



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT)
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA EM REDE

ÍTALO RODRIGUES GUEDES

O ENSINO DE ELETRODINÂMICA USANDO PLANILHA ELETRÔNICA

CATALÃO (GO)
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO

INSTITUTO DE FÍSICA

Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, número 1120, - Bairro Setor Universitário, Catalão/GO, CEP 75704-020
Telefone: - - <https://www.ufcat.edu.br>

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA)

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Catalão (UFCAT) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFCAT), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFCAT é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação ou Tese?

DISSERTAÇÃO

2. Nome completo do autor

Nome: ÍTALO RODRIGUES GUEDES

3. Título do trabalho

Título: O ENSINO DE ELETRODINÂMICA USANDO PLANILHA ELETRÔNICA

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento: SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa.

Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor



Documento assinado eletronicamente por **MAURO ANTONIO ANDREATA, Professor(a) do Magistério Superior**, em 21/03/2024, às 18:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ítalo Rodrigues Guedes, Usuário Externo**, em 17/06/2024, às 11:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0046576** e o código CRC **E86C406F**.

ÍTALO RODRIGUES GUEDES

O ENSINO DE ELETRODINÂMICA USANDO PLANILHA ELETRÔNICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede, do Instituto de Física, da Universidade Federal de Catalão (UFCAT), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Mauro Antônio Andreato.

CATALÃO (GO)
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFCAT.

Guedes, Ítalo Rodrigues
O ENSINO DE ELETRODINÂMICA USANDO PLANILHA
ELETRÔNICA / Ítalo Rodrigues Guedes. - 2024. 140, CXL f.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Antônio Andreatta.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão, Instituto
de Física, Catalão, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em
Rede, Catalão, 2024.

Bibliografia. Apêndice.
Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Sequência pedagógica. 2. Física. 3. Eletrodinâmica 4. Planilha
eletrônica. I. Andreatta, Mauro Antônio, orient. II. Título.

CDU 53

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 2 da sessão de Defesa de Dissertação de **ÍTALO RODRIGUES GUEDES**, que confere o título de **Mestre em Ensino de Física**.

Aos oito dias do mês de março de dois mil e vinte quatro, a partir das 15:30h, em sala virtual, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “O ENSINO DE ELETRODINÂMICA USANDO PLANILHA ELETRÔNICA”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **MAURO ANTÔNIO ANDREATA - IF/UFCAT** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **MARCIONILIO TELES DE OLIVEIRA SILVA - IF/UFCAT**, membro titular interno e Professora Doutora **BIANCA MARTINS SANTOS - UFAC**, membro titular externo ao programa. Após a arguição do candidato, a Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor MAURO ANTÔNIO ANDREATA, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos membros da Banca Examinadora, aos oito dias do mês de março de dois mil e vinte quatro.



Documento assinado eletronicamente por **MAURO ANTONIO ANDREATA, Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/03/2024, às 18:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARCIONILIO TELES DE OLIVEIRA SILVA, Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/03/2024, às 20:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bianca Martins Santos, Usuário Externo**, em 21/03/2024, às 15:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0044034** e o código CRC **84CED22F**.

Dedico este trabalho a minha amada esposa Raiany e minha filha Kiara, vocês são os pilares da minha vida; aos meus pais, Divino e Eliana que sempre me apoiaram e são a essência do que sou, a minha sogra Eugênia e meus filhos de coração Ayla e David, a minha cunhada Kétura e seu esposo Cleismar; e toda minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo fôlego de vida e oportunidade de atuar na docência.

Aos familiares por todo apoio e incentivo.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela idealização do MNPEF.

Ao Instituto de Física da UFCAT.

A todos os meus professores que me apoiaram.

Um agradecimento especial ao meu orientador, professor Mauro, pela amizade, parceria e pelo papel decisivo nesse trabalho.

Outro agradecimento especial ao amigo professor Adriano Fonseca que me motivou a pleitear a vaga do mestrado, assim como os colegas Rafael Afonso de Oliveira e Ocione Pereira dos Santos que foram decisivos nesta trajetória.

Agradeço ainda a instituição Educandário Vila Boa pela oportunidade de fazer parte desta instituição e por permitir a realização deste trabalho de pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“Só conhecendo a forma como os alunos aprendem é possível ensinar”

Gerard Vergnaud

RESUMO

O ENSINO DE ELETRODINÂMICA USANDO PLANILHA ELETRÔNICA

Ítalo Rodrigues Guedes

Orientador:

Prof. Dr. Mauro Antônio Andreatta

Nesta produção acadêmica, relatamos o desenvolvimento e aplicação de uma sequência pedagógica no eixo temático do eletromagnetismo, mais especificamente potência elétrica e consumo de energia elétrica embasando-se na teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, que postula que os conceitos estão interligados em estruturas cognitivas chamadas campos conceituais, nos quais os objetos, relações e ações possuem características comuns. Segundo Vergnaud, a aprendizagem ocorre quando os estudantes constroem e reorganizam seus campos conceituais, estabelecendo conexões entre os conceitos e suas experiências prévias. Para tanto, construímos uma sequência pedagógica, que além da abordagem tradicional dos objetos de conhecimento no quadro, utiliza como ferramenta computacional uma planilha eletrônica em que os estudantes podem aplicar e refletir as informações adquiridas em sala de aula e estabelecer novas conexões, construindo-se assim o saber. Observou-se na utilização do produto educacional um maior interesse dos alunos durante a realização das atividades, constatando-se que este contribuiu para o aprendizado, representando uma ferramenta importante para o estudo do tema eletrodinâmica.

Palavras-chave: potência elétrica, ensino de física, sequência pedagógica, ferramenta computacional, planilha eletrônica.

ABSTRACT

TEACHING ELECTRODYNAMICS USING ELECTRONIC SPREADSHEET

Ítalo Rodrigues Guedes

Orientador:

Prof. Dr. Mauro Antônio Andreata

In this academic production, we report the development and application of a pedagogical sequence on the thematic axis of electromagnetism, more specifically electrical power and electrical energy consumption, based on Gérard Vergnaud's theory of conceptual fields, which postulates that concepts are interconnected in cognitive structures called conceptual fields, in which objects, relationships and actions have common characteristics. According to Vergnaud, learning occurs when students construct and reorganize their conceptual fields, establishing connections between concepts and their previous experiences. To this end, we built a pedagogical sequence, which in addition to the traditional approach of knowledge objects on the board, uses an electronic spreadsheet as a computational tool in which students can apply and reflect the information acquired in the classroom and establish new connections, building so you know. It was observed that students were more interested in using the educational product while carrying out the activities, noting that it contributed to learning, representing an important tool for studying the topic of electrodynamics.

Keywords, electrical power, physics teaching, pedagogical sequence, computational tool, electronic spreadsheet.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de um circuito elétrico	9
Figura 2 - Unidades e conversões entre J e kWh.	11
Figura 3 - Representação da família silábica do B	15
Figura 4 - Representação da experiência cotidiana	15
Figura 5 - Representação do aprendizado por campos conceituais	17
Figura 6 - Mapa conceitual para a teoria dos campos conceituais de Vergnaud.....	20
Figura 7 - Representação de uma planilha eletrônica usando o Microsoft Excel®	25
Figura 8 - A evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil.....	28
Figura 9 - Matriz energética brasileira	29
Figura 10 - Educandário Vila Boa.....	31
Figura 11 - Aplicação do produto educacional na turma de 8º Ano do Ensino Fundamental	34
Figura 12 - Representação da corrente contínua (esquerda) e corrente alternada (direita)	36
Figura 13 - Representação da corrente contínua (esquerda) e corrente alternada (direita)	36
Figura 14 - Exemplo de dados nominais de aparelhos elétricos	38
Figura 15 - Exemplo de dados nominais de aparelhos elétricos	38
Figura 16 - Aplicação da sequência pedagógica - Resgatando conceitos de potência elétrica	41
Figura 17 - Aplicação da sequência pedagógica - Como acessar a planilha eletrônica	41
Figura 18 - Aplicação da sequência pedagógica - Simulando valores de kWh para joule	42
Figura 19 - O autor aplicando a sequência pedagógica - Uso da planilha eletrônica....	42
Figura 20 - Aplicação da sequência pedagógica - Levantamento dos dados nominais dos dados aparelhos e tempo de utilização para obter a energia elétrica consumida.	43
Figura 21 - Aplicação da sequência pedagógica - Levantamento dos dados nominais dos dados aparelhos e tempo de utilização para obter a energia elétrica consumida.	43
Figura 22 - Aplicação da sequência pedagógica - Levantamento dos dados nominais dos dados aparelhos e tempo de utilização para obter a energia elétrica consumida.	44
Figura 23 - Aplicação da sequência pedagógica - Levantamento dos dados nominais dos dados aparelhos e tempo de utilização para obter a energia elétrica consumida.	44
Figura 24 - Aplicação da sequência pedagógica - Estudo de viabilidade da instalação de energia solar.....	45
Figura 25 - Aplicação da sequência pedagógica - Estudo de viabilidade da instalação de energia solar.....	45
Figura 26 - Planilha eletrônica - Imagem 1	76
Figura 27 - Planilha eletrônica - Imagem 2	76
Figura 28 - Planilha eletrônica - Imagem 3	77

Figura 29 - Planilha eletrônica - Imagem 4	77
Figura 30 - Planilha eletrônica - Imagem 5	77
Figura 31 - Exemplo 1 - Dados nominais de aparelhos elétricos	79
Figura 32 - Exemplo 2 - Dados nominais de aparelhos elétricos	79
Figura 33 - Microsoft Excel®	82
Figura 34 - Google Sheets	82
Figura 35 - Exemplo de planilha eletrônica - Controle de presença dos funcionários..	83
Figura 36 - Exemplo de planilha eletrônica - Orçamento pessoal.....	83
Figura 37 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.....	84
Figura 38 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.....	85
Figura 39 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.....	85
Figura 40 - Representação das operações básicas em planilhas eletrônicas	86
Figura 41 - Exemplo de funções em planilhas eletrônicas	86
Figura 42 - Passo a passo para fazer gráficos.....	87
Figura 43 - Passo a passo para fazer gráficos.....	88
Figura 44 - Passo a passo para fazer gráficos.....	88
Figura 45 - Passo a passo para fazer gráficos.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre notas do Pisa de 2018 e 2022 (Brasil 2023)	2
Tabela 2 - Roteiro da sequência pedagógica	32
Tabela 3 - Aplicação da sequência pedagógica	34
Tabela 4 - Questionamento dos dados obtidos	40
Tabela 5 - Questionamento dos dados e as constatações obtidas	50

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA.....	iii
DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS	xi
SUMÁRIO	xii
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - ESTRUTURA DO TRABALHO	6
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1 - ELETRODINÂMICA	8
• 2.1.1 - Potência	8
• 2.1.2 - Potência elétrica.....	9
• 2.1.3 - Energia elétrica consumida - Consumo de energia	11
2.2 - CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD	12
• 2.2.1 - Definição de Campos Conceituais.....	14
• 2.2.2 - O aprendizado por campo conceitual	16
2.3 - O USO DE TECNOLOGIAS PARA O ENSINO	22
• 2.3.1 - História dos computadores	22
• 2.3.2 - O uso de tecnologia na educação.....	24
• 2.3.4 - Planilhas eletrônicas	25
2.4 - O USO DE ENERGIA RENOVÁVEL - PLACA VOLTAICA.....	27
CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODÓGICOS	31
3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	31
3.2 - PARTICIPANTES E LOCAL DA PESQUISA.....	31
3.3 - DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	32
▪ 1ª Etapa - Levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (1 aula)..	35
▪ 2ª Etapa - Exposição dos conceitos básicos do tema (5 aulas)	35
▪ 3ª Etapa - Uso da planilha eletrônica (3 aulas)	37

▪ 4ª Etapa - Avaliação do professor (1 aula).....	39
▪ Fotos da aplicação em sala de aula.	40
CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	46
▪ 1ª Etapa - Levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (1 aula)..	46
▪ 2ª Etapa - Exposição dos conceitos básicos do tema (5 aulas)	48
▪ 4ª Etapa - Avaliação do professor (1 aula).....	50
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
APÊNDICE A - ROTEIRO DA SEQUÊNCIA PEDAGÓGICA.....	58
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS	62
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO I	66
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO II.....	72
APÊNDICE E - PLANILHA ELETRÔNICA	76
APÊNDICE F - NOÇÕES BÁSICAS DE PLANILHAS ELETRÔNICAS	81
PRODUTO EDUCACIONAL.....	90
INTRODUÇÃO	91
OBJETIVOS	92
PÚBLICO ALVO	93
RECOMENDAÇÕES AOS PROFESSORES.....	93
ROTEIRO DA SEQUÊNCIA PEDAGÓGICA.....	95
1ª ETAPA - DETALHADA.....	95
2ª ETAPA - DETALHADA.....	100
3ª ETAPA - DETALHADA.....	107
4ª ETAPA - DETALHADA.....	113
APÊNDICE - NOÇÕES BÁSICAS DE PLANILHAS ELETRÔNICAS.....	119

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A educação básica brasileira tem graves problemas; isso é evidenciado em exames de larga escala, entre eles o Pisa (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes), que é um estudo comparativo internacional realizado a cada três anos pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) e oferece informações sobre o desempenho dos estudantes na faixa etária dos 15 anos, vinculando dados sobre seus saberes e suas atitudes em relação à aprendizagem, ressaltando os principais fatores que moldam sua aprendizagem, dentro e fora da escola. Desde sua primeira edição, em 2000, o número de países e economias participantes tem aumentado a cada ciclo; em 2022, 81 países participaram do Pisa e o Brasil participa do Pisa desde o início da pesquisa. Os resultados dos estudantes brasileiros nos testes internacionais, incluindo o Pisa, retratam de modo geral a baixa proficiência dos estudantes em várias áreas do conhecimento, e até mesmo em estudantes com nível socioeconômico alto. No último Pisa, realizado em 2022, foram avaliadas três áreas: matemática, leitura e ciências. A nota geral dos estudantes brasileiros não atingiu a média dos países participantes em nenhum dos parâmetros. Em matemática a nota média de proficiência dos estudantes brasileiros foi 379, enquanto a nota média dos participantes foi 472. Na área de leitura a nota média dos estudantes brasileiros foi 410, ao passo que foi 476 a nota média dos participantes. E por fim, na área de ciências, a nota média dos estudantes brasileiros foi 403, e a média dos participantes foi 485. Os dados são obtidos são oferecidos pelo Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), Brasil (2023).

Stuart (2007, p.3) afirma que:

O PISA tem confirmado apenas o que todos já sabem. No entanto, o resultado do PISA é importante porque chama a atenção da sociedade para o estado precário do sistema educacional brasileiro. E todos reconhecem que ações imediatas e de longo prazo devem ser implementadas com urgência.

A **Tabela 1** mostra um comparativo das notas obtidas pelos estudantes brasileiros e a nota média dos participantes nas duas últimas edições do Pisa, ilustrando o desempenho inferior dos estudantes brasileiros quando comparados ao desempenho médio de todos os participantes em todas as áreas, tanto na edição de 2018, quanto na edição de 2022.

Tabela 1 - Comparativo entre notas do Pisa de 2018 e 2022 (Brasil 2023).			
Pisa 2018	Matemática	Leitura	Ciências
Média de proficiência dos estudantes Brasileiros	384	413	404
Média dos participantes (média da OCDE)	489	487	489
Pisa 2022	Matemática	Leitura	Ciências
Média de proficiência dos estudantes Brasileiros	379	410	403
Média dos participantes (média da OCDE)	472	476	485

É necessário tomar medidas efetivas para mudar esse quadro. As intervenções e ações a serem feitas devem originar de todos os participantes do processo de educação. trata-se de um complexo sistema e a mudança desse cenário é responsabilidade de todos nós. Novas políticas públicas, diretrizes, e formações não têm eficácia se tais ações não chegam as comunidades escolares; do mesmo modo, também é ineficiente a sociedade civil e os governantes esperarem que de forma natural os professores em suas aulas poderão mudar a situação atual da Educação brasileira, sem oferecer condições mínimas estruturais aos integrantes das comunidades educacionais.

O papel do professor na transformação do sistema educacional é desafiador diante da complexidade existente. Embora não possa efetuar mudanças em toda a estrutura de maneira abrangente, o educador detém a capacidade de exercer impacto significativo ao influenciar um pequeno grupo de alunos. Essa influência não apenas contribui para o desenvolvimento individual desses estudantes, mas também desencadeia um efeito cascata na comunidade em que estão inseridos. Ao adotar práticas pedagógicas inovadoras, promover a participação ativa dos estudantes e cultivar um ambiente de aprendizado estimulante, o professor não apenas compartilha conhecimentos, mas também semeia as bases para uma melhoria progressiva. A partir desse envolvimento, emerge uma evolução palpável que, mesmo que inicialmente localizada, pode inspirar transformações mais amplas no panorama educacional.

Diante de uma sociedade em crescentes mudanças e inundada de problemas, o papel do professor não pode ser apenas de um mero agente de transmissão de informações; embora, em alguns momentos, o professor deva fornecer informações para os alunos. A preocupação do professor deve ser também em auxiliar o processo de construção do conhecimento do estudante, o qual se dá por um processo de identificação do conhecimento que o aluno já possui, agregando novas informações, propiciando interações, reflexões, conexões e assim construir conhecimento.

É importante utilizar estratégias de ensino que propiciem o desenvolvimento crítico e a capacidade autocrítica deve fazer parte da essência do aluno, sendo que o professor deverá ser um desafiador em manter vivo o interesse do estudante em continuar a buscar novos conceitos e explicações das questões que o afligem.

Os exames, entre eles o Pisa, mostram que os estudantes normalmente terminam a educação básica tendo estudado inúmeros assuntos que para eles parecem sem sentido, sem aplicação e que estudam visando quase que exclusivamente a aprovação em exames vestibulares. Esta falta de aplicabilidade das informações adquiridas impede que essas informações se transformem em conhecimento, o que contribui para a defasagem do sistema educacional brasileiro frente a outros sistemas também avaliados no Pisa e em outros exames.

O ensino de Física, na maioria das instituições brasileiras, ainda acontece fundamentado numa metodologia em aprendizagem mecânica e em processos de reprodução e repetição de procedimentos memorizados. Especificamente para o ensino de física básica, observa-se uma ênfase na resolução de exercícios baseados na aplicação de "fórmulas". Um trabalho que corrobora com este pensamento é mostrado adiante (MCDERMOTT, 1993, p. 295, tradução nossa)¹:

O critério mais frequentemente utilizado no ensino de física como medida de domínio do assunto é o desempenho em problemas quantitativos padrão. Como atestam as notas do curso, muitos alunos que concluem um curso introdutório típico podem resolver esses problemas de forma satisfatória. No entanto, muitas vezes dependem de fórmulas memorizadas e não desenvolvem uma compreensão funcional da física, ou seja, a capacidade de fazer o raciocínio

¹ Trecho original:

The criterion most often used in physics instruction as a measure of mastery of the subject is performance on standard quantitative problems. As course grades attest, many students who complete a typical introductory course can solve such problems satisfactorily. However, they are often dependent on memorized formulas and do not develop a functional understanding of physics, i.e., the ability to do the reasoning needed to apply appropriate concepts and physical principles in situations not previously encountered.

necessário para aplicar conceitos e princípios físicos apropriados em situações não encontradas anteriormente.

Outro fator que desfavorece os estudantes no aprendizado de física diz respeito a aplicação matemática adotada nas aulas. O uso, muitas vezes inevitável, de conhecimentos matemáticos pode aborrecer quem não se sente adequadamente preparado. Um exemplo disso é utilizar funções polinomiais (conhecimentos matemáticos) para o ensino de movimentos cinemáticos (aplicação física), ou ainda, vetores (conhecimento matemático) para o ensino de forças que atuam em um corpo (aplicação física). Como consequência para o professor, o ofício de ensinar se torna ainda mais desafiador.

Diante deste cenário, é extremamente necessário procurar meios que tornem o processo ensino-aprendizagem mais atrativo; e nesse processo, os celulares e computadores disponíveis atualmente em grande parte das escolas, na maioria das residências e no dia a dia dos estudantes podem contribuir em prol do objetivo comum das escolas e famílias que é a construção do conhecimento na mente da criança, do jovem.

Diante dos desafios evidenciados pela precariedade da educação básica brasileira, reconhecemos a complexidade do sistema educacional e a necessidade de ações abrangentes para promover mudanças significativas. Os resultados dos exames internacionais, como o Pisa, destacam a baixa proficiência dos estudantes em diversas áreas do conhecimento, evidenciando uma defasagem sistêmica. Contudo, é crucial ressaltar que não possuímos uma solução única para essa problemática complexa.

Nesse contexto, o presente trabalho enfoca a introdução de tecnologias educacionais, como um primeiro passo para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais atrativo e alinhado às demandas contemporâneas. Acreditamos que a integração dessas ferramentas pode proporcionar uma abordagem inovadora, envolvendo os estudantes de maneira mais efetiva e promovendo a construção do conhecimento de forma significativa. Ao explorar estratégias pedagógicas que incorporam a tecnologia de forma consciente e alinhada aos objetivos educacionais, buscamos estimular a participação ativa dos estudantes, fomentar o pensamento crítico e tornar o aprendizado mais relevante para suas vidas; embora estejamos cientes de que a tecnologia por si só não resolverá todos os problemas educacionais, consideramos seu uso como uma ferramenta promissora para impulsionar transformações positivas.

É fundamental reconhecer que a busca por soluções eficazes demanda o engajamento de todos os participantes do processo educacional, desde professores e gestores até famílias e comunidades. A implementação de políticas públicas, diretrizes e formações deve ser acompanhada por um esforço coletivo para assegurar que tais iniciativas alcancem efetivamente as salas de aula e impactem positivamente a experiência educacional dos estudantes.

Assim, ao abordar a introdução da tecnologia como um passo inicial, reconhecemos a necessidade de uma abordagem holística e colaborativa para superar os desafios educacionais enfrentados pelo Brasil. Este trabalho se propõe a explorar como a interseção entre tecnologia e educação, de forma específica, usando planilhas eletrônicas, pode ser uma via promissora para inspirar mudanças progressivas e contribuir para a construção de um sistema educacional mais eficiente e eficaz.

É relevante destacar que esta pesquisa é um requisito do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, que está em curso no Instituto de Física da Universidade Federal de Catalão (UFCAT).

1.1 - ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo relatar a aplicação de uma sequência pedagógica em sala de aula. A sequência pedagógica foi desenvolvida no intuito de facilitar o ensino da disciplina de física, especificamente na área da eletrodinâmica, para estudantes do ensino médio e fundamental (anos finais); Por meio dessa, que é o produto educacional criado, espera-se que haja uma melhor compreensão dos conceitos mostrados em sala de aula, complementando o modelo tradicional de ensino, propiciando no estudante uma aprendizagem contextualizada, manuseando tecnologias de digitais de informação e comunicação (TDCIs) que são as planilhas eletrônicas, utilizando seus conhecimentos prévios e instigando o senso crítico dos estudantes ao propiciar um estudo de viabilidade para o uso de energia fotovoltaica (energia solar). A sequência pedagógica propõe o ensino de eletrodinâmica em 4 etapas: levantamento de conhecimentos prévios do estudante, exposição dos conceitos básicos do tema, uso de uma planilha eletrônica criada para aplicação dos objetos de conhecimento e avaliação do professor.

A pesquisa foi realizada na cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás, Brasil, entre setembro e outubro de 2022, com estudantes do 8º ano do ensino fundamental, nas três turmas, totalizando 102 estudantes. A ordem e estrutura do trabalho segue nos parágrafos abaixo.

No **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO** apresentamos a motivação para realização deste trabalho e como nós acreditamos que esse poderá contribuir para a melhoria do ensino de eletrodinâmica e conseqüentemente de física.

O **CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**, traz as informações básicas sobre os temas que embasaram o trabalho. O tópico **2.1 - ELETRODINÂMICA** define o tema e mostra os conceitos a ela associados. O tópico **2.2 - CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD**, discorre sobre a teoria de aprendizagem que norteou nossa pesquisa. O tópico **2.3 - O USO DE TECNOLOGIAS PARA O ENSINO**, retrata a importância do uso da tecnologia aliada ao processo de aprendizagem e os fundamentos para o uso de recursos tecnológicos tais como planilhas eletrônicas, em computadores ou celulares. Por fim, no tópico **2.4 - O USO DE ENERGIA RENOVÁVEL - PLACA VOLTAICA**, discorre sobre a forma de energia fotovoltaica que é renovável e a cada dia aumenta a participação na matriz energética brasileira.

No **CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODÓDICOS** delinea a estratégia metodológica do estudo. Nele, é mostrado como se deu a implementação da proposta educacional, concentrando-se na exploração dos conceitos de potência elétrica e consumo de energia; fornecendo uma visão detalhada das ferramentas desenvolvidas e adotadas, incluindo o desenvolvimento da sequência pedagógica e a utilização da planilha eletrônica como recurso computacional.

No **CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS** são apresentados e discutidos as descobertas e conclusões provenientes da aplicação da proposta pedagógica e dos procedimentos metodológicos, destacando o impacto na aprendizagem dos estudantes na área de estudo, a eletrodinâmica, bem como as implicações para o ensino e a aprendizagem.

No **CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**, foram sintetizadas as principais conclusões e descobertas da pesquisa, destacando as contribuições, limitações e oferecendo recomendações para futuras pesquisas na área.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 - ELETRODINÂMICA

O papel de grande importância que a Eletricidade desempenha na vida moderna baseia-se na corrente elétrica. A parte da Eletricidade que estuda a corrente elétrica e os efeitos produzidos pelo caminho por onde ela passa denomina-se Eletrodinâmica; sendo, as grandezas físicas mais relevantes desta área do conhecimento, a corrente elétrica, a tensão elétrica, a potência elétrica e a energia consumida (consumo de energia); existem ainda outras grandezas elétricas que não falaremos neste texto, como resistência elétrica, capacitância elétrica, indutância elétrica.

O texto abaixo é retirado de dois autores, o livro Fundamentos de Física (HALLIDAY e RESNICK, 2016) e o livro Física conceitual (HEWITT, 2015).

• 2.1.1 - Potência

A taxa de variação com o tempo do trabalho realizado por uma força recebe o nome de potência. Se uma força realiza um trabalho W em um intervalo de tempo Δt , a potência média desenvolvida durante esse intervalo de tempo é

$$P_{\text{méd}} = \frac{W}{\Delta t} \quad (1)$$

A potência instantânea P é a taxa de variação instantânea com a qual o trabalho é realizado, que pode ser escrita como

$$P = \frac{dW}{dt} \quad (2)$$

Aplicando este conceito, podemos perceber que uma máquina de grande potência é capaz de realizar o trabalho rapidamente. Um motor de automóvel que fornece duas vezes mais potência que outro não necessariamente realiza duas vezes mais trabalho ou faz o carro ir duas vezes mais rápido do que aquele com motor menos potente. Duas vezes mais potência significa que o motor pode realizar a mesma quantidade de trabalho na metade do tempo, ou duas vezes mais trabalho no mesmo tempo.

Em um sentido mais geral, a potência P é a taxa com a qual uma força transfere energia de uma forma para outra. Se uma dada quantidade de energia ΔE é transferida durante um intervalo de tempo Δt , a potência média desenvolvida pela força é dada por

$$P_{méd} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad (3)$$

Analogamente, a potência instantânea desenvolvida pela força é dada por

$$P = \frac{dE}{dt} \quad (4)$$

A unidade de potência do SI é o joule por segundo (J/s). Essa unidade é usada com tanta frequência que recebeu um nome especial, o watt (W), em homenagem a James Watt, cuja contribuição foi fundamental para o aumento da potência das máquinas a vapor. Um watt (W) de potência é despendido quando 1 joule de trabalho é realizado em 1 segundo. Um quilowatt (kW) é igual a 1.000 watts. Um megawatt (MW) é igual a 1 milhão de watts.

Talvez por aparecerem nas contas de luz, o watt e o quilowatt-hora sejam normalmente associados à energia elétrica. Entretanto, podem ser usados para medir outras formas de potência e energia.

• 2.1.2 - Potência elétrica

A Figura 1 mostra um circuito formado por uma bateria **B** ligada por fios, de resistência desprezível, a um componente não especificado, que pode ser um resistor, uma bateria recarregável, um motor, ou qualquer outro dispositivo elétrico. A bateria mantém uma diferença de potencial de valor absoluto **V** entre os seus terminais e, portanto (graças aos fios de ligação), entre os terminais do componente, com um potencial mais elevado no terminal **a** do componente que no terminal **b**; ou seja, a bateria do lado esquerdo fornece energia aos elétrons de condução, cujo movimento constitui a corrente elétrica. Em síntese, uma bateria **B** estabelece uma corrente **i** em um circuito que contém um componente não especificado.

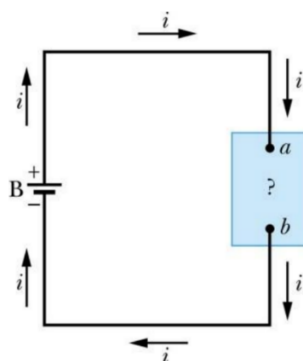


Figura 1 - Representação de um circuito elétrico.

Fonte: (HALLIDAY e RESNICK, 2016, p.347)

Como existe um circuito fechado ligando os terminais da bateria, e a diferença de potencial produzida pela bateria é constante, uma corrente constante i atravessa o circuito, no sentido do terminal **a** para o terminal **b**. A quantidade de carga dq que atravessa o circuito em um intervalo de tempo dt é igual a $i \cdot dt$. Ao completar o circuito, a carga dq tem seu potencial reduzido de V e, portanto, sua energia potencial é reduzida de um valor dado por

$$dU = dq \cdot V = i \cdot dt \cdot V \quad (5)$$

De acordo com a Lei de Conservação de Energia, a redução da energia potencial elétrica no percurso de **a** – **b** deve ser acompanhada por uma conversão da energia para outra forma qualquer. A potência P associada a essa conversão é a taxa de transferência de energia $\frac{dU}{dt}$, que, de acordo com a Equação (5), pode ser expressa na forma

$$P = i \cdot V \quad (6)$$

Além disso, P é a taxa com a qual a energia é transferida da bateria para o componente. Se o componente é um motor acoplado a uma carga mecânica, a energia se transforma no trabalho realizado pelo motor sobre a carga. Se o componente é uma bateria recarregável, a energia se transforma na energia química armazenada na bateria. Se o componente é um resistor, a energia se transforma em energia térmica e tende a provocar um aquecimento do resistor.

De acordo com a Equação (6) a unidade de potência elétrica é o volt-ampère ($V \cdot A$), mas a unidade de potência elétrica também pode ser escrita na forma

$$1 V \cdot A = \left(1 \frac{J}{C}\right) \cdot \left(1 \frac{C}{s}\right) = 1 \frac{J}{s} = 1 W$$

Quando um elétron atravessa um resistor com velocidade de deriva constante, sua energia cinética média permanece constante e a energia potencial elétrica perdida é convertida em energia térmica do resistor. Em escala microscópica, essa conversão de energia ocorre por meio de colisões entre os elétrons e as moléculas do resistor, o que leva a um aquecimento do resistor. A energia mecânica convertida em energia térmica é dissipada (perdida), já que o processo não pode ser revertido.

- **2.1.3 - Energia elétrica consumida - Consumo de energia**

A relação entre energia e potência é um assunto de interesse prático. Da definição, potência = energia por unidade de tempo, mostrada na Equação (3), segue que energia é o produto da potência pelo tempo representada na equação abaixo

$$\Delta E = P \cdot \Delta t \quad (7)$$

Assim, uma unidade de energia pode ser uma unidade de potência multiplicada por outra de tempo. No sistema internacional de unidades é o J (joule); mas, usualmente nas contas de energia é utilizado o quilowatt-hora (kWh). Um quilowatt-hora é a quantidade de energia transferida durante 1 hora a uma taxa de 1 kW.

Por exemplo, em uma localidade em que a energia elétrica custa 15 centavos por kWh, um ferro de passar de 1.000 W operará durante 1 hora a um custo de 15 centavos. Um refrigerador, tipicamente rotulado como de 500 W, terá um custo de energia menor durante uma hora (1.800.000 J ou 0,5 kWh), porém terá um custo de energia maior se funcionar durante um mês inteiro (1.296.000.000 J ou 360 kWh).

A Figura 2 mostra as unidades energia elétrica consumida (consumo de energia) e as conversões entre as unidades J (joule) e kWh (quilowatt-hora):

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

$$\Delta E = P \cdot \Delta t$$

No S.I **J = W · s**

Usual **kWh = kW · h**

Um quilowatt-hora (1 kWh) corresponde à energia elétrica consumida por um equipamento de potência 1 kW (1.000 W) durante 1 hora (3.600 s). Portanto:

$$1\text{kWh} = 1\text{kW} \cdot \text{h}$$
$$1\text{kWh} = 1.000 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s}$$
$$1\text{kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

1 kWh → 3,6 · 10⁶ J

Figura 2 - Unidades e conversões entre J e kWh.

Fonte: o autor (2023)

Na proposta da sequência pedagógica desenvolvida, os conceitos de potência elétrica e consumo de energia desempenham um papel fundamental no contexto do ensino de física. A compreensão desses conceitos permite ao estudante explorar e analisar de forma crítica o uso da energia elétrica em nosso cotidiano. Ao abordar a potência elétrica, os estudantes são introduzidos à medida da taxa de transferência de energia em um circuito elétrico, fornecendo-lhes percepções sobre como diferentes dispositivos elétricos consomem energia de forma mais eficiente ou menos eficiente.

Por meio dessa análise, os alunos podem entender como escolhas simples, como a utilização de lâmpadas de LED em vez de lâmpadas incandescentes, podem resultar em um consumo de energia mais econômico e sustentável. Além disso, ao explorar o consumo de energia, os estudantes são incentivados a refletir sobre o impacto ambiental e econômico de seus hábitos de consumo elétrico, promovendo uma consciência mais ampla sobre a importância da eficiência energética.

Portanto, a integração desses conceitos na sequência pedagógica não apenas enriquece o aprendizado dos estudantes, mas também os capacita a tomar decisões informadas e responsáveis em relação ao uso da energia elétrica em suas vidas cotidianas.

2.2 - CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD

A Teoria dos Campos Conceituais, desenvolvida por Gerard Vergnaud, é uma abordagem importante para compreender a construção e a organização dos conceitos matemáticos na aprendizagem. Nascido em 08 de fevereiro de 1933 na França, ele faleceu em 06 de junho de 2021, formou-se em Psicologia e fez doutorado em educação matemática; foi aluno no doutorado de Jean Piaget; ganhou o título de doutor honoris causa pela universidade de Genebra (UNIGE) e foi um autor e pesquisador renomado no campo da educação matemática.

Ao longo de sua carreira, ele desenvolveu e aprimorou a Teoria dos Campos Conceituais, uma extensão das ideias propostas por Guy Brousseau. No Brasil os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino de Matemática tem como base a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. (BARROS, 2010, p.6).

Embora Vergnaud tenha sido discípulo de Piaget, Moreira (2002, p. 27) define a Teoria de Campos Conceituais de Vergnaud da seguinte forma:

Trata-se de uma teoria de base piagetiana, mas que se afasta bastante de Piaget ao tomar como referência o próprio conteúdo do conhecimento e a análise conceitual do progressivo domínio desse conhecimento, bem como ao ocupar-se do estudo do desenvolvimento cognitivo do sujeito em situação ao invés de operações lógicas gerais, de estruturas gerais do pensamento. Ao fazer isso, a teoria de Vergnaud apresenta um grande potencial para descrever, analisar e interpretar aquilo que se passa em sala de aula na aprendizagem de matemática e ciências. Provavelmente, esse tipo de teoria é o de maior utilidade para fundamentar o ensino e a pesquisa em ensino nessa área.

A Teoria dos Campos Conceituais nos leva à percepção de como os alunos constroem o conhecimento matemático. Segundo Vergnaud, os conceitos matemáticos não são entidades isoladas, mas estão interligados dentro de estruturas cognitivas chamadas campos conceituais. Cada campo conceitual abrange um conjunto de objetos, relações e ações que compartilham características comuns em um determinado domínio do conhecimento matemático.

