



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA MATEMÁTICA: EXPLORANDO VÍDEOS ONLINE
NO *YOUTUBE* QUE DESENVOLVEM A POPULARIZAÇÃO DA MATEMÁTICA**

Autor	Nadson Carvalho Azevedo
Orientador	Prof. Msc. Manoel Fernandes Braz Rendeiro
Banca	Prof. Dr. Clodoaldo Pires Araújo
Examinadora	Profa. Dra. Lucélida de Fátima Maia da Costa
Resumo	<p>A pesquisa teve como objetivo analisar vídeos disponíveis na plataforma <i>YouTube</i> a fim de encontrar conteúdos que trabalham a Divulgação Científica Matemática, que tornam a matemática mais acessível ao público leigo, contribuindo assim para uma sociedade mais inclusiva e democrática. Este estudo foi motivado pela percepção de que muitos estudantes demonstram resistência à matemática devido à falta de compreensão de sua relevância no contexto educacional e social. A metodologia adotada foi exploratória e descritiva, com uma abordagem qualitativa. Foi necessário estabelecer critérios para a categorização da Divulgação Científica, que incluíram simplificação, clareza, engajamento e relevância, além de critérios de pesquisa na plataforma de vídeos, como palavras-chave e parâmetros de filtragem. Realizamos a análise de conteúdo dos vídeos encontrados, observando que, embora em número limitado, eles refletem o compromisso de profissionais em tornar a ciência mais acessível e compreensível, utilizando as tecnologias digitais e os recursos audiovisuais com o objetivo de democratizar o conhecimento.</p> <p>Palavras-chave: Divulgação Científica. <i>YouTube</i>. Vídeos.</p>
Abstract	<p>The research aimed to analyze videos available on the YouTube platform in order to find content that works on Mathematical Scientific Dissemination, which makes mathematics more accessible to the lay public, thus contributing to a more inclusive and democratic society. This study was motivated by the perception that many students demonstrate resistance to mathematics due to a lack of understanding of its relevance in the educational and social context. The methodology adopted was exploratory and descriptive, with a qualitative approach. It was necessary to establish criteria for the categorization of Scientific Dissemination, which included simplification, clarity, engagement and relevance, in addition to search criteria on the video platform, such as keywords and filtering parameters. We carried out a content analysis of the videos found, observing that, although limited in number, they reflect the commitment of professionals to making science more accessible and understandable, using digital technologies and audiovisual resources with the aim of democratizing knowledge.</p> <p>Keywords: Scientific Divulgtion. <i>YouTube</i>. Videos.</p>

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA MATEMÁTICA: EXPLORANDO VÍDEOS ONLINE NO YOUTUBE QUE DESENVOLVEM A POPULARIZAÇÃO DA MATEMÁTICA

Introdução

Esta pesquisa surgiu em meio ao século XXI marcado pela profusão de tecnologias digitais que permeiam todas as esferas do conhecimento e da vida cotidiana, estabelecendo uma rede global de interconexões. Nessa era da informação, a Divulgação Científica (DC), especialmente no campo da Matemática, deveria ser mais acessível e eficaz, aproveitando os recursos das mídias modernas disponíveis.

Um dos principais problemas para o entendimento da Matemática é a sua expressão escrita, que, devido à formalidade e ao uso de símbolos, torna difícil para alguém que não seja da área de exatas entender e aplicar as produções científicas dessa área de conhecimento no cotidiano.

Nesta pesquisa, buscamos encontrar vídeos online disponíveis na plataforma *YouTube*, desenvolvidos para conteúdos de DC para a Matemática, pois a interatividade dos vídeos tende a propiciar uma experiência envolvente, que pode contribuir para a quebra de barreiras sobre a Matemática, promovendo uma compreensão mais inclusiva e democrática.

Como discente do Curso de Licenciatura em Matemática no Centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP), da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), participei do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) e do Estágio Supervisionado II, onde observei que muitos alunos expressavam aversão pela Matemática devido à falta de compreensão da sua importância no processo educacional e na inserção social.

Nessa perspectiva, a popularização da Matemática por meio da DC em vídeos online é um campo promissor que apresenta desafios complexos, como o de preservar a integridade e precisão dos conceitos matemáticos de forma acessível, sem comprometer sua essência. Sabendo, também, que a Matemática muitas vezes demanda uma abordagem mais aprofundada para uma compreensão completa. Diante do exposto, surge o problema desta pesquisa: quais vídeos disponíveis na plataforma *YouTube* possuem conteúdos que trabalham a Divulgação Científica Matemática?

A partir do problema, idealizamos nosso objetivo geral: analisar vídeos disponíveis na plataforma *YouTube* a fim de encontrar conteúdos que trabalham a Divulgação Científica Matemática. E dele derivamos nossos objetivos específicos, que nortearam as ações desta pesquisa: criar uma categorização que possa identificar conteúdos de Divulgação Científica;

definir parâmetros midiáticos de filtragem para vídeos de conteúdos científicos matemáticos disponíveis na plataforma *YouTube*; avaliar os vídeos filtrados na plataforma *YouTube* que trabalham a Divulgação Científica Matemática.

A pesquisa baseou-se em autores que forneceram sustentação teórica, como Bueno, aos termos e discussões desenvolvidos neste trabalho. O levantamento bibliográfico, físico e/ou digital, ocorreu na biblioteca do CESP/UEA, em revistas, em anais de eventos, em publicações de instituições educacionais e de pesquisa dos últimos 10 anos (Marconi; Lakatos, 2013).

