**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**WELLINGTON CANTIDIO DA SILVA LIMA**

# PRODUÇÃO DE VÍDEO SOBRE O SISTEMA CRISPR-*cas* PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM AMBIENTE DIGITAL

Maceió - AL
2023

**WELLINGTON CANTIDIO DA SILVA LIMA**

# PRODUÇÃO DE VÍDEO SOBRE O SISTEMA CRISPR-*cas* PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM AMBIENTE DIGITAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas como requisito básico para a conclusão do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora Prof. Dra. Lara Mendes de Almeida

Maceió - AL
2023

**Catalogação na fonte**
**Universidade Federal de Alagoas**
**Biblioteca Central**
**Divisão de Tratamento Técnico**
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

L732p Lima, Wellington Cantidio da Silva.
Produção de vídeo sobre o sistema CRISPR-Cas para divulgação científica em ambiente digital / Wellington Cantidio da Silva Lima. – Maceió, 2023.
53 f. : il.

Orientadora: Lara Mendes de Almeida.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas: licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 50-53.

1. Divulgação científica. 2. Linguagem audiovisual. 3. Sistema CRISPR-Cas. I. Título.

CDU: 372.857

Ao meu querido pai, Cantidio Francisco de Lima Filho, por compartilhar comigo o amor pela coletividade.

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Cinthia Maria, por ser para hoje e sempre o maior exemplo de força e determinação na minha vida. À minha irmã, Cantydiane Cinthia, por todo o conforto que me foi proporcionado apenas pela razão de sua existência. Ao meu irmão, Lucas Felipe, por todo suporte e companheirismo. À minha cunhada, Larissa Stefane, por sempre escutar sobre os meus anseios. À minha avó, Maria Rita, por ser a minha segunda mãe.

À Profa. Dra. Lara Mendes, uma figura de extrema importância ao longo da minha jornada de formação enquanto estudante e indivíduo. Todos os dias, expresso minha gratidão pela oportunidade de colaborarmos juntos.

Aos meus amigos, Bryan Hudson, Gabriel Ferreira, Matheus Nascimento, Letícia Tavares, Lilian Rebeca, Crislayne Silva, Amanda Santana, João Victor, Pedro Lucas, por estarem ao meu lado, compartilhando bons momentos e oferecendo valiosos conselhos sobre os desafios da vida.

À Dianelly Evans, agradeço por sua contribuição essencial no processo de concepção e produção dos recursos audiovisuais e, além disso, por ter enriquecido minha vida com memórias singulares e intermináveis.

Agradeço profundamente a todos os familiares que, de maneira direta ou indireta, desempenharam um papel fundamental no meu sucesso acadêmico. Quero expressar meu especial reconhecimento a Josivaldo Gomes, Wedeja Bezerra, Lucimeire Tavares, Soraia Anacleto, Itaro Mikael, Arthur Correia e a todos os outros membros da família pelo apoio inestimável que me proporcionaram.

Sou profundamente grato ao Laboratório de Controle e Qualidade de Alimentos (LCQA). Minha experiência como bolsista neste laboratório foi essencial para o meu desenvolvimento como pesquisador e professor. Tive a oportunidade de participar de diversos projetos de pesquisa que ampliaram minha compreensão no campo e me proporcionaram experiências valiosas. Além disso, quero expressar minha gratidão a todas as pessoas com quem tive o privilégio de trabalhar nesse espaço ao longo dos anos. Seu apoio e colaboração foram fundamentais para o meu crescimento profissional e acadêmico.

Ao colega Natan Souza, expresso minha gratidão por sua valiosa contribuição na prática da produção audiovisual.

Quero estender minha sincera gratidão a todos os professores de graduação que desempenharam um papel fundamental em minha formação acadêmica. Em especial, quero agradecer à Profa. Lilian Carmen, ao Prof. Aleilson Rodrigues e ao Prof. Saulo Nicácio. Suas orientações, conhecimentos e dedicação à educação foram inestimáveis para o meu crescimento. Suas contribuições moldaram meu percurso acadêmico e foram essenciais para o meu desenvolvimento. Obrigado por serem fontes de inspiração e por compartilharem seu conhecimento de maneira tão generosa.

*“O novo sempre vem.”*

*(Antônio Carlos Belchior)*

## RESUMO

No cenário atual, a comunicação científica desempenha um papel fundamental na aproximação da ciência e da sociedade o que possivelmente pode contribuir para mitigar fenômenos anti científicos como as *fake news*. Com os avanços tecnológicos e a crescente disponibilidade de meios de comunicação, a linguagem audiovisual tem se destacado como uma ferramenta poderosa na divulgação de conceitos científicos complexos. Este trabalho se propõe a explorar essa eficácia da linguagem audiovisual como uma ferramenta de divulgação científica, com foco especial na compreensão pública de conceitos relacionados ao sistema *CRISPR-Cas,* que pelo seu potencial de edição genética consolidou-se como um tópico de extrema relevância no meio científico. Uma revisão da literatura foi realizada para examinar os campos da divulgação científica e da linguagem audiovisual, identificando os conceitos-chave, melhores práticas e tendências contemporâneas que orientam a comunicação científica no contexto digital a fim de desenvolver uma metodologia de produção a partir desses conceitos. Em seguida, a pesquisa se aprofundou na organização dos fundamentos biológicos do sistema *CRISPR-Cas*, juntamente com um exame detalhado de sua história e evolução na edição de genomas, uma vez sendo estabelecido como um tópico de relevância atual sendo assim estabelecido como tema para o vídeo. A compreensão desses conceitos é crucial para transmitir informações científicas de maneira clara e precisa ao público, isto significa que o divulgador deve desenvolver domínio sobre o tema para desenvolver uma narrativa adequada. Além disso, este trabalho se dedicou a analisar a aplicabilidade das técnicas e estratégias envolvidas na produção de vídeos de divulgação científica utilizando a linguagem audiovisual, oferecendo ao final um vídeo de divulgação científica representando um produto final e portanto a condensação das concepções sobre a produção audiovisual. As conclusões e descobertas deste estudo resultaram na formulação de recomendações práticas direcionadas a criadores de conteúdo e instituições que buscam utilizar a linguagem audiovisual de maneira eficaz na divulgação científica. Essas diretrizes enfatizam as boas práticas e apontam os desafios que devem ser considerados ao criar conteúdo audiovisual relacionado à ciência.



**Palavras-chave:** Divulgação científica, linguagem audiovisual, sistema CRISPR-cas.

**ABSTRACT**

In the current scenario, scientific communication plays a crucial role in bridging the gap between science and society, which can potentially contribute to mitigating anti-scientific phenomena such as *fake news*. With technological advancements and the growing availability of media, audiovisual language has emerged as a powerful tool for disseminating complex scientific concepts. This work aims to explore the effectiveness of audiovisual language as a tool for scientific outreach, with a special focus on the public understanding of concepts related to the *CRISPR-Cas* system, which, due to its potential for genetic editing, has become an extremely relevant topic in the scientific community. A literature review was conducted to examine the fields of scientific communication and audiovisual language, identifying key concepts, best practices, and contemporary trends guiding scientific communication in the digital context. The goal was to develop a production methodology based on these concepts. Next, the research delved into the biological fundamentals of the *CRISPR-Cas* system, along with a detailed examination of its history and evolution in genome editing. As it has established itself as a topic of current relevance, it was chosen as the theme for the video. Understanding these concepts is crucial for conveying scientific information clearly and accurately to the public, meaning that the communicator must have a mastery of the subject to develop an appropriate narrative. Furthermore, this work dedicated itself to analyzing the applicability of techniques and strategies involved in the production of scientific outreach videos using audiovisual language, ultimately providing a scientific outreach video as the final product, representing the culmination of ideas about audiovisual production. The conclusions and findings of this study led to the formulation of practical recommendations aimed at content creators and institutions seeking to use audiovisual language effectively in scientific outreach. These guidelines emphasize best practices and highlight the challenges that should be considered when creating audiovisual content related to science.

**Keywords:** Scientific communication, audiovisual language, CRISPR-cas system.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Os passos da imunidade mediada pelo CRISPR.

**Figura 2:** Mapa mental sobre o processo de busca de informações e a escolha do tema.

**Figura 3:** Definição do tema geral do vídeo.

**Figura 4:** Definição dos temas específicos do vídeo.

**Figura 5:** Definição das informações que serão abordadas no vídeo.

**Figura 6:** Estabelecimento de possíveis títulos para o vídeo.

**Figura 7:** Seleção das referências para o vídeo.

**Figura 8:** Introdução da narração do vídeo.

**Figura 9:** Desenvolvimento da narração do vídeo.

**Figura 10:** Definição do storyboard.

**Figura 11:** Página inicial da plataforma Eleven Labs

**Figura 12:** Página inicial do editor de vídeos do Canva

**Figura 13:** Primeiro quadro do vídeo final.

**SUMÁRIO**

**1. INTRODUÇÃO……..…..  3**
**2. REFERENCIAL TEÓRICO……..... 13**
**2.1 A função social do conhecimento científico..……..... 13**
**2.2 A linguagem audiovisual como ferramenta para divulgação científica…….. 16**
**2.3 A responsabilidade do divulgador científico……. 19**
**2.4 A importância do sistema CRISPR-cas…… 20**
**2.5 Os processos da produção audiovisual……... 23**
**3. METODOLOGIA…….. 29**
**3.1 A busca por informações e a escolha do tema na produção audiovisual…… 29**
**3.1.1 Estabelecendo a abordagem…….…… 30**
**3.2 A produção de roteiros……...… 30**
**3.2.1 Roteiro base……... 32**
**3.2.2 Roteiro para narração…….. 36**
**3.2.3 Produção do storyboard……...… 40**
**3.3 Estágio final da produção audiovisual……... 43**
**3.3.1 Inteligência artificial para narração……... 44**
**3.3.2 Programas de edição de vídeo…….. 45**
**4. RESULTADOS E DISCUSSÃO……..... 47**
**5. CONSIDERAÇÕES FINAIS…… 48**
**6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS……. 50**

# 1 INTRODUÇÃO

A disseminação de desinformação científica, em parte impulsionada pelas *fake news*, está principalmente relacionada ao crescente questionamento da integridade da pesquisa científica por parte das instituições de ensino. Esse ceticismo é ainda mais amplificado no contexto digital. A internet representa uma revolução na forma como as informações são acessadas e absorvidas, o que pode ser tanto uma característica positiva quanto negativa desse meio. Esse fenômeno, exemplificado, por exemplo, pelo surgimento do movimento antivacinação e pela crença no terraplanismo, pode resultar em práticas anti-científicas contemporâneas. Essas práticas frequentemente criam um antagonismo entre essas duas perspectivas, que interagem de maneira desigual. Isso pode ser altamente perigoso quando aplicado a campos do conhecimento científico que desempenham um papel fundamental na sociedade, seja para garantir uma melhor qualidade de vida ou para manter o equilíbrio entre as atividades humanas e a natureza.

Embora a desigualdade no acesso ao conhecimento científico tenha sido amplamente moldada por fatores socioeconômicos e culturais ao longo do tempo, também é crucial considerar um fator significativo relacionado à distinção conceitual entre dois campos do conhecimento: a comunicação científica e a divulgação científica. Enquanto a comunicação científica é uma prática que ocorre predominantemente dentro das academias, onde os pares compartilham informações entre si, a divulgação científica, por outro lado, visa disseminar esse conhecimento para além de seu contexto original (Bueno, 2009). Seu objetivo é alcançar um público não especializado e criar um impacto de natureza científico-cultural, assumindo assim um caráter mais social (Valerio e Pinheiro, 2008, p. 161). É evidente que a comunicação científica é uma prática que ocorre com frequência no ambiente científico, porém, a divulgação científica nem sempre recebe a devida atenção e não é necessariamente considerada como uma prática fundamental na realidade da pesquisa científica no Brasil. Para abordar essa situação, é essencial buscar alternativas que possam envolver a maior parte da população no acesso ao conhecimento científico, promovendo uma compreensão mais profunda de sua relevância e das instituições responsáveis pela produção desse conhecimento. Portanto, é interessante explorar as funcionalidades e utilidades das tecnologias no processo de divulgação científica. Além disso, é importante oferecer um produto informativo que seja atrativo tanto do ponto de vista tecnológico quanto visual, alinhando-se com as tendências e lógicas de entretenimento contemporâneas.

A falta de acesso ao conhecimento científico produzido por instituições de ensino e pesquisa é um desafio significativo que afeta não apenas a qualidade das informações disponíveis, mas também a relação entre essas instituições e a sociedade em geral. Essa lacuna de acesso compromete a capacidade das pessoas de se manterem informadas e atualizadas sobre avanços científicos e tecnológicos, o que pode resultar em uma série de consequências negativas.

A carência de acesso ao conhecimento científico acarreta uma série de implicações negativas, sendo uma das mais preocupantes a propagação de informações falsas e desinformação. Quando o acesso a fontes confiáveis de informações científicas é limitado, a sociedade se torna mais vulnerável a acreditar em informações não verificadas ou teorias conspiratórias que se propagam pelas redes sociais. Essa vulnerabilidade pode levar a tomadas de decisão prejudiciais à saúde, ao meio ambiente e ao bem-estar geral da sociedade. É essencial combater essa lacuna de acesso ao conhecimento científico para promover uma sociedade mais informada e capaz de tomar decisões embasadas em evidências (Lopes, 1998, p. 166).

No longo prazo, essa lacuna de acesso ao conhecimento científico tem consequências prejudiciais para o desenvolvimento cultural, social, científico e tecnológico de uma sociedade.

> A situação atual, em que uma ciência altamente desenvolvida fica quase isolada da cultura literária tradicional, é completamente anômala e não pode perdurar. Nenhuma cultura pode permanecer indefinidamente separada das idéias práticas dominantes da época, sem degenerar em futilidade pedante. Não é necessário imaginar, no entanto, que a assimilação da ciência e da cultura provavelmente ocorrerá sem modificações muito sérias na estrutura da própria ciência. (Bernal, 1938).

