

Implementação e Análise de uma Sequência Didática para o Ensino do Protocolo IP: Um Relato de Experiência

Elen Naiely dos Santos Silva¹, Amanda Ferreira Silva² e Elvis Melo³

¹Universidade de Pernambuco - UPE, Garanhuns, Brasil (elen.naiely@upe.br)

²Universidade de Pernambuco - UPE, Garanhuns, Brasil.

³Universidade de Pernambuco - UPE, Garanhuns, Brasil.

Resumo: O texto relata a implementação de uma sequência didática para o ensino do protocolo IP, com foco no IPv6, aplicada a estudantes do ensino médio/licenciatura em Computação. A metodologia combinou aulas teóricas, práticas assíncronas com ferramentas de simulação e uma dinâmica desplugada ("IPv6 Challenge"). Os resultados indicaram bom desempenho, alta participação e melhor compreensão dos conceitos, embora tenham sido apontadas dificuldades pontuais e a necessidade de maior reforço teórico em alguns tópicos.

Palavras-chave: Ensino de Computação; Redes de Computadores; IPV6; IPV4; Ensino Híbrido;

INTRODUÇÃO

A internet, como a conhecemos hoje, passou por inúmeras transformações até alcançar o nível atual, caracterizado por alta velocidade de conexão, acesso massivo por dispositivos móveis, interação em tempo real e grande integração com serviços digitais (Lins, 2013). Diversas tecnologias foram aprimoradas e estudadas para atender às crescentes necessidades de conectividade dos dispositivos e satisfazer as demandas contemporâneas. Dessas, o Protocolo de Internet versão 4 (IPv4) foi a primeira versão deste protocolo de comunicação, projetado para suprir as necessidades de comunicação da época, como o endereçamento básico dos dispositivos conectados e o suporte à expansão inicial da internet. No entanto, já na década de 1990, a Internet Engineering Task Force (IETF) sabia que o IPv4 ficaria sem endereços.¹

Com a evolução da internet, não são apenas computadores e smartphones que estão conectados, mas também dispositivos da internet das coisas. Segundo a pesquisa ISG Provider Lens Internet das Coisas (IoT), já são mais de 27 bilhões de dispositivos conectados e em comunicação no mundo. Nesta visão, a quantidade de combinações possíveis de endereços IP com o IPv4 não é suficiente para abarcar essa crescente demanda. Para resolver esse problema, foi implementado o Protocolo de Internet versão 6 (IPv6), que oferece

uma quantidade significativamente maior de endereços IP, garantindo que mais dispositivos possam ser conectados de maneira eficiente e segura. (MALONE; MURPHY, 2005, p. 197).

Assim, considerando os avanços tecnológicos mencionados, como os progressos notáveis nas tecnologias de comunicação, é de grande importância a abordagem de conceitos dessa área. Christian Huitema (1996) e Lisandro Zambenedetti Granville (2019) assumem papel relevante nesse cenário ao contextualizar o protocolo IP, destacando sua evolução até o IPv6.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta a metodologia proposta, as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos da aula realizada sobre os conceitos de redes de computadores, com foco específico no protocolo de comunicação IPv6, conduzidos para alunos do ensino médio por licenciandas do curso de Computação. A importância dessas aulas reside no fato de que usamos essas tecnologias diariamente, muitas vezes sem entender como funcionam. Compreender como nossos dispositivos se conectam e como o tráfego de informações é gerenciado é fundamental. Dessa forma, essa demanda serviu como precursor para o objetivo da aula: proporcionar aos alunos um entendimento mais profundo e prático dos protocolos de Internet e da infraestrutura de redes, capacitando-os a navegar e utilizar a tecnologia de forma mais consciente e eficiente.

¹ IETF. RFC 1752: The Recommendation for the IP Next Generation Protocol. 1995. Disponível em: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1752>.

Organizado em etapas e voltado para alunos do ensino médio, esta iniciativa contou com a participação dos membros do corpo discente do curso de computação da Universidade de Pernambuco (UPE). O método de ensino utilizado nesta sequência de aulas foi dividido em três partes essenciais, proporcionando uma base para os conteúdos abordados desde o início até a conclusão das aulas. Dessas três partes, a iniciativa incluiu uma abordagem complementar com duas aulas presenciais de 40 minutos cada: uma voltada para a teoria e outra para dinâmicas práticas. Além disso, houve uma aula assíncrona focada na fixação e exploração de materiais online e plataformas específicas, totalizando uma imersão nos temas de Redes de Computadores e configuração de endereços IP. A forma como as aulas foram estruturadas pode ser vista na Figura 1:

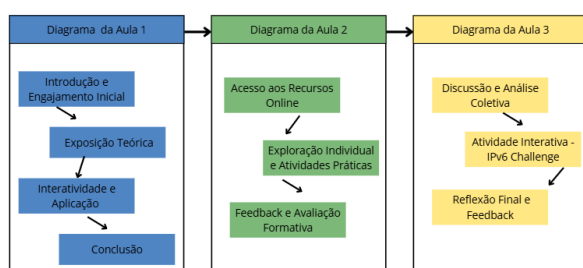


Figura 1. Diagrama da sequência de ensino seguida.

