



***JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO  
DE CIRCUITOS ELÉTRICOS***

PAULO JOSÉ MARQUES DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Maceió  
Março de 2020

**JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO  
DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

PAULO JOSÉ MARQUES DE SOUZA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas (Polo 36), no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Maceió  
Março de 2020

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos - CRB-4 - 2062

- S729j Souza, Paulo José Marques de Souza.  
Jogo de tabuleiro para o ensino de circuitos elétricos / Paulo José Marques de Souza. – 2020.  
61, 11 f. : il. ; figs. ; grafs. color.
- Orientador: Wagner Ferreira da Silva.  
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Maceió, 2020.
- Bibliografia: f. 57-58  
Inclui apêndices.
- 1.Física – Estudo e ensino. 2. Métodos de ensino. 3. Jogos de tabuleiro. 4. Circuitos elétricos. 5. Física (Ensino médio). I. Título.

CDU: 53: 37.091.39



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

INSTITUTO DE FÍSICA

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 36 - UFAL

Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, S/Nº

Tabuleiro dos Martins - 57.072-970 - Maceió - AL - Brasil

Tels.: Direção: (82) 3214-1645; Coordenação Graduação: (82) 3214.1421;

Coordenação Pós-Graduação: (82) 3214-1423 / 3214 – 1267



## **PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**“JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS”.**

**por**

***Paulo José Marques de Souza***

A Banca Examinadora composta pelos professores, Dr. Wagner Ferreira da Silva (orientador), do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr. Elton Malta Nascimento, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas e Dr. Gentil Luiz da Silva II, do Instituto Federal de Alagoas – Campus Murici, consideram o candidato **aprovado**.

Maceió/AL, 27 de março de 2020.

*Wagner Ferreira da Silva*  
Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

*Elton Malta Nascimento*  
Prof. Dr. Elton Malta Nascimento

*Gentil Luiz da Silva II*  
Prof. Dr. Gentil Luiz da Silva II

Maceió  
Março de 2020

Dedico esta Dissertação a minha esposa Karla e aos meus filhos Antônio Carlos e Manuel Flávio pessoas com quem amo partilhar a vida. Obrigado pelo carinho, paciência e capacidade de me trazer paz na correria da vida. Aos meus amigos Vlamir Gama e José Maria pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Ao Professor Dr. Wagner Ferreira, pois sem a sua ajuda, paciência e incentivo, isso não aconteceria.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente à Deus, que em sua infinita sabedoria colocou força em meu coração para vencer essa etapa de minha vida.

Agradeço também a todos da Universidade Federal de Alagoas, desde o pessoal do administrativo até ao coordenador do MNPEF-Polo 36 (UFAL), o prof. Dr. Pedro Valentin. Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

À Sociedade Brasileira de Física – SBF, pela fundação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF com adesão da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Aos professores Dr. Elton Malta Nascimento e Dr. Gentil Luiz da Silva II, por terem aceitado participar da banca de defesa desta dissertação.

Sou grato também a todos os professores que contribuíram com a minha trajetória acadêmica, especialmente ao Professor Dr. Wagner Ferreira responsável pela orientação do meu produto educacional, e por ele durante todo o processo esclarecer tantas dúvidas que tive e por ser tão atencioso e paciente, sem a sua ajuda tenho certeza que nada disso seria possível.

Por fim, não menos importante, a minha esposa Karla e meus filhos Antônio Carlos e Manoel Flávio que sempre estiveram ao meu lado.

## RESUMO

### **JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Paulo José Marques de Souza

Orientador:  
Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal de Alagoas no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

É recorrente na literatura o fato de que muitos alunos afirmam não gostarem de Física. Aliado a isto, muitos afirmam também não conseguem compreendê-la, outros a veem apenas como uma matemática em outra roupa. O que torna então a tarefa de fazer os alunos entenderem o que é de fato a Física, e não somente isto, mas, também se empolgarem ao estudá-la, um grande desafio para os professores de Física. Devido a isto, e ao fato de se buscar cada vez mais formas eficientes de se transmitir o conhecimento aos alunos durante as aulas, muitos professores têm buscado usar em suas aulas de física diversas ferramentas didáticas. Além disto, em geral, os alunos sentem dificuldades em aprender o nome nos componentes básicos de um circuito, bem como, como conectar o amperímetro e o voltímetro para realizar medidas elétricas. Foi pensando nestas questões que resolvemos desenvolver aqui um jogo de tabuleiro, para ser usado em aulas sobre circuitos elétricos, que tanto fosse uma interessante ferramenta didática para ser utilizada em sala de aula para deixar a aula mais dinâmica, como também, ajudasse os alunos no aprendizado dos conteúdos relacionados aos circuitos elétricos. A partir da aplicação do jogo que fizemos em três turmas do ensino médio, de dois colégios estaduais de Sergipe, vimos que o jogo teve uma ótima aceitação pelos alunos. A grande maioria deles afirmaram que o jogo os ajudou a entender melhor o conteúdo sobre circuitos elétricos, vimos pelas respostas dadas que o jogo os ajudou a entender quando um circuito está em série ou em paralelo, bem como, a identificar a posição correta dos instrumentos de medidas. Os alunos também disseram que as regras do jogo eram fáceis, e que o jogo tinha um bom design. Por fim, vale destacar que ele é um jogo relativamente rápido, que pode ser jogado numa aula de 50 minutos, e é barato, pois basta que o professor imprima o tabuleiro, as cartas e até mesmo os dados que são utilizados no jogo. Assim, acreditamos que ele será uma ferramenta didática muito útil, tanto para ser aplicado nas escolas particulares como nas estaduais. Esperamos também que, nas turmas onde este jogo venha a ser utilizado, ele possa aumentar o gosto dos alunos pela Física.

**Palavras-chave:** Jogos de tabuleiro. Ensino de Física. Circuitos Elétricos.

Maceió  
Março de 2020

## ABSTRACT

### BOARD GAME FOR TEACHING ABOUT ELECTRICAL CIRCUITS

Paulo José Marques de Souza

Supervisor:  
Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Master's dissertation submitted to the Federal University of Alagoas Graduate Program in the Professional Master's Degree in Physics Education (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master in Physics Education.

It is recurrent in the literature the fact that many students say they do not like Physics. In addition, many students also say that they can't understand it, others see it only as other type of mathematics. This kind of things make very difficult the task of making students understand what Physics really is, and not only that, but also getting excited when studying it, what is a great challenge for physics teachers. Because of this, and of the fact that more and more teachers are trying to find more efficient ways of transmitting knowledge to students during classes, many teachers have tried to use several didactic tools in their physics classes. In addition, in general, students find it difficult to learn the name of the basic components of a electric circuit, as well as how to connect the instruments to perform electrical measurements. It was thinking about these issues, that we decided to develop a board game, to be used in classes to teaching about electrical circuits, which was both an interesting didactic tool to be used in the classroom to make the class more dynamic, as well as helping students in learning the contents related to electrical circuits. From the application of the game that we did in three high school classes, at two public schools in Sergipe, we saw that the game had a great acceptance by students. The vast majority of them said that the game helped them to better understand the content about electrical circuits, and helped them to understand when a circuit is in series or in parallel, as well as, to identify the correct position of the instruments measures. The students also said that the rules of the game were easy, and that the game has a good design. Finally, it is worth noting that it is a relatively fast game, which can be played in a 50-minute class, and is inexpensive, since the teacher can print the board, cards and even the dice that are used in the game. Thus, we believe that it will be a very useful teaching tool, both to be applied in private and public schools. We also hope that, in classes where this game will be used, it can increase students' taste for Physics.

**Keywords:** Board games. Physics teaching. Electric circuits.

Maceió  
March 2020

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. O USO DE FERRAMENTAS LÚDICAS NO ENSINO .....	10
2.1. A importância do lúdico como ferramenta didática.....	10
2.2. O Jogo como ferramenta didática .....	13
2.3. A aprendizagem Significativa e o Ensino de Física.....	15
3. A ELETRODINÂMICA.....	19
3.1. Grandezas Físicas no Estudo dos Circuitos Elétricos .....	20
3.1.1. Corrente elétrica .....	20
3.1.2. Diferença de potencial, Tensão, Voltagem e fontes de voltagem .....	24
3.1.3. Resistência elétrica e Lei de Ohm .....	26
3.1.4. Potência e energia elétrica .....	29
3.2. Componentes Elétricos de um Circuito e Instrumentos de Medida .....	30
3.2.1. Gerador elétrico .....	30
3.2.2. Receptor Elétrico .....	33
3.2.3. Circuitos Elétricos com Gerador, Receptor e Resistores.....	34
3.2.4. Capacitores .....	38
3.2.5. Instrumentos de medidas elétricas .....	41
4. JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	43
4.1. Componentes do jogo .....	43
4.2. Dinâmica do jogo .....	45
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	48
5.1. Aplicação do Produto Educacional em Sala de Aula .....	48
5.2. Análise dos resultados obtidos a partir do questionário .....	50
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
APÊNDICE I – FOTOS DOS EXPERIMENTOS.....	60
APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO.....	61
APÊNDICE III – O PRODUTO EDUCACIONAL .....	462

## 1. INTRODUÇÃO

Em nossos dias, existe cada vez mais uma preocupação dos professores, autores de livros, e demais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de nossos jovens e adultos, em apresentar uma Física mais contextualizada, além disso, de envolver mais os alunos nas atividades desenvolvidas durante a aula. Neste sentido, os jogos surgem como uma importante ferramenta didática para auxiliar no alcance deste objetivo. Foi pensando nisto que decidimos elaborar como produto educacional um jogo de tabuleiro, relacionado ao estudo dos circuitos elétricos, para ser utilizado em sala de aula.

Escolhemos o conteúdo “circuitos elétricos” porque, devido a experiência vivida em sala de aula como professor de Física para alunos do ensino médio, notei a dificuldade que alguns deles possuem em aprender o nome dos componentes dos circuitos elétricos (resistores, capacitores etc.). Além disto, o jogo que desenvolvemos ajuda com que eles aprendam a forma como estes elementos podem ser combinados para criar circuitos em série, paralelo e misto. O nosso jogo também permite ao aluno aprender como um amperímetro e um multímetro devem ser conectados num circuito elétrico, para medidas de corrente e diferença de potencial, respectivamente. Assim, acreditamos que o jogo aqui desenvolvido possa ser aliado às atividades experimentais sobre circuitos elétricos, e assim, ajudar aos professores para ministrar o conteúdo para seus alunos. Entretanto, o jogo pode ser utilizado mesmo nos locais onde não haja a possibilidade da realização de experimentos.

No presente trabalho iremos falar inicialmente, no Capítulo 2, da importância do lúdico como ferramenta didática. Além disto, iremos tratar também do fato de que este material pode ser potencialmente significativo, onde comentaremos brevemente da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. Em seguida, no Capítulo 3, falaremos de alguns conceitos presentes no ensino da eletrodinâmica relacionados à este produto educacional. No Capítulo 4, apresentaremos o jogo que desenvolvemos, explicando um pouco das regras do jogo e de como ele pode ser utilizado pelos professores em sala de aula. Após isto, no Capítulo 5, discutiremos os resultados obtidos na aplicação do produto educacional que fizemos numa turma do ensino médio. Por fim, no Capítulo 6 faremos as devidas conclusões obtidas neste trabalho e as devidas considerações finais.

## 2. O USO DE FERRAMENTAS LÚDICAS NO ENSINO

### ***2.1. A importância do lúdico como ferramenta didática***

A palavra *Lúdico* vem do latim *Ludus*, cujo significado é relativo a jogos, brinquedos ou divertimentos. Segundo Brougère (1998, p.193), o lúdico “é considerado como uma atividade que imita ou simula uma parte do real”. Em geral, praticamente todos os jovens gostam de jogos e brincadeiras, e sem dúvida muitos adultos também. De forma empírica, podemos afirmar que alguns colegas de profissão, que lecionam no ensino médio, têm reclamado de que os nossos jovens têm apresentado um comportamento de maior irritação e dificuldade de concentração durante as aulas. Assim, o uso do lúdico em aulas pode gerar uma ótima oportunidade de envolver a turma numa atividade dinâmica e divertida, deixando assim o ambiente mais descontraído. Desde que bem planejada, poderá resultar num incremento do aprendizado.

Nas atividades com jogos percebe-se, entre outros benefícios, um maior entusiasmo sobre o conteúdo que está sendo estudado, do que quando ele é ensinado de forma tradicional (apenas com lápis e quadro branco). Isto ocorre em parte por haver motivação dos educandos em expressar-se livremente, de agir e interagir diante de uma atividade lúdica.

Comentando sobre o que é um jogo, Huizinga (1971) afirma que:

O jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias; dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana. (Huizinga 1971, p. 33)

Em relação à possibilidade dos jogos proporcionarem aulas mais dinâmicas e atrativas, que objetivem uma participação mais ativa em sala de aula, Chateau (1987) diz que: “Os jogos e brincadeiras são fontes naturais de atração, pois existem neles desafios para cada idade, para cada nível de conhecimento cognitivo”. Um ponto importante também sobre o uso de atividades lúdicas é que segundo Piaget (1971), o uso de práticas lúdicas ajuda no desenvolvimento intelectual.

O jogo como atividade lúdica é uma importante ferramenta para o ensino, porém, deve ser planejado com cuidado, Pois, ao invés de ajudar no aprendizado do conteúdo, poderá gerar tensões na turma devido a competitividade natural presente nas atividades com jogos, dentre outros problemas que podem surgir neste tipo de atividade. Por outro lado, se bem planejada, a atividade poderá gerar uma grande melhoria na sociabilidade da turma.

A elaboração de sugestões lúdicas, como os jogos-pedagógicos, são formas ricas de se desenvolver a metodologia de ensino-aprendizagem capaz de formar habilidades e desenvolver a cognição e afetividade, além de outras percepções sociais. Entretanto, Yamazaki e Yamazaki (2014) indicam que é preciso que tais atividades apreciem embasamentos de teorias didático-pedagógicas claras para que o modelo proposto não seja contraditório com relação a metodologia de ensino-aprendizagem. Da mesma forma, a avaliação efetivada pelos professores da atividade deve seguir a própria linha pedagógica, e não ser feita através de uma abordagem tradicional, que pode comprometer a desenvolvimento cognitivo do aluno (YAMAZAKI e YAMAZAKI, 2014).