Para Cedran e Kiouranis (2019, p.64) a Teoria dos Campos Conceituais tem como fundamentos:

Para Vergnaud o conhecimento de um indivíduo se constrói à medida que ele consegue estabelecer relações e conceitualizar determinadas situações ou problemas, que necessitam de teoremas de níveis diferentes. Nesse sentido, a questão da conceitualização perpassa não somente questões de caráter teórico, pensando no verbo conceitualizar, mas se dá por meio de uma estreita

dialetização entre o empírico e o teórico e isso se evidencia não somente na construção dos conceitos pelos sujeitos, mas também na construção histórica dos princípios.

- **2.2.1 - Definição de Campos Conceituais**

O campo conceitual é uma estrutura cognitiva que abrange um conjunto de conceitos interconectados em um domínio específico do conhecimento. Esses conceitos compartilham características comuns e estão organizados em torno de um núcleo central. A teoria enfatiza que a aprendizagem ocorre quando os estudantes desenvolvem e reestruturam seus campos conceituais, estabelecendo relações entre os diversos conceitos e conectando-os às suas experiências prévias. Isso promove uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos dentro desse domínio específico do conhecimento, conforme Moreira (2002, p.8) que propõe:

Vergnaud toma como premissa que o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre ao longo de um longo período de tempo, através de experiência, maturidade e aprendizagem. Campo conceitual é, para ele, um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. O domínio de um campo conceitual não ocorre em alguns meses, nem mesmo em alguns anos. Ao contrário, novos problemas e novas propriedades devem ser estudados ao longo de vários anos se quisermos que os alunos progressivamente os dominem. De nada serve tentar contornar as dificuldades conceituais; elas são superadas na medida em que são encontradas e enfrentadas, mas isso não ocorre de um só golpe. Vergnaud considera o campo conceitual como uma unidade de estudo para dar sentido às dificuldades observadas na conceitualização do real e, como foi dito antes, a teoria dos campos conceituais supõe que a conceitualização é a essência do desenvolvimento cognitivo.

Para facilitar a construção conceitual, são utilizadas atividades desafiadoras, problemas e situações que incentivam a reflexão e o pensamento crítico dos estudantes, promovendo, assim, um ambiente de aprendizagem enriquecedor e estimulante. Esse processo de construção e reorganização dos campos conceituais permite que os estudantes estabeleçam conexões entre os diferentes conceitos, relacionando-os de maneira contextualizada e relevante, resultando em uma compreensão mais profunda e duradoura do conhecimento.

Embora Vergnaud tenha aplicado a Teoria dos Campos Conceituais no campo matemático, ela pode ser utilizada em outras áreas, uma exemplificação da aplicação dessa é a alfabetização das crianças; é muito comum nas escolas a apresentação dos

conceitos de forma isolada, isto é, conceito por conceito, como por exemplo a família silábica do B que pode ser visualizada na Figura 3.

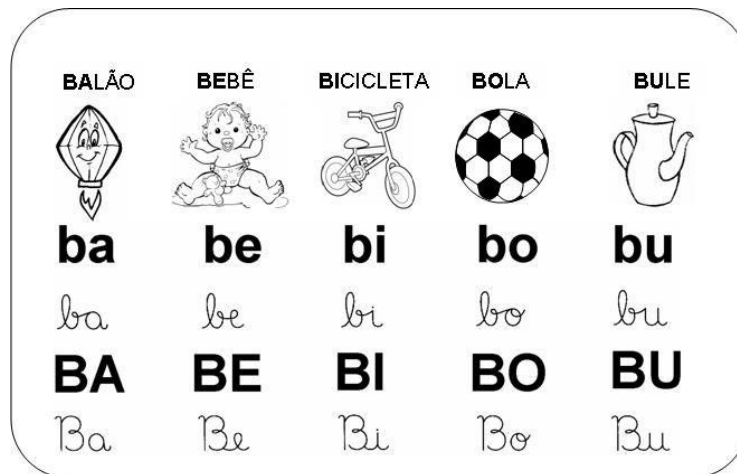


Figura 3 - Representação da família silábica do B.

Fonte: <http://www.marcelacristina.blogspot.com/2018/02/atividades-ba-be-bi-bo-bu.html> (acesso 24/10/2023)

Todavia, em sua vivência cotidiana, a criança não assimila os conhecimentos desta forma conceito a conceito. Em seu campo conceitual já possui elementos diversos, ela já teve contato com outras palavras de diversas famílias silábicas, como seu próprio nome, o nome dos seus familiares, de frutas, animais, como os mostrados na Figura 4 adiante.



Figura 4 - Representação da experiência cotidiana.

Fonte: <https://www.camarrue.com.br/livrinho-de-banho> (acesso em 24/10/2023)

Assim, a abordagem conceito por conceito é pobre frente a riqueza de informações já presentes no campo conceitual da criança. Um outro exemplo é o de uma criança que para contar bolinhas de gude precisa dispô-las em uma fila. Porém com apenas este conhecimento a criança terá dificuldades de contar quando a soma dos objetos possuir um valor demasiadamente grande, tornando impossível a disposição destes em uma fila. Este exemplo mostra que o conceito de contagem precisa de diferentes situações para emergir (MAGINA et al., 2000):

Esta é justamente uma das razões para estudarmos a Teoria dos Campos Conceituais, uma vez que os conceitos matemáticos traçam seus sentidos a partir de uma variedade de situações e que cada situação normalmente não pode ser analisada com a ajuda de um único conceito. Em outras palavras, nem um conceito nem uma situação isoladamente dá conta do processo de aquisição de um conhecimento. É por este motivo que nós, em sintonia com Vergnaud, propomos estudar os conceitos matemáticos não como conceitos isolados, mas como conjuntos de conceitos inter-relacionados com conjuntos de situações.

• 2.2.2 - O aprendizado por campo conceitual

Para Vergnaud, um conceito não pode ser assimilado, compreendido, como uma simples definição, ainda que a definição tenha sua importância no entendimento e constituição do objeto de conhecimento; mas, o aprendizado do conceito ocorre em razão de um conjunto tríplice distinto, mas dependente $C = (S, I, R)$ em que:

S - Situação - é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito, isto é, o tornam significativo;

I - Invariantes operacionais - é um conjunto de invariantes operacionais associados ao conceito e que instituem o conceito e estruturam as formas de organização do pensamento, e que ao serem evocados, podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto;

R - Representação - é um conjunto de representações simbólicas e linguísticas que são usadas para representar o conceito, as suas propriedades e situações a ele associados.

Moreira (2002, p.10) define:

O primeiro conjunto – de situações – é o referente do conceito, o segundo – de invariantes operatórios – é o significado do conceito, enquanto o terceiro – de representações simbólicas – é o significante.

A Figura 5 abaixo retrata o entrelaçamento do conjunto tríplice.

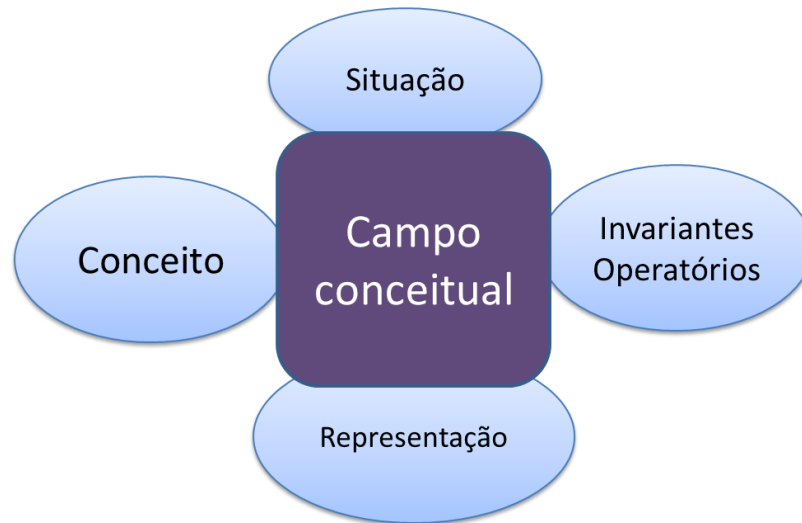


Figura 5 - Representação do aprendizado por campos conceituais.
Fonte: o autor (2023)

Cedran e Kiouranis (2019, p.67) propõem:

Logo, segundo Vergnaud, a ideia de conceito, composto por meio do triplete S, I e R, se remete a,

- não se pode estudar o desenvolvimento de um conceito isoladamente, porque é retirado de um conjunto, formando um sistema;
- a conceitualização é um processo que faz parte da atividade, e é necessário, portanto, capturar as conceitualizações que operam nos esquemas, sejam elas explícitas ou implícitas; Isto é o que me levou a dar tanta importância ao conceito de invariante operatório.

E:

Devido ao processo de conceitualização, que ocorre por meio da interação entre invariantes (I) e situações (S) e que é expresso pelo conjunto de representações (R), Vergnaud ressalta a relevância da contribuição de outros intervenientes no processo de aprendizagem, ao propor novas condições de aprendizado. Nesse contexto, Plaisance e Vergnaud enfatizam que tanto os pais quanto os professores desempenham um papel crucial na criação de situações capazes de despertar o interesse dos alunos, visto que podem influenciar na seleção das situações e problemas a serem resolvidos. Com efeito, situações enriquecedoras podem facilitar o desenvolvimento de estruturas cognitivas ou, ainda, desencadear conflitos que levam as estruturas cognitivas existentes a se adaptarem a novas situações.

A situação descrita adiante retrata como é possível aplicar a Teoria dos Campos Conceituais no aprendizado do conceito de potência elétrica, tomando como base o conjunto tríplice situação (S), invariantes operacionais (I) e representação (R), utilizando as planilhas eletrônicas.

- Situação (S): um aluno está estudando física e precisa calcular a potência elétrica de diferentes aparelhos em sua casa para entender quanto eles consomem de energia. Nesse cenário, a situação é o contexto no qual ele está aplicando o conceito de potência elétrica, ou seja, o uso de aparelhos elétricos em casa, dessa forma, tornando o conceito de potência elétrica significativo.

- Invariantes Operacionais (I): serão as regras associadas ao conceito (objetos, propriedades, relações) que instituem o conceito, ou seja, são as operações básicas que você deve aplicar para calcular a potência elétrica. Em nosso exemplo, a fórmula fundamental para calcular a potência elétrica (P) é $P = i \cdot U$, em que " P " é a potência, " i " é a corrente elétrica (amperagem) e " U " é a tensão (voltagem). Essa é a regra principal que não muda, independentemente de qual aparelho o estudante está avaliando, e por isso os invariantes operatórios são ditos componentes constantes dos esquemas.

- Representação (R): As representações são as maneiras de mostrar e calcular a potência elétrica. Neste caso, uma planilha eletrônica, como o Microsoft Excel® ou o Planilhas Google, pode ser uma ferramenta útil. É possível criar uma planilha na qual se insere os valores da tensão (U) e da corrente elétrica (i) para cada aparelho e, em outra coluna, aplica a fórmula da potência. Isso é uma representação porque usa-se números e fórmulas para mostrar como a potência é calculada. Além disso, esse mecanismo contribui para uma aprendizagem real, uma vez que o estudante poderá compreender o conceito e aplicar em uma situação prática, tornando-o significativo.

Resumindo, o estudante aprende sobre potência elétrica aplicando esse conceito a situações reais (S) (usando aparelhos elétricos), usando as regras e operações fundamentais (fórmulas) como invariantes operacionais (I), e representando (R) seus cálculos em uma planilha eletrônica, o que ajuda na visualização e compreensão desse conceito.

Podemos sintetizar a situação (S), sendo a realidade, (I,R) como sendo a representação que pode ser considerada como dois aspectos interagentes do pensamento, o significado² (I) e o significante³ (R) (MOREIRA, 2002, p.10).

Moreira (2002, p.10) estabelece que:

não se pode, portanto, reduzir o significado nem aos significantes nem às situações. Por outro lado, como foi dito, um único conceito não se refere a um só tipo de situação e uma única situação não pode ser analisada com um só conceito. Por tudo isso, é necessário falar-se em campos conceituais. Mas se os conceitos tornam-se significativos através de situações decorre, naturalmente, que as situações e não os conceitos constituem a principal entrada de um campo conceitual. Um campo conceitual é, em primeiro lugar, um conjunto de situações, cujo domínio requer o domínio de vários conceitos de naturezas distintas.

De uma forma concisa, podemos inferir que o aprendizado ocorre quando um sujeito se depara com um problema ou uma situação desafiadora, a informação contida no problema estabelece uma interação profunda com a estrutura dos conhecimentos-em-ação, ou seja, com os invariantes operacionais que constituem os esquemas cognitivos individuais.

Nessa perspectiva teórica, os campos conceituais desempenham um papel essencial na organização e na evolução desses esquemas, ao fornecerem o contexto no qual os problemas são situados e as informações são interpretadas.

Dessa forma, a abordagem de campos conceituais ressalta a importância do papel de situações e problemas no processo de aprendizagem, enfatizando como tais desafios podem influenciar a construção de esquemas cognitivos e a adaptação desses esquemas a novas situações e partir disso a construção dos conceitos e quando um sujeito se depara com um problema ou uma situação desafiadora, ocorre uma interação entre a informação presente no problema e a estrutura dos conhecimentos em ação do sujeito, ou seja, seus esquemas cognitivos.

Essa interação é fundamental para a construção e adaptação de esquemas cognitivos, o que implica a aprendizagem de novos conceitos ou a evolução dos conceitos existentes.

² significado pode ser entendido como o conceito em sua essência.

³ significante pode ser entendido como a representação que o conceito possui.

Moreira (2002, p.16) sintetiza os campos conceituais dizendo:

Campo conceitual é definido também como sendo, em primeiro lugar, um conjunto de situações cujo domínio requer, por sua vez, o domínio de vários conceitos, procedimentos e representações de naturezas distintas. Conceitos são definidos por três conjuntos: o primeiro é um conjunto de situações que constituem o referente do conceito, o segundo é um conjunto de invariantes operatórios (teoremas e conceitos-em-ação) que dão o significado do conceito, e o terceiro é um conjunto de representações simbólicas que compõem seu significante. Como são as situações que dão sentido aos conceitos, é natural definir campo conceitual como sendo, sobretudo, um conjunto de situações. Um conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações, mas o sentido não está nas situações em si mesmas, assim como não está nas palavras nem nos símbolos. O sentido é uma relação do sujeito com situações e significantes. Mais precisamente, são os esquemas, i.e., as ações e sua organização, evocados no sujeito por uma situação ou por um significante que constituem o sentido dessa situação ou desse significante para esse indivíduo.

A Figura 6 abaixo, mostra um mapa conceitual para a teoria dos campos conceituais

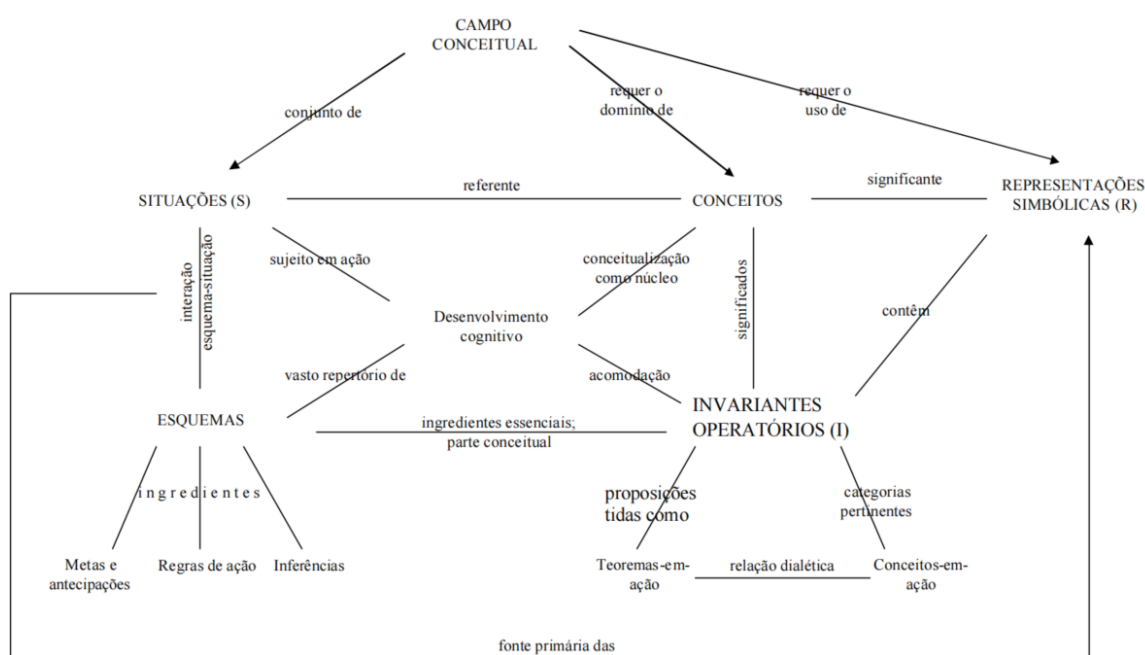


Figura 6 - Mapa conceitual para a teoria dos campos conceituais de Vergnaud.
Fonte: Moreira (2002, p.18)

As contribuições de Vergnaud têm sido relevantes para a compreensão dos processos de aprendizagem matemática, proporcionando uma base teórica sólida para orientar pesquisas e práticas educacionais. A Teoria dos Campos Conceituais é aplicada em diferentes contextos educacionais, auxiliando no desenvolvimento de abordagens de

ensino que promovem uma compreensão mais significativa e duradoura dos conceitos matemáticos.

Por isso, ao considerar a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud em nosso estudo sobre o uso de planilhas eletrônicas no ensino de física, buscamos oferecer aos estudantes oportunidades de construir, relacionar e aplicar conceitos físicos de forma que o aprendizado faça sentido e seja conectado com suas experiências anteriores, com seu campo conceitual. Moreira (2002, p.22) ressalta isso e mostra a importância do professor.

A perspectiva dos campos conceituais é progressiva, não substitutiva. Ou seja, o campo conceitual vai sendo progressivamente dominado pelo aprendiz; o conhecimento implícito vai evoluindo, progressivamente, para o explícito, ao invés de ser substituído por ele. Isso, como alerta Vergnaud, pode levar muito tempo, muitos anos talvez, mas o ensino e, em última análise, o professor têm um papel essencial nesse processo. Sem o ensino, não há razão nenhuma para se acreditar que o sujeito passe a dominar campos conceituais complexos e formalizados como os científicos.

2.3 - O USO DE TECNOLOGIAS PARA O ENSINO

Para o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no processo de ensino aprendizagem, de acordo com Valente (1993), são necessários quatro ingredientes para a implantação do computador na educação, são eles: o computador, o software educativo, o professor devidamente capacitado e o aluno. Ele detalha que nesse contexto o professor passa a ser o “criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno”.

• 2.3.1 - História dos computadores

O matemático britânico Charles Babbage (1792 - 1871), professor de matemática na Universidade de Cambridge, é conhecido como o “Pai do computador”, foi um pioneiro na história da computação; projetando uma máquina que poderia executar cálculos complexos como funções trigonométricas e logaritmos automaticamente. De acordo com Nogueira (2009, p.6), a Máquina analítica (também chamado de calculador analítico ou engenho analítico) de Charles Babbage possuía todas as funcionalidades de um computador moderno: memória, processador central, transferência de dados, contudo o funcionamento era totalmente mecânico. Como a tecnologia necessária para construir essa máquina não estava disponível na época, a máquina não foi concluída com sucesso na época. Nogueira (2009, p.7) diz:

Babbage teve muitas dificuldades com a tecnologia da época, que era inadequada para se construir componentes mecânicos com a precisão necessária. Com a suspensão do financiamento por parte do governo britânico, Babbage e Ada utilizaram a fortuna da família Byron até a falência, sem que pudessem concluir o projeto, e assim o calculador analítico nunca foi construído. Ada Lovelace e Charles Babbage estavam avançados demais para o seu tempo, tanto que até a década de 1940, nada se inventou parecido com seu computador analítico. Até essa época foram construídas muitas máquinas mecânicas de somar destinadas a controlar negócios (principalmente caixas registradoras) e algumas máquinas inspiradas na calculadora diferencial de Babbage, para realizar cálculos de engenharia (que não alcançaram grande sucesso).

Foi somente na década de 1940 que os primeiros computadores eletrônicos surgiram. O ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), desenvolvido nos Estados Unidos, foi um dos primeiros computadores eletrônicos de grande escala e ocupava uma sala inteira, conforme Nogueira (2009, p.8). A partir desse ponto, houve um

rápido avanço na tecnologia dos computadores, com o desenvolvimento de transistores, circuitos integrados e, posteriormente, microprocessadores.

Esses avanços permitiram a criação de computadores menores, mais poderosos e mais acessíveis. Os computadores pessoais se tornaram populares nas décadas de 1970 e 1980, com empresas como Apple e IBM lançando modelos que podiam ser usados por indivíduos em suas casas e escritórios. A partir da década de 1990, a Internet se popularizou, conectando computadores em todo o mundo e abrindo caminho para a era da informação e comunicação global.

No contexto educacional, os computadores podem desempenhar um papel extremamente relevante no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que oferecem uma ampla gama de recursos e ferramentas que auxiliam tanto estudantes quanto professores. Os computadores permitem o acesso instantâneo a vastas quantidades de informações por meio da internet, o que facilita a pesquisa, o estudo de casos, a exploração de diferentes perspectivas e a obtenção de conhecimentos atualizados. Além disso, os computadores fornecem softwares especializados, como aplicativos de produtividade, simulações e softwares educacionais, que podem enriquecer as aulas e envolver os estudantes em atividades interativas e práticas. Essas ferramentas permitem que os estudantes experimentem conceitos de forma virtual, resolvam problemas complexos, explorem fenômenos científicos e desenvolvam habilidades práticas em diversas áreas do conhecimento. Os computadores também promovem a colaboração e a comunicação, permitindo a conexão com outros estudantes, professores em sala de aula e especialistas em todo o mundo; por meio de plataformas de aprendizagem online, fóruns de discussão e videoconferências, os estudantes podem compartilhar ideias, trocar conhecimentos e colaborar em projetos conjuntos. Essa interação amplia suas perspectivas, estimula o pensamento crítico e a resolução de problemas.

As máquinas têm desempenhado um papel transformador na educação, proporcionando recursos, ferramentas e oportunidades de aprendizagem que ampliam o acesso ao conhecimento, potencializam as habilidades dos estudantes e preparam para os desafios da era digital.

• 2.3.2 - O uso de tecnologia na educação

A incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no Ensino de Física desempenha um papel fundamental, pois proporcionam uma abordagem mais abrangente e visual dos conceitos abstratos ensinados em sala de aula. Ao utilizar recursos como simulações computacionais, aplicativos interativos e dispositivos eletrônicos, as aulas de Física podem se tornar mais atrativas, dinâmicas, envolventes e motivadoras, promovendo uma aprendizagem mais significativa. Essas tecnologias permitem aos estudantes explorarem fenômenos físicos de maneira prática, realizar experimentos virtuais, analisar dados em tempo real e visualizar representações visuais complexas, contribuindo para o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda dos princípios físicos e sua aplicação no mundo real.

Conforme podemos perceber nas ideias de Valente (1999), inferimos que quaisquer ações no sentido de se criar produtos educacionais que utilizem tecnologias aplicáveis ao ensino estão de acordo com a ideia original de que as tecnologias têm o propósito de atender as necessidades específicas e gerais que demandam ao desenvolvimento de nossa sociedade.

No panorama das simulações, podemos destacar o trabalho de Medeiros e Medeiros (2002), no qual chamam atenção para as vantagens de se utilizar simuladores no ensino de Física. Dentre as vantagens, podemos enumerar de forma sintética as seguintes: mediante o uso dos simuladores os estudantes podem testar as suas próprias hipóteses, pois esses instrumentos criam a possibilidade de interação com o fenômeno físico estudado; os simuladores tornam os conteúdos mais concretos; esses instrumentos acentuam a formação de conceitos e promovem a mudança conceitual. Os autores ainda ponderam que embora os simuladores sejam muito eficientes no processo ensino-aprendizagem, eles não substituem a experimentação real, ou seja, o contato do indivíduo com a natureza real, pois são muitas vezes simplórios e fechados, no sentido que as dificuldades inerentes de um processo experimental real não são vivenciadas pelo aprendiz.

Durante a aplicação da sequência pedagógica desenvolvida neste trabalho foi utilizado um simulador virtual online para explorar o conceito de corrente elétrica. Essa ferramenta proporcionou uma compreensão efetiva do fenômeno, permitindo aos estudantes interagirem com o conceito de forma prática e visual. O uso do simulador

complementou as atividades em sala de aula, oferecendo uma experiência mais concreta e dinâmica, alinhada com as vantagens apontadas por Medeiros e Medeiros (2002) sobre o uso de simuladores no ensino de Física.

• 2.3.4 - Planilhas eletrônicas

A planilha eletrônica faz parte de uma nova era, a era das novas tecnologias. As grandes transformações ocorridas nos últimos anos mostram avanços na informática nunca vistos, e a educação pode se beneficiar deles, pois uma nova revolução está ocorrendo com o desenvolvimento de novas ferramentas.

A planilha eletrônica é uma ferramenta versátil e poderosa que se apresenta na forma de uma tabela, permitindo a realização ágil e eficiente de uma ampla variedade de cálculos matemáticos, sejam eles simples ou complexos. Sua abordagem matricial possibilita seu uso por profissionais de diferentes áreas, que necessitam realizar cálculos financeiros, estatísticos ou científicos em seu trabalho. Com recursos avançados e uma interface intuitiva, a planilha eletrônica oferece uma solução prática e acessível para realizar análises numéricas, manipular dados e facilitar a tomada de decisões com base em informações precisas e organizadas. A Figura 7 ilustra uma planilha eletrônica.

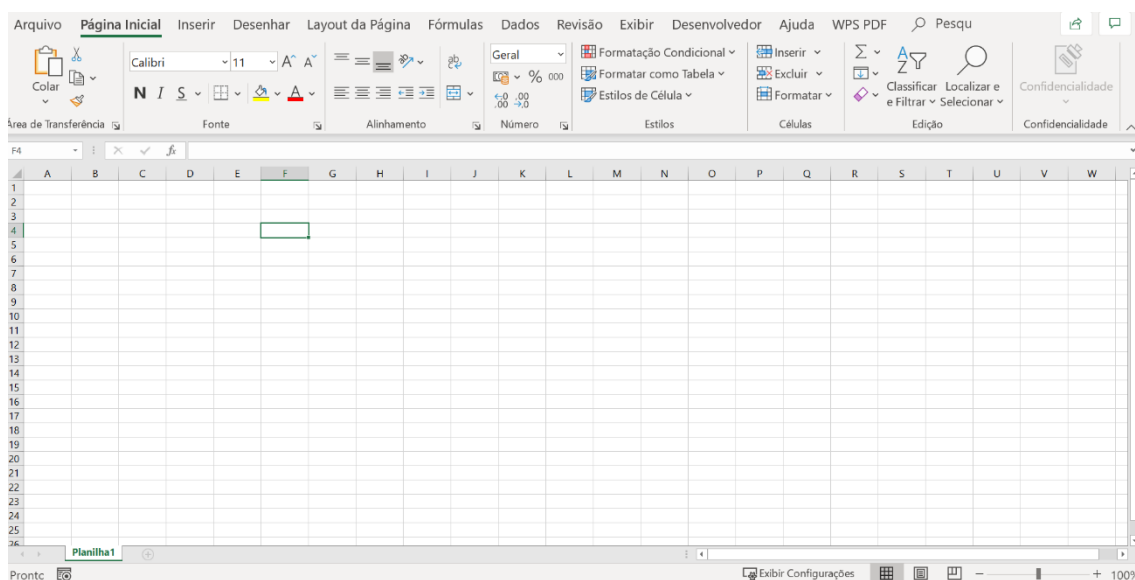


Figura 7 - Representação de uma planilha eletrônica usando o Microsoft Excel®.

Fonte: o autor (2013)

Segundo Kalinke (2004, p.53), “O computador pode revolucionar a escola porque permite aquilo que procuramos há séculos, que é uma educação massificada e ao mesmo tempo individualizada”. Várias disciplinas podem usufruir o uso de planilhas eletrônicas pois suas aplicações ensejam um leque de opções imenso. As suas potencialidades podem ser exploradas não só no ramo da educação, mas em outras áreas.

As planilhas eletrônicas podem desempenhar um papel significativo no ensino de Física para estudantes da educação básica, oferecendo uma variedade de benefícios educacionais. Por meio delas, os estudantes podem realizar cálculos complexos de forma rápida e precisa, aplicando conceitos matemáticos e físicos em situações reais. Além disso, essa ferramenta permite a criação de gráficos e tabelas dinâmicas, o que facilita a visualização e interpretação de dados experimentais. Os estudantes podem analisar e manipular diferentes variáveis, observando as relações entre elas e compreendendo melhor os princípios fundamentais da Física.

Além disso é possível utilizar as planilhas eletrônicas para simulações virtuais, permitindo que os estudantes explorem fenômenos físicos de maneira interativa e segura. Portanto, elas se tornam uma ferramenta poderosa no ensino de Física, promovendo o envolvimento ativo dos estudantes, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e uma compreensão mais aprofundada dos conceitos físicos. Ao se trabalhar com planilhas eletrônicas no ensino de Física, o estudante conhecerá as potencialidades dessa ferramenta e poderá com isso utilizar esse aprendizado para a vida e em qualquer ramo de atividade em que atuar.

2.4 - O USO DE ENERGIA RENOVÁVEL - PLACA VOLTAICA

A energia fotovoltaica tem ganhado crescente importância no contexto energético do Brasil nas últimas décadas. A sua relevância reside não apenas na contribuição para a diversificação da matriz energética, mas também no potencial de redução dos impactos ambientais e na capacidade de atender às crescentes demandas por eletricidade no país. O Brasil, com seu vasto território e uma abundância de luz solar ao longo do ano, apresenta condições ideais para a expansão da energia solar fotovoltaica. A utilização dessa fonte de energia renovável tem sido um passo significativo na direção da sustentabilidade e da redução das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se com metas ambientais globais.

Nos últimos anos, testemunhamos um notável crescimento da energia fotovoltaica no Brasil. O aumento na adoção dessa tecnologia pode ser atribuído a diversos fatores, incluindo a redução dos custos de instalação de sistemas solares, incentivos governamentais, conscientização ambiental crescente e o desejo de consumidores e empresas de economizar energia e custos associados.

Esse crescimento não se limita apenas a sistemas fotovoltaicos residenciais, mas abrange projetos de grande escala, como usinas solares, que contribuem para a geração de eletricidade em larga escala. Esse avanço tem colocado o Brasil em uma posição promissora no cenário global de energia solar, não apenas como consumidor, mas também como produtor de tecnologia solar e serviços especializados. A Figura 8 ilustra esse crescimento:

Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2023.

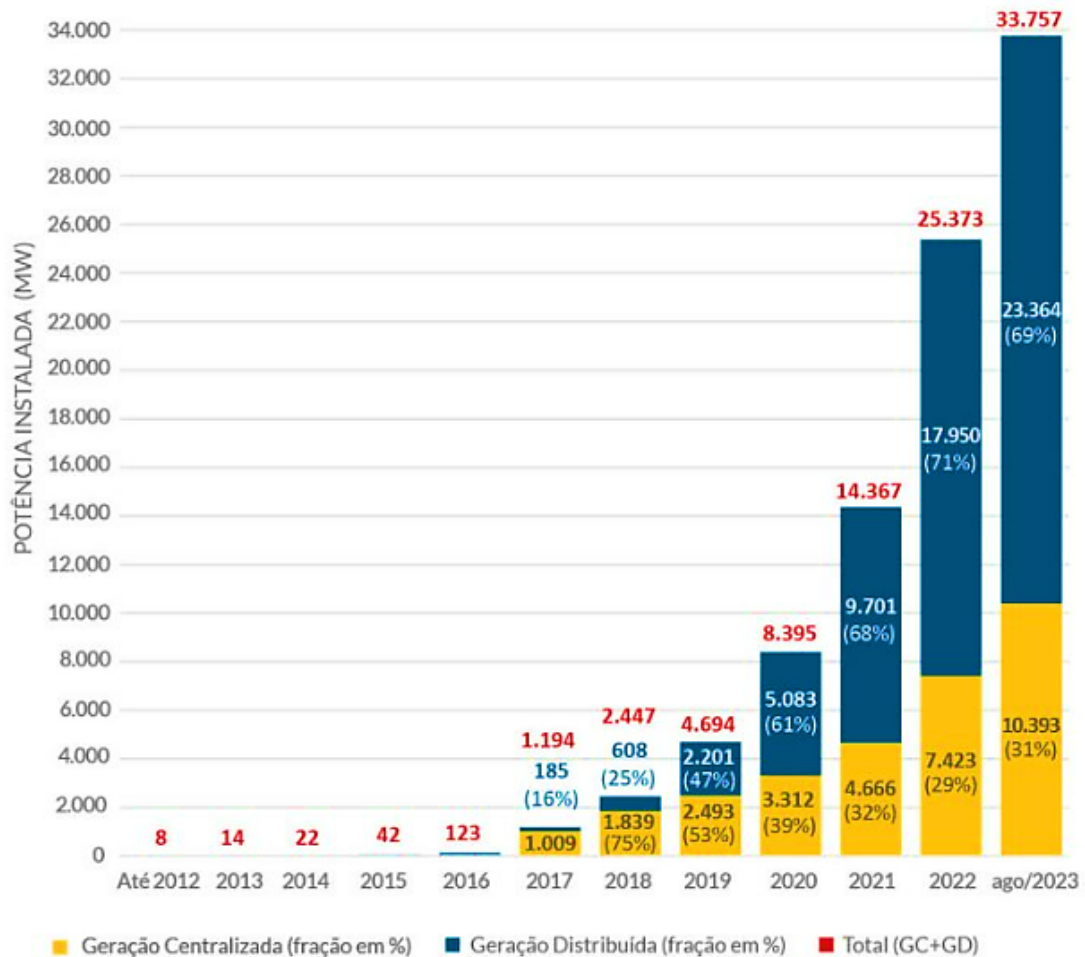


Figura 8 - A evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil.

Fonte: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/> (acesso 25/10/2023)

A expansão da energia fotovoltaica no Brasil é uma tendência que vai ao encontro dos esforços para diversificar a matriz energética e reduzir a dependência de fontes não renováveis, como o petróleo e o carvão. Além disso, essa transição energética promove a criação de empregos e contribui para a resiliência do sistema elétrico nacional, reduzindo os riscos de crises de abastecimento.

Diante do potencial solar do país e dos benefícios econômicos e ambientais associados à energia fotovoltaica, o crescimento contínuo dessa fonte de energia renovável representa um caminho sólido em direção a um futuro mais sustentável e

resiliente para o Brasil. A Figura 9 mostra como essa fonte renovável já ocupa a 2ª posição na matriz energética brasileira.

