



Projeto sustentável educacional: estação fotovoltaica de fornecimento de internet para atividades pedagógicas

Project Sustainable Education: photovoltaic station of internet supply for educational activities

👤 **Victor Hugo Costa das Neves**

Estudante do Terceiro ano do Ensino Médio em Tempo Integral do Centro Educacional do Lago - CEL

👤 **Victória Geovana Tavares de Albuquerque**

Estudante do Terceiro ano do Ensino Médio em Tempo Integral do Centro Educacional do Lago - CEL

👤 **Luiz Mário Araújo de Souza**

Estudante do Terceiro ano do Ensino Médio em Tempo Integral do Centro Educacional do Lago - CEL

👤 **Vitor Rios Valdez**

Graduado em Ciências Biológicas e mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de Brasília. É professor da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Contato: v2riosv@gmail.com

👤 **Fernanda Mac-Ginity**

Graduada em Ciências Sociais e mestra em Direitos Humanos e Cidadania pela Universidade de Brasília. É professora da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Contato: fernanda.macginity@gmail.com

Resumo: O Centro Educacional do Lago - CEL em Brasília (DF) atende estudantes de baixa renda, enfatizando uma educação integral e uso de tecnologia digital. No entanto, o acesso limitado à internet durante as aulas cria desafios para os professores. Apesar da maioria dos alunos possuir celulares, apenas uma minoria tem acesso à internet, o que restringe o uso efetivo de recursos digitais no ensino. Entendendo que esta realidade pode ser a mesma ou até pior em escolas públicas brasileiras, surge a proposta de um roteador de internet móvel fotovoltaico. O objetivo do projeto é fornecer internet para estudantes de escolas públicas de forma a permitir a realização de atividades digitais e dar subsídios para práticas pedagógicas de professores, de forma ecologicamente sustentável, autossuficiente. Uma vez constatado o problema, e partindo de um grupo controle e de um experimental para nortear o projeto, hipotetizou-se que, por meio de uma placa solar, um tablet e outros circuitos embutidos em um carrinho, a internet se tornaria mais acessível para estudantes e professores em toda escola. Como resultado do estudo, observou-se uma melhora nas aulas, com alunos mais engajados, e uma grande mobilidade de internet para os locais de interesse da comunidade escolar.

“Os professores e professoras que participaram desses testes expressaram unanimemente que a internet é, de fato, uma ferramenta pedagógica valiosa, capaz de auxiliá-los na manutenção do engajamento da turma e no desenvolvimento de diversas habilidades em suas aulas.”

projeto. Alguns professores foram convidados para participar de aulas-teste, por normalmente planejarem aulas com recursos digitais.

Foram feitos testes em aulas para verificar como elas acontecem normalmente, com menos da metade dos estudantes com acesso à internet (grupo controle), e como elas se desenvolvem quando todos os estudantes têm acesso à internet (grupo experimental). O Grupo Controle possui as condições normais de acesso a celulares e internet detectadas pelas caracterizações da comunidade, onde normalmente poucos estudantes possuem internet durante a aula. No Grupo Experimental todos os estudantes da turma que possuem aparelho celular recebem acesso à internet para utilizar livremente durante a aula-teste. Opiniões de professores e estudantes foram coletadas e confirmaram o interesse da comunidade pela proposta. Em todos os testes, tanto os estudantes quanto os professores, foram ouvidos em relação às atividades vivenciadas, por meio de questionários e entrevistas.

O protótipo foi construído como uma caixa de compensado náutico resistente ao clima, com dimensões de 35 x 30 x 62 cm, como mostrado na Figura 1. A porta da caixa, cortada como uma moldura, possui uma parede de acrílico transparente que permite visualizar o interior sem abri-la. A caixa foi fixada em uma estrutura de aço de carro de transporte de carga com rodas e alça, para facilitar seu deslocamento. Acima da caixa foi fixado um braço de aço com duas articulações que sustenta uma placa solar de 30 Watts de potência e dimensões de

67 x 35 x 2,5 cm (Figuras 2 e 3). Com o suporte articulado, a placa pode assumir posições em ângulos de 0° a 90°. Sobre a caixa, foi instalada também uma régua de energia de três pontos e um *tablet* com capacidade de rotear internet *Wi-Fi*.