Em relação ao aspecto de inovação no ensino de física, diversos centros de pesquisa e vários pesquisadores vêm refletindo e procurando implementar mudanças, como é o caso do ensino com aspecto em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). De acordo com as premissas defendidas por essa abordagem, é preciso organizar uma ação educadora que priorize o papel do estudante como um investigador de sua aprendizagem, para que este possa desenvolver uma visão pessoal de mundo, com mais autonomia em relação aos conteúdos a que tem acesso.

Rosa (2002) trata da aprendizagem na forma usual como ela acontece, como um processo desinteressante, o que torna as atividades escolares, atividades muito sem absolução, ela afirma que:

“Em outras palavras, se neste estágio já há, de um lado, um sujeito ativo no processo de conhecimento, de outro, é esta mesma condição de sujeito que o obriga a submeter-se ou a sujeitar-se, num certo sentido, às exigências imposta pelos objetos a serem conhecidos. Este é um processo lento, doloroso, mas inevitável. Não é por outro motivo que as tarefas da escola e o aprender se tornam, em muitos momentos, atividades muito sem graça.” (Rosa, 2002, p.61)

O uso do lúdico para ensinar diversos conceitos em sala de aula rompe com essa estrutura, pois tem como proposta tornar a aula mais dinâmica e divertida. Além

disto, o aluno tem a possibilidade de ter um papel mais ativo, algo que em geral não ocorre nas aulas com apenas o lápis e o quadro branco.

Especificamente em relação ao ensino de Física, em geral, ela é vista pelos alunos como uma disciplina difícil e “chata”, e muitas vezes é confundida com a matemática, muitos alunos acham que se trata da mesma coisa: apenas uso de fórmulas. Diante deste cenário, infelizmente, muitos docentes ainda ministram aulas apenas com quadro e lápis, isto ocorre em parte porque muitas escolas não oferecem uma estrutura mínima para a realização de outras atividades, como a realização de experimentos. Assim, cabe ao professor buscar formas alternativas para ministrar o conteúdo de uma forma mais dinâmica, como através dos experimentos de baixo custo, das tirinhas, dos jogos, dentre outras possibilidades relativamente fáceis de serem executadas na própria sala de aula, sem a necessidade de um outro espaço específico só para isto.

Felizmente, hoje em dia, apesar das dificuldades apresentadas anteriormente, já há um grande número de professores preocupados em não apresentar somente fórmulas físicas para preparar os alunos para o ENEM ou para um vestibular; muitos já estão preocupados em levar seus alunos a pensarem, a refletirem criticamente sobre os conceitos estudados. Pois, não adianta ensinar o conceito de carga elétrica sem fazer uma relação com o consumo e o processo de geração de energia elétrica, destacando a importância disto para a sociedade e sua relação com o meio ambiente, por exemplo.

Outro ponto relevante a se destacar sobre as aulas de Física no ensino médio, é que a carga horária dela hoje em dia é bem reduzida. Isto exige que o professor use o tempo de uma forma ainda mais eficiente, usando então ferramentas didáticas que potencializem ainda mais o aprendizado, e neste caso, as ferramentas lúdicas podem ser uma importante aliada para que este objetivo seja alcançado.

Além disto, segundo Figueira e Soares (2009), as atividades lúdicas podem ser acatadas como um meio capaz de acordar o interesse dos alunos para o ensino de ciências através de um ambiente favorável para a aprendizagem de ideias e conceitos. Nesse sentido, os autores defendem o uso desse instrumento como um meio de implantar os tópicos no Ensino Médio (FIGUEIRA e SOARES, 2009).

Por fim, vale destacar que não estamos querendo dizer que em toda aula o lúdico deva ser usado, nem que o ensino com lápis e quadro deva ser completamente extinto. O que queremos dizer apenas é que o lúdico é uma importante ferramenta

didática, que aliada às outras formas ferramentas didáticas, como os experimentos, as histórias em quadrinhos, dentre outras, podem potencializar o aprendizado.

A seguir, iremos tratar especificamente do uso dos jogos como ferramenta didática.

## **2.2. O Jogo como ferramenta didática**

O jogo está presente na vida do ser humano desde a sua infância, e sua origem é algo que não se sabe quando nem onde ocorreu. No entanto, desde a antiguidade eles já eram empregados para ensinar conceitos como normas e valores. O uso de jogos no ensino está prevista nos PCNs como uma alternativa aos recursos e materiais didáticos devido a sua capacidade de desenvolver relações afetivas e interpessoais que permitem ao aluno se colocar no ponto de vista do outro, o capacitando a refletir sobre os seus próprios pensamentos (BRASIL, 2000).

Para Kishimoto (1996, p. 13), por mais que semelhe simples, definir o significado de jogo é algo complicado, isto acontece devido a sua alteração de acordo com a comunidade em que está plantado, permanecendo clara a influência mútua entre o jogo e a cultura. O autor argumenta ainda que:

Quando se pronuncia a palavra jogo, cada um pode entendê-la de modo diferente. Pode-se estar falando de jogos políticos, de adultos, crianças, animais, ou amarelinha, xadrez, adivinhas, contar histórias, futebol, dominó, quebra-cabeça, construir barquinho, brincar na areia e uma infinidade de outros. (KISHIMOTO, 1996, p.13).

De acordo com a visão de Huizinga (1938), o jogo contemporâneo na sociedade, como uma atividade natural, é algo mais antigo que a própria cultura, sendo a cultura o que implica a sociedade humana, desde tempos distantes até os dias atuais. Ainda segundo Huizinga (1938), o jogo pode ser acentuado como:

“Uma função da vida, mas não é passível de definição exata em termos lógicos, biológicos ou estéticos. O conceito de jogo deve permanecer distinto de todas as outras formas de pensamento através das quais exprimimos a estrutura da vida espiritual e social”. (HUIZINGA, 1938, p.10).

As principais características dos jogos descritas por Huizinga (1938), que são comuns a todos os tipos deles, são as seguintes:

1. É uma atividade em que todos os participantes estão presentes voluntariamente;
2. Não sendo uma atividade obrigatória, não é considerado uma tarefa e deve ser praticado como uma distração;
3. É uma atividade que não está inserida como cotidiano do indivíduo;
4. O jogo é uma atividade de duração limitada e está fora da vida real, sendo capaz de inserir o indivíduo em uma realidade diferente;
5. Possui um objetivo a ser atingido e está evidente para todos os participantes;
6. O jogo possui regras e os participantes devem agir de acordo com elas para alcançar o objetivo;
7. O jogo possui sempre um resultado (pontuação), sendo o objetivo alcançado ou não;
8. Sempre termina.

Além de suas regras, configurações e características, os jogos possuem algumas funções que Kishimoto (1996) aponta como uma função lúdica e uma função educativa. Ambas as funções devem estar presentes durante uma aplicação em sala de aula, pois se a parte lúdica prevalecer tem-se apenas um jogo corriqueiro, caso a parte educativa prevaleça há apenas um material didático (KISHIMOTO, 1996). Lopes (2001) conclui que o jogo educativo tem importância quando se torna divertido e argumenta que:

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo. (LOPES, 2001, p.23).

Como já falamos bastante aqui, os jogos oferecem pontos positivos para o desenvolvimento na educação, sendo o seu maior desafio, ao utilizá-lo como ferramenta que auxilia a metodologia de ensino-aprendizagem, reter a atenção e o interesse dos alunos, tornando a aprendizagem divertida e fazer com que o aprendizado seja efetivo e transpasse o ambiente da sala de aula.

Uma vez que já falamos da importância do lúdico como ferramenta didática, mais especificamente dos jogos, iremos na seção a seguir, abordar um pouco de como o jogo pode ser uma ferramenta didática potencialmente significativa.

### **2.3. A aprendizagem Significativa e o Ensino de Física**

O produto educacional que desenvolvemos aqui pode ser um material potencialmente significativo. Assim, iremos tratar aqui um pouco da teoria de Aprendizagem significativa de David Ausubel (1968). Basicamente a ideia da teoria de Ausubel é que aquilo que o estudante já conhece, decorrente de sua existência, possa ser usado como um fator que ajude em sua aprendizagem (MOREIRA e MASSINI, 1982).

Segundo sua teoria, Ausubel (1980) defende que a aprendizagem significativa é a interação, ou processo, pelos quais novos significados, ou informações, relacionam-se com aspectos relevantes de uma estrutura de conhecimento do aluno, ou seja, novas opiniões e ideias se relacionam com conceitos e ideias básicas já existentes em uma ciência prévia estabelecida. Ausubel (1980, p.viii) afirma:

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1980, p.viii).

Ausubel (1963 apud MOREIRA, CABALLERO e RODRIGUEZ, 1997, p.19), define ainda a aprendizagem significativa como “um mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo do conhecimento”.

A estrutura da informação prévia básica existente é definida por Ausubel (1980) como *subsunçores*. Moreira e Massini (1982) esclarecem que os subsunçores são definições que o sujeito possui em sua estrutura cognitiva sobre um determinado assunto, e estes servirão de ancoradouros para uma nova informação relacionada ao mesmo contexto dos subsunçores, resultando assim na fixação e no aperfeiçoamento desse conceito subsunçor inicial, tornando-o mais elaborado e estável, capaz de servir de subsunçores para novas informações relacionadas ao mesmo assunto com o qual poderá interagir no futuro (MOREIRA e MASSINI, 1982).

A aprendizagem significativa, segundo Ausubel (1980), não se dá apenas utilizando-se de um material de aprendizagem potencialmente expressivo, isto é, o material possui apenas componentes expressivos, sendo a tarefa de aprendizagem, como um todo, responsável por uma ordem lógica significativa da aprendizagem. Para além dessa ideia, para que ocorra de fato uma aprendizagem significativa, também deve haver uma predisposição do indivíduo para a aprendizagem (AUSUBEL, 1980). Assim, acreditamos que os jogos podem atuar como um importante elemento gerador de interesse dos alunos, por ser algo considerado muito divertido de ser feito, o que poderá então estimular a predisposição deles para a aprendizagem do conteúdo que está sendo ministrado através do jogo.

Ausubel explica que existem três tipos de aprendizagem significativa: a aprendizagem representacional, a aprendizagem proposicional e a aprendizagem combinatória. A aprendizagem representacional se dá quando é estabelecida uma equivalência entre a significação dos símbolos arbitrários e seus correspondentes referentes, como por exemplo, os conceitos de física moderna e contemporânea, que passam a remeter o indivíduo ao mesmo significado (AUSUBEL, 1980).

Já a aprendizagem proposicional ocorre quando um conjunto de expressões, ou proposições logicamente significativas, simulam conceitos que são relacionados com determinados conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, uma nova proposição pode ser pertinente à ideias dependentes hierarquicamente na armação cognitiva já existente do estudante. Por último, a aprendizagem combinatória se refere a casos em que uma proposição potencialmente significativa não se relaciona com ideias na estrutura cognitiva do indivíduo, mas pode se pautar com conjuntos de conteúdos importantes também presentes nessa estrutura (AUSUBEL, 1980). Moreira, Caballero e Rodriguez (1997) exemplificam esse caso com as relações entre massa e energia, calor e volume.

Como falado anteriormente, para que ocorra a aprendizagem significativa é necessária a existência dos conceitos antecedentes, o seja, dos subsunçores. Assim, um ponto importante a ser discutido quanto a metodologia da aprendizagem significativa é a situação de indivíduos em idade escolar que não possuem subsunçores para interagir com um novo conteúdo. Neste caso, segundo Moreira e Massini (1982), uma alternativa é recorrer à aprendizagem mecânica, ou automática, que, para Ausubel (1980), é definida como uma aprendizagem de informações novas de maneira arbitrária, com poucas associações com opiniões familiares e relevantes

existentes na estrutura cognitiva do aluno. O conteúdo é assimilado mecanicamente ou automaticamente e proporciona a formação de uma estrutura cognitiva básica que, posteriormente, possa servir de subsunçores para novas informações sobre o mesmo assunto (MOREIRA e MASSINI, 1982).

É importante notar que para Ausubel não há uma distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica, existe sim uma continuidade entre as duas perspectivas (AUSUBEL, 1980). Moreira e Massini explicam que da mesma forma que não há tal diferença, ela não poder ser confundida com a que existe entre aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta. De acordo com os autores, na aprendizagem por recepção o conteúdo que deve ser estudado é apresentado ao indivíduo, já na aprendizagem por descoberta, o conteúdo é a ser aprendido é descoberto pelo aluno (MOREIRA e MASSINI, 1982). Ausubel completa que “tanto a aprendizagem receptiva como a aprendizagem por descoberta podem ser automáticas (mecânicas) ou significativas, dependendo das classes sob as quais a aprendizagem ocorre” (AUSUBEL, 1980, p.23).

Além da formação de subsunçores através da aprendizagem mecânica, para Moreira e Massini (1982) há o artifício de formação de novos conceitos que é acentuado por Ausubel como “a obtenção indutiva e espontânea de ideias genéricas, por crianças pré-escolares, a partir da experiência empírico-concreta” (AUSUBEL, 1980, p.77), ou seja, uma espécie de aprendizagem por descobrimento que envolve a formação e o teste de hipóteses pelo aprendiz em um contexto.

Moreira e Massini apresentam também a ideia de compreensão de conceitos, no qual crianças em idades mais avançadas, adolescentes e adultos, adquirem novos conceitos através da recepção de características essenciais e o relacionamento dos mesmos com ideias relevantes desenvolvidas e estabelecidas na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA e MASSINI, 1982).

No transcorrer do processo de ensino-aprendizagem, utilizar-se de práticas pedagógicas alternativas para desenvolver no Ensino Médio, frente aos exemplos tradicionais aplicados em sala, o jogo educativo como recurso metodológico oferece a possibilidade de novas experiências aos alunos. Para Silva e Moura (2013), o jogo educativo é capaz de propiciar o equilíbrio entre as ideias pré-existentes (subsunçores) e os conceitos novos que serão apresentados aos alunos que, além de desenvolver o domínio sobre circunstâncias distintas de aprendizagem, aprova a

humanização dos sujeitos como um fator para a aprendizagem significativa (SILVA e MOURA, 2013).