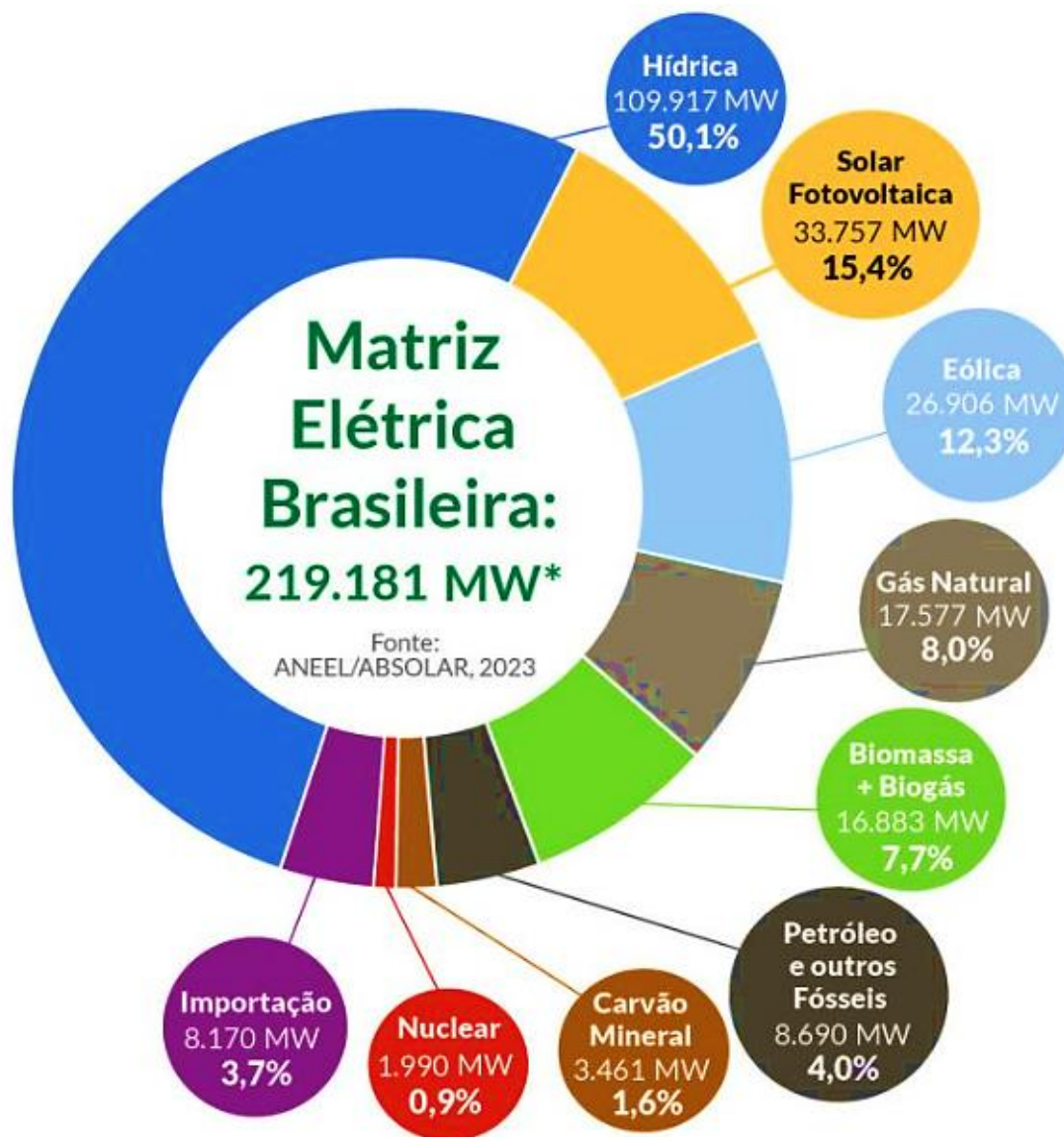


Figura 9 - Matriz energética brasileira.

Fonte: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/> (acesso 25/10/2023)

HEWITT (2015, p.123) afirma que:

Células fotovoltaicas estão ficando populares como materiais de construção, telhados, azulejos e mesmo janelas transparentes. As células fotovoltaicas eram inicialmente sanduíches cristalinos produzidos da mesma maneira que os semicondutores dos computadores, ou como películas finas sobre suportes de vidro ou de metal. A tecnologia mais nova está substituindo painéis compostos dessas células. “Folhas de energia” fotovoltaicas, leves e flexíveis, são produzidas agora por máquinas semelhantes a impressoras, que imprimem tinta fotovoltaica sobre folhas com espessura aproximadamente igual à de uma

folha de alumínio. Folhas de energia podem ser arranjadas em quase todo lugar sem exigir superfícies firmes.

Sobre as células fotovoltaicas, HEWITT (2015, p.315) propõe:

Os sistemas fotovoltaicos convertem energia luminosa diretamente em energia elétrica. Eles podem ser projetados para aplicações que vão de miliwatts a megawatts, alimentando uma calculadora ou uma usina elétrica. Eles também podem ser instalados em áreas remotas de difícil acesso para alimentar pequenas redes elétricas. Sistemas de coleta e concentração de energia solar, sejam eles conjuntos de espelhos ou de células fotovoltaicas, estão se tornando economicamente competitivos em custos com a energia elétrica gerada a partir de fontes convencionais de energia.

No estudo de viabilidade econômica sobre o uso de placas solares, identificamos que o tempo médio de retorno para o investimento, quando da instalação de sistemas de energia solar em residências, varia em média entre 4 e 7 anos (ABSOLAR, 2022), enquanto o tempo útil de uma placa solar é cerca de 25 a 30 anos. Essa constatação destaca a eficiência desse tipo de tecnologia em proporcionar economias significativas a longo prazo, além de contribuir para a sustentabilidade ambiental por meio da geração de energia limpa e renovável, reforçando, desta forma, a importância de considerar a energia fotovoltaica como uma alternativa viável no contexto energético brasileiro.

A inclusão do tema "Estudo de Viabilidade de Energia Solar" em nossa sequência pedagógica é de grande relevância devido à crescente importância da energia solar no cenário atual. O uso de energias renováveis, como a solar, é uma resposta fundamental aos desafios ambientais e às necessidades de sustentabilidade energética.

Além disso, ao explorar a viabilidade da energia solar no contexto educacional, promove-se não apenas o conhecimento teórico, mas também uma compreensão prática da aplicação dos conceitos de eletrodinâmica na vida cotidiana, abrindo portas para discussões sobre a importância da eficiência energética e do uso de fontes limpas de energia. Essa abordagem multidisciplinar enriquece a sequência pedagógica proposta e destaca como o ensino de física que é uma componente das ciências da natureza pode contribuir para a conscientização e ação em relação às questões energéticas contemporâneas.

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODÓDICOS

3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Neste trabalho foi feita uma pesquisa educacional com enfoque qualitativo. Conforme Moreira (2003, p.20), na pesquisa qualitativa o pesquisador está imerso no fenômeno de interesse, sendo esse participante, realizando anotações, observações, registros na busca de significados e credibilidade. Para o autor, a pesquisa qualitativa traz uma retórica descritiva usando a linguagem cotidiana para evidenciar as interpretações dos significados.

3.2 - PARTICIPANTES E LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede privada de ensino, o Educandário Vila Boa, retratado na Figura 10; e fica localizado no município de Goiânia, capital do estado de Goiás. O enfoque da escola é apenas a educação infantil e o ensino fundamental, não abrangendo o ensino médio. A escola funciona em dois turnos sendo que no período matutino concentram o ensino infantil e o ensino fundamental e no período vespertino apenas o ensino infantil; ambos componentes da educação básica, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB - 9.394/96).



Figura 10 - Educandário Vila Boa.

Fonte: o autor (2023)

A sequência pedagógica, com duração de 10 aulas de 50 minutos cada, foi aplicada no ano letivo de 2022 entre os meses de agosto e outubro. O estudo envolveu 102 estudantes do 8º ano do ensino fundamental, divididos em 3 turmas. Até o 7º ano do ensino fundamental, os estudantes foram introduzidos à disciplina de física integrada às ciências da natureza, dentro de uma disciplina abrangente denominada "ciências". No entanto, a partir do 8º ano, ocorreu uma reorganização curricular, resultando na separação dos conteúdos anteriormente agrupados. Assim, no 8º ano e subsequentes, os estudantes têm acesso a disciplinas específicas de física, química e biologia, refletindo uma abordagem mais especializada no ensino dessas áreas do conhecimento.

3.3 - DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Norteados pela Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e suas implicações para o ensino de ciências e para a pesquisa nesta área, foi criada uma sequência pedagógica (produto educacional) para o estudo de eletrodinâmica, mais especificamente os temas de potência elétrica e consumo de energia elétrica. O roteiro detalhado consta no [APÊNDICE A](#), e as etapas resumidas são retratadas na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Roteiro da sequência pedagógica.	
Etapa	Descrição
1ª	Levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (1 aula)
2ª	Exposição dos conceitos básicos do tema (5 aulas)
3ª	Uso da planilha eletrônica usando os smartphones (celulares) dos estudantes ou computadores. (3 aulas)
4ª	Avaliação do professor. (1 aula)

Abaixo, listamos as ferramentas desenvolvidas para o uso da sequência pedagógica:

- Questionário de levantamento dos conhecimentos prévios (disponível no [APÊNDICE B](#)) - que tem por objetivo a identificação dos conceitos-chave que o estudante possui, como: carga elétrica, tensão elétrica, eletrodinâmica, corrente elétrica, consumo de energia elétrica.

- Questionário de avaliação I (disponível no [APÊNDICE C](#)) - no intuito de avaliar o nível de proficiência dos estudantes antes da aplicação do uso da planilha eletrônica.
- A planilha eletrônica (disponível no [APÊNDICE E](#))
- Questionário de avaliação II (disponível no [APÊNDICE D](#)) -

As ferramentas são potencialmente significativas e possuem o objetivo de propiciar uma maior aplicabilidade na relação envolvendo o professor, o estudante e o objeto de conhecimento; com foco em aplicar os conhecimentos prévios do aprendiz em situações do cotidiano e na construção do processo de ensino e aprendizagem.

Ressaltamos aqui o desejo de que os estudantes construíssem as suas próprias planilhas, para aplicar na verdadeira essência a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud; no entanto, alguns fatores inibiram que tal propósito se efetivasse, são esses:

- i. Tempo de trabalho - 1 aula semanal em cada turma com 50 minutos, tendo que trabalhar também voltado para avaliações tradicionais (somativas);
- ii. Quantidade de estudantes - como eram mais de 100 estudantes e um pouco tempo de interação, não é acessível o atendimento individualizado para sanar as prováveis dúvidas que poderiam existir ao montar as planilhas;
- iii. Primeiro contato com planilhas eletrônicas - esse fato poderia inibir os estudantes com maior dificuldade. Esse fator aliado aos outros dois fatores expostos acima, poderiam arruinar a pesquisa; por isso, optou-se por utilizar a planilha pronta.

No entanto, mesmo tendo entregue a planilha eletrônica pré-concebida, a todo momento buscamos utilizá-la como uma ferramenta que estimula o pensamento crítico dos estudantes, promovendo uma assimilação mais eficaz dos conceitos de unidades elétricas de potência e consumo. Por meio dessa abordagem, os estudantes foram incentivados a analisar e interpretar dados, realizar cálculos e experimentar com variáveis, o que não apenas consolida seu entendimento dos conceitos em questão, mas também os capacita a aplicar essas unidades em contextos do mundo real.

Dado a facilidade, para a referida aplicação os estudantes utilizaram os seus próprios smartphones durante o momento das aulas e em suas casas, conforme ilustra as Figura 11.

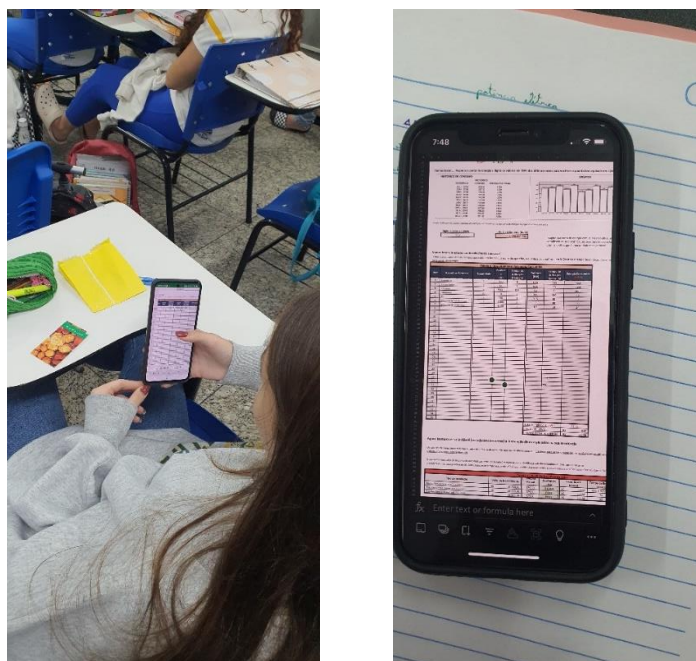


Figura 11 - Aplicação do produto educacional na turma de 8º Ano do Ensino Fundamental.
 Fonte: O autor (2023)

A aplicação do produto ocorreu no 3º trimestre do ano letivo de 2022. Sendo organizada conforme a Tabela 3:

Tabela 3 - Aplicação da sequência pedagógica.		
Data	Quantidade de aulas	Etapa
09/08/2022	1 aula	1ª Etapa
16/08/2022	5 aulas	2ª Etapa
23/08/2022		
30/08/2022		
06/09/2022		
13/09/2022		
20/09/2022	3 aulas	3ª Etapa
27/09/2022		
04/10/2022		
11/10/2022	1 aula	4ª Etapa
-----	Totalizando 10 aulas	-----

▪ 1ª Etapa - Levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (1 aula)

O início da aplicação se deu no mês de agosto de 2022, com a aplicação do questionário de levantamento de conhecimentos prévios (disponível no [APÊNDICE B](#)) no dia 09 de agosto de 2022 nas 3 turmas. Este questionário traz 10 itens, sendo 7 autorais e 3 extraídos de exames de nível de ensino fundamental abordando conceitos básicos de eletricidade como: cargas elétricas, os tipos de cargas elétricas, corrente elétrica, quais materiais são condutores e isolantes elétricos, choque elétrico, proteção dos circuitos elétricos e fatura de energia elétrica.

Moreira (2002, p.19, grifo nosso) ressalta a importância do levantamento dos conhecimentos prévios, em consonância com a Teoria dos Campos Conceituais:

A teoria dos campos conceituais destaca que a aquisição de conhecimento é moldada pelas situações e problemas previamente dominados e que esse conhecimento tem, portanto, muitas características contextuais. Assim, muitas de nossas concepções vêm das primeiras situações que fomos capazes de dominar ou de nossa experiência tentando modificá-las. No entanto, existe, provavelmente, uma lacuna considerável entre os invariantes que os sujeitos constroem ao interagir com o meio e os invariantes que constituem o conhecimento científico.

▪ 2ª Etapa - Exposição dos conceitos básicos do tema (5 aulas)

Entre os dias 16 de agosto de 2022 e 13 de setembro de 2022 foram expostos no quadro, utilizando recursos multimídia para complementação pedagógica, os temas:

- Introdução a eletricidade, o que são cargas elétricas, classificação dos corpos quanto a condutividade.
- Corrente elétrica, definições básicas, efeitos da passagem de corrente elétrica, tensão elétrica e cálculo da corrente elétrica.
- Potência elétrica, consumo de energia elétrica, cálculo da energia consumida, o quilowatt-hora.
- Noções básicas de energia solar as vantagens e a viabilidade.

Sobre a apresentação dos conceitos e definição deles, Moreira (2002, p.21) esclarece que:

Um determinado campo conceitual, como o da Eletricidade, por exemplo, pode ser progressivamente dominado por um aprendiz, mas o ensino, através da ação mediadora do professor, é essencial para isso. Professores são mediadores. Sua tarefa é a de ajudar os alunos a desenvolver seu repertório de esquemas e representações. Desenvolvendo novos esquemas, os alunos tornam-se capazes

de enfrentar situações cada vez mais complexas. Novos esquemas não podem ser desenvolvidos sem novos invariantes operacionais. A linguagem e os símbolos são importantes nesse processo. Os professores usam palavras e sentenças para explicar, formular questões, selecionar informações, propor metas, expectativas, regras e planos. Contudo, sua ação mediadora mais importante é a de prover situações (de aprendizagem) frutíferas para os estudantes (ibid.). Tais situações devem ser cuidadosamente escolhidas, ordenadas, diversificadas, apresentadas no momento certo e dentro da zona de desenvolvimento proximal do aluno. Sem dúvida, uma tarefa difícil, mas essencial.

Por isso na exposição dos conceitos foram utilizados recursos multimídias, como mostrados na Figura 12 e na Figura 13, que ilustram a corrente contínua e a alternada.

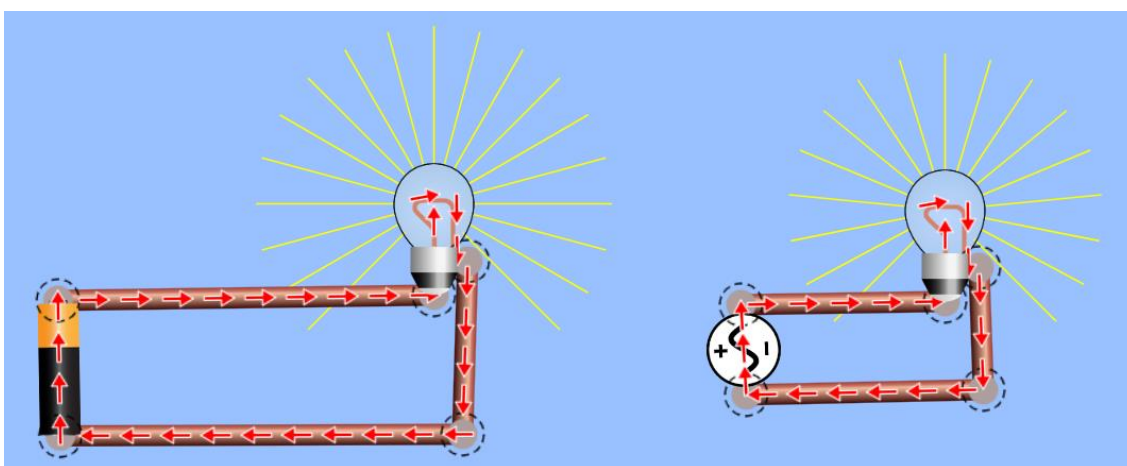


Figura 12 - Representação - corrente contínua (esquerda) e corrente alternada (direita).
Fonte: <https://phet.colorado.edu/> (acesso 23/08/2022)

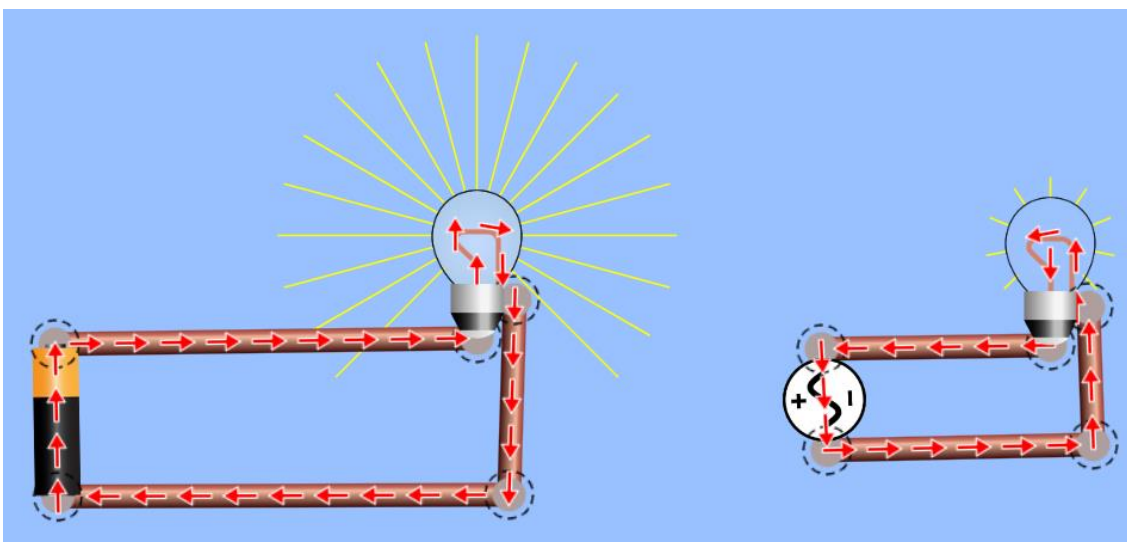


Figura 13 - Representação - corrente contínua (esquerda) e corrente alternada (direita).
Fonte: <https://phet.colorado.edu/> (acesso 23/08/2022)

Durante esta etapa, nas aulas expositivas, foi uma prioridade corrigir os erros conceituais identificados na etapa anterior do levantamento de conhecimentos prévios. Além disso, buscamos preencher as lacunas que se faziam presentes nos campos conceituais dos estudantes, garantindo, assim, uma base sólida para a compreensão dos conceitos abordados.

A fim de estabelecer uma métrica até esta etapa foi desenvolvido e aplicado um questionário de avaliação I (disponível no [APÊNDICE C](#)). Este questionário tem 10 itens extraídos de exames com nível de ensino fundamental. Ele foi utilizado como uma tarefa para realização em casa, com os itens abordando os temas: materiais condutores e isolantes de eletricidade (retomando a etapa 1), unidades de medida das grandezas elétricas abordadas, corrente elétrica, potência elétrica e energia elétrica consumida.

Moreira (2002, p.27, grifo nosso) esclarece que:

O estudo da aprendizagem de conceitos físicos também pode ser feito no referencial teórico de Vergnaud. Para ele, são as situações que dão sentido ao conceito, os invariantes operatórios que constituem seu significado, e as representações simbólicas o seu significante. Portanto, como sugere Vergnaud, é preciso identificar e classificar situações adequadas à aprendizagem de determinado conceito, pesquisar os invariantes operatórios usados pelos alunos e procurar entender como, por que, e quando uma certa representação simbólica pode ajudar na conceitualização.

▪ 3ª Etapa - Uso da planilha eletrônica (3 aulas)

Entre os dias 20 de setembro de 2022 e 04 outubro de 2022 os estudantes aplicaram os conhecimentos trabalhados nas aulas expositivas da 2ª etapa, usando a planilha eletrônica (disponível no [APÊNDICE E](#)). Por ser a solução com maior facilidade para o andamento das aulas, e funcionamento da escola, optou-se por usar os smartphones dos estudantes para o uso e aplicação das planilhas eletrônicas.

Durante este período foi possível perceber o maior interesse dos estudantes em conhecer as grandezas elétricas nos equipamentos. Mesmo usando uma ferramenta (planilha eletrônica) que não fazia parte do cotidiano dos estudantes, eles foram bem receptivos, afinal o uso do celular com um aplicativo tão versátil diversa do modelo tradicional de aulas.

Na primeira aula, dia 20 de setembro, foram instalados os aplicativos nos smartphones (celulares) dos estudantes e mostrado os recursos básicos das planilhas

eletrônicas, tais como, operações básicas, tabulação dados. Então, iniciou-se o trabalho na planilha que faz parte deste produto educacional (disponível no [APÊNDICE E](#)), e os estudantes conseguiram visualizar de forma automatizada e interativa a transformação da energia consumida das unidades de quilowatt-hora (kWh) para joule (J) e começaram a perceber o quão difícil seria analisar contas de energia se a unidade fosse joule e não quilowatt-hora.

No segundo encontro desta etapa, dia 27 de setembro, os estudantes foram instruídos a fazer o levantamento das potências elétricas dos equipamentos que possuem em suas casas. Para isso, foram mostradas as etiquetas e as placas dos dados nominais de alguns aparelhos, como as mostradas na Figura 14 e na Figura 15 adiante.



Figura 14 - Exemplo de dados nominais de aparelhos elétricos.
 Fonte: <https://br.pinterest.com/> (acesso em 27/09/2022)



Figura 15 - Exemplo de dados nominais de aparelhos elétricos.
 Fonte: <https://br.pinterest.com/> (acesso em 27/09/2022)

Após a explanação, os estudantes ficaram incumbidos de realizar o levantamento de todos os equipamentos elétricos nas suas residências. Além disso foi disponibilizada uma aula para resolução de eventuais dúvidas, no dia 04 de outubro de 2002 e entrega das cópias dos arquivos preenchidas por eles foi marcada para o dia 11 de outubro de 2022.

Caso os estudantes não conseguissem identificar os parâmetros em algum equipamento, pela falta de dados ou pela dificuldade (equipamentos em altura ou outras situações), foram instruídos a procurar na internet os dados no site do fabricante, ou usar o valor padrão na norma técnica NBR-5410.

Enquanto alguns estudantes demonstraram grande entusiasmo e habilidade na aplicação dos conhecimentos na planilha eletrônica, um grupo significativo enfrentou grandes desafios. Com o auxílio do professor, no entanto, conseguiram superar essas dificuldades e concluir com sucesso a terceira etapa.

É importante destacar que um grupo de 12 estudantes (aproximadamente 12%) do total de 102 estudantes, não conseguiu realizar satisfatoriamente a atividade, e os motivos foram ausência nas aulas ou mesmo desinteresse pela atividade.

Embasando-se na teoria dos campos conceituais, conforme Moreira (2002, p.23, grifo nosso), podemos perceber que aliando a teoria ao uso da tecnologia, há uma nova perspectiva na forma de apresentar os conceitos.

Como já foi dito reiteradamente ao longo deste texto, são as situações que dão sentido aos conceitos; um conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações, os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que encontram e, progressivamente, dominam. Embora o conceito de situação tenha, na teoria dos campos conceituais, o significado de tarefa, podemos supor que no âmbito das ciências situação significa também problema. Ou podemos falar em situações e problemas como faz o próprio Vergnaud ao dizer que *“a aquisição de conhecimento é moldada pelas situações e problemas previamente dominados e, portanto, o conhecimento do sujeito tem muitos aspectos locais”*. Em outro trabalho, bastante anterior a esse, Vergnaud diz que *“na verdade, os conceitos se desenvolvem através da resolução de problemas, e esse desenvolvimento é lento”*. Isso significa que a resolução de problemas ou as situações de resolução de problemas são essenciais para a conceitualização...

▪ 4ª Etapa - Avaliação do professor (1 aula)

A avaliação do produto educacional ocorreu no dia 11 de outubro de 2022, abrangendo todas as três turmas participantes. Durante esse período, os estudantes

tiveram a oportunidade de esclarecer suas últimas dúvidas e submeter os arquivos por e-mail. A análise minuciosa desses documentos revelou que a grande maioria dos estudantes foi capaz de assimilar de forma efetiva a proposta do produto educacional. Além disso, no momento da entrega, destacaram-se diversos comentários positivos relacionados à sequência pedagógica proposta. Essa recepção favorável evidencia a aceitação e a compreensão positiva dos alunos em relação ao material desenvolvido.

Neste dia foi proposta uma reflexão a respeito dos resultados obtidos usando a planilha (disponibilizada no [APÊNDICE E](#)). Os questionamentos são mostrados na **Tabela 4** e as constatações são mostradas no próximo capítulo.

Tabela 4 - Questionamento dos dados obtidos.
Questionamento 1: <i>- O valor da conta de energia encontrado na planilha se aproximou do valor mensal que sua família paga? Se isso não tiver ocorrido o que está errado?</i>
Questionamento 2: <i>- É viável e vantajoso para a família do estudante o uso de energia solar? Se for, o estudante comunicou isso a família?</i>

Por fim, nesta aula, com o objetivo de obter uma avaliação do aprendizado dos estudantes, ao fim desta sequência pedagógica e registrar esses dados, foi aplicado o questionário de avaliação II (disponível no [APÊNDICE D](#)). Este questionário apresenta apenas 7 itens de múltipla escolha e não são autorais; a quantidade reduzida de itens se dá no intuito de desenvolvê-lo em sala de aula com os estudantes, evitando que esse seja utilizado como tarefa de casa.

Moreira (2002, p.21, grifo nosso) estabelece que:

Para Vergnaud, o desenvolvimento cognitivo depende de situações e conceitualizações específicas para lidar com elas. *São as situações que dão sentido aos conceitos*; elas é que são responsáveis pelo sentido atribuído ao conceito; *um conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações*, mas o sentido não está nas situações em si mesmas, assim como não está nas palavras nem nos símbolos.

- Fotos da aplicação em sala de aula.

As Figuras 16 a 25 retratam a aplicação do produto educacional em sala de aula.

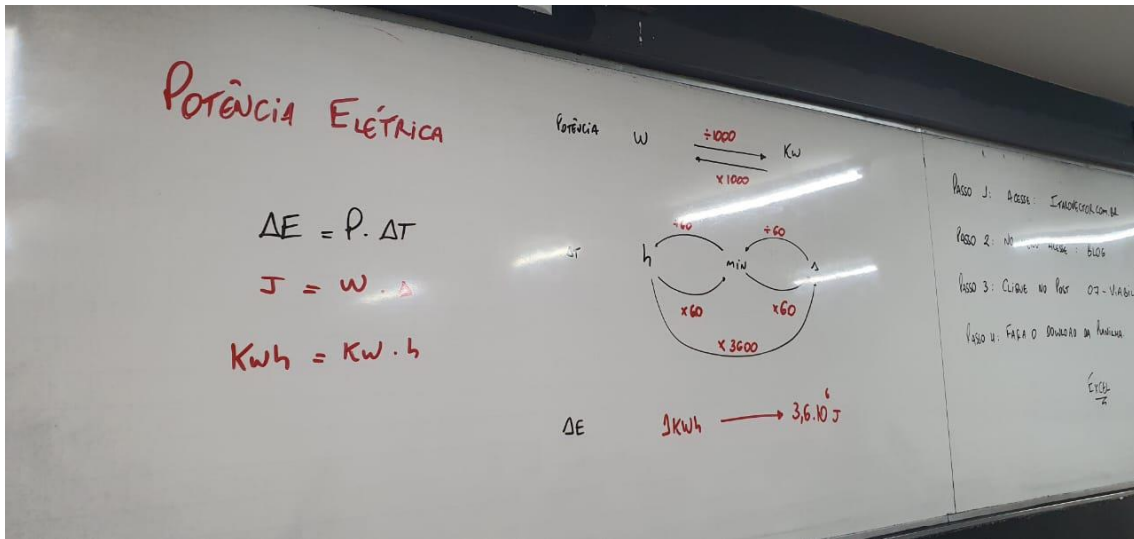


Figura 16 - Aplicação da sequência pedagógica - Resgatando conceitos de potência elétrica.

Fonte: o autor (2022)

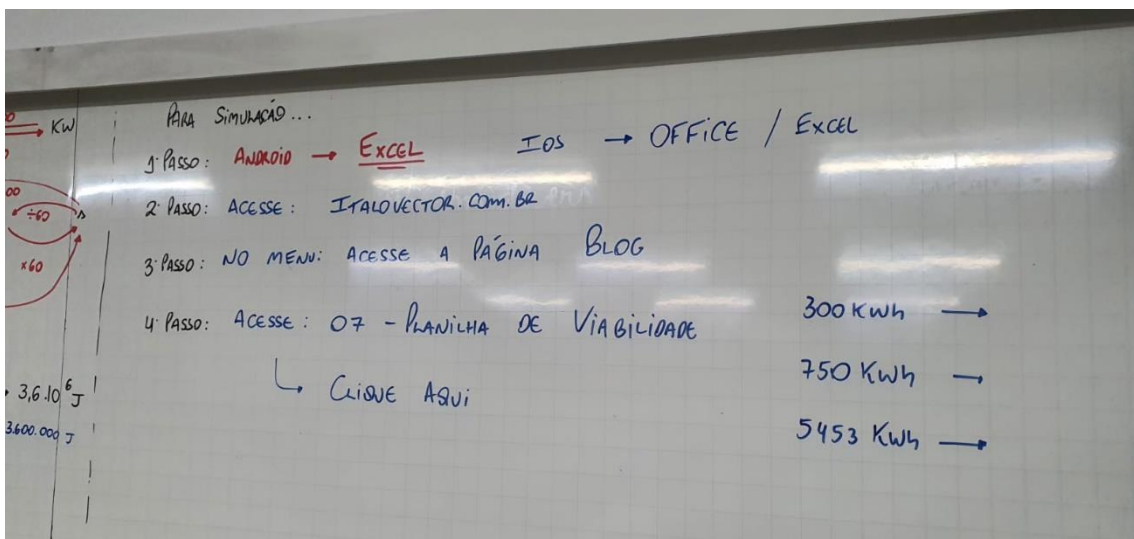


Figura 17 - Aplicação da sequência pedagógica - Como acessar a planilha eletrônica.

