessoas em seus contextos locais”.

Os materiais analisados consistem na transcrição de dois podcasts: o primeiro é o Scicast #218 – Relatividade, e o segundo é o Dragões de

Garagem #52 – Teoria da Relatividade Geral. Ambos estão disponíveis gratuitamente na internet.

As etapas desta pesquisa consistiram em: uma pesquisa bibliográfica inicial, que evidenciou uma lacuna de pesquisas envolvendo podcasts e o ensino de física; em seguida, os podcasts foram selecionados, delimitando-se os dois podcasts escolhidos com a temática da Relatividade; depois disto, os podcasts foram transcritos e analisados.

A análise de dados baseou-se na Sociologia da Ciência de Bruno Latour (2000), em relação à qual se buscou identificar os percursos do desenvolvimento narrativo nos podcasts, separando o documento em dois eixos de análise, definidos após a leitura do arquivo de transcrição desses materiais: o primeiro faz alusão aos aspectos de construção da ciência e o segundo aos aspectos linguístico-conceituais. Todo o documento foi lido e dividido em segmentos que se reportam aos eixos de análise e, dentro destes trechos, buscou-se identificar os recursos utilizados para abordar os conteúdos e contextos no podcast.

O eixo de análise que faz alusão aos aspectos de construção da ciência traz a história da ciência sendo contada, quais os sujeitos envolvidos, os fatos narrados, as rupturas ou junção de hipóteses e teorias. Já o eixo que faz alusão aos aspectos linguístico-conceituais remete a processos de apropriação de um conceito, envolvendo recursos como exemplos, modelos, experimentos, extrapolações, entre outros, que colaboram para a compreensão de algo.

## 4 ANÁLISE DE DADOS

Nesta seção, a análise dos dois podcasts transcritos é apresentada. Primeiramente, comenta-se sobre os programas de podcasts e sobre o conteúdo dos documentos. Em seguida são apresentadas figuras que exemplificam a análise feita, mostrando os percursos e os recursos dos materiais analisados. A seguir, são expostos quadros com trechos dos podcasts referentes ao dois eixos de análise, e cada trecho é comentado; ao final, são feitas considerações sobre cada eixo de análise para cada podcast.

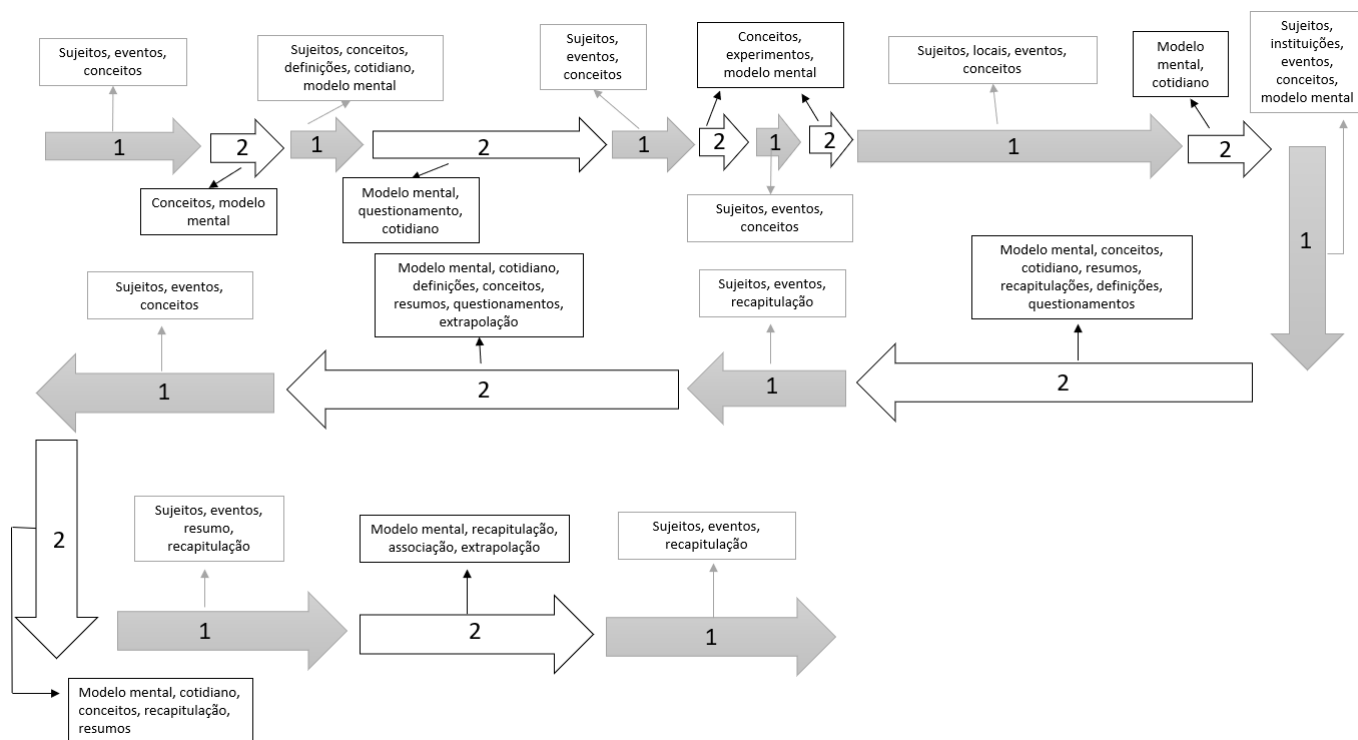
### 4.1 PODCAST 1: SCICAST #218 – RELATIVIDADE

O Scicast é um dos programas de podcasts do Portal Deviante, um portal de divulgação científica que agrega diversos programas de podcasts e notícias e reúne cientistas, jornalistas, escritores e “podcasters”. A criação do Scicast data de novembro de 2013, com publicações semanais; já contabiliza mais de 400 episódios lançados sobre diversos assuntos, tratando de ciência, cultura, arte, saúde, entre outros. Seu trabalho de divulgação científica é bem consolidado, sendo um dos programas com podcasts científicos mais consumidos pelos ouvintes, segundo as pesquisas recentes, e que sempre traz especialistas para as discussões.

O primeiro podcast analisado neste trabalho é o Scicast de número 218, publicado em setembro de 2017, e ele se propõe a apresentar a Teoria da Relatividade Restrita. Os participantes fazem uma construção a partir das teorias de Newton e da relatividade de Galileu, passando pela crise de paradigma instaurada pela teoria eletromagnética de Maxwell, até a consolidação da teoria de Einstein, fazendo uso de diversos experimentos mentais para auxiliar na compreensão desta teoria.

A Figura 1, abaixo, mostra um esquema da análise do Podcast 1, no qual o documento foi dividido em segmentos por seu percurso, sendo o número 1 (flechas preenchidas) referente aos aspectos de construção da ciência, e o número 2 (flechas vazias) referente aos aspectos linguístico-conceituais. Os quadros apresentam os recursos identificados em cada trecho e o tamanho da

flecha se refere ao tamanho do segmento, em que flechas menores representam segmentos mais curtos.



**Figura 1 - Esquema dos Percursos e Recursos do Podcast 1**  
**Fonte: Autoria própria.**

É perceptível que os segmentos que abordam os aspectos de construção da ciência tratam, em sua maioria de: sujeitos, citando cientistas e suas teorias; eventos, pois trazem fatos ocorridos em determinado tempo, como publicação de artigos, realização de experimentos, interações entre sujeitos; e conceitos, estes trechos não apenas fazem uso de conhecimentos científicos, como também desenvolvem a consolidação destes conteúdos. São poucos os segmentos deste eixo que abordam instituições, sendo estes o Laboratório de Patentes, onde Einstein trabalhou, e a revista *Annalen der Physik*, periódico de publicação dos artigos de Einstein em 1905. Perto do final, os participantes passam a trazer recapitulações do que foi exposto no decorrer do podcast.

Já os segmentos que tratam de aspectos linguístico-conceituais fizeram largo uso de modelos mentais, propondo que o ouvinte imagine situações, ou acompanhe “experimentos mentais”. Além disto, são utilizadas analogias, definições, questionamentos, exemplos, situações cotidianas e aplicações como recursos. Os conhecimentos científicos, ou conceitos, também, são utilizados nestes trechos, sendo empregados para desenvolver um conceito maior.

#### 4.1.1. Alusões a Aspectos de Construção da Ciência

Foram selecionados 13 trechos do Podcast 1, pelo menos um de cada segmento de Alusões a Aspectos de Construção da Ciência para discutir de forma mais profunda. Estes trechos foram colocados no Quadro 1, abaixo, juntamente com seus recursos; os nomes dos participantes foram omitidos.

Item	Trecho	Recursos
1	<p>Trecho de 00:09:16 a 00:09:33</p> <p>- Pra entender o conceito de tempo relativo, primeiro a gente tem que entender por que que antes, imagino, o tempo era absoluto, não? Ou tu tinha essa concepção, ou não?</p> <p>- É isso começa com a teoria de Newton lá no final do século XVII, quando ele enuncia as suas leis de Newton, as famosas leis de Newton.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Newton;</p> <p><i>Eventos:</i> Final do século XVII, enunciação das Leis de Newton;</p> <p><i>Conceitos:</i> Tempo Relativo x Tempo Absoluto, Leis de Newton;</p> <p><i>Outros:</i> Questionamento.</p>
2	<p>Trecho de 00:12:18 a 00:12:58</p> <p>- Esse conceito que o Newton usou nem era dele, não era uma coisa que foi ele que criou, ele pegou do Galileu. O Galileu já tinha criado a relatividade de Galileu como a gente conhece hoje né, quer dizer, relatividade já não é nenhuma palavra nova que o Einstein inventou, a relatividade já existia. A relatividade de Galileu é aquela onde pra você sair de um referencial inercial, ir para outro referencial inercial, você faz uma transformação de velocidade, é uma coisinha simples do tipo eu estou num carro a 30 km/h, né, em relação ao chão e aí de repente eu passo por um outro veículo que tá 20 km/h, a diferença de velocidade de 30 para 20 significa que eu estou passando por ele a 10 km/h.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Newton, Galileu, Einstein;</p> <p><i>Conceitos:</i> Relatividade de Galileu;</p> <p><i>Outros:</i> Cotidiano.</p>
3	<p>Trecho de 00:20:34 a 00:21:16</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein, Kelvin;</p>

	<p>Para entender como é que o Einstein propõe a nova mecânica relativística, é importante a gente retomar algumas coisas que a gente até já falou em outros <i>casts</i>, mas que são as motivações, né, o que que aconteceu que um dia o Einstein falou assim “caramba, eu preciso mudar isso”. Tinham dois problemas, Lorde Kelvin, que foi um dos maiores físicos aí do século 19, ele falou que “olha tem duas nuvenzinhas que estão no céu da física no momento, mas o resto tá tudo resolvido, a gente já hoje já domina completamente a ciência, tá tudo resolvido, tem duas nuvenzinhas”, uma delas era o problema da radiação de corpo negro, que a gente já citou num episódio de quântica, que levou ao desenvolvimento da física quântica, né, era uma nuvenzinha pequenininha, pequenininha, e a outra era o problema que o éter não era detectável, né.</p>	<p><i>Eventos:</i> “As duas nuvens” de Lorde Kelvin;</p> <p><i>Conceitos:</i> Mecânica Relativística, Radiação de Corpo Negro, Éter.</p>
4	<p>Trecho de 00:22:16 a 00:22:50</p> <p>- O próprio Galileu ele tentou fazer essa medida, né, ele foi numa montanha e um ajudante, sei lá quem, foi numa outra montanha e cada um tinha uma lamparina, alguma coisa assim, e eles piscaram e tentaram cronometrar com algum relógio d'água que eles tinham e a conclusão dele foi que a luz é muito rápida (risos). - É, foi instantâneo (risos). - Bom, e aí, mais adiante, surgiu um experimento que foi conhecido como experimento de Michelson e Morley, que teria a capacidade de detectar precisões da ordem da metade do comprimento de onda da luz.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Galileu, Michelson e Morley;</p> <p><i>Outros:</i> Experimentos.</p>
5	<p>Trecho de 00:25:24 a 00:25:53</p> <p>Nessa época, o Maxwell tava fazendo já suas equações e suas pesquisas em eletromagnetismo e ele tinha conseguido deduzir quatro equações que juntavam os campos elétricos e os campos magnéticos. E foi uma coisa muito bonita, porque finalmente o pessoal entendeu que eram as mesmas coisas, o campo elétrico e o magnético eram facetas de uma única coisa, e ele conseguiu fazer uma equação no formato de uma equação de onda, e surgiu uma possibilidade de uma onda eletromagnética e, nessa hora, o pessoal falou assim “nossa, deve ser a luz”.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Maxwell;</p> <p><i>Conceitos:</i> Equações de Maxwell.</p>
6	<p>Trecho de 00:26:17 a 00:26:37</p> <p>Era promissor que aquelas equações tavam dando alguma coisa, uma onda eletromagnética poderia, talvez, ser a luz. Só que tinha um problema associado aí, né, o problema era que se você mudasse de referencial, fazendo as transformações de Galileu, já conhecidas, as transformações de Galileu para mudar para um referencial inercial, essa velocidade que aparecia não mudava.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Galileu;</p> <p><i>Conceitos:</i> Transformações de Galileu, Onda Eletromagnética, Mudança de Referencial Inercial.</p>
7	<p>Trecho de 00:27:15 a 00:27:51</p> <p>- Cara, você falou de uma forma que a gente tem que</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Eventos:</i> 1905;</p>



	<p>imaginar isso literalmente, né (risos), tá as pessoas assim “meu Deus, o que que é isso? Eu não consigo explicar”, bafafá, aquela névoa, e surge o Einstein descabelado, assim: “agora eu vou explicar a p**** toda”, que que ele fez, P1?</p> <p>- Não foi bem assim, nessa época, o Einstein era jovem, né, 1905, ele era jovem, a gente contou bastante história naquele <i>cast</i> sobre o Einstein.</p> <p>- Ele tentou berrar “eu vou arrumar essa p**** toda” (risos), mas ninguém deu ouvido para ele mesmo, né.</p> <p>- É, ele tava no escritório de patentes e não tinha ninguém naquele dia, né, quem vai no escritório de patentes? Ninguém, então ele gritou “eu vou fazer”, e ninguém ouviu.</p>	<p><i>Instituições:</i> Laboratório de Patentes;</p> <p><i>Outros:</i> Interpretação, humor.</p>
8	<p>Trecho de 00:31:06 a 00:31:57</p> <p>É, porque a física tem que ser a mesma, né, então se num referencial tem um campo magnético, no outro não tem um campo magnético, e aí, quê que acontece? Eu poderia tá fazendo um campo magnético acionar um sensor que apita, então um cara tá vendo sensor apitar, o outro não vê o sensor apitar? É esquisito isso, como é que a gente consegue lidar? Então, existia esses problemas de mudança de referencial já nas equações de Maxwell. Então o Einstein ele sabia disso, né, mas que que acontece? A coisa mais legal que o Einstein fez foi ficar com eletromagnetismo e jogar fora Newton, que isso ninguém teve a coragem de fazer, várias outras pessoas já tinham pensado sobre relatividade no sentido de que o Poincaré, por exemplo, pensou, “olha talvez a luz ela seja invariante”, mas ele não deu o passo seguinte, que aí, afinal, o que isso significa? Se a gente fizer uma afirmação obtusa como essa, o que que vai mudar no resto, né?</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Maxwell, Einstein, Newton, Poincaré;</p> <p><i>Eventos:</i> Ruptura com a Teoria Newtoniana;</p> <p><i>Conceitos:</i> Campo Magnético, Mudança de Referencial Inercial, Equações de Maxwell.</p>
9	<p>Trecho de 00:38:24 a 00:40:08</p> <p>No Ano Mirabilis, que o Einstein publicou os cinco <i>papers</i> fodões dele, o primeiro <i>paper</i> foi sobre o efeito fotoelétrico, e o efeito fotoelétrico diz, aí não tem nada a ver com o que a gente tá falando, certo? Mas, o efeito fotoelétrico diz que e se a luz fosse pacotinhos pequenininhos, tipo, em vez de ser um raio, ela fosse vários, várias gotinhas de luz, né, basicamente isso assim. E o cara que era o editor da revista do <i>Annalen der Physik</i> era ninguém mais ninguém menos do que o Max Planck, que alguns anos antes tinha feito uma hipótese, uma teoria relativamente parecida que era sobre a quantização da própria energia, então essas duas teorias eram muito próximas e, justamente por causa dessa ideia, o Max Planck deixou passar o <i>paper</i> do Einstein, porque é tipo é um <i>paper</i> malucaço e “aaaaah!” a luz é um monte gotinha “uuuuuuuh!” e ele disse “ah, é bacana, eu gostei, parece aquela minha ideia que é malucaça, vai também, vou deixar”. E a partir daí, o Planck foi ajudando o Einstein a publicar aqueles próximos quatro <i>papers</i> daquele ano, mesmo que fossem <i>papers</i> muito controversos na época e tipo, até hoje, não cientificamente, mas, só totalmente contra</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein, Max Planck;</p> <p><i>Eventos:</i> Ano Mirabilis;</p> <p><i>Instituições:</i> Revista <i>Annalen der Physik</i>;</p> <p><i>Conceitos:</i> Efeito Fotoelétrico, Quantização da Energia, Número de Avogadro, Movimento Browniano, Relatividade;</p> <p><i>Outros:</i> Extrapolação.</p>

