

M.E².L. – Um projeto de divulgação científica sobre o consumo de energia elétrica em um ambiente escolar.

M.E².L. – A science communication project focused on electricity consumption in a school environment.

Willian Vieira de Abreu

ORCID: [0000-0002-6685-2754](https://orcid.org/0000-0002-6685-2754)

Gabriela Orenbuch Gomes

ORCID: [0000-0002-4930-3526](https://orcid.org/0000-0002-4930-3526)

Daniel Halfim Dal Prá

ORCID: [0000-0001-9969-7407](https://orcid.org/0000-0001-9969-7407)

Eduardo Sperandio Ribeiro

ORCID: [0000-0001-9977-1419](https://orcid.org/0000-0001-9977-1419)

Resumo:

O presente artigo apresenta o relato de experiência do projeto M.E².L., desenvolvido nas aulas de Iniciação Científica da Escola Eliezer Max entre os anos de 2019 e 2020. O tema central do projeto é o desenvolvimento de uma estratégia de divulgação científica dentro do ambiente escolar com o foco na conscientização sobre o crescente consumo de energia elétrica. Para isso, foi construído um medidor de energia elétrica didático e lúdico baseado na plataforma Arduino, que foi utilizado junto com uma ação em turmas da escola. Para medir o potencial de aprendizado dos alunos depois das intervenções, a ferramenta Kahoot foi utilizada, mantendo uma estética lúdica na ação. Foram atendidas três turmas: uma do quarto, uma do sétimo e uma do nono do ano. Na turma do 4º ano, com 18 alunos, o índice de acerto subiu de 35,25% para 88,89%. Na turma de 7º ano, com 24 alunos, esse índice foi 49,03% para 77,27% e, por fim, a turma de 9º ano, com 18 alunos, passou de 62,22% para 73,23%. Acreditamos que a interação entre alunos de diferentes séries em uma atividade educacional lúdica pode ser uma alternativa viável e produtiva para aumentar a motivação no processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Iniciação Científica. Energia Elétrica. Arduino. Kahoot. Agenda 2030.

Abstract:

This paper presents the experience report of the M.E².L. project, developed in the Eliezer Max School's Scientific Initiation classes between 2019 and 2020. The project's central theme is developing a strategy of science communication within the school environment with a focus on raising awareness of the growing consumption of electricity. Hence, a didactic and playful electric energy meter was built based on the Arduino platform. It was used in a science communication action in school classes. We used the Kahoot platform to measure the students' learning potential after the interventions, maintaining a playful aesthetic in action. Three groups were attended: one from the fourth, one from the seventh, and one from the ninth grade. In the 4th grade class, with 18 students, the hit rate rose from 35.25% to 88.89%. In the 7th grade class, with 24 students, this rate went from 49.03% to 77.27%. Finally, in the 9th year class, with 18 students, it went from 62.22% to 73.23%. We believe that the interaction between students from different grades in a playful, educational activity can be a viable and productive alternative to increase motivation in the teaching-learning process.

Keywords: Undergraduate Research. Electricity. Arduino. Kahoot. 2030 Agenda.

1. Introdução

O presente artigo tem como finalidade apresentar — na forma de relato de experiência — os resultados do projeto intitulado “M.E².L” (Medidor de Energia Elétrica “Legalzão”). Ele foi desenvolvido por dois alunos do segundo ano do Ensino Médio sob a supervisão de um professor durante as aulas de Iniciação Científica (IC), oferecidas para estudantes do nono ano e do Ensino Médio na Escola Eliezer Max.

O objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de uma atividade lúdica — conduzida pelos alunos autores — dentro do ambiente escolar para a sensibilização dos alunos e população geral acerca do crescente consumo de energia elétrica e de seu respectivo impacto para o futuro da sociedade. Essa atividade previa a visita dos alunos de IC dentro de salas de aulas do Ensino Fundamental para atuarem como mediadores na realização de uma ação de divulgação científica sobre o tema energia elétrica.

Com a intenção de atrair o máximo interesse possível do público-alvo do projeto (alunos do ensino fundamental da escola), os propositores do projeto — sob a supervisão do orientador — desenvolveram o M.E².L., que é um medidor de energia elétrica cujo principal objetivo é ser uma ferramenta lúdica que atraia a atenção para a importância da temática. Ele foi construído por meio da plataforma Arduino com o objetivo final de ter um formato prático, móvel e atraente. Seu funcionamento se baseia em utilizar um método não invasivo para aferir a corrente elétrica de um determinado aparelho elétrico. A partir da corrente elétrica mensurada são obtidos e exibidos em um display dados mais compreensíveis, como a energia total consumida em determinada quantidade de horas no mês e o valor a ser pago. Por ser o principal equipamento utilizado na atividade de divulgação científica planejada, o aparelho dá nome ao projeto.

1.1. Motivação

O crescente consumo de energia elétrica no planeta é uma preocupação entre os ambientalistas e pesquisadores da área (GOLDBLATT, 2005; ZEHNER, 2012). Isso se torna evidente quando realizamos uma análise do aumento da produção de energia elétrica no mundo ao longo dos últimos anos, ilustrado no gráfico 1:

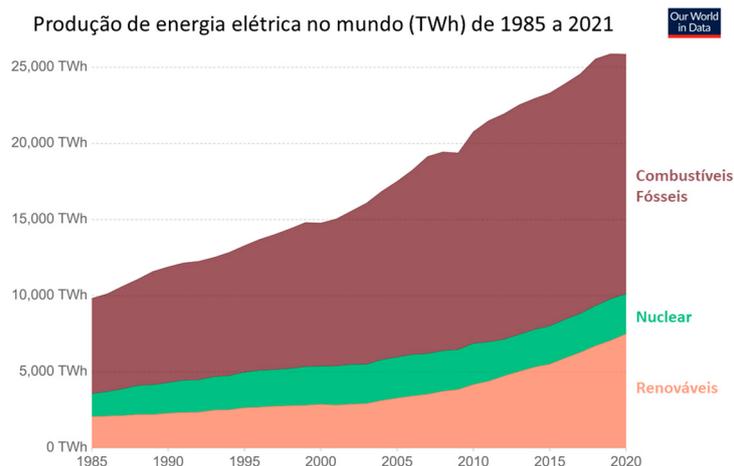


Gráfico 1: Produção de energia elétrica no planeta e suas fontes de 1985 a 2021.