A abordagem foi de natureza qualitativa, porque envolveu a interpretação e um olhar subjetivo sobre os dados coletados, buscando o aprofundamento e a compreensão de um grupo social ou fenômeno estudado, mesmo quanto utilizamos de alguns resultados quantitativos para o conjunto da análise. No que tange à seleção e análise dos vídeos disponibilizados na plataforma *YouTube*, que se caracterizam como de Divulgação Científica Matemática (Brandão, 2001).

A pesquisa foi do tipo exploratória/descritiva. É exploratória porque visou identificar canais de vídeos online que fazem a Divulgação Científica da Matemática, algo ainda não abordado nas pesquisas realizadas no CESP e no Amazonas, o que a torna inédita e potencialmente relevante. É descritiva, pois descreveu todo o processo desenvolvido, desde a seleção dos vídeos até a análise, visando uma compreensão mais abrangente do fenômeno estudado (Gil, 2017).

Utilizamos como método da análise de conteúdo para examinar os resultados da coleta de dados, focando em vídeos que abordem a Divulgação Científica da Matemática, excluindo conteúdos de natureza escolar, como videoaulas (Bardin, 1977).

O artigo foi dividido em três seções para uma melhor apresentação dos resultados obtidos: Divulgação Científica e a categorização de conteúdos, Recursos Audiovisuais e geração de parâmetros midiáticos de filtragem, e Vídeos de Divulgação Científica Matemática.

Divulgação Científica e a Categorização de Conteúdos

Antes de falar sobre Divulgação Científica (DC), é importante comentar um pouco sobre a relevância da comunicação na ciência. Sempre que se fala em ciência, sua produção não se esgota no que é realizado; ela só se completa quando é comunicada, quando a sociedade passa a conhecer o que é produzido. A comunicação na ciência também procura mostrar a importância dela. Além disso, é importante destacar que a comunicação cumpre o papel social da ciência, que é divulgar e expandir para toda a sociedade o conhecimento produzido.

O uso de termos para a comunicação da ciência deve ser discutido e compreendido. Entre esses termos, destacam-se: Difusão Científica, Comunicação Científica, Divulgação Científica e Popularização da Ciência.

A Difusão Científica é o termo mais amplo abordado, onde segundo Bueno (2010) seu conceito trabalha com periódicos, banco de dados, sistemas de informação, bibliotecas, eventos científicos, meios e mídias de comunicação científica. Percebe-se, nesse contexto, um grande guarda-chuva, pois abarca desde mensagens especializadas de publicação de caráter geral a reuniões e programas de TV que fazem essa difusão do trabalho da ciência. Desta forma, entendemos a difusão como algo amplo e a comunicação da ciência e a divulgação científica como específicos.

A Comunicação Científica "diz respeito à transferência de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações e que se destinam aos especialistas em determinadas áreas do conhecimento" (Bueno, 2010, p. 1). É aquela que é feita entre cientistas, com linguagens herméticas que só são conhecidas por quem é da área, referindo-se aos produtos gerados por suas pesquisas.

Quando falamos de Divulgação Científica, trata-se da "utilização de recursos, técnicas, processos e produtos (veículos ou canais) para a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao público leigo" (Bueno, 2009, p. 162). De imediato, vê-se a importância e o diferencial desta difusão específica, onde deve-se ter um cuidado especial com a linguagem com esse público leigo, não especializado.

Diferentemente da Comunicação Científica, que tem uma linguagem mais rebuscada e elaborada, em que os pares dominam todos os jargões da área em que trabalham, a Divulgação Científica tem cautela em atingir todos os públicos de forma que consigam entender o que está sendo dito, traduzindo uma série de jargões, definições e conceitos que são comuns em áreas de domínio dos cientistas para uma linguagem mais próxima destes, em seu dia a dia.

Sobre a Popularização da ciência, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações estabelece que "[...] tem como objetivo contribuir para a promoção e apropriação do conhecimento científico-tecnológico pela população em geral [...]" (Brasil, 2024, p. 1). Esse pensamento é visto em Germano e Kulesza (2006, p. 19), que estabelece que "Popularização é o ato ou ação de popularizar: tornar popular, difundir algo entre o povo.". Aqui percebe-se que o termo popularização não está distante da Divulgação Científica, pois ambos têm conceitos interligados, que é a divulgação da ciência para a população como um todo.

Outras contribuições da Divulgação Científica, em seu processo de trazer informações científicas confiáveis, ocorrem no combate a visões obscurantistas, especialmente na atualidade, como no caso dos terraplanistas, negacionistas e *fake news*. A Divulgação Científica nos fornece elementos para perceber que algumas informações divulgadas não têm embasamento científico ou são incorretas, servindo como um instrumento contra essas realidades.

Devido à importância ímpar da ciência em transformar a sociedade e promover avanços em diversos setores, a Divulgação Científica busca apresentar essa ciência em uma linguagem mais acessível, esse processo propicia a democratização do conhecimento e um olhar mais crítico da população as realidades sociais.

Muitas vezes, os conhecimentos produzidos nas universidades e centros de pesquisa ficam restritos aos seus muros. Embora a comunicação científica seja destinada à academia e se configure como uma discussão entre pares, esses conhecimentos não devem se limitar a isso; eles precisam alcançar a sociedade e serem democratizados. Isso é essencial para retroalimentar a própria universidade, pois o primeiro contato com a ciência, proporcionado pela Divulgação Científica, pode despertar na juventude o interesse em se tornar cientista. A exemplo disso no Estado do Amazonas, subsidiado pela FAPEAM tem-se o Projeto Ciência na Escola (PCE).