Fonte: o autor (2022)

300 kWh	→	1.080.000.000 J
750 kWh	→	2.700.000.000 J
1200 kWh	→	4.320.000.000 J

Figura 18 - Aplicação da sequência pedagógica - Simulando valores de kWh para joule.
Fonte: o autor (2022)

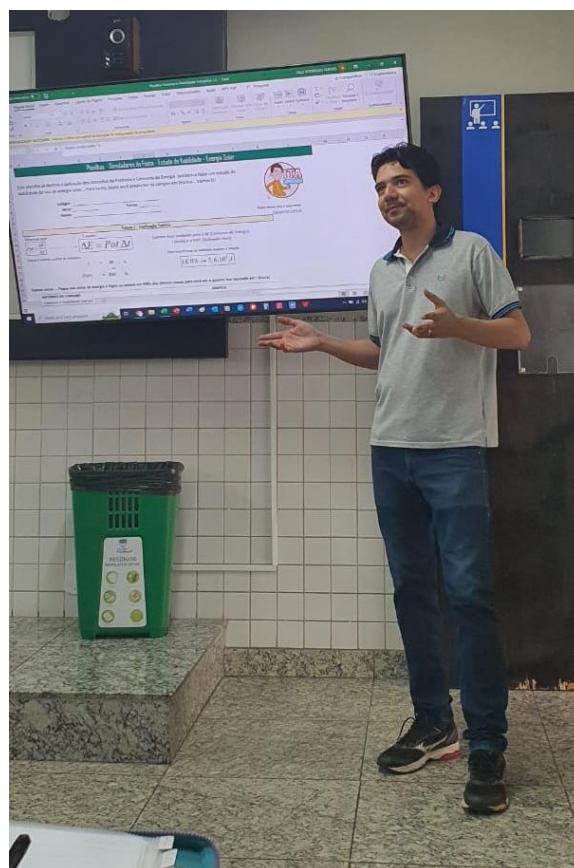


Figura 19 - O autor aplicando a sequência pedagógica - Uso da planilha eletrônica.
Fonte: o autor (2022)

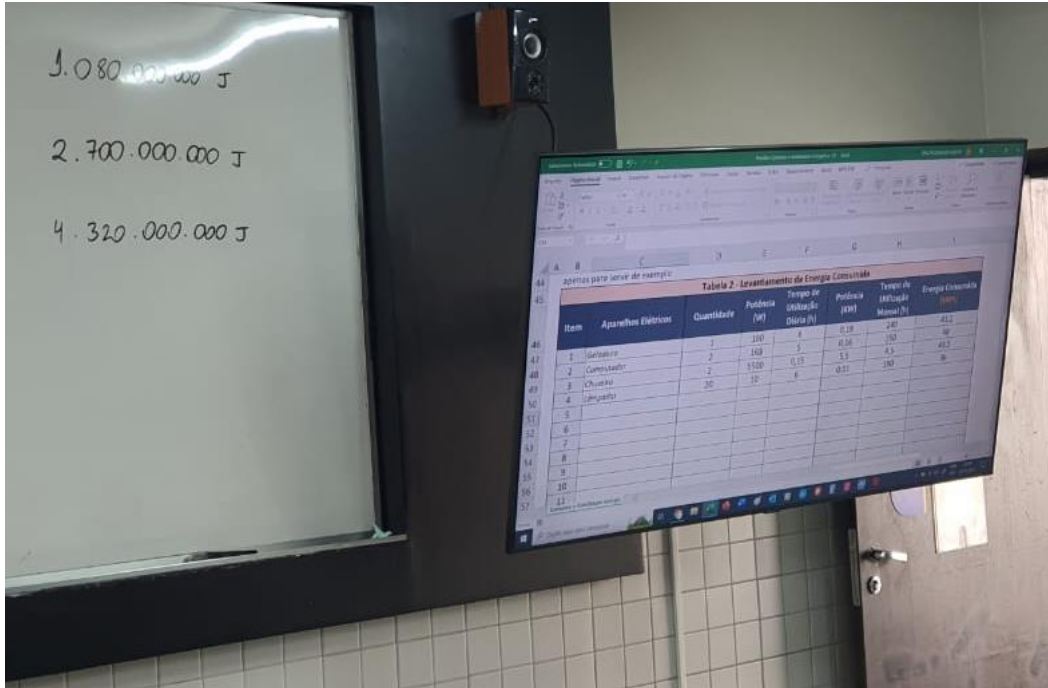


Figura 20 - Aplicação da sequência pedagógica - Levantamento dos dados nominais dos dados aparelhos e tempo de utilização para obter a energia elétrica consumida.
 Fonte: o autor (2022)

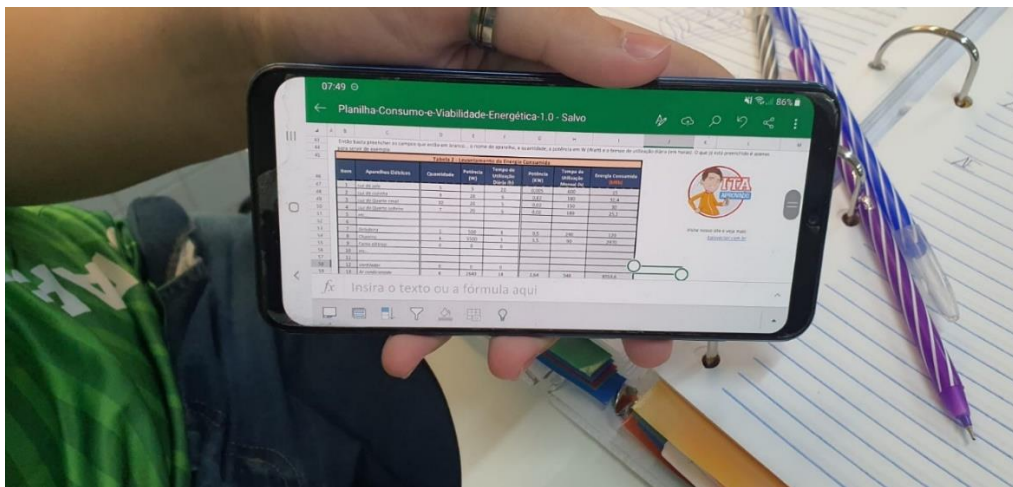


Figura 21 - Aplicação da sequência pedagógica - Levantamento dos dados nominais dos dados aparelhos e tempo de utilização para obter a energia elétrica consumida.
 Fonte: o autor (2022)

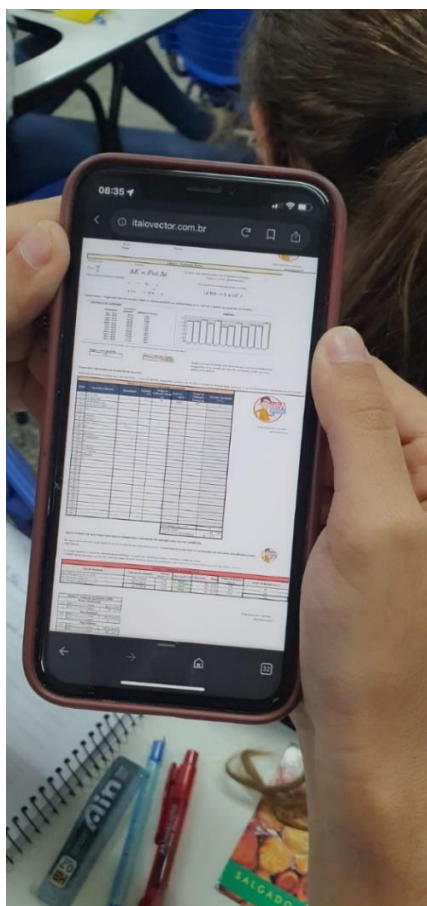


Figura 22 - Aplicação da sequência pedagógica - Levantamento dos dados nominais dos dados aparelhos e tempo de utilização para obter a energia elétrica consumida.
 Fonte: o autor (2022)



Figura 23 - Aplicação da sequência pedagógica - Levantamento dos dados nominais dos dados aparelhos e tempo de utilização para obter a energia elétrica consumida.
 Fonte: o autor (2022)

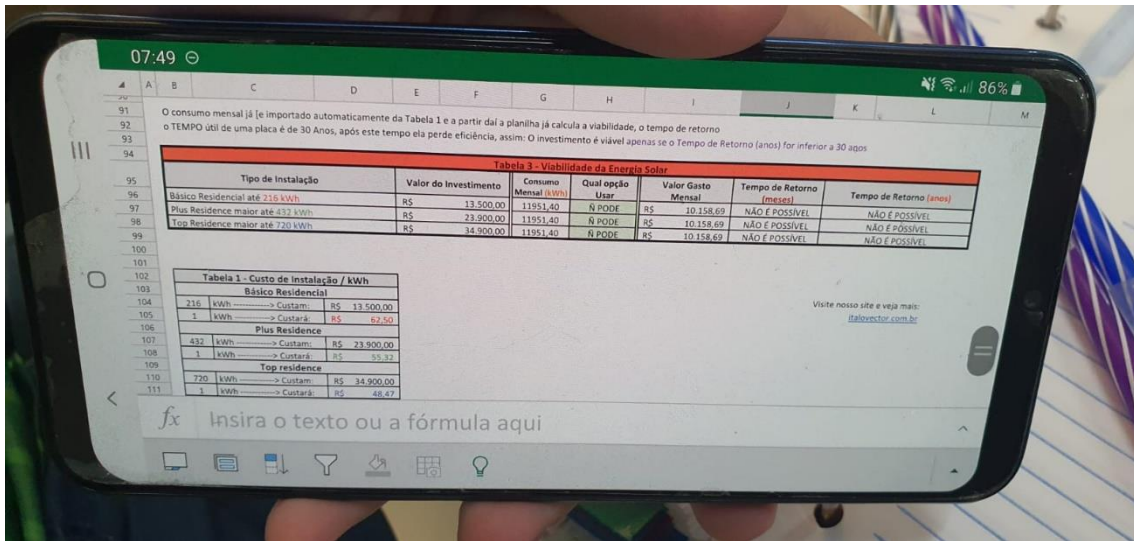


Figura 24 - Aplicação da sequência pedagógica - Estudo de viabilidade da instalação de energia solar.

Fonte: o autor (2022)

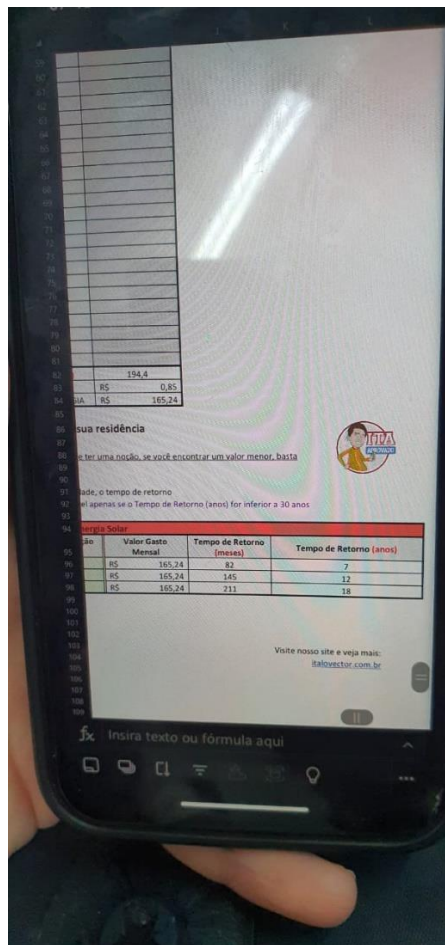


Figura 25 - Aplicação da sequência pedagógica - Estudo de viabilidade da instalação de energia solar.

Fonte: o autor (2022)

CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentaremos os resultados da aplicação da sequência pedagógica e dos procedimentos metodológicos. Abordaremos as conclusões e descobertas obtidas, destacando o impacto da abordagem no aprendizado dos estudantes em relação à eletrodinâmica, com foco nos conceitos de potência elétrica e consumo de energia elétrica. Este capítulo permite uma avaliação mais aprofundada dos objetivos da pesquisa e a reflexão sobre suas implicações no contexto do ensino e da aprendizagem.

▪ 1ª Etapa - Levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (1 aula)

Iniciamos a sequência pedagógica tentando identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, isso, de acordo com a Teoria dos Campos Conceituais é de grande valia, conforme define Moreira (2002, p.22, grifo nosso).

Há, no entanto, outra importante implicação da teoria dos campos conceituais para o ensino: a questão do conhecimento implícito e do conhecimento explícito. A escola, segundo Vergnaud, superestima o conhecimento explícito e subestima, até mesmo desvaloriza, o conhecimento implícito dos alunos.

Moreira (2002, p.22) também destaca a importância da atuação e o papel do professor junto aos estudantes.

O papel do professor como mediador, provedor de situações problemáticas frutíferas, estimuladoras da interação sujeito-situação que leva à ampliação e à diversificação de seus esquemas de ação, ou seja, ao desenvolvimento cognitivo, deixa ainda mais evidente que a teoria de Vergnaud tem também forte influência vigotskyana.

Os resultados obtidos do questionário de levantamento de conhecimentos prévios (disponível no [APÊNDICE B](#)) mostraram que os estudantes têm boas noções básicas de eletricidade, e dos conceitos abordados. A média das respostas corretas dos itens básicos teve uma taxa média aproximada de 74%. As estatísticas dos acertos podem ser visualizadas no Gráfico 1.

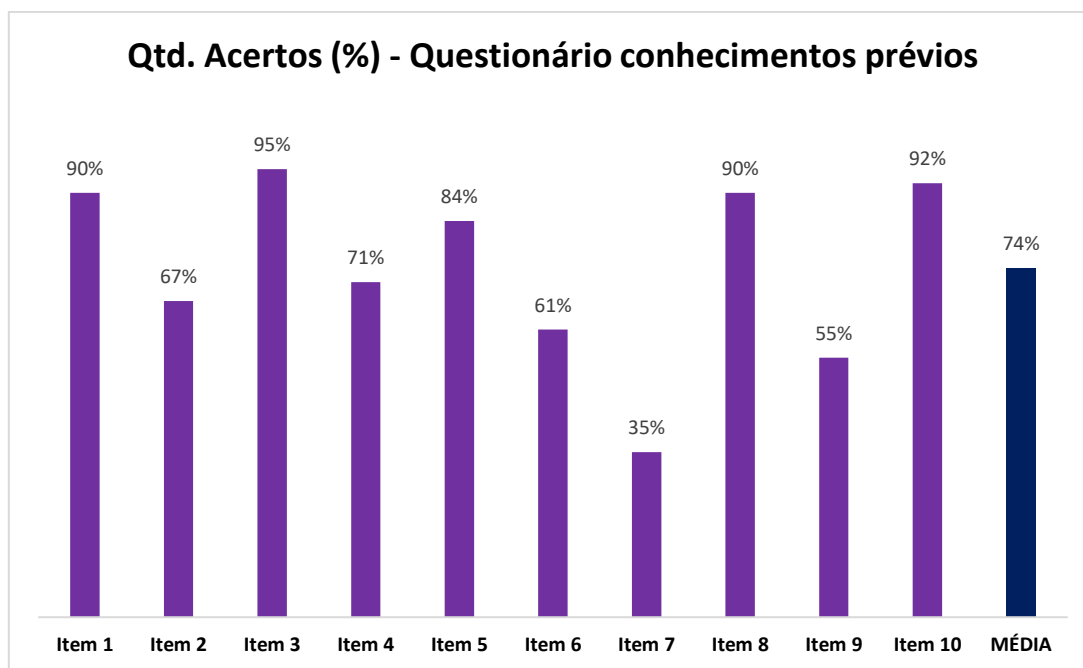


Gráfico 1 - Índice de acertos dos estudantes por item do questionário de conhecimentos prévios.

Um fato que chamou nossa atenção foi o item 7 ter apresentado o maior índice de erros, sendo esse um item não autoral, retirado do CEFET-MG, e o único do modelo V ou F do questionário. Os estudantes do 8º ano do ensino fundamental têm pouca familiaridade com esse tipo de item e isso pode ter aumentado o grau de dificuldade do item, que não era nosso objetivo, assim, está relatado este fato para que haja essa ressalva em outras aplicações deste produto educacional.

No entanto, Moreira (2002, p.19, grifo nosso), também ressalta que muitos dos conhecimentos prévios não são cientificamente corretos, mas podem evoluir para os conceitos corretos e a ação do professor é muito relevante para esse ajuste:

As concepções prévias dos alunos contêm teoremas e conceitos-em-ação que não são verdadeiros teoremas e conceitos científicos mas que podem evoluir para eles. Porém, como já foi dito, o hiato entre os invariantes operatórios dos alunos e os do conhecimento científico é grande, de modo que a mudança conceitual poderá levar muito tempo.

Por outro lado, pode ocorrer que certos conceitos possam ser construídos somente se certas concepções prévias forem abandonadas. *Quer dizer, o conhecimento prévio pode funcionar como obstáculo epistemológico.* Nesse caso, a ação mediadora do professor é também imprescindível.

Moreira (2002, p.20, grifo nosso) acrescenta:

A construção do conhecimento pelo aprendiz não é um processo linear, facilmente identificável. Ao contrário, é complexo, tortuoso, demorado, com avanços e retrocessos, continuidades e rupturas. *O conhecimento prévio é determinante no progressivo domínio de um campo conceitual, mas pode também, em alguns casos, ser impeditivo.* Continuidades e rupturas não são, no entanto, excludentes. Pode haver continuidade e ruptura

O questionário foi bastante esclarecedor para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e assim avaliar o nível de compreensão e construção conceitual dos estudantes em relação aos conteúdos abordados; estando em conformidade com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

Além disso, o questionário também auxiliou o professor a identificar possíveis lacunas na aprendizagem dos estudantes e a planejar estratégias de intervenção para promover um maior desenvolvimento conceitual. Mesmo com 7 estudantes não preenchendo o formulário, em razão de faltas, o questionário desempenhou um papel fundamental na avaliação da aprendizagem e no aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem.

▪ 2ª Etapa - Exposição dos conceitos básicos do tema (5 aulas)

Durante as aulas expositivas, procurou-se conceitualizar e contextualizar os conceitos tratados usando situações cotidianas e recursos multimídia, como mostrados na Figura 12 e na Figura 13. Por se tratar de um assunto bem relacionado ao cotidiano dos estudantes foi perceptível um maior engajamento da turma, maior número de questionamentos e dúvidas, comparados a outros assuntos trabalhados anteriormente.

As aulas expositivas tradicionais, e que estabelecem conceitos, também possuem importância dentro da Teoria dos Campos Conceituais, no entanto, não são o único caminho para que o estudante aperfeiçoe o seu campo conceitual. Moreira (2002, p.23, grifo nosso) esclarece que:

Vergnaud chama de “ilusão pedagógica” a atitude dos professores que creem que o ensino, de Física digamos, consiste na apresentação organizada, clara, rigorosa, das teorias formais e que quando isso é bem feito os alunos aprendem. Trata-se de uma ilusão porque, segundo ele, é através de situações de resolução de problemas que os conceitos se desenvolvem no aluno e as situações de resolução de problemas que tornam os conceitos significativos para os alunos podem estar, pelo menos inicialmente, muito distantes do formalismo apresentado pelo professor. *Mas, apesar disso, tais situações são essenciais para o desenvolvimento de conceitos.* Quer dizer, ao mesmo tempo que as situações formais são necessárias é preciso levar em consideração que o aluno pode estar ainda muito longe delas.

Os resultados obtidos do questionário de avaliação I (disponível no [APÊNDICE C](#)) mostraram que os estudantes obtiveram uma taxa de aproximadamente 76% de acertos. Dos 102 estudantes, apenas uma estudante, em razão de enfermidade não preencheu. Esse percentual de acertos indica um bom nível de aprendizado, levando-se em conta que é o primeiro ano em que o contato dos estudantes com a disciplina de Física de forma separada, desprendida da disciplina única denominada ciências e comparando-se ao desempenho médio nas avaliações regulares aplicadas ao longo do ano; contudo, é necessário ressaltar que este questionário foi aplicado como tarefa de casa e isso pode ter influenciado o desempenho de acertos. As estatísticas dos acertos podem ser visualizadas no Gráfico 2.

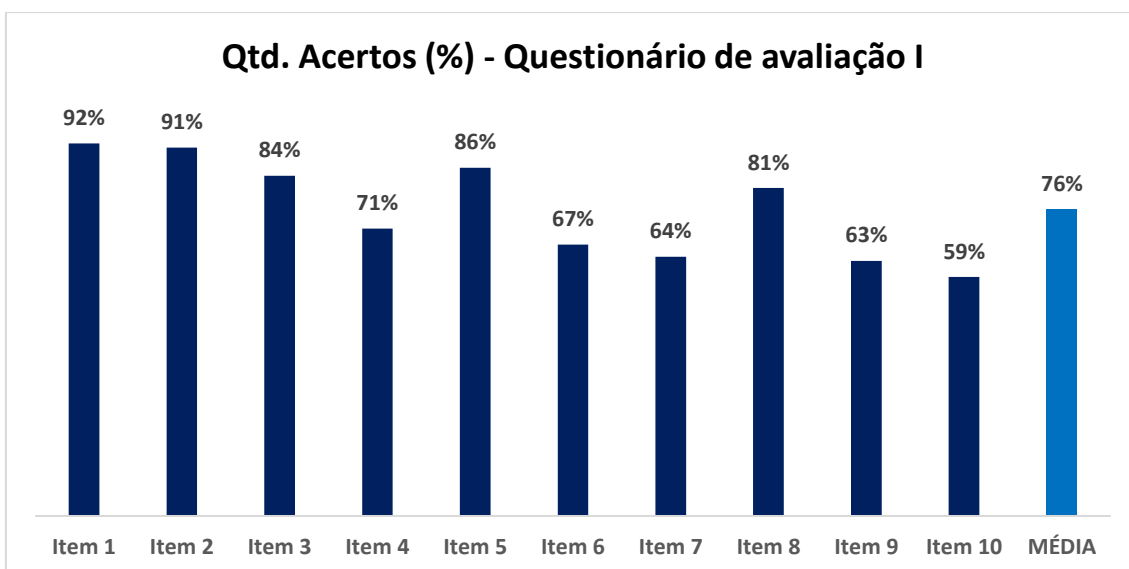


Gráfico 2 - Índice de acertos dos estudantes por item do questionário de avaliação I.

Os resultados são bem satisfatórios, considerando-se que os itens são variados, tanto em nível de dificuldade e complexidade, quanto na forma de avaliar. Alguns itens usando lacunas a serem preenchidas, outros analisando afirmações corretas, outros requerendo as unidades das grandezas físicas e finalmente a aplicação de cálculos de parâmetros. Embora, no Capítulo 1, foi ressaltado essa característica, e de certa forma um problema da educação brasileira, que é o ensino objetivando apenas a exposição e aplicação de fórmulas matemáticas sem aplicações práticas e o entendimento adequado do conceito; neste momento da pesquisa é de suma importância que o estudante consiga aplicar os conceitos usando as formulações e os cálculos.

▪ 4ª Etapa - Avaliação do professor (1 aula)

A avaliação foi feita no dia 11 de outubro de 2022 nas três turmas. E foi dividida em 3 partes. Na primeira, que é uma avaliação formativa, os estudantes, após retirar as últimas dúvidas, enviaram os arquivos por e-mail. Ao analisar os arquivos foi possível constatar que a maior parte dos estudantes conseguiu assimilar a proposta do produto educacional; no ato da entrega muitos comentários positivos a respeito da sequência pedagógica. A avaliação dos arquivos foi feita no período vespertino, após o término do período das aulas.

Conforme relatado no Capítulo 3, dos 102 estudantes participantes do experimento, 12 não conseguiram realizar satisfatoriamente a atividade, e os motivos foram ausência nas aulas ou mesmo desinteresse pela atividade.

Na segunda forma de avaliação, que é do tipo diagnóstica, foram feitos questionamentos em sala de aula e as constatações provenientes da escuta dos estudantes são mostrados na **Tabela 5**.

Tabela 5 - Questionamento dos dados e as constatações obtidas.
Questionamento 1: <i>- O valor da conta de energia encontrado na planilha se aproximou do valor mensal que sua família paga? Se isso não tiver ocorrido o que está errado?</i>
O que foi constatado: Os estudantes que não conseguiram encontrar valores aproximados da conta de energia, em geral, superdimensionaram o tempo de utilização dos aparelhos. Houve ainda, estudantes que usaram potências elétricas dos equipamentos erradas.
Questionamento 2: <i>- É viável e vantajoso para a família do estudante o uso de energia solar? Se for, o estudante comunicou isso a família?</i>
O que foi constatado: <i>- Quanto a viabilidade:</i> Para os estudantes que conseguiram encontrar resultantes condizentes com as contas de energia elétrica de suas residências, foi perceptível que era possível e vantajoso o

uso de energia solar. Para os casos em que os resultados não eram condizentes, foi percebida na maioria dos estudantes o desejo de encontrar a causa da inviabilidade e corrigir os dados inconsistentes a fim de visualizar o uso da energia solar. Já que em nossa planilha há um limite para o uso das placas solares em instalações residenciais que é 720 kWh, assim se o consumo mensal da família for maior que 720 kWh não é possível simular usando a planilha eletrônica.

Dois estudantes moram em residências que funcionam também estabelecimentos comerciais, com consumo mensal superior a 720 kWh e assim, a conta de energia tem um valor elevado, impedindo o estudo da viabilidade usando a planilha disponibilizada no experimento.

Após os devidos ajustes, praticados em sala de aula, a maior parte dos estudantes conseguiram perceber em seus smartphones a viabilidade para o uso da energia solar, com um tempo médio de retorno do investimento inferior a 10 anos e o tempo útil da placa solar é de até 30 anos.

- *Quanto a comunicar a viabilidade a família*

A maioria dos estudantes relatou ter participado a família da sequência pedagógica e sobre o estudo da viabilidade, no entanto, grande parte deles moram em apartamentos em edifícios próximos a escola, e nesses edifícios é impossível o uso de energia fotovoltaica de maneira individualizada. Uma boa quantidade expressou que os pais se interessaram e iriam procurar se planejar para investir nessa forma de energia. Alguns manifestaram que a família não tinha condições financeiras no momento. Em todo caso foram reforçadas as vantagens do uso das energias renováveis e os benefícios da instalação das placas fotovoltaicas.

A terceira forma de avaliação, somativa, foi feita em sala de aula e foi perceptível um maior engajamento dos estudantes, em razão da aplicação da TDIC (tecnologia digital da informação e comunicação) que mostra de forma interativa, com atratividade e de forma eficaz os conceitos trabalhados durante o experimento.

Durante a aplicação do questionário alguns relacionaram as questões com o que fora requerido na planilha, utilizada na 3ª etapa da sequência pedagógica, e foi percebido um melhor desempenho em relação ao questionário e até mesmo em relação a avaliação trimestral (a escola utiliza-se da divisão anual em trimestres e não em bimestres).

Para uma melhor percepção nesta pesquisa, planilhamos a quantidade de acertos do questionário de avaliação II (disponível no [APÊNDICE D](#)) e obtivemos o percentual de acertos médio de 89%. Os percentuais por itens são mostrados no Gráfico 3.

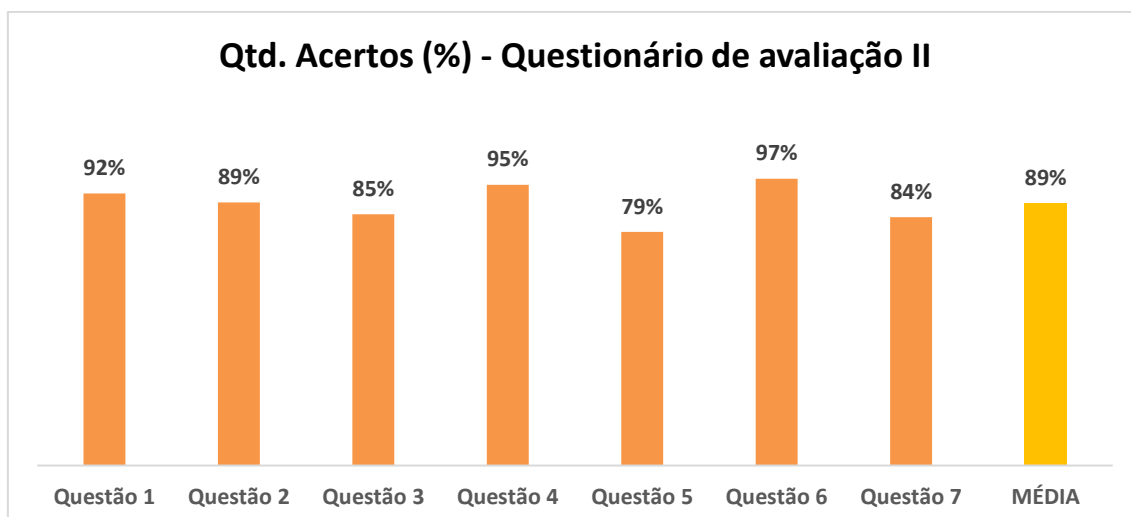


Gráfico 3 - Índice de acertos dos estudantes por item do questionário de avaliação II.

O questionário permitiu verificar se os estudantes tinham estabelecido as conexões adequadas entre os conceitos, se eram capazes de aplicar os conhecimentos em diferentes situações e se desenvolveram uma compreensão significativa dos campos conceituais em estudo.

Alcançar uma média de acerto de 89% não apenas representa um indicador estatístico, mas reflete nossa satisfação e a sensação de missão cumprida. Este êxito ganha uma dimensão ainda mais significativa ao considerarmos os elogios dos estudantes, que não apenas aprovaram a abordagem adotada, mas também manifestaram o desejo de vivenciar novas práticas semelhantes. Desenvolver aulas que transcendam os modelos tradicionais apresenta-se como um desafio exigente, demandando esforço e criatividade. Entretanto, ao finalizar esse percurso e testemunhar o impacto positivo que essas abordagens têm sobre os estudantes, as dificuldades enfrentadas durante o processo adquirem uma relevância secundária.

A sensação de dever cumprido, aliada à gratificação de observar os estudantes envolvidos, motivados e efetivamente absorvendo conhecimento, confere um significado profundo ao árduo trabalho e às horas dedicadas. Essa recompensa intrínseca, derivada da percepção de que estamos efetivamente influenciando positivamente a vida dos estudantes e proporcionando-lhes uma educação impactante, serve como catalisador para persistirmos na busca contínua por inovação e excelência em nossa prática educacional.

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste estudo foi contribuir para o ensino no Brasil, integrando os assuntos abordados em sala de aula com ferramentas computacionais acessíveis aos estudantes, além de promover o desenvolvimento de uma habilidade crucial na vida profissional: o domínio de planilhas eletrônicas.

Por meio da estratégia pedagógica envolvendo a TDICs e fundamentada pela teoria dos campos conceituais, de Gerard Vergnaud, almejávamos que os estudantes obtivessem um nível avançado de aprendizado; e que o processo de ensino e aprendizagem deste conteúdo em sala de aula fosse potencializado, uma vez que os estudantes teriam contato com os conceitos, as situações, os invariantes operatórios e a representação simbólica.

Era esperado que os estudantes se estimulariam a fazerem o levantamento de dados e por meio da planilha eletrônica e, portanto, pudessem de fato vivenciar os conhecimentos vistos previamente nas aulas. Utilizando-se desta ferramenta poderiam aplicar conhecimentos de outras áreas, como por exemplo a cálculos matemáticos, fontes energéticas e visualizar a viabilidade do uso dessas em suas residências.

Com base nos resultados esperados e nas expectativas de aprendizagem, podemos concluir que a aplicação do produto educacional (sequência pedagógica) se utilizando da planilha eletrônica trouxe benefícios significativos tanto para os estudantes individualmente quanto para o ambiente da sala de aula como um todo no ensino de Física. A interatividade da planilha, juntamente com a discussão dos resultados, contribuiu para o desenvolvimento de habilidades analíticas e de resolução de problemas, preparando os estudantes de forma mais abrangente para enfrentar desafios relacionados à eletrodinâmica e ao uso eficiente da energia elétrica. Além disso, o estudo da viabilidade do uso de energia solar, contribuiu para o pensamento da inclusão de fontes renováveis como a melhor forma de geração de energia na sociedade do amanhã (os estudantes de hoje).

Através desta experiência, na sequência pedagógica proposta, usando-se da planilha de consumo de energia, os estudantes tiveram a oportunidade de vivenciar os conhecimentos de forma prática e aplicá-los em suas rotinas. Isso estimula o aprendizado autônomo, o raciocínio crítico e a resolução de problemas.

Além disso, o uso das planilhas eletrônicas promoveu uma maior interação entre os estudantes, permitindo que eles trabalhassem a atividade em conjunto, muitas vezes os estudantes tiravam as dúvidas de outros colegas. Essa colaboração fortaleceu a aprendizagem em grupo, facilitando a troca de conhecimentos e perspectivas, e contribuiu para uma melhor relação entre o professor e os estudantes, como se esperava. As aulas da 3ª e 4ª etapas tornaram-se mais participativas, envolventes e enriquecedoras, proporcionando um ambiente propício para a construção coletiva do conhecimento.

Portanto, concluímos que a utilização das planilhas eletrônicas no ensino de Física é uma estratégia pedagógica eficaz que potencializa a aprendizagem dos estudantes, estimula o pensamento crítico e promove uma interação significativa entre os envolvidos no processo educacional. Essa abordagem, aliada aos avanços tecnológicos, representa uma nova era na educação, aproveitando os benefícios das novas ferramentas disponíveis e preparando os estudantes para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Com isso, evidenciamos que o produto educacional “o ensino de eletrodinâmica com planilha eletrônica” alcançou seus objetivos propostos por apresentar um formato diferenciado e utilizar uma ferramenta digital. A sequência pedagógica oferece aos professores de física uma alternativa em ensinar os conteúdos de eletrodinâmica com ênfase em potência elétrica e energia elétrica consumida, evidenciando o conceito, aplicações, utilizando modelos matemáticos e através do uso de uma planilha eletrônica.

É relevante destacar que percebemos que essa sequência pedagógica não representa um produto finalizado. Durante o desenvolvimento e aplicação, identificamos vários aspectos que necessitam de melhorias, os quais consideramos como desafios para trabalhos futuros. Por exemplo, podemos explorar a aplicação do produto de forma diferente, modificando a metodologia e testando diferentes sequências de implementação, inclusive dedicando mais tempo para aulas e exercícios.

Além disso, planejamos tornar o uso das planilhas mais autônomo em futuras versões, permitindo que os estudantes criem seus próprios programas, embora isso possa ser viável somente em contextos com projetos pedagógicos interdisciplinares que proporcionem mais tempo para o ensino. Também consideramos a adaptação e teste do produto para torná-lo uma atividade interdisciplinar, em resposta ao interesse

demonstrado por alguns professores de matemática durante a apresentação do produto. Esperamos, ainda, que o uso das planilhas eletrônicas se torne uma ferramenta comum no ensino de Física, visto o seu grande potencial em outros conteúdos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, J. A. R. B. et al. As teorias de Guy Brousseau e Gerard Vergnaud como auxílio em uma intervenção matemática. IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade ISSN 1982-3657, 2010.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996

BRASIL. Ministério da Educação. Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Desempenho dos estudantes brasileiros na avaliação de conhecimento e habilidades em matemática, leitura e ciências. Brasília. 2023. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2022/infografico_pisa_2022_brazil.pdf>. Acesso em: 17/03/2024.

CEDRAN, D. P.; KIOURANIS, N. M. M. Teoria dos Campos Conceituais: visitando seus principais fundamentos e perspectivas para o ensino de ciências. ACTIO, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 63-86, jan./abr. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: 24/09/23

Energia solar em casa leva de 4 a 7 anos para dar retorno; entenda. ABSOLAR, 2022. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-em-casa-leva-de-4-a-7-anos-para-dar-retorno-entenda/>>. Acesso em: 28 out. 2023.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física Eletromagnetismo. 10 ed. Rio de Janeiro. Ed. LTC - Livros técnicos e científicos Editora Ltda. 2016. 812p.

HEWITT, G. P. Física Conceitual. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KALINKE, M. A. Para não ser um professor do século passado. Curitiba: Chain, 2004.

MAGINA, S., CAMPOS, T., NUNES, T. E GITIRANA, V. Repensando a Adição e a Subtração: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. São Paulo, 2000. PROEM-PUC/SP. Disponível em < <http://www.univasf.edu.br/~ana.queiroz/html/teoria.html>>. Acesso em 25/09/23

MCDERMOTT, L.C. Guest Comment: How we teach and how students learn – A mismatch?. American Journal of Physics vol. 61, no 4, p. 295-298, 1993. Disponível em: < <https://doi.org/10.1119/1.17258>>. Acesso em 04 de janeiro de 2024.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e limitações das simulações no ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MOREIRA, M. A. a teoria dos campos conceituais de vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 7–29, 2002. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/569>>. Acesso em: 9 de janeiro de 2024.

MOREIRA, M.A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. *Actas del PIDEDEC: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, p. 101-136, 2003. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/pesquisaemensino.pdf>>. Acesso em: 24 de outubro de 2023.

NOGUEIRA, M. L. M. Apostila de Fundamentos e práticas em redes de computadores. [S. l.], 2009. Disponível em: <<https://www.nogueira.eti.br/profmarcio/obras/Redes.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2024.

STUDART, N. Carta do Editor. *Física na Escola*, v. 8, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol08-Num2/Vol08-Num2-min.pdf>> - Acesso em 07 de maio de 2023.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação. *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP, p. 24-44, 1993.

VALENTE, J. A. (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: Unicamp/NIED, 1999.