Fonte: Traduzida de Our World in Data baseada em BP Statistical Review of World Energy & Ember.
CC-BY.4.0- Max Roser.

No caso específico do Brasil, a situação não difere muito: houve um aumento no consumo total de energia elétrica ao longo das últimas décadas, indo de menos de 50 TWh em 1970 para mais de 500 em 2020, representado pelo Gráfico 2 (EPE, 2020).

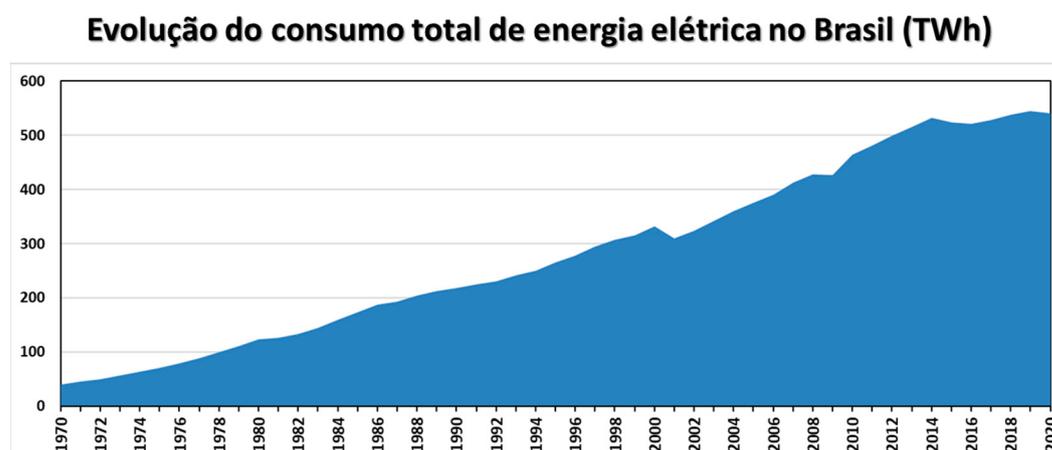


Gráfico 2: Consumo de energia elétrica (TWh) no Brasil de 1970 a 2020.

Fonte: Autoria própria. Dados retirados dos anuários estatísticos de energia e dos Balanços Energéticos nacionais (BEN)

Ademais, existe também uma preocupação em reduzir a participação de fontes de energia não-renováveis na matriz energética mundial. Pensando nestes e outros problemas, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou em 2015 os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015), que por sua vez foram baseados nos oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ONU, 2013). Nele, foi elaborado um Plano de Ação para o ano de 2030 contendo 17 objetivos de Desenvolvimento e 169 metas (ONU, 2015).

Dentre os 17 objetivos, o sétimo visa assegurar até 2030 o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos. Além disso, os objetivos 11 e 12 tratam de assegurar que ações sejam feitas para que as cidades sejam sustentáveis, reduzindo assim qualquer tipo de desperdício.

Apesar da maior parte da energia elétrica ser consumida pelo setor industrial (BEN, 2020) o consumo de energia residencial vem crescendo ano após ano, conforme ilustrado pelo gráfico a seguir:

Consumo total de energia elétrica residencial no Brasil (TWh)

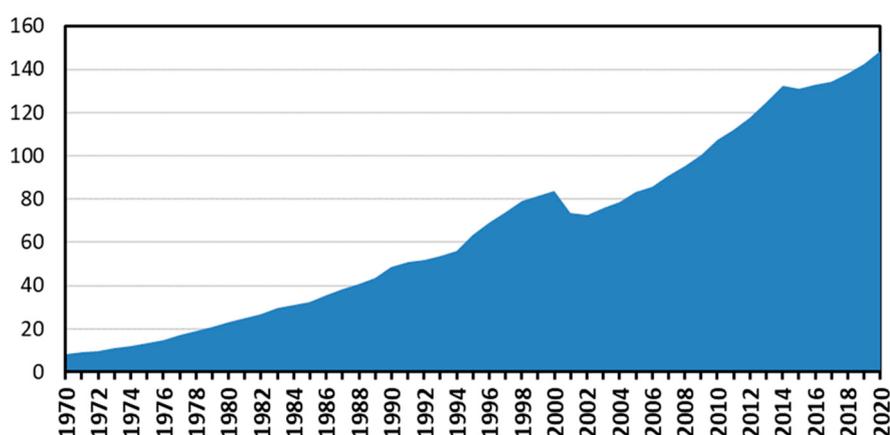


Gráfico 3: Consumo de energia elétrica residencial (TWh) no Brasil de 1970 a 2020.

Fonte: Autoria própria. Dados retirados dos anuários estatísticos de energia e dos Balanços Energéticos nacionais (BEN)

É conveniente lembrar que esse consumo tende a crescer ainda mais devido à inserção de automóveis elétricos nas garagens domiciliares nos próximos anos. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), há um cenário que estima 29,7 milhões de pontos domiciliares de carregamento veicular no ano de 2025, representando um aumento de mais de 22 milhões de pontos em relação ao ano de 2020¹. Esse aumento tem o potencial de impactar na participação percentual do consumo de energia elétrica dos domicílios em relação ao setor industrial.

Para atingir o objetivo do projeto, foi elaborada uma campanha que utilizou de ferramentas lúdicas para a sensibilização do público-alvo, como a realização de uma ação de divulgação científica dentro das salas de aula da escola conduzidas pelos alunos da IC para os alunos do ensino fundamental. Para despertar ainda mais o interesse intrínseco pela atividade, uma ferramenta didática foi desenvolvida na forma de um aparelho medidor de consumo de energia elétrica com uma interface lúdica e amigável construída a partir da plataforma Arduino.

¹ Os dados completos estão disponíveis em: Prospects for electric vehicle deployment – Global EV Outlook 2021 – Analysis - IEA. Acesso em: 23 set. 2021.