Com base no exposto até aqui, podemos afirmar que, mesmo que um aluno nunca tenha visto um resistor, ou se deparado com os demais componentes do circuito elétrico que há no jogo, poderá aprender o nome e ligações como um processo mecânico, que então, servirá como subsunçores para avançar na compreensão dos demais conceitos ensinados na eletrodinâmica.

Por fim, segundo Ausubel (1968 apud MOREIRA e MASSINI, 1982, p.14), para confirmar a aprendizagem significativa é preciso verificar a compreensão dos conceitos e a posse dos significados claros, precisos e transferíveis. Ao perguntar ao aprendiz sobre os conceitos ou elementos essenciais de uma ideia, as respostas podem ser mecânicas e memorizadas apenas. Ausubel indica que a melhor forma de evidenciar a aquisição de conhecimento através da aprendizagem significativa é propor problemas novos e não-familiares, que promovam a transformação da informação existente. Os testes devem ser reformulados em contextos desiguais do material instrucional e o resultado das dificuldades abertas é uma alternativa.

Vamos agora, no próximo capítulo, falar dos principais conceitos físicos, relacionados ao ensino da eletrodinâmica, que possuem relação com o jogo que desenvolvemos aqui neste trabalho.

### 3. A ELETRODINÂMICA

A Eletrodinâmica é a área da Física relacionada ao estudo das cargas elétricas em movimento. Por sua vez, o desenvolvimento de tal estudo parte do ponto de que já são conhecidos os conceitos primordiais de Eletrostática, em torno dos quais a Eletrodinâmica é estruturada.

O campo de estudo da Eletrodinâmica é bastante amplo e compreende a maior parte dos fenômenos elétricos vivenciados cotidianamente pelas pessoas. Todavia este foi desenvolvido especialmente a partir da compreensão e manipulação de três grandezas: corrente elétrica, diferença de potencial elétrico ou tensão elétrica e resistência elétrica

O ensino da eletrodinâmica é muito importante na Física, pois, dentre outras coisas, através dele que é possível os alunos entenderem um pouco do funcionamento básico de vários equipamentos elétricos que eles possuem em casa. Sobre o que deve ser estudado da eletricidade para os alunos do ensino médio, os PCNs destacam que:

[..] O estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da Eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço (BRASIL, 2002, p.24).

Embora a eletrodinâmica seja um conteúdo muito importante, devido à pequena quantidade de aulas de Física e falta de laboratórios nas escolas, é feita por boa parte dos professores do ensino médio apenas uma explanação oral dos principais conceitos desde assunto, seguida da resolução de questões do livro didático. O que gera as vezes no aluno uma falta de interesse por estudar este tópico. Mas, quando alinhado ao uso de experimentos, e outras ferramentas didática como o uso de jogos, como o que estamos propondo aqui, ele pode se apresentar como algo bastante interessante para os alunos.

Neste trabalho, os principais conteúdos de Eletrodinâmica foram organizados para serem apresentados aqui da seguinte forma:

## **Grandezas Físicas no Estudo dos Circuitos Elétricos**

- Diferença de potencial;
- Corrente elétrica e sua intensidade, e efeitos relacionados;
- Potência elétrica;
- Resistência elétrica;
- Leis de Ohm;

## **Componentes Elétricos de um Circuito e Instrumentos de Medidas:**

- Gerador Elétrico;
- Receptor Elétrico;
- Circuitos Elétricos com gerador, Receptor e Resistores;
- Instrumentos elétricos de medição;
- Circuitos com capacitores;

A seguir, iremos falar um pouco sobre cada um destes conteúdos, não necessariamente na ordem apresentada acima.

### ***3.1. Grandezas Físicas no Estudo dos Circuitos Elétricos***

Iremos falar aqui um pouco sobre as principais grandezas físicas no estudo dos circuitos elétricos.

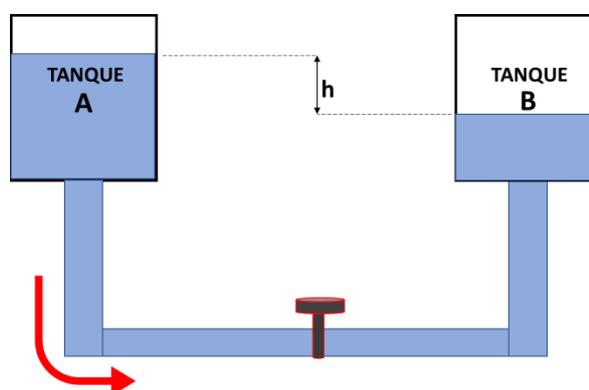
#### **3.1.1. Corrente elétrica**

Corrente elétrica é o fluxo ordenado de cargas elétricas no interior de um condutor provocado por uma diferença de potencial elétrico. Vale lembrar que nem toda agitação de carga elétrica, no entanto, compõe uma corrente. Por exemplo, no interior de um condutor metálico os elétrons livres ou elétrons de condução movimentam-se invariavelmente de forma aleatória. Contudo, neste caso, não existe um fluxo ordenado de cargas com um sentido definido, ou seja, se for traçado um plano hipotético no interior desse condutor, será notado que a quantidade de elétrons

que cruzam o plano em um sentido é aproximadamente igual à que o cruza no sentido contrário, não existindo assim um fluxo ordenado de cargas.

Como forma de entendermos melhor a corrente elétrica, consideremos a seguinte analogia: Imagine um sistema hidráulico, conforme mostrado na Figura 3.1, combinado por dois tanques “A” e “B” integrados entre si por uma tubulação, na qual existe um registro “R”, através do qual pode ser aberta ou fechada a conexão entre os tanques. Note que há uma diferença entre os níveis de água nos tanques  $h$ , ou seja, há uma diferença de potencial gravitacional entre os líquidos que estão nos tanques. Assim, caso o registro R seja aberto, se estabelecerá um fluxo de água do tanque A para o tanque B, formando um fluxo (corrente), até o momento em que os níveis se coincidam, ou seja, até deixar de existir uma diferença de potencial gravitacional (HEWITT, 2015).

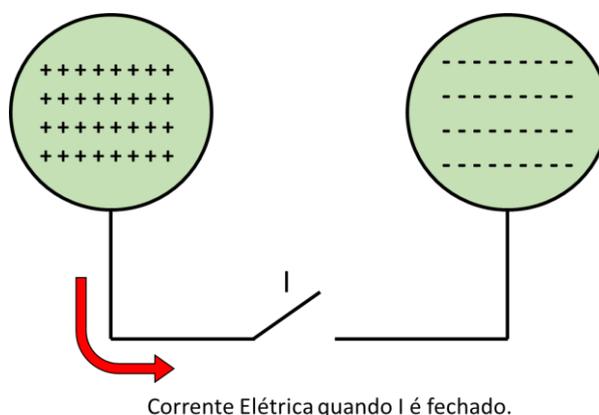
**Figura 3.1** – Sistema hidráulico composto por dois tanques e conectados entre si por uma tubulação contendo um registro.



**Fonte:** Autor, 2020.

A Figura 3.2 oferece um sistema combinado por duas esferas A e B, ambas carregadas, sendo que A está carregada positivamente e B negativamente. Dessa configuração existe uma diferença de potencial elétrico entre as esferas. Acoplando as esferas tem-se um fio condutor, contendo um interruptor I, que possibilita abrir ou fechar o circuito elétrico. Quando o interruptor I é fechado, ou seja, quando a conexão entre as esferas é estabelecida, os elétrons que são as partículas carregadoras de carga neste caso, fluem instantaneamente da esfera A para a esfera B formando uma corrente elétrica até os potenciais elétricos se consolidarem (HEWITT, 2015).

**Figura 3.2** – Sistema composto por duas esferas carregadas e conectados entre si por um fio condutor contendo um interruptor.



**Fonte:** Autor, 2020.

Considerando os sistemas das Figura 3.1 e Figura 3.2, pode-se concluir que têm algumas afinidades entre ambos, através das quais, pode-se identificar o conceito de corrente. Enquanto a corrente de água é formada por um fluxo de moléculas de água movidas por uma diferença de potencial gravitacional, a corrente elétrica é um fluxo de partículas carregadas movidas por uma diferença de potencial elétrico. Em condutores metálicos as partículas que se deslocam transportando carga são os elétrons, uma vez que os prótons se encontram fixos no interior do átomo, formando, juntamente com os nêutrons, o núcleo atômico. Neste caso, aqueles são designados de elétrons livres ou elétrons de condução; já nos fluidos condutores as cargas são transportadas por íons.

Nos primários relatos sobre o estudo da eletricidade, imaginava-se que a corrente elétrica era desenvolvida por partículas positivas deslocando-se de um potencial elétrico maior para um menor. Contudo, agora, é conhecido que se trata de partículas negativas se deslocando de um potencial menor para um maior. Contudo, por convenção, continua-se a utilizar a primeira ideia referente ao sentido da corrente, pois, segundo Halliday, Hesnck e Walker (2016, p.140) esta convenção pode ser usada, “porque, na maior parte dos casos, supor que carregadores de carga positivos estão se movendo em um sentido tem justamente a mesmo decorrência que supor que portadores de carga negativos estão se movendo no sentido oposto”.

Existem casos, no entanto, cuja compreensão certa exige que o movimento seja proporcionado da forma como genuinamente acontece (HALLIDAY, HESNICK E

WALKER, 2016). Exemplo disto, é a análise do comportamento de determinados componentes semicondutores.

A corrente elétrica ( $i$ ), que passa por uma seção reta de um condutor pode ser sinalizado como a carga elétrica ( $dq$ ), que passa por uma seção reta arbitrária de um fio, em um intervalo de tempo ( $dt$ ) (HALLIDAY, HESNICK E WALKER, 2016). Matematicamente, é definido por:

$$i = \frac{dq}{dt} \text{ (definição de corrente)} \quad (3.1)$$

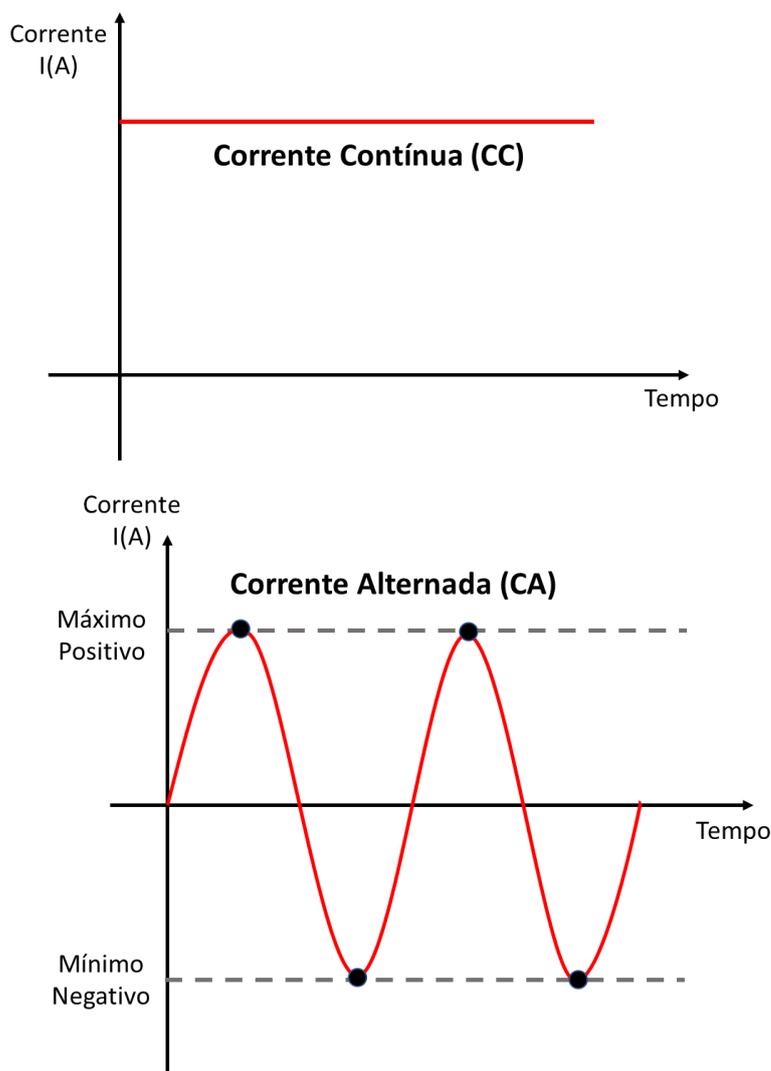
A taxa de fluxo elétrico, ou seja, a corrente elétrica, é medida em amperes, constituindo que 1 ampere equivale a uma taxa de fluxo de 1 coulomb de carga por segundo (HEWITT, 2015). O equipamento empregado para realizar medida de corrente é o amperímetro.

Quando uma corrente elétrica corre um corpo-material, normalmente ela produz alguma decorrência observável neste ou em volta dele. As principais decorrências são:

- O efeito fisiológico, ainda conhecido como choque elétrico, determinado quando uma corrente elétrica percorre um organismo vivo;
- O efeito térmico, também chamado de efeito Joule, é a alteração da temperatura do condutor provocada pelo caminho da corrente;
- Efeito químico, desencadeado por reações químicas originadas pela passagem da corrente;
- O efeito magnético, ocorre através do aparecimento de um campo magnético em torno do condutor que está sendo percorrido pela corrente.

A corrente elétrica pode ser contínua (CC) ou alternada (CA). Segundo Hewitt (2015), a corrente contínua é aquela cujo fluxo de cargas desloca-se em um único sentido. Já quando os elétrons se agitam no circuito primeiro em um sentido, e depois no sentido oposto, oscilando para lá e para cá em torno de posições fixas, então a corrente é dita ser alternada. A Figura 3.3 mostra um gráfico da corrente em função do tempo para o caso de uma corrente contínua (gráfico de cima) e de uma corrente alternada (gráfico de baixo).

**Figura 3.3** – Gráficos das correntes contínua e corrente alternada em função do tempo.



**Fonte:** Autor, 2020

De acordo com Hewitt (2015, p. 437), “o principal uso do fluxo elétrico, seja ela CC ou CA, é transferir energia de um lugar para outro com rapidez, flexibilidade e de configuração conveniente”.