A primeira parte consistiu em uma aula presencial inicial dedicada à exposição detalhada do conteúdo e à explicação da estrutura da sequência de ensino. Nessa fase, os alunos foram introduzidos aos conceitos gerais que permeiam a área de redes de computadores e ao protocolo IPv6. O objetivo principal dessa abordagem foi contextualizar a evolução do protocolo IP até o IPv6, proporcionando uma introdução às atividades subsequentes. Após a exposição teórica, os alunos participaram de uma atividade de fixação tradicional para consolidar os conceitos aprendidos, proporcionando uma revisão imediata do conteúdo teórico. Nesta atividade, a turma foi responsável por testar os conhecimentos discutidos em sala de aula pelas professoras, respondendo a questões de múltipla escolha e dissertativas sobre temas que envolvem redes de computadores, com foco específico na configuração de endereços IP. E assim, garantindo um *feedback* sobre a compreensão dos alunos e ajustes necessários na abordagem pedagógica, promovendo uma autoavaliação do processo de ensino-aprendizagem.

Na segunda aula, os estudantes foram orientados a participar de uma experiência de aprendizado remoto e assíncrono. Ao final da primeira aula, foi disponibilizado um *link* para acesso à plataforma virtual, *Google Classroom*, onde todos os recursos necessários estavam disponíveis. Lá, os alunos

encontraram vídeos explicativos e tutoriais, que guiaram detalhadamente o uso de *softwares* especializados em simulação de redes. Nesses materiais instrucionais, foram fornecidos *links* diretos para a instalação dos programas necessários. As atividades práticas desenvolvidas nesses *softwares* foram concebidas para reforçar a compreensão dos alunos sobre a estrutura e o funcionamento das redes, especialmente as configurações de endereçamento IPv6, aplicando os conceitos teóricos previamente estudados. Durante essa atividade, os estudantes utilizaram o *IP Tools* para explorar as funcionalidades de configuração e análise de redes. Eles verificaram a conectividade IPv6 de seus dispositivos, exploraram tutoriais em vídeo para aprender a usar a ferramenta de forma eficaz e consultaram materiais adicionais sobre a transição para o IPv6. Utilizando o *Scanner* de Rede, realizaram análises detalhadas da distribuição de dispositivos na rede local, enquanto ferramentas como *ping*, *traceroute* e *Port Scanner* foram empregadas para testar conectividade, roteamento e segurança através dos protocolos IPv4 e IPv6. Ao final da aula, os alunos responderam a um formulário de *feedback* com perguntas específicas para obter insights sobre a metodologia. Eles foram incentivados a enviar capturas de tela ou vídeos das configurações aplicadas e dos resultados obtidos durante as simulações, facilitando a correção e *feedback* dos instrutores. As perguntas incluíram: identificação de dispositivos na rede (IPv4 ou IPv6), compreensão da estrutura da rede, mudanças nas portas abertas após a transição para IPv6, diferenças nos resultados de *ping* e *traceroute* entre IPv4 e IPv6, tratamento de segurança entre os protocolos, e a ferramenta mais útil para entender configurações de rede. As respostas foram analisadas qualitativamente para identificar temas recorrentes e fornecer insights para melhorias futuras no ensino. Essas informações foram cruciais para avaliar a assimilação dos conceitos estudados e fornecer um *feedback* detalhado sobre o desempenho individual e coletivo dos alunos.

A terceira aula, que finalizou essa sequência ensino, focou inteiramente na dinâmica "IPv6 Challenge", uma dinâmica interativa projetada para consolidar o entendimento sobre a estrutura e funcionamento do IPv6 de maneira envolvente e competitiva. Três grupos de estudantes competiram para completar desafios relacionados ao endereçamento IPv6. Essa atividade foi realizada fora da sala de aula, utilizando o pátio da universidade para acomodar as necessidades de espaço da dinâmica. O pátio foi caracterizado para receber os grupos, com as estruturas necessárias, como estações de trabalho e blocos para montar os endereços IPv6. Para manter a atividade estimulante, foram oferecidos prêmios às equipes vencedoras. A seguir na Figura 2 está

estruturado em forma de diagrama como foi seguindo essa dinâmica:

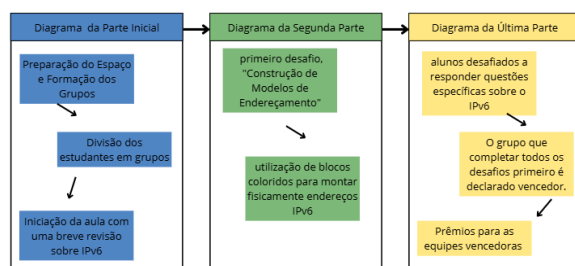


Figura 2. Diagrama da estrutura seguida na dinâmica da terceira aula.

Na dinâmica "IPv6 Challenge", os alunos foram desafiados em dois principais momentos. No primeiro desafio, denominado "Construção de Modelos de Endereçamento", cada grupo utilizou blocos coloridos para montar fisicamente endereços IPv6. Esses blocos representavam diferentes partes do endereço, como o prefixo de rede e o identificador de interface, permitindo aos participantes visualizar e compreender a estrutura detalhada de um endereço IPv6. Nas fases seguintes da dinâmica, os alunos foram convidados a responder a questões específicas sobre o IPv6, explorando o significado e a aplicação dos registros AAAA (IPv6) e outras informações relevantes para sua implementação. O grupo que completou todos os desafios primeiro foi declarado vencedor, destacando não apenas o aprendizado prático do IPv6, mas também promovendo habilidades de colaboração e solução de problemas em um ambiente dinâmico e competitivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentaremos os principais resultados obtidos durante a realização da sequência didática descrita na metodologia. Incluindo perfil dos participantes, desempenho nas atividades propostas, participação na dinâmica realizada e análise dos resultados finais conforme objetivos apresentados inicialmente e *feedback* dos estudantes. Os dados e registros foram coletados por meio de fotos, respostas de exercícios, observação de participação e questionários de *feedback*. Para análise desses dados foi utilizada uma abordagem multimétodo, combinando elementos da análise qualitativa e quantitativa, permitindo assim uma melhor compreensão dos resultados.

Esta sequência didática foi aplicada em uma turma do curso de Licenciatura em Computação, mostrando uma diferença em relação ao gênero dos respondentes (Gráfico 1). Entre os estudantes 87% participaram da aula teórica e 69% responderam os exercícios e questionários disponibilizados pelas

professoras responsáveis pela aplicação das aulas, o que demonstra um interesse da maioria dos estudantes na aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. Ao questionados a respeito de experiências anteriores sobre Redes de Computadores, apenas 31% dos estudantes demonstraram terem estudado anteriormente sobre os conteúdos que foram abordados nas aulas conforme mostrado no Gráfico 2.

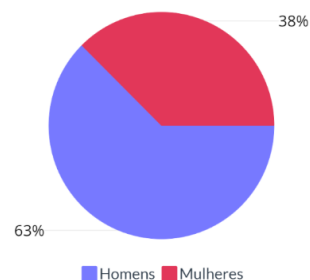


Gráfico 1. Gráfico demonstrando gênero dos alunos participantes.

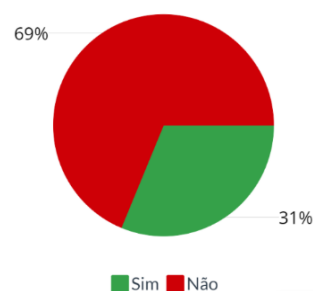


Gráfico 2. Gráfico de alunos com conhecimentos prévios em Redes.

Após o final da aula teórica, Figura 3 e 4, foi disponibilizado para os alunos um exercício de fixação contendo 10 questões, sendo 9 de múltipla escolha e 1 aberta, contendo os principais assuntos abordados durante a explanação da matéria.



Figura 3. Professoras questionando os estudantes sobre experiências anteriores em redes.



Figura 4. Estudantes durante conteúdo teórico apresentado na Aula 1.

No exercício de fixação, foi obtido um excelente aproveitamento, alcançando uma taxa de acerto superior a 72% em todas as questões. Notadamente, em cinco das dez questões propostas, foi obtido um índice de acerto superior a 90%. Demonstrando assim, uma compreensão e uma aplicação dos conteúdos abordados nas aulas. No Quadro 1 abaixo é possível visualizar algumas das questões utilizadas no exercício e a porcentagem de acerto.

Quadro 1. Questões do Exercício de Fixação.