O combate à desinformação científica e o fomento da capacidade crítica são essenciais para o desenvolvimento individual e coletivo, bem como para o progresso de um país. É uma responsabilidade compartilhada de governos, instituições educacionais, cientistas e a sociedade em geral assegurar que informações confiáveis e a capacidade de discernimento sejam promovidas como elementos vitais de uma sociedade informada e progressista.

Portanto, é possível reconhecer a importância da divulgação científica na luta contra a desinformação. Isso exige a adaptação do conhecimento científico para essas plataformas, permitindo assim a oferta de divulgação científica de alta qualidade, que seja ao mesmo tempo acessível e envolvente.

A capacidade crítica é fundamental para garantir a qualidade das interações sociais e, por sua vez, é essencial para o progresso de um país em várias esferas, incluindo ciência, tecnologia, economia e cultura.

Com o aumento do uso dos espaços digitais para a disseminação de informações falsas, tornou-se imperativo desenvolver um conteúdo antagônico. Esse contraponto pode assumir várias formas de conteúdo, desde que seja fundamentado cientificamente e, ao mesmo tempo, acessível e adaptado às tendências desses ambientes digitais. Isso inclui a promoção de educação em mídia, disseminação de informações baseadas em evidências e o envolvimento ativo da comunidade científica e educacional na comunicação pública.

Com base nessas considerações é possível compreender a necessidade de criar conteúdos em formato de vídeo que promovam a divulgação científica abordando temas relevantes para a sociedade contemporânea. Nesse sentido, a pesquisa seleciona o sistema CRISPR-Cas (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat*), que é um tópico científico que surgiu na contemporaneidade possui extrema relevância, com o objetivo de aumentar a familiaridade da população com esse assunto. Este sistema tem a capacidade de remodelar fundamentalmente nossa compreensão da natureza da vida, sua evolução e desenvolvimento. Portanto, é um conhecimento de extrema importância. Esta pesquisa se utiliza da linguagem audiovisual para destacar a significância do sistema CRISPR-Cas, explicando seu funcionamento, suas aplicações, sua origem e os aspectos revolucionários que tornam essa ferramenta de edição de genomas tão relevante.

Este trabalho investiga e analisa a eficácia da linguagem audiovisual como uma poderosa ferramenta de divulgação científica. Ele discute as técnicas e estratégias envolvidas na comunicação por meio dessa mídia e como podem facilitar a compreensão pública de conceitos científicos relacionados ao sistema CRISPR-Cas. O objetivo é analisar a aplicabilidade de cada etapa da produção do vídeo usando a linguagem audiovisual para criar um produto de divulgação científica acessível, envolvente e informativo. Além disso, pretende-se elaborar recomendações práticas para criadores de conteúdo e instituições que desejam utilizar a linguagem audiovisual de maneira eficaz na divulgação científica, destacando boas práticas e desafios a serem considerados. Este trabalho busca contribuir para o desenvolvimento do conhecimento acadêmico na área de divulgação científica, demonstrando o potencial da linguagem audiovisual como uma ferramenta valiosa para aproximar a ciência do público em geral.

# 2. REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 A FUNÇÃO SOCIAL DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

A disseminação do conhecimento científico ao longo dos anos tem sido notável. Hoje, podemos afirmar que a ciência desempenha um papel indispensável na nossa convivência social, pois está profundamente entrelaçada com os conceitos de cultura e no desenvolvimento de indivíduos críticos e pensantes.

> Juntamente com a meta de proporcionar o conhecimento científico e tecnológico à imensa maioria da população escolarizada, deve-se ressaltar que o trabalho docente precisa ser direcionado para sua apropriação crítica pelos alunos, de modo que efetivamente se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como cultura (Cortez, 2002, p34).

A disseminação de desinformação na sociedade contemporânea, amplamente impulsionada pelo uso de meios de comunicação digitais, é exemplificada como um fenômeno notório pelas *fake news*, como destacado por Gelfert (2018). Esse tipo de comportamento é ocasionado pelo distanciamento da população do conhecimento científico produzido no país, o que normalmente ocasiona movimentos de negacionismo científico. Esses movimentos estiveram presentes em diferentes momentos da história sendo um dos seus maiores expoentes atuais o movimento anti vacinas. Como evidencia Centamori (2019), aproximadamente 16,5% dos pais brasileiros não confiam em vacinas, segundo estudo feito por pesquisadores da Faculdade São Leopoldo Mandic, de Campinas. Há também a identificação de Garcia (2019), que pontua uma pesquisa produzida pelo Instituto Datafolha de julho de 2019 em que cerca de 7% dos brasileiros acreditam que a Terra seja plana.

Essas ideias podem ser particularmente perigosas, uma vez que questionam a credibilidade das instituições que produzem o conhecimento científico e colocam em dúvida a sua necessidade. Isso nos leva a reconhecer que a disseminação do conhecimento científico não deve depender exclusivamente das escolas, uma vez que é fundamental explorar ferramentas alternativas para abordar esses problemas, que têm uma amplitude que vai além do ambiente escolar, como argumentado por Pivaro (2019). Os ideais de formação de indivíduos críticos e preparados para a vida em sociedade são associados principalmente ao ambiente escolar. No entanto, o ambiente digital desempenha um papel relevante nesse contexto, como mencionado por Cortez (2002). Embora o autor tenha abordado desafios que agora podem parecer obsoletos, suas ideias ainda são altamente adaptáveis aos dias atuais. Ele destaca a educação do futuro, que busca alcançar diversos objetivos educacionais, incluindo a melhoria da qualidade do ensino e da disseminação do conhecimento. Para isso, ele enfatiza a importância da integração da educação e do conhecimento científico com as tecnologias da informação e comunicação.

> Como os resultados do conhecimento científico e tecnológico permeiam a vida cotidiana de modo sem precedentes, esse desafio vem sendo contínuo e sistematicamente exposto nos últimos 20 anos, com respostas muito acanhadas de todo o sistema escolar, incluindo a graduação. [...] Mantém-se o desafio de incorporar à prática docente e aos programas de ensino os conhecimentos de ciência

> e tecnologia relevantes para a formação cultural dos alunos, sejam os mais tradicionais, sejam os mais recentes e desequilibrantes (Cortez, 2002, p36).

Além da qualidade do conhecimento científico, a acessibilidade a esse conhecimento é igualmente importante. Desde o século XIX, temos observado vários pensadores de diferentes áreas do conhecimento defendendo a ampliação desse acesso. Muitas vezes, essa questão está intrinsecamente ligada ao aspecto político, com muitos países incorporando em suas agendas a discussão sobre a promoção da ciência para todos, como destacado por Fensham (1997). Essa iniciativa tem por objetivo assegurar direitos fundamentais para os cidadãos, que abrangem aspectos econômicos, utilitários, culturais, democráticos e morais, conforme proposto por Millar (2002), Osborne (2000), Thomas e Durant (1987) e Wellington (2001).

Na infância, é possível afirmar que o ambiente escolar, além do ambiente familiar, desempenham papéis cruciais na formação do pensamento crítico e científico de um indivíduo. No entanto, de acordo com Nelkin (1987), o contato com informações e uma parte significativa do processo de desenvolvimento do pensamento crítico são influenciados pela midiatização da ciência. Isso implica que a exposição a informações científicas muitas vezes ocorre por meio de veículos midiáticos, como jornais, programas de televisão e outros meios de comunicação. No entanto, nos dias atuais, fica evidente que, embora a mídia continue a desempenhar um papel vital no processo de formação do pensamento, o advento da internet definiu uma nova perspectiva nesse processo. Essa tecnologia está integrada a diversos aspectos da vida em sociedade, e, como resultado, o conhecimento científico é naturalmente influenciado por essa transformação. Assim, torna-se evidente a necessidade de buscar uma educação voltada para o futuro. A utilização das mídias digitais, incluindo as redes sociais, desempenha um papel crucial no desenvolvimento da divulgação científica, que por sua vez contribuirá para o sucesso desse empreendimento. Isso assegurará o acesso a um conhecimento científico de alta qualidade, adaptado a um contexto não formal, reconhecendo as demandas e estratégias necessárias para disseminar efetivamente esse conhecimento no ambiente em questão. Dessa forma, é possível contribuir para o ciclo da acessibilidade científica.

> Na mente popular, ciência e tecnologia costumam ser vistas como uma entidade única. Seria, portanto, artificial separar os dois e tentar ensinar apenas a ciência "pura". Além disso, a maioria das pessoas espera que uma educação científica forneça algum entendimento dos princípios subjacentes aos desenvolvimentos técnicos que têm influenciado nosso estilo de vida e desenvolva alguma apreciação de seu impacto na maneira como vivemos. A tecnologia não é simplesmente ciência aplicada - é a resposta cultural das pessoas aos problemas e oportunidades que perceberam que moldaram a maneira como vivemos e trabalhamos. Portanto, alguma compreensão da tecnologia é básica para a alfabetização científica e nossa capacidade de expressar uma opinião sobre questões que nos afetam profundamente (Millar, R. & Osborne, J. 1998).

A ciência tem se mostrado essencial na abordagem de desafios sociais prementes. Desde a revolução industrial até os avanços na medicina e nas tecnologias de comunicação, a pesquisa científica tem proporcionado soluções para uma variedade de problemas, incluindo saúde pública, segurança alimentar, habitação e energia sustentável. Por meio da pesquisa

científica, podemos identificar causas, desenvolver diagnósticos e terapias, bem como implementar estratégias de prevenção. A ciência também desempenha um papel vital na educação e conscientização pública. Ela estimula a curiosidade, promove o pensamento crítico e capacita as pessoas a tomar decisões informadas. A divulgação científica, por meio de meios de comunicação, museus, exposições e programas educacionais, é uma ferramenta importante para tornar a ciência acessível e envolvente para o público em geral. Em síntese, a ciência é uma força transformadora que influencia todos os aspectos da sociedade, desde a resolução de desafios sociais e econômicos até a formulação de políticas públicas e a educação. Seu poder de impacto é inegável, e seu papel na melhoria da qualidade de vida e no avanço da civilização é um testemunho de sua importância contínua. Portanto, a promoção da pesquisa científica e seus desdobramentos devem ser prioridades para uma sociedade que busca o progresso e o bem-estar de todos os seus membros.

> A ciência será reconhecida como o principal fator na mudança social fundamental. O sistema econômico e industrial mantém, ou deveria manter, a civilização em andamento. O processo constante de melhorias técnicas prevê um aumento regular na extensão e na comodidade da vida. A ciência deve fornecer uma série contínua de mudanças radicais imprevisíveis nas próprias técnicas. Se essas mudanças se encaixam ou não se encaixam nas necessidades humanas e sociais é a medida de quão longe a ciência foi ajustada à sua função social (Bernal, 1938).

O princípio do acesso equitativo ao conhecimento científico é uma pedra angular que enfatiza a importância de tornar o conhecimento científico amplamente disponível e acessível a todas as pessoas, independentemente de sua origem, localização geográfica, status socioeconômico ou outros fatores. Essa filosofia não apenas tem um impacto positivo na promoção da justiça e da igualdade, mas também desempenha um papel vital no avanço global. O impacto do acesso equitativo vai muito além de apenas democratizar o conhecimento. Também acelera o progresso global, permitindo que pessoas de todo o mundo participem ativamente na busca de soluções para problemas complexos e na criação de inovações significativas. A colaboração global impulsionada pelo acesso aberto ao conhecimento científico é um dos principais motores do avanço da sociedade. O acesso equitativo ao conhecimento científico é essencial para construir uma sociedade mais justa, informada e próspera. Ele não apenas derruba barreiras, mas também cria oportunidades para que todos contribuam para o crescimento intelectual e o progresso da humanidade. É uma filosofia que reflete os valores da igualdade e da internacionalização, e deve continuar a ser promovida e fortalecida em todas as esferas da pesquisa e da educação.

Os cientistas, pesquisadores e produtores de ciência em geral devem exercitar a sua responsabilidade social já que são cidadãos ativos na sociedade, para isso é importante que o desenvolvimento científico seja comunicado de maneira acessível ao público em geral promovendo assim a compreensão mais ampla da ciência, portanto, transformando a divulgação científica em uma ferramenta de educação (Bernal, 1938).

O envolvimento ativo dos cientistas na sociedade e a divulgação científica são pilares essenciais para estabelecer uma comunicação de sucesso entre a comunidade científica e o

público em geral. Juntos, esses elementos desempenham um papel fundamental na promoção da compreensão da ciência, na capacitação das pessoas para tomar decisões informadas e na fortificação da confiança na pesquisa científica. Eles desempenham uma função crucial na construção de uma sociedade mais bem-informada, participativa e capaz de enfrentar os complexos desafios do nosso mundo em constante evolução. O envolvimento dos cientistas na sociedade implica que eles não apenas conduzem pesquisas, mas também compartilham ativamente seus conhecimentos e perspectivas com o público, contribuindo para uma democracia mais robusta e baseada em evidências. A divulgação científica, por sua vez, traduz conceitos complexos em linguagem acessível e envolvente, tornando a ciência acessível a um público amplo e diversificado. Juntos, esses esforços não apenas educam, mas também inspiram futuras gerações de cientistas e promovem uma apreciação mais profunda e ampla da ciência em nossas vidas diárias. Portanto, o engajamento dos cientistas e a divulgação científica não são apenas aspectos complementares da pesquisa, mas também são pilares fundamentais para uma sociedade mais bem-informada e resiliente diante dos desafios do nosso tempo (Merton, 1979).

Instituições acadêmicas e órgãos de financiamento desempenham um papel significativo na promoção do acesso equitativo ao conhecimento científico. Isso pode ser feito a partir de incentivos para que os pesquisadores compartilhem suas descobertas de maneira aberta e acessível. Isso pode incluir a implementação de políticas de financiamento que exigem a publicação em acesso aberto e o reconhecimento de pesquisadores que contribuem para a disseminação ampla do conhecimento.

