

Um Estudo de Caso sobre a Criação de Vídeos para o YouTube voltados ao Ensino de Redes de Computadores

Ricardo Tombesi Macedo, UFSM/DTecInf/PPGTER,
ricardotombesi@ufsm.br, <https://orcid.org/0000-0002-2984-1992>

Raul Ceretta Nunes, UFSM/DCOM/PPGCC,
ceretta@inf.ufsm.br, <https://orcid.org/0000-0003-3228-4071>

Susana Cristina dos Reis, UFSM/DLEM/PPGTER,
susana.reis@ufsm.br, <https://orcid.org/0000-0003-1697-223>

Resumo: Atualmente, o surgimento e a disseminação das redes de computadores proporcionou um melhoramento na qualidade de vida das pessoas, oferecendo um número crescente de serviços por meio da Internet. No entanto, existem diversos desafios para ensinar os princípios fundamentais necessários para compreender de maneira aprofundada os aspectos técnicos das redes de computadores, resultando em aulas sendo ministradas essencialmente de forma teórica, e consequentemente, gerando baixo engajamento dos estudantes. Na literatura, existem três principais categorias de trabalhos que abordam esses desafios. *i)* Trabalhos que aprimoram o ensino de subáreas específicas, desconsiderando a grande área das redes de computadores; *ii)* Estudos que abordam a grande área de redes de computadores, mas alcançando apenas dezenas de pessoas; *iii)* Autores que empregam a plataforma YouTube como um recurso para ensinar centenas ou milhares de pessoas, mas cobrindo outros domínios do conhecimento. Este artigo apresenta um estudo de caso sobre a criação de conteúdos para o YouTube, abordando diferentes tópicos sobre redes de computadores. A metodologia empregada para o design do produto envolveu um estudo de caso, que seguiu um ciclo contínuo organizado em sete etapas, para o desenvolvimento, cujas etapas envolveram, o Planejamento, a Roteirização, a Gravação, a Edição de Vídeo, a Elaboração Multimídia, a Publicação e a Análise. Resultados indicam a boa aceitação dos produtos elaborados, já que os vídeos alcançando 17,7 mil pessoas, com 2,1 mil visualizações e com 49,7% de visualização média.

Palavras-chave: Ensino de Redes de Computadores, NS-3, YouTube, Playlist.

A Case Study on Creating Videos for YouTube Careers in Teaching Computer Networks

Abstract: Nowadays, the raising and dissemination of computer networks have improved people's quality of life, offering a growing number of services through the Internet. However, there are a lot of challenges in order to teach fundamental principles required to deeply comprehend the technical aspects of computer networks, resulting in lessons essentially theoretical and, consequently, causing a low engagement of students. In the literature, there are three main classes of works to address these challenges. *i)* Works that improve specific sub-areas, avoiding the main area of computer networks; *ii)* Studies approaching the main area of computer network based on simulations, however, only to dozens of people; *iii)* Authors employing the YouTube platform as a resource to teach hundreds or thousands of people, however, covering other educational domains. This paper presents a case study of video content creation to YouTube approaching different computer network topics. The employed methodology into the action follows seven steps: Planning, Scripting, Recording, Video editing, Multimedia elaboration, Publishing, and Analyzing. Results show a elaborated products good acceptance, once videos reached 17,7 thousand people, with 2,1 thousand visualizations, with 49,7% visualization average.

Keywords: Teaching of Computer Networking, NS-3, YouTube, Playlist.

1. Introdução

O advento das tecnologias computacionais em rede tem proporcionado diversos benefícios para a sociedade (Sadhu; Yanambaka e Abdelgawad, 2022). Essas tecnologias viabilizam a comunicação entre as pessoas, impulsionando a criação de serviços que melhoram a qualidade das pessoas e oportunizam o desenvolvimento de negócios e o empreendedorismo. Dentre essas tecnologias, a plataforma YouTube ocupa uma posição de destaque ao oferecer conteúdos de vídeos gratuitos e variados, capazes de alcançar a visualização de um grande número de pessoas.

No entanto, enquanto o Youtube torna-se um contexto que alimenta a prática autônoma de aprendizagem por meio da filosofia “*Do it yourself*” (Reis e Schiefelbein, 2023), no ensino superior as discussões sobre os fundamentos e os conceitos basilares de diferentes áreas de conhecimento demandam particularidades específicas, as quais resultam em obstáculos a serem ultrapassados pelos professores que atuam em sala de aula (Liu *et al.*, 2021). Um exemplo de área que passa por esse problema é a de redes de computadores, pois dominar os conteúdos sobre redes de computadores faz-se um conhecimento necessário para profissionais da área da computação e em atuação em profissões relacionadas (Tao *et al.*, 2022).