	<p>intuitivos. Então, talvez, se o primeiro <i>paper</i> foi efeito elétrico, depois foi sobre o número de Avogadro, depois movimento browniano, depois da relatividade e, por último, o <math>E = mc^2</math>, se a ordem disso aí fosse contrária, sei lá, o seu primeiro <i>paper</i> fosse sobre relatividade, provavelmente, o Planck não ia ficar gamadão e ele não ia publicar nada. Imagina! A gente ia ficar sem relatividade, porque ele publicou um outro <i>paper</i> antes do que ele tinha pensado.</p>	
10	<p>Trecho de 01:07:20 a 01:07:59</p> <p>Não, e outra coisa, é legal deixar claro que a teoria do Newton tá valendo, ela funciona e é show de bola, porque pro que ela tá se propondo, pros nossos limites de velocidade cotidianos ela funciona direitinho. Não é que ele estava errado e que a gente tem que parar de estudar isso no colégio, ela funciona para uma faixa de velocidade, agora se tu subir muito mais do que essa velocidade, chegar próximo à velocidade da luz, que é uma coisa absurda, daí ela não funciona. Então, a teoria do Newton ela tá englobada pela teoria do Einstein, não é que o Einstein exclui o Newton, ele engloba mais longe do que o Newton.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Newton, Einstein;</p> <p><i>Conceitos:</i> Teoria Newtoniana, Relatividade.</p>
11	<p>Trecho de 01:27:47 a 01:29:00</p> <p>- É, aí a gente entra numa outra implicação do Einstein, né, o Einstein escreveu um artigo subsequente depois que ele escreveu o artigo da relatividade, sobre eletrodinâmica dos corpos em movimento. É o artigo que ele escreveu em 1905, no final do ano ele escreve um outro, porque ele percebeu que essas implicações de espaço-tempo, distorção temporal, de não sei o quê, implicavam em distorções de massa. Olha a conta legal que ele fez, quer dizer, a dedução é muito maior do que essa e tudo o mais, eu vou fazer um apanhado conceitual, a gente sabe, por exemplo, que energia cinética, a gente aprende isso no colegial, é <math>m \cdot v^2/2</math>.</p> <p>- Colegial, mano? De que época que tu é, mano (risos)?</p> <p>- Massa vezes velocidade ao quadrado sobre dois, isso é energia cinética, né, objetos que estão mais rápido tem mais energia, concorda? Se a velocidade aumenta, você tem mais energia, se eu tiver mais massa, tem mais energia, só que a velocidade da luz agora é um limitador, nada pode ser mais rápido do que a luz. As contas de Einstein mostram que se a luz é o objeto mais rápido que existe, nada pode ser mais rápido que a luz, então a pergunta é: se eu continuar acelerando um objeto massivo?</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Eventos:</i> Artigo de Einstein publicado em 1905;</p> <p><i>Conceitos:</i> Implicações da Teoria da Relatividade, Energia Cinética;</p> <p><i>Outros:</i> Questionamento.</p>
12	<p>Trecho de 01:29:47 a 01:30:18</p> <p>- E aí olha que legal, como é que a física é cíclica, esse conceito aí que o P1 tá falando, da resistência à mudança no movimento, mudança no estado ali de movimento, é o tal conceito da massa inercial, da inércia que a gente tava falando lá no começo ainda, de Newton, de Galileu, certo? O que faz o corpo resistir</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Newton, Galileu;</p> <p><i>Conceitos:</i> Massa Inercial;</p> <p><i>Outros:</i> recapitulação.</p>

	essa mudança de velocidade é justamente a massa inercial do corpo, né, é a massa do corpo. - Quanto mais massa você tem, né, se eu tiver uma bolinha mais pesada e eu der uma raquetada. - Mais difícil você mexê-la.	
13	Trecho de 01:43:09 a 01:43:53  O que eu acho surpreendente e genial é que, de tudo isso que a gente falou, do $E = mc^2$ , é tudo um corolário dos dois únicos postulados que tem da teoria da relatividade. Que que é um corolário? É um resultado direto de alguma coisa, então se tu postular que, como ele fez, que a velocidade da luz é o limite e que todas as leis da física funcionam em todos os lugares, portanto tudo isso acontece, tudo isso que a gente falou, o espaço se contrai, o tempo se dilata, a massa varia dependendo com a velocidade, então tudo isso tá diretamente ligado com essas duas únicas afirmações que tem, simples e é tudo uma relação direta que tu vai, e por isso a relatividade é tão bonita para gente	<i>Conceitos:</i> Teoria da Relatividade e seus corolários.

**Quadro 1 – Trechos do Podcast 1 referentes ao Eixo 1**  
**Fonte: autoria própria.**

O item 1 traz um trecho logo do início da discussão do podcast, propondo algumas questões iniciais, como “o tempo era absoluto, não?”, e após isto se começa a explicar a origem do conceito de “tempo absoluto”, com as teorias de Newton no final do século XVII. O principal sujeito aqui é Newton, e o evento relacionado é a enunciação das Leis de Newton. Este breve trecho demonstra que a ciência é um construto, pois a resposta para uma questão inicial começa em outro local e tempo, séculos antes; as inscrições e asserções viabilizadas por cientistas são utilizadas em validação ou revogação de hipóteses por outros cientistas, e aqui são utilizadas para explicar um conceito que foi sendo moldado e reformulado: o tempo e espaço absolutos.

O próximo trecho, no item 2, traz a Relatividade de Galileu, evidenciando sua utilização por Newton e que o emprego da palavra “relatividade” não seria novidade para Einstein. Os sujeitos citados neste segundo trecho são Newton, Galileu e Einstein. Como o trecho não aborda nenhum evento ou instituição específicos, estes constam ausentes no quadro. É interessante notar que aspectos do cotidiano são utilizados para exemplificar o conceito abordado, a Relatividade de Galileu. Este trecho é singular, pois mostra que estudiosos proeminentes, como Newton, também se baseavam nas teorias de outros cientistas, os conhecimentos científicos não surgem do nada,

eles possuem fundamentos. Aqui, é evidenciado o que Kuhn (2017) denominou de ciência normal, pois consolida a partir de realizações do passado.

O item 3 faz alusão à fala de Lorde Kelvin, sobre as duas nuvens que obscureciam o céu da física no final do século XIX. Estas nuvens seriam a Radiação de Corpo Negro e a falta de comprovações da existência do Éter. Neste trecho é evidenciado que Einstein se debruçou sobre problemas não solucionados da época. Os sujeitos citados são Einstein e Lorde Kelvin, e o evento em destaque é a fala de Lorde Kelvin sobre “as duas nuvens”. Há aqui referências a outros episódios do podcast, os quais discutem mais sobre as motivações de Albert Einstein e sobre o desenvolvimento da Mecânica Quântica. Este trecho denota a visão de completude que se tinha da física no final do século XIX, mas, apesar disto, ainda havia questões a serem solucionadas; isto mostra que sempre haverá perguntas sem resposta para as ciências. Além disso, a existência das “duas nuvens” não representava à época uma crise, pois um paradigma, segundo Kuhn (2017), possui problemas em aberto. Além disso, a afirmação de Lorde Kelvin sobre uma ciência “acabada” evidencia a falta de compreensão sobre a natureza e o desenvolvimento da ciência, colocando-a num patamar de caixa-preta.

O item 4 faz referência a dois experimentos, primeiramente, à tentativa de Galileu de medir a velocidade da luz e, em seguida, ao experimento de Michelson-Morley, que efetivamente mediu a velocidade da luz. Os sujeitos citados são Galileu, Michelson e Morley. O trecho apresenta dois experimentos com um mesmo objetivo, mas um deles foi bem-sucedido, e o outro não; o desenvolvimento de técnicas, instrumentos e até mesmo de conceitos foi fundamental para o sucesso do segundo experimento, pois o primeiro não contava com os mesmos recursos. Este trecho aponta como os recursos disponíveis em diferentes épocas foram fundamentais para o sucesso, ou não, de uma medição; evidencia que diversos fatores, como localidade, temporalidade e instrumentação, também, compõem o processo de construção da ciência, como apoia Latour (2000).

Já o item 5 trata apenas de Maxwell e suas equações, mencionando a luz como uma onda eletromagnética, como uma implicação das teorias de Maxwell. O único sujeito citado é Maxwell, e não são abordados eventos ou

instituições, apesar disto, este trecho evidencia a junção de teorias (campos elétricos e campos magnéticos) e uma implicação teórica (luz como onda eletromagnética).

O item 6 aponta uma ruptura da física clássica frente ao Eletromagnetismo de Maxwell, o fato da velocidade da luz não se alterar na mudança de referenciais utilizando a Relatividade de Galileu. O único sujeito citado neste trecho foi Galileu, e não foram mencionados eventos ou instituições, mas, quanto aos conceitos, observa-se que este pequeno trecho articula a natureza da Luz, a Teoria Eletromagnética e as Transformações de Galileu, de forma a estabelecer uma relação contraditória. Esta ruptura com a física newtoniana representa o início de uma crise, em alusão aos parâmetros de Thomas Kuhn (2017), que gerou uma revolução científica.

O item 7 traz de forma bem-humorada e com um pouco de exagero o contexto em que Einstein estava inserido quando elaborou suas teorias. Em uma época cheia de anomalias científicas, o início de uma quebra de paradigmas, Einstein trabalhava em um escritório de patentes. O trecho aponta apenas Einstein como sujeito, o ano de 1905 como evento e o escritório de patentes como instituição; não diz muito quanto à construção da ciência, mas extrapola teatralmente a realidade científica da época: muitas incertezas e Einstein desenvolve algumas soluções. Este é um trecho que localiza temporal e espacialmente o cientista, o que favorece a compreensão da ciência em construção, conforme proposições de Latour (2000).

No item 8, discutem-se as implicações das Equações de Maxwell quando há mudanças de referencial: um campo magnético é gerado a partir de cargas em movimento pela Lei de Ampère, mas se o referencial utilizado estiver na mesma velocidade que as cargas, então não haveria campo magnético. Como há um campo magnético em um referencial inercial e em outro não? Isto confronta um dos principais postulados de Newton, de que a física deve ser a mesma em qualquer referencial inercial. Este postulado é adotado por Einstein e se torna o Princípio da Relatividade.

Os sujeitos citados no oitavo item são Newton, Maxwell, Einstein e Poincaré, e o evento em questão é o momento de ruptura com a física

newtoniana. Este trecho evidencia uma grande contradição entre teorias (Newton e Maxwell) e aponta os rumos tomados por outro cientista (Einstein), para solucionar o problema; ainda, indica que o caminho tomado pelo cientista havia sido ao menos ponderado por outros pares (Poincaré), evidenciando a substituição de um paradigma por outro. Para Latour (2000), a ciência possui controvérsias, e os caminhos tomados frente a isto evidenciam os processos de construção da ciência; neste caso o cientista opta por seguir o caminho do eletromagnetismo, e deixa de lado o da mecânica clássica.

Os sujeitos citados no nono item foram Einstein e Planck, estabelecendo-se uma relação de colegas de profissão; o evento é o *Annus Mirabilis* de 1905, ano em que Einstein publica seus principais artigos, que entrou para a história; e a instituição citada é a *Annalen der Physik*, revista que publica os artigos de Einstein. Este trecho narra sobre a publicação de estudos e de como a relação do artigo com o trabalho do editor colaborou para as publicações, contando com expressões informais e uma dose de interpretação; aqui um fator social é apontado como essencial para as publicações do cientista, evidenciando como o processo científico envolve redes sociotécnicas, como defende Latour (2000). Entretanto, o que mais chama a atenção é o momento em que se indaga o que teria acontecido se a ordem de envio dos artigos fosse diferente, promovendo o exercício da criatividade para imaginar diferentes cenários. Este cenário hipotético mostra, também, como uma tomada de decisões que não tem, à primeira vista, relação direta com o desenvolvimento científico, é fundamental para o processo de construção da ciência, em referência às proposições de Latour (2000).

O item 10 expõe que a teoria newtoniana não deixa de valer para os limites de velocidade que se experimenta cotidianamente. Este trecho cita Newton e Einstein, e traz os conceitos da Teoria Newtoniana e da Teoria da Relatividade estabelecendo uma relação de complementação, a mecânica de Newton é integrada à de Einstein. Há aqui uma união de duas grandes teorias, mesmo que a segunda represente um novo paradigma segundo Kuhn (2017), o antigo ainda é válido e utilizado dentro de seus limites.

O item 11 introduz uma implicação da Teoria da Relatividade: as distorções de massa. O sujeito citado é Einstein, e o evento em questão é a

publicação de um artigo por Einstein no final do ano de 1905. Este trecho chama a atenção por iniciar as discussões acerca das distorções de massa e utilizar a energia cinética para exemplificar a relação entre massa e velocidade, e ainda insere a questão “se eu continuar acelerando um objeto massivo?”, cuja solução é esquadrinhada no decorrer do podcast.

O item 12 faz parte da explicação que se iniciou no trecho anterior, agora trazendo novamente o conceito de massa inercial, e novamente as teorias de Newton e Einstein se relacionam em suas implicações. Os sujeitos citados são Newton e Galileu. Este trecho também evidencia que as teorias de Newton não foram simplesmente excluídas, elas ainda são válidas e utilizadas, neste caso auxiliando na compreensão de implicações da Teoria da Relatividade de Einstein.

O item 13 traz um trecho do encerramento da discussão, contando ao ouvinte que boa parte do que foi construído é implicação teórica, que surge a partir dos postulados de Einstein. Este trecho não fala sobre sujeitos, eventos ou instituições, ele apenas conta uma grande curiosidade, que a famosa equação de Einstein, energia igual à massa vezes velocidade da luz ao quadrado, é um corolário, assim como boa parte do que foi discutido no podcast. Nesta parte, o assunto está por se encerrar, então é enfatizado o que os dois postulados da Teoria da Relatividade Restrita estabeleceram.

Neste podcast é perceptível uma contraposição entre Newton, e a física clássica, e Einstein, sendo o primeiro abordado em trechos no começo e no final do documento. Existe uma construção de superação de Newton por Einstein, mas também há um esclarecimento sobre os limites de atuação das teorias de ambos, pois a física newtoniana continua sendo válida; nota-se que existe uma relação de troca de paradigma entre as teorias de Newton e de Einstein, fazendo parte de uma revolução científica, que marca o início da física moderna. Galileu tem um lugar de destaque aqui, com atribuição de ser o primeiro a cunhar o termo “relatividade” para o estudo de referenciais, e por suas contribuições para a física newtoniana. Nota-se, ainda, que, neste podcast, há discussões que perpassam a ciência em construção, em conformidade com a teoria de Latour (2000), com abordagem de decisões que são tomadas pelos cientistas, contextualizando temporal e espacialmente

esses sujeitos, elementos humanos e não-humanos e algumas de suas interações.