Internamente, a estrutura conta com um controlador de carga (que regula a energia fotovoltaica gerada pelo painel solar e protege os circuitos de sobrecargas), uma bateria de 12 Volts (que armazena a energia gerada) e um inversor de tensão (que converte a corrente contínua, CC 12 V, em corrente alternada, CA 220 V, apropriada para uso em aparelhos elétricos comuns) (Figura 4).

Um professor que pretenda fornecer internet para estudantes durante suas aulas pode transportar o aparelho e utilizar o *tablet* para fornecer internet aos participantes. O protótipo é capaz de carregar sua bateria ao ser deixado exposto ao sol e pode fornecer energia para aparelhos eletrônicos como o *tablet*, caixas de som, televisores, celulares e *notebooks*.

Componentes elétricos

Como exibido na Figura 4, a estrutura conta com uma placa solar de 30W (1), cabos de transmissão de carga, um controlador de carga (2), uma bateria de 12 Volts (3), um inversor de tensão (4), um ponto de energia elétrica (5) e um aparelho para roteamento de internet (6), como um *tablet*.

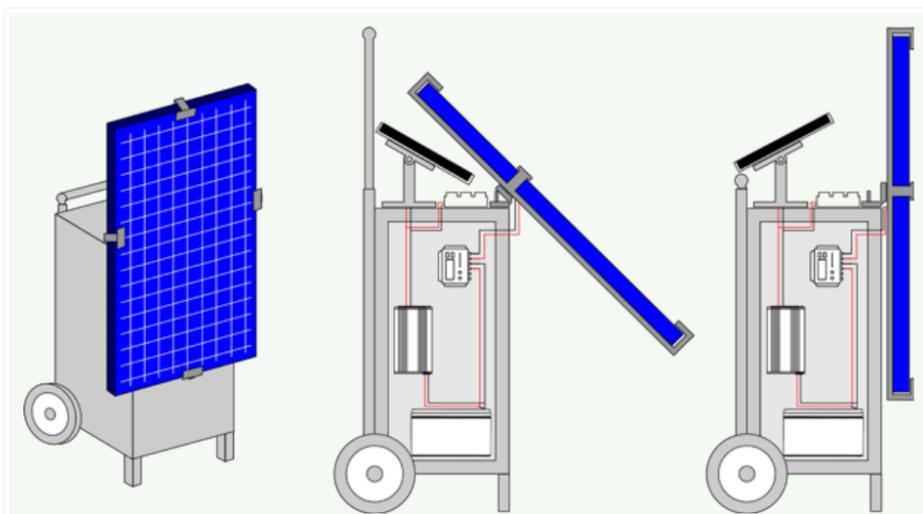


Figura 1 – Protótipo de baixa fidelidade de estação fotovoltaica de fornecimento de internet.
Fonte: acervo pessoal.

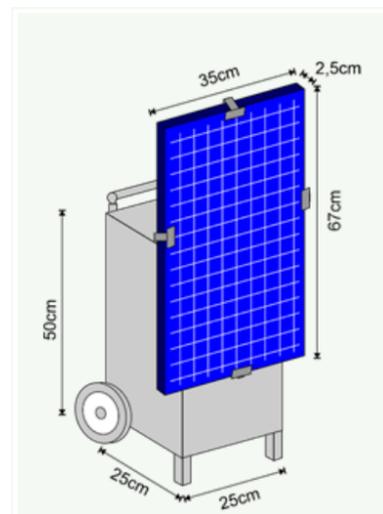


Figura 2 – Estrutura tridimensional geral do protótipo com medidas da caixa e do painel solar.
Fonte: acervo pessoal.

Resultados e Discussão

O maior desafio encontrado no início do projeto foi o custo de produção do protótipo e de contratação do pacote de dados móveis de internet. O orçamento inicial, de aproximadamente R\$ 1.500,00, exigiu uma busca por parcerias e patrocinadores. As buscas não tiveram sucesso, até que a situação do projeto e seu orçamento foram apresentados para a direção da escola. Muito aberta e disposta a colaborar, a gestão confiou no sucesso da iniciativa e decidiu financiá-la integralmente, mesmo com recursos limitados, considerando que o produto traria benefícios concretos para a comunidade escolar. Parte dos recursos necessários foi adquirida como doação de parceiros, integrantes do grupo e membros da comunidade escolar, como ferramentas de marcenaria, cabos, pedaços de madeira e o apoio necessário para a conclusão do protótipo.