Dentro dessa realidade de vários termos e características que definem seus conteúdos, inicialmente destacamos a importância de poder identificar os conteúdos específicos da Divulgação Científica. Para tanto desenvolvemos uma categorização para identificar esses conteúdos, com base em suas principais características, que são apresentadas no quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Categorização com base nas características de conteúdos de Divulgação Científica

Categorias	Descrição	Referência
Simplificação sem perder a precisão	O conteúdo deve traduzir conceitos complexos e termos técnicos em uma linguagem mais simples, sem distorcer os fatos ou perder a precisão científica.	Chassot, 2001
Clareza e Acessibilidade	A linguagem deve ser clara e acessível, evitando jargões científicos que podem ser difíceis para o público leigo entender. O uso de analogias, metáforas e exemplos do cotidiano ajuda a tornar o conteúdo mais compreensível.	Bueno, 2009
Engajamento e Interesse	O conteúdo deve ser atraente e manter o interesse do público, utilizando elementos como narrativas, histórias pessoais de cientistas, curiosidades e perguntas intrigantes.	Massarani e Moreira, 2002
Relevância e Atualidade	Abordar temas que sejam importantes e de interesse para o público, frequentemente ligando a ciência a questões atuais ou aplicáveis ao dia a dia das pessoas.	Lima e Caldas, 2022

Fonte: Elaborado pelo pesquisador com base na pesquisa bibliográfica, 2024.

Com base nas categorias estabelecidas, foi elaborado um formulário avaliativo (Apêndice A) destinado à classificação de vídeos por meio de uma escala de pontuação. Este instrumento permite identificar se o conteúdo de um vídeo se caracteriza como de Divulgação Científica.

Recursos Audiovisuais e Geração de Parâmetros Midiáticos de Filtragem

Os recursos audiovisuais começaram a ser usados na década de 1970, logo após a Segunda Guerra Mundial. No Brasil, esses recursos tiveram vários nomes, segundo Subtil e Belloni (2002): "material audiovisual, técnicas audiovisuais, recursos de ensino, recursos audiovisuais, recursos intuitivos, entre outros."

Nesta pesquisa, nessa discussão inicial, utilizaremos o termo "recursos audiovisuais". Para Lisboa (2014, p. 1), o audiovisual é "[...] um recurso de comunicação que engloba imagens e áudio, trabalhando de forma conjunta na difusão de informações, entretenimento e conhecimento etc. Tem-se como exemplo de audiovisual: a televisão, o cinema e o vídeo."

Hoje, através nos meios de comunicação e na produção de recursos audiovisuais, utilizamos diversas tecnologias digitais como computadores, celulares, tablets, etc. Todos esses dispositivos são usados ou podem ser usados como meio para a divulgação do conhecimento científico.

Segundo Gil (2005), em função do significado, existe a seguinte classificação para os recursos audiovisuais:

- a) recursos visuais (quadro de giz, cartazes, mapas, murais, etc.);
- b) recursos audiovisuais tradicionais (filmes, televisão, etc.);
- c) recursos audiovisuais integrados ao computador (projektor multimídia, softwares, etc.);
- d) recursos auditivos (rádio, músicas, etc.);
- e) recursos audiovisuais baseados na internet (e-mail, videoconferência, etc.).

O desenvolvimento tecnológico permeia diversas áreas da sociedade, como saúde, educação e ciência, ampliando a variedade de recursos audiovisuais disponíveis. Esta pesquisa focaliza os "recursos audiovisuais baseados na internet", que, por meio de aplicativos e sites dedicados ao audiovisual, se tornam mais acessíveis, facilitando a obtenção de informações, sejam elas relacionadas à busca pelo conhecimento ou não.

No contexto das tecnologias digitais, os recursos audiovisuais são integrados às mídias digitais, operando em plataformas online. Essas plataformas representam um dos principais espaços de acesso a conteúdos audiovisuais na contemporaneidade, desempenhando um papel crucial na divulgação de informações relevantes.

Atualmente, existem diversos meios para realizar a Divulgação Científica que transcendem a produção de material acadêmico, como artigos e revistas especializadas. Esses meios incluem também sites e blogs, bem como a produção de conteúdos diferenciados, como vídeos, que oferecem maior acessibilidade ao público e facilitam a compreensão do conhecimento a ser transmitido, especialmente através do uso de recursos audiovisuais.

Vários conteúdos são criados para publicação nas redes sociais, onde se procura resumir ao máximo o conteúdo a ser apresentado, uma característica usada para torná-lo atrativo. Tais mídias, também conhecidas como mídias digitais, incluem *YouTube*, *Facebook*, *Instagram*, *Tiktok*, etc. Nesta pesquisa, dar-se-á enfoque na plataforma de mídia *YouTube*.

O *YouTube* é a plataforma de vídeos de maior alcance mundial, onde há diversos tipos e formatos de vídeos, como música, entretenimento, educação, política, etc. Com quase 20 anos de existência, Reale (2018, p. 45-46) discorre sobre a criação da plataforma:

O YouTube foi criado no vale do Silício em 2005 como uma plataforma para compartilhamento de vídeos amadores artesanais. Adquirido pelo Google um ano depois, a companhia sofreu diversas transformações. [...] Desde essa época, o YouTube se tornou o segundo site mais popular na internet mundial contabilizando mais de um bilhão de usuários.

O funcionamento do *YouTube*, para gerar o maior número de *views* possível, trabalha através de um algoritmo ou “um sistema de gerenciamento de informações que orienta a navegação do usuário e seleciona o conteúdo a ser promovido (Reale, 2018, p. 47-48).

Segundo Reale (2018, p. 46), para gerar mais destaque aos vídeos, o *YouTube*:

É um ambiente de produção que exige estratégias a ponto de conquistar o interesse do outro. Não é apenas a quantidade de cliques que prevalece, mas sim a capacidade de o conteúdo ser engajador e manter conexões após sua publicação. O conteúdo é direcionado e invoca uma troca constante, possibilitando assim a formação de comunidades.