#### 4.1.2. Alusões a Aspectos Linguístico-Conceituais

Quanto aos segmentos que fazem alusão a Aspectos Linguístico-Conceituais, foram selecionados 14 trechos do Podcast 1, para análise mais aprofundada. Os trechos foram organizados no Quadro 2, abaixo, juntamente com os recursos identificados; os nomes dos participantes foram substituídos.

Item	Trecho	Recursos
1	<p>Trecho de 00:09:52 a 00:10:25</p> <p>O postulado que Newton tava usando é aquele que dizia que a física tem que ser a mesma para qualquer observador inercial. Que isso quer dizer? Se você vai fazer um experimento, não importa se você tá em um certo referencial, por exemplo, parado aqui na terra no laboratório ou uma velocidade constante voando dentro de um, sei lá, um avião, né, com velocidade constante; tecnicamente, você tem que conseguir os mesmos resultados, a física tem que valer, ser a mesma para esses dois referenciais e pra qualquer referencial inercial, ou seja, referenciais não acelerados.</p>	<p>Cotidiano, exemplos, conceitos.</p>
2	<p>Trecho de 00:13:55 a 00:14:20</p> <p>Peguei o P2, assim, e soltei ele no espaço, mas longe de qualquer planeta, de qualquer referência, de qualquer estrela, tá longe, ele olha pra tudo e não sabe nem a velocidade que ele tá, talvez não faz nem sentido perguntar que velocidade ele tá. E se de repente passa alguém voando muito rápido perto dele, passa o P3 “fuuu” passando muito rápido? A pergunta é: quem que tá em velocidade em relação a quem? Quem que tá voando? E o outro tá parado, não faz sentido, você só pode definir velocidade se você parte de um referencial.</p>	<p>Modelo Mental, conceitos, questionamento.</p>
3	<p>Trecho de 00:15:23 a 00:16:17</p> <p>Você que tá ouvindo isso no carro agora ou no ônibus pode perceber isso, se você tá uma boa velocidade, vamos lá, um 80 km/h, você olha para fora, você tá vendo tudo passar a 80 km/h, porque é 80 km/h com relação ao chão que tá lá parado, né. Agora, se de repente veio um carro e passa a 100 km/h a seu lado, 100 km/h do outro carro com relação ao chão, você dentro do seu carro a 80km/h vai ver ele se movendo, na prática, a 20 km/h, uma conta de menos, básica aqui, e o inverso também, se você tá 80 km/h e vem um outro carro na direção oposta 80 km/h, vocês vão se cruzar e aquele outro carro tá com relação a você a 160km/h, muito mais rápido do que um cara parado na rua vendo.</p>	<p>Cotidiano, exemplo, modelo mental.</p>



4	<p style="text-align: center;">Trecho de 00:16:57 a 00:17:58</p> <p>- Só pra ter um exemplo de sistema inercial e não inercial, porque isso parece que a gente sempre fala muitas vezes e acaba aparecendo muito coisa de físico e não concreto. Quando a gente tá andando de carro pode pegar uma bolinha, a gente tá andando, sei lá, numa estrada sempre a mesma velocidade, constante, e toca uma bolinha para cima, toca da tua mão para cima, ela levanta e cai, e cai na tua mão de novo, isso é um sistema inercial. Então, se ele fizer isso fora do carro parado, a gente vai conseguir fazer a mesma coisa, agora se a gente fizer com o carro freando, então quando eu estiver dirigindo e for brincar com a bolinha e ainda eu não vi e bati.</p> <p>- Se você for passageiro!  - Se você for o motorista não gente!  - Exato!  - Então, a gente vai tocar bolinha e frear, a bolinha não vai cair na minha mão, ela vai puxar para frente, porque ela tava uma velocidade e eu estou freando. Então, aquilo ali já não vai ser mais um sistema não inercial, ele vai estar lá acelerado e a gente pode falar da inércia da bolinha, porque que ela vai continuar, mas são dois casos distintos.</p>	<p>Modelo mental,  experimentação,  cotidiano.</p>
5	<p style="text-align: center;">Trecho de 00:19:04 a 00:19:52</p> <p>Um experimento bem bem fácil que dá para mostrar isso, que você pode fazer, bom, bom, você pode achar um pouquinho maluco, mas você pode fazer, vai para um elevador e coloca uma balança digital lá e fica em cima da balança. O elevador tá parado, tá lá, é o seu peso, digamos 80 quilos, você tá lá em cima da balança 80 quilos. Assim que o elevador começa a subir ou descer, quando você sente aquele “trancosinho”, né, um tranco, se você olhar a balança, você vai ver que o seu peso naquela balança vai variar, porque a aceleração tá aumentando, não é que você tá ficando mais gordo é porque aquilo tá pegando a sua massa e multiplicando pela aceleração da gravidade e do elevador. Então isso vai mostrar muito claramente essa questão da inércia e da não inércia e você vê, não é a massa mudando e sim só a aceleração que muda.</p>	<p>Modelo mental,  Experimentação,  cotidiano.</p>
6	<p style="text-align: center;">Trecho de 00:24:37 a 00:25:24</p> <p>Só pra exemplificar porque que eles imaginavam que tem que ter o éter, o som também é uma onda, mas a gente sabe, hoje em dia a gente distingue de que o som é uma onda mecânica enquanto que a luz é uma onda eletromagnética, são coisas totalmente diferentes, mas a onda mecânica que é o que a gente tem contato aqui mais facilmente, ela precisa sim de um meio para se propagar. Por exemplo, tu toca uma pedra numa piscina e as ondas vão se propagar na água, se não tiver água não vai ter onda para propagar. Então, não faz sentido tu ter uma onda se ela não vai ter onde se propagar, não, não vai existir onda. Então eles achavam que tinha que sim existir um éter, um meio, um fluido mágico, onde a luz usaria para se propagar, se não existisse não teria como existir luz ou se ela existiria não teria como ela chegar, por exemplo, do Sol até a terra.</p>	<p>Modelo mental,  cotidiano,  associação,  conceitos.</p>

7	<p>Trecho de 00:36:55 a 00:37:34</p> <p>Vamos fazer um exemplo prático aqui, para os ouvintes entenderem, a bizarrice da coisa, é como se eu estivesse dizendo que eu tô parado no ponto de ônibus, o P1 tá passando de bicicleta ao lado, certo? E aí a gente vê o P3 resolvendo começar as atividades físicas, né, animado aí pelo processo todo da relatividade e fazendo um <i>cooper</i> aí ao nosso lado, certo? Na prática, o que está sendo dito da luz é que quando eu vejo o P3 correndo e quando P1 olha para o P3 e ele está correndo, nós dois estamos vendo ele se afastar da gente na mesma velocidade, apesar do P1 tá bicicletando, né, pedalando na mesma direção do P3, olha que bizarro!</p>	Modelo mental, analogia, cotidiano.
8	<p>Trecho de 00:44:55 a 00:45:39</p> <p>Eu tenho uma nave espacial voando muito rápido perto da velocidade da luz, então eu olho a pessoa que tá lá dentro e o relógio daquela pessoa tá passando devagar, né, tá indo mais devagar do que o meu. Então, parece que a pessoa tá envelhecendo mais devagar, mas aquela pessoa tá vendo eu andando, a pessoa que tá na nave espacial acha que ela tá parada em relação a ela, ela sempre tá, todo mundo tá sempre parado em relação a si mesmo, e vai ver eu que tô na terra voando muito rápido. Então, para ela que tá na nave espacial, o meu relógio tá andando muito devagar, é esse que é o problema da relatividade, porque o que vale para um referencial vale para outro. O meu relógio parece passar mais devagar para pessoa da nave espacial e o relógio dela parece passar mais devagar para mim que tô na terra, a pergunta é qual o relógio tá passando mais devagar?</p>	Modelo mental, questionamento.
9	<p>Trecho de 00:49:52 a 00:</p> <p>Por que você tá tão incomodado? É porque a gente aprendeu, a nossa experiência, do nosso cotidiano a vida inteira dizia que se eu estou vendo duas coisas simultâneas acontecerem, dois eventos simultâneos, todos os outros observadores vão ver os dois eventos simultâneos, também, acontecendo, porque é isso, entendeu? Se um outro observador, mesmo que estiver voando numa velocidade, ele vê as coisas acontecendo em ordens diferentes, em tempos diferentes, a gente aprendeu que é assim. Então, a gente se incomoda muito de achar que isso não é realidade, mas isso é realidade, não tem problema nenhum, porque enquanto eu estiver voando na minha nave, longe de você, me afastando numa certa velocidade e a gente não se confrontar, confrontar é voltar no mesmo espaço e mesmo tempo, porque não basta a gente tá no mesmo espaço e em tempo diferentes ou estar em espaços diferentes no mesmo tempo. A simultaneidade para o Einstein só funciona quando a gente consegue voltar, dar as mãos de novo, do tipo estamos no mesmo espaço e no mesmo tempo e aí a gente olha quem afinal terminou de ver o episódio primeiro.</p>	Resumo, modelo mental.
10	<p>Trecho de 00:53:08 a 00:53:55</p> <p>Aí você traz a relatividade do Einstein, já que a gente tá falando de velocidades muito elevadas, próximas da luz, você tem que implicar os efeitos relativísticos. Então, olha só, do ponto de</p>	Aplicação, modelo mental.

	<p>vista da Terra, eu que tô parado aqui na Terra, o múon tá numa velocidade altíssima, o relógio do múon vai demorar mais para passar, certo? Enquanto passou 2.2 microssegundos para mim, no relógio do múon passou 1 microssegundo, então mesmo que o múon demore 2.2 microssegundos para se decompor, é no relógio dele, não no meu relógio, ele vai envelhecer mais devagar, então ele vai decair mais devagar. Então, isso explica que tenha muitos múons chegando, porque o relógio dele tá atrasado. Agora, do ponto de vista do múon, a física tem que ser a mesma, lembra que a gente falou que se tá chegando múon na superfície da terra, o múon tem que chegar lá no ponto de vista dele também, não pode, a física é a mesma.</p>	
11	<p>Trecho de 01:10:52 a 01:11:46</p> <p>Gente, vamos aqui para que vocês entendam, Usain P1 correndo numa velocidade absurda, segurando uma escada de 10m; a frente dele P4, o flanelinha, com seu celeiro de 8 m de comprimento. P4 vendo P1 andando tão rápido, ante a velocidade do P1, a escada que é de 10 m para o P1, pro P4 tá 5 m pela velocidade que o P1 tá; só que o P1 tá correndo tão rápido que ele vai vindo, o celeiro vindo na sua direção, e o celeiro, que tem 8 m para o P4, pro P1 tem 4 m, então a escada não caberia, e aí o P4 desafia P1: “P1, fecharei as portas no momento que você chegar para provar que você estará, você e sua escada cabem aqui dentro, porque vocês são menores”, e o P1 fala: “duvido!”. O que acontecerá? No próximo (risos), mentira, vai ser agora! Que que acontece gente?</p>	Resumo, modelo mental.
12	<p>Trecho de 01:25:13 a 01:26:00</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- É, o cenário final, então, é: P1 preso no celeiro com uma escada quebrada, né, um, toda esfarelada, os dois estavam certos, os dois estavam errados.</li> <li>- Digamos que a escada seja indestrutível, o que aconteceu foi que, no instante exato lá que teve o choque, que a porta de trás fechou, ela chegou a 5 m e no instante seguinte, quando nós dois passamos a ser dois referenciais inerciais parados, um em relação ao outro ali, a escada voltou até 10m e arrebentou a porta do celeiro.</li> <li>- Então, o P4 pode falar que ele tinha razão porque ele conseguiu fechar e a escada coube e eu posso falar que a escada coube por um tempo irrisório que, na verdade, olha, tá provado que as portas arrebentaram e ela não cabe e a gente vai continuar discutindo quem ganhou aposta.</li> </ul>	Resumo, modelo mental.
13	<p>Trecho de 01:32:22 a 01:33:07</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O único jeito de uma partícula chegar na velocidade da luz é ela tendo massa de repouso zero, e eu não tenho escolha, a luz não pode parar. Vamos pensar, leis de Newton, vou fazer aqui uma extrapolação e vocês vão entender, força é igual à massa vezes aceleração, certo? Então, se eu tiver uma força 1, massa 0, quanto que é aceleração?</li> <li>- Se eu tenho uma força 1, massa 0, não existe, né? [...]</li> <li>- Você pega uma aceleração infinita, porque 0 vezes qualquer número é zero, então se essa...</li> <li>- Exatamente!</li> <li>- ... luz, vamos supor que eu criei um fóton parado, eu criei um fóton parado na minha frente, qualquer peteleco que ele</li> </ul>	Modelo mental, conceitos.

	receber de qualquer coisa, peteleco eu digo mínimo, com a força mínima, de 000001 é o suficiente para fazer uma aceleração infinita nele e aceleração infinita leva ele para qual velocidade, P5? - Pra velocidade da luz.	
14	<p>Trecho de 01:38:08 a 01:38:59</p> <p>- E não tem nada mesmo que possa ser mais rápido do que a luz, é simplesmente impossível, a luz é a barreira final.</p> <p>- Sempre tem gente teorizando, né, inclusive tem uma teoria muito legal, pessoas que pensaram nos táquions, né; táquions seriam partículas que voam mais rápido que a luz, e aí existem várias teorias interessantes, né. O que não falta é teoria, é modelo, né, hipótese, que as pessoas inventam para poder resolver os problemas da física. A gente tem problemas na física hoje, então os táquions resolveriam alguns tipos de problemas, e é possível você criar partículas mais rápidas que a luz, desde que essas partículas sempre voem mais rápido que a luz, elas não podem, aí é o que vale o efeito contrário, elas não podem breca abaixo da velocidade da luz. Eu posso criar uma física completamente real, factível, se eu criar partículas que nunca brequem abaixo da velocidade da luz, entendeu a questão?</p>	Questionamento, hipóteses.

**Quadro 2 – Trechos do Podcast 1 referentes ao Eixo 2**  
**Fonte: autoria própria.**

Os itens de 1 a 4 constroem o conceito de referencial inercial, diferenciando-o do não inercial. Para tanto, o item 1 apresenta um dos postulados de Newton, de que a física deve ser a mesma em qualquer referencial inercial, dando ênfase a este conceito. Há uma explicação direta utilizando exemplos de referenciais inerciais com elementos do cotidiano.

O item 2 utiliza um modelo mental para continuar as discussões acerca dos referenciais e defini-los, e ainda são feitos dois questionamentos sobre a situação criada.

O item 3 convida o ouvinte a perceber uma situação do cotidiano envolvendo veículos em movimento, a fim de exemplificar a relação entre as velocidades e referenciais inerciais. Este trecho também pode ser relacionado a um modelo mental, pois elabora uma situação para exemplificar um conceito.

O item 4 constrói um modelo mental para exemplificar o referencial não-inercial, envolvendo elementos do cotidiano (um veículo em movimento e uma bolinha de papel). Além disto, a situação proposta pode ser repetida e experimentada pelo ouvinte.

No item 5, o conceito de peso é trabalhado. Neste trecho, mais uma vez, um modelo mental que pode ser repetido pelos ouvintes é utilizado, pois precisa apenas de um elevador e uma balança.

O item 6 utiliza um modelo mental sobre formação de ondas na água, para exemplificar as ondas mecânicas e sua propagação, associando à propagação de ondas eletromagnéticas e explicando o pensamento que se tinha na época sobre a necessidade de existência do Éter.

No item 7 é utilizado um modelo mental para fazer uma analogia entre o Princípio da Invariância da Velocidade da Luz e uma situação com elementos do cotidiano. O item 8 traz um modelo mental para elucidar o Paradoxo dos Gêmeos. O trecho ainda termina com um questionamento em aberto.

O item 9 apresenta um resumo sobre a simultaneidade na Teoria da Relatividade. Aqui são utilizadas referências a um modelo mental iniciado no trecho anterior e que se desenrola por uma grande parte do podcast tratando de diversas implicações da teoria de Einstein, incluindo o Paradoxo dos Gêmeos; essas referências são a nave e o episódio.