## 2.2 A LINGUAGEM AUDIOVISUAL COMO FERRAMENTA PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A divulgação científica desempenha um papel essencial na comunicação entre a comunidade científica e o público em geral. Ela é a ponte que conecta o mundo complexo da pesquisa científica com as vidas e interesses cotidianos das pessoas. Para compreender completamente esse conceito multifacetado, é crucial explorar seus diversos aspectos e analisar como a linguagem audiovisual se destaca como uma ferramenta poderosa e envolvente nesse contexto. A linguagem audiovisual pode desempenhar um papel especialmente importante na divulgação científica. A combinação de imagens, gráficos, animações e narração pode simplificar conceitos complexos e torná-los memoráveis. Vídeos e documentários científicos, por exemplo, têm o poder de transportar o público para o mundo da pesquisa e mostrar a beleza da descoberta científica.

A divulgação científica, em sua essência, abrange a prática de compartilhar conhecimento científico com um público não especializado. O objetivo é tornar a ciência mais acessível, envolvente e relevante para as pessoas em suas vidas diárias. Ela desempenha um papel crucial em várias frentes. Muitas vezes, a pesquisa científica é percebida como algo distante e inacessível para o público em geral. No entanto, por meio de uma linguagem clara e compreensível, a divulgação científica torna conceitos complexos acessíveis a todos. Isso não apenas democratiza o acesso ao conhecimento, mas também combate a disseminação de informações falsas, fornecendo ao público fontes confiáveis de informação. Além disso, a

divulgação científica torna a ciência mais envolvente. Ela não se limita apenas a apresentar fatos, mas também narra histórias. As narrativas são uma maneira poderosa de cativar a atenção do público e conectar as descobertas científicas às vidas das pessoas. Os documentários, vídeos educativos e programas de televisão que utilizam a linguagem audiovisual têm a capacidade de visualizar conceitos abstratos, mostrando como a ciência está presente em nossa vida cotidiana, desde a medicina até a tecnologia.

> Por divulgação entende-se aqui o trabalho de comunicar ao público, em linguagem acessível, os fatos e os princípios da ciência, dentro de uma filosofia que permita aproveitar o fato jornalisticamente relevante como motivação para explicar os princípios científicos, os métodos de ação dos cientistas e a evolução das idéias científicas [...] (Reis, 1964, p. 353).

A divulgação do conhecimento em particular, desempenha um papel crucial na tradução e na comunicação das descobertas científicas para o público em geral. Seu compromisso não se limita apenas a relatar fatos, mas também a contextualizar esses fatos dentro de um quadro mais amplo, ajudando o público a entender não apenas o "o quê", mas também o "porquê" e o "como" das descobertas científicas. No entanto, essa tarefa não é simples. A informação é frequentemente envolta em complexidades e nuances, e os divulgadores científicos enfrentam o desafio de simplificar sem distorcer, de tornar acessível sem simplificar excessivamente. Além disso, é fundamental reconhecer que, junto com os fatos científicos, a informação carrega consigo uma série de valores, crenças e ideologias que podem influenciar a perspectiva do público sobre um tópico.

A colaboração entre a mídia, a escola, a família e o ambiente profissional é vital para cumprir essa responsabilidade. A mídia desempenha o papel de disseminar informações, enquanto a escola e a família complementam essa educação, promovendo o pensamento crítico e a capacidade de discernir entre fontes confiáveis e questionáveis. Os ambientes profissionais, por sua vez, devem cultivar uma cultura de busca pelo conhecimento contínuo e um compromisso com a integridade da informação.

> [...] falar, portanto, em comunicação e educação é refletir sobre a responsabilidade do jornalista científico e dos divulgadores da ciência em geral na formação do cidadão. É compreender a informação como parte integrante do processo educativo. Isto porque, agregados à informação estão valores, crenças e ideologias que se constituem em fatores decisivos para a aquisição do conhecimento. Conscientizar as pessoas por meio da mídia e com apoio da escola, da família e do ambiente profissional é pressuposto para uma sociedade emancipada (Caldas 2003, p. 75).

A divulgação científica desempenha um papel crucial na ligação entre a comunidade científica e o público em geral. A linguagem audiovisual, com sua capacidade de tornar a ciência visual, envolvente e acessível, é um componente vital desse processo. Com o avanço da tecnologia e o aumento da demanda por informações científicas, a combinação da divulgação científica com a linguagem audiovisual continuará a ser uma ferramenta para promover o entendimento e o progresso do conhecimento científico. A ciência pertence a todos, e uma divulgação bem estruturada pode garantir que a maioria da população tenha a

oportunidade de explorar e apreciar as maravilhas do mundo natural e do universo científico (Fensham 1997).

O recurso audiovisual em formato de vídeo é, inegavelmente, uma das principais escolhas entre as várias opções disponíveis nas mídias sociais e plataformas digitais. Essa preferência por conteúdo em vídeo é respaldada por dados significativos. Estudos conduzidos pela Kantar Ibope Media indicam que o consumo de vídeos atingiu incríveis 99,6% da população brasileira. O que é ainda mais notável é que 31,8% desse consumo ocorre online, evidenciando a crescente influência da internet no cenário de entretenimento e informação (Pires, 2010, p. 286).

Essa tendência de consumo de vídeo online é multifacetada e pode ser atribuída a uma série de fatores. Em parte, ela é uma consequência da revolução da internet, que transformou profundamente a maneira como acessamos e compartilhamos informações. A proliferação de dispositivos móveis e conexões de internet de alta velocidade tornou o streaming de vídeo acessível a um público cada vez maior (Gabriel, 2014). Além disso, a disseminação da tecnologia no Brasil desempenhou um papel fundamental nessa mudança. Desde a popularização da televisão nos anos 1950 até o advento da internet nas décadas seguintes, o país tem uma história rica em consumo de mídia audiovisual. O conteúdo em vídeo se tornou uma parte intrínseca da cultura popular brasileira, com programas de televisão, novelas e filmes ocupando um lugar central nas vidas das pessoas.

A integração do conteúdo em vídeo à cultura popular é ainda mais evidente nas mídias sociais. Plataformas como YouTube, Instagram, TikTok e Facebook incentivam a criação e o compartilhamento de vídeos curtos e envolventes. Os influenciadores digitais, que muitas vezes utilizam o formato de vídeo, têm ganhado uma base de seguidores massiva, influenciando opiniões e comportamentos. No entanto, a preferência por vídeos não se limita ao entretenimento. Também se estende ao aprendizado e à informação. Vídeos educacionais, tutoriais e conteúdo informativo se tornaram recursos valiosos para aquisição de conhecimento e solução de problemas. Em resumo, a escolha predominante pelo conteúdo em vídeo nas mídias sociais e plataformas digitais reflete uma tendência profunda e duradoura. Com raízes na crescente popularidade do formato desde a década de 1980, o vídeo tornou-se uma parte inegável da cultura brasileira. Com o advento da internet e a disseminação da tecnologia, essa preferência continuou a se fortalecer, influenciando não apenas o entretenimento, mas também a educação, a informação e a maneira como nos conectamos uns com os outros.

No cenário atual, a divulgação científica tem à sua disposição diversas plataformas populares para compartilhar vídeos, incluindo gigantes como o YouTube, TikTok, Facebook e Instagram. O YouTube, como um dos pioneiros nesse espaço, desempenhou um papel fundamental desde sua criação em 2005, fornecendo um valioso espaço para criadores de conteúdo compartilharem informações científicas. No entanto, o TikTok emergiu como uma figura notável no cenário da mídia audiovisual. Com sua interface de vídeos curtos e cativantes, o TikTok conquistou uma enorme base de usuários e se estabeleceu como uma das principais plataformas de compartilhamento de vídeos (Omnicore, 2020). Essa ascensão do TikTok é um reflexo da mudança nas preferências de consumo de conteúdo, com muitas pessoas buscando informações rápidas e envolventes em vídeos curtos. Essa plataforma se

tornou uma maneira interessante de alcançar um público amplo, especialmente entre a geração mais jovem, que se familiarizou com a comunicação por vídeo curto. O aplicativo foi baixado mais de um bilhão de vezes, tornando-se o aplicativo mais baixado em 2020, superando o WhatsApp e o Facebook (ComScore 2020). Atualmente, o TikTok conta com 800 milhões de usuários ativos, dos quais 41% têm entre 16 e 24 anos (Omnicore, 2020). Além disso, sua popularidade está crescendo entre crianças tão jovens quanto 10-12 anos, embora oficialmente elas não estejam autorizadas a ter uma conta.

No entanto, é essencial reconhecer que as diversas plataformas digitais oferecem diferentes possibilidades de alcance e engajamento com o público. O YouTube continua sendo um espaço valioso para vídeos mais longos e aprofundados, onde os criadores podem explorar conceitos científicos complexos em detalhes. O TikTok e outras plataformas de vídeo curto são ideais para transmitir informações de maneira rápida e acessível.

Portanto, uma boa estratégia de divulgação científica deve levar em consideração a diversidade dessas plataformas e não se limitar a uma única. O objetivo fundamental da divulgação científica é alcançar o maior número possível de pessoas e tornar a ciência acessível e envolvente para todos. Ao utilizar diferentes plataformas de acordo com o público-alvo e os objetivos específicos, os cientistas e divulgadores podem ampliar significativamente o alcance de suas mensagens e, assim, contribuir para uma sociedade mais bem-informada e cientificamente literata.

Em resumo, podemos compreender a importância da integração do conhecimento científico nas mídias sociais e plataformas digitais como uma medida para superar o antagonismo histórico entre a ciência e a população. Além disso, é crucial abandonar a abordagem excessivamente técnica que muitas vezes a maioria das pessoas tem em relação ao conteúdo científico. Isso implica criar conteúdos que sejam acessíveis e descontraídos, adaptados ao ambiente informal em que são compartilhados, independentemente da plataforma em questão.

## 2.3 A RESPONSABILIDADE DO DIVULGADOR CIENTÍFICO

A integridade desempenha um papel fundamental na divulgação científica. Os divulgadores científicos têm a responsabilidade de relatar os fatos de maneira precisa, evitando distorções sensacionalistas. A ética desempenha um papel vital nesse processo, especialmente quando se trata de tópicos delicados ou controversos. Garantir que a informação seja apresentada de maneira ética é essencial para manter a credibilidade da ciência e promover uma compreensão precisa dos tópicos em questão.

Citar fontes confiáveis e promover a transparência na divulgação científica são princípios fundamentais para garantir a integridade e a credibilidade da informação compartilhada com o público. Isso não apenas fortalece a confiança do público nas informações científicas apresentadas, mas também permite que as pessoas examinem e avaliem criticamente os dados por conta própria. Além disso, a transparência na divulgação é uma prática ética que respeita o direito do público à informação precisa e verificável. Em um momento em que a desinformação é uma preocupação crescente, é ainda mais importante que os divulgadores científicos sejam diligentes ao citar suas fontes e fornecer informações transparentes sobre a origem dos dados.

A divulgação científica responsável vai além de simplesmente comunicar os avanços e descobertas científicas; também envolve destacar os possíveis riscos, limitações e implicações éticas associadas a essas pesquisas. Isso é especialmente importante em campos como biotecnologia e inteligência artificial, onde as consequências podem ser significativas e abrangentes. Em campos como a biotecnologia, onde a edição genômica CRISPR-Cas, por exemplo, tem aplicações promissoras, é fundamental discutir os possíveis dilemas éticos, como a edição genética de seres humanos e a necessidade de regulamentações adequadas para garantir usos responsáveis da tecnologia. Na inteligência artificial, a discussão sobre o potencial impacto na privacidade, na automação do trabalho e nas questões éticas da tomada de decisões por algoritmos também é essencial. Ao fornecer um contexto completo que inclui discussões sobre dilemas éticos, preocupações com privacidade, automação do trabalho e outros impactos sociais, os divulgadores científicos capacitam o público a tomar decisões informadas e a participar de debates sobre o uso responsável da tecnologia e da ciência.

> Corresponde aos profissionais da comunicação social liderar o processo de difusão do conhecimento entre os cidadãos em idade pós escolar, embora com certeza a responsabilidade não seja deles exclusivamente. Sua difícil tarefa de expressar inteligivelmente aquilo que com freqüência não é, estabelece as necessárias pontes entre os investigadores e o público geral. Para que seu labor seja efetivo devem contar com o decidido apoio tanto de um setor acadêmico pronto a colaborar como daqueles que manejam a mídia, sejam estes últimos governamentais ou particulares (Miguel Laufer, 2009).

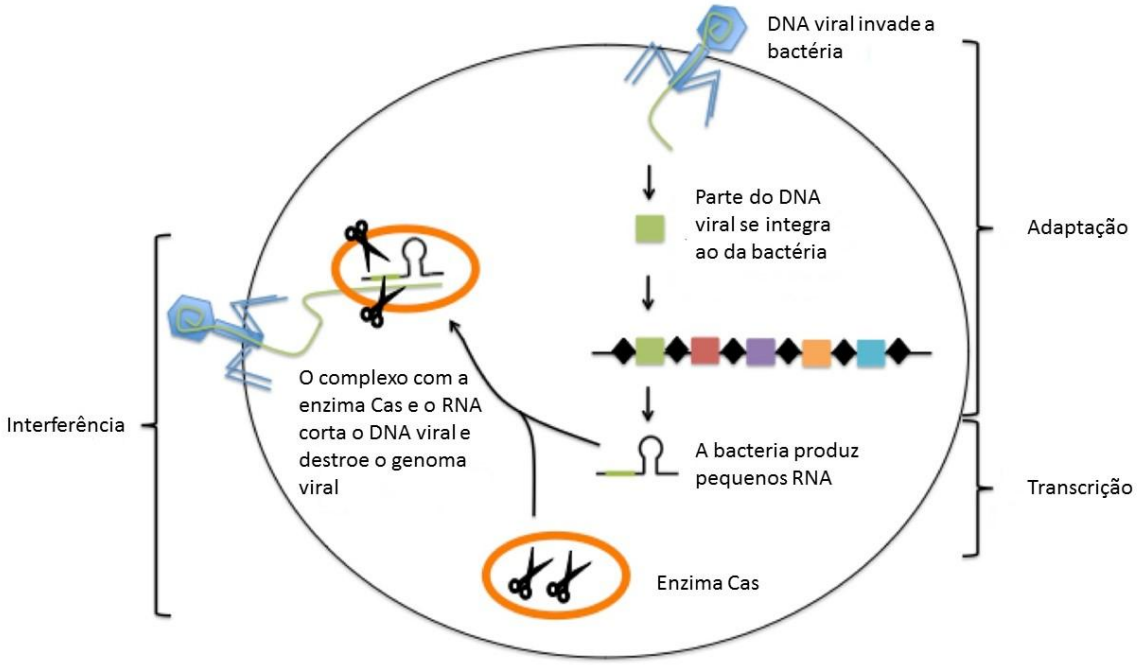
Além disso, a comunicação transparente de riscos e implicações éticas demonstra a responsabilidade da comunidade científica e dos divulgadores científicos em abordar as complexidades e desafios associados ao avanço científico e tecnológico. Ao seguir esses princípios, a comunidade científica e os divulgadores científicos podem contribuir significativamente para combater a disseminação de informações falsas e garantir que o público tenha acesso a informações confiáveis e baseadas em evidências.