Cabe salientar, que o ensino sobre redes de computadores consiste em conteúdos que se tornam base fundamental para os diversos cursos na área tecnológica, por exemplo, da Ciência da Computação, Engenharia de Software e de Sistemas de Informação (Lima; Pereira e Viana, 2022). Porém, um agravante no ensino de redes de computadores consiste na vasta diversidade de conceitos abordados, envolvendo diferentes tipos de protocolos, tecnologias de enlace, análise do tráfego de rede, entre outros (Rahman e Pakstas, 2023). Além disso, para fomentar uma boa prática no ensino de redes consiste em utilizar equipamentos específicos para realização de atividades práticas, tais como roteadores, *switches* e diferentes tipos de cabeamento, mas que nem sempre estão disponíveis para os docentes (Pinto e Nantes, 2021). Em vista disso, muitos docentes empregam metodologias tradicionais de ensino, essencialmente centradas no professor, com aulas expositivas abordando conteúdos teóricos, não oferecendo aos alunos a oportunidade de experienciar a aplicação destes conteúdos na prática (Carneiro *et al.*, 2018).

Por outro lado, na literatura recente existem diferentes pesquisas voltadas para aprimorar o ensino de redes de computadores. Alguns pesquisadores voltam a sua atenção para a subárea da cibersegurança, não ficando claro como a grande área das redes de computadores pode ser contemplada (Paz *et al.*, 2023; Bertoglio *et al.*, 2022). Outros trabalhos, propõem o uso de simuladores de rede como uma forma de abranger a grande área das redes de computadores, mas com ênfase em atividades síncronas, alcançando uma quantidade limitada de pessoas (Petter e Rehfeldt, 2022; Gao *et al.*, 2019; Smera e Sandeep, 2022). Enquanto que alguns estudos exploram a plataforma YouTube para disseminar conteúdos de qualidade, gerando o hábito das pessoas aprenderem por meio desta plataforma, todavia, poucas iniciativas existem na plataforma que contemplem o ensino de simulações de redes de computadores (Pattier, 2021; Felcher; Bierhalz e Folmer, 2019; Carvalho *et al.*, 2021).

Este artigo apresenta um estudo de caso sobre a criação de conteúdos voltados para o ensino de redes de computadores para acesso via plataforma YouTube. Para isso, a metodologia de desenvolvimento foi organizada visando a implementação de um ciclo de melhoria contínua. As etapas desse ciclo compreendem o Planejamento, a Roteirização, a Gravação, a Edição do Vídeo, a Elaboração Multimídia, a Publicação e a Análise, sendo que a última fornece subsídios para a condução de novos ciclos. Por meio dessa metodologia, torna-se possível abordar diferentes tipos de conteúdos e tópicos da área de

redes de computadores e alcançar uma grande audiência.

O estudo de caso foi conduzido com 70 alunos matriculados no Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Santa Maria no período de outubro de 2020 a outubro 2023. Ao todo, foram concluídos nove ciclos da metodologia, produzindo vídeos sobre algoritmos de roteamento, *firewall*, máquinas virtuais, técnicas de avaliação de desempenho, simulações com o simulador de redes NS-3 (*Network Simulator, version 3*)(NSAM, 2023) e resolução de exercícios sobre a camada de enlace. Os resultados mostram vídeos produzidos alcançando 17,7 mil pessoas, obtendo 2,1 mil visualizações e com 49,7% de visualização média.

O trabalho está organizado como segue. A Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados. A Seção 3 descreve a metodologia seguida para produção dos conteúdos. A Seção 4 explica como foi realizado o estudo de caso. Por fim, a Seção 5 finaliza o trabalho descrevendo as conclusões.

2. Trabalhos Relacionados

Na literatura existem três grupos de pesquisas relevantes para o aprimoramento do ensino de redes de computadores. No primeiro grupo incluímos trabalhos que na literatura da área voltaram sua atenção para planejar atividades síncronas para abordar conceitos relacionados com o ensino da cibersegurança em redes de computadores, considerando diferentes públicos. Paz *et al.* (2023) propuseram a realização do minicurso “Perdi meu celular Android: o que fazer antes e depois do acontecimento?” com a intenção de conscientizar as pessoas sobre a importância da segurança computacional no âmbito das vulnerabilidades e fraudes em sistemas em rede. Como resultado, os autores destacaram que alcançaram cerca de 23 pessoas nos encontros (Paz *et al.*, 2023). Bertoglio *et al.* (2023) também abordaram o tópico da cibersegurança em redes de computadores e apresentaram uma metodologia para formar a cultura da área da Segurança Ofensiva por meio da utilização de plataformas online de treinamento de cibersegurança, formando turmas de alunos de graduação com tamanhos diferentes, variando entre 18 e 44 participantes (Bertoglio *et al.*, 2022). No entanto, essas abordagens focaram apenas no subtópico de cibersegurança, não cobrindo os conhecimentos de todas as camadas das arquiteturas de rede.