No item 10, o comportamento dos múons é desvendado utilizando a Teoria da Relatividade; para isto, um modelo mental é construído, para que o ouvinte acompanhe a jornada do múon de sua criação até sua detecção na superfície da Terra.

O item 11 faz um resumo do modelo mental que foi utilizado no podcast, para exemplificar as distorções espaciais provenientes da Teoria da Relatividade. A situação é a seguinte: se há uma escada de dez metros de comprimento e um celeiro de oito metros de comprimento, se quem carrega a escada está correndo à velocidade da luz, quem estiver no celeiro verá a escada muito menor do que ela é parada (em relação ao celeiro). Então são elaboradas situações para um dos lados provar que a escada cabe no celeiro, e o outro lado provar o contrário.

O item 12 traz o encerramento do modelo mental resumido no item 11. A explicação deste problema sempre tem dois pontos de vista, mas os

fenômenos físicos sempre são os mesmos, independentemente do referencial adotado.

No item 13, um modelo mental é construído para exemplificar o conceito de massa de repouso, extrapolando para a situação de um fóton parado (massa de repouso nula), que com uma aceleração infinita possui uma velocidade limite.

O item 14 questiona sobre a existência de partículas que se desloquem com velocidade superior à da luz, abordando hipóteses sobre o comportamento dos táquions e trazendo a possibilidade de toda uma física de partículas que se deslocam, apenas, acima da velocidade da luz.

Neste segundo eixo de análise, o modelo mental é utilizado em 12 dos 14 trechos selecionados, o que expressa sua utilização no podcast como um todo. Este recurso se mostrou funcional para elaborar situações, a fim de explicar ou exemplificar conceitos sem o uso de imagens; algumas vezes, estes modelos mentais vêm acompanhados de aspectos do cotidiano, que relacionam os conceitos com a vivência dos ouvintes. O resumo, também, é utilizado algumas vezes e é marcante, pois, geralmente, utiliza termos simples e orações mais objetivas para descrever a situação ou o conceito em questão.

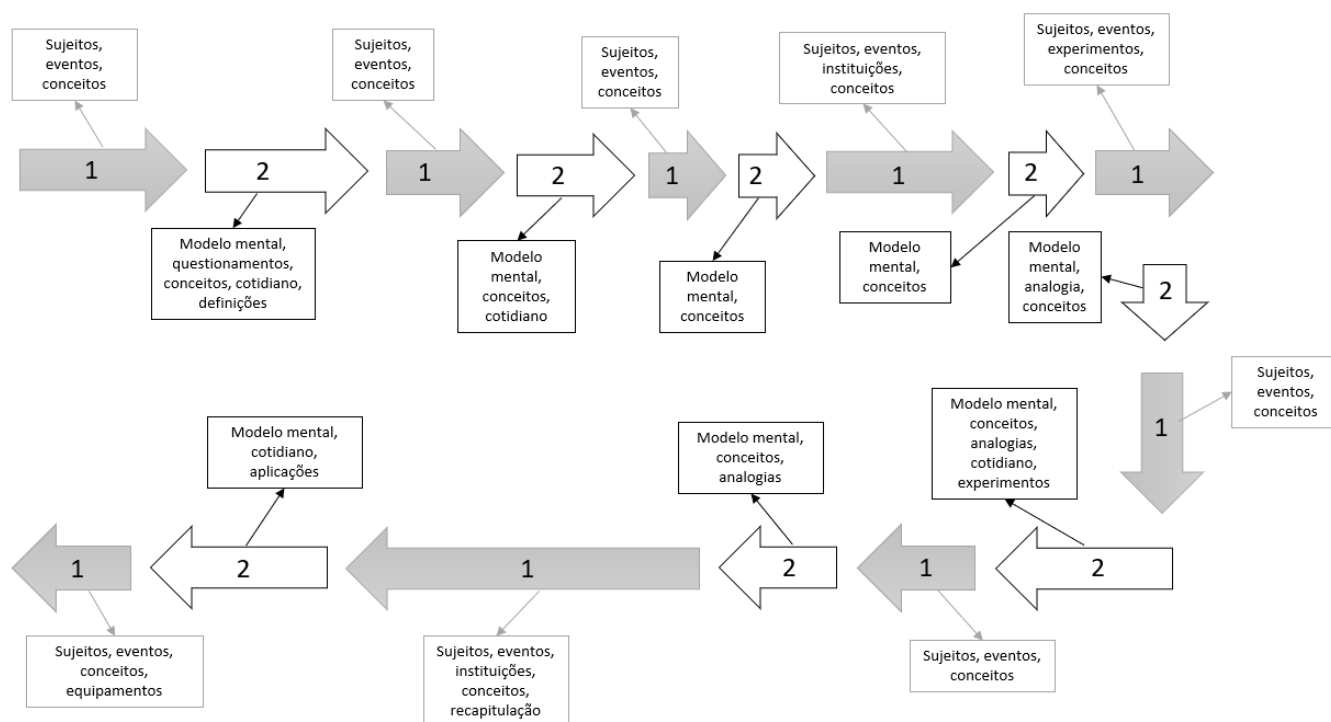
#### 4.2 PODCAST 2: DRAGÕES DE GARAGEM #52 - TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL

O programa de podcast Dragões de Garagem surge em 2012, com a proposta única de divulgar as ciências por meio dos podcasts, mas que se tornou um Portal de informações científicas, agregando podcasts, vídeo e tirinhas, com mais de 200 podcasts publicados. O nome é inspirado no livro *O Mundo Assombrado pelos Demônios: a ciência vista como uma vela no escuro*, de Carl Sagan, que traz uma anedota sobre um dragão em uma garagem.

O segundo podcast analisado neste trabalho é o Dragões de Garagem de número 52, publicado em maio de 2015, e ele se propõe a apresentar a Teoria da Relatividade, com um foco maior na Teoria da Relatividade Geral. O podcast inicia a discussão no final do século XIX, com a ideia de uma física

“pronta, acabada”, mas relata algumas questões que foram surgindo, como a falta de detecção do Éter, a incompatibilidade das teorias de Newton e de Maxwell, a falta de explicações sobre a radiação de corpo negro, chegando até às proposições de Einstein e a Teoria da Relatividade (Restrita e Geral), comparando-as em alguns momentos e, principalmente, abordando implicações da Relatividade Geral, como, por exemplo, a existência de Buracos Negros, e aplicações, como o GPS.

A Figura 2, abaixo, mostra um esquema da análise do Podcast 2, no qual o procedimento adotado para o Podcast 1 foi reproduzido: divide-se o documento em segmentos por seu percurso, sendo o número 1 (flechas preenchidas) referente aos aspectos de construção da ciência, e o número 2 (flechas vazias) referente aos aspectos linguístico-conceituais. Os quadros apresentam os recursos identificados em cada segmento e o tamanho da flecha se refere ao tamanho do segmento.



**Figura 2 - Esquema dos Percursos e Recursos do Podcast 2**  
**Fonte: Autoria própria.**

Pode-se perceber que este podcast utiliza os mesmos recursos do primeiro, tratando de sujeitos, eventos, instituições, conceitos, equipamentos e experimentos no eixo de Aspectos de Construção da Ciência, sendo as instituições citadas a Estação Espacial Internacional (ISS) e o Large Hadron Collider (LHC), e o equipamento é o Telescópio Espacial Hubble. Envolve modelos mentais, elementos do cotidiano, conceitos, definições, analogias e aplicações nos trechos que fazem alusão a Aspectos Linguístico-Conceituais.

Nota-se, também, que o Podcast 2 possui mais trechos curtos, ao compará-lo ao primeiro; além de ser um arquivo de áudio mais curto, as transições de percurso ocorrem em intervalos mais curtos no caso do Podcast 2; por vezes, algumas linhas são identificadas como referentes a um dos percursos.

#### 4.2.1. Alusões a Aspectos de Construção da Ciência

Dos segmentos de Alusões a Aspectos de Construção da Ciência, foram selecionados 18 trechos do Podcast 2, para discuti-los mais profundamente. Os trechos foram organizados no Quadro 3, abaixo, juntamente com seus recursos; os nomes dos participantes foram substituídos.

Item	Trecho	Recurso
1	<p>Trecho de 00:04:50 a 00:06:02</p> <p>- Bom, então, vamos começar falando aí da, de como chegou-se a desenvolver a teoria da relatividade. Eu lembro de um livro do Marcelo Gleiser que eu li que o Lorde Kelvin falou, em 1900, eu acho, ele falou que tinham duas coisas, que tipo que a física acabou e só tinha duas coisas que achava, assim, que era um problema na física, acho que era explicar o muito pequeno, né, que deu origem à física quântica e a parte de muito grande, questões gravitacionais, que deu origem a toda a parte de relatividade. Acredito que é isso, eu posso estar falando uma grande besteira, mas eu lembro dessa questão de falar que a física tinha acabado e surgiu dois campos gigantescos que aí a gente tá estudando até hoje, né.</p> <p>- É mais ou menos isso mesmo, né, acho que o final do século 19, as pessoas tinham essa percepção de que parecia com o fechamento da teoria do eletromagnetismo, que as coisas que</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Marcelo Gleiser, Lorde Kelvin;</p> <p><i>Eventos:</i> “duas nuvens” de Lorde Kelvin, final do séc. XIX;</p> <p><i>Conceitos:</i> teoria do eletromagnetismo, física quântica, relatividade;</p> <p><i>Outros:</i> aspectos sociais.</p>



	faltavam explicar na Física, na percepção de alguns físicos, eram tipo correções na quinta, sexta casa decimal, que não iam ser coisas de tanta consequência, como tinha sido a teoria do eletromagnetismo, mas mesmo essa visão, eu acho, não sei se era compartilhada por todos, porque quando você olha para o período, assim, finalzinho do século 19 e começo do século 20, tinha muita coisa borbulhando embaixo da superfície ali.	
2	<p>Trecho de 00:06:27 a 00:08:00</p> <p>Tinha uma série de questões teóricas sobre eletromagnetismo, de que tavam ali abaixo da superfície e incomodavam muita gente, uma era a ideia de, tá, a teoria do Maxwell ela prevê, né, então, o Maxwell fechou a teoria do eletromagnetismo e ele escreveu as quatro equações dele, que descrevem o comportamento de qualquer sistema eletromagnético e essas equações preveem a existência de ondas eletromagnéticas e se fez a associação dessas ondas eletromagnéticas com a luz, mas quando você faz isso, você fala “tá, beleza, são ondas, qual que é o meio que essas ondas se propagam?”. Uma onda é uma perturbação em um certo meio que se propaga, esse era o conceito de onda na época, então, qual que é o meio que tá sendo perturbado pelo eletromagnetismo para produzir essa onda, essa era uma dúvida, né. Outra dúvida era uma questão em que alguns físicos com uma orientação mais teórica da época, entre eles o Lorentz, de como que você pega o eletromagnetismo do Maxwell e combina com a mecânica do Newton e desenvolve uma teoria de, por exemplo, eletrodinâmica de coisas que estão se movendo, inclusive, esse é o nome que o artigo do Einstein de 1905 que inaugurou a relatividade restrita, que é eletrodinâmica dos corpos em movimento. Por que que isso era problema? Porque a teoria do Newton, a mecânica do Newton, ela obedece a certas invariâncias que não são obedecidas pelo eletromagnetismo, então, quando você muda de referencial, por exemplo, você se, é, aquela velha história do trem, você tem um trem andando a velocidade constante e você faz experimentos dentro do trem andando essa velocidade constante, quem tá fora do trem, parado ali na estação, pode fazer os mesmos experimentos e esses experimentos não podem depender do fato que o trem tá andando.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein, Maxwell, Newton, Lorentz;</p> <p><i>Eventos:</i> Publicação do artigo <i>On the Electrodynamics of Moving Bodies</i>, de 1905;</p> <p><i>Conceitos:</i> teoria eletromagnética, equações de Maxwell, mecânica newtoniana;</p> <p><i>Outros:</i> elementos do cotidiano.</p>
3	<p>Trecho de 00:09:35 a 00:10:49</p> <p>Tipo, o fato de que resolvi estudar o movimento da Terra em torno do Sol, colocando referencial em que o Sol está parado ou colocando o referencial que estrela Sirius está parada, não deveria mudar física, pode até mudar alguns resultados, mas não</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Eventos:</i> Publicação do artigo <i>On the Electrodynamics of Moving Bodies</i>, de 1905;</p>

	<p>pode mudar os mecanismos básicos da física. Essa era a ideia do Einstein, né, e aí, em 1905, ele escreveu esse artigo bem famoso, que é o sobre eletrodinâmica dos corpos em movimento em que ele formula, ele faz o contrário, ele fala assim: “suponha que o eletromagnetismo tá certo e que as transformações que deixam o eletromagnetismo invariante são as de verdade, tá?”, são as transformações de referencial que deveriam deixar toda física invariante e aí ele olha para mecânica e vê que tá errado lá, ao invés de fazer o contrário, ao invés de falar assim “opa, tem alguma coisa errada no eletromagnetismo”, não, tem alguma coisa errada na mecânica e, quando ele faz isso, surge toda uma nova mecânica, que é a mecânica relativística, e toda uma nova área de pesquisa, que é essa história de estudar referenciais. Isso era uma parte importante da mecânica newtoniana, mas o Einstein levou essa ideia de referencial, de um referencial inercial, de um referencial não inercial, pra algo muito central na física. E isso se confundiu meio com que a própria definição de espaço-tempo e como é o palco onde os fenômenos físicos acontecem, que é o próprio espaço-tempo.</p>	<p><i>Conceitos:</i> referencial inercial e não inercial, mecânica relativística, eletromagnetismo, mecânica newtoniana.</p>
4	<p>Trecho de 00:14:02 a 00:14:39</p> <p>Agora, justamente, a história do começo da relatividade geral, né, é a insatisfação do Einstein com relação ao fato de que a relatividade especial não era capaz de tratar esses casos. Então tudo bem, eu sei exatamente como mudar de referenciais inerciais, né, eu sei tudo, se você estudar a relatividade especial você fica especialista em saber o que acontece em qualquer referencial inercial do universo. Agora, a gente tem um monte de referenciais não inerciais, a Terra é um referencial não inercial, ela tá rodando em torno do Sol, ela tá rodando em torno do próprio eixo, todo esse sistema está rodando em volta do centro da galáxia, pra muitas, pra muitos problemas que você vai estudar e isso é importante.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Conceitos:</i> referencial inercial e não inercial.</p>
5	<p>Trecho de 00:16:37 a 00:17:27</p> <p>- A Terra não é um referencial inercial, isso já mostra uma limitação da relatividade restrita, né, uma coisa tão simples, né, a princípio quanto descrever um movimento de algo que está em cima da superfície da Terra, já não obedecem a relatividade restrita, né. Você precisaria de algo mais abrangente do que isso e aí que o Einstein começa a pensar, é, em princípios mais amplos do que, simplesmente, o princípio da invariância, né, de referenciais não inerciais, ele passa pensar em princípios mais gerais e a gravidade acaba entrando na história, no princípio da equivalência, que é raiz ali da relatividade geral.</p> <p>- Saquei, como é que é o princípio de equivalência?</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Eventos:</i> 1907, ano aproximado em que Einstein começa a desenvolver a Teoria da Relatividade Geral;</p> <p><i>Conceitos:</i> Princípio da Invariância e Princípio da Equivalência.</p>