## 2.4 A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA CRISPR-CAS

O sistema CRISPR-Cas é reconhecido por sua associação em células procarióticas como um mecanismo de proteção vital contra a invasão de elementos genéticos externos, principalmente bacteriófagos e plasmídeos. Este sistema desempenha um papel fundamental na defesa desses organismos, contribuindo para o sucesso evolutivo de suas espécies. Uma analogia interessante pode ser estabelecida entre o sistema CRISPR-Cas e o sistema imunológico encontrado em seres humanos. Assim como o sistema imunológico humano age para proteger o corpo contra invasores patogênicos, o sistema CRISPR-Cas desempenha o papel de um 'sistema imunológico' para bactérias e arqueias, defendendo-as contra elementos genéticos estranhos que poderiam comprometer sua integridade genômica. Vale ressaltar que o sistema CRISPR-Cas é exclusivo dos domínios da vida Archaea e Bacteria. Ele é composto

por várias repetições de material genético, conhecidas como sequências CRISPR, que são dispersas ao longo do genoma desses micro-organismos. Essas sequências possuem uma organização característica, formando palíndromos agrupados de maneira sequencial e intercalada em uma região específica do genoma. Essas sequências CRISPR funcionam como uma espécie de "memória genética" das infecções anteriores por bacteriófagos e plasmídeos. Quando a célula procariótica é novamente exposta a esses invasores, o sistema CRISPR-Cas é capaz de reconhecê-los com base em suas sequências armazenadas e, em seguida, desencadear uma resposta de defesa específica para neutralizá-los.

**Figura 1:** Os passos da imunidade mediada pelo CRISPR.




**Fonte:** Adaptada de Molecular Cell 54, Abril 24, 2014 [5].

O sistema CRISPR-Cas ganhou reconhecimento significativo quando foi observado em bactérias, sendo *Escherichia coli* a primeira espécie a ser investigada nesse contexto. A presença desse sistema em organismos bacterianos foi inicialmente observada e descrita pelo professor e pesquisador espanhol Francisco Mojica, juntamente com seus colaboradores. Eles foram os pioneiros a identificar e descrever essa estrutura da forma como a conhecemos hoje. O sistema, originalmente conhecido como SRSRs (*short regular spaced repeats*), foi rapidamente rebatizado como CRISPR-Cas em 2002 por Ruud Jansen e seus colegas (Jansen, 2002). Esse novo nome refletia com mais precisão a natureza das sequências repetidas e sua associação com genes codificadores de proteínas Cas (CRISPR-*associated proteins*) que

estavam próximos a essas repetições. O trabalho pioneiro de Mojica e sua equipe e a subsequente pesquisa sobre o sistema CRISPR-Cas desencadearam uma revolução na biologia molecular e na edição de genes. A capacidade desse sistema de fornecer imunidade adaptativa a bactérias contra invasores genéticos, como bacteriófagos, intrigou cientistas e levou a uma série de avanços tecnológicos notáveis. Desde então, a técnica de edição de genes baseada em CRISPR-Cas tornou-se uma ferramenta essencial em pesquisas biológicas e biotecnologia, permitindo a edição precisa do DNA em uma ampla variedade de organismos.

Entretanto a principal revolução científica relacionada a esse mecanismo ocorreu em 2012, quando as pesquisadoras Jennifer Doudna e Emmanuelle Charpentier demonstraram ao mundo a primeira reprogramação bem-sucedida desse sistema *in vitro*, transformando-o em uma ferramenta de edição genômica (Doudna, 2012). Essa conquista foi um marco significativo que abalou profundamente as bases da engenharia genética e desencadeou uma revolução que continua a impactar nossa compreensão da genética e nossa capacidade de editar o DNA com precisão.

A capacidade de usar o sistema CRISPR-Cas como uma ferramenta de edição genômica abriu possibilidades sem precedentes em várias áreas do conhecimento. Seria, agora, possível realizar modificações precisas no DNA de uma ampla variedade de organismos, desde bactérias até seres humanos. Isso revolucionou a pesquisa em biologia, medicina e biotecnologia, oferecendo a cientistas e pesquisadores uma ferramenta poderosa para entender e modificar os genomas de organismos vivos. A importância desse avanço vai além da pesquisa acadêmica. A capacidade de editar o DNA tem aplicações potenciais em terapias genéticas, tratamento de doenças genéticas, agricultura, conservação de espécies, entre outras, e representa uma ferramenta poderosa que está mudando a forma como abordamos problemas complexos em diferentes áreas.

O sistema CRISPR-Cas tem demonstrado ser uma ferramenta incrivelmente versátil, com um vasto potencial em várias áreas do conhecimento. Sua aplicação abrange desde a correção de mutações genéticas patogênicas em embriões (Ma, H., Marti-Gutierrez, N., Park, SW. et al. 2017) até a excisão *in vivo* do HIV-1 (Yin, C., Zhang T. 2017) o vírus da AIDS, bem como aplicações na agricultura voltadas para aprimorar a qualidade, resistência a doenças e resistência a herbicidas (Zhu, H., Li, C. & Gao, C. 2020).

A edição de embriões para corrigir mutações patogênicas representa um avanço notável na medicina e na genética. Essa técnica tem o potencial de prevenir doenças genéticas hereditárias, oferecendo esperança para famílias com histórico de condições genéticas graves (Ma, H., Marti-Gutierrez, N., Park, SW. et al. 2017). No entanto, essa aplicação também

levanta questões éticas importantes, destacando a necessidade de regulamentação e discussões éticas contínuas sobre o uso da edição genômica em seres humanos.

A excisão *in vivo* do HIV-1 é outra aplicação emocionante do sistema CRISPR-Cas na área de saúde. Isso oferece a perspectiva de desenvolver terapias eficazes para combater o HIV e aliviar o fardo da AIDS em milhões de pessoas em todo o mundo. A pesquisa nessa área continua avançando, e os cientistas estão otimistas em relação às possibilidades de tratamento (Chaoran Yin, Ting Zhang et al. 2017).

Na agricultura, a tecnologia CRISPR-Cas está sendo usada para melhorar culturas de diversas maneiras. Isso inclui o desenvolvimento de plantas com resistência a doenças, o aumento da produtividade e a criação de variedades mais resistentes a herbicidas, o que pode reduzir a dependência de produtos químicos agrícolas prejudiciais ao meio ambiente. Essas aplicações têm o potencial de melhorar a segurança alimentar global e reduzir o impacto ambiental da agricultura (Zhu, H., Li, C. & Gao, C. 2020).

No geral, o sistema CRISPR-Cas está mudando a maneira como abordamos problemas complexos em genética, medicina e agricultura. Sua capacidade de editar o DNA tem um impacto profundo e duradouro no progresso científico e no desenvolvimento das espécies. No entanto, o uso responsável e ético dessa tecnologia é fundamental para garantir que seus benefícios sejam maximizados e que suas potenciais consequências negativas sejam adequadamente avaliadas e gerenciadas.

## 2.5 OS PROCESSOS DA PRODUÇÃO AUDIOVISUAL

A busca e identificação de informações relevantes e confiáveis em roteiros científicos e pesquisas representam desafios significativos, que já eram reconhecidos mesmo antes da ascensão da Internet. No entanto, a chegada da web trouxe novos elementos e complexidades a essa questão.

O audiovisual, como meio de comunicação, desempenha um papel fundamental na expressão cultural e na transformação social. Ele é uma poderosa forma de transmitir valores, normas e representações sociais que moldam a identidade de grupos e da sociedade como um todo. Os conteúdos audiovisuais não apenas refletem, mas também contribuem para a construção da cultura de uma comunidade, influenciando a maneira como as pessoas se veem, veem os outros e percebem o mundo ao seu redor. Uma das forças mais marcantes do audiovisual é a sua capacidade de promover a diversidade cultural, a inclusão e a compreensão mútua. Eles podem desafiar estereótipos prejudiciais e oferecer uma plataforma

para vozes e perspectivas que muitas vezes são sub-representadas ou marginalizadas em outros meios. Através do audiovisual, é possível explorar a multiplicidade de culturas, experiências e histórias que compõem a tapeçaria global.

Um dos principais fatores envolvidos nesse processo é a avaliação da credibilidade da fonte de informação. Determinar se uma fonte é confiável é essencial para a integridade e a validade da pesquisa. A análise da qualificação dessas fontes envolve diferentes características e objetivos, mas algumas delas são excepcionalmente essenciais. Como indicado na figura 2, dois pontos são de extrema importância para garantir a qualidade da informação: credibilidade do autor e a diversificação das fontes. É possível perceber também duas características essenciais que perpassam a escolha do tema: para que e para quem e a definição da abordagem.

É crucial para um divulgador científico conhecer os autores que serão citados em sua obra, pois a sua divulgação será uma extensão do trabalho desses pesquisadores. Isso estabelece uma relação de confiança na análise do cientista. A ideologia e suas concepções refletem os períodos históricos e as influências deixadas por essas eras nas pessoas. Esses indivíduos desempenham papéis ativos na formação de ideias, opiniões e conhecimento. O pesquisador se encontra imerso nesse contexto temporal da história e é moldado por uma ou outra concepção ideológica, seja apoiando, desafiando ou adotando uma postura de indiferença em relação ao mundo real.

> Os indivíduos que compõem a classe dominante possuem, entre outras coisas, também consciência e, por isso, pensam; na medida em que dominam como classe e determinam todo o âmbito de uma época histórica, é evidente que eles o fazem em toda a sua extensão, portanto, entre outras coisas, que eles dominam também como pensadores, como produtores de ideias, que regulam a produção e a distribuição das ideias de seu tempo; e, por conseguinte, que suas ideias são as ideias dominantes da época. (Marx; Engels, 2007, p. 47).

Portanto, é de extrema importância ter a sensibilidade para compreender o viés ideológico daquela pesquisa, perceber sua origem e finalidade. Essa prática é relevante para aprimorar o trabalho de pesquisa, pois permite perceber a conexão daquela pesquisa com o tema em questão e o público-alvo do estudo.

A narração de vídeos é uma parte essencial da produção audiovisual. Tradicionalmente, a voz humana desempenhava esse papel, mas com o avanço da inteligência artificial (IA), uma revolução silenciosa ocorreu na forma como os vídeos são narrados. A

utilização de IA na narração de vídeos não é uma ideia nova. Os sistemas de síntese de voz, conhecidos como TTS (*Text-to-Speech*), já existem há décadas. No entanto, o que mudou drasticamente é a qualidade da voz gerada por esses sistemas e a capacidade de personalização (Dutoit, 1997).

Uma das características mais notáveis do uso de IA na narração de vídeos é a diversidade de vozes e estilos disponíveis. Hoje, é possível escolher entre uma ampla variedade de vozes, desde vozes humanas naturais até vozes geradas por IA que podem ser personalizadas para atender às necessidades de um projeto específico.

Os avanços recentes na IA permitiram a personalização de vozes geradas por computador. Isso significa que os criadores de conteúdo podem ajustar a entonação, a velocidade e o estilo da narração de acordo com a atmosfera que desejam criar em seus vídeos. Essa personalização torna a narração mais adequada ao conteúdo e ao público-alvo.

No entanto, a utilização de IA na narração de vídeos não está isenta de desafios éticos e estilísticos. A voz gerada por IA pode ser percebida como monótona ou carente de emoção, tornando a narrativa menos envolvente. Equilibrar a eficiência da IA com a necessidade de conexão emocional pode ser um desafio importante.

A busca pela credibilidade do autor é uma etapa crítica na avaliação da confiabilidade de uma fonte de informação, independentemente do contexto. Isso se deve ao fato de que a credibilidade de um autor não é apenas uma indicação de sua experiência e qualificações no campo, mas também uma representação de sua integridade e compromisso com a precisão.

A credibilidade de um autor muitas vezes está relacionada à sua experiência e qualificações no campo. Um autor com conhecimento profundo e credenciais sólidas no assunto têm mais probabilidade de oferecer informações precisas e bem fundamentadas. Além disso, a credibilidade de um autor está relacionada à forma como eles conduzem sua pesquisa e apresentam seus argumentos. Autores respeitáveis utilizam métodos de pesquisa sólidos e abordagens metodológicas bem estabelecidas. Eles também têm uma boa reputação no campo em que trabalham, sendo conhecidos por suas contribuições significativas e pelo compromisso com a integridade acadêmica.

É importante notar que verificar a credibilidade do autor pode ajudar a identificar potenciais conflitos de interesse. Autores que possuem ligações financeiras ou ideológicas que possam afetar a imparcialidade de suas informações devem ser considerados com cautela durante a análise das fontes de informação.

Em suma, a credibilidade do autor desempenha um papel central na determinação da confiabilidade de qualquer fonte de informação. Ao considerar a expertise, os métodos de

pesquisa, a reputação no campo e a imparcialidade do autor, os pesquisadores e leitores podem tomar decisões informadas sobre a confiabilidade das informações que estão sendo apresentadas. Isso é essencial para uma pesquisa sólida e para a construção de conhecimento confiável.

