



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Geociências

Instituto de Artes

Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo

RENAN AUGUSTO TRINDADE

***RAIOS! MENSAGEIROS DO COSMOS: UMA SÉRIE DE SPOTS PARA
O RÁDIO SOBRE RAIOS CÓSMICOS E O CHERENKOV TELESCOPE
ARRAY***

CAMPINAS

2022

Renan Augusto Trindade

***RAIOS! MENSAGEIROS DO COSMOS: UMA SÉRIE DE SPOTS PARA O RÁDIO
SOBRE RAIOS CÓSMICOS E O CHERENKOV TELESCOPE ARRAY***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo
da Universidade Estadual de Campinas como parte
dos requisitos exigidos para obtenção do título de
especialista em Jornalismo Científico.

**Este exemplar corresponde à
versão final do Trabalho de
Conclusão de Curso defendida pelo
estudante Renan Augusto Trindade
e orientado pelo Prof. Dr.
Danilo Nogueira Albergaria Pereira.**

CAMPINAS

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

T736r Trindade, Renan Augusto, 1990-
Raios! Mensageiros do cosmos : uma série de spots para o rádio sobre raios cósmicos e o Cherenkov Telescope Array / Renan Augusto Trindade. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Danilo Nogueira Albergaria Pereira.
Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Jornalismo científico. 2. Rádio. 3. Astrofísica. 4. Partículas. 5. Raios gama. I. Albergaria, Danilo, 1980-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Rays! Cosmic messengers: a series of radio spots about cosmic rays and the Cherenkov Telescope Array

Palavras-chave em inglês:

Science journalism

Radio

Astrophysics

Particles

Gamma rays

Área de concentração: Jornalismo Científico

Titulação: Especialista

Banca examinadora:

Danilo Nogueira Albergaria Pereira [Orientador]

Germana Fernandes Barata

Maria de Macedo Soares Guimarães

Data de entrega do trabalho definitivo: 12-12-2022

*Ao meu tio Tonhe, o José
Antônio de Oliveira, que me
incentivava em tudo que eu
sempre quis fazer e que em sua
última conversa comigo aqui na
Terra ficou sabendo que eu iria
começar esse curso*

Agradecimentos

Agradeço à Andressa, minha esposa, pela paciência, carinho, amor e incentivo para que eu pudesse iniciar, realizar e concluir esse curso. Aos meus pais, por demonstrarem a importância de aprender sempre e sonharem junto comigo. Ao meu irmão, em quem me espelho. Aos meus demais familiares, desde a minha vó Helena até os meus sobrinhos, por serem meu alicerce.

Sou grato também aos meus alunos e minhas alunas, por me rejuvenescerem a cada ano, permitindo que eu aprenda com eles muito mais do que sou capaz de ensiná-los.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Danilo Albergaria, minha gratidão por dividir comigo seu conhecimento e se permitir viajar por assuntos dentro e fora de sua área de atuação. À Profa. Dra. Cibelle Celestino Silva, meu muito obrigado por me ensinar desde a graduação e colaborar com esse trabalho do início ao fim. E aos demais membros do consórcio Cherenkov Telescope Array (CTA), por terem abraçado a ideia e colaborado com as ideias apresentadas. Ao Prof. Dr. Alex Neriz Turci e demais amigos da rádio Universitária FM de São Carlos pela parceria firmada para a publicação dos *spots*.

Resumo

O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Especialização em Jornalismo Científico (Labjor - UNICAMP) foi elaborar, como produto de divulgação científica e cultural, uma série de reportagens curtas para o rádio (*spots*) com o tema raios cósmicos, dando continuidade às iniciativas de divulgação científica do consórcio mundial Cherenkov Telescope Array (CTA). Nesta abordagem são trazidas reflexões sobre a relação entre a ciência e a sociedade, história da ciência, conceitos da física de partículas, astrofísica de altas energias, a estruturação da física brasileira e o papel desempenhado por pesquisadores e pesquisadoras brasileiros para o estudo do tema. Quanto à metodologia, durante o processo foram utilizados dois softwares para a edição dos áudios das reportagens, cujas locuções, roteiros, sonorizações e edições finais foram realizados integralmente pelo autor deste trabalho. Os episódios foram revisados pelo orientador do trabalho e por uma das coordenadoras do projeto de divulgação científica do CTA. Para a veiculação dos episódios, foi firmada uma parceria com a rádio Universitária FM de São Carlos (FM 102,1 MHz), com posterior disponibilização em plataformas de *streaming* dos episódios no formato de *podcast*.

Palavras-chave: Jornalismo Científico; Spots; Rádio; Podcasts; Divulgação Científica; Multimeios; Astrofísica de partículas; Raios Gama; Cherenkov Telescope Array

Sumário

1. Introdução e Justificativas	8
1.1 Sobre o Cherenkov Telescope Array	8
1.2 Sobre o rádio como meio de divulgação científica.....	8
2. Objetivos.....	9
2.1 Objetivo geral	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
3. Metodologia	10
3.1 Desenvolvimento.....	10
3.2 Orientações	10
Prof. Dr. Danilo Albergaria.....	10
Profa. Dra. Cibelle Celestino Silva	11
3.3 Pesquisa e elaboração dos roteiros	11
3.4 Revisão, gravação e edição.....	12
3.5 Publicação	12
4. Cronograma.....	13
5. Resultados e Discussão	14
5.1 Episódios, roteiros e motivações	14
5.2 Principais aprendizados, desafios e dificuldades	23
6. Conclusão.....	24
Referências.....	25
Anexo I – Reportagem para a disciplina História e Comunicação da Ciência	28
Anexo II – Versão final dos episódios	39

1. Introdução e Justificativas

1.1 Sobre o Cherenkov Telescope Array

O Cherenkov Telescope Array (CTA) é uma colaboração internacional que visa a construção de centenas de telescópios, tendo como um dos objetivos principais a detecção e investigação de partículas cósmicas de alta energia, como os raios gama.

Recentemente, o professor Luiz Vitor de Souza Filho, do Instituto de Física da USP de São Carlos (IFSC) foi eleito presidente do conselho da colaboração científica que coordena os trabalhos da matriz de telescópios do observatório (PIVETTA, 2022).

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) abriu editais para pesquisas de divulgação científica envolvendo os resultados dos primeiros trabalhos do telescópio (FAPESP, 2022).

A exposição *Raios! Mensageiros do Cosmos* foi desenvolvida com apoio de pesquisadores envolvidos no projeto no Observatório Astronômico “Dietrich Schiel” do Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP de São Carlos (CDCC), sob coordenação da professora Cibelle Celestino Silva e do professor Gustavo de Araujo Rojas (SINTRA, 2019).

Em abril de 2022, inserida no Projeto Temático da FAPESP “Cherenkov Telescope Array: Construção e primeiras descobertas”, uma chamada de seleção de bolsistas organizada pela coordenação sediada no IFSC buscou estudantes graduados em jornalismo e áreas afins para “planejar e executar atividade de divulgação científica” (SINTRA, 2022).

1.2 Sobre o rádio como meio de divulgação científica

A descoberta das ondas de rádio foi um importante marco na Física da virada do século XIX para o século XX, para o desenvolvimento de uma série de inovações científicas e tecnológicas, inclusive nas comunicações (MOREIRA, 2005). Segundo a jornalista Luisa Massarani, a primeira emissora de rádio no Brasil teria surgido em 1923 no seio de uma série de desdobramentos que visavam a divulgação científica na década de 20.