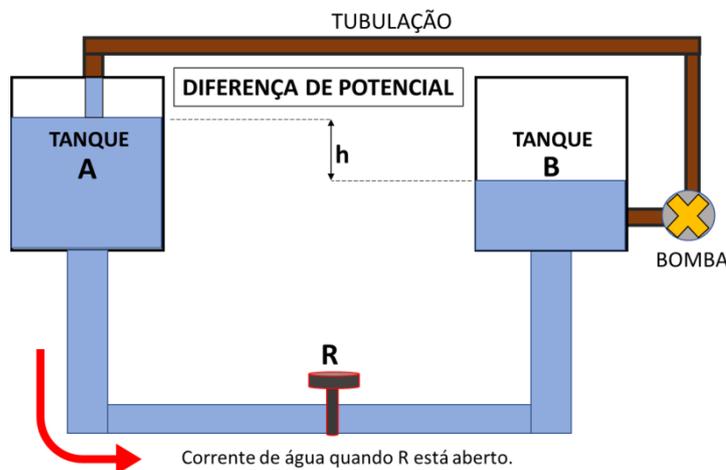
### **3.1.2. Diferença de potencial, Tensão, Voltagem e fontes de voltagem**

Diferença de potencial (ddp) ou Tensão elétrica, como também é chamada, é a diferença de energia potencial elétrica por unidade de carga, existente entre quaisquer dois pontos do espaço tal que uma carga elétrica se agite diretamente de um para o outro.

A unidade de medida da ddp no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o Volt, em tributo a Alessandro Volta, o qual deu origem também aos termos voltagem para apresentar a mesma grandeza e nome voltímetro, para o instrumento que empregado para medi-la.

Considerando do mesmo modo o sistema hidráulico da Figura 3.1, pode-se concluir que após um abreviado intervalo de tempo os tanques alcançarão o mesmo nível, ou seja, deixará de existir uma diferença de potencial gravitacional entre eles e a corrente de água entre os dois interromperá. Todavia, se for utilizada uma bomba para retirar água do tanque B e elevar ao A, nas mesmas magnitudes da quantidade de água que está entrando no tanque B, conforme a Figura 3.4, as diferenças de potencial e conseqüentemente a corrente continuarão existindo. Neste caso, a bomba trabalha como uma espécie de “fonte de potencial”, elevando a energia potencial gravitacional da água e fazendo com que o sistema permaneça em funcionamento.

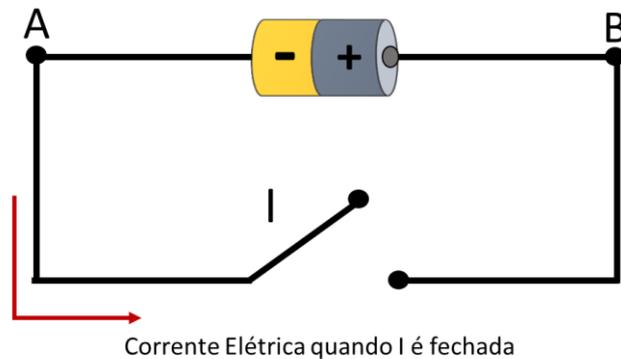
**Figura 3.4** – Sistema hidráulico utilizando uma bomba para manutenção do desnível entre os tanques e da corrente nas tubulações.



**Fonte:** Autor, 2020.

De tal modo como o sistema hidráulico, discutido anteriormente, carece de um dispositivo, naquele caso a bomba, capaz de elevar a energia potencial gravitacional da água, ou seja, capaz de produzir uma diferença de potencial gravitacional para conservar uma corrente fluindo no sistema. Em um sistema elétrico, como o da Figura 3.2, a sustentação da corrente elétrica também dependerá de um dispositivo adequado para produzir uma diferença de potencial elétrico, como uma pilha que é mostrada Figura 3.5.

**Figura 3.5** – Sistema elétrico utilizando uma pilha para produzir uma ddp, e consequentemente, corrente elétrica no condutor.



**Fonte:** Autor, 2020.

Os dispositivos empregados para produzir uma ddp são rotineiramente chamados de geradores de tensão, fontes de tensão ou fontes de voltagem. São amostras de fontes de tensão: as pilhas, as baterias, as células fotovoltaicas e os geradores eletromagnéticos. Instrumentos deste tipo realizam um trabalho para induzir as cargas negativas para longe das positivas (HEWITT, 2015). Do mesmo modo como as correntes elétricas, as tensões também podem ser classificadas como contínua e alternada. Sendo contínua aquela produzida por uma fonte cuja polaridade não se altera com o tempo, e alternada, a que é gerada por uma fonte na qual sua polaridade se inverte constantemente.

Sistemas como o representado na Figura 3.5, que fornecem um caminho para a passagem da corrente elétrica, são denominados circuitos elétricos. Todavia, na Figura 3.5, o circuito não está representado adequadamente, uma vez que este depende ainda da interferência de uma outra grandeza, a resistência elétrica, que será analisada logo a seguir. Igualmente, depois, será retomado o estudo dos geradores de tensão.

### 3.1.3. Resistência elétrica e Lei de Ohm

Além da ddp disponibilizada pela fonte de voltagem, a dimensão corrente elétrica atribuída a um circuito também depende da resistência elétrica que o condutor oferece ao fluxo de carga (HEWITT, 2015).

De acordo com Máximo e Alvarenga (2006), a resistência elétrica oferecida por um fio condutor que interliga os pontos A e B de um circuito, pode ser caracterizada da seguinte forma:

As cargas móveis que constituem a corrente elétrica, aceleradas pela voltagem  $U_{AB}$ , realizarão colisões contra os átomos ou moléculas do condutor, havendo, então, uma oposição oferecida pelo fio à passagem da corrente elétrica através dele. Esta oposição poderá ser maior ou menor, dependendo da natureza do condutor que foi ligado entre A e B. Evidentemente a corrente  $i$  no condutor será maior ou menor dependendo desta oposição (MÁXIMO e ALVARENGA, 2006, p.117).

Desta forma, a oposição à passagem de corrente em um condutor, ou seja, a resistência elétrica, pode ser matematicamente definida como:

$$R = \frac{U}{i}. \quad (3.2)$$

Onde ( $R$ ) é a resistência oferecida pelo condutor, ( $U$ ) é a tensão à qual o condutor está submetido e ( $i$ ) é a corrente que o percorre. Um condutor ôhmico é aquele para o qual a equação (3.2) resultará sempre no mesmo valor de ( $R$ ), independentemente do valor absoluto e da polaridade da tensão aplicada aos seus terminais (HALLIDAY, HESNICK E WALKER, 2016).

De acordo com a segunda Lei de ohm, a resistência de um fio depende da sua espessura, do seu comprimento, do material que é formado o fio e da temperatura em que ele se encontra. Fios grossos trazem menor resistência que os finos; fios compridos possuem maior resistência que os curtos e fios de cobre têm menor resistência que fios de aço com as mesmas dimensões. Quanto à temperatura, o acréscimo desta constitui um aumento no movimento dos átomos e moléculas no interior do condutor e, conseqüentemente, um acréscimo da oposição ao fluxo de carga. Portanto para a maioria dos condutores, um aumento da temperatura constitui um acrescentamento da resistência, desta forma, em temperaturas muito baixas, a resistência praticamente deixa de existir para alguns materiais, os quais, recebem a designação específica de supercondutores (HEWITT, 2015).

Um dos principais componentes empregados nos circuitos elétricos são os resistores. Estes nada mais são do que condutores com resistência definida. Existe

no mercado uma ampla multiplicidade de resistores com os mais variantes valores de resistência.

O funcionamento deles é relativamente simples, fundamentalmente transformam energia elétrica em energia térmica, ou seja, em calor, e comumente são utilizados para limitar a corrente elétrica em um circuito. A unidade de medida da resistência elétrica no SI é o ohm ( $\Omega$ ). Um ohm equivale a um Volt por ampère,  $\Omega = \text{V/A}$ .

Para transportar uma corrente em um meio material é indispensável que as cargas sejam empurradas, a velocidade com que uma carga se move em resposta a um determinado empurrão depende da natureza do material. Para a maioria das substâncias a densidade de corrente ( $J$ ) é proporcional à força por unidade de carga ( $f$ ) (GRIFFITHS, 2011), e é dada por,

$$J = \sigma f \quad (3.3)$$

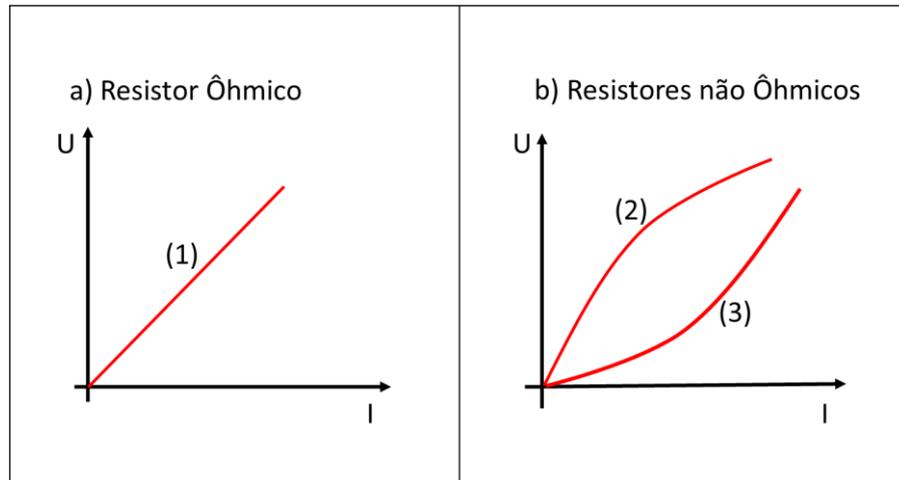
O fator de proporcionalidade ( $\sigma$ ) é uma constante empírica que varia de um material para outro, designada condutividade do meio. A força que move as cargas para compor uma corrente pode ter várias naturezas, mas no caso específico de um condutor integrado a uma fonte de tensão, ela é de origem eletromagnética. No caso em que a velocidade das cargas é muito pequena, podemos escrever simplesmente que:

$$J = \sigma E \text{ (Lei de Ohm)}. \quad (3.4)$$

Onde ( $E$ ) é o campo elétrico aplicado aos terminais do condutor. A equação acima é uma outra forma de representar a lei de Ohm.

Na Figura 3.6(a) e Figura 3.6(b) vemos um gráfico de ddp versus corrente para um resistor ôhmico e não ôhmico, respectivamente. Para o resistor ôhmico, o gráfico é uma reta (Figura 3.6(a)), ou seja, a resistência se mantém constante independente dos valores de tensão e corrente. Já no caso das curvas dos resistores não ôhmicos, não há um comportamento linear da tensão com a corrente (Figura 3.6(b)).

**Figura 3.6** – Gráfico da tensão ( $U$ ) em função da corrente elétrica ( $i$ ) para o caso de um (a) resistores ôhmicos e (b) não ôhmicos.



**Fonte:** Autor, 2020.

Embora a declaração anterior seja tradicionalmente citada como Lei de Ohm, ela não se trata de uma lei propriamente dita, uma vez que não é correspondida para todos os valores de campo elétrico aplicado, nem por alguns tipos de componentes, como por exemplo, determinados dispositivos semicondutores.

### 3.1.4. Potência e energia elétrica

Uma carga que se move em um circuito gasta energia, a menos que o circuito seja constituído de um material supercondutor. Tal energia poderá ser transformada em uma forma útil ao ser humano, podendo ser térmica, mecânica, luminosa ou sonora (HEWITT, 2015).

De forma geral, podemos dizer que os equipamentos elétricos são instrumentos que transformam energia elétrica em outros tipos energia úteis para o nosso dia a dia, por exemplo: Uma lâmpada transforma energia elétrica em térmica e luminosa; um motor elétrico, transforma energia elétrica em energia mecânica de rotação; um receptor de rádio, transforma energia elétrica em energia sonora, etc. (MÁXIMO e ALVARENGA, 2006).

A taxa com a qual a energia elétrica é convertida em outra forma de energia que é denominada Potência elétrica (HEWITT, 2015). Podendo ser definida matematicamente da seguinte forma:

$$P = \frac{E_n}{t}. \quad (3.5)$$

Ou,

$$P = Ui. \quad (3.6)$$

A equação (3.5) relaciona a Potência ( $P$ ) de um determinado componente à energia ( $E_n$ ), transformada em um intervalo de tempo ( $t$ ). Já a equação (3.6) relaciona a Potência ( $P$ ) à tensão ( $U$ ) sob a qual o componente está submetido e à corrente ( $i$ ) que o percorre.

Usando a equação (3.2) juntamente com a equação (3.6) pode-se escrever também que:

$$P = \frac{U^2}{R}. \quad (3.7)$$

Ou que,

$$P = R \cdot i^2 \quad (3.8)$$

A unidade de medida da Potência é o watt (W), em homenagem ao engenheiro escocês James Watt. Um watt (W) equivale a um volt-ampere (V.A).

A seguir, iremos falar sobre alguns outros elementos que fazem parte de um circuito elétrico, como os geradores e os receptores elétricos, bem como sobre alguns instrumentos de medidas elétricas.

### **3.2. Componentes Elétricos de um Circuito e Instrumentos de Medida**

Iremos comentar aqui um pouco do que são os geradores e receptores elétricos. Além disto, falaremos aqui de alguns instrumentos elétricos de medidas.

#### **3.2.1. Gerador elétrico**

Os geradores elétricos são dispositivos que realizam trabalhos sobre as cargas elétricas que passam através deles, aumentando assim o potencial destas, por meio da utilização de outras formas de energia, como por exemplo: química, mecânica, térmica, luminosa etc. (MÁXIMO e ALVARENGA, 2006). Em outras palavras, geradores elétricos são instrumentos que convertem outras formas de energia em energia elétrica.