O segundo grupo de trabalhos publicados abordou a temática simulação de redes de computadores, permitindo a discussão de uma maior variedade de conteúdos. Petter *et al.* (2022) abordaram o uso da técnica de simulação para ensinar conteúdos relacionados com as redes de computadores empregando o simulador Cisco Packet Tracer com seis colaboradores do setor de Tecnologia da Informação de uma indústria de bebidas (Petter e Rehfeldt, 2022). No entanto, o software de simulação escolhido é disponibilizado pela Cisco, uma empresa especializada na fabricação de equipamentos de redes, a qual exige um cadastro no site da empresa, induzindo indiretamente a uma espécie de propaganda gratuita para a marca durante as aulas. Em outra publicação, Smera *et al.* (2022) estudaram vários simuladores de rede e destacaram os benefícios do NS-3 em termos de escalabilidade, desempenho e suporte de diferentes tipos de rede, tais como Wi-Fi, redes Ad hoc e Internet das Coisas, sem estabelecer uma relação estreita com uma empresa (Smera e Sandeep, 2022). Além desses estudos, nos Estados Unidos, pesquisadores da Universidade de Stanford propuseram uma nova forma de ensinar redes de computadores ao reproduzir os resultados de 40 artigos científicos da área que empregaram o simulador NS-3 com o objetivo de abordar o pensamento crítico e as qualidades necessárias para formar profissionais para o mercado de trabalho (Yan e McKeown, 2017; Yan, 2020). Gao *et al.* (2019) deram continuidade

a esse estudo na Universidade de Ciência e Tecnologia de Wuhan, na China e esses autores também usaram o simulador NS-3 para ensinar redes de computadores com base na reprodução de experimentos, conforme dados publicados em 8 artigos científicos, cobrindo diferentes tópicos sobre redes de computadores, tais como redes sem fio, redes definidas por software e algoritmos de inteligência artificial (Gao *et al.*, 2019). Ao todo, o estudo relatou que com essa abordagem obtiveram uma abrangência de 50 estudantes de graduação. Logo, existem evidências na literatura sobre a importância do uso do simulador NS-3 no ensino para mobilizar os conceitos básicos de redes de computadores e, desse modo, contemplar as necessidades do mercado e da academia. Todavia, essas abordagens foram planejadas para públicos exclusivamente da área, sem contemplar pessoas que ainda não decidiram se matricular em um curso da área da computação.

No terceiro grupo de pesquisas prévias, os autores investigaram o impacto do emprego da plataforma YouTube como um repositório de vídeos educacionais. Nesses estudos, os autores afirmam que alcançaram um número mais significativo de pessoas por meio do uso de vídeos on-line. Felcher *et al.* (2019) abordaram a problemática do uso de vídeos educacionais do YouTube na formação do professor de Matemática, estudo este em que foi constatada uma aderência total dos alunos na visualização dos materiais disponíveis (Felcher; Bierhalz e Folmer, 2019). Carvalho *et al.* (2021) empregou técnicas de mineração de texto para analisar os comentários de vídeos e diagnosticar se esses recursos possuem potencial para serem categorizados como vídeos educacionais, pois de acordo com os autores neles há características de vocabulário empregados que se mostraram decisivos nessa classificação (Carvalho *et al.*, 2021). Pattier *et al.* (2021) estudou as características dos canais educacionais do YouTube, mais precisamente, nas áreas de ciências (física, química e biologia) do território espanhol, em que analisaram as dimensões que consistiram na investigação da estrutura dos vídeos, tais como a linguagem usada, a apresentação do objetivo do vídeo e o uso de outras redes sociais para divulgação dos conteúdos criados (Pattier, 2021). Os autores concluíram que os canais educacionais do YouTube voltados para a ciência possuem um alto impacto na educação da sociedade. No entanto, o estudo não explorou o impacto do emprego do YouTube no ensino de redes de computadores.