	<p>- O princípio da equivalência é a ideia raiz que levou o Einstein a criar relatividade geral, isso foi logo depois, né, alguns anos depois de publicar aquele primeiro artigo dele sobre relatividade especial, que foi em torno de 1907, em que ele teve essa ideia do princípio da equivalência.</p>	
6	<p>Trecho de 00:21:19 a 00:22:10</p> <p>- Então, o Einstein ele meio que partiu dessa analogia, dessa situação que parecia só uma analogia, só um negócio parecido e falou “não, não é só parecido, é a mesma coisa”, é fisicamente equivalente, não existe nenhuma diferença física detectável entre estar num campo gravitacional, estar submetido a um campo gravitacional ou estar num referencial acelerado.</p> <p>- Um exemplo legal, bem visualizável disso é, por exemplo, ambiente de microgravidade, tipo a ISS, que o nome de seu estado de imponderabilidade, tu não consegue distinguir entre estar em queda livre ou em um ambiente de gravidade nula e o que acontece, por exemplo, na ISS que lá gravidade é 90% da gravidade que a gente experiencia aqui na Terra. A diferença que é o movimento de queda livre e se tu tiver lá dentro, vendado, dentro da ISS vendado e ninguém te disser que tu tá na ISS, tu não consegue distinguir entre tá na ISS ou tá no meio do espaço, gravidade zero, em algum lugar bizarro.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Instituições:</i> Estação Espacial Internacional (ISS);</p> <p><i>Conceitos:</i> Princípio da Equivalência.</p>
7	<p>Trecho de 00:25:25 a 00:25:55</p> <p>Ainda, o legal assim da, de por exemplo, ler uma biografia de Einstein, que todos os autores concordam em uma coisa e eu acho, assim, que me chamou muita atenção que são os experimentos de pensamento do Einstein, que ele fazia muito, “ah, o que aconteceria se eu andasse no lado de um raio de luz”, por exemplo, e assim, tipo esses experimentos, assim, <i>thought experiments</i>, que ele chama nos livros e isso, assim, fazia com que o tempo de formulação da teoria demorasse mais, talvez, porque fizeram experimentos tipo totalmente difíceis de serem computados por um cérebro humano na época.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Outros:</i> forma de expressão por meio de experimentos mentais.</p>
8	<p>Trecho de 00:25:58 a 00:26:34</p> <p>O pulo do gato é, justamente, o princípio da equivalência, ele mesmo já prevê uma série de coisas, né. Então, imagina, a primeira coisa que o princípio da equivalência prevê é: se não existe diferença entre estar no referencial acelerado ou estar num campo gravitacional, então, o campo gravitacional deveria afetar o caminho da luz, por exemplo, ele deveria ser capaz de defletir a direção que um raio de luz está andando, porque se você tá no referencial acelerado, claramente, o caminho que um raio de luz vai fazer nesse referencial, ele é curvo, porque você está acelerando com relação</p>	<p><i>Conceitos:</i> princípio da equivalência, campos gravitacionais, trajetória da luz.</p>

	ao caminho, né, a trajetória que a luz tá seguindo, não sei se ficou claro essa afirmação.	
9	<p>Trecho de 00:27:36 a 00:28:26</p> <p>Então, ele começa a pegar todas essas coisas e já começa a aplicar esse princípio da equivalência em situações em que, tudo bem na situação do elevador em queda livre ou do foguete, ele parece muito claro que existe uma equivalência, aí o Einstein, ele leva para outro nível, ele fala: “okay, se existe uma equivalência lá, existe uma equivalência em outras situações também”. Ele começa a olhar essas situações e ver o que aconteceria, bom o resultado são uma série de previsões, né, que elas começam a sair mesmo antes do artigo dele de 1915 que é a formulação completa da relatividade geral, já acho que, não me lembro agora a data, mas foi antes desse artigo, já existe essa ideia de defletir a luz e já tem, assim, a ideia de vários astrônomos, que teria que se tentar medir, por exemplo, a posição de uma estrela durante um eclipse solar para ver se ela, se essa previsão, se faria correta, né, e que é o famoso experimento de Sobral que foi aqui no Brasil e tal.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Experimentos:</i> experimento de Sobral;</p> <p><i>Conceitos:</i> Teoria da Relatividade Geral, deflexão da luz.</p>
10	<p>Trecho de 00:29:47 a 00:30:08</p> <p>A ideia que eles tinham é que o fato do Sol estar ali, na frente da estrela, ele conseguiria distorcer a luz e a estrela apareceria em uma posição diferente de quando você olharia para a mesma estrela sem o Sol. Só que a ideia é: como você consegue olhar a estrela de dia, né, com o Sol, então, eles precisavam de um eclipse e aí o melhor lugar para observar tal estrela entrar eclipse era em Sobral.</p>	<p><i>Experimentos:</i> experimento de Sobral;</p> <p><i>Conceitos:</i> deflexão da luz.</p>
11	<p>Trecho de 00:31:30 a 00:32:59</p> <p>O princípio de equivalência foi uma ideia, o Einstein disse que essa foi a ideia mais feliz que ele já teve, entre essa ideia mais feliz que ele já teve e o artigo foram mais, né, foi de 1907 a 1915, né, quer dizer, foi mais aí uns 8 anos para ele ir formular essa teoria. Esse é um período interessante, porque o Einstein ele tinha uma formação matemática, obviamente muito boa para a época, mas a matemática que ele precisava para formular a relatividade geral era uma matemática muito mais sofisticada do que a maioria dos físicos da época estudavam, então, ele teve um problema, né. Ele meio que bateu na parede: qual é a matemática que eu preciso para formular esse negócio aqui? E aí ele tinha um amigo matemático italiano chamado Levi-Civita, que estava estudando uma matemática que foi criada pelo Gauss, começou ali com Gauss, mas estava em pleno desenvolvimento na época, que era uma coisa chamada geometria diferencial. E geometria diferencial é uma coisa realmente</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein, Levi-Civita, Gauss;</p> <p><i>Eventos:</i> colaboração entre Einstein e Levi-Civita;</p> <p><i>Conceitos:</i> geometria diferencial.</p>

	<p>sofisticada que hoje, nem hoje, os físicos estudam isso no curso de graduação, vamos dizer, assim (risos), raramente, né, um físico vai chegar a ponto de estudar geometria diferencial em um curso de graduação. É raro ter um curso de relatividade geral durante o curso de graduação, ela é realmente uma teoria bem mais matematicamente sofisticada do que a relatividade especial, e aí o Einstein ficou ali anos e anos martelando matemática, aprendendo matemática, realmente estudando coisa nova, para ele poder conseguir formular a teoria da relatividade geral, tanto que tem aquela frase dele que ficou famosa depois né, “se você tem problemas com matemática, eu te garanto que os meus são muito piores” (risos).</p>	
12	<p>Trecho de 00:40:27 a 00:41:51</p> <p>Uma das consequências mais legais da relatividade geral, por exemplo, naquele mesmo exemplo da, uma das previsões, na verdade, naquele mesmo exemplo do lençol com bola de boliche no meio, tem uma curvatura, se por acaso a gente tivesse analisando isso pela mecânica newtoniana, no momento que a gente tirasse a bola de boliche, instantaneamente qualquer planeta que estivesse sendo atraído gravitacionalmente por aquela bola de boliche, eu falei planeta, mas pode ser qualquer outro corpo, ou sei lá, pode ser uma bola de gude, pode ser, enfim, seria, instantaneamente, perderia essa atração e Einstein pensou diferente. Einstein disse “não péra”, na vida real, por exemplo, se a gente pegar uma bola de boliche e tirar do lençol muito rápido, se a gente ver em câmera lenta o sistema, alguma coisa assim, vai ter como se uma onda se propagasse e a parte que tá mais baixa, onde seria, onde a bola de boliche está apoiada, ia começar a se levantar e, então, as outras partes vão começar a se levantar também e se propagar e tal até chegar no planeta. Então, Einstein viu que essa atração não era instantânea, mas, depois, ele conseguiu calcular como sendo com a velocidade da luz, e isso gera como consequência as ondas gravitacionais que tamo até hoje na busca pelas ondas gravitacionais, até teve um falso positivo em 2013, se eu não me engano, 2013, 2012, e no fim era acho que sujeira no equipamento lá, mas as ondas gravitacionais são justamente uma consequência bonita da relatividade geral, que a gente está tentando achar até hoje, são uma das últimas coisas, uma das últimas previsões que faltam ser descobertas, faltam ser verificadas, na verdade.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein;</p> <p><i>Conceitos:</i> ondas gravitacionais.</p>
13	<p>Trecho de 00:46:51 a 00:47:35</p> <p>Se você pega as equações de Einstein e fazer a aproximação de que os campos gravitacionais não são muito intensos, você cai exatamente na gravitação newtoniana, só que tem correções, tem correções que acontece quando os campos são grandes, quando as velocidades são altas ou coisa</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein, Newton;</p> <p><i>Conceitos:</i> periélio de Mercúrio, gravitação newtoniana, gravitação de Einstein.</p>

	<p>desse tipo e, quando você faz essa correção, você consegue calcular perfeitamente a precessão do periélio de Mercúrio, tá. Então, não precisa de um planeta adicional, isso aí eu acho que foi o matador, quando você mostra essa conta e mostra que você prevê exatamente o periélio de Mercúrio, usando a gravitação de Einstein, eu acho que aí todos os físicos se convencem de que aquilo é fato, não é mais só uma curiosidade, é uma teoria que ela não só prevê resultados novos que se verificam quantitativamente, mas ela resolve um problema da teoria anterior que não tinha solução.</p>	
14	<p>Trecho de 00:50:06 a 00:50:48</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Começa com ah, desvia a luz, tem precessão da órbita de Mercúrio, aí, em 1916, tem essa histórias dos buracos negros, que aí o Schwarzschild vai lá, que é um físico alemão, ele pega as equações de Einstein e aí, quando você tem a equações da Einstein na mão, você começa a pensar: “tá, que tipo de situações essas equações preveem?”. E o Schwarzschild vai lá e mostra que ela prevê um corpo que é tão denso e tão maciço, que tem um corpo gravitacional tão grande que nem a luz consegue escapar e ele tem uma série de propriedades bizarras, por exemplo, teria um ponto nele em que o campo gravitacional seria infinito, várias coisas bizarras assim. Na época, era considerado meio que uma curiosidade, as equações de Einstein, elas preveem isso daí, mas isso não significa que isso de fato é uma situação observável na natureza.</li> <li>- Não se sabia se isso era um artifício, uma preciosidade, uma consequência das equações, tipo uma bizarrice que surgiu lá no meio ou se era realmente uma coisa palpável, que existia.</li> </ul>	<p><i>Sujeitos:</i> Schwarzschild, Einstein;</p> <p><i>Conceitos:</i> buracos negros.</p>
15	<p>Trecho de 00:50:06 a 00:50:48</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eu tava lendo que o Einstein fechou a teoria dele toda nessa publicação, ela já tava fechadinha assim tipo ninguém ia...</li> <li>- Estava pronto.</li> <li>- Não precisou de anos e anos de pessoas irem adicionar outras coisas.</li> <li>- É, eram feitas previsões depois, dependendo do trabalho que a pessoa fazia, por exemplo, o trabalho de Schwarzschild, que chegou na conclusão de que poderiam existir corpos massivos que não deixariam a luz escapar e isso culminou na teoria dos buracos negros, por exemplo, e eram feitos outros trabalhos só que em cima dos trabalhos de Einstein.</li> <li>- Foram coisas além, né, não em cima da teoria.</li> <li>- Não precisou de uma correção, por exemplo, nas fórmulas, continua sendo aquilo.</li> <li>- Então a teoria da relatividade geral que ele fez em 1915 é a mesma que a gente usa até hoje e aprende?</li> <li>- Sim! É a mesma que a gente usa até hoje.</li> </ul>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein, Schwarzschild;</p> <p><i>Eventos:</i> publicação de um artigo de Einstein em 1915.</p>

16	<p style="text-align: center;">Trecho de 00:51:05 a 00:52:39</p> <p>Mas, assim, realmente a história da mecânica quântica e da relatividade geral é bem diferente. A mecânica quântica, ela começou com uma série de trabalhos de várias pessoas, vem o Planck, depois vem o Einstein e depois vem o Schroedinger, vem o Heisenberg e depois vem o Dirac, que é o cara que coloca a formulação da mecânica quântica dos pontos, que ela está moderna, mas aí ela continua evoluindo, vira teoria quântica de campos e etc. Então, é uma série de trabalhos acumulados de muitas pessoas, e a relatividade geral ela é o trabalho de uma pessoa, ela é o trabalho do Einstein. Em 1905, ele publicou a relatividade especial, que talvez tivesse alguma referência nos trabalhos do Lorentz, diz o Einstein que não conhecia o experimento de Michelson-Morley, que é um experimento chave para entender a relatividade especial, ela se baseia muito no eletromagnetismo, nas equações de Maxwell. Então tem alguma coisa, né, de ombros de gigantes, vamos dizer assim, mas a teoria da relatividade geral, ela é uma teoria tirada do chapéu do Einstein, foi ele que criou por causa das necessidades intelectuais dele. Eu penso muito sobre isso, né, o que motiva surgimento de novas teorias, e o único exemplo bem sucedido que a gente tem na história da física de uma teoria bem sucedida, que ela não nasceu de uma necessidade experimental, ela não nasceu, né, de uma necessidade experimental, nem de uma grande contradição na física da época, porque a relatividade restrita ela não veio de um problema experimental, mas ela veio de certa forma de contradições teóricas, que essas, sim, vinham de teorias que tinham sido desenvolvidas a partir de observação experimental, mas a relatividade geral não, ela vem simplesmente das necessidades intelectuais de um cara que olhou para física da época dele e falou “isso não tá certo, tem um problema aqui e isso não me parece consistente e eu vou fazer uma teoria que torna isso consistente” e isso foi bem sucedido.</p>	<p><i>Sujeitos:</i> Planck, Einstein, Schroedinger, Heisenberg, Dirac, Lorentz, Michelson e Morley, Maxwell;</p> <p><i>Eventos:</i> construção da Mecânica Quântica;</p> <p><i>Experimentos:</i> experimento de Michelson-Morley;</p> <p><i>Conceitos:</i> Mecânica Quântica, Teoria da Relatividade.</p>
17	<p style="text-align: center;">Trecho de 00:53:29 a 00:54:11</p> <p>E aí a gente tá em uma situação que é exatamente o oposto da situação no final do século 19 e começo do século 20, que era a gente tem um monte de experimentos aqui que estão mostrando para gente que tem coisas muito bizarras acontecendo no mundo e a gente não faz ideia de como explicar isso, a física avança mais rápido nessa segunda situação, saca? Nessa situação que a gente estava no começo do século 20 e ela avança muito devagar na situação que a gente tá hoje, não que ela não avance, isso é uma mentira de que tem muita gente que acha que física acabou, que a física de altas energias parou</p>	<p><i>Instituições:</i> LHC;</p> <p><i>Conceitos:</i> física de altas energias, cosmologia.</p>

	<p>porque a gente não descobre nada novo, isso é mentira, a gente descobre coisa nova o tempo todo, cosmologia, principalmente, tem um monte de resultados novos, porque a gente tem física experimental muito boa nessa área, em física de altas energias também, tá lá o LHC que vai logo logo religar com mais energia ainda.</p>	
18	<p>Trecho de 00:58:52 a 00:59:58</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A ideia da constante cosmológica é a seguinte: quando o Einstein escreveu as equações de campo dele, ela prevê um Universo em expansão e aí o Einstein não curtiu a ideia do Universo em expansão, ele achava que o Universo era estático.</li> <li>- Ele era religioso também, né, o Einstein.</li> <li>- Mais ou menos, mais ou menos.</li> <li>- E aí ele colocou uma constante na equação que ela continua tornando a equação válida, mas ela altera um pouquinho as coisas e fazem o Universo ser estático, só que aí, depois de alguns anos, o Hubble descobriu a expansão de fato do Universo, então, o Einstein chamou isso de o maior erro da vida dele, né, que foi ter colocado a constante, que é a constante cosmológica.</li> <li>- Até antes do Hubble provar a expansão do Universo, o Friedman tinha postulado as ideias de um Universo não estático e não infinito, então, já tinha toda, o Einstein tava correndo contracorrente já aí, entendeu?</li> <li>- É, realmente foi o maior erro dele, né.</li> <li>- Mas você sabe o que é o mais bizarro, logo depois, né, na década de 90, a gente descobriu que o Universo está em expansão acelerada, e aí a gente precisa colocar uma constante cosmológica de volta, no outro sentido, não uma constante que segura a expansão, mas que acelera a expansão, que é o modelo Lambda-CDM, então, na verdade, o maior erro do Einstein estava certo.</li> </ul>	<p><i>Sujeitos:</i> Einstein, Friedman, Hubble;</p> <p><i>Equipamentos:</i> telescópio espacial Hubble;</p> <p><i>Conceitos:</i> constante cosmológica, modelo Lambda-CDM.</p>

**Quadro 3 – Trechos do Podcast 2 referentes ao Eixo 1**  
**Fonte: autoria própria.**

O item 1 foi retirado do início da discussão sobre a Teoria da Relatividade, e contextualiza o cenário da física no final do século XIX. Havia uma visão de que a física estava em seu ápice, do qual mais nada grandioso sairia; esta visão se tornou um grande erro, pois duas grandes áreas surgiram logo em seguida, a Relatividade e a Mecânica Quântica. Os sujeitos citados neste primeiro trecho são Marcelo Gleiser e Lorde Kelvin, e o evento em questão seria o momento em que Kelvin cita “as duas nuvens” que obscureciam o céu da física. Este trecho trata do mesmo assunto do Quadro 1, item 3, mas aqui há uma maior contextualização da percepção da sociedade e



da comunidade científica da época, o que, para Latour (2000), é parte fundamental para compreender o processo de construção da ciência.