Para avaliar a viabilidade de um projeto de ponto de acesso à internet móvel destinado aos estudantes da escola, conduzimos testes envolvendo quatro turmas distintas, cada uma com professores diferentes. Os professores que participaram foram avisados previamente da dinâmica do teste, de modo que pudessem preparar suas aulas considerando o acesso à internet aos estudantes. Antes de iniciar os testes, realizamos um levantamento entre as 12 turmas da escola para entender a realidade da comunidade de estudantes. Nesse levantamento, que contou com a participação de 361 estudantes presentes na ocasião, constatamos que 355 deles possuíam aparelho celular. Cinquenta estudantes afirmaram não possuir nenhuma forma de acesso à internet durante as aulas. Entre os que possuíam acesso, 144 disseram utilizar um plano de internet próprio, 47 faziam uso do *Wi-Fi* fornecido pela escola e 141 acessavam a internet somente quando seus celulares dispunham de crédito. Esses dados foram fundamentais para a compreensão do contexto antes de prosseguirmos com as etapas dos testes.

Além de avaliar a viabilidade do projeto, nosso objetivo era compreender o impacto real da conectividade à internet nas atividades escolares. Para alcançar esse objetivo, conduzimos observações durante as aulas. Um membro da equipe assistiu a duas aulas da mesma disciplina e turma, sem interagir com os estudantes, mas apenas registrando eventos considerados relevantes ao longo do período. Após o

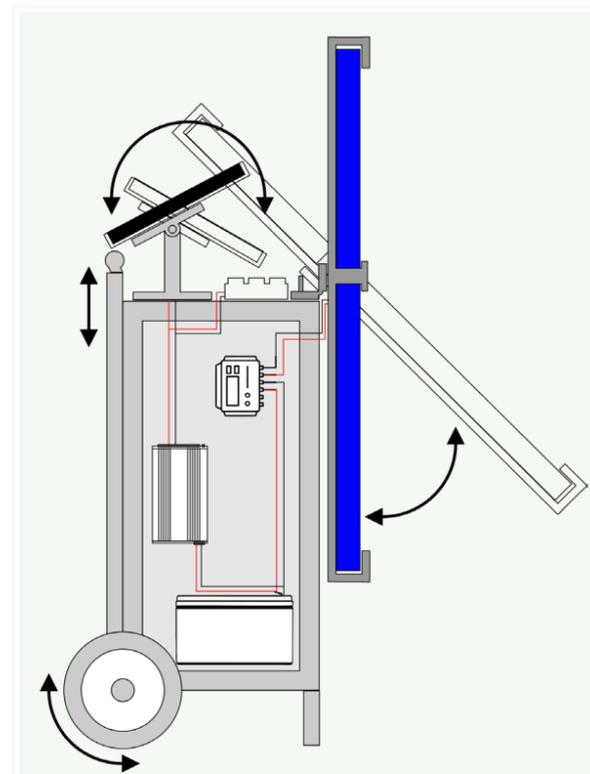


Figura 3 – Partes móveis do protótipo: rodas, alça retrátil, suporte de tablet e dobradiça de ângulo da placa solar.
Fonte: acervo pessoal.