Além desses estudos, de acordo com Reis e Schiefelbein (2023), há uma variedade de estudos prévios sobre a relevância da produção e consumo de videoaulas via plataforma Youtube, já que esse contexto se torna profícuo para disseminação, popularização e divulgação de conhecimentos científicos (Reis e Schiefelbein, 2023). Nesse estudo, as autoras abordam as videoaulas produzidas no ensino de língua inglesa e propõem uma minissérie de videoaulas que podem orientar o design de materiais digitais no formato de videoaulas para popularizar conhecimentos científicos produzidos tanto no âmbito universitário quanto no escolar, fomentando desse modo processos de aprendizagem de ensino híbrido.

3. Metodologia

Este artigo descreve um estudo de caso sobre a criação de conteúdos para o YouTube voltados para o ensino de redes de computadores. O artigo descreve uma ação prevista para ser realizada como um ciclo contínuo organizado em sete etapas, sendo elas, o Planejamento, a Roteirização, a Gravação, a Edição de Vídeo, a Elaboração Multimídia, a Publicação e a Análise. Em cada ciclo foi previsto a elaboração de conteúdos de um vídeo e a sua respectiva divulgação. A Figura 1 apresenta a relação entre essas etapas. Na sequência descrevemos os procedimentos realizados em cada etapa. Cabe salientar que esta metodologia deve ser seguida predominantemente pelo professor da disciplina

de redes de computadores, podendo contar com a colaboração de alunos ou profissionais específicos.



Figura 1. Etapas Seguidas para Elaboração dos Vídeos

A etapa Planejamento prevê o estudo sobre as temáticas atuais mais eficazes de chamar a atenção dos jovens, quanto para ensinar conteúdos básicos. As temáticas mais relevantes são identificadas ao analisar os conteúdos existentes na plataforma do YouTube, ao observar métricas como o número de visualizações de um vídeo e o número de inscritos nos canais. Dentre os conteúdos identificados, são investigadas as estratégias para criação de títulos, estilos de miniaturas, tipos de conteúdos abordados e o formato dos roteiros elaborados de forma a gerar subsídios para a etapa de Roteirização. Essa etapa deve ser conduzida pelo professor da disciplina.

A Roteirização utiliza os indícios extraídos na etapa anterior para estruturar a melhor forma de apresentar um conceito em forma de vídeo. Cada roteiro prevê especificar aspectos chave como um início impactante, um desenvolvimento envolvente, as chamadas para ação e um encerramento. As ferramentas de inteligência artificial generativa podem ser utilizadas nesta etapa como uma fonte para obtenção de ideias de estruturação do roteiro. Como resultado dessa etapa, deve ser criado um documento de texto para guiar a forma que o conteúdo do vídeo deve ser abordado. Por envolver aspectos técnicos, esta metodologia sugere que o professor lidere a etapa de Roteirização, mas ele pode contar com o apoio de especialistas da área da comunicação, tais como, dos cursos de Jornalismo ou Relações Públicas para aprimorar a forma como a comunicação está sendo transmitida no roteiro.

Na etapa de Gravação, o professor da disciplina deve usar o roteiro para produzir um vídeo em formato de vlog. O resultado dessa etapa será um vídeo que aborda o conteúdo do roteiro com uma curadoria sobre o teor técnico-científico, mas que necessitará de ajustes para a sua divulgação ao público. A metodologia sugere que o professor grave os vídeos, todavia, ele pode contar com o apoio de profissionais especializados em operar os equipamentos de gravação de vídeo, áudio e para ajustar

a luz do ambiente.

A Edição de Vídeo consiste na etapa que produz o vídeo a ser disponibilizado no YouTube. Dentre as atividades previstas nessa etapa, cabe mencionar a realização de cortes, ajustes de resolução para o enquadramento, a adição de efeitos sonoros, a inclusão de elementos para chamada para ação, a inclusão de imagens e a criação de animações curtas para ilustração de conceitos complexos sempre que necessário. Como resultado dessa etapa será produzido um vídeo com qualidade técnica que deverá ser disponibilizado para o público externo da universidade. Esta etapa pode ser

Na etapa de Elaboração Multimídia, o professor da disciplina deve selecionar os metadados necessários para assegurar a disseminação do conteúdo. Dentre as atividades previstas estão a criação da capa de miniatura do vídeo (*thumbnail*) e a adaptação do conteúdo do vídeo para outras mídias, como blogs, fóruns técnicos, grupos específicos formados nas redes sociais e outros meios que possam chamar a atenção do público-alvo. A elaboração da arte, a escrita do texto para a postagem nas redes sociais e blogs pode ser realizada somente pelo professor, ou com o suporte de profissionais da área da comunicação. Ao fim dessa etapa, todos os elementos necessários para que os conteúdos produzidos estarão prontos para a publicação, que ocorre na etapa seguinte.