1.2.A implementação de atividades lúdicas no ambiente escolar

A utilização de atividades lúdicas mediadas tanto em salas de aula quanto em ações de divulgação científica tem o potencial de influenciar positivamente em uma aprendizagem efetiva. Nesse sentido, Coscrato, Pina e Mello (2010) argumentam que elas podem ser inclusive um dos possíveis mediadores do processo ensino-aprendizagem, apontando que:

o lúdico contempla os critérios para uma aprendizagem efetiva, no sentido de que chama a atenção para um determinado assunto (intencionalidade / reciprocidade), seu significado pode ser discutido entre todos os participantes e o conhecimento gerado a partir da atividade lúdica pode ser transportado para o campo da realidade, caracterizando a transcendência (COSCRATO; PINA; MELLO, 2010, p. 258).

Sob o mesmo ponto de vista, Niles e Socha (2015) argumentam que a implementação de trabalhos lúdicos no ambiente escolar tem o potencial de levar os alunos a atingirem objetivos específicos da aprendizagem dos conteúdos e, conseqüentemente, proporcionando a socialização e o desenvolvimento da capacidade de assimilação do conteúdo exposto. Ainda de acordo com as autoras:

O lúdico tem a principal e global finalidade de favorecer o desenvolvimento da pessoa humana numa dinâmica de inter-atuação lúdica. Especialmente, estimulando o processo de estruturação afetivo-cognitivo da criança, socializam criativamente o jovem e mantêm o espírito de realização no adulto (NILES; SOCHA, 2015, p. 85).

Dentro desse contexto, diversos estudos foram conduzidos na intenção de explorar o lúdico para alunos do ensino fundamental, por exemplo, estratégias para a educação sobre o risco a drogas (OLIVEIRA et al., 2020) e no ensino de matemática (BARRETO; BARBOSA, 2018; DROGOMIRECKI; SANTOS, 2013).

1.3. O uso da plataforma Arduino em ambiente escolar

O Arduino — interface utilizada para a construção do aparelho M.E².L. — é uma plataforma construída com a intenção da promoção da interação física entre o ambiente e o computador, utilizando para isso dispositivos eletrônicos de forma relativamente simples e baseada em softwares e hardwares livres (CAVALCANTE; TAVOLARO; MOLISANI, 2012).

Em estudos recentes, ficou evidenciado que práticas que levam a utilização da plataforma Arduino tendem a gerar um estímulo extra aos alunos, conforme menciona Moreira et al: “Foi evidenciado que estas práticas contribuíram para despertar a motivação, autonomia e interação entre os alunos. Além disso, intensificou o processo de aprendizagem através da contextualização e interdisciplinaridade.” (MOREIRA et al., 2018, p. 740)

Conseqüentemente, muitos trabalhos foram desenvolvidos por alunos e professores com a intenção de enriquecer o cotidiano escolar, envolvendo diversas temáticas como robótica para alunos do ensino fundamental e médio (DE MEDEIROS; WÜNSCH, 2019; MATOS AQUINO et al.,

2017), marés atmosféricas (CARVALHO; AMORIM, 2014) e conceitos teóricos de física (GIACOMASSI LUCIANO et al., 2019; OLIVEIRA, I. N. De et al., 2020).

1.4. O uso da ferramenta Kahoot como ferramenta de avaliação

Para que seja possível realizar uma avaliação do potencial de aprendizagem sobre a temática por parte do público-alvo, o presente projeto pensou no desenvolvimento de questionários a serem aplicados para as turmas antes e depois das ações de divulgação científica.

Entretanto, a aplicação de questionários padrões via formulários poderia ser uma tarefa tediosa para alunos do Ensino Fundamental. Portanto, para contornar esse problema e fazer com que os alunos tivessem motivação intrínseca no preenchimento dos formulários, foi utilizada a ferramenta gratuita online KAHOOT!, que é uma plataforma de aprendizado baseado em jogos de respostas (KAHOOT!, 2019). Nesta plataforma, os alunos competem entre si respondendo a diversas questões elaboradas previamente por professores ou responsáveis. Para Wang (2015),

Kahoot! É um jogo baseado em respostas dos estudantes que transforma temporariamente uma sala de aula em um game show e os estudantes são os competidores. O professor desempenha o papel de um apresentador do jogo e os alunos são os concorrentes. O computador do professor conectado a uma tela grande mostra perguntas e respostas possíveis, e os alunos dão suas respostas o mais rápido e correto possível em seus próprios dispositivos digitais (WANG, 2015, p. 218, tradução nossa).

Guimarães (2015, p. 204) argumenta que “A vertente Quiz potencia aulas animadas e competitivas, fomentando aprendizagens significativas nos alunos, através da utilização da vertente jogo e da competição, em contexto educativo”.

Ao final do jogo, dados como porcentagem de acertos individuais e geral são apresentados pela plataforma, sem revelar a identidade dos alunos. Por despertar o interesse dos alunos e possuir boas ferramentas para avaliar o índice de acerto das turmas, esse aplicativo/website já está sendo utilizado nas salas de aula como ferramenta de avaliação (SALVINO; ONOFRE, 2016; COSTA; OLIVEIRA, 2015).

Ainda sobre o potencial da ferramenta, Wang diz que

os dados são úteis para o professor obter feedback a respeito de quanto a classe sabe sobre determinado tópico, e abre uma oportunidade para explicar melhor partes das quais falta conhecimento aos estudantes (WANG, 2015, p.218, tradução nossa).

Artigos recentes indicam que o Kahoot gerou muito interesse em alunos do Ensino Fundamental de forma a apontar uma potencialidade de melhoria na aprendizagem mediada (DA COSTA; DANTAS FILHO; GONÇALVES DA SILVA CORDEIRO MOITA, 2017) sendo, inclusive, mais eficaz no despertar da motivação intrínseca do que outras plataformas concorrentes, como a GoConqr (ROMIO; PAIVA, 2017).

Dessa forma, a escolha pela utilização dessa ferramenta traz um aumento na ludicidade da prática planejada e ao mesmo tempo fornece por meio dos dados gerados um importante feedback acerca do potencial de aprendizado dos alunos participantes das atividades.