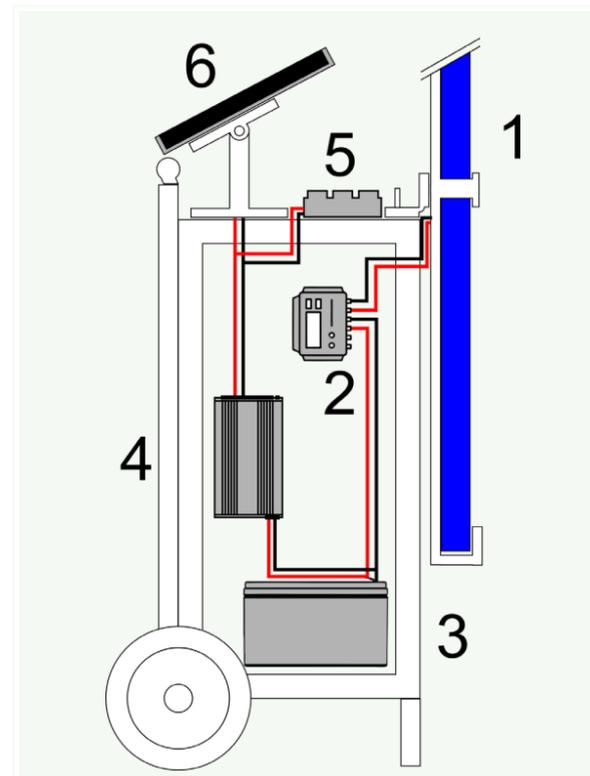


Figura 4 – Componentes elétricos do protótipo: 1) painel solar fotovoltaico; 2) controlador de carga; 3) bateria; 4) inversor de tensão; 5) tomadas; 6) aparelho roteador.
Fonte: acervo pessoal.

término da aula, foi aplicado um breve questionário semiestruturado, composto por seis perguntas, aos estudantes, com o intuito de compreender o impacto do acesso à internet na dinâmica da aula a partir de suas experiências. Além disso, realizamos entrevistas com os professores que participaram dos testes para coletar suas opiniões sobre a experiência.

O primeiro teste foi realizado na turma de inglês do professor A. No primeiro dia do teste, foi fornecido internet para os 25 alunos presentes em sala. Nesse dia, o professor conduziu atividades utilizando o site *Kahoot*. Após a aula, aplicamos um questionário onde houve o relato sobre a internet pessoal de cada estudante, de modo que dez alunos relataram que tinham acesso à internet em seus aparelhos regularmente, outros dez o tinham ocasionalmente, e cinco não possuíam nenhum acesso.

O observador, que era um estudante da mesma turma, notou um alto nível de engajamento da turma durante a atividade, com uma participação mais intensa em comparação às aulas anteriores sem acesso à internet. Essa observação foi corroborada pelas respostas dos estudantes no questionário, que em sua totalidade afirmaram que o acesso à internet teve um impacto positivo em seu desempenho e interesse na aula.

Oito estudantes admitiram ter utilizado a conexão à internet para acessar outros sites e redes sociais além do que o professor solicitou. Além disso, os alunos relataram que a experiência de aula com acesso à internet foi muito positiva, tornando-a mais dinâmica e incentivando a participação ativa dos

estudantes, inclusive daqueles que normalmente não tinham acesso à internet.

No dia em que a internet não estava disponível, mesmo com o professor compartilhando sua própria conexão com os alunos, dois estudantes relataram que não conseguiram participar da atividade. Nas entrevistas realizadas com o professor, ele enfatizou a necessidade de levar em consideração o acesso à internet dos estudantes ao planejar suas aulas. Quando uma atividade é projetada considerando o uso da internet e esta não está disponível na escola ou os estudantes estão sem crédito em seus celulares, a atividade se torna inviável, exigindo uma aula alternativa. O professor também destacou que, no dia em que o acesso à internet foi liberado, os estudantes estavam mais atentos e engajados na atividade, enquanto no dia sem internet, a atenção e a participação diminuíram consideravelmente.

O segundo teste foi conduzido na turma de português, sob a orientação da professora B. Nessa disciplina, a professora aborda obras que são exigidas no Programa de Avaliação Seriada (PAS) da Universidade de Brasília (UnB). Durante este teste, a primeira aula ocorreu sem acesso à internet, enquanto a segunda aula permitiu o acesso dos alunos à internet. Aplicando novamente o questionário aos estudantes, foi revelado que, durante as aulas que não é fornecido o acesso à internet; alguns estudantes possuíam internet à parte. Dos 25 estudantes presentes, 15 afirmaram ter acesso à internet regularmente, sete a possuem ocasionalmente e três não têm acesso algum à internet. Notavelmente, 24

deles relataram que o acesso à internet influenciou positivamente seu desempenho e interesse nas aulas.