Finalmente, a etapa de Publicação envolve os procedimentos necessários para a divulgação. Nessa etapa, o professor coordenador do projeto deve inserir na plataforma do YouTube todo o conteúdo produzido, bem como nas redes sociais e blog do projeto. A partir deste momento, os conteúdos elaborados estarão disponíveis para o público externo da universidade. Para fechar o ciclo de melhoria contínua, na etapa de Análise, serão observadas as métricas de quantidade de visualizações e o tempo de retenção dos vídeos produzidos com o objetivo de gerar insumos para a etapa de Planejamento do próximo ciclo e aumentar a visibilidade do canal.

4. Estudo de Caso

O estudo de caso foi conduzido nas disciplinas de Redes de Computadores I e Redes de Computadores II do Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Santa Maria no período de outubro de 2020 a outubro de 2023. Ao todo, 70 alunos participaram do experimento. Neste período, foram aplicados 9 ciclos da metodologia. A seguir seguem os principais resultados de cada ciclo. A Tabela 1 resume os vídeos produzidos no estudo de caso.

A aplicação dos três primeiros ciclos (C3) ocorreu de Outubro de 2020 à Novembro de 2021. Durante a etapa de Planejamento destes ciclos, foram selecionadas as temáticas de algoritmos de roteamento *, *firewall* com *Iptables*[†] e máquinas virtuais ‡, respectivamente. Na etapa Roteirização, foram selecionados conteúdos dos slides do material da disciplina. Na etapa de Gravação, foi utilizado o *Smartphone Samsung Galaxy J8*. Na etapa de Edição do Vídeo foi empregado o software gratuito *Shotcut* (Shotcut, 2023). Na etapa de Elaboração de Multimídia, o software gratuito *Gimp* (Gimp, 2023) foi empregado. Na etapa de Publicação, foram adicionadas *tags* com palavras-chave extraídas do roteiro. As métricas utilizadas na etapa de Análise consistiram nas impressões, visualizações, Porcentagem Visualizada Média (PVM), sendo que todas elas são fornecidas pela plataforma YouTube. A impressão consiste em uma métrica para vídeos longos (mais de um minuto) que é contabilizada quando pelo menos 50% da capa do vídeo está visível na tela do espectador durante mais de um segundo, mostrando

* (<https://youtu.be/8SQLVMJJ5T4>)

† (https://youtu.be/_xluY_3EQ2o)

‡ (<https://youtu.be/HSAtrdLJH90>)

Tabela 1. Vídeos Produzidos para o Ensino de Redes de Computadores

Nº do Ciclo	Título	Link de Acesso
1	Entenda o Algoritmo de Roteamento por Vetor de Distância em Apenas 7 Minutos	https://youtu.be/8SQLVMJJ5T4
2	Firewall com Iptables: Teoria e Prática	https://youtu.be/_xluY_3EQ2o
3	you precisa aprender sobre Máquinas Virtuais AGORA! (Virtual Box, Ubuntu)	https://youtu.be/HSAtrdLJH90
4	Top 10 dos ERROS no Projeto de Avaliação de Desempenho de Redes de Computadores	https://youtu.be/wHbFHASEDzg
5	Como instalar o Simulador de Redes NS-3 se você usa Ubuntu	https://youtu.be/rP5uyuiouRw
6	Crie FACILMENTE a primeira simulação no NS-3	https://youtu.be/9SNOg3GSPLw
7	tutorial COMPLETO para criar a primeira animação com o simulador NS-3	https://youtu.be/vS4yYYJ6Au8
8	Enquadramento de Bits na Camada de Enlace - Exercício Resolvido	https://youtube.com/shorts/FzJ7L0dlmek
9	Deteção de Erros na Camada de Enlace - Exercício Resolvido	https://youtube.com/shorts/OQSriViXY0c
10	Codificação de Caracteres na Camada de Enlace - Exercício Resolvido	https://youtube.com/shorts/vjZufybN7YU

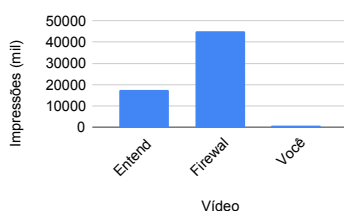


Figura 2. Impressões C3

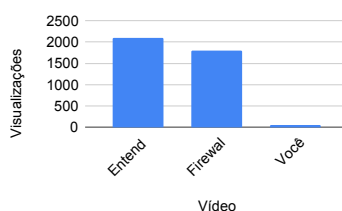


Figura 3. Visualizações C3

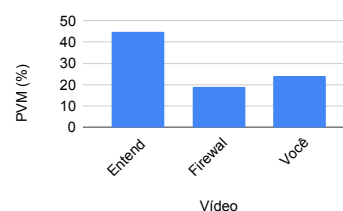


Figura 4. PVM C3

alcance do conteúdo. A visualização é computada quando uma pessoa clica para assistir um vídeo, mostrando que o conteúdo despertou a atenção do aluno. A PVM mostra o quanto o conteúdo reteve a atenção do aluno. As Figuras 2, 3 e 4 sintetizam os resultados empregados na etapa de Análise dos três primeiros ciclos.