Em 1922 foi formada a Academia Brasileira de Ciências a partir da já existente Sociedade Brasileira de Ciências. Os jornais impressos, revistas e livros já estavam sendo utilizados com grande intensidade e o surgimento de conferências científicas abertas ao público era notável no Rio de Janeiro. A pioneira Rádio Sociedade (hoje Rádio MEC - AM 800 kHz) surgiu, portanto, como iniciativa de cientistas para difundir informações de cunho científico e educativo (MASSARANI, 1998).

Dados do Ministério das Comunicações apontam que existem mais de 10 mil emissoras de rádio FM e AM ativas no Brasil, sendo 3,9 mil FM, 1,2 mil AM e mais de 4,7 mil rádios comunitárias, aproximadamente (MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES, 2021). Considerando essa amplitude de transmissão de informação via rádio, ainda corrente no Brasil, é cabível analisar a presença da ciência e tecnologia (C&T) no conteúdo apresentado também em nível local.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

O trabalho aqui apresentado visa a produção de uma série de reportagens curtas (*spots*) para a veiculação no rádio com o objetivo de discutir e difundir as pesquisas realizadas envolvendo a construção e as primeiras descobertas da matriz de telescópios Cherenkov. Os episódios poderão ser disponibilizados em formato de *podcast* em outras plataformas posteriormente.

2.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho promover reflexões sobre a relação entre a ciência e a sociedade, a história da ciência, conceitos da física de partículas e da astrofísica de altas energias, a estruturação da física brasileira e o papel desempenhado por pesquisadores e pesquisadoras brasileiros para o estudo do tema.

Além disso, cada episódio foi elaborado com o intuito de trazer um argumento próprio, de maneira que não necessitasse de um encadeamento lógico sequencial e seriado, pensando não só em sua formatação de *spots* para

o rádio, mas em uma posterior transformação do material em *podcasts*¹, o que já vem sendo discutido por analistas do discurso digital como Cristiane Dias (DIAS, 2015). Cada episódio poderia, nesta perspectiva, ser ouvido de forma independente dos outros, sem a necessidade de um acompanhamento seriado.

3. Metodologia

3.1 Desenvolvimento

Para desenvolver as reportagens, a sequência de trabalho envolveu:

1. Pesquisa: busca de fontes textuais, dos projetos que já foram desenvolvidos, do referencial teórico e das reportagens já realizadas sobre o assunto;
2. Elaboração do argumento do episódio: sequenciamento do texto, definição do público-alvo pretendido e da linguagem apropriada para o meio;
3. Elaboração do roteiro: materialização do argumento, com a definição do passo a passo, quais os momentos para as entradas das músicas e inserção dos demais efeitos sonoros;
4. Revisão: com o auxílio de professores e jornalistas buscou-se realizar o ajuste fino antes da gravação definitiva;
5. Gravação definitiva do episódio;
6. Edição;
7. Publicação.

3.2 Orientações

Prof. Dr. Danilo Albergaria

A escolha do professor doutor Danilo Albergaria para a orientação deste trabalho se deu pelo interesse do autor em realizar uma abordagem que

¹ Há uma relação interessante entre a palavra *podcast* e o rádio. POD é uma sigla em inglês que significa *Personal On Demand* (Sob Demanda Pessoal). A palavra *podcast*, entretanto, foi escolhida a dedo para soar como *broadcast*, que significa radiodifusão em inglês, de modo a aproximar o consumidor ouvinte de ambas as mídias.

envolvesse ao mesmo tempo aspectos da história da ciência, bem como questões de filosofia e sociologia da ciência. Além disso, a área de astronomia se faz presente nos episódios e aproxima-se de assuntos que Albergaria aborda em sua tese de doutorado “Tantos sóis, tantos mundos, tantas hipóteses: a história das teorias de formação do sistema solar e os progressos da ciência” (ALBERGARIA, 2020).

Soma-se a isso o fato de que Albergaria lecionou uma das disciplinas de Oficina de Jornalismo Científico para a turma deste autor, é jornalista e também cursou a mesma especialização *lato sensu* cujo objetivo de conclusão é a elaboração deste trabalho.

Profa. Dra. Cibelle Celestino Silva

Para co-orientar este trabalho, o autor entrou em contato com a professora doutora Cibelle Celestino Silva, docente do IFSC, coordenadora da exposição *Raios! Mensageiros do Cosmos* no CDCC e que trabalha ativamente em projetos de divulgação vinculados à FAPESP envolvendo o CTA.

Silva foi professora durante a graduação do autor no curso de Licenciatura em Ciências Exatas com Habilitação em Física, em disciplinas de história da ciência e história da física, além de ser a atual coordenadora do mesmo curso, no IFSC. Silva também é autora de diversos trabalhos envolvendo história da física e ensino de física, e participou da banca avaliadora da tese de doutorado de Albergaria.

3.3 Pesquisa e elaboração dos roteiros

Utilizando dos conhecimentos adquiridos na disciplina de Oficina de Multimeios, ministrada pelas professoras doutoras Simone Pallone e Juliana Sangion, o autor elaborou os roteiros sempre pensando em trazer aspectos interessantes das pesquisas realizadas na área de raios cósmicos e astrofísica de partículas, com argumentos e motivação amparados em artigos científicos e nas histórias trazidas pelos professores doutores Luiz Vitor de Souza Filho e Aion Melo Viana, ambos membros pertencentes ao consórcio internacional do Cherenkov Telescope Array. Todo contato com os professores membros do CTA

foi organizado pela professora Cibelle, sendo que as sonoras foram obtidas através de temas relevantes para a pesquisa sugeridos por ela e discutidos com o autor.

3.4 Revisão, gravação e edição

A revisão dos episódios foi feita com o apoio do orientador Prof. Dr. Danilo Albergaria e da Profa. Dra. Cibelle Celestino Silva.

Após uma primeira tentativa de gravação caseira, o autor gravou suas locuções no estúdio do Colégio Interativo de São Carlos, onde trabalha atualmente. Isso permitiu uma melhor qualidade no som.

Todo o processo de edição, envolvendo a sonorização, inserção de efeitos sonoros e testes de áudio foram feitos pelo próprio autor. A primeira ferramenta digital escolhida para a edição foi o Audacity, *software* gratuito, cujo uso o autor já havia feito durante a graduação e do qual participou de oficinas. Uma delas, na disciplina Oficina de Mídias, já citada aqui, foi ministrada por Rafael Revadam, estudante de mestrado do Labjor.

Entretanto, a escolha final acabou sendo pelo Filmora Wondershare, que apesar de ser um editor de vídeos e um *software* pago, permite também a gravação de áudios. Com ferramentas um pouco mais intuitivas, o *software* já vem sendo utilizado pelo autor para criar atividades diversificadas de avaliação e docência em seu trabalho como professor de física para o ensino médio e coordenador pedagógico. Foram utilizados ainda, efeitos sonoros e músicas de licença *creative commons* disponíveis no YouTube Audio Library e YouTube Music Library.

3.5 Publicação

O autor é estudante do curso de pós-graduação *lato sensu* de Especialização em Jornalismo Científico no Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Nesse sentido, orientado pelo professor Danilo Albergaria, o projeto foi desenvolvido como seu trabalho de conclusão de curso (TCC), com

possibilidade e intenção de publicação na página do *podcast* Oxigênio, vinculada ao Labjor e à rádio Unicamp.

Durante o desenvolvimento do projeto, era de interesse do autor que a publicação fosse realizada em rádios da cidade de São Carlos como a CBN São Carlos, rádio Universitária ou a rádio UFSCar. O meio escolhido para a publicação foi a rádio Universitária FM de São Carlos, antiga rádio USP, que opera na frequência de 102,1 MHz e pertence à Fundação Theodoretto Souto. Ela possui uma programação quase integralmente composta por programas educativos.