APÊNDICE A - ROTEIRO DA SEQUÊNCIA PEDAGÓGICA

Etapa	Descrição
1 ^a	<p>Levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (1 aula)</p> <p>Para esta etapa, com base na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, é feito o levantamento dos conhecimentos prévios do estudante.</p> <p>Para isso, é disponibilizado no APÊNDICE B, o QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTOS PRÉVIOS.</p> <p>Nesta fase não se espera conhecimentos avançados dos estudantes, apenas noções de eletricidade que ele traz consigo em seu campo conceitual. Usando-se desta ferramenta, o professor poderá direcionar melhor a próxima etapa, pois poderá identificar e listar os conceitos-chave que os estudantes possuem sobre o tema.</p> <p>Apesar da disponibilização do questionário, o professor poderá também fazer isso usando outras metodologias, como uma roda de conversa, um debate, com um jogo de perguntas e respostas.</p>
2 ^a	<p>Exposição dos conceitos básicos do tema (5 aulas)</p> <p>A fim de propiciar a construção básica dos conhecimentos teóricos, o professor poderá expor os objetos de conhecimento:</p> <ul style="list-style-type: none">- Corrente elétrica;- Tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico (DDP);- Potência elétrica.- Consumo de energia elétrica (energia elétrica consumida). <p>É muito importante que o professor agregue a esses conceitos exemplos práticos e embase-os com conceitos-chave listados na etapa anterior como: choque elétrico, queima dos aparelhos ao serem ligados em tensão inadequada, consumo de energia na sua residência.</p> <p>Para esta etapa, sugerimos que o professor exponha os assuntos no quadro pela otimização do tempo e facilidade em expor os assuntos. Além disso, a resolução de problemas para exemplificação e aplicação dos assuntos expostos no quadro contribui bastante para o estudante assimilar as informações.</p> <p>No entanto, nada impede que o professor enriqueça as aulas com aplicações, simulações, recursos multimídias.</p> <p>Ao término desta etapa, sugerimos que o professor aplique, em sala se houver tempo, ou como atividade para casa, o QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO I - disponibilizado no APÊNDICE C.</p>

<p>3^a</p>	<p>Uso da planilha eletrônica usando os smartphones (celulares) dos estudantes ou computadores. (3 aulas)</p> <p>Nela os estudantes deverão fazer o levantamento das potências elétricas dos equipamentos em suas casas e o tempo de utilização de cada aparelho. Por isso sugerimos mais de uma aula, assim o estudante poderá vivenciar em sua residência os assuntos trabalhados em sala de aula. Aqui esperamos que os estudantes consigam assimilar com maior naturalidade as grandezas elétricas e quantificá-las, isto é, refletir se é plausível os valores encontrados; se não forem, o que está errado? O que deve ser revisto?</p> <p>Por fim, o estudo da viabilidade de uso da energia solar (fotovoltaica) em sua residência, para tanto, a planilha mostra o tempo de retorno do investimento.</p> <p>Indicamos que o estudante utilize o aplicativo Excel® (da Microsoft, que requer assinatura paga) ou Planilhas (do Google, que não requer assinatura paga, mas exige cadastro).</p> <p>Sugestão de passos / instruções para aplicação da planilha eletrônica:</p> <p><u>Aula 1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> I. Instruir os estudantes a instalarem em seus computadores ou smartphones os aplicativos (Planilhas - Google ou Excel® - Microsoft). II. Noções básicas sobre planilhas, para facilitar, disponibilizamos no APÊNDICE F algumas instruções. III. Baixar a planilha eletrônica disponível no APÊNDICE E. <p><u>Aula 2</u></p> <ol style="list-style-type: none"> I. Preencher com os estudantes alguns exemplos, tentando estimular o campo conceitual dos conhecimentos prévios e das aplicações que a planilha possibilita. II. Mostrar aos estudantes como se identifica a etiqueta elétrica dos equipamentos elétricos III. Deixar como atividade de casa que os estudantes façam o levantamento dos equipamentos que possuem em suas residências, a quantidade e o tempo de utilização. <p><u>Aula 3</u></p> <ol style="list-style-type: none"> I. Após o levantamento dos equipamentos realizado pelos estudantes é a hora de aparar as arestas e perceber se os resultados obtidos na planilha são compatíveis com o valor que a família paga de energia consumida mensal. <p>Nesta aula o professor poderá avaliar de forma qualitativa o envolvimento dos estudantes e perceber se eles expandiram o campo conceitual no que tange aos conhecimentos de eletrodinâmica, pois trata-se de uma aplicação prática que trabalha a compreensão dos conceitos trabalhados em sala de aula.</p>
----------------------	---

4 ^a	<p>Avaliação do professor da sequência pedagógica. (1 aula)</p> <p>Agora que o estudante pode aprender os conceitos usando os campos conceituais, pois:</p> <p>Situação (S): a situação é o contexto no qual está sendo aplicado o conceito de potência elétrica, ou seja, o uso de aparelhos elétricos em casa, tornando assim, o conceito de potência elétrica significativo.</p> <p>Invariantes Operacionais (I): são as regras associadas ao conceito (objetos, propriedades, relações) que instituem o conceito, ou seja, são as operações básicas que se deve aplicar para calcular a potência elétrica. Em nosso exemplo, a fórmula fundamental para calcular a potência elétrica (P) é $P = i \times U$, em que "P" é a potência, "i" é a corrente elétrica (amperagem) e "U" é a tensão (voltagem). Essa é a regra principal que não muda, independentemente de qual aparelho está sendo avaliado, e por isso os invariantes operatórios são ditos componentes constantes dos esquemas.</p> <p>Representação (R): As representações são as maneiras de mostrar e calcular a potência elétrica. Neste caso, nossa planilha eletrônica contribuiu para esta etapa sendo uma representação porque usa-se números e fórmulas para mostrar como a potência é calculada.</p> <p>Assim o conceito foi aplicado em uma situação prática, tornando-o significativo.</p> <p>Portanto, é exequível fazer uma avaliação. Algumas sugestões de como avaliar o aprendizado dos estudantes:</p> <p>1ª Forma: Sugerimos que o professor institua um prazo e consiga receber as planilhas finalizadas de forma digital em algum correio eletrônico ou possa avaliar os estudantes ao visualizar em sala de aula o arquivo de cada estudante.</p> <p>2ª Forma: Além disso, o professor poderá pedir ao estudante um pequeno relato sobre os trabalhos desenvolvidos em que o estudante será instigado a responder as questões: - <i>O valor da conta de energia encontrado na planilha se aproximou do valor mensal que sua família paga? Se isso não tiver ocorrido o que está errado?</i> (Provavelmente será o tempo de utilização dos aparelhos que o estudante superdimensionou, ou então as potências dos equipamentos e aparelhos que estão erradas)</p>
----------------	--

	<p>- <i>É viável e vantajoso para a família do estudante o uso de energia solar? Se for, o estudante comunicou isso a família?</i> (O estudante poderá mostrar a sua família as vantagens do uso de energia solar, que vão além do fator econômico, pois é uma energia limpa e renovável, sem a emissão de gases poluentes).</p> <p>3ª Forma: usando o QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO II - disponibilizado no APÊNDICE D.</p>
--	--

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Objetivo deste questionário:

Identificação dos conceitos-chave que o estudante possui, como: carga elétrica, tensão elétrica, eletrodinâmica, corrente elétrica, consumo de energia elétrica.

Após a leitura do texto, responda os itens abaixo:

Para você poder ligar um equipamento elétrico como uma TV, um computador, é necessário que a energia elétrica possa fluir pelos condutores (cabos ou fios) e alimentar o equipamento. Sobre este fenômeno responda as questões abaixo:

01) Para levar a energia elétrica até os equipamentos, qual é o mecanismo existente?

- a) pequenos pedaços de metal que se movem em sintonia
- b) cargas elétricas formando uma corrente elétrica
- c) ondas eletromagnéticas que se propagam
- d) diferença de pressão que arrasta as partículas no condutor.

Resposta: B

As cargas elétricas constituem a corrente elétrica.

02) Qual é a área da Física que estuda esse tema?

- a) Mecânica
- b) Termologia
- c) Ondulatória
- d) Eletromagnetismo

Resposta: D

Especificamente o assunto eletrodinâmica.

03) Qual das palavras está associada a cargas elétricas?

- a) prótons e elétrons
- b) temperatura
- c) pressão atmosférica
- d) luz

Resposta: A

Prótons são as cargas positivas e elétrons as cargas negativas.

04) Preencha as lacunas abaixo com os tipos de cargas elétricas

Os prótons possuem cargas _____ e ficam concentrados no núcleo dos átomos juntamente com os _____ que possuem carga neutra. Já os elétrons possuem cargas _____ e ficam na eletrosfera orbitando ao redor do núcleo.

Respostas: positivas, nêutrons, negativas

05) Qual termo abaixo é similar a fluxo elétrico

- a) força eletromotriz
- b) campo elétrico
- c) corrente elétrica
- d) ondas eletromagnéticas

Resposta: C

Fluxo elétrico, ou corrente elétrica, é o movimento das cargas elétricas no condutor (ou fio) é o que leva a energia elétrica até os equipamentos e permite o funcionamento dos aparelhos elétricos, como a TV, computador.

06) Quando a corrente elétrica flui no corpo humano pode provocar entre outras coisas o choque elétrico que pode ser fatal, ou causar graves queimaduras. Por que ao tocar os polos de uma bateria ou pilha com as mãos secas não levamos choque? Enquanto, que em uma tomada, certamente poderá ter um choque elétrico.

- a) Na tomada a corrente elétrica é do tipo alternada, enquanto na pilha e na bateria é corrente do tipo contínua.
- b) A tensão elétrica ou diferença de potencial - DDP - da pilha e da bateria é bem menor que a da tomada.
- c) A corrente da pilha provoca formigamento, enquanto a da tomada provoca o choque elétrico.
- d) Porque a tomada tem mais energia elétrica acumulada, enquanto na pilha ou na bateria tem uma energia elétrica acumulada menor.

Resposta: B

Para haver a corrente elétrica é necessária uma diferença de potencial elétrico (DDP) ou tensão elétrica

07) (CFTMG 2015) As afirmativas a seguir referem-se às precauções que um técnico eletricista deve tomar com relação à segurança no seu trabalho.

Assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F), para as falsas.

- () O risco de choque elétrico ocorre quando se toca em dois ou mais fios ao mesmo tempo.
- () O eletricista deve usar luvas de borracha adequadas e evitar curtos-circuitos entre dois ou mais fios, quando trabalhar com a rede elétrica energizada.
- () O uso de botas de borracha impede a ocorrência de choques elétricos.

A sequência correta encontrada é

- a) V - V - F.
- b) V - F - F.
- c) F - V - F.
- d) V - F - V.

Resposta: C

[F] - O risco de choque elétrico ocorre quando se toca em dois ou mais fios, energizados, submetidos a diferentes tensões e não devidamente isolados, ao mesmo tempo.

[V] - O eletricista deve usar luvas de borracha adequadas e evitar curtos-circuitos entre dois ou mais fios, quando trabalhar com a rede elétrica energizada.

[F] - O uso de botas de borracha impede a ocorrência de choques elétricos apenas entre o corpo da pessoa e um outro contato externo, mas não protege de choques entre diferentes partes do corpo.

08) (CFTMG 2013) O meio que conduz melhor a eletricidade é a(o)

- a) ar, devido à facilidade de propagar o relâmpago.
- b) metal, porque possui maior número de cargas livres.
- c) plástico, pois deriva-se do petróleo, grande fonte de energia.
- d) madeira, uma vez que as árvores atraem raios em dias de tempestade.

Resposta: B

Os melhores condutores de eletricidade são os metais porque possuem os elétrons da camada mais externa mais fracamente ligados ao núcleo, sendo facilmente transportados, quando se estabelece uma diferença de potencial entre os terminais do condutor.

09) (UTFPR 2011) A passagem da corrente elétrica pode produzir calor. Instalações elétricas mal feitas, uso de materiais de baixa qualidade ou desgaste de materiais antigos podem provocar curto-circuito. Para evitar-se riscos de incêndios, as instalações elétricas devem conter um dispositivo de segurança denominado:

- a) fuzil.
- b) resistor.
- c) estabilizador de tensão.
- d) disjuntor.
- e) relógio de luz.

Resposta: D

Os disjuntores são dispositivos modernos que desligam quando a corrente atinge valores além dos pré-dimensionados, como no caso das sobrecargas e dos curtos-circuitos.

10) Ao final do mês quando chega a fatura de energia em sua residência, o valor cobrado se refere a:

- a) consumo de energia elétrica - medida em kWh (quilowatt-hora)
- b) potência dos equipamentos que você possui - medida em kW (quilowatt)
- c) corrente elétrica que circulou na instalação elétrica - medida em A (amperes), conhecida como amperagem.
- d) tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico - medida em V (volt), conhecida como voltagem.

Resposta: A

O valor cobrado se refere ao consumo de energia elétrica consumida em kWh.

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO I

Objetivo deste questionário:

Quantificar os conhecimentos assimilados até a 2ª etapa, antes da utilização da planilha eletrônica disponibilizada.

01) (CFTMG 2012) A corrente elétrica nos materiais sólidos, líquidos e gasosos depende da existência de grande quantidade de portadores de carga elétrica livres. Dos materiais apresentados a seguir, aquele que atende a essa condição é

- a) a água pura, no estado líquido.
- b) o ar atmosférico, em um dia bem seco.
- c) o diamante puro, em estado sólido natural.
- d) o alumínio sólido, à temperatura ambiente.

Resposta: D

Das substâncias apresentadas, a única condutora é o alumínio sólido, à temperatura ambiente.

02) (UTFPR 2018) Assinale a alternativa correta.

A grandeza intensidade de corrente elétrica tem como unidade de medida ampère e essa unidade é definida pela razão (divisão) entre duas outras unidades, que são, respectivamente,

- a) coulomb e segundo.
- b) volt e segundo.
- c) coulomb e volt.
- d) joule e volt.
- e) volt e ohm.

Resposta: A

A corrente elétrica é a medida do fluxo de carga por unidade de tempo:

$$i = \frac{Q \text{ [coulomb]}}{t \text{ [segundo]}}$$

03) (UTFPR 2012) O chuveiro elétrico esquenta porque, apresenta uma _____ que aquece a água, quando passa uma _____ elétrica. A este fenômeno chamamos de Efeito _____.

Assinale a única alternativa que completa o texto acima, de forma correta.

- a) aceleração, energia potencial, Cascata.
- b) energia cinética, força peso, Joule.
- c) resistência elétrica, aceleração, Cascata.
- d) queda de temperatura, corrente, Joule.
- e) resistência elétrica, corrente, Joule.

Resposta: E

O chuveiro elétrico apresenta um RESISTOR que possui uma resistência elétrica. O que aquece a água é o calor liberado no resistor pela passagem de corrente elétrica. A esse fenômeno damos o nome de Efeito Joule.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O crescimento desordenado, a falta de infraestrutura, os problemas sociais e a desonestidade de alguns acarretam um tipo de furto na rede elétrica conhecido como “gato”. Há dois tipos de “gato”:

1. Dos que alteram o medidor para pagarem menos energia elétrica do que realmente gastaram;
2. Dos que fazem ligações clandestinas na rede elétrica, puxando fios diretamente dos postes da rua para o interior das casas, sem pagar qualquer valor pela energia.

Em ambos os casos, a população é duplamente prejudicada: podem ocorrer interrupções no fornecimento, devido ao aumento descontrolado no consumo, e o valor correspondente a energia roubada é rateado pelos outros pagantes.

(Disponível em: www.mundodaeletrica.com.br/perigo-dos-gatos-na-rede-eletrica, acesso em 26/08/2018. Adaptado. Acessado em 18/09/18.)

Com base nas informações fornecidas, responda ao que se pede:

04) (COTIL 2019) O “gato” do caso 2 já foi o causador de inúmeros incêndios. Eles ocorreram porque:

- a) essas habitações normalmente eram de luxo e faziam uso de equipamentos de altíssima potência em corrente contínua, como saunas e aquecedores de piscina.
- b) a instalação foi feita por eletricitistas que desconheciam a técnica do curto-circuito.
- c) os fios traziam energia elétrica de alta tensão.
- d) não foram usados disjuntores e a sobrecarga aquecia a fiação, causando curto-circuito.

Resposta: D

Como as ligações são feitas em paralelo, cada habitação “puxa” a sua corrente. Sem dispositivo de proteção (fusível ou disjuntor) a rede fica sobrecarregada com uma corrente total muito alta, aumentando significativamente a potência dissipada por efeito Joule o que provoca sobreaquecimento na fiação. Com o tempo, o encapamento isolante dos fios se deteriora e, sem essa proteção, havendo contato entre os fios, ocorrem curtos-circuitos e, conseqüentemente, os incêndios.

05) (UTFPR - 2014) Num dia frio, certo chuveiro elétrico é ligado para dissipar uma potência de 7200 W. Se o tempo em que permanece ligado é de dez minutos, a energia elétrica que consome, em kWh, é de:

- a) 1,5.
- b) 1,8.
- c) 2,2.
- d) 3,0.
- e) 1,2.

Resposta: E

Dados: $P = 7.200 \text{ W} = 7,2 \text{ kW}$;

$$E = P \cdot \Delta t = 7,2 \cdot \frac{1}{6} \Rightarrow \boxed{E = 1,2 \text{ kWh}}$$

06) (CPS - 2019) Um estudante avaliou o tempo diário do uso do chuveiro em sua casa no decorrer de trinta dias consecutivos, o que permitiu a construção do quadro.

Morador	Tempo diário em minutos
Mãe	20
Pai	15
Irmã	20
Irmão	5
Ele próprio	30

Sabendo que o chuveiro de sua casa tem potência de 2800 W o estudante calculou que, no período avaliado, o consumo de energia em sua casa, devido ao uso do chuveiro, foi, aproximadamente, de

- a) 90 kWh.
- b) 105 kWh.
- c) 125 kWh.
- d) 140 kWh.
- e) 155 kWh.

Resposta: C

A potência do chuveiro é: $P = 2.800W = 2,8kW$.

O tempo mensal (30 dias) de uso é: $\Delta t = 30(20 + 15 + 20 + 5 + 30) = 2.700 \text{ min} = 45h$.

Calculando a energia consumida:

$$\Delta E = P \cdot \Delta t = 2,8 \times 45 \Rightarrow \boxed{\Delta E = 126 \text{ kWh}}$$

07) (IFSP - 2014) Dispositivos elétricos que aquecem, geralmente, consomem mais energia que outros equipamentos mais simples. Para definirmos o quanto de energia cada equipamento consome, devemos saber a sua potência nominal e quanto tempo ele fica ligado na rede elétrica. Essa energia é medida então em **kWh**. Observando a inscrição de três equipamentos, Guliver anota numa tabela os seguintes dados dos equipamentos:

	Corrente elétrica (A)	Tensão nominal (V)	Potência (W)
Equipamento A	20	220	4400
Equipamento B	15	120	1800
Equipamento C	10	220	2200

Se os equipamentos ficarem ligados 2 h por dia durante 20 dias no mês, podemos concluir que a energia elétrica nominal consumida em **kWh** nesse período é de, aproximadamente,

- a) 600.
- b) 550.
- c) 426.
- d) 336.
- e) 244.

Resposta: D

A potência total dos três equipamentos é:

$$P = 4.400 + 1.800 + 2.200 = 8.400 \text{ W} \Rightarrow P = 8,4 \text{ kW}.$$

O tempo de operação é:

$$\Delta t = 2 \cdot 20 = 40 \text{ h}.$$

Calculando o consumo de energia:

$$E = P \cdot \Delta t = 8,4 \cdot 40 \Rightarrow \boxed{E = 336 \text{ kWh}}$$

08) (CPS - 2015) A Companhia do Latão é um grupo de teatro influenciado pela obra de Bertolt Brecht cujas peças criticam a sociedade atual. Os cenários são simples e despojados e dão margem à imaginação da plateia, fazendo-a cúmplice dos atores e, em muitas ocasiões, parte do espetáculo.

Na criação da atmosfera cênica na peça *Ópera dos Vivos*, a Companhia utilizou 8 baldes plásticos vermelhos, cada um deles com uma lâmpada de 150 W em seu interior.



Camponês na *Ópera dos Vivos*
Foto: Sergio de Carvalho

Se todas essas lâmpadas fossem mantidas acesas durante meia hora, ao longo da apresentação, a energia utilizada por elas seria, em quilowatt-hora,

- a) 0,6
- b) 0,8
- c) 0,9
- d) 1,2
- e) 1,5

Resposta: A

$$\Delta E = n \cdot P \cdot \Delta t = 8 \times 150 \times 0,5 \Rightarrow \boxed{\Delta E = 600 \text{ Wh}} = 0,6 \text{ kWh}$$

09) (CFTMG - 2013) Uma pessoa verificou que o ferro elétrico de 1.000 W, por ficar muito tempo em funcionamento, causa gasto excessivo na sua conta de energia elétrica. Como medida de economia, ela estabeleceu que o consumo de energia desse aparelho deveria ser igual ao de um chuveiro de 4.400 W ligado durante 15 minutos. Nessas condições, o tempo máximo de funcionamento do ferro deve ser, em minutos, igual a

- a) 22.
- b) 44.
- c) 66.
- d) 88.

Resposta: C

Dados: $P_f = 4.400 \text{ W}$; $\Delta t_f = 15 \text{ min}$; $P_c = 1.000 \text{ W}$

Para um mesmo consumo de energia, temos:

$$E_f = E_c$$

$$P_f \cdot \Delta t_f = P_c \cdot \Delta t_c$$

$$\Delta t_f = \frac{P_c \cdot \Delta t_c}{P_f}$$

$$\Delta t_f = \frac{4.400 \cdot 15}{1.000} = 66 \text{ min}$$

10) (IFSUL 2015) João, assustado com o aumento do valor de sua conta de luz, resolveu fazer um estudo sobre o consumo de energia elétrica em sua residência. Morador de um apartamento com um quarto, uma sala, uma cozinha e um banheiro, fez uma estimativa do tempo de uso de cada item que “consome” energia elétrica em cada cômodo da residência. Para tanto, ele elaborou a tabela abaixo.

Cômodo	Item	Potência (Watts)	Tempo de uso diário (em horas)
Quarto	1 Computador	300	5
	1 Lâmpada fluorescente	20	5
Cozinha	1 Forno de Micro-ondas	1200	0,25
	1 Lâmpada fluorescente	20	2,5
Sala	1 TV	100	5
	1 Aparelho de TV a cabo	80	5
	1 Lâmpada fluorescente	20	5
Banheiro	1 chuveiro	3400	0,5
	1 Lâmpada fluorescente	20	2,5

Considerando os dados da tabela e que o custo de 1 kWh é R\$ 0,70, quantos kWh (quilowatt-hora) os itens do seu apartamento consomem por mês (30 dias) e qual é o custo total do valor estimado de sua conta de luz?

- a) 141 kWh e R\$ 98,70
- b) 154,8 kWh e R\$ 108,36
- c) 158,67 kWh e R\$ 111,07
- d) 544 kWh e R\$ 380,80

Resposta: A

O consumo mensal é:

Cômodo	Item	Potência (Watts)	Tempo de uso diário (em horas)	Consumo (Watt-hora)
Quarto	1 Computador	300	5	1.500
	1 Lâmpada fluorescente	20	5	100
Cozinha	1 Forno de Micro-ondas	1200	0,25	300
	1 Lâmpada fluorescente	20	2,5	50
Sala	1 TV	100	5	500
	1 Aparelho de TV a cabo	80	5	400
	1 Lâmpada fluorescente	20	5	100
Banheiro	1 chuveiro	3400	0,5	1.700
	1 Lâmpada fluorescente	20	2,5	50
			Total	4.700

O consumo mensal C é:

$$C = 4.700 \times 30 = 141.000 \text{ W} \cdot \text{h} \Rightarrow \boxed{C = 141 \text{ kWh}}$$

Calculando o gasto mensal G:

$$G = 141 \times 0,70 \text{ W} \cdot \text{h} \Rightarrow \boxed{G = \text{R\$ } 98,70}$$

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO II

Objetivo deste questionário:

Quantificar os conhecimentos assimilados após a 3ª etapa, feita a utilização da planilha eletrônica disponibilizada.

-
- 01)** (IFCE 2016 - ADAPTADA) Em um chuveiro elétrico os valores da potência e da tensão elétrica valem 6.600 W(watts) e 220 V (volts), respectivamente. Quando o chuveiro estiver ligado, o valor da corrente elétrica que circula nele, em ampères, vale
- a) 15.
 - b) 20.
 - c) 30.
 - d) 35.
 - e) 40.

Resposta: C

Da expressão que relaciona tensão, potência e corrente: $P = i \cdot U$

P = potência elétrica, em watts (W);

U = tensão ou diferença de potencial, em volts (V);

i = intensidade da corrente elétrica, em ampères (A).

$$P = i \cdot U \Rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{6.600}{220} \Rightarrow \boxed{i = 30A}$$

-
- 02)** (CFTMG 2018) No circuito elétrico das residências, há algumas chaves disjuntores de segurança que se desligam automaticamente em caso de sobrecarga. Na cozinha de uma casa pode ocorrer de funcionarem, ao mesmo tempo, uma geladeira de 1.000 W um forno de 2.100 W uma lâmpada de 50 W e um liquidificador de 150 W Se essa casa possui uma rede elétrica de 110 V, o disjuntor da cozinha deve ser capaz de suportar uma corrente, em amperes, de, no mínimo,
- a) 15.
 - b) 30.
 - c) 45.
 - d) 60.

Resposta: B

A intensidade da corrente i pode ser calculada com a expressão da potência elétrica:

$$P = i \cdot U$$

Somando as potências dos aparelhos e aplicando na equação, temos:

$$P_{total} = 1000 + 2100 + 50 + 150 \therefore P_{total} = 3300 \text{ W}$$

$$P = i \cdot U \Rightarrow 3300 = i \cdot 110 \Rightarrow i = \frac{3300}{110} \therefore i = 30 \text{ A}$$

Esse seria o máximo valor de corrente suportada pelo disjuntor sem ocorrer o desligamento devido à sobrecarga.

03) (IFSUL 2016) As lâmpadas de LED são muito mais eficientes do que as lâmpadas incandescentes. A tabela abaixo permite perceber essa diferença, basta comparar os valores de potência elétrica para os dois diferentes tipos de lâmpadas. Para cada linha da tabela, o fluxo luminoso é o mesmo (lumens), diferindo apenas no valor da potência elétrica que cada lâmpada precisa para atingir o mesmo resultado luminoso.

Fluxo Luminoso	Lâmpada Incandescente	Lâmpada LED
300 lumens	30 W	4 W
470 lumens	45 W	6 W
810 lumens	60 W	10 W
1.100 lumens	75 W	12 W
1.700 lumens	100 W	20 W
Vida útil	1 ano	15 - 20 anos

Nesse contexto, suponha que, em uma residência, sejam trocadas dez lâmpadas incandescentes de 100 W por dez lâmpadas de LED de mesmo fluxo luminoso. Considere que cada lâmpada permanece ligada 3h por dia e que o custo do kWh é igual a 0,90. Qual é, aproximadamente, a economia gerada na conta de luz com a troca das lâmpadas ao final de trinta dias?

- a) R\$ 72,00
- b) R\$ 64,20
- c) R\$ 18,00
- d) R\$ 16,20

Resposta: B

Da tabela, para lâmpadas de 100 W, a economia é de 80 W por lâmpada. Para 10 lâmpadas, a economia é:
 $P = 800 W = 0,8 kW$.

A economia de energia é:

$$\Delta E = P \cdot \Delta t = (0,8kW) \times \left(3 \frac{h}{dia}\right) \times (30 dias) = 72kWh.$$

A quantia economizada é:

$$G = 72 \times 0,90 \Rightarrow G = R\$ 64,80.$$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O texto a seguir refere-se à(s) questão(ões) propostas abaixo.



“No dia 20 de dezembro de 2013, a 68ª Sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o ano de 2015 como o Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas em Luz (International Year of Light and Light-based Technologies – IYL 2015).

Ao proclamar um Ano Internacional com foco na ciência óptica e em suas aplicações, as Nações Unidas reconhecem a importância da conscientização mundial sobre como as tecnologias baseadas na luz promovem o desenvolvimento sustentável e fornecem soluções para os desafios mundiais nas áreas de energia, educação, agricultura, comunicação e saúde. A luz exerce um papel essencial no nosso cotidiano e é uma disciplina científica transversal obrigatória para o século XXI. Ela vem revolucionando a medicina, abrindo a comunicação internacional por meio da internet e continua a ser primordial para vincular aspectos culturais, econômicos e políticos da sociedade mundial.”

(<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/pt/about-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/> Acesso em 10 de set. 2015)

04) (CFTRJ 2016) Células fotoelétricas ou fotovoltaicas são dispositivos capazes de transformar a energia luminosa, proveniente do Sol ou de outra fonte de luz, em energia elétrica. O conjunto de células fotoelétricas é chamado *Placa Fotovoltaica*, e o uso hoje é bastante comum em lugares afastados da rede elétrica convencional. Existem placas de várias potências e diferentes tensões para os mais diversos usos.

Uma placa fotovoltaica com 72,0 W de potência de pico, por exemplo, é capaz de prover uma diferença de potencial de 12,0 V. Qual a corrente elétrica gerada por esta placa?

- a) 864 A.
- b) 90 A.
- c) 12 A.
- d) 6 A.

Resposta: D

A potência elétrica em função da corrente é dada por: $P = i \cdot U$

Assim,

$$i = \frac{P}{U} \Rightarrow i = \frac{72W}{12V} \therefore i = 6A$$

05) (CFTMG 2014) Em uma residência com 4 pessoas, cada uma delas utiliza diariamente um chuveiro de 4800 W ligado por 10 min durante o banho. Além disso, essa casa é iluminada por 10 lâmpadas fluorescentes de 20 W cada. Para que o consumo de energia dessas lâmpadas seja o mesmo do chuveiro em 30 dias, elas devem ficar ligadas continuamente durante

- a) 2 dias.
- b) 5 dias.
- c) 15 dias.
- d) 20 dias.

Resposta: D

A energia consumida deve ser a mesma nos dois casos:

$$E_1 = E_2$$

$$4P_1 \cdot \Delta t_1 = 10P_2 \cdot \Delta t_2$$

$$4 \cdot 4.800 \cdot 10 \cdot 30 = 10 \cdot 20 \cdot \Delta t_2$$

$$\Delta t_2 = 28.800 \text{ min}$$

$$\Delta t_f = \frac{28.800}{24 \cdot 60} = 20 \text{ dias}$$

06) (CFTMG 2013) O meio que conduz melhor a eletricidade é a(o)

- a) ar, devido à facilidade de propagar o relâmpago.
- b) metal, porque possui maior número de cargas livres.
- c) plástico, pois deriva-se do petróleo, grande fonte de energia.
- d) madeira, uma vez que as árvores atraem raios em dias de tempestade.

Resposta: B

Os melhores condutores de eletricidade são os metais porque possuem os elétrons da camada mais externa mais fracamente ligados ao núcleo, sendo facilmente transportados, quando se estabelece uma diferença de potencial entre os terminais do condutor.

07) (IFBA 2012) Um disjuntor é um dispositivo eletromecânico destinado a proteger circuitos contra a sobrecarga e o superaquecimento. Pretende-se dimensionar um disjuntor para proteger um ambiente cuja rede elétrica fornece uma tensão de 120 V e possui uma lâmpada de 60 W, um ar-condicionado de 1000 W e um computador de 140 W. Este ambiente ficará mais bem protegido, considerando-se a tolerância de 30%, com um disjuntor de:

- a) 30 A
- b) 22 A
- c) 20 A
- d) 13 A
- e) 10 A

Resposta: D

Dados: $U = 120 \text{ V}$; $P_L = 60 \text{ W}$; $P_{ar} = 1000 \text{ W}$; $P_{comp} = 140 \text{ W}$; $I_{m\acute{a}x} = 1,3 i$.

$$P = i \cdot U \Rightarrow 60 + 1.000 + 140 = i \cdot 120 \Rightarrow 1.200 = i \cdot 120 \Rightarrow i = 10 \text{ A}$$

$$I_{m\acute{a}x} = 1,3 \cdot i = 1,3 \cdot (10) \Rightarrow I_{m\acute{a}x} = 13 \text{ A}$$

APÊNDICE E - PLANILHA ELETRÔNICA



A planilha está disponível no site:

- Publicação com instruções

<https://italovector.com.br/07-planilha-de-viabilidade-de-energia-solar/>

- Link com a planilha

<https://italovector.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Planilha-Consumo-e-Viabilidade-Energ%C3%A9tica-1.0.xlsx>

Imagens da planilha:

Planilhas - Simuladores de Física - Estudo de Viabilidade - Energia Solar

Esta planilha se destina a aplicação dos conceitos de Potência e Consumo de Energia também a fazer um estudo de viabilidade do uso de energia solar... Para tanto, basta você preencher os campos em branco... Vamos lá!

Colégio:
Série: Turma:
Nome:

Visite nosso site e veja mais:
italovector.com.br

Tabela 1 - Explicação Teórica

Sabemos que: $Pot = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ E assim: $\Delta E = Pot \cdot \Delta t$

Existem duas unidades para o ΔE (Consumo de Energia):
J (Joule) e o KWh (Quilowatt-hora)

Vamos Entender melhor as unidades: $J = W \cdot s$ ou $KWh = KW \cdot h$

Para transformar as unidades usamos a relação: $1KWh \rightarrow 3,6 \cdot 10^6 J$

Figura 26 - Planilha eletrônica - Imagem 1.
Fonte: o autor (2023)

Vamos testar.... Pegue sua conta de energia e digite os valores em KWh dos últimos meses para você ver o quanto isso equivale em J (Joule)

REFERÊNCIA	HISTÓRICO CONSUMO	HISTÓRICO ENERGIA FATURADA
JUL / 2019	159,00	LIDA
JUN / 2019	137,00	LIDA
MAI / 2019	140,00	LIDA
ABR / 2019	125,00	LIDA
MAR / 2019	146,00	LIDA
FEV / 2019	122,00	LIDA
JAN / 2019	113,00	LIDA
DEZ / 2018	148,00	LIDA
NOV / 2018	127,00	LIDA
OUT / 2018	146,00	LIDA
SET / 2018	134,00	LIDA
AGO / 2018	131,00	LIDA

O valor 159 digitado abaixo é apenas um exemplo, use os valores da sua conta de energia, ou jogue os valores que quiser

Imagine sua conta de energia com valores tão altos, seria muito complicado de se quantificar, de se entender não acha? Por isso usamos o KWh, que é uma unidade mais palpável

Figura 27 - Planilha eletrônica - Imagem 2.
Fonte: o autor (2023)

42 **Vamos fazer um estudo nas instalações da sua casa?**
 43 Então basta preencher os campos que estão em branco... o nome do aparelho, a quantidade, a potência em W (Watt) e o tempo de utilização diária (em horas). O que já está preenchido é
 44 apenas para servir de exemplo

Tabela 2 - Levantamento da Energia Consumida							
Item	Aparelhos Elétricos	Quantidade	Potência (W)	Tempo de Utilização Diária (h)	Potência (KW)	Tempo de Utilização Mensal (h)	Energia Consumida (kWh)
1	Luz da sala	5	5	20	0,005	600	15
2	Luz da cozinha						
3	Luz do Quarto casal						
4	Luz do Quarto solteiro						
5	etc...						
6							
7	Geladeira						
8	Chuveiro						
9	Forno elétrico						
10	etc...						
11							
12	Ventilador						
13	Ar condicionado						



Visite nosso site e veja mais:
italovector.com.br

Figura 28 - Planilha eletrônica - Imagem 3.
 Fonte: o autor (2023)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
66	20								
67	21								
68	22								
69	23								
70	24								
71	25								
72	26								
73	27								
74	28								
75	29								
76	30								
77	31								
78	32								
79	33								
80	34								
81	35								
Total Energia Cons. (kWh)								15	
Custo de 1 kWh:								R\$	0,85
CUSTO TOTAL DE ENERGIA								R\$	12,75

Figura 29 - Planilha eletrônica - Imagem 4.
 Fonte: o autor (2023)

86 **Agora iremos ver se é viável (ou seja se compensa) a instalação de energia solar na sua residência**
 87
 88 Os valores de investimento foram tirados de um site de uma loja que vende placas solares... É apenas para se ter uma noção, se você encontrar um valor menor,
 89 basta substituir, o campo estará liberado
 90
 91 O consumo mensal já é importado automaticamente da Tabela 1 e a partir daí a planilha já calcula a viabilidade, o tempo de retorno
 92 o TEMPO útil de uma placa é de 30 Anos, após este tempo ela perde eficiência, assim: O investimento é viável apenas se o Tempo de Retorno (anos) for inferior a 30 anos

Tabela 3 - Viabilidade da Energia Solar						
Tipo de Instalação	Valor do Investimento	Consumo Mensal (kWh)	Qual opção Usar	Valor Gasto Mensal	Tempo de Retorno (meses)	Tempo de Retorno (anos)
Básico Residencial até 216 kWh	R\$ 13.500,00	15,00	PODE	R\$ 12,75	1059	88
Plus Residence maior até 432 kWh	R\$ 23.900,00	15,00	PODE	R\$ 12,75	1875	156
Top Residence maior até 720 kWh	R\$ 34.900,00	15,00	PODE	R\$ 12,75	2737	228



Figura 30 - Planilha eletrônica - Imagem 5.
 Fonte: o autor (2023)

Informações relevantes:

A **Figura 26** mostra o cabeçalho da planilha em que o estudante poderá preencher seus dados e isso pode ajudar o professor na diferenciação dos arquivos. Essa parte da planilha também mostra os conceitos básicos de potência elétrica e as unidades utilizadas, sendo uma boa oportunidade para desenvolvimento e exploração dos campos conceituais dos estudantes, relembrando conceitos trabalhados nas aulas anteriores.

A **Figura 27** retrata a parte da planilha em que ocorre uma exploração dos campos conceituais no que tange a unidades de medida da energia elétrica consumida. O estudante poderá substituir valores em kWh (quilowatt-hora) e obter esses valores convertidos em J (joule) e assim refletir qual a unidade mais indicada para ser indicada nas faturas de energia elétrica.

A **Figura 28** e a **Figura 29** referem-se a parte de levantamento da energia consumida por aparelho elétrico, uma clara aplicação dos conhecimentos já trabalhados em sala de aula nas etapas anteriores. A planilha vem pré-preenchida com alguns dados para servir de modelo e o estudante poderá alterar as células das colunas C, D E F, com os equipamentos, a quantidade, a potência em W (watt) e o tempo de utilização diária em h (horas), sendo o cálculo da energia consumida feito automaticamente. As demais células foram bloqueadas para que não haja algum dano acidental a alguma fórmula.

A **Figura 30** mostra o estudo de viabilidade da energia solar de acordo com a quantidade de energia consumida totalizada na tabela 2. Uma clara ampliação do campo conceitual dos estudantes, visto que além de trabalhar os conceitos de potência elétrica, energia consumida, agora eles poderão explorar a geração de energia a partir de fontes renováveis.