A diversificação de fontes é, sem dúvida, uma prática crucial na criação de um roteiro científico de alta qualidade. Ela desempenha um papel fundamental em vários aspectos, enriquecendo o conteúdo, melhorando a precisão das informações e promovendo a objetividade na apresentação dos dados. Ao incorporar informações de várias fontes, um roteiro científico se beneficia de diferentes perspectivas, abordagens e dados. Isso não apenas torna o conteúdo mais completo, mas também permite a triangulação de dados, ou seja, a verificação da consistência das informações através de múltiplas fontes. Essa abordagem fortalece a confiabilidade do roteiro, tornando as informações mais sólidas e robustas. Além disso, ao diversificar as fontes, evita-se a armadilha da dependência excessiva de uma única fonte. Isso é fundamental para evitar viés ou interpretação tendenciosa, pois diferentes fontes podem apresentar diferentes perspectivas e conclusões. A objetividade na apresentação das informações é um dos pilares da pesquisa científica, e a diversificação de fontes ajuda a alcançar esse objetivo.

Certamente, a diversificação de fontes desempenha um papel fundamental e inegável na construção de um roteiro científico sólido e altamente credível. Essa prática não apenas aumenta a robustez das informações apresentadas, mas também eleva a qualidade geral do trabalho e fortalece sua base científica. A diversificação de fontes proporciona uma riqueza de perspectivas, dados e abordagens, enriquecendo o conteúdo do roteiro e permitindo uma compreensão mais completa do tópico em questão. Ela desempenha um papel crucial na melhoria da qualidade das informações apresentadas, tornando o roteiro mais confiável e digno de credibilidade

Em suma, a diversificação de fontes é uma estratégia fundamental para a criação de roteiros científicos que se destacam pela sua solidez e credibilidade. Ela eleva a qualidade da pesquisa e contribui para uma comunicação científica mais acessível, permitindo que o conhecimento científico seja compartilhado de forma precisa e confiável com o público e a comunidade acadêmica.

O audiovisual, como meio de comunicação, transcende sua função de mero entretenimento ou informação. É uma poderosa ferramenta de expressão cultural que desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e na transformação social. Isso ocorre porque os conteúdos audiovisuais têm a capacidade singular de transmitir valores,

normas e representações sociais dos grupos que os criam e consomem. É essencial reconhecer que, por trás da tela, há uma complexa teia de relações comunicacionais que são submetidas ao que o sociólogo Pierre Bourdieu chamou de "poder simbólico". Esse poder simbólico se refere à influência que os símbolos, significados e representações têm sobre nossa percepção da realidade e sobre a construção da identidade cultural (Bourdieu, 1989, p. 9). Os conteúdos audiovisuais, seja em filmes, séries, documentários ou vídeos online, muitas vezes refletem e reforçam as normas e valores de uma sociedade. Eles moldam nossa compreensão do mundo, influenciam nossas atitudes e moldam nossa visão de grupos sociais específicos. Portanto, a responsabilidade dos criadores e divulgadores de conteúdo audiovisual é imensa.

Por meio do audiovisual, podemos explorar e celebrar a diversidade cultural, promovendo a compreensão intercultural e desafiando estereótipos prejudiciais. No entanto, também existe o risco de perpetuar preconceitos e desigualdades se não houver uma reflexão crítica sobre o que é transmitido. A capacidade do audiovisual de influenciar a opinião pública e a cultura popular é indiscutível. Isso significa que os produtores de conteúdo têm a responsabilidade ética de criar narrativas que sejam culturalmente sensíveis, inclusivas e socialmente responsáveis. Eles devem ser conscientes do poder que detêm para moldar as mentes e os corações do público.

Além disso, o poder simbólico do audiovisual também está relacionado à representatividade. A visibilidade de diferentes grupos sociais nos meios de comunicação desempenha um papel fundamental na construção da identidade e no fortalecimento da inclusão social. A falta de representação adequada pode marginalizar e perpetuar desigualdades.

Portanto, em uma era em que o audiovisual desempenha um papel central em nossa cultura, é essencial reconhecer sua influência no desenvolvimento e transformação da sociedade. Através de uma abordagem consciente e responsável, podemos aproveitar o poder do audiovisual como uma ferramenta valiosa para promover o entendimento, a inclusão e a justiça social.

A adequação ao público-alvo é, sem dúvida, um dos princípios fundamentais da comunicação assertiva, especialmente quando se trata de divulgação científica por meio de vídeos. Conhecer bem o público é essencial para criar conteúdo que seja relevante e envolvente. Ao definir claramente o público-alvo, o divulgador científico pode personalizar a linguagem do roteiro e do vídeo para torná-la acessível e atraente para esse grupo específico. Isso envolve escolher a terminologia apropriada, utilizar exemplos e analogias pertinentes e abordar tópicos que são do interesse desse público em particular. Além disso, levar em

consideração a audiência ao longo de todo o processo de criação do vídeo ajuda a manter o foco nas necessidades e expectativas dela. Isso pode incluir a definição de metas claras para a comunicação, como educar, inspirar, informar ou entreter o público, dependendo do contexto e do objetivo do vídeo.

# 3 METODOLOGIA

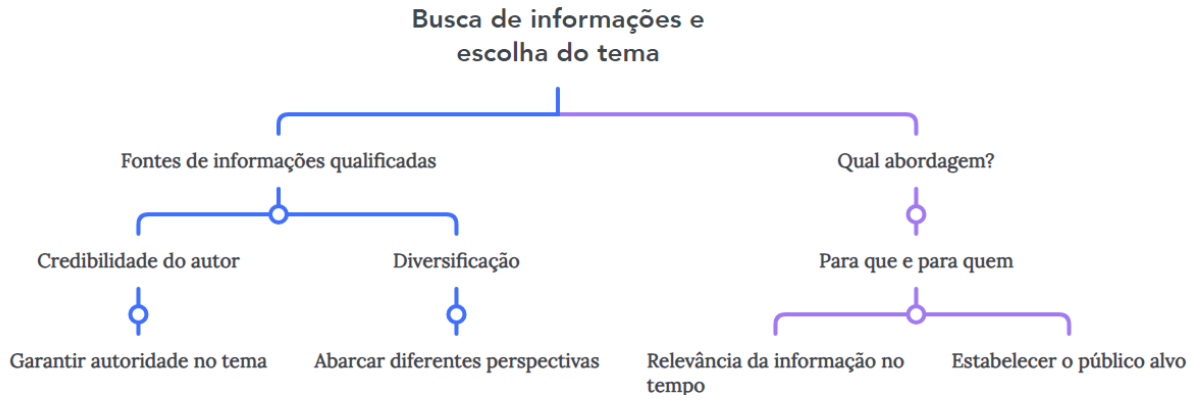
Foi produzido um vídeo informativo de 2 minutos e 30 segundos sobre o sistema CRISPR-Cas em uma abordagem adaptada para comunicar informações complexas de maneira acessível. A escolha da proporção 9:16, adaptada para o formato "*shorts*" foi feita com base em uma compreensão das tendências de consumo de conteúdo nas redes sociais, onde o compartilhamento de vídeos curtos tem se tornado cada vez mais popular.

## 3.1 A BUSCA POR INFORMAÇÕES E A ESCOLHA DO TEMA NA PRODUÇÃO AUDIOVISUAL

A avaliação da credibilidade da fonte de informação é um dos principais fatores envolvidos nesse processo. Determinar se uma fonte é confiável é essencial para a integridade e a validade da pesquisa. Isso envolve verificar a reputação do autor ou da organização por trás da informação, examinar se a fonte tem um histórico de precisão e imparcialidade, e considerar se é reconhecida na área de pesquisa em questão.

No mapa mental abaixo podemos conferir algumas características, consideradas neste estudo, e que podem servir como referência para divulgadores em estágio inicial da confecção de seus roteiros científicos para produção audiovisual.

**Figura 2:** Mapa mental sobre o processo de busca de informações e a escolha do tema.




**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

### 3.1.1 Estabelecendo a abordagem

Um divulgador, ao escolher um tema para um vídeo, deve estabelecer a abordagem que será utilizada, já que diferentes temas apresentam complexidades e formas de apresentação distintas. Isso é ainda mais relevante quando se trata de assuntos extremamente complexos e abrangentes. É essencial considerar como o espectador irá assimilar esse conteúdo, o que implica na definição clara do objetivo do recurso audiovisual.

No caso deste projeto de roteiro audiovisual centrado na biotecnologia, foi necessário um processo cuidadoso para refinar o foco dentro desse vasto campo de estudo. Selecionar aspectos específicos da biotecnologia que sejam relevantes e atraentes para o público-alvo é essencial. O sistema CRISPR-Cas se destacou como uma escolha natural, devido à sua importância e relevância atual no campo da biotecnologia.

No entanto, mesmo dentro do âmbito do sistema CRISPR-Cas, houve a necessidade de determinar a abordagem mais cativante relacionada a essa ferramenta. A capacidade de edição genômica oferecida pelo sistema *CRISPR-Cas* emergiu como a escolha mais interessante, pois é uma área de grande interesse e atualidade na biotecnologia.

Portanto, ao escolher um tema e uma abordagem para um vídeo, é essencial considerar o público-alvo, bem como a importância e a relevância do tema dentro do contexto mais amplo do assunto. Isso ajuda a garantir que o conteúdo seja envolvente e informativo.

Além disso, é fundamental definir a abordagem estética que será incorporada ao produto audiovisual. Isso envolve compreender as tendências atuais de forma a conectar-se com o máximo de pessoas possível. A abordagem estética vai além da aparência visual e também abrange o formato do vídeo, que deve ser escolhido de acordo com as necessidades específicas do conhecimento a ser transmitido. Essas escolhas devem ser influenciadas pelas condições materiais disponíveis, já que é impraticável estabelecer metas que não possam ser alcançadas na materialidade.

## 3.2 A PRODUÇÃO DE ROTEIROS

Na produção de um produto audiovisual informativo, como um documentário, vídeo educacional ou reportagem, um roteiro desempenha um papel crucial que vai além de apenas guiar a narrativa - ele se torna a espinha dorsal da entrega eficaz de informações. Um roteiro fornece uma estrutura lógica para o conteúdo do vídeo. Ele estabelece uma sequência de informações que segue uma progressão natural, tornando o material mais acessível.

Um roteiro bem elaborado é essencial para garantir a eficácia de um vídeo educacional ou informativo. Ele desempenha várias funções cruciais que contribuem para a qualidade e impacto do conteúdo audiovisual. Primeiramente, um bom roteiro define de forma clara e concisa os objetivos do vídeo. Isso é particularmente vital ao lidar com tópicos complexos, pois ajuda a quebrar as informações em partes gerenciáveis e compreensíveis. Um roteiro bem planejado divide o conteúdo em seções ou segmentos que fluem naturalmente, o que facilita a absorção da informação pelo espectador.

> "escrever um roteiro é muito mais do que escrever. Em todo caso, é escrever de outra maneira: com olhares e silêncios, com movimentos e imobilidades, com conjuntos incrivelmente complexos de imagens e de sons que podem possuir mil relações entre si, que podem ser nítidos ou ambíguos, violentos para uns e suaves para outros, que podem impressionar a inteligência ou alcançar o inconsciente, que se entrelaçam, que se misturam entre si, que por vezes até se repudiam, que fazem surgir as coisas invisíveis". (Comparato, 2009 p.20)

Outro aspecto fundamental é a acessibilidade. Um roteiro cuidadosamente elaborado evita o uso de linguagem técnica excessivamente complexa, jargões ou terminologia especializada que possam alienar partes do público. Ele busca uma linguagem clara e acessível, tornando o conteúdo compreensível para uma ampla audiência.

Antes de seguir para a produção, o roteiro pode ser revisado e refinado. Isso ajuda a identificar áreas que podem precisar de maior clareza, exemplos adicionais ou aprimoramentos gerais. Para vídeos que possuem um teor educacional e informativo, a apresentação visual é fundamental, podendo assim incluir diretrizes para gráficos, animações e outros elementos visuais que auxiliam na compreensão.

Após a produção, um roteiro permite avaliar se os objetivos educacionais foram alcançados. Isso ajuda a medir o sucesso do vídeo e a identificar áreas de melhoria para futuros projetos educacionais.

A importância de um roteiro para um vídeo educacional é inquestionável. Ele é o alicerce sobre o qual se constrói uma experiência educacional competente. Quando bem planejado e executado, um roteiro não apenas transmite informações de forma acessível, mas também motiva e inspira o público a aprender, criando uma valiosa ferramenta de educação. Portanto, investir tempo e esforço na elaboração de um roteiro sólido é um passo fundamental na criação de vídeos educacionais de qualidade.

### 3.2.1 Roteiro base

O roteiro base irá desempenhar um papel crucial na criação de um vídeo informativo, ele é a fundação sobre a qual todo o projeto de comunicação se desenvolverá. Após a seleção do tema, é essencial realizar uma pesquisa abrangente que cubra diversas informações relacionadas ao assunto do vídeo. Isso reflete o compromisso do divulgador com uma base sólida e confiável para seu trabalho, uma vez que é fundamental referenciar fontes de informação de maneira sólida e embasada.

Dentro desse documento, o divulgador estabelece a abordagem que será utilizada no vídeo. Isso envolve a definição da linguagem apropriada, a escolha dos tópicos específicos a serem abordados dentro do tema mais amplo e a determinação do público-alvo a ser alcançado. A definição do público-alvo é especialmente importante, pois influenciará a estratégia de comunicação, ajudando o divulgador a adaptar a linguagem e o estilo do vídeo para atender às necessidades e interesses desse grupo específico.

O roteiro é o alicerce sobre o qual a produção do vídeo se apoia. É o ponto de partida que orienta todas as etapas subsequentes do processo de criação, desde a pesquisa até a produção final do conteúdo.