Sendo assim, a plataforma de vídeos é e deve ser utilizada para aumentar o alcance da ciência, democratizando a informação de cunho científico para a população leiga, possibilitando a compreensão de informações antes de difícil acesso.

Os meios de Divulgação Científica são muitos, mas o *YouTube* vem aumentando significativamente a capacidade da ciência de atingir os lares das pessoas menos instruídas. Isso significa que a plataforma deve ser mais explorada para que se atinja um nível de informação em que não haja mais dúvidas ou, pelo menos, que as questões básicas da ciência sejam mais facilmente compreendidas.

Em uma sociedade midiaticizada e conectada em rede, a proposta de popularização da ciência como ferramenta de empoderamento social não pode deixar de considerar os sites de redes sociais como espaço de divulgação da ciência. Cientistas e pesquisadores que possuem interesse e/ou facilidade na comunicação audiovisual têm explorado essas ferramentas, como a plataforma de vídeo YouTube. Há inúmeros canais dedicados a essa temática. Alguns chegam a atrair milhares de usuários, engajando-os em torno de um assunto que com frequência é visto como hermético e que tem pouco impacto social. Os YouTubers têm utilizado todos os recursos dessa plataforma para mostrar o contrário: a ciência faz parte do cotidiano e afeta a qualidade de vida das pessoas. (Carvalho, 2016, p. 11).

A linguagem utilizada nessas plataformas deve ser simples e acessível, visando facilitar o entendimento do conteúdo para pessoas leigas. A escolha da linguagem é crucial para demonstrar e transmitir informações científicas de maneira clara e compreensível.

Nesse contexto, o papel dos *YouTubers*, principais produtores de conteúdo da plataforma, destaca-se por atingir um grande alcance na internet. É fundamental que eles se preocupem em estabelecer uma comunicação eficaz e trabalhem com ênfase nos parâmetros de identificação e busca de seus vídeos, garantindo que suas produções sejam facilmente encontradas e compreendidas pelo público-alvo.

Geração de Parâmetros Midiáticos de Filtragem

Para identificar os vídeos de divulgação científica matemática conforme delineado nesta pesquisa, utilizou-se a barra de pesquisa geral do *YouTube*. O processo baseou-se em dois conjuntos principais de informações: palavras-chave e parâmetros de filtragem, os quais se utilizam dos dados dos vídeos registrados no momento de sua inserção na plataforma.

No que se refere ao uso de palavras-chave, optou-se pela utilização do termo mais abrangente, "Matemática", em conjunto com o termo específico que caracteriza o tipo de vídeo, "Divulgação Científica". A inclusão de outras palavras-chave resultou em uma dispersão excessiva dos resultados de pesquisa, razão pela qual restringimos a busca a apenas esses dois

termos. Para aprimorar a eficácia da pesquisa, empregamos os parâmetros de filtragem avançada (Quadro 2) disponíveis no site do YouTube.

Quadro 2 – Parâmetros de filtragem avançada de pesquisa do YouTube

Parâmetros	Classificação	Descrição
Data de Upload	Última hora; Hoje; Esta semana; Este mês; Este ano	Filtra vídeos por data de publicação
Tipo	Vídeo; Canal; Playlist; Filme	Filtra o tipo de conteúdo
Duração	Menos de 4 minutos Entre 4 e 20 minutos Mais de 20 minutos	Filtra vídeos por duração
Características	Ao vivo; 4K; Alta definição; Legendas/CC; Creative Commons; 360°; VR180; 3D HDR; Local; Comprado	Filtra vídeos por características específicas
Ordenado por	Relevância Data de envio Contagem de visualização Classificação	Classifica vídeos por critérios específicos

Fonte: Site do YouTube (www.youtube.com).

Nessa pesquisa, empregou-se os seguintes parâmetros e critérios de classificação:

- a) data de upload: vídeos publicados neste ano, para garantir um maior alcance temporal de conteúdo produzidos;
- b) tipo: vídeos, devido à natureza específica de nossa investigação;
- c) duração: entre 4 e 20 minutos, tempo que considerou-se adequado para a apresentação de um conteúdo de DC;
- d) características: sem restrições específicas, a fim de abarcar todos os formatos possíveis;
- e) ordenação: por relevância, visando identificar vídeos de maior interesse geral.

As escolhas mencionadas resultaram na criação da base de dados para essa investigação, gerando um resultado mais alinhado com o objetivo de nossa análise, onde encontramos 71 vídeos ao todo.

Vídeos de Divulgação Científica Matemática

A partir da base de dados criada, verificamos de imediato que alguns resultados não se enquadravam com o tipo indicado (vídeo) ou não correspondiam a premissa (palavras-chave) de ser um vídeo de Divulgação Científica Matemática, estes foram descartados.

Para os vídeos restantes, utilizamos o formulário de avaliação para conteúdo de Divulgação Científica (Apêndice A), que gerou uma tabela com a pontuação obtida em cada categoria, a fim de confirmar ou negar se o vídeo era um conteúdo de Divulgação Científica na somatória final. Esse processo aconteceu através da resposta de cinco perguntas, atreladas às categorias idealizadas, onde para cada pergunta havia um conjunto de cinco respostas, cada uma com uma pontuação diferente, estabelecendo o valor recebido por cada categoria. Ao final, conforme a escala de pontuação do formulário, o vídeo que obteve uma pontuação de 01 a 10 não foi classificado como Divulgação Científica, enquanto o vídeo que alcançou uma pontuação de 11 a 20 foi considerado Divulgação Científica.