Para identificação das informações elétricas dos aparelhos na casa dos estudantes, mostre a **Figura 31** e a **Figura 32** abaixo:



Figura 31 - Exemplo 1 - Dados nominais de aparelhos elétricos.
 Fonte: <https://br.pinterest.com/>



Figura 32 - Exemplo 2 - Dados nominais de aparelhos elétricos.
 Fonte: <https://br.pinterest.com/>

Problemas esperados e como resolvê-los?

- Não conseguir encontrar as informações elétricas (dados nominais) de alguns aparelhos ou lâmpadas, ou porque não tem, ou porque são de difícil acesso.

Como resolver? Com o modelo do equipamento, por exemplo uma geladeira, é possível pesquisar a potência na internet ou usar tabelas de potência para se ter uma noção.

- Valores totais de energia consumida muito acima da normalidade.

- Nenhuma das opções de energia renovável (placa fotovoltaica compatível).

Como resolver? Dimensionamento correto do tempo de utilização dos aparelhos.

Reflexões e questionamentos sugeridos:

- Por mais que você se alongue às vezes no banho, é pouco provável ter 30 banhos de 1 hora cada; se na sua residência tem mais de 1 chuveiro, tente dimensionar quanto é o tempo de utilização diário de cada chuveiro.
- A lâmpada da sala que “vive acesa”, será mesmo que ela fica ligada por tanto tempo?
- A geladeira, será que você deve considerar mesmo 24 horas? Lembre-se que o motor dela atua em alguns momentos e em outros desliga.
- O secador que você usa apenas 3 vezes por semana, como você deve fazer o cálculo diário para colocar na planilha? Lembre-se de dividir a quantidade de horas dele total por semana por 7, assim você terá uma média do consumo diário... Isso vale para o ar-condicionado, ferro elétrico, forno elétrico e demais equipamentos.

APÊNDICE F - NOÇÕES BÁSICAS DE PLANILHAS ELETRÔNICAS

- **O que é uma Planilha eletrônica?**

Uma planilha eletrônica ou folha de cálculo é uma ferramenta digital que permite a criação, organização e manipulação de dados em formato de tabela com uma grade composta de linhas e colunas, facilitando cálculos automáticos, análises complexas e apresentação visual de informações. O nome eletrônica se deve à sua implementação por meio de programas de computador.

- **Benefícios e Aplicações**

As planilhas eletrônicas oferecem uma gama de benefícios, desde a automatização de processos até a criação de gráficos dinâmicos. Seja no mundo corporativo, na educação ou nas finanças pessoais, sua versatilidade as torna valiosas em diversas situações.

- **Principais características e funcionalidades:**

As planilhas eletrônicas possuem diversas características e funcionalidades que as tornam ferramentas poderosas para manipulação e análise de dados. Algumas das principais incluem:

- Fórmulas e funções;
- Formatação personalizada;
- Capacidade de lidar com grandes conjuntos de dados;
- Importação e exportação de dados;
- Trabalho colaborativo.

- **Principais softwares**

As figuras 33 e 34 ilustram os principais softwares utilizados para o manejo das planilhas eletrônicas.

➤ **Microsoft Excel® (software shareware - pago)**

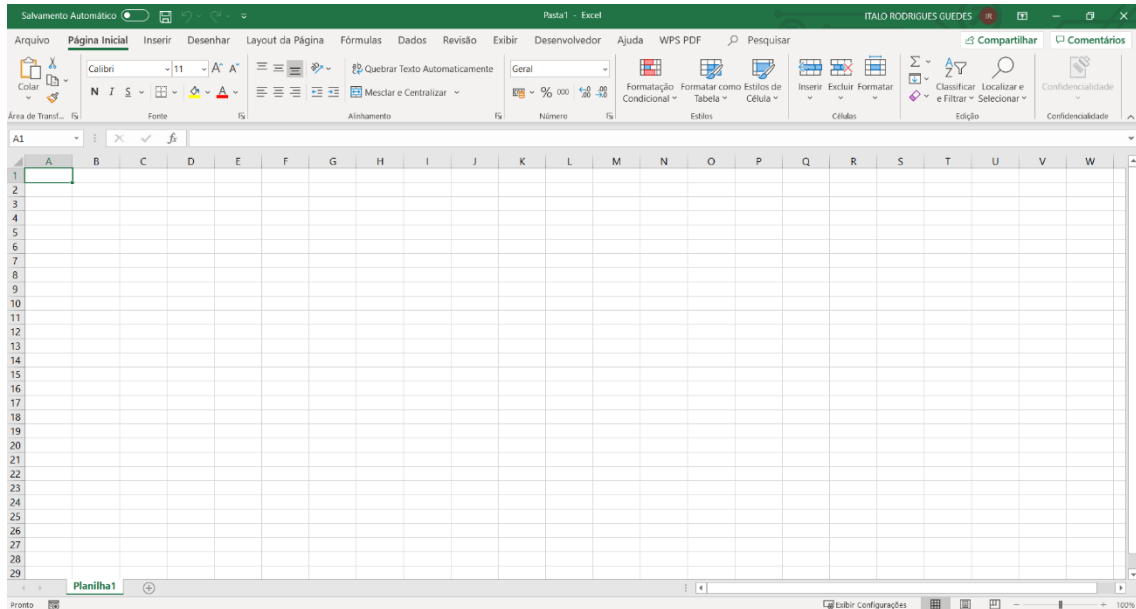


Figura 33 - Microsoft Excel®.
Fonte: o autor (2023)

➤ **Google Sheets (software freeware - gratuito).**

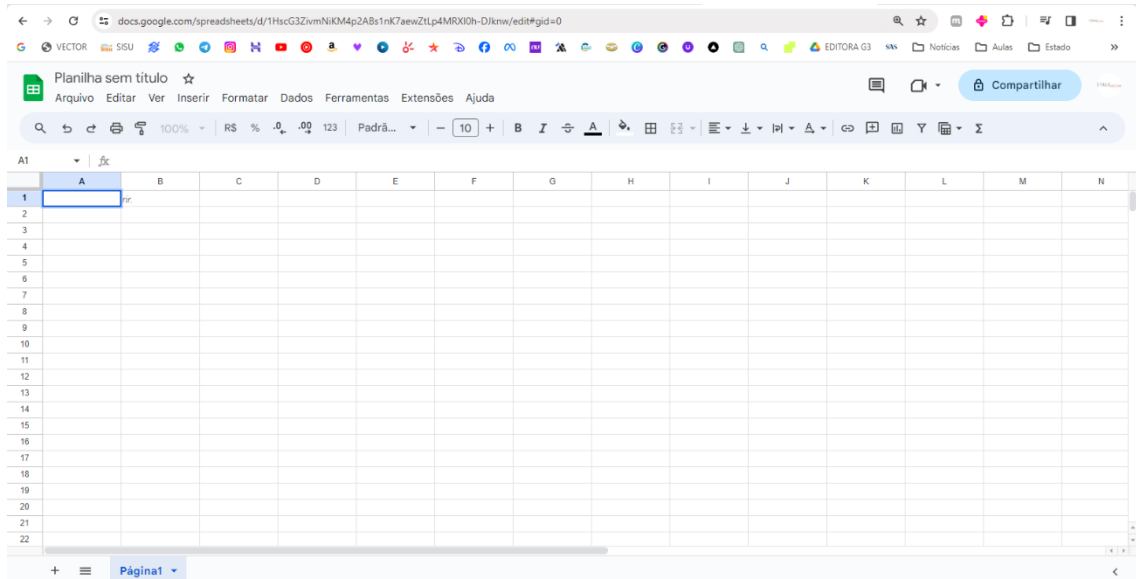


Figura 34 - Google Sheets.
Fonte: o autor (2023)

Dado a maior abrangência do software da Microsoft, o Excel®, este guia se baseia nele. Contudo, as funções e aplicações podem ser encontradas em quaisquer softwares de planilhas eletrônicas.

- **Alguns modelos de planilhas - fornecidos no Microsoft Excel®**

As figuras 35 e 36 mostram modelos de planilhas:

➤ **Controle de presença de funcionários**

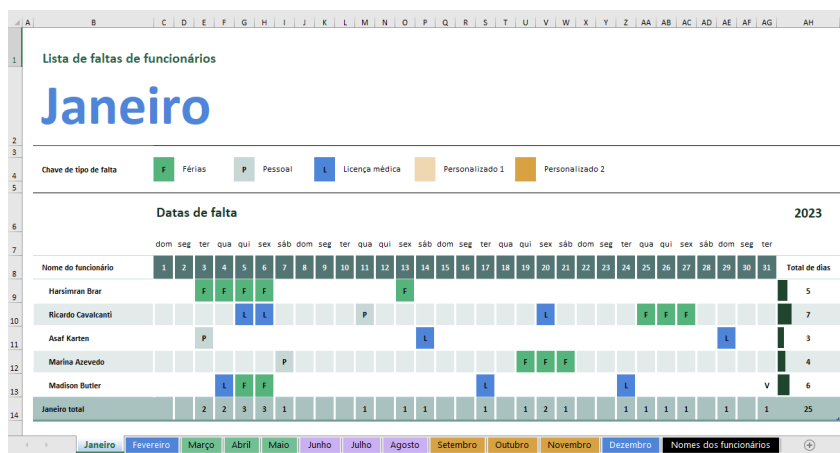


Figura 35 - Exemplo de planilha eletrônica - Controle de presença dos funcionários.
Fonte: o autor (2023)

➤ **Controle de gastos pessoais**

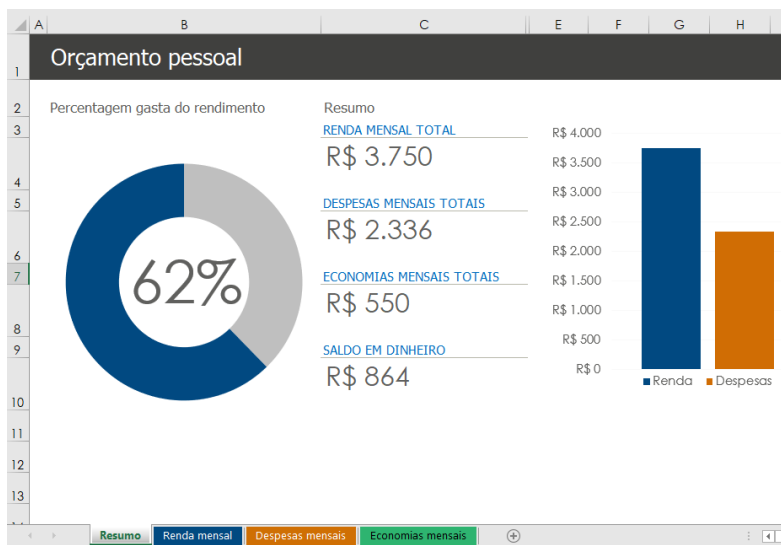


Figura 36 - Exemplo de planilha eletrônica - Orçamento pessoal.
Fonte: o autor (2023)

- **Componentes de uma planilha**

Os componentes principais de uma planilha são:

- **Células:** Os espaços individuais na interseção de linhas e colunas, onde os dados são inseridos.
- **Linhas e Colunas:** Formam a estrutura da planilha. As linhas são numeradas e as colunas são identificadas por letras.
- **Abas ou Planilhas:** Permite a organização de diferentes conjuntos de dados em uma única pasta de trabalho.
- **Barra de Ferramentas:** Oferece opções para formatação, criação de gráficos, e outras funcionalidades.
- **Botões de Ação:** Incluem opções como salvar, copiar, colar, e desfazer, facilitando a manipulação da planilha.
- **Dados e Valores:** As informações específicas que o **usuário** insere nas células.

Esses componentes juntos proporcionam a estrutura e funcionalidade necessárias para trabalhar eficientemente com dados em uma planilha eletrônica e pode ser exemplificado na Figura 37, na Figura 38 e na Figura 39.

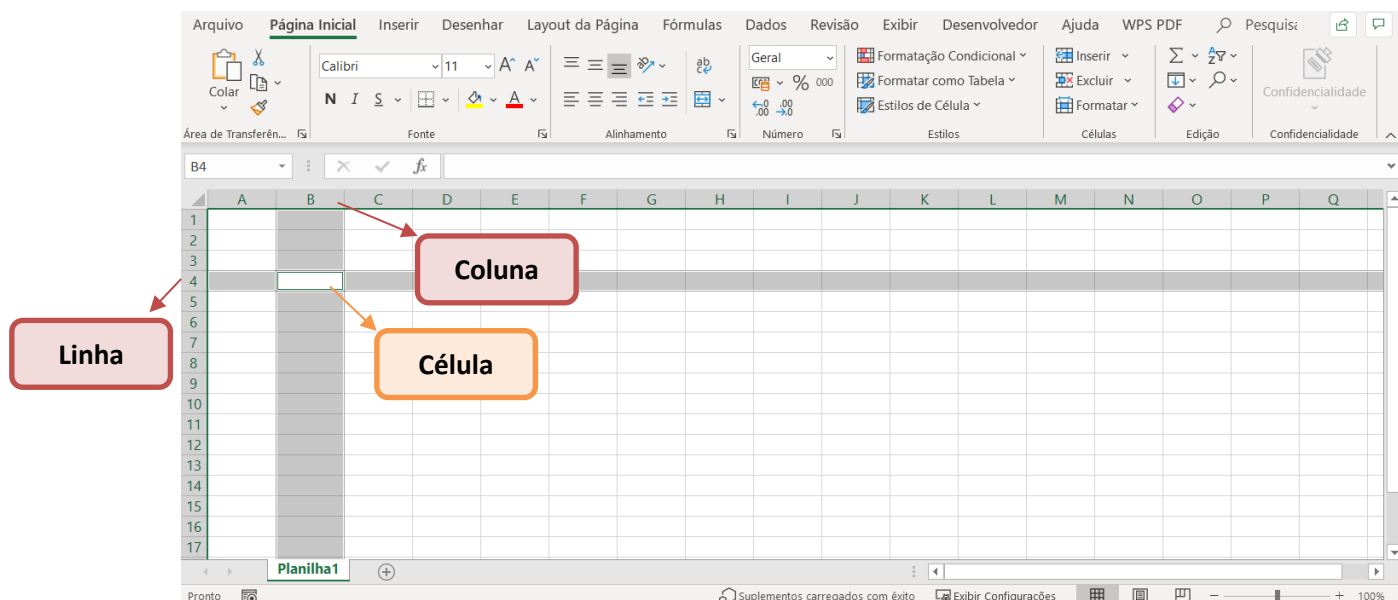


Figura 37 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.

Fonte: o autor (2023)

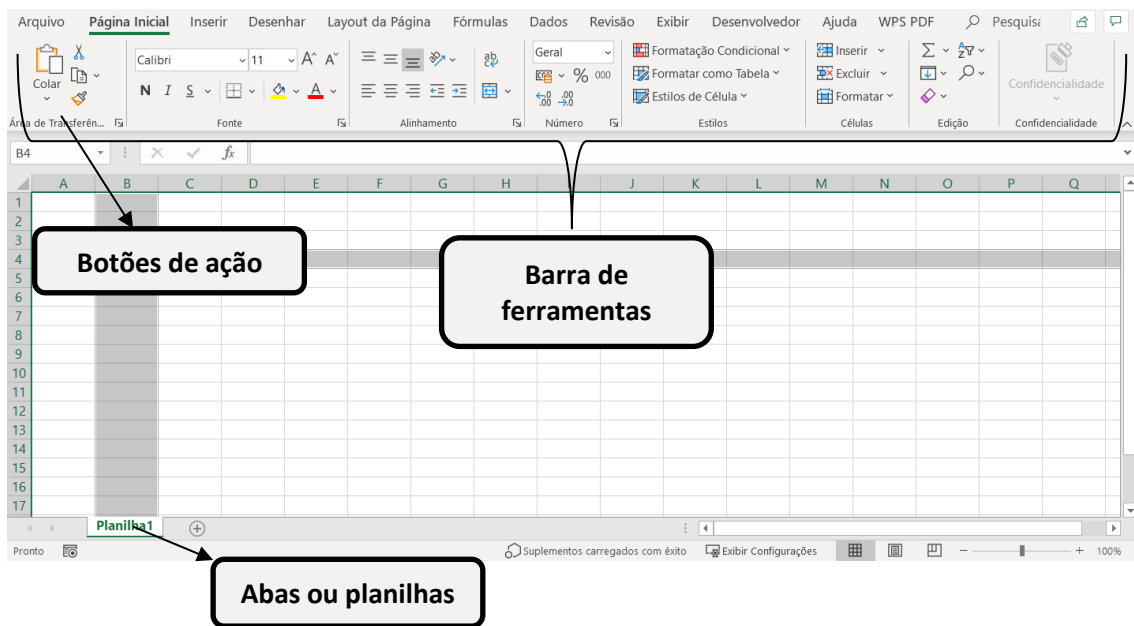


Figura 38 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.
 Fonte: o autor (2023)

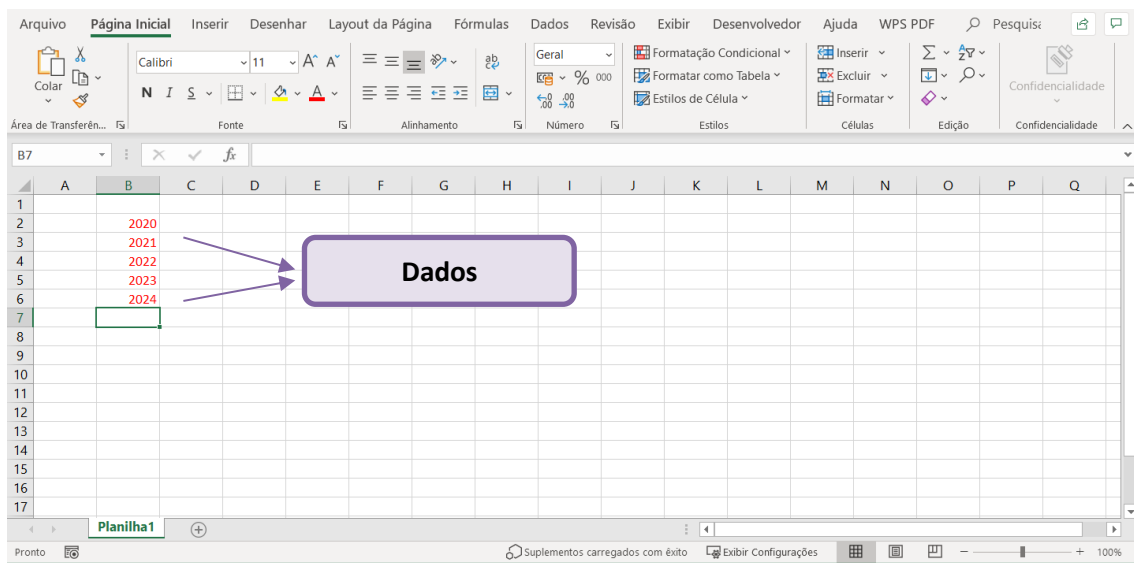


Figura 39 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.
 Fonte: o autor (2023)

Os dados / valores podem ter variadas formas:

- Número, data, hora, valores contábeis;
- Texto;
- Fórmulas (expressões e funções).

- **Fórmulas e Funções**

As fórmulas e funções são expressões que permitem realizar cálculos automáticos com base nos dados inseridos. Podemos fazer isso usando as 4 operações básicas matemáticas, conforme ilustrado na Figura 40.

	A	B	C	D	E
1					
2	Nº 1	Nº 2	RESULTADO	FÓRMULA	DESCRIÇÃO
3	10	5	15	=A3+B3	SOMA
4	10	5	5	=A4-B4	SUBTRAÇÃO
5	10	5	2	=A5/B5	DIVISÃO
6	10	5	50	=A6*B6	MULTIPLICAÇÃO

Figura 40 - Representação das operações básicas em planilhas eletrônicas.
 Figura extraída do link: <https://minhasplanilhas.com.br/formulas-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

Ou ainda usando funções que o software disponibiliza, por exemplo, é possível fazer soma utilizando uma função SOMA, como exemplifica a Figura 41:

	A	B	C	D	E	F	G
1	DESPESAS	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	TOTAL		
2	ÁGUA	50,00	45,00	50,00	145,00	=SOMA(B2:D2)	
3	LUZ	80,00	90,00	60,00	230,00	=SOMA(B3:D3)	
4	TELEFONE	60,00	50,00	75,00	185,00	=SOMA(B4:D4)	
5	COMBUSTÍVEL	150,00	150,00	80,00	380,00	=SOMA(B5:D5)	
6	MERCADO	400,00	400,00	450,00	1.250,00	=SOMA(B6:D6)	
7	EMPRÉSTIMO	250,00	250,00	300,00	800,00	=SOMA(B7:D7)	FÓRMULA
8			SOMA		2.990,00	→	=SOMA(E2:E7)
9			MÍNIMO		145,00	→	=MÍNIMO(E2:E7)
10			MÁXIMO		1.250,00	→	=MÁXIMO(E2:E7)
11			MÉDIA		498,33	→	=MÉDIA(E2:E7)
12							
13			SOMA ÁGUA E TELEFONE		330,00	→	=SOMA(E2;E4)

Figura 41 - Exemplo de funções em planilhas eletrônicas.
 Figura extraída do link: <https://minhasplanilhas.com.br/formulas-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

Além da função SOMA, existem outras muitas fórmulas, como MÍNIMO, MÁXIMO, MÉDIA entre outras tantas.

- **Gráficos e visualizações**

Os gráficos são recursos para representar dados de forma visual, como gráficos e tabelas dinâmicas. Vamos exemplificar:

1º Passo - Vamos selecionar todas as células que farão parte do gráfico. Isso inclui, também, os títulos das colunas para cada eixo. Note que iremos criar um gráfico em função dos dados presentes na planilha, conforme a Figura 42.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2		Mês	Quantidade														
3		Janeiro	25														
4		Fevereiro	38														
5		Março	29														
6		Abril	41														
7		Maio	36														
8		Junho	50														
9		Julho	31														
10		Agosto	28														
11		Setembro	25														
12		Outubro	19														
13		Novembro	26														
14		Dezembro	32														
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	

Figura 42 - Passo a passo para fazer gráficos.

Figura extraída do link: <https://canaltech.com.br/software/como-fazer-grafico-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

2º Passo - Após selecionar o intervalo, basta navegar até a guia INSERIR e escolher o gráfico desejado. Para receber sugestões, clique em “Gráficos recomendados” para conferir quais modelos são mais adequados para os dados. Por fim, clique em uma forma para criar o gráfico, conforme Figura 43.

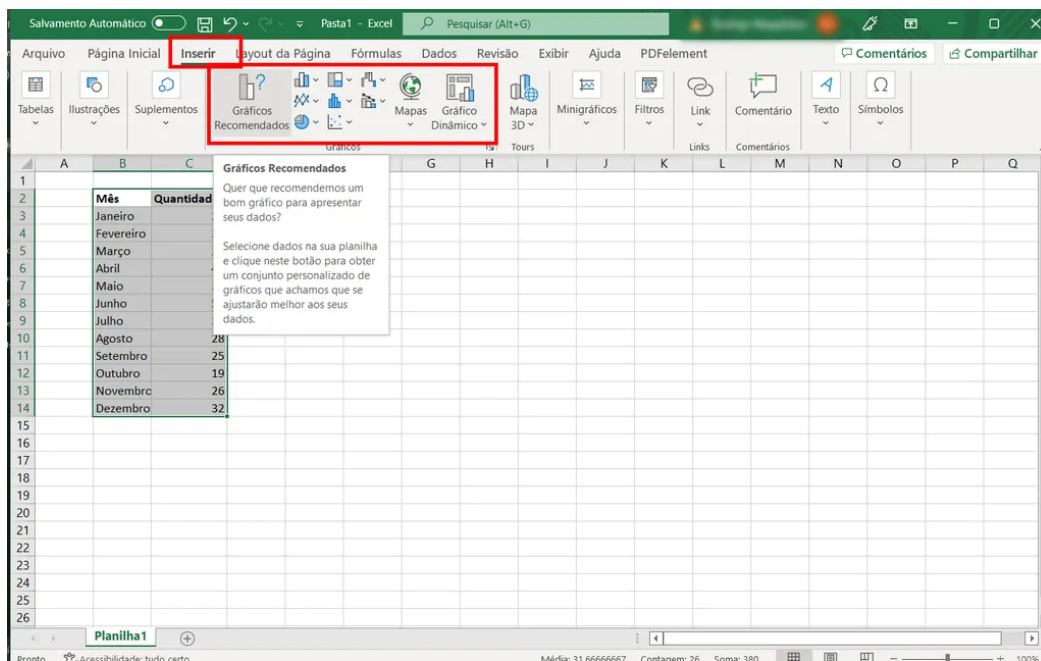


Figura 43 - Passo a passo para fazer gráficos.

Figura extraída do link: <https://canaltech.com.br/software/como-fazer-grafico-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

3º Passo - O gráfico será gerado no Excel, na mesma página (aba) da planilha. Você pode redimensionar e usar o menu superior para alterar o formato e a identidade visual. Ao alterar os dados na planilha, as mudanças serão automaticamente aplicadas no gráfico, conforme Figura 44.

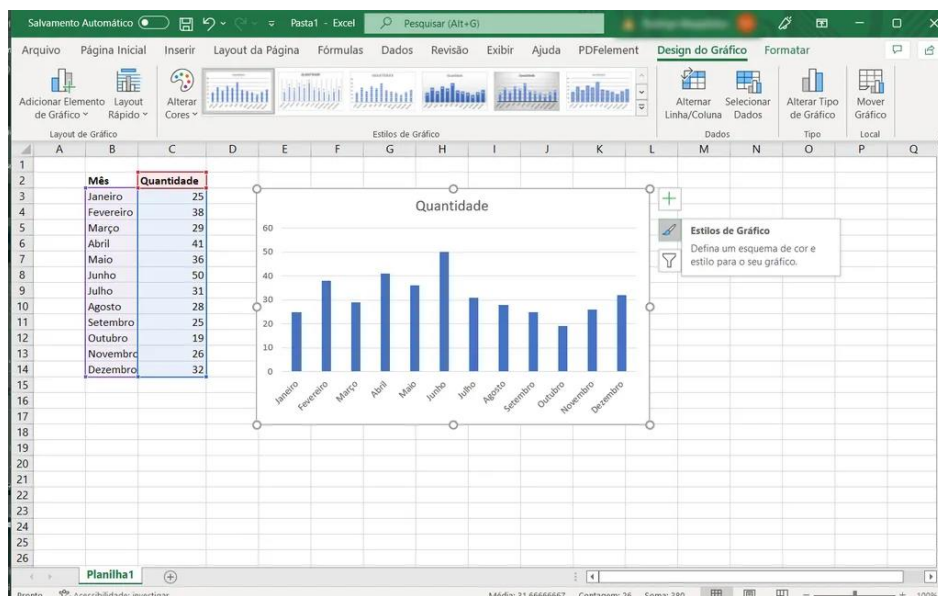


Figura 44 - Passo a passo para fazer gráficos.

Figura extraída do link: <https://canaltech.com.br/software/como-fazer-grafico-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

4º Passo - É possível personalizar o gráfico. Ao lado do arquivo, é possível acessar atalhos para alterar cores e distribuir informações entre os eixos. No ícone de “+”, por exemplo, é possível adicionar ou remover elementos como legendas, títulos, números em cada item, entre outras opções, conforme Figura 45.

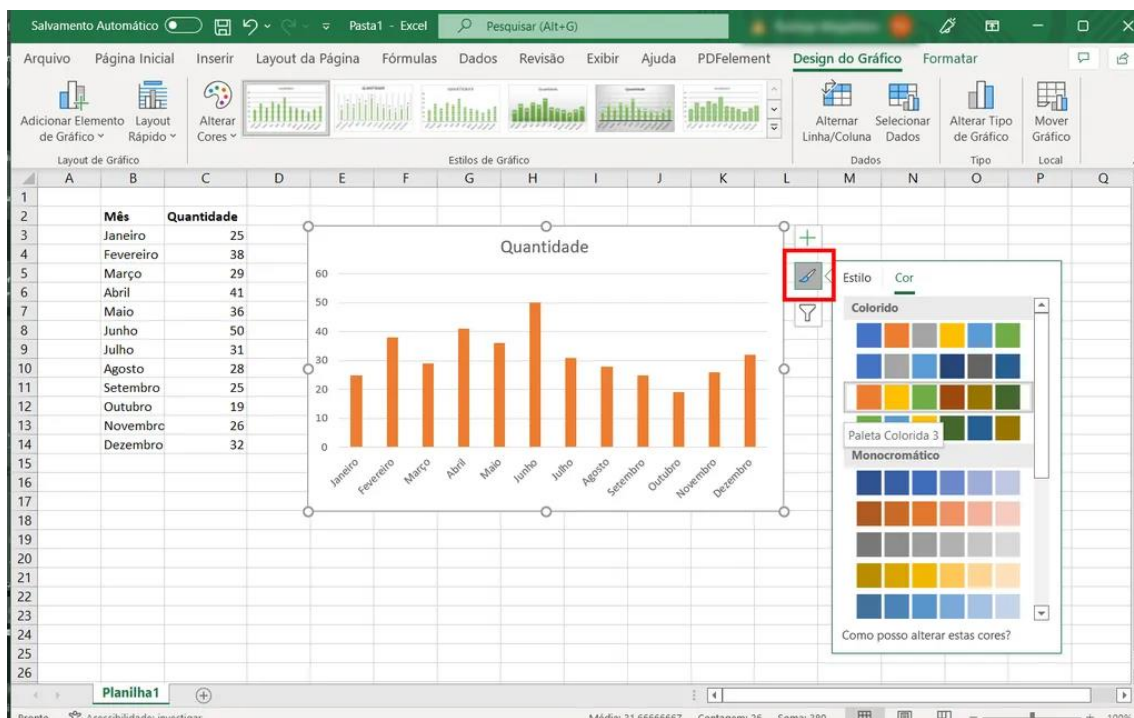


Figura 45 - Passo a passo para fazer gráficos.

Figura extraída do link: <https://canaltech.com.br/software/como-fazer-grafico-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA USANDO PLANILHA ELETRÔNICA

Elaborada por **Ítalo Rodrigues Guedes** durante o curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal de Catalão, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física sob a supervisão do professor **Dr. Mauro Antônio Andreatta**.

INTRODUÇÃO

Este produto educacional é destinado aos professores de Física dos anos finais do ensino fundamental e ensino médio, e pode ser utilizado como uma ferramenta pedagógica de apoio e norteadora aos professores, desenvolvida com base na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e adaptada para potencializar o alcance e aprendizado do ensino de eletromagnetismo, especificamente os assuntos: potência elétrica e consumo de energia elétrica.

Compreendemos que os professores desempenham um papel crucial na formação dos estudantes, guiando-os na compreensão de conceitos desafiadores e preparando-os para enfrentar os desafios do mundo científico. Assim, nosso objetivo foi proporcionar aos professores uma ferramenta que não apenas alinhe-se com as diretrizes curriculares, mas que também promova uma abordagem dinâmica e envolvente para o ensino dos objetos de conhecimentos presentes eletrodinâmica.

Diante das complexidades inerentes aos conceitos de potência elétrica, consumo de energia e a introdução de fontes renováveis, percebemos a necessidade de desenvolver um recurso educacional que não apenas apresente esses tópicos de maneira acessível, mas que também estimule a reflexão, a experimentação prática e a aplicação dos conceitos em contextos do mundo real. Este produto educacional tem o interesse de alinhar tais expectativas, proporcionando aos professores e estudantes uma ferramenta interativa para promover uma compreensão mais profunda e significativa da eletrodinâmica por parte dos estudantes, além do desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas e interpessoais.

Esperamos que este produto educacional não apenas facilite o trabalho dos professores, mas também inspire uma abordagem inovadora, motivadora e aplicada, ao ensinar eletrodinâmica.

OBJETIVOS

Objetivos gerais

- Desenvolver condições para que o estudante adquira os conhecimentos relativos à eletrodinâmica nos temas de potência elétrica e consumo de energia elétrica;
- Compreender a importância e aplicabilidade da potência elétrica no uso cotidiano.

Objetivos Específicos

- **Ativar Conhecimentos Prévios:** Promover uma discussão inicial para ativar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre potência elétrica, consumo de energia e fontes renováveis;
- **Identificar Conceitos-Chave:** Identificar e apresentar os conceitos-chave, como potência elétrica, consumo de energia, e energia solar, ressaltando sua relevância e aplicabilidade;
- **Introduzir Gradualmente os Conceitos:** Introduzir de maneira gradual e estruturada os conceitos, proporcionando exemplos práticos e situações cotidianas que os ilustrem;
- **Explorar Campos Conceituais:** Explorar os campos conceituais de Vergnaud ao demonstrar como os conceitos estão inter-relacionados e como podem ser agrupados em campos conceituais mais amplos;
- **Aplicar a Planilha Eletrônica:** Capacitar os estudantes a aplicarem a planilha eletrônica para análise de dados relacionados à potência elétrica, consumo de energia e viabilidade do uso de energia solar;
- **Analisar Resultados da Planilha:** Incentivar os estudantes a analisarem criticamente os resultados obtidos na planilha, verificando se estão em conformidade com os conceitos teóricos discutidos anteriormente;
- **Refletir sobre Viabilidade da Energia Solar:** Estimular a reflexão dos estudantes sobre a viabilidade do uso de energia solar, considerando fatores como eficiência, custo e tempo de retorno;

- **Estimular Discussões em Grupo:** Promover discussões em grupo para que os estudantes compartilhem suas descobertas, tirem dúvidas e desenvolvam habilidades de comunicação científica;
- **Aplicar Questionários Avaliativos:** Implementar questionários avaliativos em momentos-chave para verificar a compreensão dos estudantes e a evolução de seus conhecimentos ao longo da sequência;
- **Promover Aplicações Práticas e Tomada de Decisão:** Encorajar os estudantes a aplicarem os conhecimentos adquiridos em situações práticas, como a tomada de decisão sobre o uso de energia solar em um contexto específico;
- **Estimular a Reflexão Final:** Finalizar a sequência com uma atividade que incentive a reflexão final dos estudantes, destacando o aprendizado adquirido e as aplicações práticas dos conceitos de eletrodinâmica.

PÚBLICO ALVO

Esta sequência pedagógica foi planejada para ser ministrada tanto para estudantes dos anos finais do ensino fundamental, quanto para os estudantes que já cursam o ensino médio. Não acreditamos que existam pré-requisitos que impeçam a aplicação desta, pois dentre as etapas há um tempo destinado a explanação dos conceitos básicos corrente elétrica e tensão elétrica, que são os conceitos fundamentais para o entendimento de potência elétrica, daí a flexibilização em poder usá-la tanto no ensino fundamental, quanto no ensino médio.

RECOMENDAÇÕES AOS PROFESSORES

Prezados professores:

Para uma implementação eficaz da sequência pedagógica, sugerimos que os professores realizem uma adaptação cuidadosa ao contexto específico de sua instituição, da realidade da sua sala de aula. Ao considerar as características dos estudantes e os recursos disponíveis, essa adaptação garantirá uma integração mais harmoniosa dos conceitos apresentados.

Estimulamos, também, a promoção de discussões em sala de aula, incentivando a participação ativa dos alunos. Essa abordagem colaborativa não apenas enriquecerá as discussões, mas também permitirá que os estudantes compartilhem suas descobertas, tirem dúvidas e desenvolvam habilidades de comunicação científica.

Durante a aplicação da planilha eletrônica, é recomendável que os professores forneçam orientações claras sobre sua utilização, destacando a importância dessa ferramenta na análise de dados relacionados à potência elétrica, consumo de energia e viabilidade do uso de energia solar. Esse direcionamento prático ajudará os alunos a explorarem os conceitos de forma mais eficiente.

Ao explorar a viabilidade do uso de energia solar, sugerimos que os professores destaquem as implicações éticas e ambientais dessa escolha. Integrar essas discussões contribuirá para uma compreensão mais abrangente dos alunos sobre o impacto de suas decisões no meio ambiente e na sociedade.

Durante a sequência, é fundamental realizar avaliações formativas periódicas para monitorar o progresso dos alunos, e disponibilizamos alguns instrumentos ao longo desta sequência pedagógica. O fornecimento de feedback construtivo, enfatizando pontos fortes e oferecendo orientações para áreas de melhoria, será fundamental para o desenvolvimento contínuo dos estudantes ao longo do processo de aprendizado.