O item 2 trata do que seriam as motivações para o desenvolvimento da Teoria da Relatividade, a questão do Éter e a incompatibilidade da eletrodinâmica de Maxwell e da mecânica de Newton, trazendo a questão dos referenciais e o princípio de que a física deve ser a mesma em qualquer referencial inercial (Primeiro Postulado de Einstein). Os sujeitos citados são Einstein, Maxwell, Newton e Lorentz, e o evento que se destaca é a publicação de um artigo de Einstein, em 1905. Este trecho trata dos mesmos assuntos do Quadro 1, itens 5 e 6, mas aqui as discussões são um pouco diferentes: enquanto no Podcast 1, a questão de a origem da luz ser uma onda eletromagnética é muito bem trabalhada, trazendo inclusive algumas equações, no Podcast 2, isto é apenas apresentado.

Ao final do trecho do item 2, há um breve exemplo utilizando trens para falar do primeiro postulado de Einstein, que afirma que a física deve ser a mesma para todos os sistemas em referenciais inerciais. Isto também foi trabalhado no Podcast 1, como pode ser visto no Quadro 2, item 1, mas de forma distinta: enquanto aqui este trecho foi muito pequeno e inserido no primeiro eixo, de alusões a aspectos de construção da ciência, no Podcast 1, o assunto foi analisado e abordado segundo os parâmetros do segundo eixo, referente a aspectos linguístico-conceituais.

O item 3 faz referência à decisão de Einstein de considerar o eletromagnetismo como “certo”, e alterar a mecânica, especialmente as transformações de Galileu, trazendo novamente o primeiro postulado de Einstein. Com isto, o estudo de referenciais passa a ser central para a compreensão da Teoria da Relatividade Restrita. O único sujeito citado é Einstein, e aqui ainda se aborda a publicação de seu artigo, em 1905. Este trecho evidencia a escolha do cientista em seguir por um caminho e abandonar outros, o que faz parte do processo de construção da ciência, segundo Latour (2000). O conteúdo deste trecho é trazido pelo Podcast 1, como pode ser verificado pelo Quadro 1, itens 5 e 8. Ambos abordam a escolha pelo eletromagnetismo de formas muito parecidas. Os trechos apresentados no

Quadro 1, item 8, e Quadro 3, item 3, possuem a mesma estrutura para abordar um mesmo assunto.

O item 4 introduz a necessidade de se desenvolver a Teoria da Relatividade Geral: praticamente nenhum referencial é inercial; a realidade possui muitos referenciais não inerciais, portanto, é importante estudá-los como tal. Este trecho cita apenas Einstein, não apontando nenhum evento ou instituição. Aqui é mostrada uma controvérsia na teoria elaborada pelo cientista: ela não corresponde a uma grande parte dos fenômenos; portanto, é tomada a decisão de buscar uma forma de tornar sua teoria mais geral. Para Latour (2000), a ciência é construída, também, a partir de escolhas e controvérsias. A partir daqui, os podcasts analisados começam a se diferenciar, pois o primeiro se mantém na Teoria da Relatividade Restrita, enquanto o segundo aborda, também, a Geral.

O item 5 aborda o princípio da equivalência e o que levou Einstein a criar a Teoria da Relatividade Geral, a partir das limitações da Relatividade Restrita. Este trecho introduz a Relatividade Geral, citando Einstein e seu Princípio da Equivalência, utilizando o que seria a ideia inicial para o desenvolvimento desta teoria. Também é citada uma limitação da Relatividade Restrita, a gravidade não é levada em consideração por esta teoria. Neste trecho, uma limitação da teoria levou o cientista a expandir seu estudo, a fim de incluir uma gama maior de fenômenos, como introduz o item 4 do Quadro 3; em concordância com Latour (2000), evidencia-se o processo de tomada de decisão do cientista por seguir um caminho para sua pesquisa.

O item 6 analisa o Princípio da Equivalência, citando, como exemplo, a Estação Espacial internacional, a ISS. Para o princípio da equivalência, estar sob a ação de um campo gravitacional ou estar acelerando são equivalentes, tudo que aconteceria em uma situação acontece na outra. O exemplo da ISS é citado para representar que o efeito de estar caindo é idêntico a estar livre da ação de campos gravitacionais.

O item 7 traz uma curiosidade sobre Einstein, seus famosos experimentos mentais deram forma às suas teorias. Neste trecho, Einstein é apontado como um curioso cientista que utilizava sua capacidade mental para

imaginar situações; estes modelos mentais elaborados pelo cientista confirmaram a Teoria da Relatividade. Apesar de promover uma visão metafórica do cientista, este trecho apresenta um dos principais recursos utilizados por ele: os experimentos mentais. Latour (2000) enfatiza os laboratórios como instituição em que os cientistas realizam experimentos, obtêm inscrições, no processo de construção da ciência. No caso de Einstein, em via diferenciada, salienta-se a imaginação para elaboração de construtos que se relacionam a recursos estáveis, imutáveis e combináveis.

O item 8 aponta uma implicação do princípio da equivalência: a trajetória da luz não é sempre retilínea. Isto se deve à presença de campos gravitacionais. Este trecho busca explicar por que a trajetória da luz seria curva na presença de um campo gravitacional, utilizando apenas conceitos para construir este pensamento.

O item 9 trata do desenvolvimento da Teoria da Relatividade Geral, como diversas implicações foram pensadas e discutidas, a partir do princípio da equivalência. Este trecho traz um experimento muito importante, efetuado em Sobral, município brasileiro situado no Estado do Ceará, que verificou empiricamente a Teoria da Relatividade da Geral, ao confirmar que a luz de uma estrela foi defletida pelo Sol; o experimento foi realizado durante um eclipse. Neste trecho, dois pontos são destacados: as implicações de uma teoria e sua verificação empírica. As implicações, discussões, controvérsias e colaborações fazem parte do desenvolvimento da ciência, segundo Latour (2000). Nesse cenário, cabe salientar o papel dos experimentos, que fornecem alicerce para afirmações, no processo de construção de fatos, em alusão às proposições do autor.

No item 10 é explicado o porquê do experimento que comprovou a Teoria da Relatividade ser realizado durante um eclipse. Neste trecho não são abordados sujeitos ou instituições, mas é explicado o motivo pelo qual um experimento foi realizado de tal forma, por uma necessidade prática, pois a observação direta só poderia ser obtida com a presença do Sol, mas sem a sua luminosidade, portanto, durante um eclipse solar.

O item 11 explica o motivo pelo qual Einstein precisou da colaboração de outro pesquisador, de outra área de atuação, para desenvolver a Teoria da Relatividade Geral, Levi-Civita. A geometria diferencial, desenvolvida por Gauss foi um dos artifícios matemáticos utilizados por Einstein para desenvolver sua teoria, mas ele não dominava esta matemática. Levi-Civita, por sua vez, a estudava, e a “apresentou” a Einstein. A colaboração entre cientistas, não necessariamente de uma mesma área, mostra-se fundamental para a construção da ciência, em concordância com o que defende Latour (2000).

O item 12 explica uma das implicações da Teoria da Relatividade Geral: as ondas gravitacionais. Neste trecho, um exemplo é utilizado para falar da gravidade, o caso das bolas em um lençol exemplifica a distorção espaço-tempo, causada pela presença de campos gravitacionais. Segundo a teoria newtoniana, se o corpo mais massivo for retirado, os efeitos sob os demais corpos seriam instantâneos, mas, para Einstein, isto teria uma consequência maior: o espaço-tempo sentiria a perda de um objeto massivo, e isto “ecoaria” como uma onda, uma onda gravitacional.

Na época da gravação deste podcast, as ondas gravitacionais, ainda, não haviam sido detectadas experimentalmente, mas já se sabia deste fenômeno, e experimentos eram conduzidos. É citado um caso de uma falsa detecção, por volta de 2013. As teorias de Einstein já contam com evidências empíricas, há certo tempo, mas ainda hoje são estudadas diversas de suas implicações. A ciência já é estabelecida, mas, ainda, há um grande campo de estudo; um dos paradigmas vigentes (KUHN, 2017) é, portanto, a Teoria da Relatividade.

O item 13 traz um trecho que, primeiramente, explica como a gravitação newtoniana está inserida na de Einstein, por aproximações, e apresenta uma das aplicações da Teoria da Relatividade, que convence a comunidade científica sobre sua validade. Neste trecho, a gravitação de Newton é colocada como parte da de Einstein, se os campos gravitacionais forem considerados não muito intensos; por uma aproximação, a teoria de Einstein e a de Newton fornecem os mesmos resultados. O Quadro 1, item 10,

também aponta a validade da teoria newtoniana, mas aplicada à Teoria da Relatividade Restrita.

A teoria de Newton não é suficiente para explicar todos os fenômenos observados, como, por exemplo, o Periélio de Mercúrio; a gravitação newtoniana não foi capaz de elucidar o fenômeno, mas a de Einstein, sim, convencendo a comunidade científica da estabilidade da Teoria da Relatividade. Este trecho evidencia que as teorias, por si só, não exprimem verdade, ou realidade, elas precisam ser validadas por uma comunidade científica específica, assegurando sua estabilidade, conforme as proposições de Latour (2000).

O item 14 traz o trabalho de um outro físico, a partir da Teoria da Relatividade de Einstein, que levou à hipótese dos Buracos Negros. Uma teoria tão bem consolidada quanto a Teoria da Relatividade é convidativa para diversos cientistas, um conhecimento é estabelecido por pessoas distintas, com diversos meios. Este trecho aborda uma das contribuições de Schwarzschild para a teoria de Einstein. Analisando apenas uma situação, o colapso de uma estrela, Schwarzschild prevê a existência de Buracos Negros. A ciência é construída por muitas pessoas e o trabalho de muitos cientistas, algumas vezes, resulta em uma Teoria; com a Relatividade, apenas Einstein formulou as bases, mas diversos cientistas deram suas contribuições, que levaram a lugares inimagináveis por seu criador.

Os buracos negros já foram considerados mitos ou erros na teoria, mas atualmente já existem provas empíricas o suficiente para afirmar não apenas a sua existência, mas a autenticidade das previsões teóricas feitas há muitos anos. O mesmo vale para as ondas gravitacionais, que há mais de cem anos foram previstas e, atualmente, não são apenas observadas, como são estudadas. A ciência elaborada por Einstein no início do século XX, ainda hoje é estudada, expandida e construída.

No item 15, os participantes discutem sobre a construção da Teoria da Relatividade. Neste trecho, os podcasters se referem ao fato de que as bases da Teoria da Relatividade foram desenvolvidas apenas por Einstein, e que a colaboração de outros cientistas não se deu de forma a reestruturar as

equações ou os postulados propostos pelo autor da teoria, mas acrescentando hipóteses a ela, provenientes de implicações ou consequências.

No item 16 é citado brevemente o desenvolvimento da Mecânica Quântica, que, em comparação à teoria da Relatividade, possui diversos colaboradores. Neste trecho é evidenciado que a Teoria da Relatividade foi desenvolvida apenas por Einstein, e que esta teoria surgiu devido às preferências de seu autor, pois não havia necessidades experimentais ou grandes contradições, apenas uma incompatibilidade, que já foi citada anteriormente, entre a eletrodinâmica de Maxwell e a mecânica de Newton. Raros os casos na história da ciência em que uma teoria tão bem consolidada surge apenas de necessidades intelectuais de seu autor. Em comparação, a Mecânica Quântica possui um desenvolvimento comum às ciências, pois é construída com base em experimentos e com contribuições de diversos cientistas.

O item 17 compara o cenário da física do final do século XIX e início do século XX com o atual. Este trecho já faz um encaminhamento para o final da discussão, comparando o desenvolvimento científico atual com o do início do século XX. Os períodos apresentam diferentes características: no final do século XIX e início do século XX, a física experimental verificava a existência de diversos fenômenos que a ciência da época não explicava. O período é marcado por incertezas, controvérsias, tomadas de decisão, colaborações e concorrência, o cenário da ciência em construção para Latour (2000). Uma crise estava se instaurando, segundo os parâmetros de Thomas Kuhn (2017), no qual a ciência normal anterior não resolvia os problemas que surgiam, e a ciência extraordinária dava seus primeiros passos.

Já na atualidade se vive num período de ciência normal, novos paradigmas foram instaurados no decorrer do século XX, e o desenvolvimento científico parece que caminha lentamente. Contudo, há um desenvolvimento, uma construção, como defende Latour (2000), acontecendo, mesmo que pareça devagar. O trecho cita duas áreas da física que estão em pleno desenvolvimento: a cosmologia e a física de altas energias; o Large Hadron Collider (LHC) se destaca em relação ao desenvolvimento deste último.

O item 18 foi retirado do final da discussão e traz o que Einstein considerou seu maior erro: a constante cosmológica. Neste último trecho, a questão da constante cosmológica é posta em pauta e é curioso que Einstein a tenha proposto para frear a expansão do Universo e, atualmente, seja utilizada no sentido oposto, para acelerar essa expansão. Mesmo na época, havia hipóteses sobre o Universo infinito e não-estático; Friedman é considerado um dos pais da teoria da Expansão do Universo e do Big Bang. A escolha de Einstein pela inclusão da constante cosmológica evidencia a tomada de decisões do cientista e como isto afeta sua teoria, aspectos que Latour (2000) explicita como parte do processo de construção da ciência.

As imagens obtidas com telescópio espacial Hubble, obtidas nos anos de 1990, propiciaram evidências à teoria do Universo em Expansão e deram respaldo ao modelo Lambda-CDM, que estabelece o Universo em expansão acelerada, daí a volta da constante cosmológica.

Estas teorias foram elaboradas utilizando os modelos de gravitação de Einstein, mas corrigindo-os com base nas observações que foram sendo feitas. Um dos principais nomes da hipótese do Universo em expansão é o patrono do telescópio, Edwin Hubble.

Neste podcast, o Princípio da Equivalência ganha destaque, sendo a base para o desenrolar das discussões e aplicações sobre a Teoria da Relatividade Geral. É interessante notar que os participantes do Dragões de Garagem #52 afirmam que a teoria da relatividade foi fundamentada apenas por Einstein, mas ao mesmo tempo, citam cientistas que de diversas formas colaboraram com Einstein; Levi-Civita teve um papel relevante no desenvolvimento matemático da Teoria da Relatividade Geral; Schwarzschild estudou a fundo a teoria de Einstein e contribuiu para uma melhor compreensão sobre buracos negros; Lorentz é apontado como referencial para as teorias de Einstein.

Além disto, neste podcast, há um enfoque sobre a aceitação por uma comunidade científica, fundamental para a troca de paradigmas, segundo Kuhn (2017), e para o processo de construção da ciência, segundo Latour (2000). O experimento realizado em Sobral em 1919 é abordado, mas o que, segundo os

podcasters, convence a comunidade científica é a explicação do perélio de Mercúrio utilizando a Teoria da Relatividade.