Na finalização do processo de avaliação dos vídeos, obtivemos 10 produções de Divulgação Científica de conteúdo científico da Matemática, que apresentamos na Tabela 1 abaixo, mostrando os valores alcançados por cada vídeo em cada categoria:

Tabela 1 – Pontuação obtida dos 10 vídeos para as categorias analisadas

Vídeos	Simplificação sem perder a precisão	Clareza e Acessibilidade	Engajamento e Interesse	Relevância e Atualidade	Total
O Paradoxo que quebrou a matemática	5	5	5	5	20
Fractais: como eles aparecem na natureza	4	5	5	5	19
A sequência de Fibonacci e o Número de Ouro (razão áurea)	5	5	5	5	20
A segunda equação mais bela da matemática	5	5	4	4	18
O que é dimensão? 2D, 3D, 4D; dimensão infinita?	5	5	5	5	20
A (verdadeira) origem dos números complexos	4	5	5	4	18
A surpreendente matemática da torre de hanoi (fractais, binários...)	5	5	5	4	19
Como conta até o infinito?	5	5	5	4	19
Como somar frações sem usar mmc / "porque sim" não é resposta	3	3	3	2	11

Pitágoras: por que funciona? Demonstração do teorema de Pitágoras / "porque sim" não é resposta	4	4	2	2	12
----------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---	---	-----------

Fonte: Adaptação da tabela final do formulário de avaliação para conteúdo de DC.

Conforme a tabela verificamos que existem poucas produções de vídeos de DC da matemática, onde a dificuldade está presente aos profissionais de divulgar a ciência em uma linguagem simples. Segundo Santos e Muller (2022), as maiores dificuldades enfrentadas na divulgação científica são o alcance de pessoas, o engajamento de seguidores e a frequências das publicações e etc. tais empecilhos, também corroboram com o fato de que muitos dos divulgadores científicos não se ocupam somente com essa função e nem tem como principal ocupação a divulgação científica, tais fatos impedem a capacidade de divulgação da ciência de maneira mais efetiva, onde em uma análise otimista, os divulgadores teriam maior capacidade de administrar e produzir material para a divulgação.

A partir dos resultados da tabela, pudemos observar que os 10 vídeos alcançaram a pontuação necessária para serem considerados conteúdos de Divulgação Científica, pois obtiveram uma somatória acima de 11 pontos. Oito vídeos apresentaram pontuação com pouquíssima variação entre os critérios, obtendo uma pontuação final praticamente máxima. Já dois vídeos, apesar de serem considerados de Divulgação Científica, tiveram uma variação maior na pontuação, estando no limite estabelecido pelo formulário.

Como finalização, escolhemos os três primeiros vídeos da tabela: “O Paradoxo que Quebrou a Matemática”, “Fractais: Como Eles Aparecem na Natureza?” e “A Sequência de Fibonacci e o Número de Ouro (Razão Áurea)”, que passaram por uma análise de conteúdo. Este é um processo mais subjetivo que utilizou o mesmo conjunto de categorias de conteúdos de Divulgação Científica aplicado no formulário avaliativo, a fim de reafirmar os resultados obtidos para os 10 vídeos como sendo de Divulgação Científica Matemática.

O primeiro vídeo selecionado para análise foi “**O Paradoxo que Quebrou a Matemática**”, do canal Ciência Todo Dia, que oferece uma explicação detalhada e acessível de conceitos complexos na matemática e na lógica. Através de uma narrativa envolvente e exemplos práticos, o vídeo conduz o espectador desde os fundamentos da teoria dos conjuntos até os desafios apresentados pelo paradoxo de Russell e as soluções subsequentes. A inclusão de contextos históricos e científicos enriquece a compreensão do impacto desses conceitos,

mostrando como a matemática evolui através de descobertas e revisões contínuas. Em suma, o vídeo é um excelente recurso educacional que ilustra a beleza e a complexidade da matemática, ao mesmo tempo em que destaca a importância da lógica e do pensamento crítico na resolução de problemas fundamentais.

Conforme o Quadro 1 (Categorização com base nas características de conteúdos de Divulgação Científica), percebeu-se que o vídeo apresenta as seguintes categorias: Simplificação sem Perder a Precisão; Clareza e Acessibilidade; Engajamento e Interesse; Relevância e Atualidade.

Simplificação sem Perder a Precisão: Para explicar o conceito de conjuntos, o vídeo utiliza exemplos práticos como "o conjunto de coisas amarelas" ou "o conjunto de todos os números naturais maiores do que mil". Esses exemplos ajudam a tornar abstratos matemáticos mais concretos e compreensíveis.

Clareza e Acessibilidade: O vídeo consegue explicar conceitos complexos da matemática e da lógica de maneira acessível. Utiliza exemplos cotidianos e uma linguagem simples para definir axiomas e conjuntos, o que facilita a compreensão por parte de um público não especializado.

Engajamento e Interesse: O vídeo contextualiza historicamente os desenvolvimentos matemáticos, mencionando figuras como Georg Cantor, Bertrand Russell e Kurt Gödel. Isso não só ajuda na compreensão do desenvolvimento das ideias matemáticas, mas também humaniza a ciência, mostrando-a como um esforço contínuo e colaborativo.

Relevância e Atualidade: O paradoxo de Russell é apresentado de forma didática, exemplificando como uma simples ideia pode levar a conclusões paradoxais e desafiadoras. A discussão sobre paradoxos é fundamental na Divulgação Científica, pois instiga o pensamento crítico e mostra as limitações e desafios dentro da ciência.