Questões	Porcentagem de Acerto (%)
O que motivou o desenvolvimento do IPv6?	90,9%
Qual das seguintes é uma característica do IPv6?	90,9%
O que são túneis IPv6 em IPv4?	81,8%
Qual dos seguintes mecanismos o SIT introduz para facilitar a transição IPv4-IPv6?	90,9%
O que caracteriza um túnel automático em comparação com um túnel configurado na transição de IPv6 em IPv4?	72,2%
Quais são as funções	81,8%

alteradas para suportar o IPv6?	
Qual é o propósito de endereços IPv6 compatíveis com IPv4?	81,8%
Qual o papel do DNS na transição de IPv4 para IPv6?	81,8%
Qual ficha nova foi definida para o IPv6 no DNS?	81,8%

Os resultados do exercício mostram que os alunos enfrentaram dificuldades na questão 5, "O que caracteriza um túnel automático em comparação com um túnel configurado na transição de IPv6 em IPv4?", com uma taxa de erro de 27,3%. Esta questão aborda conceitos avançados de redes, como a configuração e operação de túneis IPv6 sobre IPv4, sugerindo uma possível necessidade de revisão ou maior ênfase no ensino deste tópico específico. Por outro lado, os alunos demonstraram um excelente entendimento na questão 8, onde 100% dos respondentes acertaram ao identificar o papel do DNS na transição de IPv4 para IPv6 como "B) Mapear nomes de máquinas para endereços". Isso indica uma boa compreensão do papel fundamental do DNS na resolução de nomes para endereços IP durante a transição entre protocolos. Essa análise não apenas destaca áreas que podem necessitar de reforço no ensino, mas também reconhece os pontos fortes dos alunos no entendimento de conceitos específicos relacionados a redes de computadores.

Na segunda aula da sequência didática foi proposto para os estudantes uma prática de simulação de redes assíncrona utilizando um software mobile (Figura 5), onde após assistirem tutoriais e explorarem o aplicativo IP Tools eles responderam um google forms mostrando sua experiência nessa prática.



Figura 5. Interface do Software utilizado para a prática.

A primeira questão disponível no formulário foi “Quais dispositivos você identificou na rede usando o scanner de rede? Inclua se estavam usando IPv4 ou IPv6.” Para essa pergunta recebemos diversas respostas, onde os estudantes identificaram dispositivos como *Notebooks*, *Smartphones*, Computadores, Tablets e *Smart TVs*, com a grande maioria usando o IPv4. A Figura 6 apresenta imagens anexadas pelos alunos no formulário da atividade assíncrona.

A segunda questão se tratava de “Como a atividade de scanner de rede ajudou você a compreender a estrutura atual da rede em comparação com o que foi discutido em sala de aula sobre protocolos de rede?” Na qual obtivemos respostas como:

ESTUDANTE 1: “A atividade me ajudou a visualizar a estrutura da rede e a distribuição dos endereços IP em um ambiente real. Foi possível comparar diretamente a teoria discutida em sala, sobre como os protocolos de rede IPv4 e IPv6 são implementados, com a prática, observando como cada dispositivo estava configurado e como se comunicavam na rede.”

ESTUDANTE 2: “A atividade de scanner de rede proporcionou uma compreensão prática da estrutura da rede, mostrando a predominância do IPv4 e complementando a teoria sobre protocolos de rede discutida em sala de aula.”

ESTUDANTE 3: “Ajudando a compreender a estrutura atual da rede ao identificar dispositivos e seus endereços IP, revelando a distribuição e o uso de IPv4 e IPv6 na prática. Comparando com o discutido em sala de aula sobre protocolos de rede, ficou mais claro como os dispositivos se comunicam e a importância da configuração correta dos protocolos para a eficiência e segurança da rede.”

ESTUDANTE 4: “A atividade de scanner de rede usando o aplicativo IP Tools me ajudou a compreender a estrutura atual da rede ao identificar os dispositivos conectados e seus endereços IP, tanto IPv4 quanto IPv6.”

As respostas dos estudantes à atividade de scanner de rede destacaram a importância dessa prática para consolidar o aprendizado teórico sobre protocolos de rede IPv4 e IPv6. A maioria dos participantes enfatizaram como a atividade proporcionou uma visão clara da estrutura real da rede, permitindo comparações diretas com o conteúdo discutido em sala de aula. Eles observaram como os dispositivos estão configurados e se comunicam, reforçando a compreensão sobre a implementação prática dos protocolos e a distribuição de endereços IP. Além disso, os estudantes reconheceram a relevância crítica da configuração precisa dos protocolos para a eficiência e segurança das redes, evidenciando a

eficácia da integração entre teoria e prática no processo de aprendizado em redes de computadores.