A parceria firmada com essa emissora inclui a inserção dos *spots* no programa Alternativa A, apresentado por Alex Neriz Turci e Luiz Henrique Carrara, exibido aos sábados das 17h às 18h na rádio Universitária FM de São Carlos, com possibilidade de reexibição nos intervalos da programação da rádio.

4. Cronograma

A produção dos *spots* envolveu, de modo geral, as ações abaixo descritas:

- Abril/2022: Primeiros contatos e conversas com os professores doutores Danilo Albergaria e Cibelle Celestino Silva;
- Maio/2022: Apresentação do pré-projeto à professora doutora Cibelle Celestino Silva, em sua sala no IFSC. Nele, foi apresentado o portfólio do autor e um episódio piloto gravado no Audacity. A professora Cibelle apresentou posteriormente ao coordenador da colaboração científica do CTA, Luiz Vitor de Souza Filho, que deu o aval necessário para a elaboração do trabalho;
- Junho/2022 a Julho/2022: Durante a disciplina de História e Comunicação da Ciência, ministrada pela Profa. Dra. Germana Barata, coordenadora desta especialização, o autor se debruçou em temas vinculados à história das pesquisas realizadas por Pavel Cherenkov. O resultado foi uma reportagem ainda não publicada que por incentivo da professora Germana, foi enviada para editoras de algumas revistas (ver Anexo I);
- Agosto/2022: Conversas *online* com o orientador Danilo Albergaria;

- Setembro/2022 a Outubro/2022: Trabalho de produção da primeira versão dos cinco episódios para serem apresentados neste TCC;
- Novembro/2022: Conversas *online* com o orientador Danilo Albergaria e com a professora Cibelle Celestino Silva sobre ajustes a serem feitos nos episódios para a versão final;
- Dezembro/2022: Regravação e edição final para a apresentação dos episódios no TCC (ver anexo II). Concretização da parceria firmada com a rádio Universitária FM de São Carlos (102,1 MHz) para a exibição durante o programa Alternativa A. Conversas com Alex Neriz Turci, apresentador do programa.

5. Resultados e Discussão

O trabalho de produção dos *spots* para o rádio teve como resultado os cinco episódios (ver anexo II) que serão descritos detalhadamente e discutidos a seguir:

5.1 Episódios, roteiros e motivações

Episódio 1 (Piloto): Ultrapassando a velocidade da luz

Duração: 2m19s

Roteiro do Episódio: ([clique aqui para ouvir](#))

0:00 - [Fade in de trilha sonora com ar de curiosidade ao fundo]

0:06 - [Entrada da locução]: “Você já deve ter ouvido falar de coisas que viajam mais rápido que o som, como aviões e mísseis supersônicos, por exemplo.

Mas será que dá pra viajar mais rápido do que a luz?”

0:15 - [Trilha sonora empolgante]

0:19 - [Volta da locução]: “Antes é importante entender a diferença, que não é pouca.”

0:25 - [Efeito sonoro de movimento de carros ao fundo da locução]: “Só pra se ter uma ideia, no ar se o som fosse um carro, com sua velocidade ele andaria cerca de 3 quarteirões em apenas um segundo. Bastante, né? Acontece que a luz, no vácuo, é tão rápida que seria capaz de dar mais de 7 voltas na Terra nesse mesmo intervalo de tempo. Ou seja, estamos falando de algo quase um milhão de vezes mais rápido.”

0:48 - [Locução e música, apenas]: “Pois é, mas essa velocidade da luz no vácuo, que é uma constante importante na teoria de Einstein e presente em histórias em quadrinhos de super-heróis, muda seu valor quando ela troca de meio.”

1:00 - [Efeito sonoro de vento ao fundo da locução] “No ar ela já freia um pouco...”

1:05 - [Efeito sonoro de água mexendo ao fundo da locução] “...e na água ainda mais.”

1:10 - [Locução e música, apenas]: “Tá, mas o que isso tem a ver com vencer a velocidade da luz? Acontece que, em alguns casos muito específicos, justamente por mudar de meio a luz pode ter sua velocidade ultrapassada pela de partículas de alta energia, como por exemplo a radiação gama que bombardeia a nossa atmosfera de tempos em tempos.”

1:33 - [Troca de música para aquela com ar de curiosidade]

1:36 - [Volta da locução para a finalização do episódio]: “Estudar as consequências dessa ultrapassagem de velocidade da radiação gama em relação à luz é uma das iniciativas do Cherenkov Telescope Array, uma matriz de telescópios que está sendo construída com a ajuda de diversos países, dentre eles o Brasil. Eu sou Renan Trindade e nessa série de reportagens, você irá conhecer um pouco sobre esse trabalho e a importância da construção desses telescópios.”

2:01 [Subida da música de fundo e encerramento] “Até a próxima!”

2:18 [*Fade out* e fim do episódio].

Motivação

1. Ideia: Relacionar a radiação Cherenkov com o cone Mach, associando inicialmente as ultrapassagens da velocidade do som e da velocidade da luz no ar.
2. Argumento: O locutor traz à tona termos atualmente presentes na mídia, como os caças e mísseis supersônicos, que frequentemente aparecem no noticiário em virtude do conflito entre Ucrânia e Rússia. Há uma interação com uma pergunta retórica sobre a possibilidade de a velocidade da luz poder ser ultrapassada ou não.

Na sequência, faz uma comparação entre as velocidades, distinguindo-as. A velocidade do som no ar vale aproximadamente 340 m/s, enquanto que a

velocidade da luz no vácuo é de aproximadamente 300.000.000 m/s, valor quase um milhão de vezes maior. O locutor traz exemplos do cotidiano para a comparação. Inclusão de efeitos sonoros de fundo. Menciona-se brevemente o fenômeno da refração, mudança na velocidade de propagação de uma onda quando muda de meio, com exemplos do ar e da água, com uso de efeitos sonoros.

Há uma breve explicação sobre a entrada da radiação gama em nossa atmosfera, que com sua alta energia da ordem de vários tera elétron-volts, é capaz de ultrapassar a velocidade da luz no ar. Incluem-se efeitos sonoros. A intenção é que nos próximos episódios a radiação Cherenkov seja explicada.

Encerra-se falando sobre a construção do Cherenkov Telescope Array e convidando os ouvintes para os outros episódios.

Episódio 2: Despertando

Duração: 2m29s

Roteiro do Episódio: ([clique aqui para ouvir](#))

0:00 – [Efeito sonoro de uma pessoa roncando]

0:19 – [*Fade in* para trilha sonora empolgante]

0:20 – [Início da locução]: “Você já dormiu em sala de aula? Deu aquela cochilada e acordou com uma bolinha de papel sendo jogada na sua cabeça?”

0:27 – [Efeito sonoro de batida e a locução continua]: “O pior de tudo é acordar no susto sem nem saber direito o que está acontecendo.”

0:32 – [Som de bombardeio ao fundo da locução]: “E se eu te disser que neste momento estamos sendo bombardeados por uma série de coisas? Você também não gostaria de saber o que está acontecendo?”

0:42 – [*Fade in* de trilha sonora com ar de curiosidade ao fundo da locução]: “É essa analogia que o professor Luiz Vitor de Souza usa para explicar as perguntas que mobilizam cientistas do mundo todo na área em que ele atua, a astrofísica de partículas. Ele é presidente do conselho de colaboração científica internacional que constrói o maior observatório de raios gama do mundo, o Cherenkov Telescope Array, ou simplesmente o CTA. Pra ele, nesses estudos, três perguntas básicas precisam ser respondidas: o que está sendo jogado,

quem está jogando e com que energia esses objetos estão sendo atirados em nós...”