Para que as cargas fluam em um circuito é indispensável que sejam “empurradas” ou “impelidas”. A manutenção de uma corrente requer um dispositivo correspondente para fornecer uma diferença de potencial elétrico constante, uma voltagem, como foi visto na Figura 3.5. Se duas esferas condutoras forem carregadas, uma positivamente e outra negativamente, como na Figura 3.2, pode-se obter uma grande voltagem entre elas. No entanto, tal dispositivo não é uma boa fonte de tensão, pois quando as esferas são conectadas por um meio condutor, os potenciais se coincidem quase que instantaneamente. Por isto, esta não é uma fonte prática.

Geradores eletromagnéticos e baterias químicas, por outro lado, são fontes de energia capazes de sustentar um fluxo constante de carga em um circuito elétrico, isto é feito de diferentes formas, a depender do tipo de gerador:

“Baterias e geradores eletromagnéticos realizam um trabalho para levar cargas negativas para longe das positivas. Nas baterias químicas, esse trabalho é geralmente, mas nem sempre, realizado pela desintegração química do zinco ou do chumbo em ácido, com a energia armazenada nas ligações químicas sendo convertida em energia potencial elétrica. Geradores tais como os alternadores dos automóveis separam as cargas por indução eletromagnética (HEWITT, 2015, p.432).”

Os geradores elétricos são os principais elementos de um circuito elétrico, pois são eles que geram a ddp, ou seja, que fornecem a energia necessária para a circulação dos portadores de carga que constituirão a corrente elétrica. São dispositivos polarizados, ou seja, que há um polo positivo e um negativo.

O trabalho efetivado pelo gerador elétrico sobre as cargas eleva a energia potencial elétrica das próprias. A relação entre estas grandezas físicas é designada força eletromotriz do gerador (MORAES E TEIXEIRA, 2006), e matematicamente ela é representada por:

$$\varepsilon = \frac{\tau}{q}. \quad (3.9)$$

Onde  $\varepsilon$  é a força eletromotriz e  $\tau$  é o trabalho realizado pela fonte sobre a carga ( $q$ ). Reescrevendo a equação (3.9) em função de  $\tau$ , obtém-se que:

$$\tau = q\varepsilon. \quad (3.10)$$

Desta forma, o trabalho ( $\tau$ ) dado pela equação acima pode ser usado como sendo a energia ( $E_n$ ) que aparece na equação (3.5), fornecendo assim que:

$$P = \frac{q\varepsilon}{t}. \quad (3.11)$$

E como a quantidade  $q/t$  é a corrente que percorre o circuito, podemos escrever que a potência fornecida por um gerador é dada por:

$$P = \varepsilon i. \quad (3.12)$$

A potência total ( $P_t$ ), fornecida por um gerador é igual à soma da potência útil ( $P_u$ ), utilizada no circuito, com a potência dissipada no interior do gerador ( $P_d$ ), ou seja:

$$P_t = P_u + P_d. \quad (3.13)$$

Assim, a potência útil é dada por,

$$P_u = P_t - P_d. \quad (3.14)$$

Usando o fato de que  $P_t = \varepsilon i$ , que  $P_u = Ui$  e que  $P_d = Ri^2$ , temos que a equação (3.14) pode ser escrita como:

$$U = \varepsilon - Ri \quad (\text{Equação do gerador}) \quad (3.15)$$

A análise da equação (3.15) nos leva a concluir que quando a resistência interna de um gerador é desprezível  $R = 0$ , (gerador ideal), a força eletromotriz deste é igual à ddp entre os seus terminais.

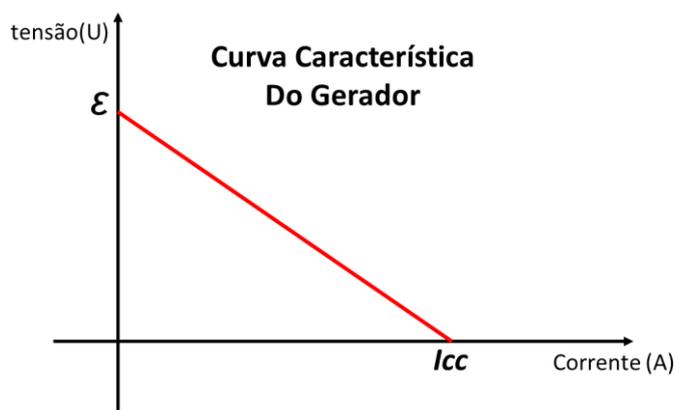
Quando os polos de um gerador são ligados um ao outro por um condutor de resistência desprezível, diz-se que o gerador está em curto-circuito (CC), neste caso, a ddp entre os terminais é nula  $U = 0$  e a corrente no circuito é dada por:

$$i_{CC} = \frac{\varepsilon}{R}. \quad (3.16)$$

A corrente  $i_{CC}$  é a corrente máxima produzida por um gerador. Curtos-circuitos são fenômenos que ocorrem acidentalmente, sem nenhum interesse prático, uma vez que na maioria das vezes danificam o gerador (MORAES E TEIXEIRA, 2006).

Uma vez considerada constante, a força eletromotriz ( $\varepsilon$ ) e a resistência interna ( $R$ ) de um gerador, embora nem sempre isso aconteça; a equação (3.15) nos mostra que teremos uma função linear da tensão ( $U$ ) com relação a corrente ( $i$ ), como mostrado na Figura 3.7.

**Figura 3.7** – Curva característica de um gerador, mostrando a relação entre a tensão ( $U$ ) e a corrente.



Fonte: Autor, 2020.

### 3.2.2. Receptor Elétrico

Receptores elétricos são dispositivos que transformam energia elétrica em determinada forma útil de energia para o nosso dia a dia, e que não seja somente térmica. Um modelo de receptor elétrico de grande utilidade é o motor elétrico, usado para converter energia elétrica em energia mecânica de rotação, e que é muito empregado em eletrodomésticos, automóveis e em múltiplos setores industriais. Como um outro exemplo de receptores elétricos, temos as lâmpadas fluorescentes, que convertem energia elétrica em luminosa e os dispositivos sonoros, que converte energia elétrica em energia sonora.

Inversamente ao processo que ocorre no gerador, no receptor são as cargas elétricas que realizam trabalho, perdendo energia elétrica, que é transformada em outra modalidade de energia. Desta forma, para o receptor, define-se uma grandeza física comparável à força eletromotriz ( $\varepsilon$ ), a chamada força contra-eletromotriz ( $\varepsilon'$ ) (MORAES E TEIXEIRA, 2006), e é dada por,

$$\varepsilon' = \frac{\tau}{q}. \quad (3.17)$$

Onde  $\varepsilon'$  é a força contra-eletromotriz e  $\tau$  é o trabalho realizado pela carga ( $q$ ).

Para o receptor, a potência total ( $P_t$ ). a potência do receptor não pode ser maior que a potência do gerador. Na verdade, o gerador vai fornecer a mesma potência exigida pelo receptor até um determinado limite, assim temos que:

$$P_t(\text{receptor}) = P_u(\text{gerador}) = Ui. \quad (3.18)$$

Além disto,

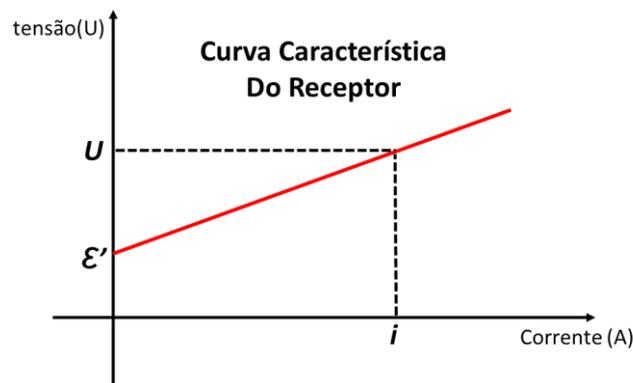
$$P_u(\text{receptor}) = \varepsilon' i. \quad (3.19)$$

Fazendo um procedimento análogo ao que fizemos para obter equação (3.15), é fácil mostrar que:

$$U = \varepsilon' + R \cdot i \text{ (equação o receptor)}. \quad (3.20)$$

O gráfico da equação (3.20) é chamado de curva característica do receptor e tem comportamento conforme a Figura 3.8.

**Figura 3.8** – Curva característica de um receptor, mostrando a relação entre a tensão (U) e a corrente.



Fonte: Autor, 2020.

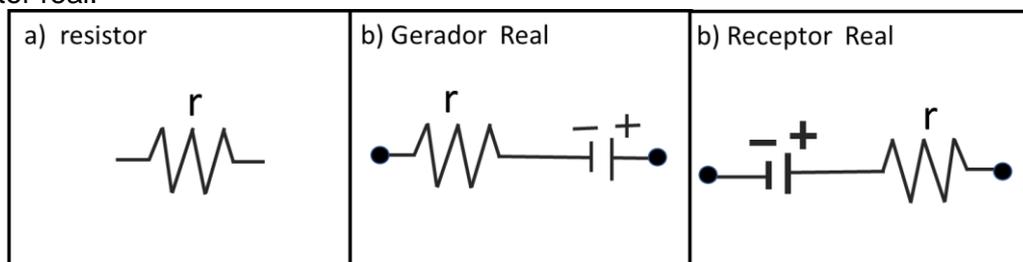
### 3.2.3. Circuitos Elétricos com Gerador, Receptor e Resistores.

Geradores, receptores e resistores são dispositivos comuns à maior parte dos circuitos elétricos. Como já foi dito anteriormente, o gerador é o dispositivo normalmente empregado para fornecer a energia elétrica necessária para o

funcionamento do circuito; e os receptores são instrumentos que transformam a energia elétrica em outra forma de energia que não seja excepcionalmente calor. Já os resistores são elementos que transformam a energia elétrica somente em energia térmica.

Os elementos de um circuito elétrico têm uma representação simbólica, como a que está mostrada na Figura 3.9 para o caso de um resistor, gerador real e receptor real.

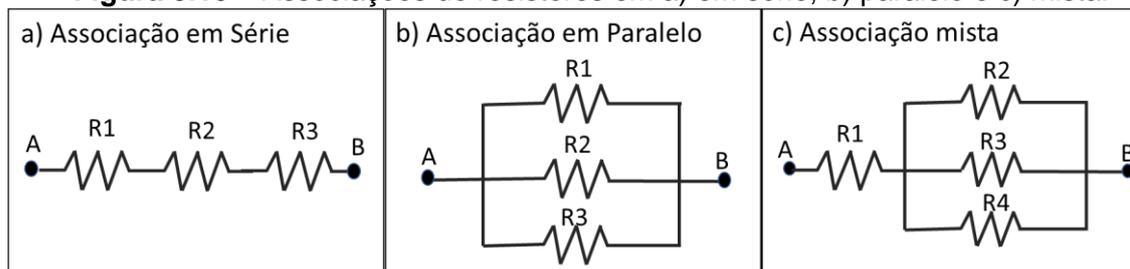
**Figura 3.9** – Símbolos de elementos dos circuitos elétricos: a) Resistor, b) Gerador real e c) Receptor real.



**Fonte:** Autor, 2020

Um circuito elétrico pode conter uma infinidade de componentes, que podem ser associados de diferentes formas. Em geral, a associação dos componentes em circuito elétrico será basicamente de três formas: em série, em paralelo ou de configuração mista, série-paralelo ao mesmo tempo, como mostrado na Figura 3.10.

**Figura 3.10** – Associações de resistores em a) em série, b) paralelo e c) mista.



**Fonte:** Autor, 2020.

Em qualquer associação de resistores em série, como a mostrada na Figura 3.10(a), se aplicada uma tensão entre os terminais A e B, todos os resistores serão percorridos pela mesma corrente, desta forma, a resistência equivalente ( $R_{eq}$ ) da associação, será dada pela soma dos valores das  $N$  resistências presentes na série, ou seja:

$$R_{eq} = \sum_{n=1}^N R_n. \quad (3.21)$$

Para o caso de uma associação de resistores em paralelo, como a mostrada na Figura 3.10(b), se aplicada uma tensão entre os terminais A e B, todos os resistores terão à mesma tensão em seus terminais. Entretanto, a corrente se dividirá, de acordo com o princípio da conservação da carga elétrica, na qual, a corrente na fonte será idêntica à soma das correntes das divisões em paralelos do circuito. Assim, para o caso da Figura 3.10(b) teremos que a corrente total ( $i_T$ ) do circuito será dada:

$$i_T = i_1 + i_2 + i_3. \quad (3.22)$$

Usando o fato de que  $U = Ri$ , como falamos anteriormente, podemos escrever a última equação da forma:

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}. \quad (3.23)$$

Generalizando para  $N$  resistores associados em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{n=1}^N \frac{1}{R_n}. \quad (3.24)$$

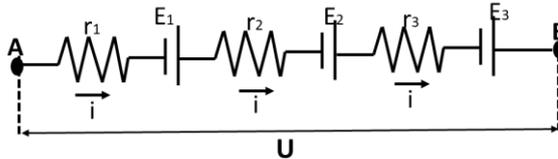
A associação de resistores, em série, em um circuito, é conhecida como divisor de tensão, enquanto a associação em paralelo, é chamada de divisor de corrente. Em circuitos residenciais, onde a maioria dos equipamentos precisam de uma tensão que é mais ou menos igual a 220 V ou 110 V, dependendo do padrão adotado na região, as ligações para a conexão dos equipamentos são feitas em paralelo.

Para calcular a resistência equivalente de uma associação mista de resistores, como a mostrada na Figura 3.10(c), aplica-se as regras vistas para as associações em série e em paralelo, calculando-se a resistência equivalente da parte do circuito que está em paralelo, em seguida, soma-se o valor obtido com as demais resistências que ficam em série com esta parte do circuito.

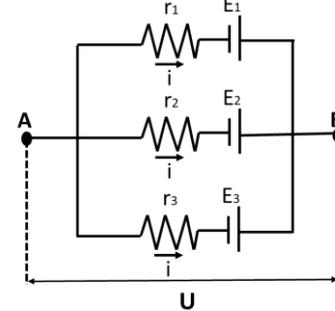
Assim como ocorre com os resistores, múltiplos elementos podem ser associados em um circuito, até mesmo os geradores, como pode ser visto na Figura 3.11.