Também são feitas algumas comparações, primeiramente, entre a relatividade restrita e a geral, e perto do final do documento, entre a Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica, cujo desenvolvimento se difere muito, uma vez que a teoria de Einstein é formulada basicamente por seu autor, enquanto a teoria quântica possui contribuições de diversos cientistas, incluindo Albert Einstein, ao longo de muitos anos.

Mesmo se tratando de uma teoria cujo desenvolvimento difere da “normalidade”, a Teoria da Relatividade possui um desenvolvimento, e seu processo de construção é desvendado também neste podcast. Aqui, as decisões do cientista são evidenciadas em diversos trechos, e há uma contextualização social, temporal e local, concordando com o que Latour (2000) defende como constituintes do processo de construção da ciência.

#### 4.2.2. Alusões a Aspectos Linguístico-Conceituais

Quanto aos segmentos que fazem alusão a Aspectos Linguístico-Conceituais, foram selecionados nove trechos do Podcast 2, para análise mais aprofundada. Os trechos foram organizados no Quadro 4, abaixo, juntamente com os recursos identificados; os nomes dos participantes foram substituídos.

Item	Trecho	Recursos
1	<p>Trecho de 00:12:26 a 00:13:19</p> <p>- O referencial não inercial é qualquer referencial que for acelerado, por exemplo, o trem está parado na estação, aí o maquinista libera lá o freio do trem e o trem começa a acelerar. Durante esse tempo que ele está acelerando, até chegar na velocidade máxima dele, ele não é um referencial inercial mais. Então, se eu deixar uma bolinha parada em cima da mesa, ela pode andar simplesmente por causa do, né. Dentro daquele referencial do trem, ela pode andar e se ela cair de cima da mesa, porque aquele referencial não é mais inercial, eu não preciso necessariamente, tem uma força externa agindo sobre a bolinha, pra que, dentro daquele referencial, ela pareça estar</p>	<p>Modelo mental, cotidiano, conceitos.</p>



	<p>sendo acelerada por alguma coisa.</p> <p>- É, uma maneira legal de visualizar isso é colocar um pêndulo, por exemplo, num trem e se, por acaso, esse trem tiver uma aceleração, o esperado é que esse pêndulo se incline com um certo ângulo para a direção oposta à velocidade, à aceleração do trem, e no caso isso é um acelerômetro.</p>	
2	<p>Trecho de 00:13:37 a 00:14:02</p> <p>- É tipo a gente andando de carro na rua, a gente é o tempo todo inercial, só de vez em quando que é não inercial, né.</p> <p>- Quando o sinal fecha e, por exemplo, você tá andando um pouco mais rápido do que deveria, cê percebe bem, (risos) cê mete o pé no freio, de repente sente aquele, aquela força de inércia te mandando para frente.</p> <p>- Isso é justamente a diferença de acelerações entre os dois referenciais agindo e tentando balancear você.</p>	Modelo mental, cotidiano, conceitos.
3	<p>Trecho de 00:17:28 a 00:18:12</p> <p>- O princípio da equivalência é mais ou menos o seguinte: imagina que você tá no elevador, tá, você tá no elevador ali, subindo num prédio, aí vem um super-vilão e corta o cabo do elevador e deixa o elevador em queda livre, o que que vai acontecer com elevador em queda livre? Ele vai ser acelerado, né, pela gravidade da Terra e ele vai ter exatamente a mesma aceleração que o campo gravitacional da Terra tá agindo sobre você, então tudo que tá dentro do elevador tá sendo ao quadrado para baixo, com a mesma aceleração da gravidade da Terra.</p> <p>- 9,8 metros por segundo ao quadrado, é isso?</p> <p>- Isso aí! (risos) Ou seja, lá dentro é como se cê não tivesse peso, quando elevador tá preso no cabo, você tá sendo acelerado pela gravidade, com essa aceleração de 9,8 metros por segundo ao quadrado para baixo e tudo que te impede de cair é o chão do elevador, né, é a força que elevador tá fazendo no seu pé.</p>	Modelo mental, cotidiano, conceitos.
4	<p>Trecho de 00:20:17 a 00:21:18</p> <p>Então imagina a ideia básica do Newton, de que você tem uma massa, a Terra tem uma massa, então tem uma força que age sobre você e, também, sobre a Terra que é proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância, quando você adota a ideia de campo, que é exatamente essa ideia do Faraday. Agora, tira, tira você da história, pensa só na Terra, qualquer massa que você colocar próxima da Terra vai ter uma força agindo sobre essa massa, que a Terra produz sobre ela, é como se a Terra, ela modificasse o espaço em volta dela, não pensa em relatividade geral ainda, não pensa em distorção do espaço-</p>	Analogia, associação, conceitos.

	<p>tempo, nem nada disso, é como se a Terra criasse em volta dela um campo, que quando você está na presença desse campo você sente uma força, saca? É desse campo que a gente tá falando, a ideia do Einstein é este campo é como se fosse um campo de acelerações e que se você tiver acelerado, tira Terra da história e, simplesmente, pensa num objeto acelerado, para este referencial acelerado, a sensação lá dentro é totalmente análoga a de estar submetida a um campo gravitacional.</p>	
5	<p>Trecho de 00:26:35 a 00:27:24</p> <p>- Imagina que eu estou aqui com aqueles laser verde de apontar, que o pessoal usa para apontar pra avião (pra estrela), não façam isso! - Helicóptero de polícia.</p> <p>- Não apontem para o avião que vocês podem derrubar o avião, isso é uma maluquice, é, é, então imagina que eu criei aqui um rastro de luz retilíneo na minha frente aqui, daqui até uns 3 km. Se você tá num carro acelerando em direção a esse raio de luz, não parece claro para você que a trajetória, na sua perspectiva, desse raio de luz fizesse curva porque você está acelerando com relação a ele, você entendeu a ideia? Conforme ele vai andando nessa trajetória retilínea dele, na minha perspectiva a cada, sei lá, um metro que ele anda, você acelerou ainda mais na direção perpendicular e aí você começa a ver ele fazendo um movimento curvilíneo. Então se isso é verdade, então, a gravidade tem que ter o mesmo efeito.</p>	<p>Modelo mental, analogia, associação.</p>
6	<p>Trecho de 00:30:12 a 00:31:30</p> <p>É como se em volta do Sol existisse um campo de aceleração, que é como se o fato de que a luz vai atravessar esse campo gravitacional, torna o nosso referencial não inercial, é como se fosse isso, saca? O fato de que existe esse campo gravitacional do Sol, né, então, isso faz com que a gente perceba o movimento da luz diferente de quando o Sol não tá lá, que a luz de fato se mova de forma diferente com relação à quando o Sol não tá lá, para mim, é mais simples pensar assim: existe uma relação entre aceleração e gravidade, então, como é mais fácil perceber que a luz teria uma trajetória curva no caso de você estar no referencial não inercial, no referencial acelerado, e você conclui que a gravidade tem que ter mesmo efeito. Agora pensa que é a gravidade que tem a capacidade de torcer o caminho da luz, né, de desviar o caminho da luz, né, acho que fica mais fácil de pensar assim. Então, se a gravidade tem a capacidade de desviar o caminho da luz, ela vai distorcer a posição das estrelas que estão em volta do Sol ali, por</p>	<p>Modelo mental, analogia, associação, conceitos.</p>

	<p>exemplo, o campo gravitacional do Sol vai distorcer a posição das estrelas que estão em volta dele. Se eu conseguir medir com Sol e sem Sol, como o P6 disse, eu vou ser capaz de dizer se isso é verdade ou não, né, se tiver tudo na mesma posição com Sol e sem Sol, não, não é verdade, mas se tiver um desvio de posição é verdade e o que aconteceu é que tinha, mas entre o princípio de equivalência e a formulação completa da relatividade geral foram ainda alguns anos, saca?</p>	
7	<p>Trecho de 00:36:26 a 00:37:29</p> <p>- A ideia é que você coloca lá a bola de boliche no lençol, e aí, se você coloca uma bola de gude, por exemplo, né, ela vai girar em torno da bola de boliche até cair ali no meio da bola de boliche, né.</p> <p>- Justamente, e, ainda, se tu botar, por exemplo, trocar a bola de boliche por uma bola de gude ou uma bola de golfe, a curvatura vai ser menor, justamente porque a massa é menor, então, essa deformação no lençol do espaço-tempo é menor.</p> <p>- Então, aí começa com, né, qual que é o ponto central da relatividade geral, que é esse: o espaço-tempo não é uma entidade estática, ele é uma entidade dinâmica, então ele pode ser distorcido e mudado pela presença de matéria dentro desse espaço-tempo. Então, o fato de que tem um corpo massivo lá no lugar onde está o Sol, ele afeta o próprio tecido do espaço-tempo em torno do Sol, ele estica esse tecido no espaço-tempo, faz com que os caminhos que são possíveis para matéria se mover, agora, são todos curvos. O Dirac, o Dirac tem uma frase que resume bem isso, ele tem a seguinte frase: "a matéria ela diz ao espaço como se curvar e o espaço diz à matéria como se mover".</p>	<p>Demonstração, analogia, modelo mental, conceitos.</p>
8	<p>Trecho de 00:42:15 a 00:43:16</p> <p>Imagina que você vai lá e perturba esse espaço-tempo de alguma forma, essa perturbação ela vai se propagar no espaço-tempo. Então, imagina mesmo aquele lençol de borracha que você dá um peteleco nele e ele começa a balançar, então, por exemplo, se o Sol desaparecer de uma hora para outra, que acho que é do P7, a perturbação que ele causou no espaço, ela não ia sumir. O espaço-tempo, ele ia voltar para o lugar, voltaria a ser um espaço plano sem essas curvaturas, lentamente, voltaria, né, a uma velocidade que é exatamente a velocidade da luz, mas essa perturbação ia se propagando de um jeito como uma onda num lago mesmo, né, como você jogar uma pedrinha no lago. É uma situação meio análoga ao campo eletromagnético, então o Maxwell tinha lá as equações do campo eletromagnético, se</p>	<p>Modelo mental, analogia, conceitos.</p>

	<p>you causes a disturbance in the electromagnetic field, you have a wave that propagates, which is light; in the case of general relativity it is the same thing, you have the equations of the field of Einstein, which they say how the space-time behaves and they predict the following: if you disturb the space-time you will have a wave that will propagate and will carry this disturbance far away, which is one of the predictions of general relativity.</p>	
9	<p>Trecho de 00:56:10 a 00:57:08</p> <p>E aí quando seu celular manda um sinal para o satélite de GPS e volta, para calcular sua posição em cima da Terra, o tempo é muito importante nessa história, porque é uma das coisas, o satélite vai basicamente medir tempos, né, de traslado desse sinal entre o satélite e o seu aparelho de GPS, por isso que você precisa de vários satélites para conseguir fechar sua posição, né. Só que como esses satélites estão lá em cima, o tempo pra eles passa mais rápido, porque o campo gravitacional lá é menor, o efeito do campo gravitacional no nosso relógio aqui na superfície da Terra é maior do que lá em cima, isso já é o suficiente para zoar o GPS. Se você não usar as correções da relatividade geral para calcular a sua posição no GPS, para compensar esse atraso no relógio, você calcula a posição errada. Então, isso é o mais perto que a relatividade geral chega de uma aplicação prática, você precisa comparar tempos aqui na Terra e fora da Terra, você vai precisar usar correções da relatividade geral, senão você vai ter problema com isso.</p>	<p>Aplicação, modelo mental, conceitos.</p>

**Quadro 4 – Trechos do Podcast 2 referentes ao Eixo 2**  
**Fonte: autoria própria.**

O trecho do item 1 define referenciais não inerciais utilizando um modelo mental e elementos do cotidiano (trem). Há uma continuação no item 2 destas definições de referenciais, mas agora diferenciando referenciais inerciais e não-inerciais, utilizando os mesmos recursos, mas exemplificando a situação com um carro em movimento.

Os itens 3 e 4 definem o Princípio da Equivalência. No item 3 é utilizado um modelo mental com elementos do cotidiano (elevador) e no item 4 são feitas associações e analogias com conceitos físicos.

Os itens 5 e 6 abordam a deflexão da luz, utilizando modelos mentais, analogias e associações. No item 5, uma situação envolvendo um feixe de

laser é elaborada para simular o efeito de deflexão. Já no item 6, a presença do Sol e de seu campo gravitacional são utilizados para exemplificar o fenômeno, associando o campo gravitacional a um referencial não-inercial.

O item 7 aborda uma demonstração da gravitação de Einstein, relativamente conhecida, que envolve uma malha (simulando o espaço-tempo), na qual são dispostas bolas de diferentes massas (representando corpos massivos como o sol e os planetas). Neste trecho, um modelo mental é construído para exemplificar a gravitação, utilizando, também, analogias.

O item 8 explica a origem de Ondas Gravitacionais, previstas pelas equações de campo de Einstein. Para isto, um modelo mental é elaborado, no qual o sol desapareceria, e a malha do espaço-tempo voltaria ao “normal”, mas os efeitos disso resultariam em uma onda que se propaga pelo espaço-tempo, uma onda gravitacional, analogamente a uma onda em um lago.

No item 9 é descrita uma aplicação da Teoria da Relatividade que é utilizada diariamente, o GPS utiliza correções baseadas na teoria de Einstein para compensar a diferença temporal entre a superfície da Terra e os satélites que triangulam as posições. A explicação do funcionamento do GPS é descrita utilizando um modelo mental.

O modelo mental foi utilizado em oito dos nove trechos selecionados, sendo o recurso mais empregado no podcast para construir conceitos ou explicar fenômenos. O mesmo vale para o Podcast 1, uma vez que este recurso é muito útil para explicar ou exemplificar conceitos sem a utilização de imagens.

As situações constituídas por modelos mentais no Podcast 2, diferentemente do Podcast 1, utilizam construções de analogias ou associações entre conceitos científicos, remetendo a elementos do cotidiano em apenas três trechos. Desta forma, não são feitas muitas correlações entre saberes do senso comum e conceitos físicos, mas isto não dificulta a compreensão, pois diversas vezes as associações são feitas entre conceitos já explicados no podcast ou de forma a facilitar o entendimento por quem não domina estes conhecimentos. Um grande diferencial deste segundo podcast é que uma aplicação da Teoria da Relatividade em um aparato tecnológico muito

comum, disponível em qualquer *smartphone*, é abordada, como se pode ver no item 9.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa consistiu na identificação de aspectos de construção de conhecimentos científicos no discurso de dois podcasts de divulgação científica com a temática relatividade, a fim de defini-los como recursos educacionais e que prezam por uma visão de ciência em construção. Para tanto, o estudo documental e qualitativo se deu através da análise da transcrição dos podcasts, por meio de dois eixos de análise. O primeiro eixo faz alusão a aspectos de construção da ciência, e se refere a segmentos nos quais são citados sujeitos, eventos, instituições, experimentos, equipamentos, abordando a história da ciência, contextos sociais, culturais e tecnológicos, entre outros. Já o segundo eixo faz alusão a aspectos linguístico-conceituais, referindo a segmentos de construção de conceitos, que utilizam modelos mentais, analogias, resumos, definições, entre outros, para explicar conceitos, corolários e aplicações da teoria da relatividade.

Os dois podcasts selecionados para compor o material de análise foram escolhidos com base em algumas de suas características, a fim de propiciar comparações, e aspectos de construção da ciência são verificados. Ribeiro e Kawamura (2008) criticam a ausência de aspectos de construção da ciência em materiais de divulgação científica, mas, este não é o caso dos podcasts analisados, pois o foco, na maioria das vezes, está em esmiuçar um conhecimento, abordando sua história, suas implicações, limitações, isto é, sua construção.

Segundo Latour (2000), o processo de construção da ciência é permeado por incertezas, decisões, controvérsias, colaborações e concorrências; possui um contexto social, é localizado temporal e espacialmente; está inserido em uma cultura e se desenvolve pela interação de elementos humanos e não-humanos. Os dois podcasts analisados evidenciam o processo de construção da Teoria da Relatividade, e tratam de diversos dos elementos citados, em especial a localidade temporal e espacial, os processos de tomada de decisão e colaborações. Os elementos não-humanos e as

interações destes com sujeitos são citadas em poucas ocasiões, mas isto não compromete a compreensão do processo.