Como resultado da etapa de Análise dos três primeiros ciclos, foi constatado o potencial da plataforma em entregar conteúdos, uma vez que as impressões do vídeo sobre *firewall* alcançaram mais de 45 mil pessoas. Um alto número de visualizações ocorreu no vídeo sobre algoritmos de roteamento, alcançando 2100 visualizações. Todavia, os resultados de PVM mostraram que a maior média ocorreu no vídeo sobre algoritmos de roteamento 44,7%, o que foi considerado abaixo do esperado.

Medidas foram tomadas na etapa de Planejamento dos ciclos 4, 5 e 6 (C6) para melhorar este resultado. Estes ciclos foram planejados para criar uma *playlist* de vídeos sobre a temática de simulação de redes de computadores §, envolvendo desde a motivação da escolha da técnica de avaliação até o uso de animações com o simulador de redes NS-3. Na etapa de Roteirização, também foram usados como base os materiais da disciplina de Redes de Computadores. Na etapa de Gravação foram empregados equipamentos de maior qualidade. Para gravação do áudio, foi empregado o kit Zoom ZDM em conjunto com o gravador Zoom Podtrack P4. Na gravação do vídeo foi utilizada a câmera Canon-EOS M50 Mark II, equipada com a lente Sigma 16mm para aplicação de um efeito

§ <https://youtube.com/playlist?list=PLSCtouxqoe6XDY1ggtaLGu0U2JNVvHvIv&si=JiaJT9O4NI5WPngh>

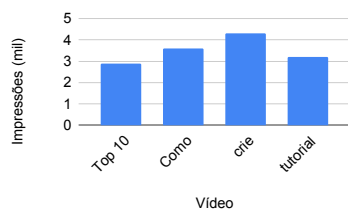


Figura 5. Impressões C6

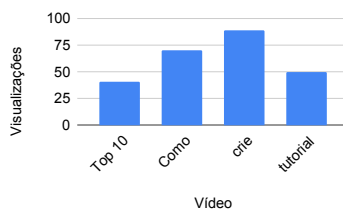


Figura 6. Visualizações C6

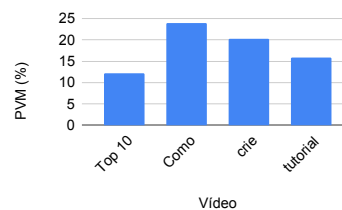


Figura 7. PVM C6

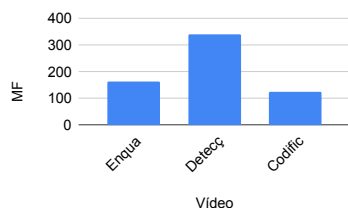


Figura 8. MF C9

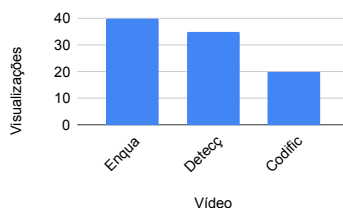


Figura 9. Visualizações C9

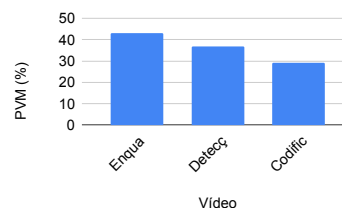


Figura 10. PVM C9

de desfoque no vídeo. A iluminação foi organizada empregando um iluminador *ring light*, de 10 polegadas, 25W, 26 centímetros. Na etapa de Edição do Vídeo, foi empregado o software Filmora (Filmora, 2023b), o qual proporciona recursos mais avançados de edição de áudio e vídeo. Na etapa de Elaboração Multimídia foi usado o software Canva (Filmora, 2023a). Assim como nos ciclos anteriores, na etapa de Publicação, foram adicionadas *tags* com palavras-chave extraídas do roteiro. Na etapa de Análise de C6 foram empregadas as mesmas métricas anteriores. As Figuras 5, 6 e 7 ilustram os resultados obtidos.