O próximo vídeo selecionado para a análise foi “**Fractais: Como Eles Aparecem na Natureza?**” do canal A Matemaníaca. O vídeo aborda os fractais, começando com a história do matemático Mandelbrot e o papel dos computadores na descoberta desses padrões. Explica a matemática dos fractais usando a função x^2+C ; x^2+1 e uma analogia com a direção de um carro em uma cidade para simplificar o conceito. Exemplos visuais, como paisagens e objetos familiares, mostram a autossimilaridade dos fractais. Destaca-se a importância dos fractais na natureza e em modelos matemáticos, enfatizando sua capacidade de representar características do mundo real de forma idealizada. A abordagem didática combina explicações teóricas, exemplos práticos e analogias, tornando o conteúdo acessível ao público leigo.

Tomando como referência o Quadro 1 (Categorização com base nas características de conteúdos de Divulgação Científica), percebeu-se que o vídeo “Fractais: Como Eles Aparecem na Natureza” tem as seguintes características: Simplificação sem perder a precisão, Clareza e Acessibilidade, Engajamento e Interesse, e Relevância e Atualidade.

Simplificação sem perder a precisão: A explicação sobre a fórmula x^2+C ; x^2+1 e a iteração de funções é apresentada de forma detalhada. Embora o conceito seja complexo, a apresentadora utiliza uma linguagem simplificada e exemplos concretos para facilitar a compreensão. A descrição passo a passo da aplicação da função matemática é uma forma de tornar a ciência acessível ao público leigo.

Clareza e Acessibilidade: Analogias são amplamente utilizadas no vídeo para explicar conceitos difíceis. Por exemplo, a analogia de dirigir um carro numa cidade para ilustrar a iteração de funções e a decisão de virar à esquerda ou continuar em frente. Esse recurso didático torna o conteúdo mais próximo da realidade cotidiana do espectador, facilitando a compreensão. O vídeo faz uso de exemplos visuais e práticos para ilustrar a presença de fractais na natureza. A comparação de fractais com paisagens naturais, como montanhas, nuvens e costas, ajuda a concretizar o conceito abstrato, mostrando suas aplicações e ocorrências no mundo real.

Engajamento e Interesse: O vídeo começa contextualizando historicamente a descoberta dos fractais, mencionando o matemático Mandelbrot e o uso de computadores na década de 1980. Esse enquadramento histórico é uma estratégia de divulgação científica que situa o espectador no tempo e espaço, facilitando a compreensão do desenvolvimento científico. A apresentadora incentiva o público a participar da discussão sobre a natureza da matemática e sua classificação como ciência. Esse convite à interação é uma estratégia de engajamento que envolve o espectador na construção do conhecimento científico.

Relevância e Atualidade: O vídeo discute a importância dos fractais na modelagem matemática e na compreensão de fenômenos naturais. Ao destacar como os fractais captam características do mundo real de maneira idealizada, o vídeo esclarece seu valor científico e prático, aumentando o interesse do espectador pelo tema. A menção a pesquisadoras contemporâneas, como Luna Lomonaco, que ganhou o prêmio L’Oréal para Mulheres na Ciência, exemplifica a continuidade da pesquisa em fractais e a relevância atual do tema. Isso também destaca a participação feminina na ciência, promovendo uma visão mais inclusiva.

O último vídeo selecionado para análise foi “**A sequência de Fibonacci e o Número de Ouro (razão áurea)**” do canal Tem Ciência, o qual aborda a sequência de Fibonacci, popularizada por Leonardo Fibonacci em seu livro 'Liber Abaci' de 1202, que introduziu o

sistema de numeração indo-arábico à Europa. A sequência começa com dois números um, e cada número subsequente é a soma dos dois anteriores. Embora ilustrada com um problema de reprodução de coelhos, sua relevância maior está na aplicação na genealogia dos cromossomos X humanos. A sequência é apreciada pelos matemáticos por suas propriedades, como a relação com o triângulo de Pascal e a aproximação ao número de ouro (1,618), encontrado na natureza e na arte. O vídeo também explora a conexão da sequência com a genética humana e conclui incentivando a inscrição e o compartilhamento do conteúdo, destacando a importância da disseminação do conhecimento.

Baseando-se no quadro 1 (Categorização com base nas características de conteúdos de Divulgação Científica), percebeu-se que o vídeo apresenta as seguintes categorias: Simplificação sem perder a precisão; Clareza e Acessibilidade; Engajamento e Interesse; Relevância e Atualidade.

Engajamento e Interesse: O vídeo apresenta a sequência de Fibonacci, explicando de maneira simples sua formação e relevância. Ao abordar a história de Leonardo Fibonacci, o vídeo contextualiza historicamente a importância da matemática indiana e do sistema de numeração indo-arábico, facilitando a compreensão do impacto desses conceitos no desenvolvimento da matemática moderna.

Clareza e Acessibilidade: A sequência de Fibonacci é explicada de maneira didática, com exemplos claros, como o problema dos coelhos e a genealogia dos cromossomos X. Essas explicações tornam o conceito mais tangível para o público, facilitando a compreensão de uma sequência matemática abstrata e sua aplicabilidade prática. O vídeo destaca a presença da sequência de Fibonacci na natureza, como na disposição das sementes de girassóis, e na arte, como em espirais populares. Esses exemplos ilustram a universalidade e a beleza da sequência, tornando-a mais interessante e relevante para os espectadores.

Simplificação sem perder a precisão: São discutidas as propriedades matemáticas da sequência de Fibonacci, como a relação com o número de ouro e as divisões de termos. Essas propriedades são explicadas de forma acessível, sem exigir conhecimento prévio aprofundado de matemática, o que é uma característica essencial da divulgação científica.

Relevância e Atualidade: Ao mencionar a aplicação da sequência de Fibonacci na genética humana, o vídeo demonstra a relevância contemporânea dos conceitos discutidos, mostrando que a matemática não é apenas uma abstração, mas tem implicações práticas importantes no mundo real. O vídeo estimula a curiosidade científica ao abordar questões abertas, como a infinidade de números primos na sequência de Fibonacci, e ao mostrar como a

sequência está presente em diversos fenômenos naturais e matemáticos. Ao fazer isso, incentiva os espectadores a explorarem mais sobre o tema por conta própria.