2. Metodologia

Desde sua concepção até o término, a pesquisa durou entre os meses de março de 2019 e dezembro de 2020 e foi conduzida exclusivamente pelos dois alunos do projeto orientado pelo professor de Iniciação Científica. Ela se dividiu entre as seguintes etapas: levantamento do consumo de energia elétrica da escola, construção de uma planilha e análise dos resultados, construção de uma ferramenta de divulgação científica por meio da plataforma Arduino, aplicação de ação de divulgação científica em turmas do Ensino Fundamental, análise dos resultados da ação e participação em feiras de ciências.

2.1. Levantamento do consumo de energia elétrica na escola

Inicialmente, para que os alunos e comunidade escolar pudessem realizar uma reflexão acerca de seu consumo e potencial desperdício de energia elétrica, foi realizado pelos alunos da IC sob a supervisão do professor um levantamento do consumo de energia elétrica na escola. Para isso, foram visitadas 61 salas da instituição divididas entre prédio da educação infantil, prédio do Ensino Fundamental e Médio e setor administrativo.

Metodologia similar foi utilizada para alunos do ensino fundamental da cidade de João Monlevade, em Minas Gerais (ELOI et al., 2019), que elaboraram uma campanha lúdica para realizar a disseminação de conhecimentos sobre eficiência energética além da realização de um pré-diagnóstico simulando um levantamento energético dentro de sala de aula.

Ao realizar o levantamento energético de nossa escola, os alunos da IC visitaram cada sala e/ou espaço da escola, registrando todos os equipamentos elétricos, suas respectivas potências e o tempo médio de funcionamento. Esse levantamento representou um grande desafio para eles porque algumas salas de aula possuem atividades no período da tarde somente em alguns dias da semana. Um exemplo disso é justamente a sala em que ocorrem as aulas de iniciação científica, que ocorre às segundas-feiras de 14 às 16 horas.

Feito isso, os dados foram organizados de acordo com a Figura 1 de forma a calcular o consumo de energia elétrica da escola. Para isso, foram retiradas da conta de energia elétrica da própria escola dados como a tarifa (R\$/KWh), ICMS, PIS, COFINS e Preço Unit (R\$/KWh). Esse processo demorou três semanas.

PLANILHA CONSUMO DE ENERGIA - ELIEZER MAX											
		Valor do Kw/h R\$ 0.91209		ICMS 32%		Total aproximado da fatura					
		Adicional de bandeira R\$ -		Pis 0.80%		R\$ 11,735.24					
		Cofins 4.08%									
		Eletrodoméstico	Qtd	Potência	Hora Início	Hora Fim	Tempo de Uso	Tempo de uso h/d	Dias utilizados mês	Total no mês	
DIO	Sala 3001	Terças e Quintas	Air Condicionado	2	2450 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	343 KWh
			lâmpada 1	6	60 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	25.2 KWh
			lâmpada 2	8	40 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	22.4 KWh
			lâmpada 3	16	20 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	22.4 KWh
			TV	1	150 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	10.5 KWh
			computador	1	500 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	35 KWh
		monitor	1	150 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	10.5 KWh	
		Carregador de celular	1	15 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	1.05 KWh	
		Segunda, quarta e sexta.	Air Condicionado	2	2450 W	07:30:00	12:15:00	04:45:00	4.75 h/d	12	279.3 KWh
			lâmpada 1	6	60 W	07:30:00	12:15:00	04:45:00	4.75 h/d	12	20.52 KWh
			lâmpada 2	8	40 W	07:30:00	12:15:00	04:45:00	4.75 h/d	12	18.24 KWh
			lâmpada 3	16	20 W	07:30:00	12:15:00	04:45:00	4.75 h/d	12	18.24 KWh
	TV		1	150 W	07:30:00	12:15:00	04:45:00	4.75 h/d	12	8.55 KWh	
	computador		1	500 W	07:30:00	12:15:00	04:45:00	4.75 h/d	12	28.5 KWh	
	DIO		monitor	1	150 W	07:30:00	12:15:00	04:45:00	4.75 h/d	12	8.55 KWh
			Carregador de celular	1	15 W	07:30:00	12:15:00	04:45:00	4.75 h/d	12	0.855 KWh
			Air Condicionado	2	2450 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	343 KWh
			lâmpada 1	7	60 W	07:30:00	16:15:00	08:45:00	8.75 h/d	8	29.4 KWh

Figura 1: Trecho da planilha gerada para levantamento do consumo de energia na escola.

Fonte: Autoria própria.

A partir do levantamento do dia a dia de consumo de energia elétrica da escola, os alunos de IC junto ao seu orientador listaram ações que estivessem levando ao desperdício de energia, como ligar dois ares-condicionados nas salas de aula em períodos fora do verão, a utilização de equipamentos antigos (menos econômicos), luzes acesas e portas abertas em ambientes refrigerados.

Percebendo que durante o levantamento existiram diversas ações que estavam levando a escola a desperdiçar energia elétrica, o orientador de IC propôs para seus orientandos a construção de uma ação pedagógica dentro das salas de aula de determinadas turmas do Ensino Fundamental II. Para tornar a ação mais efetiva, foi proposta a construção de um aparelho lúdico capaz de medir — de forma não invasiva — o consumo de energia elétrica. Para que o projeto pudesse ser aprovado pela escola, os resultados obtidos pelo levantamento e a proposta da construção do medidor foram apresentados pelos alunos autores do projeto — supervisionados pelo orientador — à diretoria da escola (Figura 2).



Figura 2: Apresentação dos resultados e do projeto do medidor à diretoria da escola.

Fonte: autoria própria.

2.2. Construção do M.E².L.

Após o levantamento, análise do consumo de energia elétrica da escola e aprovação do projeto pela diretoria, os dois alunos autores, sob a supervisão do orientador de IC, iniciaram conjuntamente o projeto de construção de um aparato medidor de energia elétrica, baseado na plataforma Arduino, o qual foi intitulado pelos propositores de M.E².L. O medidor tem como objetivo sua utilização como uma ferramenta lúdica de divulgação científica e didática sobre a economia de energia elétrica, de forma a ser difundido para toda a comunidade escolar.