1:19 – [Entrada da fala do professor Luiz Vitor de Souza]: “Essas são as três perguntas que a pesquisa em raios cósmicos, ou outro nome muito comum usado pra denominar a área é astrofísica de partículas, quer responder. Porque a Terra é bombardeada constantemente numa alta taxa por coisas que vêm de fora, então igual o menino dormindo na sala de aula, a gente têm um conjunto de coisinhas que atinge a Terra num fluxo muito alto. E a gente quer responder a essas três perguntas: quem, o quê que é que tá chegando aqui? Quem que está jogando? Quais são os objetos que estão no Universo gerando essas coisas? E qual que é a energia que elas estão chegando aqui? É uma curiosidade tão infantil quanto essa.”

2:05 – [Locução retorna]: “E aí, agora que você acordou, bora aprender mais sobre como responder a essas perguntas? Descubra um pouquinho sobre os trabalhos do Cherenkov Telescope Array no próximo episódio dessa série.”

2:20 – [Encerramento]: “Até lá!”

2:29 – [*Fade out* da trilha e fim do episódio]

Motivação

1. Ideia: Relacionar as perguntas básicas da área de astrofísica de partículas com as perguntas que alguém faria se tivesse algum objeto desconhecido sendo atirado enquanto dorme distraído.
2. Argumento: O locutor relaciona uma pessoa roncando dormindo em sala de aula que busca entender o que está acontecendo quando um objeto desconhecido é atirado nela com a busca que os astrofísicos fazem para tentar entender as partículas que interagem com a atmosfera terrestre diariamente. O texto gira em torno de uma analogia do Prof. Dr. Luiz Vitor de Souza para explicar as perguntas básicas da investigação dos raios cósmicos, área em que atua, e em especial, a base de estudos do Cherenkov Telescope Array (CTA).

Pretende-se nesse episódio, metalinguisticamente, “despertar” o ouvinte para um assunto que não é de conhecimento de todos e aguçar a curiosidade pela investigação científica da área.

Episódio 3: Contador Geiger e o Balão de Victor Hess

Duração: 3m30s

Roteiro do Episódio: ([clique aqui para ouvir](#))

0:00 – [Efeito sonoro de Contador Geiger]

0:20 – [*Fade in* de trilha empolgante com entrada da locução]: “Você já ouviu esse barulhinho em filmes de ficção científica? Ele é o som emitido por um Contador Geiger quando detecta que existe alguma coisa radioativa por perto. Saindo agora da ficção e indo mais para a ciência em si, foi esse instrumento que ajudou a responder a algumas perguntas que estavam intrigando os cientistas desde o início do século passado. Por que a radiação medida na atmosfera é tão alta? E mais do que isso, será que ela diminui quando a gente se afasta do chão?”

0:59 – [Troca de trilha da empolgante para a trilha com ar de curiosidade]

1:08 – [Volta da locução com a trilha com ar de curiosidade ao fundo]: “O professor e astrofísico Luiz Vitor de Souza vai nos explicar um pouquinho de como um balão ajudou a tirar algumas dessas dúvidas”

1:20 – [Entrada da fala do professor Luiz Vitor de Souza]: “Fazendo um breve introdução histórica, lá em 1900 o eletromagnetismo é apresentado como uma teoria completa e as primeiras pesquisas com o que a gente chama de radiação, entre aspas aqui porquê naquele momento a gente não entendia muito bem o que era isso, começa a ser feito e os primeiros detectores são desenvolvidos: câmaras de nuvens, filmes que são sensíveis à radiação ionizante e o mais famoso deles, o Contador de Geiger, que aparece em todo filme de divulgação científica e de ficção científica, que liga lá e fica apitando quando tem alguma radiação. A interpretação da radiação que chega nesse detector, é que ela vem do chão, vem do material radioativo que está no solo. Oras, se eu botar então esse detector em alguma coisa que voa e se afasta do solo, a intensidade do sinal tem que diminuir. O Victor Hess fez essa medida em 1912, 1913 e 1914, colocou esse detector em um balão, subiu até 5 quilômetros no primeiro voo sem oxigênio, o que é uma loucura de se fazer. Ele ganhou o prêmio Nobel por isso, não por voar 5 km sem oxigênio, mas por fazer a medida que ele fez. Ele mostrou exatamente o contrário do que se esperava. Ele mostrou que a intensidade aumentava, então, isto é, a intensidade que o detector em pares de íons que eram detectados em função da altitude, ela tinha um pequeno decréscimo aqui

quando começa a se afastar do solo e depois cresce rapidamente. Isso é sinal de que você não está se afastando da fonte, você está se aproximando da fonte. Ou seja, a fonte é extraterrestre, a fonte não é o solo. A fonte vem de fora da Terra, quando você sobe na atmosfera, você está chegando mais próximo dessa fonte.”

3:01 – [Volta da locução]: “Pois é, esse experimento fantástico realizado por Victor Hess, em um balão, marcou os estudos da área e é um dos motivos de hoje a gente descobrir a existência dos chamados raios cósmicos, que são o objeto de investigação do Cherenkov Telescope Array. No próximo episódio dessa série, você vai descobrir ainda mais sobre como a ciência investiga os fenômenos a nossa volta.”

3:26 – [Encerramento]: “Até lá!”

3:30 – [*Fade out* da trilha e fim do episódio]

Motivação

1. Ideia: Apresentar ao ouvinte um importante experimento precursor nos estudos da área de física de partículas e ao mesmo tempo tratar como funciona o processo para uma descoberta científica relevante.
2. Argumento: O locutor relaciona os Contadores Geiger, os mais famosos detectores de radiação por serem apresentados frequentemente em filmes de ficção ou divulgação científica com dúvidas que existiam no início do século XX, envolvendo a radiação detectada na atmosfera e no solo terrestre. O episódio gira em torno da experiência extraordinária realizada pelo físico-químico austríaco Victor Hess (1883-1964), que é normalmente citado como o descobridor dos raios cósmicos e vencedor do prêmio Nobel de Física de 1936 por seus trabalhos na área.
O professor Luiz Victor de Souza fala sobre o retrospecto histórico, apresenta os resultados do experimento e as conclusões obtidas a partir dele.

Episódio 4: Um chiado no rádio

Duração: 2m00s

Roteiro do Episódio: ([clique aqui para ouvir](#))

0:00 – [Barulho de chiado]

0:04 – [Ainda com o chiado ao fundo, o locutor inicia a fala]: “Mas que chiado desagradável, né? De onde será que ele vem?”

0:09 – [*Fade in* na trilha com ar de curiosidade]

0:14 – [O locutor volta, ainda com o barulho]: Um barulhinho insuportável como esse também intrigou um grupo de cientistas.”

0:19 – [O barulho some e o locutor continua]: “Por mais que eles tentavam melhorar o sinal recebido pela antena, o ruído persistia.”

0:25 – [Entra a trilha empolgante]

0:30 – [O locutor volta com a trilha nova ao fundo]: “Mas, de onde será que ele vinha? Qual era a origem desse barulho chato? Quem vai contar essa história é o professor Aion Melo Viana. Ele é membro do consórcio do Cherenkov Telescope Array, onde coordena a área de Astrofísica do Centro Galáctico e Galáxia Interna. Ele fala sobre a importância que essa investigação teve na descoberta de uma radiação importante nas pesquisas que ele realiza atualmente.”

1:00 – [O professor Aion Melo Viana explica]: “Essa radiação, na verdade, ela foi descoberta quase que por acidente por astrônomos que estavam tentando observar o Universo em ondas de rádio e viram que tinha um ruído nas antenas de rádio deles, que eles não conseguiam se livrar, e aí eles chegaram à conclusão analisando esse ruído que na verdade, esse ruído não era instrumental, na verdade era uma radiação de fato de fundo e com o tempo essa radiação ela foi estudada por diferentes satélites. É o que a gente chama de “radiação cósmica de fundo em micro-ondas”, ou “cosmic microwave background”.