Após finalizar a análise de conteúdo dos três vídeos, pudemos confirmar o resultado e oficializar os dez vídeos encontrados no YouTube como sendo caracterizados como Divulgação Científica da Matemática.

Os vídeos também facilitam a compreensão em relação aos assuntos perpassados pelos professores, “[...] os alunos ficam muito motivados quando utilizam recursos tecnológicos nas situações de aprendizagem, pois introduzem novas possibilidades na atividade de ensino” PCN (1998, p. 156). Essa motivação dos alunos está muito ligada ao uso criativo, dinâmico e envolvente das tecnologias nas atividades de ensino, pois, quanto mais motivos os alunos estiverem para aprender, mais eles terão conhecimentos, e conseqüentemente contribuirá para o processo de ensino aprendizagem.

Como recursos pedagógicos as mídias de divulgação da matemática em teoria encurtariam o caminho para a aprendizagem mais eficiente, e com maior índice de absorção do conteúdo por parte do estudante.

Segundo Neves, Fontes e Silva (2022), abordam que a construção do conhecimento matemático se realiza quando o discente ao assistir um vídeo ele possa relaciona-lo com todas as outras atividades e elementos da aula, consegue ampliar o significado do conceito e reorganizar o pensamento. Os vídeos apresentados neste artigo são enriquecedores para aplicação em sala de aula, pois, todos tem uma linguagem de fácil compreensão, o que significa que os alunos podem se interessar pelo conteúdo, trata-se de conteúdos muitas vezes novos para esses alunos, o que pode despertar curiosidade em pesquisar mais sobre a matemática.

Considerações Finais

A pesquisa sobre os vídeos de divulgação científica matemática encontrados na plataforma do *YouTube* emerge como uma investigação de relevância no cenário atual, onde os recursos tecnológicos e midiáticos funcionam como facilitadores e promotores da popularização desses conteúdos científicos na sociedade. Esses vídeos representam um mecanismo de democratização do conhecimento científico aplicável em diversos campos, inclusive na educação.

Os objetivos propostos foram alcançados mediante a criação de uma categorização precisa dos conteúdos de DC, empregada na elaboração de um formulário avaliativo utilizado

na pesquisa, e na definição dos parâmetros midiáticos eficazes para a filtragem desses conteúdos no *YouTube*. A análise dos vídeos selecionados evidenciou que, embora escassos, os vídeos de Divulgação Científica Matemática conseguem traduzir conceitos matemáticos complexos para uma linguagem acessível e envolvente, alcançando o público leigo e fomentando uma melhor compreensão da matemática.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, enfrentamos diversas dificuldades, como a vasta quantidade de conteúdos disponíveis no *YouTube*, o que dificultou a seleção inicial dos vídeos. Adicionalmente, encontramos desafios na análise de conteúdo, que exigiu critérios rigorosos para garantir que os vídeos cumprissem efetivamente o papel de Divulgação Científica. Superamos esses obstáculos por meio de uma metodologia bem estruturada e do uso de ferramentas de filtragem e categorização desenvolvidas especificamente para este estudo, assegurando a representatividade e a qualidade dos vídeos escolhidos.

Enfim, a pesquisa revelou a existência de vídeos na perspectiva investigada, mesmo que em número limitado, onde profissionais dedicados à produção desses conteúdos científicos desempenham um papel relevante. Eles utilizam a interatividade digital (tecnologia e mídia) e os princípios da divulgação científica para criar materiais de alta qualidade visando democratizar o conhecimento. Como desdobramento, sugere-se que pesquisas futuras possam explorar a identificação desses profissionais e o uso de outras plataformas digitais e mídias sociais para os mesmos fins.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRANDÃO, Z. **A dialética macro/micro na sociologia da educação**. Cadernos de Pesquisa. São Paulo, SP, n. 113, p. 153-165, jul. 2001.

BRASIL. **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**. A popularização da ciência e tecnologia e a divulgação científica. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/popularizacaoCeT/_cientifica/A_popularizacao_da_ciencia_e_tecnologia_e_a_divulgacao_cientifica.html?>. Acesso em: 20 mai. 2024.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998, p. 140-156-45.

BUENO, W. C. B. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Inf. Inf.**, Londrina, v. 15, n. esp, p. 1 - 12, 2010.

BUENO, W.C. B. Jornalismo científico: revisitando o conceito. In: VICTOR, C.; CALDAS, G.; BORTOLIERO, S. (Org.). **Jornalismo científico e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: All Print, 2009. p.157-78.

CARVALHO, M. C. **Divulgação Científica no YouTube: Narrativa e Cultura Participativa nos Canais Nerdologia e Peixe Babel**. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação em São Paulo. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://portalintercom.org.br/anais/nacional2016/resumos/R11-2014-1.pdf>>. Acesso: 02 jun. 2024.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para educação**. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2001.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 7–25, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1546>. Acesso em: 29 jun. 2024.

GIL, A. C. **Metodologia do Ensino Superior**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIMA, L. C. B.; CALDAS, M. G. C. Entenda o que é divulgação científica e por que ela é necessária. **UniFOA**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.unifoa.edu.br/divulgacao-cientifica-por-que-e-necessaria/>>. Acesso em: 29 jun. 2024.

LISBOA, D. M. **Vídeos didáticos no ensino de ciências: uma análise das propostas apresentadas nos Enpec de 2009, 2011 e 2013**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Faculdade UnB Planaltina, Planaltina, 2014. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/9714/1/2014_DomingasMendesLisboa.pdf. Acesso dia 02 de junho de 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. **Metodologia do Trabalho Científico**. Ed. 7 - São Paulo: Editora Atlas S.A, 2013.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002.