Durante a aula com acesso à internet, oito estudantes admitiram ter utilizado a conexão para fins diversos dos propostos pela professora. Os alunos descreveram o acesso como tendo um impacto positivo nas aulas, facilitando o acesso a materiais e proporcionando uma maior autonomia ao permitir que pesquisassem independentemente onde encontrassem os recursos solicitados.

Em contraste, durante a aula sem acesso à internet, a observadora notou que alguns estudantes estavam mais dispersos e participaram pouco da atividade proposta. A professora B relatou que inicialmente, na aula com acesso à internet, os estudantes se distraíram verificando mensagens em seus celulares e acessando redes sociais e somente depois utilizaram a internet para acessar os textos que seriam analisados naquele dia.

A professora também destacou que a falta de acesso constante à internet por parte dos estudantes interfere diretamente no planejamento de suas aulas, uma vez que isso pode inviabilizar a realização de algumas atividades. Ela concluiu que, se todos os estudantes tivessem acesso constante à internet, ela poderia propor atividades diferentes em suas aulas. No entanto, devido à atual limitação de conectividade na escola e para não prejudicar aqueles que não têm acesso, ela opta por não incorporar atividades que dependam da internet de forma constante.

O terceiro teste foi conduzido na aula de astronomia, parte da trilha de aprendizagem do Novo Ensino Médio, ministrada pelas professoras C e D. Esta aula envolveu uma turma mista composta por estudantes da 1ª e da 2ª série. Um total de 22 estudantes participaram do teste, com 18 deles tendo acesso regular à internet, dez com acesso ocasional e cinco sem qualquer acesso à internet.

Neste teste, apenas dois estudantes admitiram ter utilizado a internet para fins diferentes dos propostos durante a aula. No entanto, a professora C observou que mais estudantes utilizaram a internet para finalidades distintas, como assistir a vídeos não relacionados à aula e verificar mensagens no



Imagem dos autores

WhatsApp. A maioria dos estudantes considerou a experiência de acesso à internet durante a aula como positiva, pois lhes permitiu buscar fontes de referência além das informações fornecidas pelas professoras. Apenas um estudante relatou não ter gostado da experiência.

A professora C compartilhou a mesma preocupação da professora B em relação à falta de conectividade constante dos estudantes, que afeta o planejamento das aulas e inviabiliza algumas atividades. Além disso, ela mencionou que o acesso à internet influenciou positivamente a autonomia dos estudantes, pois eles foram solicitados a buscar informações relacionadas ao tema da aula naquele dia para dar continuidade à atividade, tornando-os menos dependentes das professoras.

No entanto, a professora C concluiu que a internet em sala de aula é uma ferramenta com potencial para melhorar o processo de aprendizagem, mas também reconheceu que pode desviar o foco de alguns estudantes. Ela destaca a importância de encontrar um equilíbrio no uso da internet como

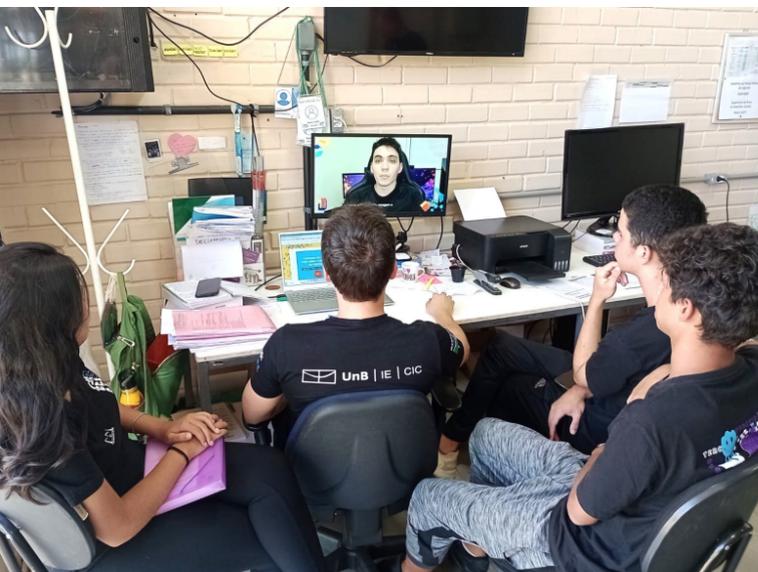


Imagem dos autores



Imagem dos autores

recurso educacional, de modo a otimizar os benefícios que ela pode proporcionar.