1:35 – [Volta a trilha com ar de curiosidade]

1:38 – [O locutor retorna]: “Agora acho que você vai pensar duas vezes antes de desligar o rádio por causa do chiado, não é mesmo? Descubra mais curiosidades como essa no nosso próximo episódio!”

1:50 – [Subida da música e encerramento] “Até lá!”

Motivação

1. Ideia: Contar a história da descoberta de uma radiação por um grupo de cientistas a partir de um ruído detectado nas antenas de rádio.

2. Argumento: Na história da descoberta da “radiação cósmica de fundo em micro-ondas”, contada pelo professor Aion Melo Viana, é possível mostrar ao ouvinte como a investigação científica pode surgir a partir de problemas enfrentados. O professor dá destaque ao fato de que o problema investigado acabou não tendo caráter instrumental, o que motivou os cientistas a buscarem outra explicação. Pesquisando a história da descoberta, é importante notar que não há uma mera relação de descoberta ao acaso, ou o que os especialistas da história, filosofia e sociologia da ciência costumam chamar de “serendipidade”, mas sim a comprovação de uma teoria proposta anos antes (YAMASHITA, 2022). George Anthony Gamov (1904-1968), Ralph Alpher (1921-2007) e Robert Herman (1914-1997), haviam feito uma previsão teórica da existência da radiação em 1948. Arno Penzias (1933-) e Robert Wilson (1936-) foram os cientistas que a partir dos ruídos em suas antenas de rádio e a relação com a previsão teórica da existência da radiação cósmica de fundo em micro-ondas foram laureados pelo prêmio Nobel de 1978 (VILLELA, 2003).

Episódio 5: O que é o CTA?

Duração: 2m50s

Roteiro do Episódio: ([clique aqui para ouvir](#))

0:00 – [O locutor entra com a trilha empolgante ao fundo]: “Há quase 90 anos, o jovem cientista soviético Pavel Cherenkov observou um fenômeno curioso em laboratório: quando elétrons passavam muito rápido por dentro de líquidos, surgiam brilhos de luz muito interessantes. Apesar das dificuldades da visualização do efeito ele se dedicou a publicar seus resultados e investigar esse fenômeno misterioso até então. Hoje, o efeito que leva o seu nome é a base da utilização de telescópios para a observação de raios gama na atmosfera, como o próprio Cherenkov Telescope Array. Mas o que são esses telescópios. Quem explica é o professor Luiz Vitor de Souza, que coordena essa importante colaboração científica...”

0:45 – [A trilha empolgante é trocada pela trilha com ar de curiosidade]

0:49 – [Entra a fala do professor Luiz Vitor de Souza]: “É uma colaboração que junta hoje da ordem de 30 países, 1200 pesquisadores do mundo todo e um orçamento estimado de 200 milhões de euros. Vamos construir uma ordem de

100 telescópios de três tamanhos diferentes, que vão ser instalados nos dois hemisférios, um sítio no hemisfério norte e outro sítio no hemisfério sul. No hemisfério sul vai ser no Chile, no hemisfério norte vai ser nas ilhas Canárias, na Espanha. Então todos os telescópios vão estar instalados nesses dois sítios e eles vão operar conjuntamente em diferentes modos. Você pode apontar todos os telescópios na mesma direção, para estudar com muito detalhe uma única fonte, ou você pode colocar um olhando do lado do outro pra fazer uma amostragem de uma região maior do céu. Imagino que vai ser um cenário de cinema você ver esses 100 telescópios se mexendo juntos para seguir uma fonte. Nunca se instalou tantos telescópio em um mesmo lugar pra você ter esse cenário visual. E cada telescópio enxerga flashes de luz no céu, na verdade na atmosfera, quando chegam essas partículas e com a medida de vários desses flashes, você consegue construir um mapa daquela fonte que você quer estudar. Então você fica um tempão olhando para uma fonte e aí você constrói um mapa desse tipo, através das várias medidas que chegam daquela fonte.”

2:16 – [O locutor retorna]: “Esse é um importante exemplo da relação entre pesquisa básica e pesquisa aplicada e porquê é necessário o investimento em ambos os níveis de pesquisa. Saiba mais sobre esses trabalhos em nossos próximos episódios.

2:33 – [Encerramento]: “Até lá!”

2:48 – [*Fade out* e fim do episódio]

Motivação

1. Ideia: Tratar da relação que vai muito além do uso do nome do pesquisador Pavel Cherenkov (1904-1990) com as pesquisas do Cherenkov Telescope Array. O episódio conta também o que é a matriz de telescópios que vem sendo construída.
2. Argumento: Contar brevemente a história da descoberta que, após muitas dificuldades técnicas e de publicação, concederam o prêmio Nobel de física de 1958 a Pavel Cherenkov. Falar também o que é o Cherenkov Telescope Array e a relação com o efeito homônimo, a partir da fala do coordenador do consórcio, Luiz Vitor de Souza Filho.

5.2 Principais aprendizados, desafios e dificuldades

A decisão pelo desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso surgiu como uma oportunidade de unir o interesse do autor pelo rádio, pela divulgação científica e pela história da física. O fato de a liderança do consórcio Cherenkov Telescope Array ser de um docente do Instituto de Física da USP de São Carlos aproximou geograficamente e afetivamente o autor, pois o mesmo reside em São Carlos e é graduado licenciatura em Física pelo mesmo instituto.

Os professores doutores Danilo Albergaria e Cibelle Celestino Silva foram importantes escolhas nesse processo, pois possuíam não só conhecimento da história, filosofia e sociologia da ciência, mas também pesquisam a área de astronomia.

É gratificante observar que foram aplicados diversos aprendizados do curso de especialização em jornalismo científico. São exemplos: o uso de fontes adequadas, sistematização das informações, roteiros e edição de recursos de áudio, além das discussões de história da comunicação científica.

Dentre os desafios e as dificuldades enfrentadas, havia a busca do autor em conciliar o trabalho como docente e a elaboração do TCC. O panorama mudou bastante desde que o curso foi iniciado em 2021 e outras atividades acabaram comprometendo parte do horário que o autor gostaria de ter disponível para concluir o trabalho com mais facilidade.

A ferramenta digital utilizada foi um desafio no momento da edição. Apenas para a edição, foram necessárias cerca de 2 horas para cada episódio. As primeiras edições não ficaram com a qualidade esperada, a depender do aparelho em que as mídias eram reproduzidas, o que forçou a regravação com melhor qualidade.

Após reuniões com o orientador Prof. Dr. Danilo Albergaria e sugestões da Profa. Dra. Cibelle Celestino Silva, os episódios foram regravados com melhor qualidade, velocidade e trazendo uma abordagem mais crítica, sem deixar a linguagem coloquial de lado. Foi necessário que o autor, que é docente de física para o ensino médio, adotasse um tom menos professoral e o substituísse por um tom discursivo mais leve e coloquial. Essa também foi uma dificuldade nos primeiros episódios gravados.

O processo aqui descrito acabou não permitindo que todos os episódios já fossem publicados no rádio. Porém, a parceria foi firmada com a rádio Universitária FM e os mesmos já estão disponíveis *online* para audição.

O tema foi abordado de maneira sutil, sem exageros conceituais e para um público diversificado, característica presente nos ouvintes de rádio.

6. Conclusão

A elaboração deste trabalho de conclusão de curso cumpriu o objetivo de unir conceitos vistos durante a especialização *lato sensu* em jornalismo científico e ainda utilizar uma das premissas da área em questão, que é a de “levar a ciência ao público e fazer os mesmos se beneficiarem dela” como descreve a Federação Mundial dos Jornalistas Científicos (WFSJ).