**Figura 3.11** – Associação de geradores em a) série e em b) paralelo. Nesta figura temos que  $r_i$  representam as resistências e  $E_i$  as tensões de cada um dos geradores.

a. Geradores Associados em Série



b. Geradores Associados em Paralelo



Fonte: Autor, 2020.

Para o caso da associação de geradores em série, como no caso da Figura 3.11(a), quando uma tensão ( $U$ ) é aplicada entre os terminais A e B, teremos que:

$$U = (E_1 + E_2 + E_3) - (r_1 + r_2 + r_3)i. \quad (3.25)$$

Na qual, que  $r_i$  representam as resistências e  $E_i$  as tensões de cada um dos geradores. Assim, podemos escrever simplesmente que,

$$U = \sum_{n=1}^N U_n. \quad (3.26)$$

De acordo com a equação (3.26), vemos que em uma associação de geradores em série, a tensão ( $U$ ) resultante dessa associação, será idêntica, à soma das tensões dadas nos ( $M$ ) geradores da série. Vale lembrar aqui que o gerador é um componente polarizado, assim sendo, em uma associação em série, necessitam ser unidos o terminal negativo de um gerador ao positivo do outro, caso a polaridade de um destes seja contrária, este passará a se comportar como um receptor.

Para que uma associação de geradores em paralelo, como a mostrada na Figura 3.11(b), trabalhe corretamente, é indispensável que os geradores sejam idênticos, ou seja, que possuam a mesma força eletromotriz ( $E$ ) e a mesma resistência interna ( $r$ ); e, que sejam integrados todos os polos positivos de um lado e negativos

do outro, caso isto não seja feito, um ou mais geradores irão se comportar como receptor. Como já foi dito, para que este tipo de associação funcione perfeitamente é necessário que todos os geradores utilizados possuam a mesma força eletromotriz ( $E$ ), o que torna seu uso prático irrealizável em muitos casos, pois a grande maioria das fontes de tensão popularmente usadas não possuem, a rigor, a mesma tensão.

### 3.2.4. Capacitores

Capacitor ou condensador é um dispositivo empregado nos circuitos elétricos com o objetivo de armazenar cargas elétricas e, portanto, energia potencial elétrica. Ele é constituído fundamentalmente por dois condutores afastados por um isolante. Os condutores são chamados armaduras ou placas do capacitor e são carregados, um positivamente e o outro negativamente. O isolante do capacitor é chamado de dielétrico, podendo ser o próprio ar, vidro, parafina, mica, porcelana, papel ou um outro isolante (MORAES E TEIXEIRA, 2006).

A diferença básica entre um capacitor e um gerador (pilha ou bateria), é que o capacitor irá liberar a carga de forma exponencial com o tempo, enquanto o gerador libera praticamente a mesma quantidade de carga por unidade de tempo. Para carregar um capacitor basta que seus terminais estejam conectados aos polos de um gerador.

A quantidade de carga ( $Q$ ) armazenada por um capacitor, depende da tensão ( $U$ ) do gerador, sendo que, a relação entre a carga armazenada e a tensão do gerador é uma constante característica do capacitor, designada de capacidade elétrica do capacitor ou capacitância ( $C$ ), e é definida como:

$$C = \frac{Q}{U}. \quad (3.27)$$

A capacitância é diretamente proporcional à área das placas do capacitor ( $A$ ) e inversamente proporcional à distância entre elas ( $d$ ), ou seja,

$$C = \varepsilon \frac{A}{d}. \quad (3.28)$$

Onde  $\varepsilon$  é uma constante de proporcionalidade, chamada de permissividade do dielétrico, que é uma característica do material. A unidade de capacitância no S.I. é o Farad que equivale a um coulomb por volt  $C/V$ .

Quando uma carga elétrica ( $Q$ ) é conduzida entre dois pontos, cuja diferença de potencial  $U_{AB}$  seja sustentada constante, o trabalho ( $\tau$ ) resultante é dado por:

$$\tau = Q \cdot U_{AB}. \quad (3.29)$$

Na descarga do capacitor a ddp dentre as placas não se sustenta constante. À medida que a carga é conduzida de uma placa para outra, a diferença de potencial vai diminuindo, passando do valor inicial ( $U_{AB}$ ) para um valor final nulo. Desta forma, a equação (3.29) não pode ser usada para calcular o trabalho neste processo (MÁXIMO e ALVARENGA, 2006).

A energia potencial ( $E_p$ ) retida pelo capacitor é dada por:

$$E_p = \frac{1}{2} Q U_{AB}. \quad (3.30)$$

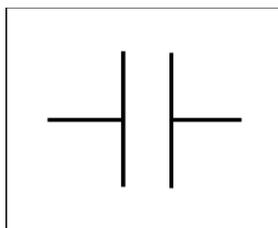
Combinando a equação (3.27) com a equação (3.30), podemos escrever que:

$$E_n = \frac{1}{2} C U_{AB}^2. \quad (3.31)$$

O símbolo usado para representar um capacitor no desenho de um circuito elétrico é mostrado na

Figura 3.12.

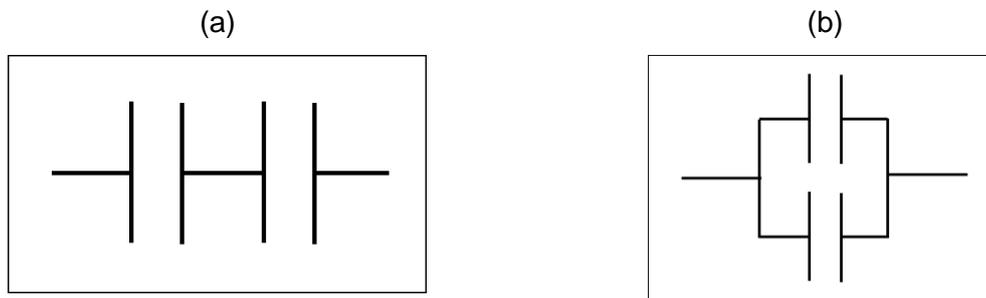
**Figura 3.12** – Símbolo que representa um capacitor num circuito elétrico.



**Fonte:** Autor, 2020.

Assim como outros elementos dos circuitos, os capacitores também podem ser associados em série e em paralelo, conforme mostrado na Figura 3.13.

**Figura 3.13** – Imagem da associação de dois capacitores em (a) série e em (b) paralelo.



**Fonte:** Autor, 2020.

Numa associação de capacitores em série, o potencial total será a soma do potencial de cada um deles, ou seja,

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n. \quad (3.32)$$

Combinando a equação (3.27) com a equação (3.32), obtemos que a capacitância equivalente ( $C_{eq}$ ) de uma associação de  $N$  capacitores em série é dada por,

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}. \quad (3.33)$$

Na associação de capacitores em paralelo a capacitância equivalente ( $C_{eq}$ ), é dada pela soma das  $N$  capacitâncias particulares. Isto pode ser entendido pelo fato de que todos os capacitores estão submetidos a uma mesma tensão. Assim, usando este fato, combinado com a equação (3.27), pode-se mostrar facilmente que:

$$C_{eq} = \sum_{n=1}^N C_n. \quad (3.34)$$

Capacitores cumprem fundamentalmente duas funções nos circuitos elétricos: contêm carga para utilização rápida e bloqueiam correntes contínuas e alternadas de baixas frequências, enquanto, facilitam o caminho de correntes alternadas de altas frequências. A primeira destas funções é útil em várias situações, os capacitores podem ser usados para implementar temporizadores, retificadores de corrente

elétrica, filtros de linha, estabilizadores, também para dar partida em alguns tipos de motores elétricos, dentre outras aplicações. Já a segunda função dele pode ser útil, por exemplo, para suprimir ondulações e picos em uma corrente contínua.

### **3.2.5. Instrumentos de medidas elétricas**

No jogo que nós criamos, um dos objetivos foi mostrar para o aluno a posição correta que deve ser colocado um amperímetro e um voltímetro num circuito elétrico. Assim, iremos falar aqui um pouco destes equipamentos de medidas elétricas.

O amperímetro é um dispositivo de medida usado para determinar a intensidade da corrente elétrica que percorre um circuito elétrico. Basicamente, todos os tipos de amperímetros encontrados no mercado são construídos a partir de um dispositivo ainda mais fundamental, o galvanômetro. E eles podem ser tanto digitais como analógicos.

O amperímetro deve sempre ser colocado em série no circuito elétrico para que seja determinada a corrente que está circulando nele. Como eles serão colocados em série, eles são projetados de tal forma que suas resistências internas sejam as menores possíveis, para não alterar a corrente que já estava circulando antes deles serem introduzidos para a medição. Assim, jamais um amperímetro deve ser colocado em paralelo num circuito, pois, caso isto seja feito, ele poderá ser seriamente danificado, já que, devido a sua baixa resistência interna, praticamente toda a corrente do circuito irá passar por ele, como se fosse um fio colocado no circuito, causando assim um curto-circuito.

Um outro instrumento de medida elétrica muito importante é o voltímetro. Ele é um equipamento projetado para medir a diferença de potencial entre dois terminais, e neste caso, deve sempre ser colocado em paralelo com os terminais do elemento do circuito que se deseja medir a tensão. Devido a este objetivo de uso, ele é fabricado de tal modo que sua resistência interna seja relativamente alta, para evitar que a corrente que está percorrendo o circuito passe minimamente por ele, e não altere assim o funcionamento do circuito no qual estão inseridos para a medição da tensão.

Uma versão simples e rústica de um amperímetro pode facilmente ser feita com alunos em sala de aula, para isto, basta que seja colocado um imã livre para girar,

preso a um cordão por exemplo, funcionando assim como uma bússola, no interior de uma bobina. Assim, quando uma corrente elétrica percorrer a bobina, irá produzir um campo magnético, o que irá gerar então uma leve deflexão no imã.

## 4. JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Iremos descrever neste capítulo o produto educacional que foi desenvolvido neste trabalho. Falaremos de como o jogo é estruturado bem como das regras dele.

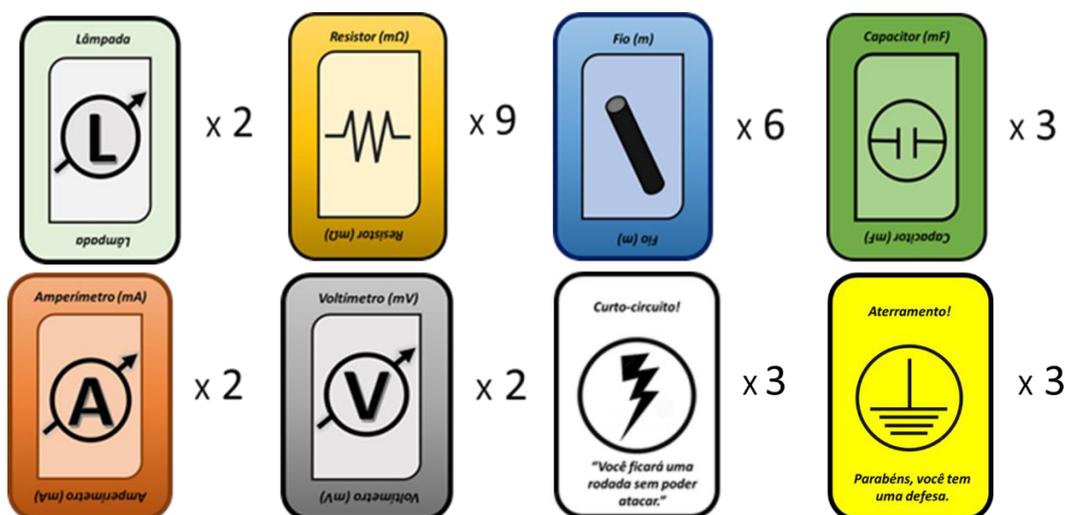
### 4.1. Componentes do jogo

O jogo tem como objetivo ajudar os alunos a aprender o nome dos principais componentes presentes num circuito elétrico (resistores, capacitores etc.) e dos instrumentos de medidas (amperímetro e voltímetro), bem como estes instrumentos devem ser conectados num circuito elétrico. Além disto, ele irá trabalhar com a associação de componentes em série, em paralelo e mista.

No jogo, existem 30 cartas e 3 tabuleiros (um para cada tipo de associação: série, paralelo e misto). As cartas devem ser colocadas nos locais indicados no tabuleiro, à medida que cada elemento do circuito vai ganhando-as durante a execução do jogo. Vence quem completar o seu respectivo circuito primeiro.

No jogo existem 2 cartas com lâmpadas, 9 com resistores, 6 com fios, 3 com capacitores, 2 com Amperímetros, 2 com voltímetros, 3 com curto circuitos e 3 com aterramentos. Uma imagem com as cartas é mostrada na Figura 4.1.

**Figura 4.1** – Imagem referente as cartas do jogo com suas respectivas quantidades: 2 lâmpadas, 9 resistores, 6 fios, 3 capacitores, 2 Amperímetros, 2 voltímetros, 3 curto circuitos e 3 aterramentos.

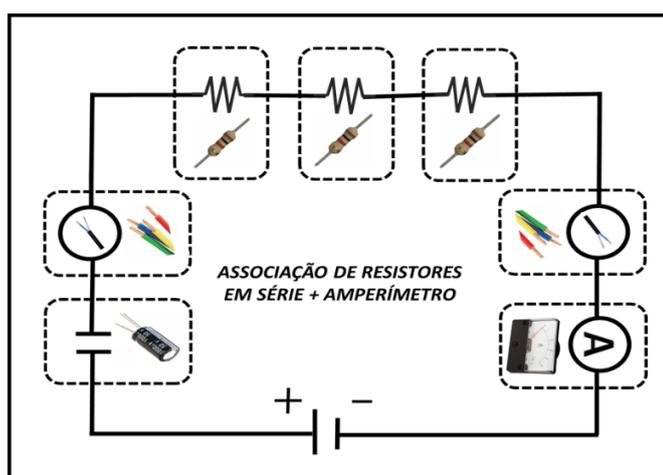


Fonte: Autor, 2020.

Uma importante dinâmica que há no jogo é que cada jogador pode tentar obter elementos do circuito que já foram adquiridos pelos seus colegas, com dois objetivos: (1) completar seu próprio circuito e (2) retardar a montagem do circuito do colega, para que assim ele não termine-o primeiro e venha a vencer.