A partir da aferição da corrente e conhecendo a tensão do sistema, é possível realizar o cálculo do consumo de energia elétrica em Reais. Este projeto se baseou no medidor proposto pela página da internet FILIPEFLOP (THOMSEN, 2015), desenvolvida a partir da plataforma Arduino. Seu princípio de funcionamento consiste em colocar um sensor de corrente não invasivo conectado à uma placa Arduino modelo Uno R3, conforme ilustrado pela Figura 3. Esse sensor, por sua vez, ao ser colocado ao redor de um dos fios de alimentação de um aparelho elétrico consegue medir a corrente porque o fluxo de corrente alternada induz uma tensão no sensor.

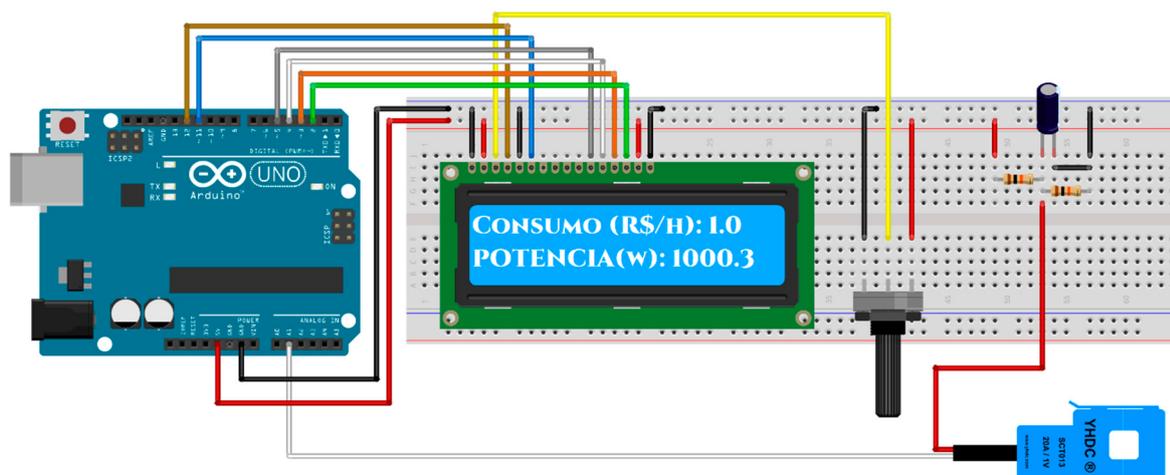


Figura 3: Esquematização do medidor de energia elétrica. **Fonte:** adaptada de (THOMSEN, 2015).

Nosso projeto se diferencia pela alteração no código IC de programação feita pelos alunos com o intuito de mostrar no display do dispositivo o gasto de cada aparelho, em Reais. Nesse ponto é importante salientar que um dos alunos já possuía experiência prévia com a plataforma. Além disso, foi desenvolvido pelos alunos propositores com o auxílio do orientador e dos professores fixos do Espaço Maker da escola uma caixa semitransparente, que permitiu proteger o hardware do projeto sem que o público-alvo (alunos da própria escola e comunidade) deixasse de observar e compreender a sua estrutura de funcionamento (Figura 4). Para isso, os dois alunos propositores utilizaram ferramentas como uma cortadora a laser e uma impressora 3D (Figura 5).

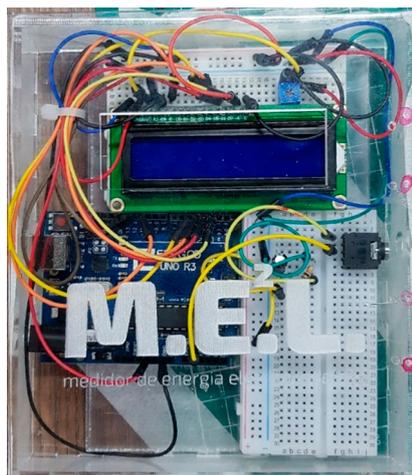


Figura 4: M.E².L. **Fonte:** autoria própria.



Figura 5: Alunos propositores do projeto no processo de corte da caixa protetora.

Fonte: autoria própria.

2.3. Utilização do M.E².L. em uma ação de divulgação científica

Após a montagem do medidor, foi elaborada pelos alunos propositores do projeto sob a orientação do professor de IC uma campanha de divulgação científica a ser conduzida dentro da escola em turmas do Ensino Fundamental. Essa campanha consiste na realização de um bate-papo científico, conduzido pelos alunos da Iniciação Científica para os alunos do Ensino Fundamental da escola. Nesse bate-papo, o consumo de energia elétrica era mostrado na prática utilizando o M. E².L.. Além disso, alguns temas-chave foram abordados, como o conceito de energia elétrica, a conta de luz e o que fazer para economizarmos energia elétrica. Essa atividade teve como público-alvo três turmas do Ensino Fundamental de nossa escola: 4º, 7º e 9º anos.

Antes da ação foi aplicado um questionário em formato de Quiz usando a plataforma Kahoot, com a intenção de compreender o conhecimento potencial prévio dos alunos a respeito da temática.

Os questionários em formato de Quiz foram planejados para possuírem perguntas com o mesmo grau de dificuldade com o tema de consumo de energia elétrica, meio ambiente e aquecimento global. Para isso, foram utilizadas perguntas idênticas ou muito similares, mudando somente as alternativas disponíveis. Foram elaborados no total quatro questionários: dois (aplicados antes e depois da intervenção de divulgação científica) para serem utilizados na turma de ensino fundamental I, e outros dois para serem utilizados nas turmas de Ensino Fundamental II.

Após a aplicação dos primeiros questionários (um para cada turma), foi realizado o bate-papo científico com os alunos, desenvolvido previamente, utilizando o medidor de energia construído, mostrando seu funcionamento e medindo alguns aparelhos elétricos encontrados na escola e domicílios, conforme ilustrado pelas figuras 6 e 7.



Figura 6: Bate-papo científico realizado pelos alunos de IC nas turmas da escola.

Fonte: autoria própria.