Apesar das dificuldades aqui apresentadas, conclui-se que foi possível descrever e explicar nos *spots* alguns assuntos de pouco conhecimento do público em geral, com uma abordagem acessível para ouvintes de formações diversas, como é característico do rádio.

Os *spots* mostram que é possível abordar um público amplo, mesmo em tempo exíguo, com temas como a história da física, a participação de cientistas brasileiros em pesquisas de grande investimento, o funcionamento da investigação científica e a importância do investimento em ciência básica e aplicada.

Referências

23 anos de alternativa A. Disponível em: <<https://saocarlosemrede.com.br/23-anos-de-alternativa-a/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

Audacity. **Home.** Disponível em: <<https://www.audacityteam.org/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

ALBERGARIA, D. et al. Tantos sóis, tantos mundos, tantas hipóteses: a história das teorias de formação do sistema solar e os progressos da ciência. 2020.

Cherenkov Telescope Array (CTA). **A multinational initiative founded on its exceptional scientific potential.** Disponível em: <<https://www.cta-observatory.org/about/>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

WFSJ. **Curso Online de Jornalismo Científico.** Disponível em: <<http://www.wfsj.org/course/pt/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

DIAS, C. Análise do discurso digital: sobre o arquivo e a constituição do corpus. **Estudos Linguísticos (São Paulo 1978)**, v. 44, n. 3, p. 972–980, 2015.

Exposição Raios Cósmicos. Disponível em: <<https://cdcc.usp.br/raios-cosmicos/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

FAPESP. **Auxílio à pesquisa 21/01089-1 - Raios cósmicos, Astrofísica de partículas - BV.** Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/109248/cherenkov-telescope-array-construcao-e-primeiras-descobertas/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

Filmora - Editor de vídeo para PC com ferramentas poderosas. Disponível em: <<https://filmora.wondershare.net/pt-br/editor-de-video/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

MASSARANI, L. A divulgação científica no Rio de Janeiro: Algumas reflexões sobre a década de 20. Rio de Janeiro: IBICT e UFRJ, 1998. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de Informação em C&T e Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Rádio no Brasil: há mais de 100 anos criando e contando histórias. Governo Federal. Disponível em:

<https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2021/setembro/radio-no-brasil-ha-mais-de-100-anos-criando-e-contando-historias>. Data da publicação: 25 de setembro de 2021. Acesso em: 3 dez. 2022.

MOREIRA, I. 1905: Um ano miraculoso. Artigo originalmente publicado na *Ciência Hoje* v. 36, n. 212, p. 34-41 (2005).

PIVETTA, M. **Luiz Vitor de Souza Filho: Articulador das altas energias**. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/luiz-vitor-de-souza-filho-articulador-das-altas-energias/>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

Rádio Universitária FM de São Carlos. **Parceria garante transmissão da Rádio USP em São Carlos**. Disponível em: <<http://www.usp.br/agen/repgs/2002/pags/213.htm>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

Rádio USP. Disponível em: <<http://www.radio.usp.br/redeusp.php?>>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

SINTRA, R. **Exposição a não perder: “Raios! Mensageiros do cosmos”**. Disponível em: <<https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/raios-mensageiros-do-cosmos/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

SINTRA, R. **Chamada de seleção de bolsista na modalidade “Jornalismo Científico 2 - FAPESP”**. Disponível em: <<https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/chamada-de-selecao-de-bolsista-na-modalidade-jornalismo-cientifico-2-fapesp/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

The Nobel Prize in Physics 1936. Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1936/hess/facts/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

The Nobel Prize in physics 1978. Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1978/summary/>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

VILLELA, T. **Radiação cósmica de fundo em micro-ondas. Com Ciência - Raios Cósmicos**. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cosmicos/cos10.shtml>>. Acesso em: 3 dez. 2022.

YAMASHITA, M. **A utilidade da ciência inútil.** Disponível em: <<https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/artigo/2022/09/06/utilidade-da-ciencia-inutil>>. Acesso em: 5 dez. 2022.

Anexo I – Reportagem para a disciplina História e Comunicação da Ciência

O caso da rejeição de Cherenkov

Renan Augusto Trindade

Nada é mais veloz que a luz no vácuo. Porém, na água e no ar, ela se torna mais lenta. Partículas carregadas ao moverem-se mais rápido que a luz nesses meios emitem um flash de luz azul muito rápido. Esse efeito, análogo ao estrondo sônico ouvido quando aviões ultrapassam a velocidade do som no ar, é a radiação Cherenkov. Hoje, quase 90 anos após a investigação do fenômeno - primeiro prêmio Nobel de Física da União Soviética -, as aplicações vão da medicina à construção da maior matriz de telescópios de detecção de raios gama já existente: o CTA (Cherenkov Telescope Array).

O estudo hoje congratulado, porém, foi rejeitado em sua primeira tentativa de publicação no ocidente. Cartas da época e declarações posteriores dos envolvidos podem ajudar a elucidar o motivo. Pesquisadores destacam a importância de investigar rejeições como essa para entender a dinâmica da comunicação científica e da própria ciência.

A recusa de um artigo em uma revista de renome pode gerar grande frustração na vida de cientistas. Insistir com suas publicações em outras revistas após a rejeição envolve muito mais do que uma tentativa de buscar fama, mas é um mal necessário para aqueles e aquelas que precisam de financiamento para suas pesquisas. A história mostra que em alguns casos essa insistência pode gerar resultados espetaculares, como um prêmio Nobel. Do lado dos editores, além da quantidade imensa de trabalhos recebidos semanalmente, lidar com a recepção de artigos que querem quebrar os paradigmas científicos vigentes à época torna-se um desafio. Rejeitar um futuro prêmio Nobel é o pior pesadelo para o editor de uma revista científica de renome.

O brilho que surge em outro meio

Em 1986, Pavel Alekseyevich Cherenkov (1904-1990) publicou o artigo “[At the Threshold of a Discovery](#)” (“No Limiar de uma Descoberta”) na revista americana *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* lembrando alguns

eventos ligados à sua pesquisa.

Nele, o físico soviético destaca que em 1934 começou a publicar em seu país os primeiros resultados de seu trabalho envolvendo a radiação emitida por elétrons se movendo mais rápido que a luz em um meio. Anos mais tarde, um novo ramo da ciência surgiu com as investigações em física de partículas de alta energia e aplicações por exemplo nos contadores de partículas carregadas (conhecidos como Contadores Cherenkov). A radiação, portanto, tornou-se um objeto de investigação em si e uma ferramenta de pesquisa científica, o que justifica a busca pela história da sua descoberta.

Porém, o interesse e o reconhecimento não foram tão rápidos e chegaram só quando a radiação e suas propriedades passaram a ser estudadas experimentalmente. Para Cherenkov, o "atraso" ocorreu em virtude de "dúvidas e, às vezes, descrença explícita na possibilidade da existência de uma radiação com propriedades tão maravilhosas, separando-a nítida e distintamente dos fenômenos de luminescência bem conhecidos e, além disso, amplamente ocorridos e diretos". Pode-se entender esse ceticismo, que segundo Cherenkov foi expresso até por cientistas proeminentes, se considerarmos dificuldades na visualização do fenômeno e as limitações dos experimentos à época.

Nevertheless, the atmosphere of distrust of the new effect from scientific opinion remained. The most open and sharp manifestation of this distrust was the refusal by the journal *Nature* to publish a short paper submitted by me, summarizing the essence of the phenomena and its main properties. Evidently, it was a mistake of the editorial staff of *Nature* who did not take the article sufficiently seriously. Receiving a negative answer

Trecho do artigo "At the Threshold of a Discovery", escrito por Pavel Cherenkov em 1986

Para o Nobel de Física de 1958, "a manifestação mais aberta e contundente dessa desconfiança" foi a recusa da revista *Nature* em publicar um pequeno artigo de sua autoria, resumindo a essência dos fenômenos e suas principais

propriedades. Para ele, “[a reprovação] foi um erro da equipe editorial da *Nature*, que não levou o artigo suficientemente a sério”.