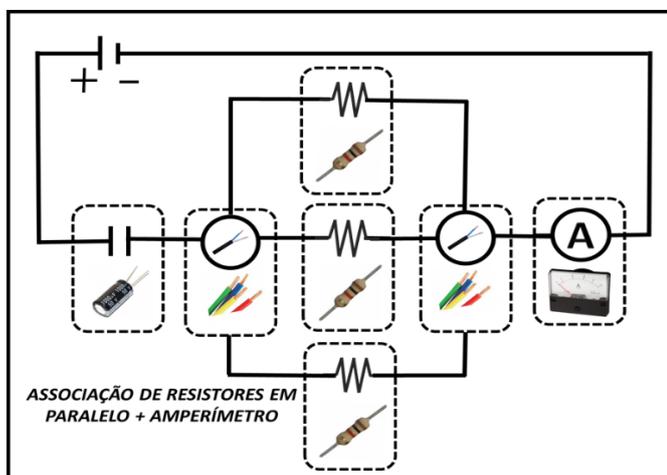
Em relação aos tabuleiros, como falamos anteriormente, são três: um com um circuito em série, outro com um circuito em paralelo e um terceiro com um circuito misto, como mostrado nas Figura 4.2, Figura 4.3 e Figura 4.4, respectivamente. Como se vê na figura, existem amperímetros e volímetros presentes nos circuitos, cujo objetivo é fazer com que os alunos se familiarizem com a posição que eles devem ser colocados em um circuito elétrico, para realizar corretamente uma medida elétrica de voltagem ou corrente.

**Figura 4.2** – Imagem referente ao tabuleiro do jogo: circuito série + amperímetro.



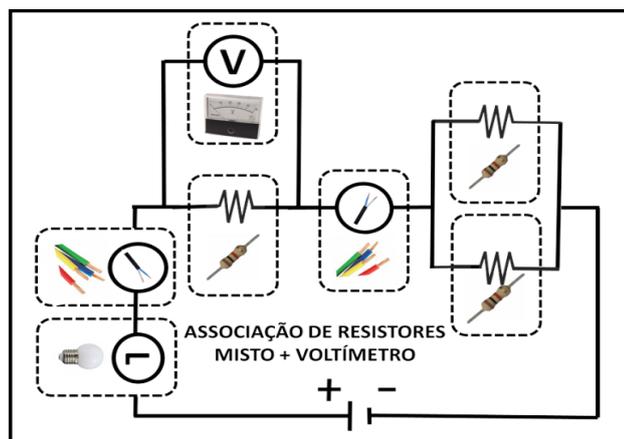
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 4.3** – Imagem referente ao tabuleiro do jogo: circuito em paralelo + amperímetro.



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 4.4** – Imagem referente ao tabuleiro do jogo: circuito misto + voltímetro.



Fonte: Autor, 2020.

## 4.2. Dinâmica do jogo

Iremos descrever aqui a dinâmica do jogo, para assim, auxiliar ao professor que deseje utilizá-lo em sua aula. O jogo deve ser jogado por no mínimo duas pessoas, onde cada uma irá usar um tabuleiro com uma determinada configuração de circuito, como foi mostrado nas Figura 4.2, Figura 4.3 e Figura 4.4. Como há três tabuleiros, o professor poderá também dividir em grupos de três, onde cada aluno irá receber um tabuleiro, ou então, caso a turma seja grande, ele poderá colocar dois ou três alunos em cada tabuleiro, e assim, ter até 9 alunos em cada partida. Caso adote esta última opção, numa turma típica de 45 alunos, irá precisar imprimir 5 versões do jogo. Também há a possibilidade de usar um aluno por jogo para ser o mediador, neste caso, ele será o responsável em distribuir as cartas e observar o cumprimento das regras do jogo.

Para o início do jogo, dois dados serão inicialmente lançados para cada aluno por tabuleiro, iniciará o jogo o aluno (ou o grupo) que obtiver a maior soma da numeração final dos valores obtidos nos dados.

Na rodada inicial cada aluno receberá três cartas aleatórias, com elementos do circuito (fios, lâmpadas, resistores etc.) e as deixará visíveis para todos. A cada jogada, cada aluno tem direito até dois ataques para tentar capturar cartas do colega. Ele pode fazer os dois ataques dirigidos a um mesmo jogador, ou pode atacar um deles uma única vez, e executar um segundo ataque ao outro jogador. Bem como, poderá optar por não realizar ataques, e passar assim a vez, visto que num ataque

mal sucedido ele mesmo poderá perder alguma de suas cartas, como explicaremos a seguir.

Para realizar o ataque, o jogador deverá indicar uma carta sua que será dada ao jogador que ele está atacando, para o caso de que se ele realizar um ataque mal sucedido, ele irá perder a carta que indicou. Primeiro joga os dois dados o jogador que está atacando e depois o que está sendo atacado. Vence o duelo o jogador que obtiver a maior pontuação resultante da soma dos números obtidos em cada dado. Se quem estiver atacando vencer o duelo, ele escolhe uma das cartas do oponente, mesmo que seja uma carta já colocada no circuito do oponente. Se quem estiver atacando perder o duelo, ele dá a carta, que havia previamente indicado, para o jogador que foi atacado.

A cada rodada, é repetida a sequência acima no sentido horário dos jogadores. Ao final de cada rodada, ou seja, quando os três jogadores (ou grupos) tiverem realizados seus ataques (ou optando em passar a vez), cada jogador (ou grupo) recebe mais uma carta. As cartas que cada um irá pegar a cada rodada, deverão estar viradas com a face para baixo, para que ninguém saiba o conteúdo da carta antes de pegá-la.

Nas cartas que eles irão pegar a cada rodada, existem mais componentes elétricos (fios, lâmpadas, resistores etc.), bem como, existem cartas de defesa (carta com o desenho de um aterramento) e cartas que indicam a perda da vez (carta curto-circuito), como mostrado na Figura 4.1.

No caso da carta de defesa, ele poderá usá-la para se defender de um ataque. Assim, caso alguém decida tentar capturar um de seus elementos dos circuitos, jogando os dados e vencendo o duelo, mesmo assim não poderá capturar a carta que desejava, caso o que perdeu o duelo opte por usar a carta de defesa. Na situação em que o que proferiu o ataque perder o duelo, ou seja, não obter a maior pontuação nos dados, perde a carta que havia indicado, sem a necessidade de que o oponente use a carta de defesa.

Em relação a carta curto-circuito, quem retirar ela no baralho não poderá naquela rodada executar nenhum ataque, ou seja, deverá passar a vez.

Por fim, vence o jogo quem conseguir completar primeiro o seu circuito. Uma descrição completa das regras do jogo se encontra no Apêndice III.

O jogo foi projetado para durar menos de 50 minutos, para possibilitar assim que seja facilmente utilizado em sala de aula. A sugestão é que o professor use a

primeira parte da aula (50 minutos) para fazer uma breve revisão dos conteúdos sobre circuitos elétricos, que já deverá ter sido previamente ensinado em aulas anteriores, bem como explique as regras do jogo. E após isto, utilize a segunda metade da aula (ou seja, mais 50 minutos) para que os alunos joguem o jogo.

Como será visto no próximo capítulo, a partir dos resultados obtidos na aplicação deste jogo em sala de aula, o jogo se apresenta com uma proposta bastante interessante e divertida de se trabalhar os conceitos presentes nos estudos dos circuitos elétricos.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

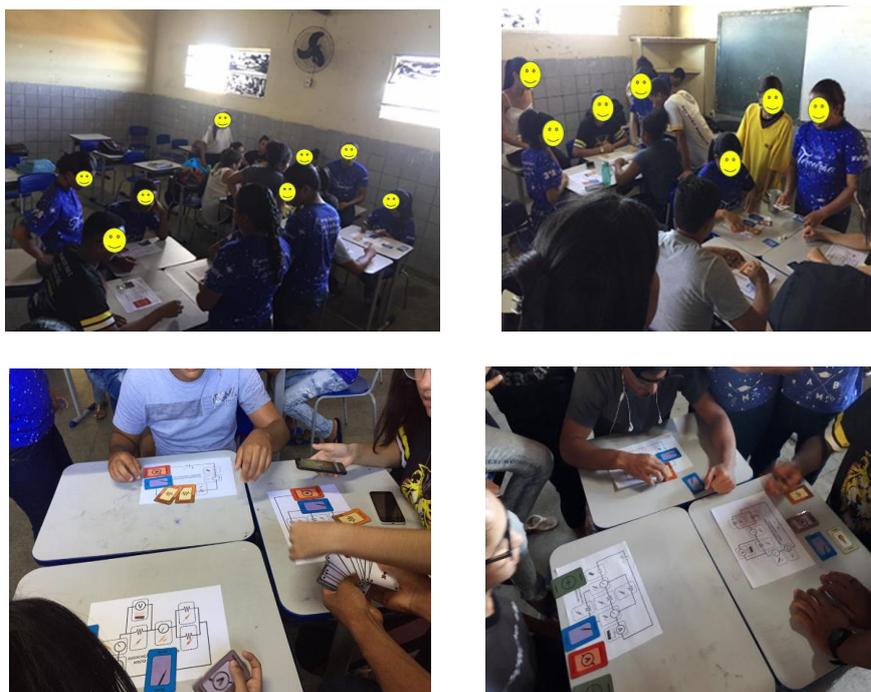
Iremos apresentar neste capítulo os principais resultados da aplicação do produto educacional, que foi feito numa escola estadual, para alunos do ensino médio. Inicialmente iremos falar na seção a seguir, do local onde o produto foi aplicado, e na seção seguinte, das análises dos resultados obtidos a partir dos questionários respondidos pelos alunos (APÊNDICE II), após a realização do jogo em sala de aula.

No APÊNDICE III consta todo o produto educacional, com as regras, cartas, tabuleiro e um plano de aula que pode servir como base para o professor que deseje aplicar o jogo em suas aulas sobre circuitos elétricos.

### 5.1. Aplicação do Produto Educacional em Sala de Aula

O produto educacional, “**jogo de tabuleiro para o ensino de circuitos elétricos**”, foi aplicado em um colégio estadual de Sergipe, nos dias 17 e 18 de outubro de 2019. O público alvo foram os alunos da terceira série do Ensino Médio. Na Figura 5.1 são mostradas fotos da aplicação do produto em sala de aula, ou seja, dos alunos jogando o jogo que desenvolvemos aqui.

**Figura 5.1** – Foto dos alunos durante a realização do jogo em sala de aula.



Fonte: Autor, 2020.

Antes de aplicar o produto educacional em sala previamente, foi ministrado na turma os conteúdos de eletrodinâmica usualmente ensinados no ensino médio. A turma onde o produto foi aplicado corresponde a uma turma em que eu mesmo era o professor de Física. Assim, seguido basicamente o seguinte cronograma: Nos meses de abril a julho foram ministradas aulas de forma tradicional (com quadro e lápis) expondo os conteúdos e resolvendo exercícios. Foram ministrados os conceitos de corrente elétrica e sua intensidade, efeitos da corrente elétrica; Potência elétrica; Resistência elétrica; Lei de Ohm; Gerador Elétrico; Receptor Elétrico; Circuitos Elétricos com gerador; Receptores e Resistores; Instrumentos elétricos de medição; Dispositivos de segurança e Circuitos com capacitores.

Em seguida, com o objetivo de ajudar numa melhor fixação e entendimento dos conteúdos ministrados, falados no parágrafo anterior, fizemos em sala de aula alguns experimentos de baixo custo, como pode-se ver nas fotos mostrados no APÊNDICE I. Para isto, os alunos foram divididos em grupos de três ou quatro alunos para a realização dos experimentos.

Por fim, no mês de outubro foi realizada a aplicação do jogo (presente no APÊNDICE III) em sala de aula. Antes do início do jogo, foram explicadas as regras com a participação de dois alunos, para um melhor entendimento de seu funcionamento. A turma possui 23 alunos, mas no dia da realização do jogo apenas 20 estavam presentes. Eles foram divididos em grupos de três alunos, cada um recebendo um tabuleiro, e um quarto aluno atuando como moderador do jogo, para distribuir as cartas e garantir o cumprimento das regras. Assim, neste dia da aplicação do jogo, foram formados 5 grupos, com 4 alunos cada.

Tudo transcorreu bem durante o jogo, e as partidas duraram em média apenas 20 minutos cada uma. Portanto, o primeiro objetivo foi alcançado, que era desenvolver um jogo que fosse relativamente rápido para poder ser jogado em menos de 50 minutos, sem, contudo, deixar de ser divertido e didático. Este último ponto iremos analisar na seção a seguir, onde iremos analisar os resultados obtidos a partir da aplicação dos questionários, feita após a realização do jogo.

O produto educacional também foi aplicado numa outra escola estadual de Sergipe, só que por um outro colega professor, no caso, ele aplicou o jogo para duas turmas, do segundo ano do ensino médio, uma com 26 alunos e outra com 24 alunos, totalizando 50 alunos neste colégio. Os resultados a seguir se referem as respostas

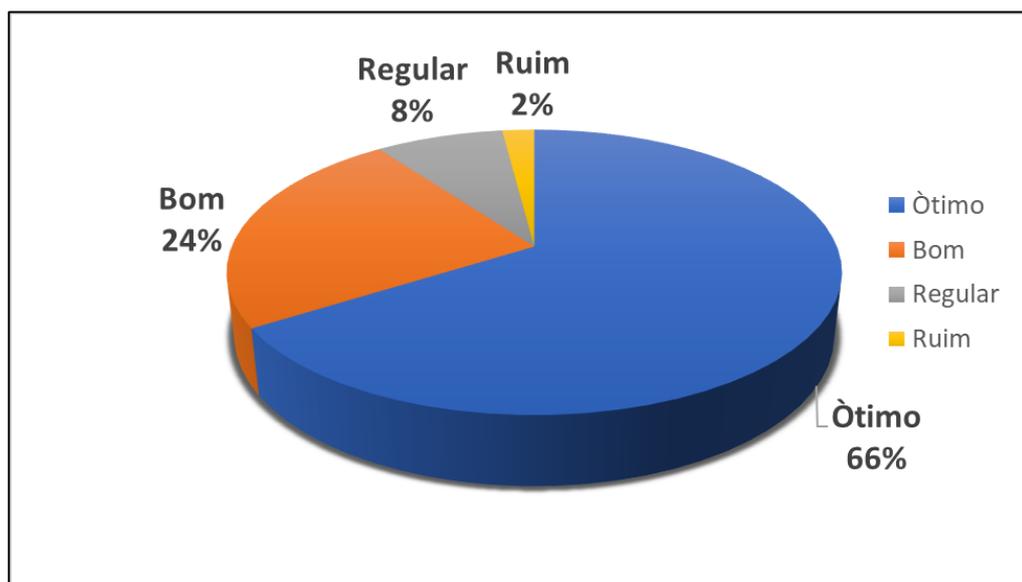
que foram obtidas nas três turmas, na turma que eu mesmo apliquei o produto, e nas outras duas turmas aplicadas pelo outro professor, totalizando assim 70 alunos.