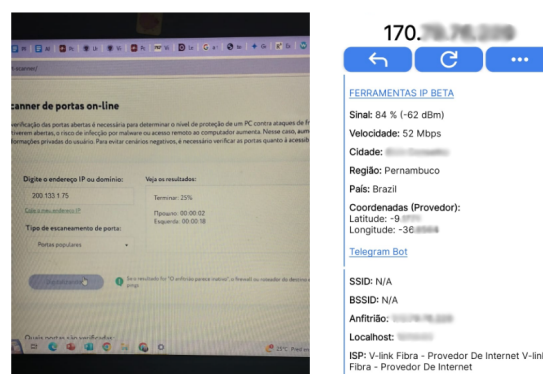


Figura 6. Imagens anexadas pelos alunos no formulário da atividade assíncrona.

As respostas dos alunos sobre as diferenças entre IPv4 e IPv6 destacaram pontos positivos e negativos da aula prática. Entre os aspectos positivos, os alunos demonstraram uma compreensão clara das diferenças técnicas entre os dois protocolos. Eles observaram que o IPv6 apresenta tempos de resposta mais rápidos nos testes de ping e uma maior eficiência na priorização de rotas em traceroutes, refletindo uma infraestrutura de rede mais moderna e escalável. Além disso, a aula conseguiu transmitir a importância da segurança aprimorada no IPv6, com sua capacidade nativa de autenticação e criptografia de pacotes, proporcionando uma visão prática das vantagens do novo protocolo sobre o IPv4. No entanto, alguns pontos negativos também foram identificados. Nem todos os alunos tiveram a oportunidade de testar o IPv6, o que pode indicar uma limitação nos recursos ou tempo disponível para a prática completa. Além disso, houve menções à complexidade do IPv6, que apesar de suas vantagens, pode ter gerado dificuldades adicionais para os alunos menos familiarizados com o protocolo. Essas dificuldades sugerem a necessidade de um suporte mais detalhado ou recursos adicionais para garantir que todos os alunos consigam acompanhar e entender plenamente os conceitos apresentados.

As respostas dos alunos para a pergunta sobre qual ferramenta consideraram mais útil para entender as configurações de rede mostra quais as percepções e experiências dos alunos em relação às atividades práticas realizadas. Uma análise revela que a ferramenta IP Tools: WiFi Analyzer ofereceu uma visão dos dispositivos conectados à rede e exibir informações detalhadas sobre IPs, portas abertas e outras métricas importantes. Permitindo assim, aos alunos visualizar a topologia da rede, além disso, a ferramenta ajudou a identificar vulnerabilidades e verificar a segurança da rede. Os alunos comentaram a respeito da eficiência e a precisão do scanner, que permitiu uma resposta rápida a mudanças na rede e

ajudou na compreensão do comportamento dos dispositivos conectados.

Um ponto interessante que emergiu das respostas dos alunos foi a menção ao *Wireshark*, mesmo não sendo uma ferramenta exigida na prática. Essa iniciativa demonstra a proatividade dos alunos em explorar além do que foi solicitado, buscando ferramentas adicionais que pudessem aprofundar seu entendimento sobre o tráfego de rede. O *Wireshark* é amplamente reconhecido por suas capacidades avançadas de análise de pacotes, e sua inclusão nas respostas indica que os alunos estão dispostos a investir tempo e esforço para utilizar ferramentas que proporcionam uma análise mais detalhada e granular da rede.

A análise comparativa dessas respostas mostra que ambas as ferramentas foram elogiadas por sua capacidade de proporcionar uma visão clara das redes, facilitando a comparação com os conteúdos teóricos discutidos em sala de aula. A integração de atividades práticas no ensino de redes de computadores é essencial para consolidar o aprendizado teórico. Os alunos enfatizaram a importância da segurança e da eficiência operacional das redes, reconhecendo que entender a configuração precisa dos protocolos é crucial para manter a segurança e a eficiência das redes.

Na terceira e última aula desta sequência didática foi realizada uma dinâmica desplugada, denominada "IPv6 Challenger", focado totalmente na interação entre os alunos através de um jogo projetado para consolidar o entendimento sobre a estrutura e funcionamento do IPv6. Onde três grupos de estudantes competiram para completar desafios relacionados ao endereçamento IPv6, cada um focando em aspectos diferentes desse protocolo. A Figura 7 mostra os alunos reunidos para explicação da dinâmica IPv6 Challenger.



Figura 7. Professoras explicando sobre a dinâmica para a turma.