NEVES, L. X.; FONTES, B. C.; SILVA, S. E. P. Reflexões sobre o uso e a produção de vídeos no ensino de matemática. **Editora Científica Digital**. v. 1, p. 291 - 310, 2022. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220207955.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

REALE, M. V. **O sabor do saber: Divulgação Científica em interação no YouTube**. Dissertação de Mestrado em Comunicação e Semiótica. PUC. São Paulo, 2018.

SANTOS, L. O.; MÜLLER, K. B. Caracterização do atual cenário da divulgação científica brasileira em mídias digitais a partir do levantamento dos perfis de divulgadores científicos.

JCOM – América Latina 05 (02), A01, p. 1-19, 2022. Disponível em:
<https://jcomal.sissa.it/article/pubid/JCOMAL_0502_2022_A01/>. Acesso: 26 jul. 2024.

SUBTIL, M. J.; BELLONI, M. L. Dos audiovisuais à multimídia: análise histórica das diferentes dimensões de uso dos audiovisuais na escola. *In*: BELLONI, M. L. (org.). **A formação na sociedade do espetáculo**. São Paulo: Loyola, 2002.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força e sabedoria para concluir esta etapa tão importante da minha vida. Aos meus pais, Niquison Azevedo e Léa Carvalho, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por acreditarem em mim em todos os momentos. Aos meus irmãos, pela parceria e incentivo que sempre me motivaram a seguir em frente. Aos amigos, pela compreensão, paciência e por estarem sempre ao meu lado, celebrando cada pequena vitória. Ao meu orientador, pela dedicação, orientação e por compartilhar seu conhecimento, contribuindo decisivamente para a realização deste trabalho. E à professora Lucélida, pela inspiração e ensinamentos valiosos durante a disciplina.

APÊNDICE A

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO PARA CONTEÚDO DE DC

Critério	Perguntas	5 pontos	4 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos	Pontos Obtidos
Simplificação sem perder a precisão	O conteúdo consegue explicar conceitos científicos complexos de forma que qualquer pessoa possa entender?	Sim, de forma clara e acessível	Sim, mas com algumas partes difíceis de entender	Mais ou menos, algumas partes são muito técnicas	Não muito, muitos termos técnicos sem explicação	Não, é muito técnico e difícil de entender	
Clareza e Acessibilidade	A linguagem utilizada é simples e direta, sem usar muitos termos técnicos?	Sim, é fácil de entender para qualquer pessoa	Sim, mas às vezes usa termos que precisam de explicação	Mais ou menos, algumas partes são confusas	Não muito, muitos termos técnicos sem explicação	Não, usa linguagem muito técnica e difícil de acompanhar	
Engajamento e Interesse	O conteúdo mantém o interesse do público ao utilizar exemplos práticos, histórias ou imagens interessantes?	Sim, é envolvente e interessante do início ao fim	Sim, mas algumas partes são menos envolventes	Mais ou menos, algumas partes são monótonas	Não muito, falta criatividade para manter o interesse	Não, é monótono e pouco envolvente	
Relevância e Atualidade	O conteúdo aborda temas atuais e relevantes para a sociedade ou para um público específico?	Sim, é extremamente relevante e atual	Sim, mas poderia ser mais específico ou abrangente	Mais ou menos, alguns temas são relevantes, outros não tanto	Não muito, falta conexão com questões atuais	Não, os temas abordados são obsoletos ou irrelevantes	
Pontuação Final	Total de Pontos Possíveis: 20 pontos						

SOMA DOS PONTOS

Crítérios	Pontos
Simplificação sem perder a precisão	
Clareza e Acessibilidade	
Engajamento e Interesse	
Relevância e Atualidade	
Máximo de 20 pontos	

AVALIAÇÃO FINAL

Pontuação	Classificação
De 00 a 10	Não é Divulgação Científica
De 11 a 20	É Divulgação Científica

APÊNDICE B
VIDEOS ANALISADOS

QUANTIDADES	VIDEOS	LINKS
01	O Paradoxo que quebrou a matemática	https://youtu.be/fpXlGqhO2Fk?si=oRl-RT8d9I0AycMk
02	Fractais: como eles aparecem na natureza	https://youtu.be/QNXHhgwCBXk?si=_x1MecffN4dRtFtc
03	A sequência de Fibonacci e o Número de Ouro (razão áurea)	https://youtu.be/YG_iQ8oigaw?si=7xGgbZb9qJM8kuo5
04	A segunda equação mais bela da matemática	https://youtu.be/YQdVa-avDAk?si=FAoH37Myk_zJT8L
05	O que é dimensão? 2D, 3D, 4D; dimensão infinita?	https://youtu.be/GEDeWobYYFM?si=rXOJS62r5FONHK-c
06	A (verdadeira) origem dos números complexos	https://youtu.be/rApYX4n8ut4?si=glY7TS1dQ2JodRik
07	A surpreendente matemática da torre de hanoi (fractais, binários...)	https://youtu.be/CLouA-TA6nc?si=cppETRmzyjJzf8oP
08	Como conta ate o infinito?	https://youtu.be/OqWsy2n-un0?si=S3nA-z4G_AZZ7Q3N
09	Como somar frações sem usar mmc / "porque sim" não é resposta	https://youtu.be/xKLS73pY4I0?si=UfL762Esb48ZQ9cP
10	Pitágoras: por quê funciona? Demonstração do teorema de Pitágoras / "porque sim" não é resposta.	https://youtu.be/knlRglZFLkE?si=klU0XgMjYsEjUjEd