O quarto e último teste foi realizado na turma de inglês da 3ª série, sob a orientação do professor E. A turma compunha-se de 22 estudantes, dos quais apenas quatro afirmaram ter acesso constante à internet, sete possuíam acesso ocasional e 11 não tinham acesso à internet. Entre os participantes, apenas quatro relataram ter utilizado a internet para fins distintos dos propostos pelo professor. No entanto, assim como mencionado pela professora C, o professor E observou que alguns estudantes utilizaram o acesso para verificar redes sociais durante a aula.

Os estudantes também compartilharam que acharam a aula mais envolvente e agradável quando o acesso à internet estava disponível. Aproximadamente 85% dos estudantes que participaram da atividade afirmaram que o acesso à internet teve um impacto positivo em seu interesse na aula. Assim como na aula do professor A, foram utilizadas ferramentas como o *Kahoot* e o *Mentimeter* para dinamizar a atividade.

O professor E notou que, nas aulas com acesso à internet, os estudantes demonstraram maior interesse pelo conteúdo, enquanto na turma sem acesso à internet, o engajamento na atividade proposta demorou mais para se desenvolver. Essa percepção foi corroborada pelo observador, que relatou que praticamente todos os estudantes participaram da atividade proposta.

Como os demais professores, o professor E destacou que a disponibilidade constante de internet para os estudantes tornaria suas aulas diferentes, levando em consideração que a falta de acesso à internet exclui aqueles que não têm acesso. Ele acredita que o acesso à internet é uma ferramenta que pode auxiliar os professores a manterem um alto nível de engajamento da turma durante as aulas.

Após a realização de testes em quatro aulas com turmas distintas, fica evidente que o projeto de disponibilizar acesso à internet aos estudantes durante as aulas é uma proposta relevante no contexto de nossa escola. Os professores e professoras que participaram desses testes expressaram unanimemente que a internet é, de fato, uma ferramenta pedagógica valiosa, capaz de auxiliá-los na manutenção do engajamento da turma e no desenvolvimento de diversas habilidades em suas aulas. Entretanto,

ressaltaram a importância de que tanto professores quanto estudantes compreendam claramente o papel da internet dentro do planejamento das aulas, a fim de aproveitar plenamente seu potencial.

Considerações finais

A construção do protótipo foi concluída com a consultoria de um engenheiro e suporte financeiro da própria escola, que compreende o potencial deste recurso para a melhoria das atividades pedagógicas. O projeto demonstra estar alinhado com três Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU, quais sejam: assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos; assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia, para todos; reduzir a desigualdade entre os países e dentro deles.

Diversos benefícios pedagógicos podem ser alcançados com o sucesso deste projeto, como a promoção de oportunidades de aprendizagem mais amplas e diversas, com potencial impacto positivo na formação cidadã e na inclusão digital de estudantes de escolas públicas, que normalmente não teriam acesso a recursos educacionais digitais online. Em salas de aula onde todos os estudantes têm acesso aos recursos educacionais, o processo de ensino-aprendizagem se torna mais dinâmico, interessante e efetivo.

A utilização da energia fotovoltaica implementada em um aparelho de uso escolar também pode servir como forma de divulgar o potencial de fontes de energia renováveis e sustentáveis. Após a conclusão do protótipo, ele ficou disponível como um projeto da estrutura de forma livre e gratuita para que possa ser reproduzida livremente. Considerando que muitas outras escolas públicas possam ter realidades similares ou até mais difíceis, o projeto de roteador móvel fotovoltaico pode se tornar um recurso relevante para assegurar a educação inclusiva e equitativa, bem como reduzir as desigualdades, favorecendo locais economicamente e tecnologicamente limitados.