ROTEIRO DA SEQUÊNCIA PEDAGÓGICA

As etapas resumidas e o tempo estimado para cumprimento de cada etapa são retratados na tabela abaixo, todavia, nada impede que o professor altere alguma das etapas e o tempo estimado, no intuito de melhor adequação a sua realidade escolar.

Tabela 1 - Roteiro resumido da sequência pedagógica	
Etapa	Descrição
1ª	Levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (1 aula)
2ª	Exposição dos conceitos básicos do tema (5 aulas)
3ª	Uso da planilha eletrônica usando os smartphones (celulares) dos estudantes ou computadores. (3 aulas)
4ª	Avaliação do professor. (1 aula)

1ª ETAPA - DETALHADA

Etapa	Descrição
1ª	<p>Levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes (1 aula)</p> <p>Para esta etapa, com base na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, é feito o levantamento dos conhecimentos prévios do estudante.</p> <p>Para isso, é disponibilizado a seguir o QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTOS PRÉVIOS.</p> <p>Nesta fase não se espera conhecimentos avançados dos estudantes, apenas noções de eletricidade que ele traz consigo em seu campo conceitual. Usando-se desta ferramenta, o professor poderá direcionar melhor a próxima etapa, pois poderá identificar e listar os conceitos-chave que os estudantes possuem sobre o tema.</p> <p>Apesar da disponibilização do questionário, o professor poderá também fazer isso usando outras metodologias, como uma roda de conversa, um debate, com um jogo de perguntas e respostas.</p> <p>Ao final o professor pode tabular o índice de acertos e ter um perfil de conhecimento do estudante e da turma</p>

QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Objetivo deste questionário:

Identificação dos conceitos-chave que o estudante possui, como: carga elétrica, tensão elétrica, eletrodinâmica, corrente elétrica, consumo de energia elétrica.

Após a leitura do texto, responda os itens abaixo:

Para você poder ligar um equipamento elétrico como uma TV, um computador, é necessário que a energia elétrica possa fluir pelos condutores (cabos ou fios) e alimentar o equipamento. Sobre este fenômeno responda as questões abaixo:

01) Para levar a energia elétrica até os equipamentos, qual é o mecanismo existente?

- a) pequenos pedaços de metal que se movem em sintonia
- b) cargas elétricas formando uma corrente elétrica
- c) ondas eletromagnéticas que se propagam
- d) diferença de pressão que arrasta as partículas no condutor.

Resposta: B

As cargas elétricas constituem a corrente elétrica.

02) Qual é a área da Física que estuda esse tema?

- a) Mecânica
- b) Termologia
- c) Ondulatória
- d) Eletromagnetismo

Resposta: D

Especificamente o assunto eletrodinâmica.

03) Qual das palavras está associada a cargas elétricas?

- a) prótons e elétrons
- b) temperatura
- c) pressão atmosférica
- d) luz

Resposta: A

Prótons são as cargas positivas e elétrons as cargas negativas.

04) Preencha as lacunas abaixo com os tipos de cargas elétricas

Os prótons possuem cargas _____ e ficam concentrados no núcleo dos átomos juntamente com os _____ que possuem carga neutra. Já os elétrons possuem cargas _____ e ficam na eletrosfera orbitando ao redor do núcleo.

Respostas: positivas, nêutrons, negativas

05) Qual termo abaixo é similar a fluxo elétrico

- a) força eletromotriz
- b) campo elétrico
- c) corrente elétrica
- d) ondas eletromagnéticas

Resposta: C

Fluxo elétrico, ou corrente elétrica, é o movimento das cargas elétricas no condutor (ou fio) é o que leva a energia elétrica até os equipamentos e permite o funcionamento dos aparelhos elétricos, como a TV, computador.

06) Quando a corrente elétrica flui no corpo humano pode provocar entre outras coisas o choque elétrico que pode ser fatal, ou causar graves queimaduras. Por que ao tocar os polos de uma bateria ou pilha com as mãos secas não levamos choque? Enquanto, que em uma tomada, certamente poderá ter um choque elétrico.

- a) Na tomada a corrente elétrica é do tipo alternada, enquanto na pilha e na bateria é corrente do tipo contínua.
- b) A tensão elétrica ou diferença de potencial - DDP - da pilha e da bateria é bem menor que a da tomada.
- c) A corrente da pilha provoca formigamento, enquanto a da tomada provoca o choque elétrico.
- d) Porque a tomada tem mais energia elétrica acumulada, enquanto na pilha ou na bateria tem uma energia elétrica acumulada menor.

Resposta: B

Para haver a corrente elétrica é necessária uma diferença de potencial elétrico (DDP) ou tensão elétrica

07) (CFTMG 2015) As afirmativas a seguir referem-se às precauções que um técnico eletricista deve tomar com relação à segurança no seu trabalho.

Assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F), para as falsas.

- () O risco de choque elétrico ocorre quando se toca em dois ou mais fios ao mesmo tempo.
- () O eletricista deve usar luvas de borracha adequadas e evitar curtos-circuitos entre dois ou mais fios, quando trabalhar com a rede elétrica energizada.
- () O uso de botas de borracha impede a ocorrência de choques elétricos.

A sequência correta encontrada é

- a) V - V - F.
- b) V - F - F.
- c) F - V - F.
- d) V - F - V.

Resposta: C

[F] - O risco de choque elétrico ocorre quando se toca em dois ou mais fios, energizados, submetidos a diferentes tensões e não devidamente isolados, ao mesmo tempo.

[V] - O eletricista deve usar luvas de borracha adequadas e evitar curtos-circuitos entre dois ou mais fios, quando trabalhar com a rede elétrica energizada.

[F] - O uso de botas de borracha impede a ocorrência de choques elétricos apenas entre o corpo da pessoa e um outro contato externo, mas não protege de choques entre diferentes partes do corpo.

08) (CFTMG 2013) O meio que conduz melhor a eletricidade é a(o)

- a) ar, devido à facilidade de propagar o relâmpago.
- b) metal, porque possui maior número de cargas livres.
- c) plástico, pois deriva-se do petróleo, grande fonte de energia.
- d) madeira, uma vez que as árvores atraem raios em dias de tempestade.

Resposta: B

Os melhores condutores de eletricidade são os metais porque possuem os elétrons da camada mais externa mais fracamente ligados ao núcleo, sendo facilmente transportados, quando se estabelece uma diferença de potencial entre os terminais do condutor.

09) (UTFPR 2011) A passagem da corrente elétrica pode produzir calor. Instalações elétricas mal feitas, uso de materiais de baixa qualidade ou desgaste de materiais antigos podem provocar curto-circuito. Para evitar-se riscos de incêndios, as instalações elétricas devem conter um dispositivo de segurança denominado:

- a) fuzil.
- b) resistor.
- c) estabilizador de tensão.
- d) disjuntor.
- e) relógio de luz.

Resposta: D

Os disjuntores são dispositivos modernos que desligam quando a corrente atinge valores além dos pré-dimensionados, como no caso das sobrecargas e dos curtos-circuitos.

10) Ao final do mês quando chega a fatura de energia em sua residência, o valor cobrado se refere a:

- a) consumo de energia elétrica - medida em kWh (quilowatt-hora)
- b) potência dos equipamentos que você possui - medida em kW (quilowatt)
- c) corrente elétrica que circulou na instalação elétrica - medida em A (amperes), conhecida como amperagem.
- d) tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico - medida em V (volt), conhecida como voltagem.

Resposta: A

O valor cobrado se refere ao consumo de energia elétrica consumida em kWh.

2ª ETAPA - DETALHADA

Etapa	Descrição
2ª	<p>Exposição dos conceitos básicos do tema (5 aulas)</p> <p>A fim de propiciar a construção básica dos conhecimentos teóricos, o professor poderá expor os objetos de conhecimento:</p> <ul style="list-style-type: none">- Corrente elétrica;- Tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico (DDP);- Potência elétrica.- Consumo de energia elétrica (energia elétrica consumida). <p>É muito importante que o professor agregue a esses conceitos exemplos práticos e embase-os com conceitos-chave listados na etapa anterior como: choque elétrico, queima dos aparelhos ao serem ligados em tensão inadequada, consumo de energia na sua residência.</p> <p>Para esta etapa, sugerimos que o professor exponha os assuntos no quadro pela otimização do tempo e facilidade em expor os assuntos, além disso, a resolução de problemas para exemplificação e aplicação dos assuntos expostos no quadro contribui bastante para o estudante assimilar as informações.</p> <p>No entanto, nada impede que o professor enriqueça as aulas com aplicações, simulações, recursos multimídias.</p> <p>Ao término desta etapa, sugerimos que o professor aplique, em sala se houver tempo, ou como atividade para casa, o QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO I - disponibilizado abaixo:</p> <p>Ao final o professor pode tabular o índice de acertos e ter um perfil de conhecimento do estudante e da turma, assim poderá metrificar o nível de aprendizado dos estudantes</p>

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO I

Objetivo deste questionário:

Quantificar os conhecimentos assimilados até a 2ª etapa, antes da utilização da planilha eletrônica disponibilizada.

01) (CFTMG 2012) A corrente elétrica nos materiais sólidos, líquidos e gasosos depende da existência de grande quantidade de portadores de carga elétrica livres. Dos materiais apresentados a seguir, aquele que atende a essa condição é

- a) a água pura, no estado líquido.
- b) o ar atmosférico, em um dia bem seco.
- c) o diamante puro, em estado sólido natural.
- d) o alumínio sólido, à temperatura ambiente.

Resposta: D

Das substâncias apresentadas, a única condutora é o alumínio sólido, à temperatura ambiente.

02) (UTFPR 2018) Assinale a alternativa correta.

A grandeza intensidade de corrente elétrica tem como unidade de medida ampère e essa unidade é definida pela razão (divisão) entre duas outras unidades, que são, respectivamente,

- a) coulomb e segundo.
- b) volt e segundo.
- c) coulomb e volt.
- d) joule e volt.
- e) volt e ohm.

Resposta: A

A corrente elétrica é a medida do fluxo de carga por unidade de tempo:

$$i = \frac{Q \text{ [coulomb]}}{t \text{ [segundo]}}$$

03) (UTFPR 2012) O chuveiro elétrico esquenta porque, apresenta uma _____ que aquece a água, quando passa uma _____ elétrica. A este fenômeno chamamos de Efeito _____.

Assinale a única alternativa que completa o texto acima, de forma correta.

- a) aceleração, energia potencial, Cascata.
- b) energia cinética, força peso, Joule.
- c) resistência elétrica, aceleração, Cascata.
- d) queda de temperatura, corrente, Joule.
- e) resistência elétrica, corrente, Joule.

Resposta: E

O chuveiro elétrico apresenta um RESISTOR que possui uma resistência elétrica. O que aquece a água é o calor liberado no resistor pela passagem de corrente elétrica. A esse fenômeno damos o nome de Efeito Joule.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O crescimento desordenado, a falta de infraestrutura, os problemas sociais e a desonestidade de alguns acarretam um tipo de furto na rede elétrica conhecido como “gato”. Há dois tipos de “gato”:

1. Dos que alteram o medidor para pagarem menos energia elétrica do que realmente gastaram;
2. Dos que fazem ligações clandestinas na rede elétrica, puxando fios diretamente dos postes da rua para o interior das casas, sem pagar qualquer valor pela energia.

Em ambos os casos, a população é duplamente prejudicada: podem ocorrer interrupções no fornecimento, devido ao aumento descontrolado no consumo, e o valor correspondente a energia roubada é rateado pelos outros pagantes.

(Disponível em: www.mundodaeletrica.com.br/perigo-dos-gatos-na-rede-eletrica, acesso em 26/08/2018. Adaptado. Acessado em 18/09/18.)

Com base nas informações fornecidas, responda ao que se pede:

04) (COTIL 2019) O “gato” do caso 2 já foi o causador de inúmeros incêndios. Eles ocorreram porque:

- a) essas habitações normalmente eram de luxo e faziam uso de equipamentos de altíssima potência em corrente contínua, como saunas e aquecedores de piscina.
- b) a instalação foi feita por eletricitistas que desconheciam a técnica do curto-circuito.
- c) os fios traziam energia elétrica de alta tensão.
- d) não foram usados disjuntores e a sobrecarga aquecia a fiação, causando curto-circuito.

Resposta: D

Como as ligações são feitas em paralelo, cada habitação “puxa” a sua corrente. Sem dispositivo de proteção (fusível ou disjuntor) a rede fica sobrecarregada com uma corrente total muito alta, aumentando significativamente a potência dissipada por efeito Joule o que provoca sobreaquecimento na fiação. Com o tempo, o encapamento isolante dos fios se deteriora e, sem essa proteção, havendo contato entre os fios, ocorrem curtos-circuitos e, conseqüentemente, os incêndios.

05) (UTFPR - 2014) Num dia frio, certo chuveiro elétrico é ligado para dissipar uma potência de 7200 W. Se o tempo em que permanece ligado é de dez minutos, a energia elétrica que consome, em kWh, é de:

- a) 1,5.
- b) 1,8.
- c) 2,2.
- d) 3,0.
- e) 1,2.

Resposta: E

Dados: $P = 7.200 \text{ W} = 7,2 \text{ kW}$;

$$E = P \cdot \Delta t = 7,2 \cdot \frac{1}{6} \Rightarrow \boxed{E = 1,2 \text{ kWh}}$$

06) (CPS - 2019) Um estudante avaliou o tempo diário do uso do chuveiro em sua casa no decorrer de trinta dias consecutivos, o que permitiu a construção do quadro.

Morador	Tempo diário em minutos
Mãe	20
Pai	15
Irmã	20
Irmão	5
Ele próprio	30

Sabendo que o chuveiro de sua casa tem potência de 2800 W o estudante calculou que, no período avaliado, o consumo de energia em sua casa, devido ao uso do chuveiro, foi, aproximadamente, de

- a) 90 kWh.
- b) 105 kWh.
- c) 125 kWh.
- d) 140 kWh.
- e) 155 kWh.

Resposta: C

A potência do chuveiro é: $P = 2.800W = 2,8kW$.

O tempo mensal (30 dias) de uso é: $\Delta t = 30(20 + 15 + 20 + 5 + 30) = 2.700 \text{ min} = 45h$.

Calculando a energia consumida:

$$\Delta E = P \cdot \Delta t = 2,8 \times 45 \Rightarrow \boxed{\Delta E = 126 \text{ kWh}}$$

07) (IFSP - 2014) Dispositivos elétricos que aquecem, geralmente, consomem mais energia que outros equipamentos mais simples. Para definirmos o quanto de energia cada equipamento consome, devemos saber a sua potência nominal e quanto tempo ele fica ligado na rede elétrica. Essa energia é medida então em **kWh**. Observando a inscrição de três equipamentos, Guliver anota numa tabela os seguintes dados dos equipamentos:

	Corrente elétrica (A)	Tensão nominal (V)	Potência (W)
Equipamento A	20	220	4400
Equipamento B	15	120	1800
Equipamento C	10	220	2200

Se os equipamentos ficarem ligados 2 h por dia durante 20 dias no mês, podemos concluir que a energia elétrica nominal consumida em **kWh** nesse período é de, aproximadamente,

- a) 600.
- b) 550.
- c) 426.
- d) 336.
- e) 244.

Resposta: D

A potência total dos três equipamentos é:

$$P = 4.400 + 1.800 + 2.200 = 8.400 \text{ W} \Rightarrow P = 8,4 \text{ kW}.$$

O tempo de operação é:

$$\Delta t = 2 \cdot 20 = 40 \text{ h}.$$

Calculando o consumo de energia:

$$E = P \cdot \Delta t = 8,4 \cdot 40 \Rightarrow \boxed{E = 336 \text{ kWh}}$$

08) (CPS - 2015) A Companhia do Latão é um grupo de teatro influenciado pela obra de Bertolt Brecht cujas peças criticam a sociedade atual. Os cenários são simples e despojados e dão margem à imaginação da plateia, fazendo-a cúmplice dos atores e, em muitas ocasiões, parte do espetáculo.

Na criação da atmosfera cênica na peça *Ópera dos Vivos*, a Companhia utilizou 8 baldes plásticos vermelhos, cada um deles com uma lâmpada de 150 W em seu interior.



Camponês na *Ópera dos Vivos*
Foto: Sergio de Carvalho

Se todas essas lâmpadas fossem mantidas acesas durante meia hora, ao longo da apresentação, a energia utilizada por elas seria, em quilowatt-hora,

- a) 0,6
- b) 0,8
- c) 0,9
- d) 1,2
- e) 1,5

Resposta: A

$$\Delta E = n \cdot P \cdot \Delta t = 8 \times 150 \times 0,5 \Rightarrow \boxed{\Delta E = 600 \text{ Wh}} = 0,6 \text{ kWh}$$

09) (CFTMG - 2013) Uma pessoa verificou que o ferro elétrico de 1.000 W, por ficar muito tempo em funcionamento, causa gasto excessivo na sua conta de energia elétrica. Como medida de economia, ela estabeleceu que o consumo de energia desse aparelho deveria ser igual ao de um chuveiro de 4.400 W ligado durante 15 minutos. Nessas condições, o tempo máximo de funcionamento do ferro deve ser, em minutos, igual a

- a) 22.
- b) 44.
- c) 66.
- d) 88.

Resposta: C

Dados: $P_f = 4.400 \text{ W}$; $\Delta t_f = 15 \text{ min}$; $P_c = 1.000 \text{ W}$

Para um mesmo consumo de energia, temos:

$$E_f = E_c$$

$$P_f \cdot \Delta t_f = P_c \cdot \Delta t_c$$

$$\Delta t_f = \frac{P_c \cdot \Delta t_c}{P_f}$$

$$\Delta t_f = \frac{4.400 \cdot 15}{1.000} = 66 \text{ min}$$

10) (IFSUL 2015) João, assustado com o aumento do valor de sua conta de luz, resolveu fazer um estudo sobre o consumo de energia elétrica em sua residência. Morador de um apartamento com um quarto, uma sala, uma cozinha e um banheiro, fez uma estimativa do tempo de uso de cada item que “consome” energia elétrica em cada cômodo da residência. Para tanto, ele elaborou a tabela abaixo.

Cômodo	Item	Potência (Watts)	Tempo de uso diário (em horas)
Quarto	1 Computador	300	5
	1 Lâmpada fluorescente	20	5
Cozinha	1 Forno de Micro-ondas	1200	0,25
	1 Lâmpada fluorescente	20	2,5
Sala	1 TV	100	5
	1 Aparelho de TV a cabo	80	5
	1 Lâmpada fluorescente	20	5
Banheiro	1 chuveiro	3400	0,5
	1 Lâmpada fluorescente	20	2,5

Considerando os dados da tabela e que o custo de 1 kWh é R\$ 0,70, quantos kWh (quilowatt-hora) os itens do seu apartamento consomem por mês (30 dias) e qual é o custo total do valor estimado de sua conta de luz?

- a) 141 kWh e R\$ 98,70
- b) 154,8 kWh e R\$ 108,36
- c) 158,67 kWh e R\$ 111,07
- d) 544 kWh e R\$ 380,80

Resposta: A

O consumo mensal é:

Cômodo	Item	Potência (Watts)	Tempo de uso diário (em horas)	Consumo (Watt-hora)
Quarto	1 Computador	300	5	1.500
	1 Lâmpada fluorescente	20	5	100
Cozinha	1 Forno de Micro-ondas	1200	0,25	300
	1 Lâmpada fluorescente	20	2,5	50
Sala	1 TV	100	5	500
	1 Aparelho de TV a cabo	80	5	400
	1 Lâmpada fluorescente	20	5	100
Banheiro	1 chuveiro	3400	0,5	1.700
	1 Lâmpada fluorescente	20	2,5	50
			Total	4.700

O consumo mensal C é:

$$C = 4.700 \times 30 = 141.000 \text{ W} \cdot \text{h} \Rightarrow \boxed{C = 141 \text{ kWh}}$$

Calculando o gasto mensal G:

$$G = 141 \times 0,70 \text{ W} \cdot \text{h} \Rightarrow \boxed{G = \text{R\$ } 98,70}$$

3ª ETAPA - DETALHADA

Etapa	Descrição
3ª	<p>Uso da planilha eletrônica usando os smartphones (celulares) dos estudantes ou computadores. (3 aulas)</p> <p>Nela os estudantes deverão fazer o levantamento das potências elétricas dos equipamentos em suas casas e o tempo de utilização de cada aparelho. Por isso sugerimos mais de uma aula, assim o estudante poderá vivenciar em sua residência os assuntos trabalhados em sala de aula. Aqui esperamos que os estudantes consigam assimilar com maior naturalidade as grandezas elétricas e quantificá-las, isto é, refletir se é plausível os valores encontrados; se não forem, o que está errado? O que deve ser revisto?</p> <p>Por fim, o estudo da viabilidade de uso da energia solar (fotovoltaica) em sua residência, para tanto, a planilha mostra o tempo de retorno do investimento.</p> <p>Indicamos que o estudante utilize o aplicativo Excel® (da Microsoft, que requer assinatura paga) ou Planilhas (do Google, que não requer assinatura paga, mas exige cadastro).</p> <p>Sugestão de passos / instruções para aplicação da planilha eletrônica:</p> <p><u>Aula 1</u></p> <p>IV. Instruir os estudantes a instalarem em seus computadores ou smartphones os aplicativos (Planilhas - Google ou Excel® - Microsoft).</p> <p>V. Noções básicas sobre planilhas, para facilitar, disponibilizamos no APÊNDICE algumas instruções.</p> <p>VI. Baixar a planilha eletrônica disponível no ABAIXO</p> <p><u>Aula 2</u></p> <p>IV. Preencher com os estudantes alguns exemplos, tentando estimular o campo conceitual dos conhecimentos prévios e das aplicações que a planilha possibilita.</p> <p>V. Mostrar aos estudantes como se identifica a etiqueta elétrica dos equipamentos elétricos</p> <p>VI. Deixar como atividade de casa que os estudantes façam o levantamento dos equipamentos que possuem em suas residências, a quantidade e o tempo de utilização.</p> <p><u>Aula 3</u></p> <p>II. Após o levantamento dos equipamentos realizado pelos estudantes é a hora de aparar as arestas e perceber se os resultados obtidos na planilha são compatíveis com o valor que a família paga de energia consumida mensal.</p> <p>Nesta aula o professor poderá avaliar de forma qualitativa o envolvimento dos estudantes e perceber se eles expandiram o</p>

	campo conceitual no que tange aos conhecimentos de eletrodinâmica, pois trata-se de uma aplicação prática que trabalha a compreensão dos conceitos trabalhados em sala de aula.
--	---

PLANILHA ELETRÔNICA



A planilha está disponível no site:

- Publicação com instruções

<https://italovector.com.br/07-planilha-de-viabilidade-de-energia-solar/>

- Link com a planilha

<https://italovector.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Planilha-Consumo-e-Viabilidade-Energ%C3%A9tica-1.0.xlsx>

Imagens da planilha:

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

- Header:** Planilhas - Simuladores de Física - Estudo de Viabilidade - Energia Solar
- Text:** Esta planilha se destina a aplicação dos conceitos de Potência e Consumo de Energia também a fazer um estudo de viabilidade do uso de energia solar... Para tanto, basta você preencher os campos em branco... Vamos lá!
- Form:**

Colégio: _____
Série: _____ Turma: _____
Nome: _____
- Image:** ITA APROVADO logo with a cartoon character.
- Text:** Visite nosso site e veja mais: italovector.com.br
- Table 1 - Explicação Teórica:**

Sabemos que: $Pot = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ E assim: $\Delta E = Pot \cdot \Delta t$

Existem duas unidades para o ΔE (Consumo de Energia):
J (Joule) e o KWh (Quilowatt-hora)

Vamos Entender melhor as unidades: Para transformar as unidades usamos a relação

$J = W \cdot s$
ou
 $KWh = KW \cdot h$

$1KWh \rightarrow 3,6 \cdot 10^6 J$

Figura 1 - Planilha eletrônica - Imagem 1.
Fonte: o autor (2023)

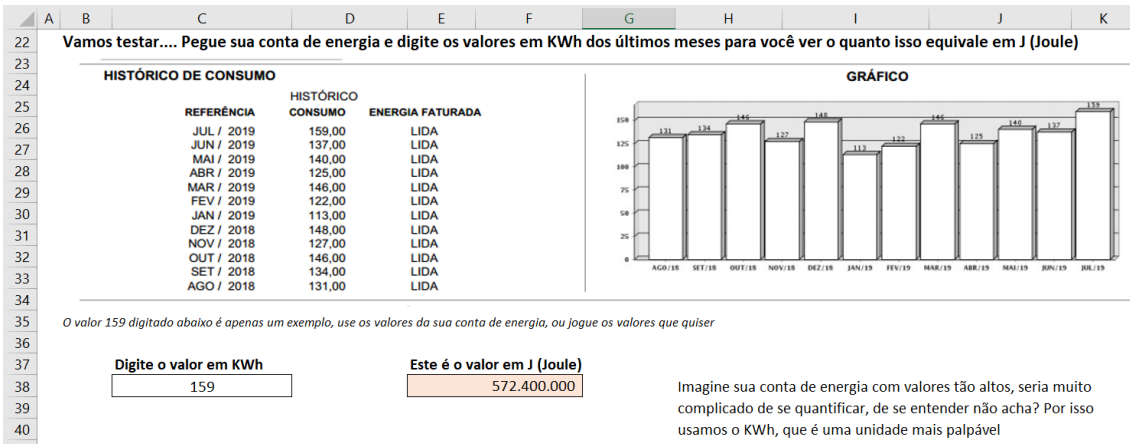


Figura 2 - Planilha eletrônica - Imagem 2.
 Fonte: o autor (2023)

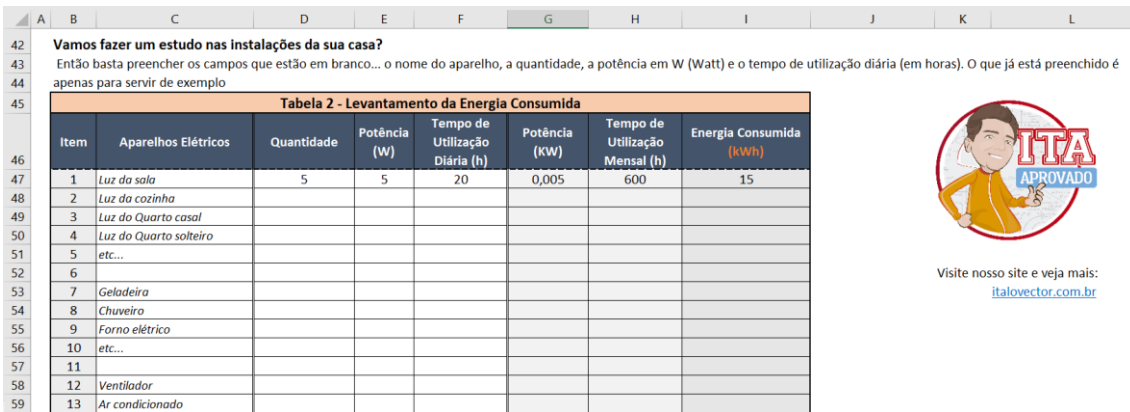


Figura 3 - Planilha eletrônica - Imagem 3.
 Fonte: o autor (2023)

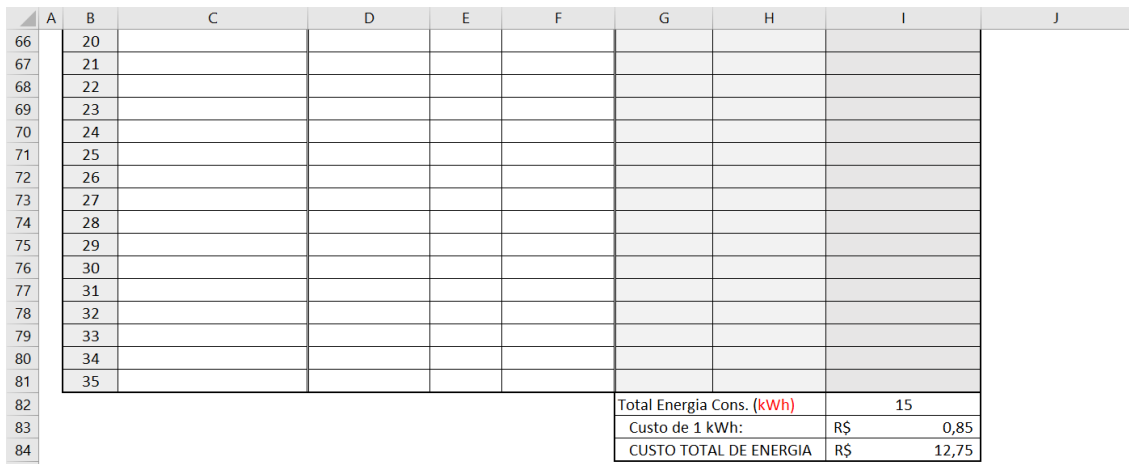


Figura 4 - Planilha eletrônica - Imagem 4.
 Fonte: o autor (2023)

Tabela 3 - Viabilidade da Energia Solar						
Tipo de Instalação	Valor do Investimento	Consumo Mensal (kWh)	Qual opção Usar	Valor Gasto Mensal	Tempo de Retorno (meses)	Tempo de Retorno (anos)
Básico Residencial até 216 kWh	R\$ 13.500,00	15,00	PODE	R\$ 12,75	1059	88
Plus Residence maior até 432 kWh	R\$ 23.900,00	15,00	PODE	R\$ 12,75	1875	156
Top Residence maior até 720 kWh	R\$ 34.900,00	15,00	PODE	R\$ 12,75	2737	228

Figura 5 - Planilha eletrônica - Imagem 5.

Fonte: o autor (2023)

Informações relevantes:

A **Figura 1** mostra o cabeçalho da planilha em que o estudante poderá preencher seus dados e isso pode ajudar o professor na diferenciação dos arquivos. Essa parte da planilha também mostra os conceitos básicos de potência elétrica e as unidades utilizadas, sendo uma boa oportunidade para desenvolvimento e exploração dos campos conceituais dos estudantes, lembrando conceitos trabalhados nas aulas anteriores.

A **Figura 2** retrata a parte da planilha em que ocorre uma exploração dos campos conceituais no que tange a unidades de medida da energia elétrica consumida. O estudante poderá substituir valores em kWh (quilowatt-hora) e obter esses valores convertidos em J (joule) e assim refletir qual a unidade mais indicada para ser indicada nas faturas de energia elétrica.

A **Figura 3** e a **Figura 4** se referem a parte de levantamento da energia consumida por aparelho elétrico, uma clara aplicação dos conhecimentos já trabalhados em sala de aula nas etapas anteriores. A planilha vem pré-preenchida com alguns dados para servir de modelo e o estudante poderá alterar as células das colunas C, D E F, com os equipamentos, a quantidade, a potência em W (watt) e o tempo de utilização diária em h (horas), sendo o cálculo da energia consumida feito automaticamente. As demais células foram bloqueadas para que não haja algum dano acidental a alguma fórmula.

A **Figura 5** mostra o estudo de viabilidade da energia solar de acordo com a quantidade de energia consumida totalizada na tabela 2. Uma clara ampliação do campo conceitual dos estudantes, visto que além de trabalhar os conceitos de potência elétrica,

energia consumida, agora eles poderão explorar a geração de energia a partir de fontes renováveis.

Para identificação das informações elétricas dos aparelhos na casa dos estudantes, mostre as figuras 6 e 7 abaixo:



Figura 6 - Exemplo 1 - Dados nominais de aparelhos elétricos.
Fonte: <https://br.pinterest.com/>



Figura 7 - Exemplo 2 - Dados nominais de aparelhos elétricos.
Fonte: <https://br.pinterest.com/>

- **Problemas esperados e como resolvê-los?**

- Não conseguir encontrar as informações elétricas (dados nominais) de alguns aparelhos ou lâmpadas, ou porque não tem, ou porque são de difícil acesso.

Como resolver? Com o modelo do equipamento, por exemplo uma geladeira, é possível pesquisar a potência na internet ou usar tabelas de potência para se ter uma noção.

- Valores totais de energia consumida muito acima da normalidade.

- Nenhuma das opções de energia renovável (placa fotovoltaica compatível).

Como resolver? Dimensionamento correto do tempo de utilização dos aparelhos.

- **Reflexões e questionamentos sugeridos:**

- Por mais que você se alongue às vezes no banho, é pouco provável ter 30 banhos de 1 hora cada; se na sua residência tem mais de 1 chuveiro, tente dimensionar quanto é o tempo de utilização diário de cada chuveiro.

- A lâmpada da sala que “vive acesa”, será mesmo que ela fica ligada por tanto tempo?

- A geladeira, será que você deve considerar mesmo 24 horas? Lembre-se que o motor dela atua em alguns momentos e em outros desliga.

- O secador que você usa apenas 3 vezes por semana, como você deve fazer o cálculo diário para colocar na planilha? Lembre-se de dividir a quantidade de horas dele total por semana por 7, assim você terá uma média do consumo diário... Isso vale para o ar-condicionado, ferro elétrico, forno elétrico e demais equipamentos.

4ª ETAPA - DETALHADA

Etapa	Descrição
4ª	<p>Avaliação do professor da sequência pedagógica. (1 aula)</p> <p>Agora que o estudante pode aprender os conceitos usando os campos conceituais, pois:</p> <p>Situação (S): a situação é o contexto no qual está sendo aplicado o conceito de potência elétrica, ou seja, o uso de aparelhos elétricos em casa, tornando assim, o conceito de potência elétrica significativo.</p> <p>Invariantes Operacionais (I): são as regras associadas ao conceito (objetos, propriedades, relações) que instituem o conceito, ou seja, são as operações básicas que se deve aplicar para calcular a potência elétrica. Em nosso exemplo, a fórmula fundamental para calcular a potência elétrica (P) é $P = i \times U$, em que "P" é a potência, "i" é a corrente elétrica (amperagem) e "U" é a tensão (voltagem). Essa é a regra principal que não muda, independentemente de qual aparelho está sendo avaliado, e por isso os invariantes operatórios são ditos componentes constantes dos esquemas.</p> <p>Representação (R): As representações são as maneiras de mostrar e calcular a potência elétrica. Neste caso, nossa planilha eletrônica contribuiu para esta etapa sendo uma representação porque usa-se números e fórmulas para mostrar como a potência é calculada.</p> <p>Assim o conceito foi aplicado em uma situação prática, tornando-o significativo.</p> <p>Portanto, é exequível fazer uma avaliação.</p> <p>Algumas sugestões de como avaliar o aprendizado dos alunos:</p> <p>1ª Forma: Sugerimos que o professor institua um prazo e consiga receber as planilhas finalizadas de forma digital em algum correio eletrônico ou possa avaliar os estudantes ao visualizar em sala de aula o arquivo de cada estudante.</p> <p>2ª Forma: Além disso, o professor poderá pedir ao estudante um pequeno relato sobre os trabalhos desenvolvidos em que o aluno será instigado a responder as questões: - <i>O valor da conta de energia encontrado na planilha se aproximou do valor mensal que sua família paga? Se isso não tiver ocorrido o que está errado?</i></p>

	<p>(Provavelmente será o tempo de utilização dos aparelhos que o estudante superdimensionou, ou então as potências dos equipamentos e aparelhos que estão erradas)</p> <p>- <i>É viável e vantajoso para a família do estudante o uso de energia solar? Se for, o estudante comunicou isso a família?</i></p> <p>(O estudante poderá mostrar a sua família as vantagens do uso de energia solar, que vão além do fator econômico, pois é uma energia limpa e renovável, sem a emissão de gases poluentes).</p> <p>3ª Forma: usando o QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO II - disponibilizado abaixo:</p>
--	---

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO II

Objetivo deste questionário:

Quantificar os conhecimentos assimilados após a 3ª etapa, feita a utilização da planilha eletrônica disponibilizada.

-
- 01)** (IFCE 2016 - ADAPTADA) Em um chuveiro elétrico os valores da potência e da tensão elétrica valem 6.600 W(watts) e 220 V (volts), respectivamente. Quando o chuveiro estiver ligado, o valor da corrente elétrica que circula nele, em ampères, vale
- 15.
 - 20.
 - 30.
 - 35.
 - 40.