O primeiro desafio, "Construção de Modelos de Endereçamento" (Figura 8), envolveu cada grupo usando blocos coloridos para montar fisicamente endereços IPv6. Os blocos representavam diferentes segmentos do endereço IPv6: o Prefixo de Rede

(Global Routing Prefix), representado por blocos azuis, que normalmente define a parte da rede à qual o endereço pertence e geralmente tem 48 bits de comprimento; o Identificador de Sub-rede (Subnet ID), ilustrado por blocos verdes, usado para dividir a rede internamente em segmentos ou sub-redes com 16 bits de comprimento; o Identificador de Interface (Interface ID), marcado por blocos vermelhos, único para cada dispositivo na rede e geralmente derivado do MAC address do dispositivo, com 64 bits de comprimento; Blocos Especiais para Compressão, identificados por blocos amarelos, usados para representar a compressão de zeros no endereço, uma característica comum em endereços IPv6 para simplificar a notação; Blocos de Transição, destacados por blocos laranja, que representam segmentos de um endereço IPv6 especificamente utilizados em configurações de transição de IPv4 para IPv6; e o Endereço IPv4 Mapeado, mostrado por blocos roxos, que representam o endereço IPv4 dentro do endereço IPv6 e ocupam os últimos 32 bits do endereço IPv6 para identificar dispositivos em uma rede que ainda utilizam IPv4.

Cada grupo passou por três estágios, cada um com especificações diferentes para montar o endereço IPv6: a sequência para Montagem de Endereços em Redes Mistas IPv4/IPv6 equivalente ao endereço 0000:0000:0000:ffff:192.0.2.33 utilizava blocos vermelho, laranja e roxo; a sequência para Montagem de Endereços Unicast Global simbolizado por 2001:0db8:1c01:abcd:ef01:2345:6789 usava blocos azul, verde e vermelho; e a sequência para Montagem de Endereços IPv6 Comprimido representado por 2001:db8:0:1111::200 empregava blocos azul, amarelo e vermelho. Esses blocos permitiram aos participantes visualizar e compreender a estrutura detalhada de um endereço IPv6, transformando uma abstração técnica em algo tangível e visualmente acessível. No entanto, este foi o desafio onde os grupos mais tiveram dificuldades para concluir, levando em média 15 minutos para finalizar. Essas dificuldades indicam a complexidade percebida na divisão e utilização dos diferentes componentes dos endereços IPv6, e a necessidade de um maior aprofundamento desse assunto durante aulas futuras.



Figura 8. Grupos discutindo sobre a resolução do primeiro desafio.

Durante o segundo desafio, que consistia em um circuito simultâneo de atividades, os alunos levaram menos de 5 minutos para completar cada estação, demonstrando domínio do conteúdo. No decorrer dessa parte da dinâmica, os alunos simularam a configuração e navegação em redes de computadores. Cada grupo recebeu um cartão representando um endereço IPv4 e foi desafiado a "navegar" por várias estações. Em cada estação, como na Estação A, os alunos precisavam converter seus endereços IPv4 para IPv6, enquanto na Estação B precisavam associar esses endereços aos registros corretos no DNS, já na Estação C os estudantes precisavam responder corretamente a quantidade de bits presentes em seu endereço IPv6, e para finalizar na Estação D era necessário informar o significado da sigla IPv6 (Internet Protocol Version 6).

O desempenho dos alunos durante o segundo desafio foi impressionante, com a maioria concluindo as atividades em menos de 5 minutos por estação. Isso indica um alto nível de compreensão e domínio dos conceitos de redes de computadores ensinados anteriormente. A exigência de converter endereços IPv4 para IPv6 e associar esses endereços aos registros corretos no DNS em diferentes estações foi um teste eficaz das habilidades dos alunos. A rapidez com que eles completaram essas tarefas sugere que eles não apenas entenderam os conceitos, mas também estavam confortáveis em aplicá-los em um ambiente simulado.

Além disso, o formato do circuito simultâneo incentivou a colaboração e a resolução rápida de problemas, habilidades essenciais no campo da Computação. A necessidade de "navegar" por várias estações também ajudou a reforçar a compreensão dos alunos sobre a continuidade e a interconexão dos conceitos de redes.

Com base no feedback dos alunos, podemos concluir que a sequência didática aplicada foi eficaz e bem recebida. A maioria dos alunos (83%) considerou que os conteúdos abordados em sala de aula foram suficientes para que eles realizassem as atividades práticas com confiança (Gráfico 3). Todos os alunos (100%) acreditaram que a atividade de exploração do IPv6 em dispositivos móveis foi eficaz para aprimorar o entendimento sobre o protocolo de internet (Gráfico 4). Apesar desse sucesso, 22% dos alunos indicaram que sentiram falta de mais informações teóricas durante as atividades práticas, sugerindo a necessidade de um reforço teórico em futuras implementações (Gráfico 5). Além disso, 11% dos alunos apontaram que houve algum conceito abordado em sala que não conseguiram aplicar na prática, indicando a importância de revisar e possivelmente reforçar esses conceitos específicos (Gráfico 6).