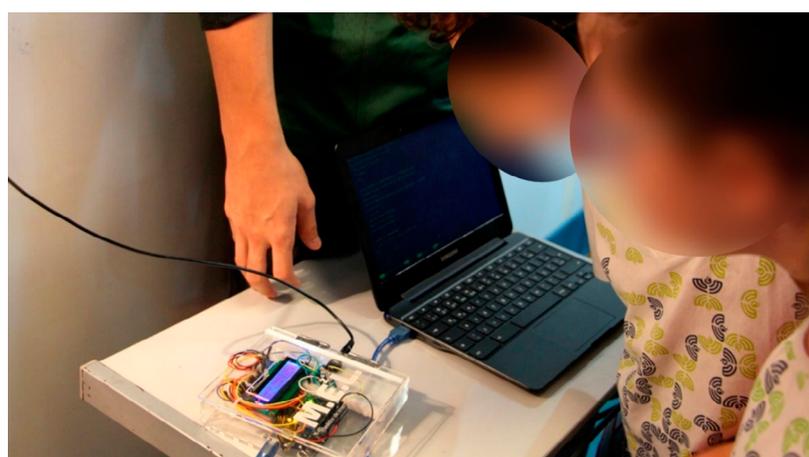


Figura 7: M.E.L. sendo exibido pelos alunos de IC para os alunos do ensino fundamental.

Fonte: autoria própria.

Por fim, após uma semana, o último questionário Kahoot foi aplicado para as mesmas turmas para mensurar um possível potencial de aprendizagem. A aplicação de todos os questio-

nários foi feita sob a supervisão dos professores das turmas. A escolha pela aplicação do segundo questionário uma semana depois da ação foi com o intuito de reduzir o efeito da memória recente e ter um potencial maior de medir um eventual aprendizado permanente.

Algumas das perguntas e suas variações antes/depois da ação presentes nos questionários estão ilustradas no quadro a seguir (as opções corretas estão marcadas em verde):

Quadro 1: Algumas das perguntas feitas antes e depois da ação de divulgação científica nas salas.

Pergunta	Opções primeiro questionário	Opções segundo questionário
Qual desses aparelhos consome mais energia em uma hora? (Fundamental I e II)	a) TV b) Geladeira c) Ferro de passar d) Liquidificador	a) Computador b) Videogame c) Micro-ondas d) Lâmpada LED
Qual tipo de lâmpada consome mais energia em uma hora? (Fundamental I e II)	a) LED b) Incandescente c) Halógenas	a) LED b) Incandescente c) Fluorescentes
Quem consome mais energia? (Fundamental I e II)	a) Casas b) Hospitais c) Indústrias d) Comércio	a) Casas b) Fazendas c) Indústrias d) Comércio
Watt (W) é uma unidade de... (Fundamental II)	a) Potência b) Velocidade c) Calor d) Aceleração	a) Potência b) Corrente Elétrica c) Resistência d) Energia
Watt-hora (Wh) é uma unidade de... (Fundamental II)	a) Potência b) Energia c) Corrente Elétrica d) Campo magnético	a) Potência b) Energia c) Fluidez elétrica d) Tensão elétrica
Usinas Solares e Eólicas geram impactos ambientais / Usinas Hidrelétricas e Nucleares geram impactos ambientais. (Fundamental I e II)	a) Falso b) Verdadeiro	a) Falso b) Verdadeiro
Carregadores SEM celulares plugados gastam energia. / Carregadores de celulares plugados na tomada, quando não conectados ao aparelho, não estão consumindo energia. (Fundamental I e II)	a) Falso b) Verdadeiro	a) Falso b) Verdadeiro
De qual fonte vem maior a parte da energia elétrica no Brasil? (Fundamental I e II)	a) Usinas Termelétricas b) Usinas Eólicas c) Usinas Solares d) Usinas Hidroelétricas	a) Usinas Termelétricas b) Importada do Exterior c) Usinas Nucleares d) Usinas Hidroelétricas

3. Resultados e Discussão

A implementação de uma atividade pedagógica conduzida exclusivamente por alunos do Ensino Médio participantes das aulas de Iniciação Científica para alunos do Ensino Fundamental apresentou resultados satisfatórios, uma vez que conseguiu envolver toda a comunidade escolar além de trazer benefícios diretos tanto para a instituição, no sentido de gerar ações de economia de energia, tanto para os alunos que apresentaram um aproveitamento maior sobre os conceitos apresentados após a intervenção.

A partir do levantamento do consumo de energia elétrica da escola, por meio do registro da potência e tempo de consumo de cada aparelho em 61 ambientes da instituição, os alunos da Iniciação Científica construíram uma planilha que estima o valor da conta de energia elétrica.

Ao fim do levantamento, o valor estimado final obtido foi de R\$ 28.374 para o mês de maio. O valor da conta de luz real para o mês de maio de 2019 foi de R\$ 26.100. Considerando que a escola possui um sistema de geração de energia solar, realizamos o levantamento da produção do mês em Reais: 1.600. Com isso, o erro relativo aproximado calculado foi de 2%, o que pode ser considerado um resultado aceitável para experimentos realizados em laboratórios de ensino (SANTORO et al., 2013), sobretudo quando considerando o tamanho da escola, a complexidade de seus horários de funcionamento e o fato de ter sido organizado por alunos do Ensino Médio.

Ao fazer o levantamento, os alunos do projeto perceberam que diversos aparelhos de ar-condicionado da escola são muito antigos, tendo, conseqüentemente, um valor de potência muito maior com uma eficiência energética menor. Além disso, foi constatado que apesar da escola estar realizando gradativamente a troca de suas lâmpadas por modelos LEDs, muitas delas ainda são do tipo halógenas, consumindo muito mais energia. Ademais, foi constatado que por diversas vezes que os alunos deixavam as portas das salas de aulas abertas com o ar-condicionado (mais de um, em alguns casos) ligado. O relato da existência de equipamentos e comportamentos inadequados trouxe uma importante informação para a diretoria, que pode planejar a compra de equipamentos mais modernos e econômicos, a realização de manutenção nos ar-condicionados assim como o reforço na instalação de avisos de conscientização nas dependências da escola (figura 8).



Figura 8: Aviso sobre o consumo consciente na escola. **Fonte:** autoria própria.

Além da estimativa de consumo, a planilha montada já está sendo utilizada como instrumento para estimar a economia de energia em diferentes pontos da escola. Ela, inclusive, já está no processo de ser absorvida pelo setor da manutenção para o controle e manutenção de equipamentos elétricos. Por essa razão, acreditamos que a realização desse levantamento e da construção da planilha represente uma útil ferramenta de controle energético para o setor de manutenção de uma escola.