Resposta: C

Da expressão que relaciona tensão, potência e corrente: $P = i \cdot U$

P = potência elétrica, em watts (W);

U = tensão ou diferença de potencial, em volts (V);

i = intensidade da corrente elétrica, em ampères (A).

$$P = i \cdot U \Rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{6.600}{220} \Rightarrow \boxed{i = 30A}$$

-
- 02)** (CFTMG 2018) No circuito elétrico das residências, há algumas chaves disjuntores de segurança que se desligam automaticamente em caso de sobrecarga. Na cozinha de uma casa pode ocorrer de funcionarem, ao mesmo tempo, uma geladeira de 1.000 W um forno de 2.100 W uma lâmpada de 50 W e um liquidificador de 150 W Se essa casa possui uma rede elétrica de 110 V, o disjuntor da cozinha deve ser capaz de suportar uma corrente, em amperes, de, no mínimo,
- 15.
 - 30.
 - 45.

d) 60.

Resposta: B

A intensidade da corrente i pode ser calculada com a expressão da potência elétrica:

$$P = i \cdot U$$

Somando as potências dos aparelhos e aplicando na equação, temos:

$$P_{total} = 1000 + 2100 + 50 + 150 \therefore P_{total} = 3300 \text{ W}$$
$$P = i \cdot U \Rightarrow 3300 = i \cdot 110 \Rightarrow i = \frac{3300}{110} \therefore i = 30 \text{ A}$$

Esse seria o máximo valor de corrente suportada pelo disjuntor sem ocorrer o desligamento devido à sobrecarga.

03) (IFSUL 2016) As lâmpadas de LED são muito mais eficientes do que as lâmpadas incandescentes. A tabela abaixo permite perceber essa diferença, basta comparar os valores de potência elétrica para os dois diferentes tipos de lâmpadas. Para cada linha da tabela, o fluxo luminoso é o mesmo (lumens), diferindo apenas no valor da potência elétrica que cada lâmpada precisa para atingir o mesmo resultado luminoso.

Fluxo Luminoso	Lâmpada Incandescente	Lâmpada LED
300 lumens	30 W	4 W
470 lumens	45 W	6 W
810 lumens	60 W	10 W
1.100 lumens	75 W	12 W
1.700 lumens	100 W	20 W
Vida útil	1 ano	15 - 20 anos

Nesse contexto, suponha que, em uma residência, sejam trocadas dez lâmpadas incandescentes de 100 W por dez lâmpadas de LED de mesmo fluxo luminoso. Considere que cada lâmpada permanece ligada 3h por dia e que o custo do kWh é igual a 0,90. Qual é, aproximadamente, a economia gerada na conta de luz com a troca das lâmpadas ao final de trinta dias?

- a) R\$ 72,00
- b) R\$ 64,20
- c) R\$ 18,00
- d) R\$ 16,20

Resposta: B

Da tabela, para lâmpadas de 100 W, a economia é de 80 W por lâmpada. Para 10 lâmpadas, a economia é:

$$P = 800 \text{ W} = 0,8 \text{ kW}$$

A economia de energia é:

$$\Delta E = P \cdot \Delta t = (0,8 \text{ kW}) \times \left(3 \frac{\text{h}}{\text{dia}}\right) \times (30 \text{ dias}) = 72 \text{ kWh}$$

A quantia economizada é:

$$G = 72 \times 0,90 \Rightarrow G = \text{R\$ } 64,80.$$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O texto a seguir refere-se à(s) questão(ões) propostas abaixo.



“No dia 20 de dezembro de 2013, a 68ª Sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o ano de 2015 como o Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas em Luz (International Year of Light and Light-based Technologies – IYL 2015).

Ao proclamar um Ano Internacional com foco na ciência óptica e em suas aplicações, as Nações Unidas reconhecem a importância da conscientização mundial sobre como as tecnologias baseadas na luz promovem o desenvolvimento sustentável e fornecem soluções para os desafios mundiais nas áreas de energia, educação, agricultura, comunicação e saúde. A luz exerce um papel essencial no nosso cotidiano e é uma disciplina científica transversal obrigatória para o século XXI. Ela vem revolucionando a medicina, abrindo a comunicação internacional por meio da internet e continua a ser primordial para vincular aspectos culturais, econômicos e políticos da sociedade mundial.”

(<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/ia/about-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/> Acesso em 10 de set. 2015)

04) (CFTRJ 2016) Células fotoelétricas ou fotovoltaicas são dispositivos capazes de transformar a energia luminosa, proveniente do Sol ou de outra fonte de luz, em energia elétrica. O conjunto de células fotoelétricas é chamado *Placa Fotovoltaica*, e o uso hoje é bastante comum em lugares afastados da rede elétrica convencional. Existem placas de várias potências e diferentes tensões para os mais diversos usos.

Uma placa fotovoltaica com 72,0 W de potência de pico, por exemplo, é capaz de prover uma diferença de potencial de 12,0 V. Qual a corrente elétrica gerada por esta placa?

- a) 864 A.
- b) 90 A.
- c) 12 A.
- d) 6 A.

Resposta: D

A potência elétrica em função da corrente é dada por: $P = i \cdot U$

Assim,

$$i = \frac{P}{U} \Rightarrow i = \frac{72W}{12V} \therefore i = 6A$$

05) (CFTMG 2014) Em uma residência com 4 pessoas, cada uma delas utiliza diariamente um chuveiro de 4800 W ligado por 10 min durante o banho. Além disso, essa casa é iluminada por 10 lâmpadas fluorescentes de 20 W cada. Para que o consumo de energia

dessas lâmpadas seja o mesmo do chuveiro em 30 dias, elas devem ficar ligadas continuamente durante

- a) 2 dias.
- b) 5 dias.
- c) 15 dias.
- d) 20 dias.

Resposta: D

A energia consumida deve ser a mesma nos dois casos:

$$E_1 = E_2$$

$$4P_1 \cdot \Delta t_1 = 10P_2 \cdot \Delta t_2$$

$$4 \cdot 4.800 \cdot 10 \cdot 30 = 10 \cdot 20 \cdot \Delta t_2$$

$$\Delta t_2 = 28.800 \text{ min}$$

$$\Delta t_f = \frac{28.800}{24 \cdot 60} = 20 \text{ dias}$$

06) (CFTMG 2013) O meio que conduz melhor a eletricidade é a(o)

- a) ar, devido à facilidade de propagar o relâmpago.
- b) metal, porque possui maior número de cargas livres.
- c) plástico, pois deriva-se do petróleo, grande fonte de energia.
- d) madeira, uma vez que as árvores atraem raios em dias de tempestade.

Resposta: B

Os melhores condutores de eletricidade são os metais porque possuem os elétrons da camada mais externa mais fracamente ligados ao núcleo, sendo facilmente transportados, quando se estabelece uma diferença de potencial entre os terminais do condutor.

07) (IFBA 2012) Um disjuntor é um dispositivo eletromecânico destinado a proteger circuitos contra a sobrecarga e o superaquecimento. Pretende-se dimensionar um disjuntor para proteger um ambiente cuja rede elétrica fornece uma tensão de 120 V e possui uma lâmpada de 60 W, um ar-condicionado de 1000 W e um computador de 140 W. Este ambiente ficará mais bem protegido, considerando-se a tolerância de 30%, com um disjuntor de:

- a) 30 A
- b) 22 A
- c) 20 A
- d) 13 A
- e) 10 A

Resposta: D

Dados: $U = 120 \text{ V}$; $P_L = 60 \text{ W}$; $P_{ar} = 1000 \text{ W}$; $P_{comp} = 140 \text{ W}$; $I_{m\acute{a}x} = 1,3 \text{ i}$.

$$P = i \cdot U \Rightarrow 60 + 1.000 + 140 = i \cdot 120 \Rightarrow 1.200 = i \cdot 120 \Rightarrow i = 10 \text{ A}$$

$$I_{m\acute{a}x} = 1,3 \cdot i = 1,3 \cdot (10) \Rightarrow I_{m\acute{a}x} = 13 \text{ A}$$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que o produto educacional “o ensino de eletrodinâmica com planilha eletrônica” alcança seus objetivos propostos por apresentar um formato diferenciado e utilizar uma ferramenta digital. A sequência pedagógica oferece aos professores de física uma alternativa em ensinar os conteúdos de eletrodinâmica com ênfase em potência elétrica e energia elétrica consumida, evidenciando o conceito, aplicações, utilizando modelos matemáticos e através do uso de uma planilha eletrônica.

É relevante destacar que percebemos que essa sequência pedagógica não representa um produto finalizado. Durante o desenvolvimento e aplicação, identificamos vários aspectos que necessitam de melhorias, os quais consideramos como desafios para trabalhos futuros. Por exemplo, podemos explorar a aplicação do produto de forma diferente, modificando a metodologia e testando diferentes sequências de implementação, inclusive dedicando mais tempo para aulas e exercícios.

Além disso, sugerimos tornar o uso das planilhas mais autônomo em futuras versões, permitindo que os estudantes criem seus próprios programas, embora isso possa ser viável somente em contextos com projetos pedagógicos interdisciplinares que proporcionem mais tempo para o ensino. Também consideramos a adaptação e teste do produto para torná-lo uma atividade interdisciplinar, em resposta ao interesse demonstrado por alguns professores de matemática durante a apresentação do produto. Esperamos, ainda, que o uso das planilhas eletrônicas se torne uma ferramenta comum no ensino de Física, visto o seu grande potencial em outros conteúdos.

APÊNDICE - NOÇÕES BÁSICAS DE PLANILHAS ELETRÔNICAS

- **O que é uma Planilha eletrônica?**

Uma planilha eletrônica ou folha de cálculo é uma ferramenta digital que permite a criação, organização e manipulação de dados em formato de tabela com uma grade composta de linhas e colunas, facilitando cálculos automáticos, análises complexas e apresentação visual de informações. O nome eletrônica se deve à sua implementação por meio de programas de computador.

- **Benefícios e Aplicações**

As planilhas eletrônicas oferecem uma gama de benefícios, desde a automatização de processos até a criação de gráficos dinâmicos. Seja no mundo corporativo, na educação ou nas finanças pessoais, sua versatilidade as torna valiosas em diversas situações.

- **Principais características e funcionalidades:**

As planilhas eletrônicas possuem diversas características e funcionalidades que as tornam ferramentas poderosas para manipulação e análise de dados. Algumas das principais incluem:

- Fórmulas e funções;
- Formatação personalizada;
- Capacidade de lidar com grandes conjuntos de dados;
- Importação e exportação de dados;
- Trabalho colaborativo.

Dado a maior abrangência do software da Microsoft, o Excel®, este guia se baseia nele. Contudo, as funções e aplicações podem ser encontradas em quaisquer softwares de planilhas eletrônicas.

- **Alguns modelos de planilhas - fornecidos no Microsoft Excel®**

- **Controle de presença de funcionários**

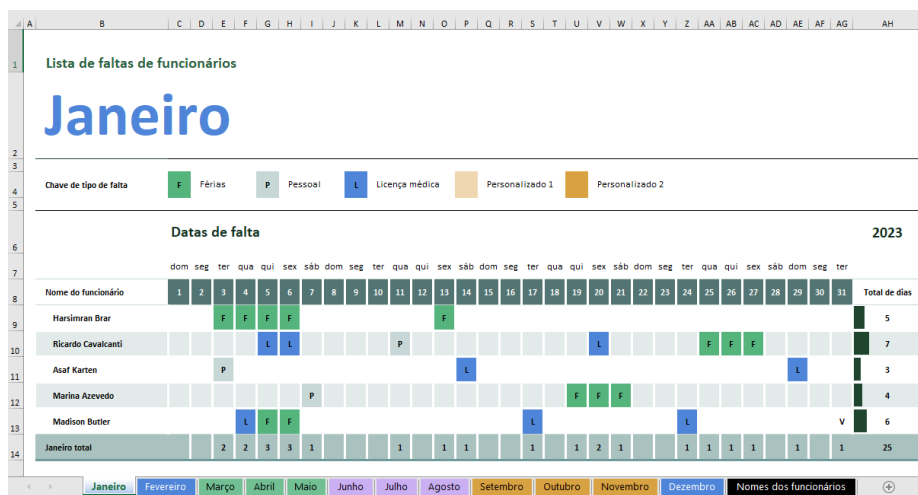


Figura 10 - Exemplo de planilha eletrônica - Controle de presença dos funcionários.
Fonte: o autor (2023)

- **Controle de gastos pessoais**

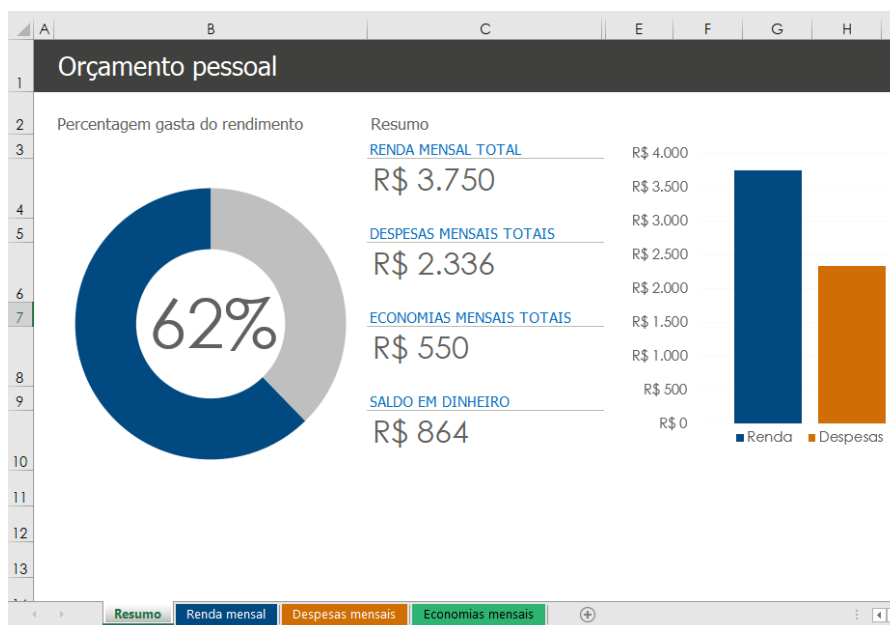


Figura 11 - Exemplo de planilha eletrônica - Orçamento pessoal.
Fonte: o autor (2023)

- **Componentes de uma planilha**

Os componentes principais de uma planilha são:

- **Células:** Os espaços individuais na interseção de linhas e colunas, onde os dados são inseridos.
- **Linhas e Colunas:** Formam a estrutura da planilha. As linhas são numeradas e as colunas são identificadas por letras.
- **Abas ou Planilhas:** Permite a organização de diferentes conjuntos de dados em uma única pasta de trabalho.
- **Barra de Ferramentas:** Oferece opções para formatação, criação de gráficos, e outras funcionalidades.
- **Botões de Ação:** Incluem opções como salvar, copiar, colar, e desfazer, facilitando a manipulação da planilha.
- **Dados e Valores:** As informações específicas que o **usuário** insere nas células.

Esses componentes juntos proporcionam a estrutura e funcionalidade necessárias para trabalhar eficientemente com dados em uma planilha eletrônica e pode ser exemplificado nas figuras 12, 13 e 14 abaixo.

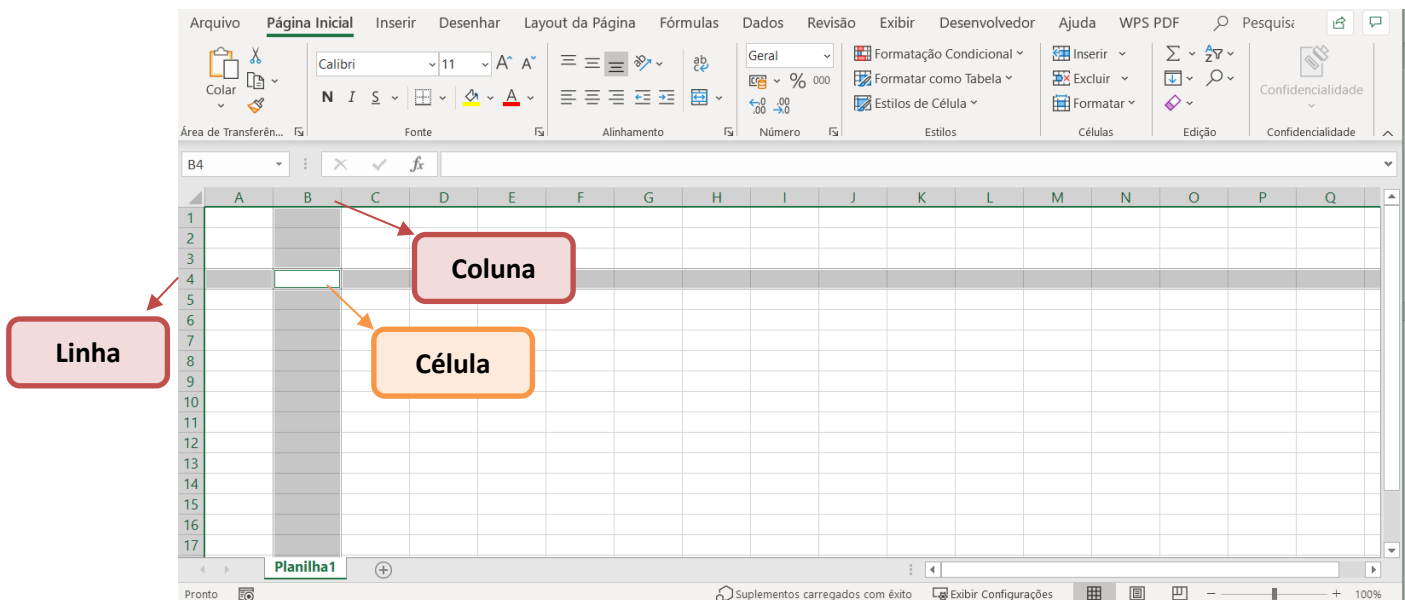


Figura 12 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.

Fonte: o autor (2023)

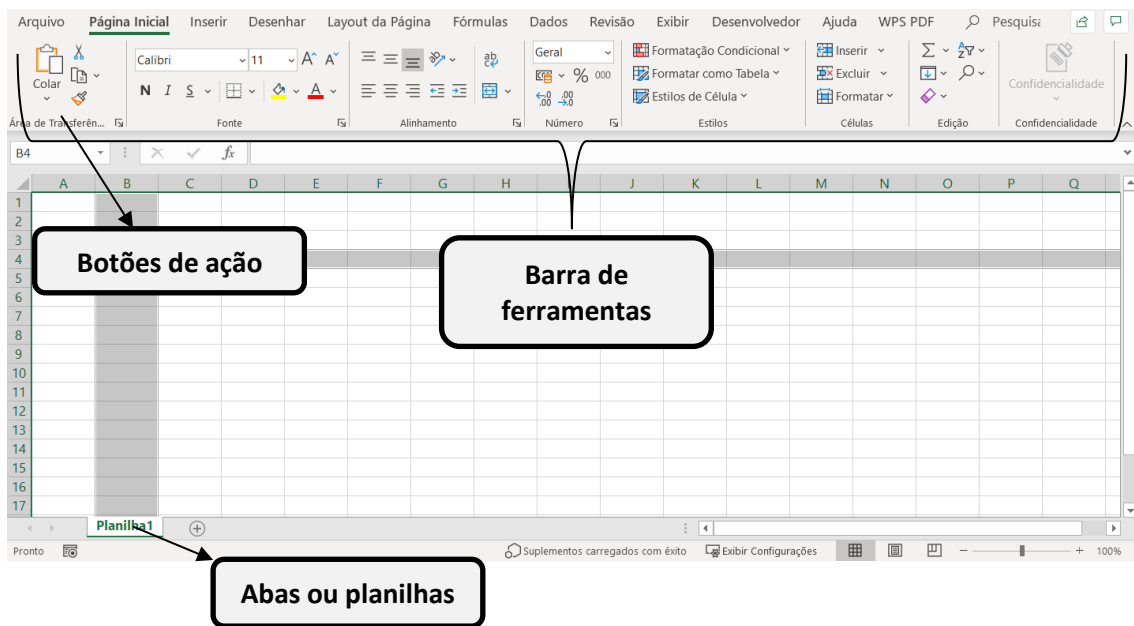


Figura 13 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.
 Fonte: o autor (2023)

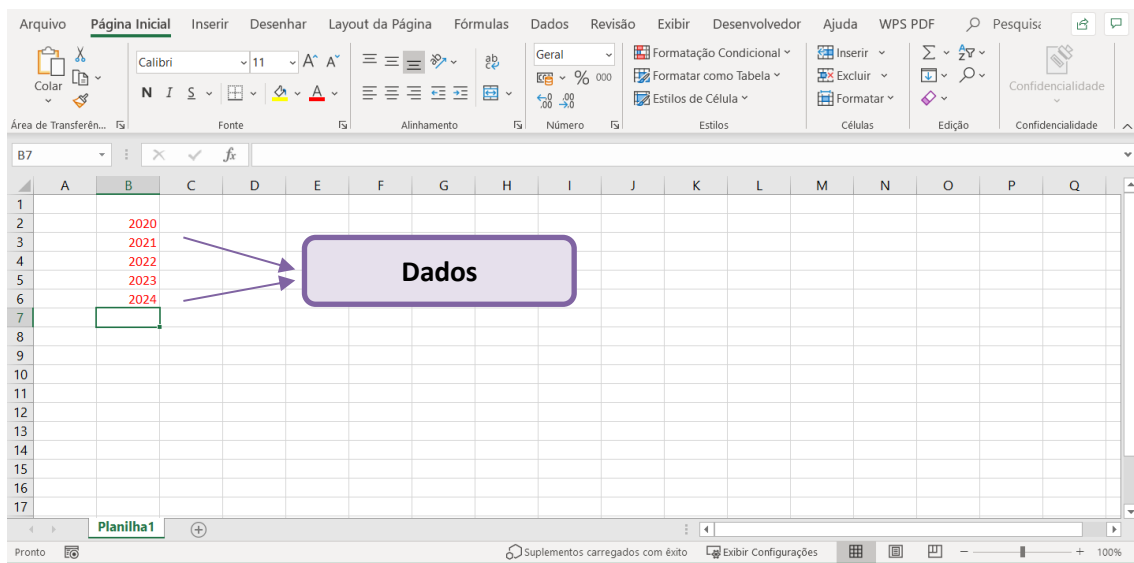


Figura 14 - Representação das estruturas de uma planilha eletrônica.
 Fonte: o autor (2023)

Os dados / valores podem ter variadas formas:

- Número, data, hora, valores contábeis;
- Texto;
- Fórmulas (expressões e funções).

- **Fórmulas e Funções**

As fórmulas e funções são expressões que permitem realizar cálculos automáticos com base nos dados inseridos. Podemos fazer isso usando as 4 operações básicas matemáticas, conforme ilustrado na figura 15.

	A	B	C	D	E
1					
2	Nº 1	Nº 2	RESULTADO	FÓRMULA	DESCRIÇÃO
3	10	5	15	=A3+B3	SOMA
4	10	5	5	=A4-B4	SUBTRAÇÃO
5	10	5	2	=A5/B5	DIVISÃO
6	10	5	50	=A6*B6	MULTIPLICAÇÃO

Figura 15 - Representação das operações básicas em planilhas eletrônicas.
 Figura extraída do link: <https://minhasplanilhas.com.br/formulas-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

Ou ainda usando funções que o software disponibiliza, por exemplo, é possível fazer soma utilizando uma função SOMA, como exemplifica a figura 16:

	A	B	C	D	E	F	G
1	DESPESAS	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	TOTAL		
2	ÁGUA	50,00	45,00	50,00	145,00	=SOMA(B2:D2)	
3	LUZ	80,00	90,00	60,00	230,00	=SOMA(B3:D3)	
4	TELEFONE	60,00	50,00	75,00	185,00	=SOMA(B4:D4)	
5	COMBUSTÍVEL	150,00	150,00	80,00	380,00	=SOMA(B5:D5)	
6	MERCADO	400,00	400,00	450,00	1.250,00	=SOMA(B6:D6)	
7	EMPRÉSTIMO	250,00	250,00	300,00	800,00	=SOMA(B7:D7)	FÓRMULA
8			SOMA		2.990,00	→	=SOMA(E2:E7)
9			MÍNIMO		145,00	→	=MÍNIMO(E2:E7)
10			MÁXIMO		1.250,00	→	=MÁXIMO(E2:E7)
11			MÉDIA		498,33	→	=MÉDIA(E2:E7)
12							
13			SOMA ÁGUA E TELEFONE		330,00	→	=SOMA(E2;E4)

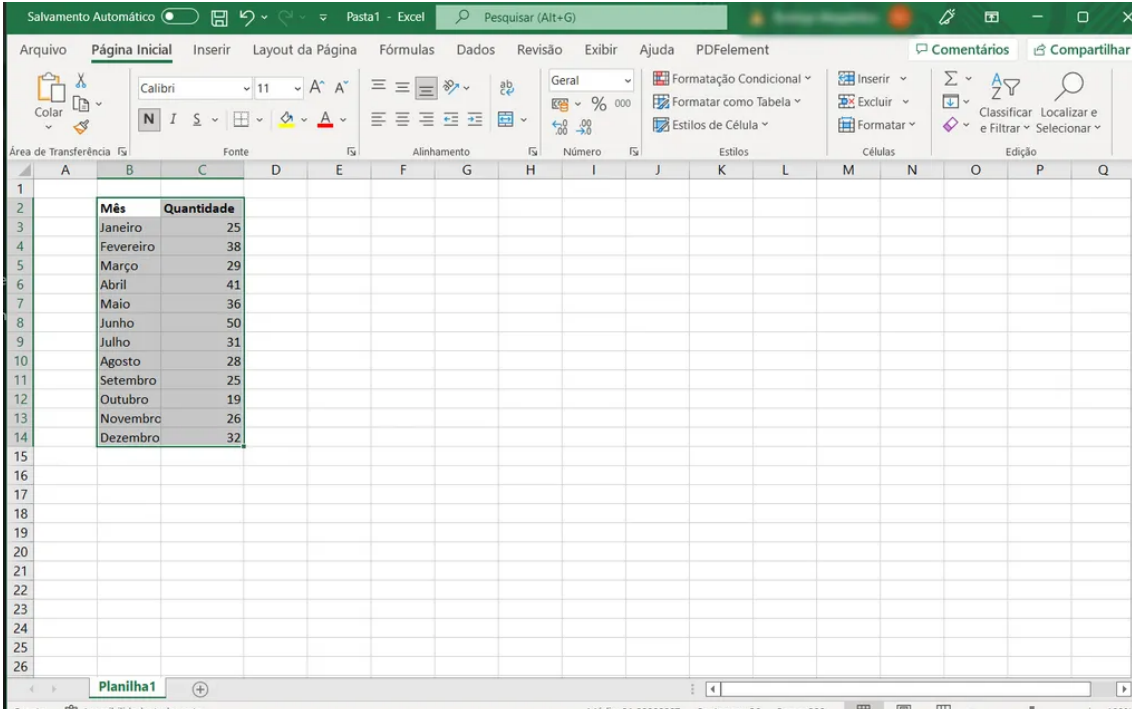
Figura 16 - Exemplo de funções em planilhas eletrônicas.
 Figura extraída do link: <https://minhasplanilhas.com.br/formulas-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

Além da função SOMA, existem outras muitas fórmulas, como MÍNIMO, MÁXIMO, MÉDIA entre outras tantas.

- **Gráficos e visualizações**

Os gráficos são recursos para representar dados de forma visual, como gráficos e tabelas dinâmicas. Vamos exemplificar:

1º Passo - Vamos selecionar todas as células que farão parte do gráfico. Isso inclui, também, os títulos das colunas para cada eixo. Note que iremos criar um gráfico em função dos dados presentes na planilha, conforme a figura 17.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The ribbon is set to 'Página Inicial' (Home). The data table is as follows:

Mês	Quantidade
Janeiro	25
Fevereiro	38
Março	29
Abril	41
Maio	36
Junho	50
Julho	31
Agosto	28
Setembro	25
Outubro	19
Novembro	26
Dezembro	32

Figura 17 - Passo a passo para fazer gráficos.

Figura extraída do link: <https://canaltech.com.br/software/como-fazer-grafico-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

2º Passo - Após selecionar o intervalo, basta navegar até a guia INSERIR e escolher o gráfico desejado. Para receber sugestões, clique em “Gráficos recomendados” para conferir quais modelos são mais adequados para os dados. Por fim, clique em uma forma para criar o gráfico, conforme figura 18.

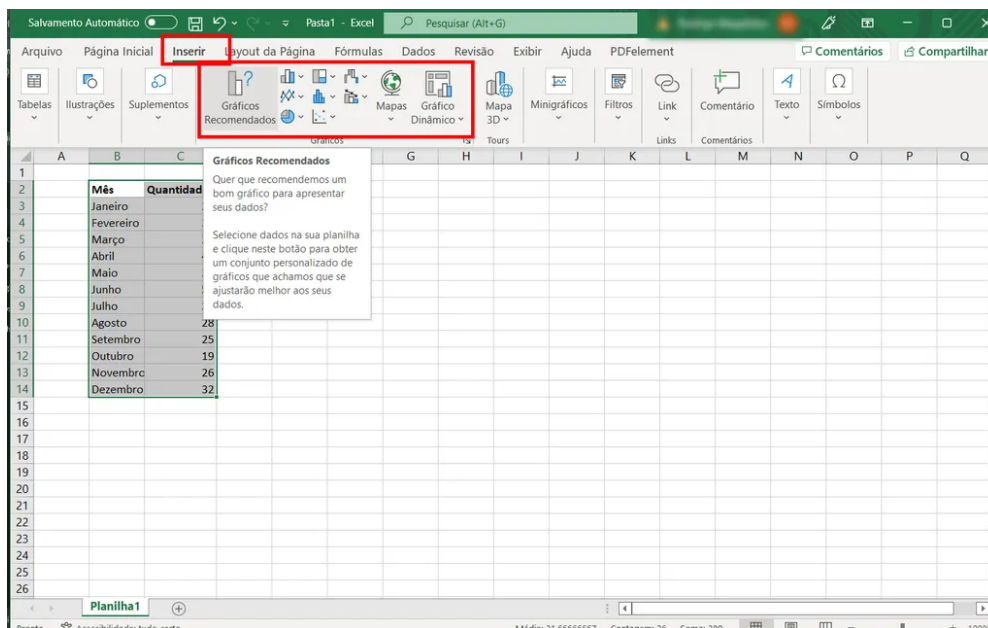


Figura 18 - Passo a passo para fazer gráficos.

Figura extraída do link: <https://canaltech.com.br/software/como-fazer-grafico-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

3º Passo - O gráfico será gerado no Excel, na mesma página (aba) da planilha. Você pode redimensionar e usar o menu superior para alterar o formato e a identidade visual. Ao alterar os dados na planilha, as mudanças serão automaticamente aplicadas no gráfico, conforme figura 19.

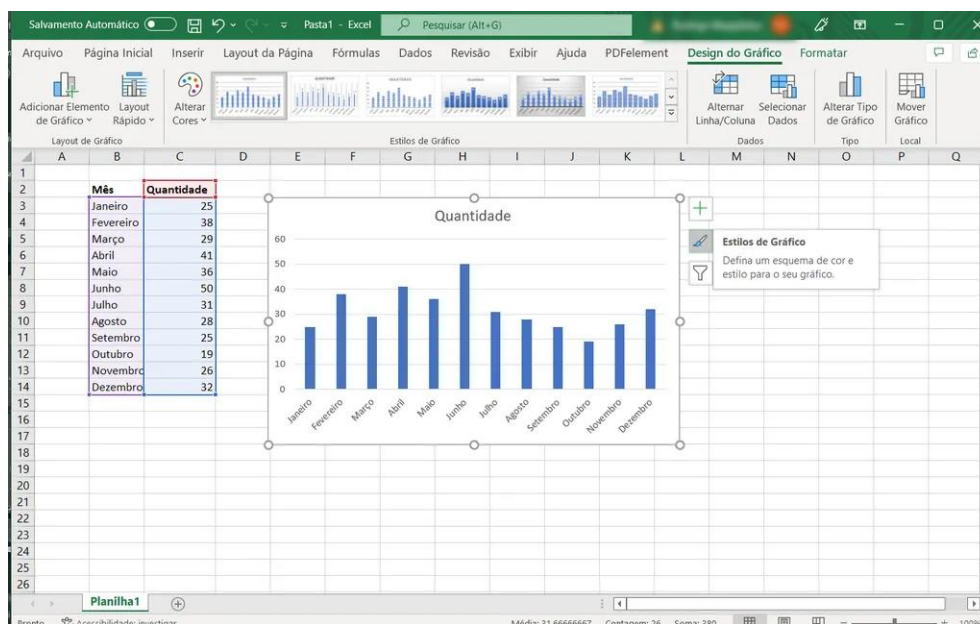


Figura 19 - Passo a passo para fazer gráficos.

Figura extraída do link: <https://canaltech.com.br/software/como-fazer-grafico-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)

4º Passo - É possível personalizar o gráfico. Ao lado do arquivo, é possível acessar atalhos para alterar cores e distribuir informações entre os eixos. No ícone de “+”, por exemplo, é possível adicionar ou remover elementos como legendas, títulos, números em cada item, entre outras opções, conforme figura 20.

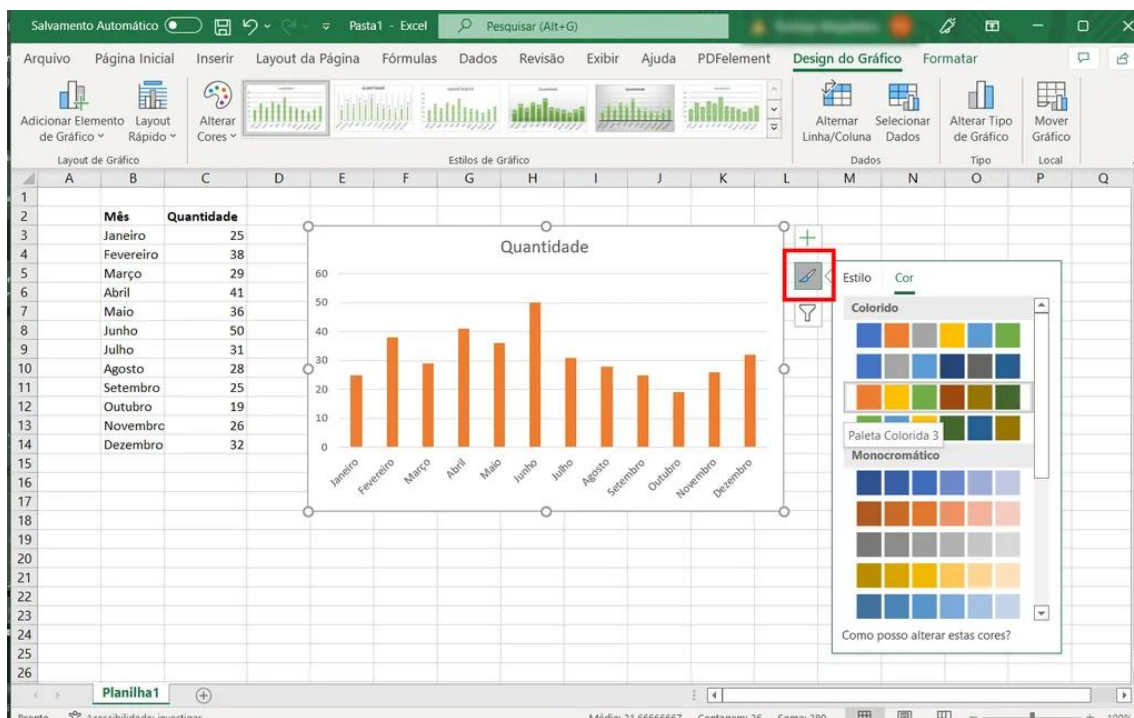


Figura 20 - Passo a passo para fazer gráficos.

Figura extraída do link: <https://canaltech.com.br/software/como-fazer-grafico-no-excel/> (Acesso em 05/01/24)