Mas por que a *Nature* recusou o artigo?

***Nature* rejeitou dois futuros prêmios Nobel em apenas 15 dias**

Entre os dias 14 e 29 de junho de 1937, Hans Krebs (1900-1981) que seria laureado em 1953 com o Nobel de Fisiologia ou Medicina, e Cherenkov premiado em 1958, foram rejeitados pela revista. Esses episódios podem ser importantes para reflexões sobre a comunicação científica.

Na carta da rejeição de Krebs, assinada pelo editor da revista à época Sir Richard Gregory, há a alegação de que já haveriam “cartas para preencher a coluna de correspondências por sete ou oito semanas”.



RAG.AH/N.

14th June 1937.

The Editor of NATURE presents his compliments to Mr. H. A. Krebs and regrets that as he has already sufficient letters to fill the correspondence columns of NATURE for seven or eight weeks, it is undesirable to accept further letters at the present time on account of the delay which must occur in their publication.

If Mr. Krebs does not mind such delay, the Editor is prepared to keep the letter until the congestion is relieved in the hope of making use of it. He returns it now, however, in case Mr. Krebs prefers to submit it for early publication to another periodical.

Carta da recusa de Hans Krebs

Na rejeição à Cherenkov, 15 dias depois, há apenas um cumprimento por parte do mesmo signatário dizendo que “lamenta não poder fazer uso das comunicações”.



One Shilling Weekly

Telegraphic Address
PHUSIS LESQUARE LONDON
Telephone Number:
WHITEHALL 8871

Publishing and Editorial Offices
MACMILLAN & CO LTD
ST MARTIN'S STREET,
LONDON W C 2

RAG.AH/N.

29. 6. 37.

The Editor of "NATURE" presents his compliments to Mr. P. A. Cherenkov and regrets he is unable to make use of the communication, returned herewith, entitled "VISIBLE RADIATION PRODUCED BY ELECTRONS MOVING IN A MEDIUM WITH VELOCITIES EXCEEDING THAT OF LIGHT".

Carta de recusa a Pavel Cherenkov

Ambos os trabalhos foram devolvidos para seus autores. Krebs enviou seu artigo para a revista *Enzymologia* e foi publicado em menos de 2 meses. Cherenkov, agradecido por ter ao menos recebido seu trabalho de volta, apenas trocou o artigo de envelope e o enviou para a revista americana *Physical Review*. O artigo foi publicado como uma carta ao editor em 15 de agosto de 1937.

LETTERS TO THE EDITOR

Prompt publication of brief reports of important discoveries in physics may be secured by addressing them to this department. Closing dates for this department are, for the first issue of the month, the eighteenth of the preceding month, for the second issue, the third of the month. Because of the late closing dates for the section no proof can be shown to authors. The Board of Editors does not hold itself responsible for the opinions expressed by the correspondents.

Communications should not in general exceed 600 words in length.

Visible Radiation Produced by Electrons Moving in a Medium with Velocities Exceeding that of Light

In a note published in 1934¹ as well as in the subsequent publications²⁻⁴ the present author reported his discovery of feeble visible radiation emitted by pure liquids under the action of fast electrons (β -particles of radioactive elements or Compton electrons liberated in liquids in the process of scattering of γ -rays). This radiation was a novel phenomenon, which could not be identified with any of the kinds of luminescence then known as the theory of luminescence failed to account for a number of unusual properties (insensitiveness to the action of quenching agents, anomalous polarization, marked spacial asymmetry, etc.) exhibited by the radiation in question. In 1934 the earliest results obtained in the experiments with γ -rays led S. I. Wawilow⁵ to interpret the radiation observed as a result of the retardation of the Compton electrons liberated in liquids by γ -rays. A comprehensive quantitative theory subsequently advanced by I. M. Frank and I. E. Tamm⁶ afforded an exhaustive interpretation of all the peculiarities of the new phenomenon, including its most remarkable characteristic—the asymmetry.

According to their theory, an electron moving in a medium of refractive index n with a velocity exceeding that of light in the same medium ($\beta > 1/n$) is liable to emit light which must be propagated in a direction forming an angle θ with the path of the electron, this angle being determined by the equation:

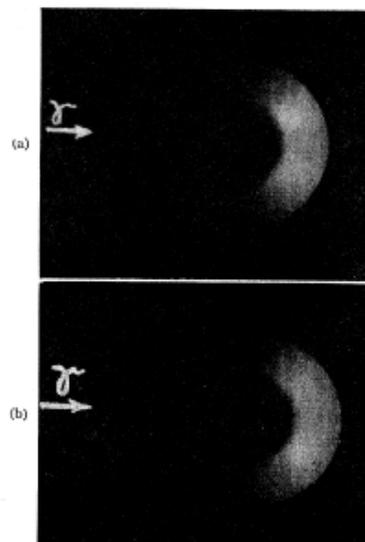


FIG. 2. Photographs showing asymmetry of luminescence. (a) water, $n = 1.337$; (b) benzene, $n = 1.513$.

Trecho da publicação de Cherenkov na revista *Physical Review*

A revista londrina *Nature*, que já era semanal em 1937, ainda não possuía o processo de revisão por pares. Dois episódios marcaram o reconhecimento dos erros nas recusas.

“O pesadelo de um editor é rejeitar um trabalho premiado com o Nobel”, escreveu um editor anônimo da revista *Nature* em 27 de outubro de 1988. “A rejeição da descoberta de Hans Krebs do ciclo do ácido tricarbóxico (ou [ciclo de] Krebs), um pivô do metabolismo bioquímico, continua sendo o erro mais flagrante da *Nature* (até onde sabemos)”.

■ An editor's nightmare is to reject a Nobel-prizewinning paper. Rejected authors not infrequently promise that the nightmare will come true. Hartmut Michel did not issue such a warning when we declined to publish his report of the successful crystallization of the photosynthetic reaction centre, saying that we looked forward to the time when the crystal yielded structural information.

When the first such information — on the bacteriochlorophylls and other prosthetic groups in the complex — became available, Michel and his colleagues published it in the *Journal of Molecular Biology* (180, 385; 1984). But when the structure of the protein subunits emerged, allowing the complete description of the reaction centre, *Nature* was delighted to be able to offer to publish it (318, 618; 1985).

Rejection of Hans Krebs' discovery of the tricarboxylic acid (or Krebs') cycle, a pivot of biochemical metabolism, remains *Nature's* most egregious error (as far as we know). □

*Reconhecimento em 1988 pela revista Nature do erro na recusa ao artigo de
Hans Krebs*

Na edição de 16 de outubro de 2003 a revista publicou o editorial "Coping with peer rejection" ("Lidando com a rejeição dos colegas"), em que reconhece que "relatos de descobertas vencedoras do Nobel rejeitadas destacam o conservadorismo na ciência. Apesar de seus erros de julgamento históricos, os editores de periódicos podem ajudar, mas acima de tudo, os visionários precisarão de pura persistência".

O artigo menciona que nem todas as vítimas ganhadoras do Nobel são totalmente embaraçosas para a revista. No caso de Krebs, segundo o texto, a falha é parcialmente mitigada pelas alegações de que o artigo seria publicado assim que o congestionamento de várias semanas estivesse fora do caminho,

recomendando que o autor o enviasse para outra publicação. Em outros casos, a revista alega apenas ter a coragem de forçar os autores a encurtar seus artigos. Porém, o editorial reconhece que há “*faux pas*” (termo francês usado em língua inglesa para indicar gafes) “indiscutíveis” em sua história. E um dos exemplos seria a rejeição da radiação Cherenkov.