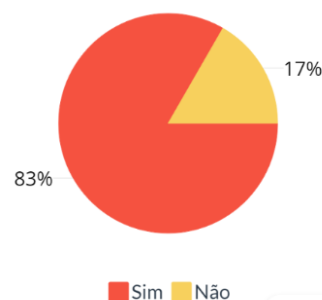


Gráfico 3. Os conteúdos abordados em sala de aula foram suficientes para que você realizasse as atividades práticas com confiança.

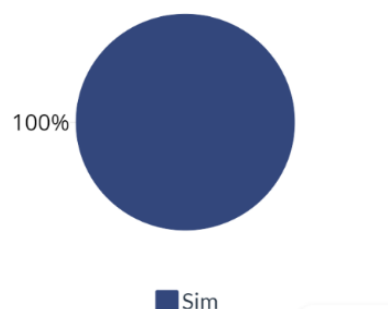


Gráfico 4. Você acredita que a atividade de exploração do IPv6 em dispositivos móveis foi eficaz para aprimorar seu entendimento sobre esse protocolo de internet.

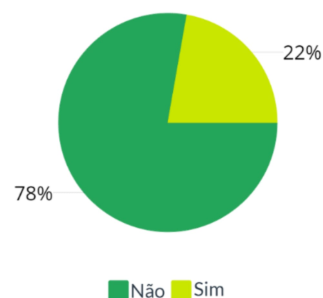
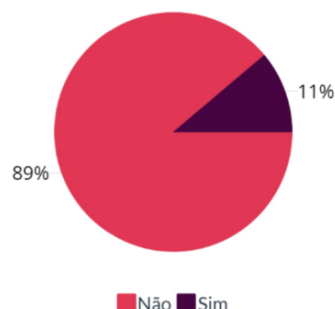


Gráfico 5. Houve algum ponto durante as atividades práticas em que você sentiu falta de mais informações teóricas?



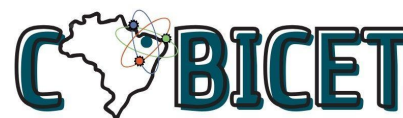


Gráfico 6. Houve algum conceito abordado em sala que você não conseguiu aplicar na prática?

Esses resultados mostram que, embora a maioria dos alunos tenha se beneficiado da atividade e adquirido os conhecimentos essenciais, há espaço para melhorias na abordagem teórica e na aplicação prática de determinados conceitos.

CONCLUSÃO

O presente estudo abordou a importância do ensino de redes de computadores com foco no protocolo IPv6, destacando a necessidade de atualização dos conhecimentos na área devido à transição gradual do IPv4 para o IPv6. A metodologia aplicada, dividida em três aulas essenciais, buscou proporcionar uma compreensão teórica e prática dos conceitos de redes de computadores e endereçamento IP.

O relato exemplifica como metodologias ativas, incluindo aulas teóricas, atividades práticas e dinâmicas interativas, podem ser eficazes no ensino de conceitos complexos. A combinação de teoria e prática, como visto na aula assíncrona e na dinâmica "IPv6 Challenge", ajuda os alunos a internalizar os conceitos de maneira mais significativa. Além de a utilização de ferramentas tecnológicas para simulação de redes proporcionar um aprendizado prático para a compreensão profunda dos protocolos de rede. O feedback dos estudantes é uma ferramenta para o aprimoramento das estratégias pedagógicas. A percepção dos alunos sobre a necessidade de mais suporte teórico durante as atividades práticas sugere que o equilíbrio entre teoria e prática pode ser ajustado para melhor atender às necessidades de aprendizado. Essa reflexão destaca a importância de um ensino adaptativo, onde as estratégias são continuamente refinadas com base na resposta dos alunos.

Entretanto, o estudo apresentou algumas limitações. A primeira limitação refere-se ao tempo e recursos disponíveis para que todos os alunos pudessem testar o IPv6 de maneira prática, o que pode ter comprometido a plena assimilação dos conceitos. Além disso, a complexidade do protocolo IPv6 foi um desafio adicional para alguns alunos, indicando a necessidade de um suporte mais detalhado. Trabalhos futuros poderiam focar na implementação de um maior suporte teórico durante as atividades práticas e na disponibilização de recursos adicionais, como tutoriais e laboratórios virtuais, para garantir que todos os alunos consigam acompanhar e entender plenamente os conceitos apresentados.