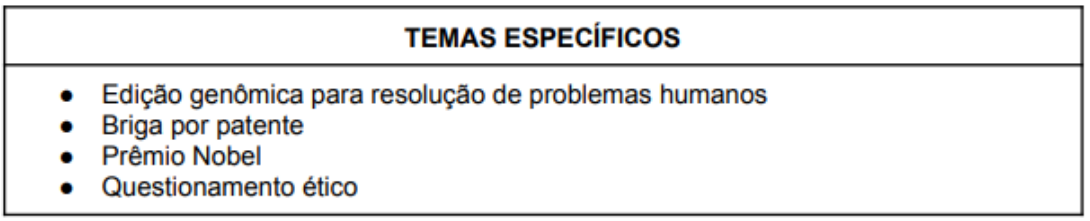
**Figura 3:** Definição do tema geral do vídeo.

| TEMA GERAL |
| --- |
| A edição genômica através da óptica do sistema CRISPR-cas. Desenvolver seu descobrimento e finalidade no sistema de defesa das bactérias e posteriormente a sua reprogramação. |

**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

O primeiro passo do roteiro base é estabelecer o tema geral. Nele, serão descritos os principais interesses a serem alcançados, priorizando as informações que o divulgador compreender como mais adequadas para aquele momento. É essencial definir com clareza o foco central do vídeo, delimitando o escopo e os principais tópicos a serem abordados. Isso proporciona uma direção sólida para a pesquisa e a produção do conteúdo, garantindo que o vídeo seja informativo e relevante para o público-alvo.

**Figura 4:** Definição dos temas específicos do vídeo.




**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

Posteriormente, é importante estabelecer os temas específicos. Esses tópicos funcionarão de maneira semelhante aos objetivos específicos de um trabalho acadêmico. Neles, serão estabelecidos, de forma precisa, os principais pontos a serem desenvolvidos no vídeo. É necessário determinar a quantidade de tópicos com base no tempo de duração da produção audiovisual. Isso é crucial para garantir que o assunto seja desenvolvido com qualidade e profundidade, sem sobrecarregar o conteúdo com informações excessivas ou torná-lo superficial devido à falta de foco. A definição cuidadosa dos temas específicos ajuda a criar uma estrutura sólida para o vídeo e a orientar a pesquisa e a produção de maneira satisfatória.

**Figura 5:** Definição das informações que serão abordadas no vídeo.

| INFORMAÇÃO 1 |
| --- |
| No primeiro momento de seu descobrimento o sistema CRISPR-cas estava atrelado ao "sistema imune" das bactérias, sendo utilizado por elas como um mecanismo de armazenamento de informação de seus invasores. |

| INFORMAÇÃO 2 |
| --- |
| Sua evidência hoje não está ligada ao descobrimento mas sim a sua reprogramação in vitro associando-se a Cas9 (pesquisadoras agraciadas com o Nobel), que permitiria retirar e adicionar genes em qualquer DNA, podendo então modificar as características daquele organismo. (Ex: Imagine uma sopa de letrinhas onde cada uma de suas letras representa um sabor, a letra A o azedo, a D o doce e a S o salgado, digamos que você prefere o sabor salgado, portanto preferiria que a sopa apenas tivesse letras S, nós poderíamos utilizar o CRISPR e remover as letras que você não gosta e adicionar as que gosta, tornando assim a sua refeição mais agradável. |

| INFORMAÇÃO 3 |
| --- |
| Em 2020 essa pesquisa foi vencedora do prêmio nobel de química, demonstrando assim a relevância desse trabalho. Mas então, na prática, qual é a utilização dessa ferramenta? Desde o momento de sua descoberta, pesquisadores de todo o mundo exploram os seus limites, já em 2017 foi apontado o seu potencial contra o HIV, vírus causador da AIDS, também foi utilizado em embriões para remover uma mutação genética que causava problemas ao coração, além disso para testar sua capacidade de armazenar informações pesquisadores criaram uma réplica de um gif com bactérias modificadas. |

| INFORMAÇÃO 4 |
| --- |
| Além de nos mostrar um futuro promissor, essa ferramenta também levanta um questionamento muito importante sobre limites e ética de sua aplicação, até onde devemos ir? Podemos esperar nos próximos anos o surgimento de muitas leis governamentais para regulamentar essa prática. |

**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

Depois de determinar os temas específicos, é hora de selecionar as informações que serão abordadas no vídeo. O roteiro serve como um guia flexível e pode ser ajustado ao longo do processo de produção. Algumas informações podem ser desenvolvidas mais detalhadamente em estágios posteriores, e o roteiro pode ser modificado conforme necessário para melhor atender aos objetivos de comunicação.

A escolha das informações a serem incluídas no roteiro deve ser cuidadosa, considerando o público-alvo e a duração prevista do vídeo. Se o objetivo é criar um vídeo de curta duração, é fundamental selecionar as informações mais relevantes e impactantes para

transmitir a mensagem dentro desse limite de tempo. A concisão e a clareza são essenciais em vídeos curtos, pois o tempo é limitado.

Portanto, a fase de desenvolvimento do roteiro não apenas define o conteúdo do vídeo, mas também determina a estrutura narrativa e a sequência de informações. É uma etapa crítica que influenciará diretamente a qualidade e a eficácia final do vídeo de divulgação científica.

**Figura 6:** Estabelecimento de possíveis títulos para o vídeo.

| TÍTULOS POSSÍVEIS |
| --- |
| 1. Entenda como bactérias foram utilizadas para fazer um gif<br>2. Como as bactérias podem curar a cegueira?<br>3. A cura para os maiores pesadelos da humanidade? Conheça a ferramenta que mudou o mundo. |

**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

Após a fase de desenvolvimento do roteiro, é possível estabelecer através do que foi aprendido com o conteúdo, os títulos que podem ser mais chamativos dentro do ambiente digital, lembrando que, esse artifício é importante e tem um impacto significativo no alcance dentro das redes sociais, porém, é necessário que o divulgador científico estabeleça o critério da verdade e não ofereça títulos sensacionalista e ou que não serão abordados no vídeo. O título deve mostrar sucintamente o que será abordado no vídeo.

Definir um título atraente para um vídeo é uma parte crucial da estratégia de divulgação nas redes sociais e plataformas digitais. Um título bem escolhido pode aumentar o alcance e o engajamento do seu conteúdo. No entanto, é vital manter a integridade e a honestidade ao criar títulos, especialmente quando se trata de conteúdo científico.

Ao criar títulos para conteúdo científico, a precisão e a integridade são fundamentais. Sensacionalismo ou títulos enganosos podem atrair um grande número de cliques, mas podem prejudicar a credibilidade do seu trabalho a longo prazo. É importante encontrar um equilíbrio entre ser atraente e honesto para construir uma audiência confiável e engajada. Portanto, ao escolher um título, pense cuidadosamente sobre como ele reflete o conteúdo real do vídeo e se ele oferece uma prévia precisa do que os espectadores podem esperar. Dessa forma, você construirá uma reputação sólida e manterá a confiança do seu público.

**Figura 7:** Seleção das referências para o vídeo.

**REFERÊNCIAS**

CRISPR Could Point to a Cure For Huntington's Disease, Suggests New Study

Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos | Nature

CRISPR–Cas encoding of a digital movie into the genomes of a population of living bacteria | Nature (Gif and image written into the DNA of bacteria - BBC News (DE ONDE TIRAR O VÍDEO)

In Vivo Excision of HIV-1 Provirus by saCas9 and Multiplex Single-Guide RNAs in Animal Models - ScienceDirect

Gene-Editing Algae Doubles Biofuel Output Potential

The Nobel Prize in Chemistry 2020 - NobelPrize.org

Biological significance of a family of regularly spaced repeats in the genomes of Archaea, Bacteria and mitochondria

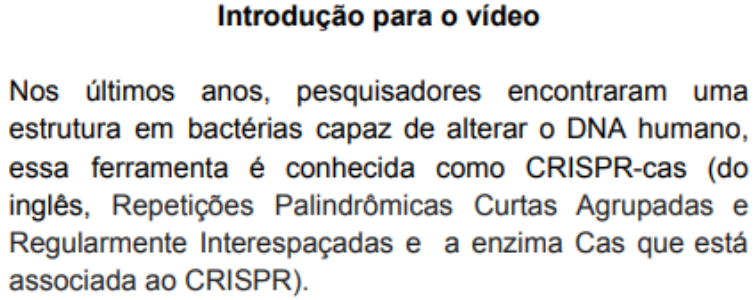
**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

Por fim, é necessário manter as referências selecionadas e organizadas durante o processo de pesquisa e desenvolvimento do roteiro para garantir a credibilidade do seu trabalho como divulgador científico. Além disso, é importante descrever a relação de cada referência com o texto escrito, o que proporcionará um maior controle sobre a produção de conteúdo e permitirá uma melhor contextualização das informações apresentadas. Isso não apenas fortalece a base de conhecimento em que seu vídeo se apoia, mas também oferece aos espectadores a oportunidade de verificar a validade e a confiabilidade das informações por si mesmos, promovendo uma compreensão mais sólida e informada do tópico em questão. Portanto, manter um registro organizado de suas referências e explicar suas conexões com o conteúdo é uma prática essencial na comunicação científica responsável.

### 3.2.2 Roteiro para narração

O roteiro de narração desempenha um papel crucial na produção de vídeos informativos, pois é o guia que o narrador seguirá durante a gravação. Este roteiro é derivado do roteiro base do conteúdo, mas possui características específicas que o tornam dinâmico, adaptável e claro para facilitar a narração durante a gravação. Ele serve como um roteiro de síntese do conteúdo abordado no roteiro de conteúdo, condensando as informações essenciais. Um dos aspectos mais importantes do roteiro de narração é a adaptação da linguagem para a oralidade. Isso significa que a linguagem deve ser formulada de maneira a facilitar a pronúncia e a compreensão ao ser falada. Frases curtas e diretas, uso adequado de pausas e entonação apropriada são elementos-chave para tornar a narração fluida e envolvente. Além disso, o roteiro de narração deve ser flexível o suficiente para permitir ajustes durante a gravação, caso seja necessário. Isso pode incluir a necessidade de reformular uma frase para maior clareza ou adicionar informações adicionais para maior contexto. Portanto, a adaptabilidade é uma qualidade essencial do roteiro de narração.

**Figura 8:** Introdução da narração do vídeo.




**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

O papel da narração de um vídeo é a porta de entrada para a compreensão do conteúdo. Portanto, é fundamental iniciar de forma cativante, acessível e sucinta. No início, o objetivo é capturar a atenção do espectador e despertar seu interesse pelo que está por vir.

Nesse primeiro momento, é importante transmitir a emoção necessária para envolver o espectador na narrativa. Isso pode ser feito por meio da entonação da voz, do uso de palavras impactantes e da criação de um clima que corresponda ao tema do vídeo. No entanto, é igualmente importante manter a clareza e a concisão para garantir que o espectador compreenda as informações apresentadas.

Além disso, é essencial que o roteiro de narração seja flexível o suficiente para permitir alterações e adaptações durante a gravação, se necessário. Isso pode incluir ajustes na entonação, na velocidade da fala ou na ordem das informações para garantir uma entrega eficaz do conteúdo.

**Figura 9:** Desenvolvimento da narração do vídeo.

**Desenvolvimento**

Apesar do nome complexo e extenso essa ferramenta possui um funcionamento muito simples: dois componentes trabalham juntos para conseguir editar o material genético, a enzima Cas e o RNA guia.

**(PAUSA)**

A enzima Cas é responsável por cortar o DNA como uma tesoura, já o RNA guia é responsável pela sinalização do processo mostrando em que parte do DNA esse corte deve acontecer.

**(PAUSA)**

Para compreender ainda melhor o funcionamento do CRISPR, imagine que ele age como o software de edição de fotos mais avançado.

**(PAUSA)**

Ele permite que cientistas "editem" o DNA de um organismo, assim como um editor de fotos aprimora uma imagem.

**(PAUSA)**

Primeiro, como selecionamos uma foto para edição, os cientistas escolhem um alvo específico no genoma, uma região do DNA que desejam modificar. É como escolher a imagem que queremos aprimorar.

**(PAUSA)**

Depois, vamos utilizar ferramentas específicas para realizar as alterações na foto. No contexto do CRISPR-Cas, essas ferramentas são as "tesouras moleculares" chamadas nucleases Cas, que podem cortar o DNA em locais específicos. Elas funcionam como pincéis e filtros em um software de edição, permitindo-nos fazer ajustes precisos tais como retocar, corrigir cores e remover objetos indesejados.

**(PAUSA)**

Com o CRISPR-Cas, os cientistas podem adicionar, excluir ou substituir sequências de DNA. A fim de garantir que a alteração foi satisfatória, é importante guardarmos nesse processo de edição a versão original da fotografia, assim como na utilização do CRISPR-cas, já que, a versão original do DNA não modificado é preservada, garantindo que tenhamos uma base sólida para uma comparação futura.

**(PAUSA)**

Isso destaca a extrema relevância dessa ferramenta, que desde o seu surgimento tem despertado um grande interesse na comunidade científica, uma vez que suas possibilidades de aplicação impactam áreas cruciais do desenvolvimento humano, como agricultura, tecnologia e saúde.

**(PAUSA)**

Alguns estudos são particularmente notáveis por sugerirem possíveis curas para doenças genéticas. Embora isso abra caminho para um futuro promissor, a ferramenta também levanta questões significativas sobre os limites éticos de sua aplicação. Podemos esperar uma considerável controvérsia em torno do uso dessa tecnologia nos próximos anos.

**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

Após a ambientação do telespectador com o tema estabelecido, é hora de desenvolver o conteúdo. Durante o processo de gravação da narração é importante indicar ao narrador o

momento onde irá ocorrer as pausas na leitura do roteiro, estabelecer pausas durante a gravação da narração é uma prática crucial para garantir a qualidade do conteúdo final do vídeo. Essas pausas servem a vários propósitos importantes.