Latour (2000) tem em sua obra *Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora* as instituições como um ponto central, e ainda mais os laboratórios, como importante local de construção da ciência. Os dois podcasts selecionados abordam as instituições em poucos momentos e, dentre as instituições que mencionam, nenhuma é um laboratório. Em um primeiro momento, isto pode ser visto como uma separação entre a teoria de Latour e o conteúdo dos podcasts, ou o desenvolvimento da Teoria da Relatividade. Entretanto, em análise aprofundada deste caso, todo o processo de construção de fatos está presente no desenvolvimento feito por Einstein; ao invés de fazer experimentos em um laboratório, o cientista viabiliza recursos estáveis, imutáveis e combináveis relacionados a construtos de sua imaginação; as inscrições são elaboradas a partir apenas do cálculo e da lógica; uma comunidade científica é presente e necessária; existe um contexto social, temporal e cultural que permeia as ações do cientista.

Comparando os podcasts, ambos utilizaram recursos similares para os dois eixos de análise, mesmo tratando de temas diferentes. O Podcast 1 trata apenas da Relatividade Restrita e, por sua vez, o Podcast 2 se aprofunda na Relatividade Geral. O conceito de referencial é central nas discussões iniciais de ambos os podcasts, e a relação de incompatibilidade entre as teorias de Newton e Maxwell é abordada nos dois de forma similar. Aspectos do cotidiano são utilizados em ambos os podcasts e nos dois eixos de análise.

Do primeiro eixo, que faz alusão a aspectos de construção da ciência, muitos sujeitos foram trazidos em ambos os podcasts, como Maxwell, Newton, Lorde Kelvin, Lorentz; o principal evento abordado em ambos os podcasts foi o ano de 1905, com as publicações de Einstein, em especial o artigo *On the Electrodynamics of Moving Bodies*, que apresenta a Teoria da Relatividade Restrita. Além disto, o experimento de Michelson e Morley também é abordado nos dois documentos.

Neste ponto, é perceptível a ausência de citações às contribuições de mulheres cientistas no desenvolvimento da Teoria da Relatividade de Einstein.



A visão de ciência exposta por ambos os podcasts foca em contribuições de homens, mesmo que se tenham registros da participação de mulheres neste caso específico. Destaca-se a contribuição da matemática alemã Emmy Noether, que, provando dois teoremas essenciais para a Teoria da Relatividade, resolve o problema da conservação da energia; a cientista é reconhecida na física pelo seu Teorema de Noether. Cabe denotar, ainda, a polêmica sobre se a primeira esposa de Einstein, Mileva Maric Einstein, teria contribuído para a elaboração da Teoria da Relatividade.

Relativo ao primeiro eixo ainda, a principal diferença entre os documentos é que a construção do primeiro aborda mais frequentemente Newton, Galileu, Maxwell e suas teorias, dando à física clássica mais tempo de exposição. O segundo, por sua vez, expõe as contribuições e colaborações de outros cientistas às teorias de Einstein e traz um instrumento como recurso, o telescópio espacial Hubble. O primeiro podcast analisado traz recapitulações do que foi abordado ao final, a fim de lembrar o ouvinte o que já foi discutido. O segundo, por sua vez, não o faz.

Quanto ao segundo eixo, que faz alusão a aspectos linguístico-conceituais, o principal recurso utilizado para explicar um conceito foi o modelo mental, situações foram elaboradas, exemplos foram descritos e experimentos mentais foram conduzidos em ambos os podcasts. Outro ponto em comum é que os segmentos deste eixo estão cheios de implicações da Teoria da Relatividade; diversos corolários foram explicados utilizando modelos mentais.

O principal diferencial entre os dois documentos, no que diz respeito ao segundo eixo, é que o Podcast 2 traz uma aplicação tecnológica da Teoria da Relatividade: o GPS. No arquivo é explicado como as correções relativísticas possibilitam o funcionamento do Sistema de Posicionamento Global. Além disto, o primeiro podcast aborda mais frequentemente elementos do cotidiano juntamente com os modelos mentais, enquanto o segundo utiliza mais vezes analogias e associações. Ressalta-se que as diferenças entre podcasts de uma mesma temática podem incentivar o desenvolvimento do senso crítico, pois diferentes elementos, como pontos de vista, visões de mundo, referências e contextos são trazidos para as discussões.

É interessante notar que há uma complementaridade entre os dois podcasts analisados, pois o primeiro, que trata apenas da Teoria da Relatividade Restrita, aborda as origens do desenvolvimento das teorias de Einstein, datando do século XVII funciona como uma primeira parte de uma longa história. E o segundo, que parte do final do século XIX e aborda principalmente a Teoria da Relatividade Geral, seria complementar ao primeiro ao desenvolver as teorias de Einstein após a elaboração da relatividade restrita.

Como apenas dois podcasts foram analisados, nesta pesquisa não é possível utilizar os resultados obtidos para fazer generalizações ou previsões sobre o cenário de podcasts de divulgação científica; os resultados obtidos são válidos apenas para os documentos estudados. Gil (2002) trata das limitações de pesquisas documentais e afirma que a sua importância se dá porque melhorariam a visão do problema ou levariam a hipóteses que conduzem o estudo para outros meios. As limitações citadas pelo autor foram consideradas, mas a não representatividade é um fato nesta pesquisa, devido ao pequeno número de documentos analisados.

Ainda assim, levando em conta a lacuna de pesquisas na área, este estudo pode representar um caminho inicial para novas investigações sobre a utilização de podcasts de divulgação científica no ensino de ciências/física, pois os recursos são gratuitos e de fácil acesso.

A utilização de TIC e de materiais de DC em sala de aula é defendida por diversos pesquisadores e educadores, pois estes possibilitam o surgimento de espaços de ensino e aprendizagem para além da escola, despertam o interesse dos estudantes e os aproximam de fontes de informação de forma imersiva e interativa, potencializando a construção de conhecimentos e a apropriação de linguagem científica.

Existem diversos podcasts de DC nacionais, feitos por acadêmicos, com responsabilidade sobre o conteúdo que é veiculado, mas que não estão sendo utilizados por professores e alunos. Dos pesquisadores que defendem a utilização de podcasts em sala de aula, notou-se que sua principal função é o

reforço de conteúdos; verificou-se, também, a existência de projetos em que o estudante deve criar um podcast sobre determinado assunto.

A utilização de podcasts na educação formal não se limita a estes dois pontos. Tais materiais podem ser empregados para introduzir um tema, como recurso para alguma atividade de pesquisa, para mostrar o processo de construção de conhecimentos, para desenvolver o senso crítico e apropriação de linguagem científica, entre muitos outros. Neste ponto, cabe ao professor ser crítico e criativo quanto à forma de utilizar e qual podcast selecionar.

A internet transformou a sociedade e as relações, os estudantes estão imersos neste mundo *online*. A educação pode se aliar a tudo isso e aproximar o conhecimento à realidade do aluno, e os podcasts podem ser um dos recursos para fazer essa aproximação.

## REFERÊNCIAS

ABPOD. **A ABPod e sua história**. Disponível em:

<<http://abpod.com.br/about/>>. Acesso em: 12 maio 2019.

\_\_\_\_\_. **PodPesquisa - edições de 2008, 2009, 2014 e 2018**. Disponível em:

<<http://abpod.com.br/podpesquisa/>>. Acesso em: 12 maio 2019.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: Informação científica para cidadania.

**Ciência da Informação**, v. 25, n. 3, dez. 1996. Disponível em:

<<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/639/643>>. Acesso em: 18 maio 2019.

ALFERES, S. C.; AGUSTINI, C. L. H. A Divulgação Científica na Mídia

Televisiva: os programas educativos infanto-juvenis. **Horizonte Científico**, v. 2, n. 2, 2008. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/7329>>. Acesso em: 12 maio 2019.

ARAUJO, P. M. P.; ERROBIDART, N. C.G.; JARDIM, M. I. A. Videocast:

potencialidades e desafios na prática educativa segundo a literatura. In:

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017,

Florianópolis. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017, 8 p.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros**

**Curriculares Nacionais (PCN+)**. Brasília: MEC, 2006.

\_\_\_\_\_. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

\_\_\_\_\_. **Guia de livros didáticos**: Programa Nacional do Livro Didático –

PNLD 2018: Física. Brasília: MEC, 2018.

\_\_\_\_\_. A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros. **Percepção pública**

**da C&T no Brasil**: 2015. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos

Estratégicos, 2017. 152 p. Disponível em:

<[https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/percepcao\\_web.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/percepcao_web.pdf)>.

Acesso em: 12 de maio de 2019.

BRESSAN, R. T. Dilemas da rede: Web 2.0, conceitos, tecnologias e modificações. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 30., 2007, Santos. **Anais INTERCOM 2007**. Santos, 2007, 13 p. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2007/resumos/R0555-1.pdf>>  
Acesso em: 16 jul. 2019.

CASCAIS, A. F. C. Divulgação científica: A mitologia dos Resultados. In: SOUSA, C.M., MARQUES, N.P.; SILVEIRA, T.S. **A comunicação pública da ciência**. São Paulo: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003, p. 65-77.

CORRÊA, M. R. A. **Divulgação Científica na Internet**: um estudo de caso sobre a Ciência Hoje das Crianças Online. 2015. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Saúde) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2015.

COSTA, W. R. S. A Estrutura das Revoluções Científicas no contexto da Física e Filosofia. In: PESQUISAR – SEMINÁRIO INTERDISCIPLINAR DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2015, Aparecida de Goiânia. **Anais do IV PESQUISAR** [...]. Aparecida de Goiânia, 2015, 4 p. Disponível em: <<http://www.unifan.edu.br/unifan/aparecida/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/T-2.24-A-ESTRUTURA-DAS-REVOLUÇÕES-CIENTÍFICAS-NO-CONTEXTO-DA-FÍSICA-E-DA-FILOSOFIA.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

ENCONTRO SOBRE PODCASTS, 2009, Braga. **Universidade do Minho**, disponível em: <http://webs.ie.uminho.pt/encontro.podcast/apresentacao.html>. Acesso em: 01 abr. 2019.

FERNANDES, L. F. G.. **Contos de Ficção científica como recurso pedagógico para o ensino de física e astronomia**. 2015. Dissertação (Mestrado em ensino de física) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Textos de Divulgação Científica e o Ensino de Ciências: uma revisão. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p.3-31, 2012.

FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 405 p.

FREIRE, E. P. A. Potenciais cooperativos do podcast escolar por uma perspectiva freinetiana. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, p. 1033-1056, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_, 1987. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, L. J.; VEIT, E. A.; SILVEIRA, F. L. Textos, Animações e Vídeos para o Ensino Aprendizagem de Física Térmica no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.1, p 33-42, 2006.

GRILLO, S. V. C. **Divulgação científica: linguagens, esferas e gêneros**. 2013. Tese (Livre-Docência em Filologia e Língua Portuguesa) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, SP, 2013.

GROCH, T. M.; BEZERRA JR, A. G.; HIGA, I. Relatividade restrita no ensino médio - uma experiência didática. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 21., 2015, Uberlândia. **Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2015, 8 p. Disponível em: <  
<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0812-1.pdf> > Acesso em: 15 ago. 2021

JESUS, W. B. **Podcast e educação: um estudo de caso**. 2014. 56 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de

Biociências de Rio Claro, Rio Claro, 2014. Disponível em:  
<<http://hdl.handle.net/11449/121992>>. Acesso em: 26 jul. 2021

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.

LATOURETTE, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo. Editora UNESP, 2000.

LIMA, C. P. F.; AMARAL, L. A. Redes Sociotécnicas e Articulações Institucionais: por uma governança mais participativa. **Anais do Encontro Nacional de Ensino e Pesquisa do Campo de Públicas**, v. 2, n. 2, p. 658-671, 2017. Disponível em:  
<[http://www.anepcp.org.br/acp/anaisenepcp/Anais\\_com\\_erratas.pdf](http://www.anepcp.org.br/acp/anaisenepcp/Anais_com_erratas.pdf)>. Acesso em: 1 ago. 2021.

LIMA, G. S.; GIORDAN, M. Propósitos da Divulgação Científica em Sala de Aula: estudos preliminares sobre sua presença no planejamento de ensino. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013, 8 p.

LUIZ, L.; ASSIS, P. O Podcast no Brasil e no Mundo: um caminho para a distribuição de mídias digitais. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 30., 2010, Caxias do Sul. **Anais INTERCOM 2010**. Caxias do Sul, 2010, 15 p. Disponível em:  
<<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2010/resumos/R5-0302-1.pdf>>  
Acesso em: 16 jul. 2019.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. Aspectos Históricos da Divulgação Científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. **Ciência e Público: os caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Fórum de Ciência e Cultura, 2002, p. 43-64.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002. Disponível em:<

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/4gsZ3kVfMKNxGzMcyRBZzFq/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2021.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo. Revista de Ciências da Educação**, n. 03, p. 41-50, 2007. Disponível em: <

<http://sisifo.ie.ulisboa.pt/index.php/sisifo/article/view/60/76>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

O'REILLY, T. **What is Web 2.0?** O'Reilly, 2005. Disponível em:

<<https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>>. Acesso em: 12 maio 2019

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

QUADRADO, S. I. G.. **Podcasting no Ensino de Física: estudo piloto (quase experimental) sobre reforço de aprendizagem de conteúdos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Multimídia) – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2009.

RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. D. Divulgação Científica e Ensino de Física: intenções, funções e vertentes. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 10., 2006, Londrina. **Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2006. v. 10, 11 p. Disponível em: <

<https://docplayer.com.br/65996066-Divulgacao-cientifica-e-ensino-de-fisica-intencoes-funcoes-e-vertentes.html>> Acesso em 24 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Ensino de Física e Formação do Espírito Crítico: reflexões sobre o papel da divulgação científica. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 11., 2008, Curitiba. **Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2008, 13 p. Disponível em:

<[http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epef&cod=\\_ensinodefisicaeformacaod](http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epef&cod=_ensinodefisicaeformacaod)> Acesso em: 04 abr. 2019



RODRIGUES, C. D. O. **Inserção da Teoria da Relatividade Restrita no Ensino Médio**: Uma nova proposta. 2001. 170 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/128529/328984.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 jul. 2021.

SAIDELLES, T.; BARIN, C. S.; MINUZI, N. A.; SANTOS, L. M. A. A Utilização do Podcast como uma Ferramenta Inovadora no Contexto Educacional.

**Revista educacional Interdisciplinar**, v. 7, p. 1-10, 2018.

SILVA, B. A. A.; GRILLO, S. V. C.. Novos Percursos da Ciência: as modificações da divulgação científica no meio digital a partir de uma análise contrastiva. **Bakhtiniana**, v.14, n.1, p. 51-73, 2019. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2176-45732019000100051&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2176-45732019000100051&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 12 maio 2019.

SILVA, A. M. T.. **A Utilização de Ferramentas da Informática Educativa como Instrumento Pedagógico no Estudo da Eletricidade em uma perspectiva de Aprendizagem Significativa**. 2012, 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SILVA, A. G.; ERROBIDART, N. C.G.. Ensino da Teoria da Relatividade Restrita. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. **Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017, 10 p. Disponível em:

<<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0817-1.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2021.

SILVA, M. V. S. COSTA, I. É possível aprender relatividade em qualquer idade?: uma abordagem com enfoque histórico-investigativo. In: Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, 4., 2014, Niterói.

**Anais do IV ENECIÊNCIAS**. Niterói, 2014, 11 p.

SOARES, J. V. M. **História e Sociologia da Ciência: a contribuição de Bruno Latour**. 2015. 55 f. Monografia (Graduação em História) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015. Disponível em:

<[https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/6938/3/Joao\\_Vitor\\_Martins\\_Soares.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/6938/3/Joao_Vitor_Martins_Soares.pdf)>.

Acesso em: 1 ago. 2021.

SOUZA, D. M. V. Museus de Ciência, Divulgação Científica e Informação: reflexões acerca de ideologia e memória. **Perspectivas em Ciência da**

**Informação**, v. 14, n. 2, p. 155-168, 2009. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/pci/v14n2/v14n2a11.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2019.