Quanto à aplicação da campanha de divulgação científica e didática sobre energia elétrica, seu consumo e economia, na primeira turma, constatou-se uma melhora geral no índice de respostas corretas dos questionários.

Na turma do 4º ano do Ensino Fundamental, composta por 18 alunos, o índice de acerto subiu de 35,25% no primeiro questionário para 88,89% no segundo. Na turma de 7º ano, com 24 alunos, esse índice foi 49,03% de acerto no primeiro quiz para 77,27% no segundo. Por fim, a turma de 9º ano, com 18 alunos, obteve 62,22% de acertos no primeiro questionário e 73,23% no segundo. Esses resultados estão ilustrados no quadro 2:

Quadro 2: Percentual de acerto das turmas antes e depois da ação de divulgação científica.

Turma	Nº de alunos	% de acerto no questionário 1	% de acerto no questionário 2
4º ano	18	35,25%	88,89%
7º ano	24	49,03%	77,27%
9º ano	18	62,22%	73,23%

A aplicação dos questionários por meio da plataforma Kahoot, que apresenta as questões em um formato jogo de grupo, similar aos apresentados em programas de TV, nos permitiu constatar um aumento no interesse por parte dos alunos. Essa verificação parece estar de acordo com o que dizem Niles e Socha (2015):

O professor poderá, igualmente, organizar atividades que ajudem a criança a descobrir as possibilidades que certos materiais possuem; os jogos de grupo para crianças mais velhas, ou os de construção para as mais novas, desenvolvendo outros níveis de competência, além de permitir verificar o interesse da criança (NILES; SOCHA, 2015, p. 89).

Portanto, a utilização do M.E².L. como aparelho didático lúdico provou-se relevante, pois chamou a atenção de alunos e professores para a prática conduzida pelos alunos da Iniciação Científica. Ademais, o aparelho pode mostrar na prática, por exemplo, aos alunos do 4º ano que lâmpadas incandescentes consomem mais energia elétrica. Esse fato ficou evidenciado ao perceber que apenas 17% dos alunos acertaram uma questão sobre qual lâmpada era mais econômica antes do bate-papo. Após a intervenção em sala de aula, todos os 18 alunos acertaram uma pergunta com conteúdo equivalente (“qual lâmpada consome menos energia?”).

4. Conclusão

Consideramos que a construção de um projeto de abordagem lúdica, com a presença de tecnologia e que seja conduzida por alunos em um processo de divulgação científica dentro do ambiente escolar foi proveitosa para toda a comunidade. Por meio da ação desenvolvida, os alunos proponentes conseguiram mobilizar alunos, funcionários, diretoria e professores a realizarem uma reflexão acerca do próprio consumo de energia elétrica.

Evidencia-se também a importância do oferecimento de aulas de Iniciação Científica dentro do contexto escolar. Essa ação possibilitou aos alunos um primeiro contato com a pesquisa e produção de textos acadêmicos, com a condução de processos metodológicos, coleta e análise de dados e participação em eventos acadêmicos.

A construção de um aparelho utilizando a plataforma Arduino dentro de um laboratório *maker* oportunizou aos alunos da Iniciação Científica ter o contato com processos de construção da pesquisa científica, elaboração de um diário de bordo, levantamento bibliográfico, programação, reuniões com membros da diretoria, desenvolvimento da oratória para participação em eventos e o contato direto com a cultura STEAM.

A utilização do medidor M. E². L. mostrando o custo mensal de diferentes eletrodomésticos junto ao bate-papo científico fez a comunidade escolar refletir sobre os excessos cometidos no consumo de energia.

A ação de levantamento energético e construção de uma planilha de consumo de energia apresentou significativa precisão, podendo ser, portanto, uma útil ferramenta para a escola controlar os seus principais atores no consumo de energia elétrica. Esse controle permite, por exem-

² 3º lugar na categoria interdisciplinar na FECTI (Cecierj – RJ), 3º lugar na categoria Engenharias na FEBRACE (USP -SP) e menção honrosa prêmio poli cidadã FEBRACE (USP – SP)..

plo, ações como a troca gradativa dos ares-condicionados de modelo antigo por modelos mais recentes (mais eficientes e com menor potência).

Analisando os índices de acerto das turmas nos questionários aplicados antes e depois das ações, observamos que todas as turmas tiveram um aumento aparente na compreensão sobre este tema tão relevante para a sociedade. Os resultados encontrados pelos alunos de IC confirmam trabalhos anteriores indicando que a utilização de artefatos tecnológicos em salas de aulas desperta um maior interesse e receptividade dos alunos. Isso pode resultar em uma melhora potencial no aprendizado acerca de um determinado conteúdo.

Ademais, o projeto desenvolvido permitiu aos alunos da Iniciação Científica a participação em feiras de ciências - nas quais três prêmios foram conquistados - bem como a participação numa série de TV voltada para a cultura *Maker*³.

Por fim, foi possível constatar que a interação entre alunos de diferentes séries em uma atividade educacional lúdica utilizando ferramentas inovadoras é uma alternativa viável e produtiva para aumentar a motivação no processo ensino-aprendizagem e tem potencial para a sensibilização e mobilização da comunidade escolar acerca de seu consumo de energia elétrica.

Por se tratar de um relato de experiência, as conclusões apresentadas pelo presente artigo não podem e nem devem ser consideradas como definitivas, mas podem servir como ponto de partida para a realização de um estudo mais detalhado no sentido de mensurar e analisar os possíveis benefícios presentes na realização de ações de natureza lúdica conduzidas pelos próprios alunos, sob a supervisão de professores, dentro da comunidade escolar.

Agradecimentos

Os autores do artigo agradecem à Thelma Polon, Bruno Gottlieb, Esteban Angelo, Juliana Faria, Gabrielle Souza, Samantha Schreier, Vera Cascon, Luciana Orenbuch, Luiz Claudio, Marcia Halfim, Valério Dal Prá e a toda equipe da Escola Eliezer Max.