Em primeiro lugar, as pausas permitem que o narrador respire e mantenha um ritmo adequado durante a gravação. Isso é essencial para garantir que a narração seja fluida e fácil de entender. Pausas bem colocadas também ajudam a evitar que o narrador fique sem fôlego ou que a fala fique apressada. Além disso, as pausas são fundamentais para estabelecer uma ordem lógica no conteúdo. Elas permitem que o narrador divida o texto em tópicos ou seções, o que facilita a compreensão do espectador. As pausas entre tópicos também são úteis durante o processo de edição do vídeo, pois fornecem pontos naturais para cortes e transições suaves.

Por fim, as pausas também podem ser úteis para ajustar o texto, caso o narrador perceba que uma frase não soa correta ao ser proferida em voz alta. Ter pausas planejadas permite que o narrador faça ajustes necessários sem interromper completamente a gravação. Portanto, estabelecer pausas estratégicas durante a gravação da narração é uma prática essencial para garantir a qualidade, fluidez e clareza do conteúdo do vídeo.

### 3.2.3 Produção do *storyboard*

O *storyboard* é uma ferramenta essencial na produção audiovisual, desempenhando um papel fundamental na organização e planejamento da narrativa visual de um vídeo. Ele serve como um guia visual que combina o roteiro de narração com as imagens, vídeos e elementos gráficos que serão apresentados em tela durante a narrativa. A importância do *storyboard* não pode ser subestimada, especialmente quando se trata de vídeos educacionais, documentários ou qualquer conteúdo que busque transmitir informações.

Um dos principais benefícios do *storyboard* é a capacidade de visualizar antecipadamente como a narrativa se desdobrará visualmente. Isso é crucial para manter o interesse do espectador e garantir que a narrativa seja compreendida. Com um *storyboard* bem elaborado, é possível criar uma narrativa coesa, onde a sequência de imagens e cenas se alinha perfeitamente com a narração, resultando em uma experiência de visualização fluida. Outra vantagem significativa do *storyboard* é a economia de tempo. Ao planejar antecipadamente como cada cena será representada visualmente, você evita desperdícios de tempo durante a produção. Isso significa que você já sabe exatamente o que precisa ser gravado, animado ou editado, reduzindo a chance de retrabalho e atrasos na produção.

O *storyboard* também oferece a oportunidade de fazer ajustes antecipadamente. Se algo não estiver funcionando visualmente ou se houver problemas de fluxo narrativo, você pode identificá-los e corrigi-los antes de iniciar a produção principal. Além disso, o storyboard contribui para definir o estilo visual do vídeo. Você pode determinar a composição das cenas, escolher a paleta de cores, decidir sobre elementos gráficos e gráficos a serem usados e muito mais. Isso ajuda a criar uma identidade visual consistente que fortalece a mensagem que você está transmitindo.

**Figura 10:** Definição do *storyboard.*

| NARRAÇÃO | VÍDEO/IMAGENS |
|---|---|
| Nos últimos anos, pesquisadores encontraram uma estrutura em bactérias capaz de alterar o DNA humano | imagem de cientistas em laboratório |
| essa ferramenta é conhecida como CRISPR-cas (do inglês, Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçadas e a enzima Cas que está associada ao CRISPR). | vídeo do DNA em movimento<br><br>texto da sigla e tradução |
| Apresentação: Hoje, no "Ciência em loop" vamos entender como essa ferramenta pode modificar o nosso DNA. | imagem de apresentação com logo da "página" |
| Apesar do nome complexo e extenso essa ferramenta possui um funcionamento muito simples: dois componentes trabalham juntos para conseguir editar o material genético, a enzima Cas e o RNA guia. | imagem de organismos bacterianos<br><br>nome dos componentes |
| A enzima Cas é responsável por cortar o DNA como uma tesoura, já o RNA guia é responsável pela sinalização do processo mostrando em que parte do DNA esse corte deve acontecer. | adicionar a tesoura e o "sinalizador" em cima dos nomes dos componentes antes escritos |
| Para compreender ainda melhor o funcionamento do CRISPR, imagine que ele age como o software de edição de fotos mais avançado. Ele permite que cientistas "editem" o DNA de um organismo, assim como um editor de fotos altera uma imagem. | vídeos ilustrando programas de edição de fotos |

| | | |
|---|---|---|
| | Primeiro, como selecionamos uma foto para edição, os cientistas escolhem um alvo específico no genoma, uma região do DNA que desejam modificar. É como escolher a imagem que queremos aprimorar. | colocar ao mesmo tempo na tela (lado a lado) imagens de cientistas em laboratório e um carrossel de fotos |
| | Depois, vamos utilizar ferramentas específicas para realizar as alterações na foto. No contexto do CRISPR-Cas, essas ferramentas são as "tesouras moleculares" chamadas nucleases Cas, que podem cortar o DNA em locais específicos. Elas funcionam como pincéis e filtros em um software de edição, permitindo-nos fazer ajustes precisos tais como retocar, corrigir cores e remover objetos indesejados. Com o CRISPR-Cas, os cientistas podem adicionar, excluir ou substituir sequências de DNA. | colocar ao mesmo tempo na tela (lado a lado) uma tesoura identificada como “cas” cortando o DNA e colocar as ferramentas de edição de foto |
| | A fim de garantir que a alteração foi satisfatória, é importante guardarmos nesse processo de edição a versão original da fotografia, assim como na utilização do CRISPR-cas, já que, a versão original do DNA não modificado é preservada, garantindo que tenhamos uma base sólida para uma comparação futura. | colocar ao mesmo tempo na tela (lado a lado) uma fita de dna completa e outra deletada e uma foto com edição e sem edição |

| | |
|---|---|
| Isso destaca a extrema relevância dessa ferramenta, que desde o seu surgimento tem despertado um grande interesse na comunidade científica, uma vez que suas possibilidades de aplicação impactam áreas cruciais do desenvolvimento humano, como agricultura, tecnologia e saúde. Alguns estudos são particularmente notáveis por sugerirem possíveis curas para doenças genéticas. | colocar imagens de chamadas de notícias da internet sobre o surgimento dessa ferramenta e sobre os seus impactos positivos |
| Embora isso abra caminho para um futuro promissor, a ferramenta também levanta questões significativas sobre os limites éticos de sua aplicação. Podemos esperar uma considerável controvérsia em torno do uso dessa tecnologia nos próximos anos. | colocar imagens de chamadas de notícias da internet sobre as controvérsias do crispr-cas |

**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

## 3.3 ESTÁGIO FINAL DA PRODUÇÃO AUDIOVISUAL

A etapa final do processo de criação do vídeo é a edição, que desempenha um papel crítico na organização e aprimoramento de todos os elementos desenvolvidos ao longo do processo de produção. Durante essa fase, as várias peças do quebra-cabeça são montadas para criar o produto final, que condensa e apresenta o conteúdo de forma coesa. A edição é um estágio fundamental, pois permite refinar o material bruto e garantir que a mensagem seja comunicada de maneira competente.

Na edição, várias tarefas são realizadas para aprimorar a qualidade do vídeo. Isso inclui ajustes de áudio para garantir clareza e qualidade sonora, edição de vídeo para cortar, rearranjar e combinar sequências, bem como a inclusão de elementos visuais, como gráficos e imagens de apoio, conforme planejado no *storyboard*. É também na etapa de edição que o narrador, se houver, gravará a narração, que será sincronizada com as imagens.

A organização desempenha um papel fundamental na edição. O *storyboard*, que foi criado anteriormente, serve como um guia essencial para a sequência de quadros, ajudando a

manter a lógica e a fluidez da narrativa. As pausas planejadas durante a gravação da narração também se tornam pontos naturais para ajustes e transições suaves durante a edição.

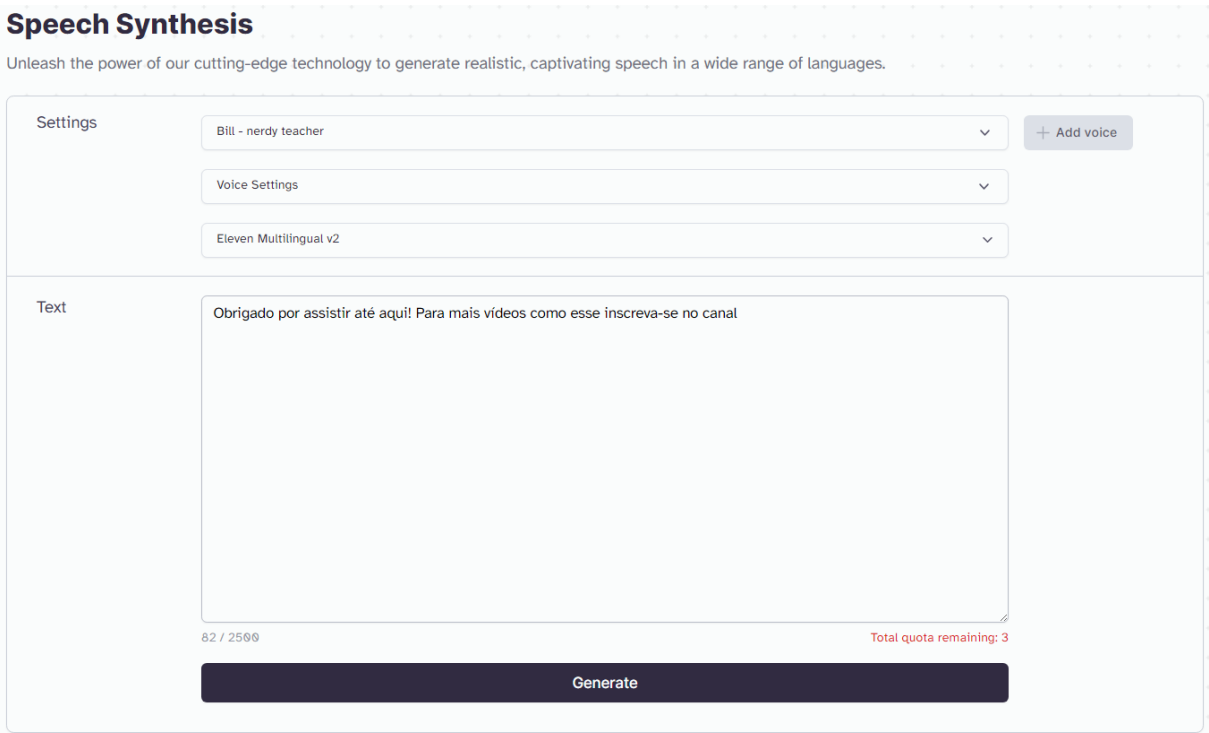
Além disso, a edição permite corrigir erros, como cortar seções com erros de gravação ou ajustar o equilíbrio de cores e iluminação nas imagens. Também é uma oportunidade para adicionar trilha sonora, efeitos sonoros ou legendas, conforme necessário, para enriquecer a experiência do espectador.

A edição é a fase em que todas as peças são montadas para criar o vídeo final. É uma etapa de refinamento e aprimoramento, onde erros são corrigidos, a narrativa é aperfeiçoada e a qualidade sonora e visual é otimizada. A edição é fundamental para criar um produto final de alta qualidade que atinja seu público de forma eficaz.

### 3.3.1 Inteligência artificial para narração

Dentre as diversas opções de *softwares* de TTS disponíveis, um dos mais avançados e utilizados é o *Eleven Labs*. Ele permite criar áudios para narração com diferentes vozes e idiomas de forma gratuita em seu plano limitado, além de oferecer uma versão paga com características exclusivas.

**Figura 11:** Página inicial da plataforma *Eleven Labs*




**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

A interface do *Eleven Labs* é extremamente simples e oferece características muito claras. No site, você pode escolher a voz desejada a partir de uma biblioteca de áudio disponível. Além disso, há opções para ajustar configurações relacionadas à estabilidade da voz e à velocidade de narração. No final há uma caixa de texto onde você pode inserir o seu roteiro para que a narração seja gerada automaticamente com base no texto fornecido.

### 3.3.2 Programas de edição de vídeo

A evolução da tecnologia desempenha, de fato, um papel fundamental na transformação da edição de vídeo. Com a constante melhoria de software e hardware, os programas de edição de vídeo se tornaram mais acessíveis e poderosos, permitindo uma gama mais ampla de opções para cineastas, criadores de conteúdo e entusiastas do vídeo. Essa evolução tem democratizado a produção de vídeo, tornando-a mais acessível a um público mais amplo e diversificado. Consequentemente, vemos uma maior diversidade de conteúdo e estilos de edição, o que enriquece o cenário da produção audiovisual.

No início, a edição de vídeo era uma tarefa árdua e fisicamente intensiva. Cineastas tinham que cortar e colar fisicamente o filme, muitas vezes em uma sala escura e repleta de equipamentos especializados. Esse processo limitava a flexibilidade da edição e tornava as revisões demoradas e custosas.