Os resultados obtidos da etapa de Análise em C6 mostram que a organização do conteúdo em forma de *playlist* proporcionou um número mais uniforme de visualizações e impressões. Todavia, cabe salientar que estes ciclos ocorreram entre agosto e outubro de 2023, ou seja, quase dois anos depois de C3. Este fato justifica a obtenção de valores menores em termos de impressões e visualizações. Cabe salientar que o PVM permaneceu abaixo do esperado, justificando a criação de novas estratégias para melhorar a retenção dos alunos.

Os ciclos 7,8 e 9 (C9) foram realizados no mês de outubro de 2023. Na etapa de Planejamento, foi mantida a estratégia de organizar conteúdos em forma de *playlist*. No entanto, foi testada a possibilidade criar vídeos curtos, com menos de um minuto, como uma alternativa para aumentar os resultados de PVM. Neste sentido, ainda na etapa de Planejamento, foi selecionada a temática da resolução de exercícios sobre a camada de enlace e foi elencada a possibilidade de usar softwares mais lúdicos para melhor apresentar a resolução dos exercícios. Na etapa de Roteirização também foram empregados os materiais da disciplina de Redes de Computadores. Na etapa de Gravação, foram usados apenas os equipamentos de áudio e vídeo previamente descritos. No entanto, na etapa de Edição de Vídeo, foi empregado o software *Mango Whiteboard Animation Maker* (Animate, 2023), o qual produz uma animação como se o professor estivesse escrevendo em uma lousa, contemplando a necessidade elencada na etapa de Planejamento. As etapas de Elaboração de Multimídia e Publicação seguiram de forma similar aos ciclos C6. Na etapa de Análise, foram empregadas as métricas visualizações PVM e Mostrados no Feed (MF). A MF é similar às impressões, mas se aplica apenas aos vídeos curtos, com menos de um minuto. As Figuras 8, 9 e 10 mostram os resultados obtidos para a etapa de Análise referente aos ciclos C9.

Note que nos resultados obtidos referente à métrica PVM, existiu uma leve melhora em termos de retenção quando comparado com os ciclos anteriores. Em termos de visualização, os valores obtidos foram menores e o valor de MF foi consideravelmente menor do que os resultados da métrica de impressão dos ciclos anteriores. Logo, pode-se perceber que os vídeos curtos podem melhorar a retenção dos alunos, mas com um alcance menor.

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Diversos benefícios foram proporcionados para a sociedade por meio do advento das redes de computadores. No entanto, devido à vasta abrangência dos assuntos abordados, existem diversos desafios relacionados com o ensino dos aspectos fundamentais das redes de computadores. Este artigo apresentou um estudo de caso sobre a criação de conteúdos para o YouTube voltados ao ensino de redes de computadores. A metodologia utilizada envolveu sete etapas, sendo elas o Planejamento, a Roteirização, a Gravação, a Edição do Vídeo, a Elaboração Multimídia, a Publicação e a Análise. Foram concluídos dez ciclos da metodologia, produzindo vídeos sobre algoritmos de roteamento, *firewall*, máquinas virtuais, técnicas de avaliação de desempenho, simulações com o simulador de redes NS-3 e resolução de exercícios sobre a camada de enlace. Os resultados mostraram a existência de vídeos que alcançaram 17,7 mil pessoas, obtiveram 2,1 mil visualizações e obtiveram 49,7% de visualização média. Além disso, este estudo contemplou uma comparação entre a criação de vídeos longos e curtos para aumentar a retenção dos alunos. Também foram descritas experiências sobre a utilização de diferentes equipamentos e softwares que podem sanar dúvidas de outros professores que possuem interesse em produzir conteúdos para o YouTube. Em trabalhos futuros serão realizadas ações para abordar conteúdos introdutórios da área de redes de computadores, bem como buscaremos avaliar a receptividade dos espectadores.