Em conclusão, este trabalho não só amplia a compreensão sobre metodologias híbridas e práticas para o ensino de redes de computadores, mas também oferece um ponto de partida para futuras investigações e aplicações práticas que possam

beneficiar o ensino da computação de maneira geral, buscando cada vez mais atividades que promovam a aplicação prática dos conceitos teóricos de diferentes maneiras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao orientador pelo apoio e pelas contribuições ao longo de todo o processo, especialmente na estruturação da aula e na escrita deste relato de experiência. Sua orientação foi fundamental para organizar as atividades e transformar a prática em um trabalho bem estruturado.

Também agradecemos aos alunos que participaram de forma voluntária da aula, e das atividades propostas. A disponibilidade, o interesse e a participação de cada um foram essenciais para o desenvolvimento da experiência e para os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

Ferreira, K. H. A.; Lima, R. W.; Lima, M. V. A.; Chaves, J. O. M.; Silva, T. R. Integrando o Network Simulator 2.0 a um ambiente virtual de aprendizagem. Workshop sobre Educação em Computação. Sociedade Brasileira de Computação, Brasil, 2014.

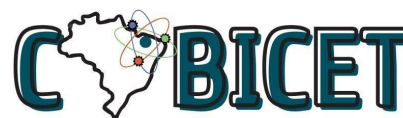
Freire, M. App do dia – IP Tools: WiFi Analyzer. PCGuia. PCGuia, Portugal, 2021. Disponível em: pcguia.pt/2021/08/app-do-dia-tools-wifi-analyzer/. Acesso em: 11 jul. 2024.

Google. Google IPv6 statistics. Google. Google Inc., Estados Unidos, 2024. Disponível em: google.com/intl/en/ipv6/statistics.html. Acesso em: 20 jun. 2024.

Huitema, C. IPv6: the new Internet protocol. Prentice Hall. Prentice Hall, Estados Unidos, 1996.

Kurose, J. F.; Ross, K. W. Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down. Pearson Education do Brasil. Pearson, São Paulo, 2013.

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.



Sociedade Brasileira de Computação. SBC, Porto Alegre, 2022.

LINS, Bernardo Felipe Estellita. Consultor legislativo da área de ciência e tecnologia, comunicação e informática. A evolução da Internet: uma perspectiva histórica. 2013. Disponível em: https://www.belins.eng.br/ac01/papers/aslegis48_art01_hist_internet.pdf. Acesso em: 29 dez. 2025.

Mandel, A.; Simon, I.; Lyra, J. L. de. Informação: computação e comunicação. Universidade de São Paulo. USP, São Paulo, 1997. Disponível em: ime.usp.br/~is/abc/abc. Acesso em: 1 jun. 2024.

Melgaço, A.; Dias, J. Desenvolvimento e aplicação de práticas desplugadas para o ensino de redes de computadores. Sociedade Brasileira de Computação. SBC, Porto Alegre, 2019.

Monteiro, G. S. As consequências do esgotamento do IPv4 e suas soluções. AEDB. Brasil, 2023. Disponível em: repositorio.aedb.br/jspui/handle/123456789/150.

Pacete, L. G. IoT: até 2025, mais de 27 bilhões de dispositivos estarão conectados. Forbes. Forbes Brasil, Brasil, 2022. Disponível em: forbes.com.br/forbes-tech/2022/08/iot-ate-2025-mais-de-27-bilhoes-de-dispositivos-estarao-conectados/. Acesso em: 30 mai. 2024.

Santos, R. R. et al. IPv6 básico. RNP/ESR. RNP, Rio de Janeiro, 2014.

Santos, A. E. D.; Silva, T. R.; Santos, F. G.; Almeida, F. F.; Valério, J. R.; Aranha, E. H. S. Ensino de redes de computadores mediado por tecnologias educacionais: um mapeamento sistemático da literatura. Revista Novas Tecnologias na Educação. UFRGS, Porto Alegre, 2020.

Silva, T. R.; Oliveira, R. G. S. G.; Aranha, E. H. S. Desenvolvimento de jogos não digitais por alunos do ensino médio: um relato de experiência envolvendo arquitetura de computadores. Sociedade Brasileira de Computação. SBC, Porto Alegre, 2022.

Tanenbaum, A.; Feamster, N.; Wetherall, D. Redes de computadores. Pearson / Bookman. Pearson, São Paulo, 2021.

Zembruzki, L.; Jacobs, A. S.; Granville, L. Z.; Pfitscher, R. J. Examining the centralization of email industry: a landscape analysis for IPv4 and IPv6. IEEE. IEEE, Estados Unidos, 2023.