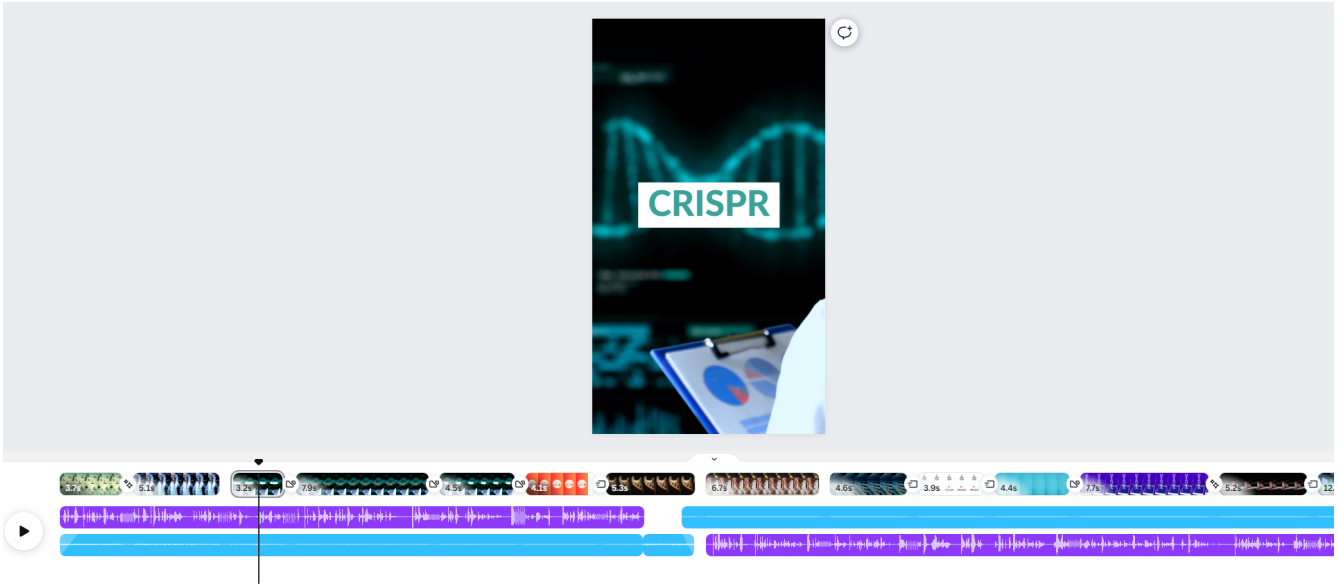
A virada do século marcou uma revolução na edição de vídeo com a transição para o digital. A introdução de programas de edição de vídeo baseados em computador trouxe uma flexibilidade incrível para o processo de edição. Softwares como Adobe Premiere, Final Cut Pro e Sony Vegas permitiram uma edição não linear, acelerando o fluxo de trabalho e oferecendo ferramentas poderosas para aprimorar a qualidade do vídeo.

Em contraponto às opções mais tradicionais, o Canva é, de fato, uma opção muito viável para a produção audiovisual. Sua abordagem simplificada e intuitiva torna a edição de vídeo mais acessível para um público amplo, incluindo criadores de conteúdo, professores e cientistas que desejam produzir conteúdo de divulgação científica. A integração de um banco de imagens facilita ainda mais o processo de produção, permitindo que os usuários encontrem e editem imagens diretamente na plataforma. Além disso, a versatilidade do Canva é um ponto forte, pois ele oferece uma variedade de modelos, elementos gráficos e ferramentas de edição que podem ser adaptadas para criar vídeos informativos e visualmente atraentes. Isso é

particularmente valioso para a divulgação científica, onde a clareza e a atratividade visual são essenciais para envolver o público.

No entanto, é importante notar que o Canva pode ter algumas limitações em comparação com programas de edição de vídeo mais avançados em termos de recursos e complexidade. Portanto, a escolha entre o Canva e outras opções dependerá das necessidades específicas do projeto e das habilidades do usuário. No geral, o Canva é uma excelente ferramenta para tornar a produção de vídeos de divulgação científica mais acessível.

**Figura 12:** Página inicial do editor de vídeos do Canva




**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

A interface simplificada do Canva, que é semelhante aos grandes editores de vídeo, torna a edição de vídeo mais acessível para uma ampla gama de usuários. A capacidade de distribuir imagens e vídeos, adicionar narração, trilhas sonoras e elementos visuais como textos, figuras e animações simplificadas é valiosa para criar vídeos informativos. Essa variedade de recursos permite que os criadores de conteúdo combinem diferentes elementos para comunicar efetivamente sua mensagem na divulgação científica.

A simplicidade da linha do tempo e a capacidade de adicionar narração e trilha sonora também são úteis para garantir uma produção de vídeo com alguma qualidade artística.

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os vídeos "*shorts*" têm se destacado como uma tendência crescente, especialmente em plataformas como o YouTube, TikTok e Instagram. Sua combinação de recursos visuais agradáveis, narração clara e direta, gráficos e animações contribui para uma comunicação engajante. Essa abordagem é altamente competente em prender a atenção do público e facilitar a compreensão de conceitos complexos. A proporção 9:16, adequada para dispositivos móveis, é particularmente importante, pois a maioria das pessoas consome conteúdo nas redes sociais através de seus *smartphones*.

A escolha de imagens e vídeos isentos de direitos autorais do banco de imagens do Canva é uma prática responsável que ajuda a evitar preocupações relacionadas à propriedade intelectual e garante uma produção legal e ética. O acesso a esse banco de imagens para a produção desse vídeo foi definido pois poderia contribuir para a qualidade do conteúdo e para uma experiência de produção sem complicações para o divulgador científico.

A duração limitada dos vídeos *shorts* é, sem dúvida, uma de suas características mais distintivas. Portanto, ao criar conteúdo nesse formato, o divulgador deve assumir a responsabilidade de transmitir informações de maneira clara dentro dessas restrições de tempo. Uma vez que você optou por usar esse meio, é fundamental focar em atingir os objetivos específicos desse modelo.

**Figura 13:** Primeiro quadro do vídeo final.

**Fonte:** Figura produzida pelo autor, 2023.

Superar adversidades durante a produção de um vídeo foi um desafio ao longo deste trabalho, especialmente ao que se refere aos processos técnicos, como a edição. Foi necessário, portanto, adquirir conhecimento específico sobre o tema selecionado para garantir uma edição competente e um produto de alta qualidade na divulgação científica. A qualidade do vídeo produzido neste trabalho reflete a busca de um conteúdo que atenda às expectativas e ofereça informações confiáveis sobre o sistema CRISPR-Cas.

Um aprendizado contínuo procurando cercar os conceitos relacionados ao tema foi uma parte fundamental do processo de criação deste vídeo e, também, essencial para aprimorar constantemente as habilidades técnicas e, consequentemente, o produto final. Na criação de conteúdo, como vídeos informativos, a busca constante por aprimoramento e a capacidade de aprender com cada projeto são elementos valiosos.

Cada projeto oferece a oportunidade de experimentar, cometer erros e aprender com esses erros. À medida que você adquire novos conhecimentos e aprimora suas habilidades técnicas e criativas, seu trabalho tende a melhorar. Isso pode se refletir na qualidade de seus vídeos, na clareza da mensagem que você transmite e na capacidade de se conectar de forma mais satisfatória com seu público.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho explorou a função social do conhecimento científico, investigando sua importância e impacto em diversas esferas da sociedade. Ao longo deste estudo, ficou evidente que o conhecimento científico desempenha um papel fundamental no avanço da humanidade, contribuindo para o desenvolvimento econômico, social e cultural, bem como para a resolução de problemas complexos que afetam nosso mundo.

No entanto, o acesso ao conhecimento científico ainda é desigual em muitas partes do mundo, e é fundamental trabalhar para garantir que o benefício da ciência seja estendido a todos, independentemente de sua origem, gênero ou condição socioeconômica.

Além disso, é necessário promover a comunicação eficaz entre a comunidade científica e o público em geral, de modo a construir uma sociedade mais informada e engajada. À medida que a comunicação se transforma com a ascensão do meio digital e das redes sociais, é essencial adaptar o conteúdo científico para atender às expectativas e necessidades desse novo meio.

A criação de roteiros bem planejados é um componente fundamental desse processo. Eles ajudam a organizar as informações de maneira clara e coesa, permitindo que o público compreenda e absorva melhor o conhecimento científico. Além disso, ao adaptar a linguagem e o formato para o ambiente digital, é possível alcançar um público mais amplo, tornando a ciência acessível a uma audiência diversificada.

Em conclusão, o conhecimento científico desempenha um papel vital na resolução de desafios globais e na promoção do bem-estar humano, mas para alcançar todo o seu potencial, é necessário que seja acessível, ético e orientado para o benefício de todos. Essa abordagem inclusiva e voltada para o bem comum deve ser uma prioridade para pesquisadores, instituições acadêmicas, governos e a sociedade em geral.

Compreender os processos de comunicação e transmissão de conhecimento entre indivíduos pode contribuir significativamente para a formação docente. É essencial que os professores desenvolvam sensibilidade para compreender as necessidades dos alunos no processo de aprendizagem, considerando-os participantes ativos na construção do conhecimento em ambientes tanto formais quanto não formais. A capacidade de realizar a divulgação científica torna-se uma característica relevante para a formação docente, uma vez que implica em incluir ativamente os alunos nesse processo de construção do conhecimento.

**REFERÊNCIAS**

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. PERNAMBUCO, M.M ; Desafios para o ensino de Ciências. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002).

Gelfert, A. (2018). Fake News: A Definition. Informal Logic, 38(1), 84–117. https://doi.org/10.22329/il.v38i1.5068.

Fensham, P. (1997). School science and its problems with scientific literacy.

Fensham, P., Law, N., Li, S. & Wei, B. (2000). Public understanding of science as basic literacy.

Millar, R. & Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. London: Kings College.

Osborne, J. (2000). Science for citizenship. In M. Monk & J. Osborne (Eds.), Good practice in science teaching (pp. 225-240). Buckingham: Open University Press.

Thomas, G. & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? Scientific Literacy Papers, 1, 1-14.

Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive centers. Physics Education, 25, 247-252.

Nelkin, D. (1987) Selling Science. How the Press Covers Science and Technology, New York: W. H. Freeman.

PIVARO, Gabriela Fasolo. A crença numa Terra plana e os ambientes virtuais: identificando relações e construções de conhecimento. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), XII, 25-28 de junho de 2019, Natal. Anais... Natal (RN): 2019. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R2128-1.pdf. Acesso em: 4 jun. 2021.

MONTAÑO, Sonia. A construção do usuário na cultura audiovisual do YouTube. Revista Famecos– Mídia, Cultura e Tecnologia, Porto Alegre, v. 24, n. 2, ID25256, mai.-ago. 2017. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/4955/495553931012.pdf. Acesso em: 4 jun. 2021.

CENTAMORI, Vanessa. Pesquisa afirma que 16,5% dos pais brasileiros não confiam em vacinas. Revista Galileu, 5 jun. 2019. Disponível em: https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Saude/noticia/2019/06/pesquisa-afirma-que-165-dos

-pais-brasileiros-nao-confiam-em-vacinas.html. Acesso em: 4 jun. 2021.

GARCIA, Rafael. 7% dos brasileiros afirmam que Terra é plana, mostra pesquisa. Folha de São Paulo, 14 jul. 2019. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/07/7-dos-brasileiros-afirmam-que-terra-e-plana-mostra-pesquisa.shtml. Acesso em: 4 jun. 2021.

Ma, H., Marti-Gutierrez, N., Park, SW. *et al.* Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos. *Nature* 548, 413–419 (2017). https://doi.org/10.1038/nature23305.

Yin C, Zhang T, Qu X, Zhang Y, Putatunda R, Xiao X, Li F, Xiao W, Zhao H, Dai S, Qin X, Mo X, Young WB, Khalili K, Hu W. In Vivo Excision of HIV-1 Provirus by saCas9 and Multiplex Single-Guide RNAs in Animal Models. Mol Ther. 2017 May 3;25(5):1168-1186. doi: 10.1016/j.ymthe.2017.03.012. Epub 2017 Mar 30. PMID: 28366764; PMCID: PMC5417847.

Zhu, H., Li, C. & Gao, C. Applications of CRISPR–Cas in agriculture and plant biotechnology. *Nat Rev Mol Cell Biol* 21, 661–677 (2020). https://doi.org/10.1038/s41580-020-00288-9.

Barrangou R, Marraffini LA. CRISPR-Cas systems: Prokaryotes upgrade to adaptive immunity. Mol Cell. 2014 Apr 24;54(2):234-44. doi: 10.1016/j.molcel.2014.03.011. PMID: 24766887; PMCID: PMC4025954.

Ran, F., Hsu, P., Wright, J. *et al.* Genome engineering using the CRISPR-Cas9 system. *Nat Protoc* 8, 2281–2308 (2013). https://doi.org/10.1038/nprot.2013.143

Bernal, J.D., Blackett, P.M.S., Clark, W.E.L.G. The Modern Quarterly. v. 1. https://books.google.com.br/books?id=sCc79uqBAAoC. (1938).

MERTON, R. K. Os imperativos institucionais da ciência. In: DEUS, J. D. (Org.). A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, (1979). p. 37-52.

Reis, J. “A divulgação da ciência e o ensino”. Ciência & Cultura, São Paulo: SBPC, v.16, n.4, (1964).

CALDAS, Graça. Comunicação, educação e cidadania: o papel do jornalismo científico. In: GUIMARÃES, Eduardo (Org.). Produção e circulação do conhecimento. Campinas, SP: Pontes Editores, (2003).

GABRIEL, Martha. Educ@r: a (r)evolução digital na educação. São Paulo: Saraiva, (2013).

Omnicore, 2020. TikTok by the numbers: Stats, demographics & fun facts. Omnicore, 12 Fevereiro. Disponível em: https://www.omnicoreagency.com/tiktokstatistics/ (accessado em: 25 de setembro de 2023).

ComScore, 2020. "From quirky to mainstream: Tik Tok's Time to Grow Up." ComScore, 23 de Janeiro. Disponível em: https:// www.comscore.com/Insights/Blog/From-quirky-to-mainstream-TikToks-Time-toGrow-Up (acessado em: 25/09/2023).

LAUFER, Miguel. Como disseminar o conhecimento. INCI, Caracas , v. 34, n. 1, p. 007, janeiro 2009 Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000100003&lng=es&nrm=iso (Acessado em 02 de outubro de 2023).

MARX, K.; ENGELS, F. Primeira parte. In: MARX, K.; ENGELS, F. A Ideologia Alemã. São Paulo: Boitempo, (2007). p. 29-95.

BOURDIEU, Pierre. O poder simbólico. Tradução de Fernando Tomaz. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, (1989).

COMPARATO, Doc. Da criação ao Roteiro; Summus, (2009). Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=TMpyDwAAQBAJ (acessado em: 25 de setembro de 2023).

GIBELLI, P. de O. As etapas da produção do documentário de natureza Fauna Silvestre da cidade de São Paulo. (2017). Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado de Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Paulo, Diadema, SP. 58 p.

LOPES, J. L. Ciência e liberdade: escritos sobre ciência e educação no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ, MCT, (1998).

DUTOIT, Thierry. High-quality text-to-speech synthesis: An overview. Journal Of Electrical And Electronics Engineering Australia, v. 17, n. 1, p. 25-36, (1997).

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