Referências

- Animate, M. **Whiteboard Animation Video Maker**. 2023. Disponível em: <https://mangoanimate.com/products/wm>. Acesso em: 28 outubro de 2023.
- Bertoglio, D. D.; Nunes, H. C.; Filippi, P. C.; Zorzo, A. F. Weasels e a construção de conhecimento em segurança ofensiva. In: SBC. **Anais do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação**. [S.l.], 2022. p. 109–117.
- Carneiro, N.; Machado, A. M.; Laureano, C.; Cavalcante, R.; Viana, W. Net. aura: Design e aplicação de um jogo de realidade aumentada no ensino de redes de computadores. **Proceedings [...]. XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital—SBGames, SBC, Porto Alegre**, p. 1173–1182, 2018.
- Carvalho, H. C. F. B. *et al.* Categorização de vídeos educacionais do youtube por meio de comentários. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, n. 2, p. 621–629, jan. 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/110305>.
- Felcher, C. D. O.; Bierhalz, C. D. K.; Folmer, V. A utilização dos vídeos educacionais do youtube na licenciatura em matemática: presencial e a distância. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 577–586, jul. 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/95950>.
- Filmora. **Canva: um Kit de Criação Visual para todo mundo**. 2023. Disponível em: <https://www.canva.com/>. Acesso em: 28 outubro de 2023.
- Filmora. **Wondershare Filmora — Melhor editor de vídeo fácil para você**. 2023. Disponível em: <https://filmora.wondershare.com.br/>. Acesso em: 28 outubro de 2023.
- V. 21 N° 2, dezembro, 2023

- Gao, Y.; Zhang, C.; Hei, X.; Zhong, G. Learning networking by reproducing research results in an ns-3 simulation networking laboratory course. In: **2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE)**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–6.
- Gimp. **GIMP - GNU Image Manipulation Program**. 2023. Disponível em: <https://www.gimp.org/>. Acesso em: 28 outubro de 2023.
- Lima, E.; Pereira, R. R.; Viana, W. Amongnet game: Um relato de experiência do uso da virtualidade e da realidade aumentada no ensino remoto emergencial de redes de computadores. In: SBC. **Anais do II Simpósio Brasileiro de Educação em Computação**. [S.l.], 2022. p. 152–162.
- Liu, P.; Chen, Z.; Fang, X.; Hei, X.; Zhang, C. ns3-lab: a scalable online ns-3 lab platform for learning computer networks. In: **2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology Education (TALE)**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 01–07.
- NSAM. **NS-3: A Discrete-Event Network Simulator**. 2023. Disponível em: <https://www.nsnam.org/docs/tutorial/html/index.html>. Acesso em: 21 outubro de 2023.
- Pattier, D. Science on youtube: Successful edutubers. **TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review /Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad**, v. 10, n. 1, p. 1–15, Feb. 2021.
- Paz, M. d. S. D.; Santos, J. M. O. dos; Barbosa, J. E. M.; Boas, P. d. C. V.; Santos, D. A. Perdi meu celular. **Expressa Extensão**, v. 28, n. especial, p. 22–29, 2023.
- Petter, R.; Rehfeldt, M. J. H. O uso do software packet tracer na potenciação do ensino de redes de computadores. **Revista Prática Docente**, v. 7, n. 3, p. e22069–e22069, 2022.
- Pinto, S. T.; Nantes, E. A. S. Gamificação na disciplina de redes de computadores: uma proposta de elaboração de um plano de trabalho docente com o uso do simulador packet tracer. **[TESTE] Debates em Educação**, v. 13, n. 31, p. 256–281, 2021.
- Rahman, M. A.; Pakstas, A. Tools and techniques for teaching and research in network design and simulation. **SN Computer Science**, Springer, v. 4, n. 3, p. 269, 2023.
- Reis, S. C. d.; Schiefelbein, L. Diy videolessons: miniseries to guide the design of video lessons for teaching english as an additional language. **The ESpecialist**, v. 44, n. 1, p. 155–175, May 2023. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/esp/article/view/60091>.
- Sadhu, P. K.; Yanambaka, V. P.; Abdelgawad, A. Internet of things: Security and solutions survey. **Sensors**, v. 22, n. 19, 2022. ISSN 1424-8220.
- Shotcut. **Shotcut**. 2023. Disponível em: <https://shotcut.org/>. Acesso em: 28 outubro de 2023.
- Smera, C.; Sandeep, J. Networks simulation: Research based implementation using tools and approaches. In: **2022 IEEE 3rd Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)**. [S.l.: s.n.], 2022. p. 1–7.
- Tao, J.; Xia, Q.; Liu, Q.; She, X. Design and research of a virtual computer network experimental teaching system. In: IEEE. **2022 11th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)**. [S.l.], 2022. p. 16–20.
- Yan, L. Learning networking by reproducing research results. In: **Proceedings of the 3rd International Workshop on Practical Reproducible Evaluation of Computer Systems**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (P-RECS '20), p. 1. ISBN 9781450379779. Disponível em: <https://doi-org.ez47.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3391800.3398176>.
- Yan, L.; McKeown, N. Learning networking by reproducing research results. **SIGCOMM Comput. Commun. Rev.**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 47, n. 2, p. 19–26, may 2017. ISSN 0146-4833. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3089262.3089266>.
- V. 21 N° 2, dezembro, 2023