Referências

BARRETO, Liliane Silva Faria; BARBOSA, Nelson Machado. Aplicativos gratuitos como ferramenta tecnológica no desenvolvimento do Cálculo Mental: uma metodologia lúdica para o Ensino Fundamental. **REMAT**: Revista Eletrônica da Matemática, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 115–131, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.35819/remat2018v4i1id2750>

³ Programa Conexão Maker. 2ª temporada episódio 7. Canal Futura. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/9552027/>.

CARVALHO, Luiz Raimundo Moreira de; AMORIM, Helio Salim de. Observando as marés atmosféricas: uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 1–7, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000300013>

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 4503–4503, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1806-11172011000400018>. Acesso em: 25 jun. 2021

COSCRATO, Gisele; PINA, Juliana Coelho; MELLO, Débora Falleiros de. Utilização de atividades lúdicas na educação em saúde: uma revisão integrativa da literatura. **Acta Paulista de Enfermagem**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 257–263, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002010000200017>

COSTA, Carlos Helaidio Chaves; DANTAS FILHO, Francisco Ferreira; GONÇALVES DA SILVA CORDEIRO MOITA, Filomena Maria. Marvinsketch e kahoot como ferramentas no ensino de isomeria. **HOLOS**, [s. l.], v. 1, p. 31, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2017.4733>

COSTA, Giselda; OLIVEIRA, Selma Maria. Kahoot: a aplicabilidade de uma ferramenta aberta em sala de língua inglesa, como língua estrangeira, num contexto inclusivo. *In: Anais do 6º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação*. 2015.

DROGOMIRECKI, Viviane Cristina; SANTOS, Regina Do Carmo dos. O uso do lúdico no Ensino Fundamental associado à Matemática. **Polyphonia/Solta a voz**, [s. l.], v. 23, n. 1, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rp.v23i1.26699>

ELOI, Sarah Souza et al. Eficiência energética e realização de pré-diagnóstico energético em instituições de ensino de João Monlevade – MG. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. e4182762, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i2.762>. Acesso em: 25 jun. 2021.

EPE. **Balanco Energético Nacional**. 2020. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt>. Acesso em: 26 jun. 2021.

GIACOMASSI LUCIANO, A P et al. The educational robotics and Arduino platform: constructionist learning strategies to the teaching of physics. **Journal of Physics: Conference Series**, [s. l.], v. 1286, p. 012044, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012044>

GOLDBLATT, David L. **Sustainable Energy Consumption and Society**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2005. (Alliance for Global Sustainability Bookseries Science and Technology: Tools for Sustainable Development). v. 7 Disponível em: <https://doi.org/10.1007/1-4020-3096-7>. Acesso em: 25 jun. 2021

GUIMARÃES, Daniela. Kahoot: quizzes, debates e sondagens. In: Carvalho, A.A. (Org.) **Apps para dispositivos móveis: manual para professores, formadores e bibliotecários**. República Portuguesa. 2015.

KAHOOT! **Kahoot!**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://kahoot.com/>. Acesso em: 25 jun. 2021

MATOS AQUINO, Lygia et al. Proposta de um curso semipresencial de robótica educacional utilizando a plataforma Arduino. **Revista Principia** - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, [s. l.], v. 1, n. 34, p. 48, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n34p48-54>

MEDEIROS, Luciano Frontino; WÜNSCH, Luana Priscila. Ensino de programação em robótica com Arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência. **Revista Espaço Pedagógico**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 456–480, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rep.v26i2.8701>

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro et al. Contribuições do Arduino no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 721–745, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p721>. Acesso em: 25 jun. 2021

NILES, Rubia Paula; SOCHA, Kátia. A importância das atividades lúdicas na Educação Infantil. **Ágora: revista de divulgação científica**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 80–94, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.24302/agora.v19i1.350>. Acesso em: 25 jun. 2021.

ONU. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**: 17 objetivos para mudar nosso Mundo. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 26 jun. 2021.

OLIVEIRA, Ivanor N. de et al. Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 42, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2019-0105>

OLIVEIRA, Karina Andrade de et al. Educação sobre risco a drogas para público escolar do Ensino Fundamental: o lúdico como estratégia. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 8, p. e54984667, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4667>

ROMIO, Tiago; PAIVA, Simone Cristine Mendes. Kahoot e GoConqr: uso de jogos educacionais para o ensino da matemática. **Scientia cum Industria**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 90–94, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18226/23185279.v5iss2p90>

SALVINO, Ligiane; ONOFRE, Eduardo Gomes. Tecnologia como recurso didático: uma experiência com aprendizes no ensino médio. In: **Anais do III Congresso Nacional de Educação**, Natal, RN. 2016

SANTORO, Alberto *et al.* **Estimativas e erros em experimentos de física**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2013.

THOMSEN, Adilson. **Como fazer um medidor de energia elétrica com arduino**. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/medidor-de-energia-eletrica-com-arduino/>. Acesso em: 25 jun. 2021.

WANG, Alf Inge. The wear out effect of a game-based student response system. **Computers & Education**, [s. l.], v. 82, p. 217–227, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.004>. Acesso em: 25 jun. 2021.

ZEHNER, Ozzie. **Green Illusions: The Dirty Secrets of Clean Energy and the Future of Environmentalism (Our Sustainable Future)**. 1. ed. Nebraska: University of Nebraska Press, 2012.

Sobre as autores

Willian Vieira de Abreu:

Pesquisador de pós-doutorado no programa de engenharia nuclear da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e professor de Iniciação Científica na Escola Eliezer Max.

E-mail: wabreu@coppe.ufrj.br

Gabriela Orenbuch Gomes:

Graduanda de Engenharia de Produção PUC-Rio, Graduanda de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Ex-Aluna da Escola Eliezer Max.

E-mail: gabiorenbuch@gmail.com

Daniel Halfim Dal Prá:

Graduando de Engenharia da Computação na PUC-Rio e Ex-Aluno da Escola Eliezer Max.

E-mail: danielhalfim@gmail.com

Eduardo Sperandio Ribeiro:

Especialista em Ensino de Física pelo programa de Pós-Graduação do Colégio Pedro II. Coordenador de Ensino Médio e professor de física da Escola Eliezer Max.

E-mail: eduardo.sperandio@eliezermax.com.br

Recebido em: junho de 2021

Publicado em: outubro de 2022