Not all of *Nature's* Nobel-winning casualties are totally embarrassing for us. Our notorious rejection of the Krebs cycle in 1937 is partly mitigated by the fact that we said we would publish it once several weeks' congestion was out of the way, only for Krebs to take it elsewhere. In some cases cited by Campanario, we are accused only of having the nerve to force the authors to shorten their papers.

But there are unarguable *faux pas* in our history. These include the rejection of Cerenkov radiation, Hideki Yukawa's meson, work on photosynthesis by Johann Deisenhofer, Robert Huber and Hartmut Michel, and the initial rejection (but eventual acceptance) of Stephen Hawking's black-hole radiation. Hindsight is always per-

Trecho do editorial de 2003 da revista Nature intitulado “Coping with peer rejection”

Quais seriam as motivações dessa “gafe indiscutível”? E qual a importância de se estudar rejeições como essa?

Os estudos da área de comunicação científica

O editorial da revista *Nature* de 2003 cita trabalhos de Juan Miguel Campanario, professor da Universidade de Alcalá de Henáres, na Espanha. Pesquisador da área de comunicação científica, Campanario possui diversas publicações que analisam a rejeição de revistas científicas a trabalhos. No artigo intitulado “Rejeitando artigos altamente citados: as visões de cientistas que encontram resistência a suas descobertas de outros cientistas”, por exemplo, ele catalogou relatos pessoais de cientistas que tiveram dificuldade em seus trabalhos como rejeição de manuscritos e ceticismo, ignorância ou que foram mal compreendidos.

Ele também recolheu alguns argumentos das próprias revistas sobre artigos problemáticos. As críticas mais comuns eram de que os resultados não eram

avançados o suficiente para justificar sua publicação, não tiveram impacto prático, basearam-se em uma suposição incorreta ou foram baseados em um conceito incorreto.

Por outro lado, o pesquisador espanhol conclui que algumas das rejeições sofridas inicialmente pela comunidade científica, posteriormente receberam citações em outras revistas e que é importante estudar casos desse tipo para esclarecer os processos de avaliação e validação de novas descobertas, e compreender a dinâmica da mudança de crenças, teorias e paradigmas científicos.

Perceber as dificuldades na recepção de um novo conhecimento e a dinâmica das mudanças citadas pelo pesquisador pode ajudar a entender o caso da rejeição de Cherenkov.

Um pouco da história da descoberta de Cherenkov e seu recebimento

No texto de Cherenkov publicado em 1986, o próprio autor reconhece algumas dificuldades que envolviam seu trabalho. Para detectar a luz extremamente fraca e que aparecia de forma muito rápida, ele utilizava um método relativamente novo e que tinha um caráter subjetivo.

O uso do limiar da visão (*threshold of vision*) dependia das condições do observador e de outros fatores como cansaço, falta de sono e até mesmo o humor. Segundo sua filha, Elena Cherenkova, o pai chegava a ficar uma hora em um ambiente extremamente escuro antes de realizar suas observações. E para garantir que tal efeito não fosse um acaso, ele repetiu o processo para mais de 15 líquidos diferentes.

A atmosfera da época era frutífera para estudos envolvendo radiações, mas ao mesmo tempo um terreno um pouco perigoso. Os raios-X haviam dado a Wilhelm Röntgen (1845-1923) o primeiro prêmio Nobel de Física da história, em 1901.



Imagem da mão da esposa de Röntgen, Bertha. Primeira imagem radiográfica da história.

Após a descoberta dos raios X, a busca de novos tipos de radiações invisíveis foi um passo natural.

Returning to the past, I can say it was not particularly a pleasure for me to be aware that my experiments were now and again classified as “spiritualism” and often paralleled with an erroneous effect, the notorious N-rays of Blondlo, which were finally settled by Wood. Of course, sometimes there were pleasant exceptions. I still recall with great pleasure the exclamation by the greatest scientist of that epoch, Niels Bohr – “Wunderbar, Wunderschön”, repeated several times after I demonstrated to him one of the most essential properties of the radiation, namely its space asymmetry.

Trecho do texto de Cherenkov onde ele retrata a repercussão de sua descoberta. At the Threshold of a Discovery (1986)

Ele afirma que seus experimentos “eram de vez em quando classificados como *espiritismo* e muitas vezes comparado a um efeito errôneo, os raios N de Blondlot”. René Blondlot (1849-1930) anunciou em 1903 ter descoberto um novo tipo de radiação penetrante e invisível, semelhante aos raios X, que denominou “raios N”. Nos meses seguintes, vários pesquisadores confirmaram a existência

desses raios e publicaram artigos sobre o assunto. Diversos cientistas, no entanto, obtiveram resultados negativos. No final de 1904, a maior parte da comunidade científica concluiu que a nova radiação não existia. Atualmente, costuma-se considerar que Blondlot cometeu falhas graves e que os raios N eram uma ilusão.

Mas, segundo o físico e historiador da ciência brasileiro Roberto de Andrade Martins é necessário se ter muito cuidado com análises superficiais. Ele é autor do livro “Os "raios N" de René Blondlot: uma anomalia na história da física” em que destaca que Blondlot já era um físico com trabalhos reconhecidos e que foi apoiado por outros grandes cientistas de renome à época. Entender as reações da comunidade científica e as críticas sofridas são alguns dos objetivos do trabalho do professor Roberto Martins.

Segundo Cherenkov, entretanto, às vezes o reconhecimento surgia em exceções agradáveis. “Ainda me lembro com grande prazer da exclamação do maior cientista da época, Niels Bohr - *Wunderbar, Wunderschdn* [do alemão maravilhoso, lindo] repetida várias vezes depois que lhe demonstrei uma das propriedades mais essenciais da radiação, a saber, sua assimetria espacial.”

Aplicação mais atual

Quando um raio gama atinge a atmosfera da Terra, produz uma cascata de partículas de alta energia que dão origem ao fenômeno que foi inicialmente analisado por Cherenkov com elétrons em laboratório. Da Terra, telescópios captam essa luz para analisá-la e obter informações valiosas do raio gama primário que iniciou a cascata e, portanto, sua fonte cósmica. Esta técnica é aplicada no observatório de raios gama Cherenkov Telescope Array (CTA).

Investigar a dinâmica de descobertas como a de Pavel Cherenkov e sua posterior recepção pode ser um importante exercício para a compreensão da ciência, pois a validação de trabalhos científicos é parte importante das justificativas de financiamentos de pesquisadores e pesquisadoras até hoje. Entender como isso tudo funciona e como os desafios são transpostos é essencial tanto para cientistas quanto para jornalistas de ciência.

Ver seu trabalho publicado em uma revista de grande renome e ganhar um prêmio Nobel podem ser dois grandes sonhos na vida de cientistas. É geralmente mais fácil alcançar o primeiro do que o segundo, mas como vimos, nem sempre um trabalho laureado é imediatamente aceito por publicações de grande impacto. As histórias aqui demonstradas podem servir de incentivo aos cientistas atuais ao mostrarem que é possível alcançar o reconhecimento mesmo após rejeições iniciais.

Anexo II – Versão final dos episódios

Clique nos nomes dos episódios para ouvir:

[Episódio 1 \(Piloto\): Ultrapassando a velocidade da luz](#)

[Episódio 2: Despertando](#)

[Episódio 3: Contador Geiger e o Balão de Victor Hess](#)

[Episódio 4: Um chiado no rádio](#)

[Episódio 5: O que é o CTA?](#)