Os resultados preliminares são promissores e apontam para a concretização do objetivo do projeto. O apoio de professores e estudantes ao projeto antecipa uma boa aceitação dele em sua comunidade. O projeto teve repercussão dentro e fora da escola, nas mídias sociais do colégio¹ e na Secretaria

de Estado de Educação do Distrito Federal². A equipe do projeto também se inscreveu para apresentá-lo no Festival de Tecnologia, Ciência e Inovação do Distrito Federal, que ocorreu em outubro de 2023 e pretende se inscrever em outras feiras e prêmios de ciência e inovação. 🌟

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer imensamente aos diversos membros de nossa comunidade escolar envolvidos nos projetos da *Sun-Fi*. Destacadamente, agradecemos a Mateus Henrique Oba Becker e Débora Kern Vasconcellos. Mateus é licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Mestre em Matemática pelo programa PROFMAT/UnB. Débora é licenciada de Letras em Língua Portuguesa e Mestra em Educação pela Universidade de Brasília (UnB).

Contamos com a ajuda de mais quatro parceiros e apoiadores que foram fundamentais para o sucesso do projeto:

1. Direção do Centro Educacional do Lago - CEL: financiou o projeto. Após entender a proposta e vislumbrar os impactos positivos para a comunidade escolar, a direção da escola concordou em arcar com os custos dos componentes e do pacote de internet do roteador;
2. Casa Thomas Jefferson, escola de língua inglesa que é uma organização sem fins lucrativos, um “Espaço Americano” em Brasília e parceira do Centro Educacional do Lago: doaram duas tábuas de compensado naval e insumos para a realização de projetos de marcenaria escolar;
3. Professora Luciana Menino, ex-professora da escola, experiente em marcenaria, carpintaria e muitas outras áreas: disponibilizou-se para revisar e executar o projeto com o grupo, emprestando equipamentos e compartilhando muitos saberes;
4. *Solve for Tomorrow* da SAMSUNG: premiou o projeto com dois *tablets*, um dos quais foi incorporado ao projeto e se tornou o aparelho roteador de internet.

Informações complementares

O orçamento realizado foi apenas da parte eletrônica do protótipo, que precisou ser comprada e foi financiada pela escola. Os valores dos componentes para a produção do protótipo foram:

- *Tablet* SAMSUNG A8: R\$ 0,00 (premiação do concurso “Solve for Tomorrow Samsung”);
- Placa solar fotovoltaica: Preço: R\$ 160,00;
- Inversor de Tensão 500w 12v para 220v automotivo: R\$ 170,00;
- Controlador De Carga Para Painel Solar 30A Usb 12/24V Pwm: R\$ 59,00;
- Bateria Selada VRLA 12V 7AH XB 1270 Preto Intelbras: R\$ 128,50;
- Pacote de internet móvel Claro: R\$ 79,90/mês.

Referências bibliográficas

CLARO, Letícia. A importância da garantia do acesso à internet nas escolas. **Prioridade Absoluta**. Notícias, Mídia e Informação, Direitos digitais. Publicado em 31 de março de 2021. Disponível em: prioridadeabsoluta.org.br/midiainformacao/a-importancia-da-garantia-do-acesso-a-internet-nas-escolas. Acesso em: 16 out. 2023.

GUARÁ, Isa Maria F. Rosa. É imprescindível educar integralmente. **Cadernos Cenpec**: Educação Integral, v. 1, n. 2 (2006). Disponível em <http://dx.doi.org/10.18676/cadernoscenpec.v1i2.168>. Acesso em: 16 out. 2023.

HENRIQUE, Ícaro. **Projeto científico de escola pública do DF é semifinalista em concurso internacional**. Assessoria de Comunicação da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, ASCOM/SEEDF. Brasília, 29 ago 2023. Disponível em: www.educacao.df.gov.br/projeto-cientifico-de-escola-publica-do-df-e-semifinalista-em-concurso-internacional/. Acesso em: 16 out. 2023.

ONU - Organização Das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Agenda 2023. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 16 out. 2023.

² Reportagem realizada pela Assessoria de Comunicação da SEEDF (HENRIQUE, 2023). Disponível em: <https://www.educacao.df.gov.br/projeto-cientifico-de-escola-publica-do-df-e-semifinalista-em-concurso-internacional/> ou pelo QR code no início do texto.

¹ Postagem realizada em rede social da escola. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CxJFVjPux6a/?igshid=ODk2MDJkZDc2Zg==> ou pelo QR code no início do texto.