### **5.2. Análise dos resultados obtidos a partir do questionário**

Com o objetivo de avaliar o que os alunos acharam do jogo que desenvolvemos, aplicamos um questionário (presente no APÊNDICE II) com perguntas de múltiplas escolhas, bem como, perguntas em que o aluno poderia escrever suas respostas.

Em uma das perguntas, os alunos foram questionados sobre o que eles achavam da **utilização de jogos no ensino de eletrodinâmica**, e 66% acharam ótimo, 24% consideraram algo bom, 8% como regular e apenas um aluno (2%) considerou a proposta ruim, como pode-se ver na Figura 5.2. Assim, podemos ver que eles gostaram bastante da proposta de usar o jogo. Isso endossa o fato de que, se bem planejado, os jogos podem ser uma ótima ferramenta de apoio nas aulas de física.

**Figura 5.2** – Porcentagem das respostas dos alunos quando perguntados sobre o que eles achavam do uso de jogos no ensino de eletrodinâmica.



Fonte: Autor 2020

Os alunos também puderam escrever suas opiniões pessoais sobre o uso de jogos nas aulas. A seguir, é apresentada a resposta de alguns deles a esta pergunta:

ALUNO 1: “tenho muita dificuldade em física, mas o uso do jogo tornou a aula mais atrativa.”

ALUNO 2: “gostaria de ver mais jogos nas aulas, Isso tornaria mais interessante.”

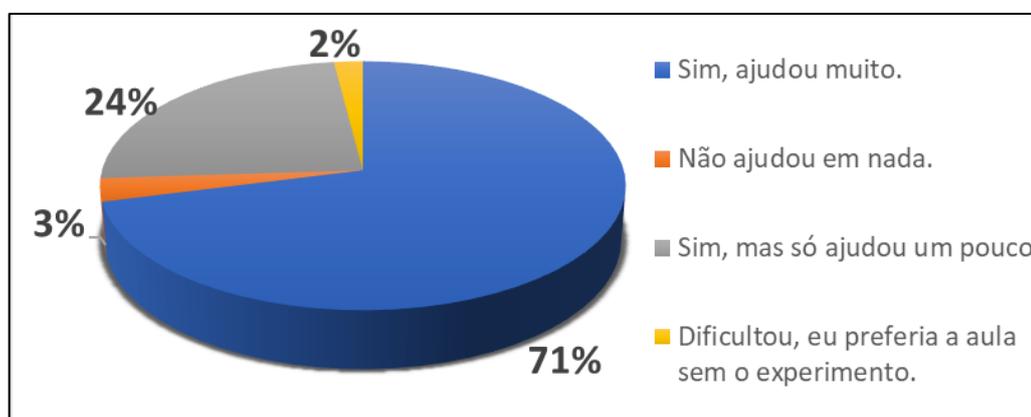
ALUNO 3: “Obrigado por me fazer entender alguma coisa de eletricidade.”

ALUNO 3: “Nem parece física!”

Como se vê nas respostas acima, os alunos gostaram bastante da proposta de ser usado um jogo para ajudar nos estudos dos circuitos elétricos.

Foi perguntado também ao aluno se o jogo ajudou a **entender melhor o conteúdo ministrado**, o resultado é mostrado na Figura 5.3, onde se vê que a grande maioria deles (71%) disseram que ajudou muito, 24% afirmarem que o jogo só ajudou um pouco, 3% de que o jogo não ajudou em nada e apenas um deles (2%) disse que o jogo dificultou a aprendizagem, talvez este aluno seja o mesmo que na pergunta anterior considerou a proposta como ruim. Vale ressaltar aqui também que esta pergunta, se o aluno entendeu melhor o conteúdo, é bastante subjetiva, pois, o aluno pode afirmar que entendeu sem de fato ter entendido. Assim, para checar de fato o entendimento do aluno sobre o quanto ele aprendeu a mais sobre o conteúdo por causa do jogo, é preciso outros tipos de abordagens. Mas, mesmo assim, a resposta serve de forma qualitativa para mostrar que em algum grau, o jogo impactou a forma como o conteúdo foi apresentado para eles.

**Figura 5.3** – Porcentagem das respostas dos alunos quando foram perguntados “se o jogo ajudou a entender melhor o conteúdo ministrado”.



Fonte: Autor 2020.

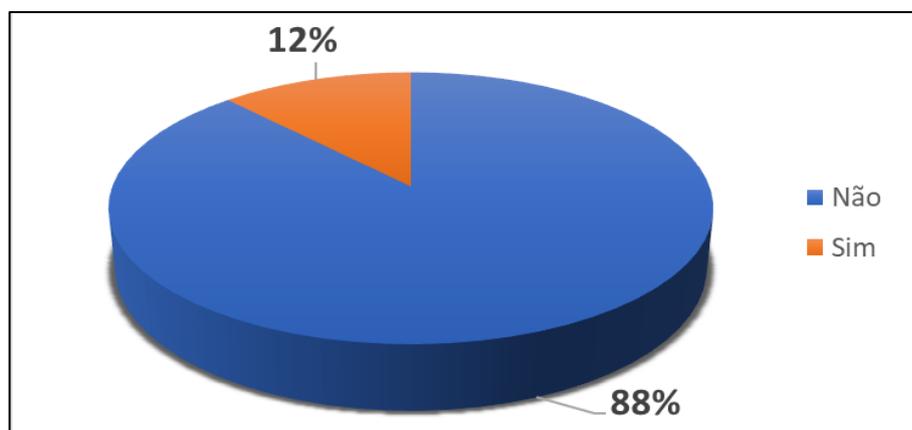
Como falamos no parágrafo anterior, embora não possamos afirmar, de forma quantitativa, o quanto o jogo melhorou o entendimento deles do conteúdo, podemos afirmar que de fato, em algum grau de compreensão, o jogo realmente ajudou eles a entenderem melhor o conteúdo, como pode ser notado nas respostas dadas por alguns deles:

*ALUNO 1: “O jogo me ajudou a identificar a posição do amperímetro e do voltímetro, sempre tive muita dificuldade nisso”.*

*ALUNO 2: “Agora já sei identificar quando o circuito está em série ou paralelo.”*

No questionário foi perguntado também se o aluno conhecia os elementos do circuito que havia no jogo (resistor, capacitor, amperímetro etc.), e foi uma grande surpresa ao ver que 88% deles disseram que alunos não conheciam e apenas 12% afirmaram que conheciam todos (ou alguns) dos elementos do circuito, como mostrado na Figura 5.4. O fato de que foi surpreendente a grande maioria ter dito que não conheciam os componentes que havia no jogo, é devido ao fato de que, como falamos na seção anterior, eles já tinham participado de várias aulas com este conteúdo, inclusive participado de uma aula experimental.

**Figura 5.4** – Porcentagem das respostas dos alunos, quando foram perguntados “Você conhecia os dispositivos (resistor, capacitor, amperímetro etc.) que compõem os circuitos do jogo”.



Fonte: Autor, 2020.

Com base no exposto no parágrafo anterior, parece que o jogo teve um papel central para que de fato eles tivessem uma boa assimilação do nome dos componentes básicos de um circuito, o que era um dos nossos principais objetivos. Talvez isto esteja relacionado ao fato de que durante o jogo o aluno precisa repetir várias vezes os nomes dos componentes, ao tentar capturar as cartas do colega, ou se defender, e isto ajude assim na memorização dos nomes dos componentes do circuito. Em relação ao desconhecimento deles por parte dos elementos dos circuitos que havia antes deles terem jogado o jogo, eles fizeram comentários como estes:

*ALUNO 1: “Desses componentes conhecia apenas fio e lâmpada.”*

*ALUNO 2: “Eu achei muito confuso quando achei uma placa velha numa sucata, agora percebo que existia capacitores e resistores.”*

*ALUNO 3: “Não tinha ideia que aquele aparelho conectado em duas agulhas media corrente.”*

Perguntamos também aos alunos se eles achavam fáceis as regras do jogo e todos responderam que sim, que as regras eram fáceis de serem compreendidas. Este foi um ótimo resultado, pois uma das nossas preocupações foi justamente elaborar regras que fossem de fácil entendimento para o aluno, já que a proposta é de que o jogo seja utilizado numa aula de apenas 50 minutos. Assim, precisava que as regras fossem de fácil entendimento, para serem rapidamente assimiladas. E como vimos na seção anterior, cada partida durou em média apenas 20 minutos, o que reforça a ideia da simplicidade das regras do jogo, como pretendido.

Perguntamos também aos alunos se o uso do jogo lhes deu motivação para participar de outras aulas sobre circuitos elétricos, e 90% responderam que sim, apenas 10% disseram que não. O que também foi muito bom de ser comprovado, pois um dos nossos objetivos era exatamente despertar no aluno o gosto dele em estudar eletrodinâmica.

Foi perguntado também aos alunos se o jogo os fez se sentirem mais motivados para ficar atentos e aprender outros conteúdos de física, e todos responderam de forma unânime que sim. Além disto, pudemos perceber durante a aplicação do jogo

que eles estavam muito mais atentos do que numa aula típica, apenas com quadro e lápis.

Além disto, foi perguntado aos alunos se eles gostariam de jogar o jogo novamente, e todos responderam que sim. O que mostrou então que o jogo não foi monótono, mas sim muito divertido, despertando assim o desejo neles de jogá-lo novamente. Contudo, como já falado anteriormente, precisamos aplicá-los mais vezes, e com outros grupos de alunos para termos uma análise mais profunda destas questões perguntadas a eles, para assim ver se melhorias no jogo são necessárias. Felizmente, com base na aplicação que ocorreu nas três turmas, nenhum problema foi apontado em relação ao jogo que precisemos alterar até o momento, em relação a proposta inicial desenvolvida. Isto foi um resultado muito bom, já que, antes aplicar nas turmas, tínhamos feito um protótipo do jogo e fizemos alguns testes prévios com amigos. Talvez devido a isto quando o produto foi aplicado nas turmas, muitos problemas que poderiam ter surgido, já haviam sido melhorados durante os testes com o protótipo.

Por fim, foi perguntado a eles se o design do jogo era atraente, e a resposta deles foi novamente de forma unânime que sim.

A partir destes resultados, podemos então dizer que o nosso jogo se apresenta como uma interessante ferramenta didática para ser utilizada em aulas sobre circuitos elétricos. Um ponto importante a se destacar é que este jogo é relativamente barato para ser implementado, o professor precisa apenas imprimir os tabuleiros e as cartas, o que pode ser feito na secretaria da própria escola, e providenciar os dados, que podem até mesmo serem feitos com papel, que possua uma espessura adequada, como o papel couchê 300g. Um modelo de dados para impressão e recorte se encontra no produto educacional, no APÊNDICE III. Assim, acreditamos que este jogo é factível de ser utilizado tanto em escolas particulares como públicas, onde, em geral os recursos financeiros destas últimas são bastante escassos.

Esperamos também que, nas turmas onde este jogo venha a ser utilizado, ele possa aumentar o gosto dos alunos pela Física.

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados aqui apresentados, podemos afirmar que o jogo de tabuleiro que propusemos, se apresentou como uma interessante ferramenta didática para ser usada em aulas sobre circuitos elétricos. Vimos que ele é um jogo relativamente rápido, pode facilmente ser aplicado numa aula de 50 minutos. Além disto, a grande maioria dos alunos que participaram da aplicação do jogo gostaram bastante de terem participado de um jogo como este, numa aula sobre eletrodinâmica. Alguns afirmaram inclusive que, embora tivessem muita dificuldade com física, que o jogo tornou a aula mais atrativa.

A grande maioria deles também afirmaram que o jogo os ajudou a entender melhor o conteúdo, que já havia sido ministrado nas aulas anteriores, de eletrodinâmica. Por exemplo, eles disseram que o jogo os ajudou a entender quando um circuito está em série ou em paralelo, bem como, a identificar a posição correta dos instrumentos de medidas (amperímetro e voltímetro).

Um outro fato muito surpreendente também foi que, embora eles já tivessem participado de aulas sobre eletrodinâmica, e até um experimento sobre isto, quase todos disseram que ainda não conheciam os elementos básicos de um circuito (resistores, capacitores etc.). Mas que, o jogo os ajudou a identificar estes componentes. E ajudar os alunos nisto era um dos nossos principais objetivos, que acreditamos então ter alcançado.

Nas respostas dos alunos, vimos também que a grande maioria deles disseram se sentir motivados a participarem de outras aulas sobre circuitos elétricos, bem como, afirmaram que, graças ao jogo, tinham interesse inclusive de aprender outros conteúdos de Física. O que foi um resultado muito bom, pois, a ideia é que o jogo os ajude não somente em relação aos conteúdos relacionados a eletrodinâmica, mas, os motive também pelo gosto da Física como um todo.

Em relação a jogar o jogo novamente, todos afirmaram que gostariam sim de fazê-lo. O que mostrou então que o jogo não foi monótono, mas, provavelmente, muito divertido. Os alunos também disseram que as regras do jogo eram fáceis, e que o jogo tinha um bom design.

Por fim, vale destacar que este jogo é relativamente barato para ser implementado, pois o professor precisa apenas imprimir os tabuleiros e as cartas, e até mesmo os dados podem ser feitos de papel. Assim, acreditamos que este jogo é

factível de ser utilizado tanto em escolas particulares como públicas. E esperamos também que, nas turmas onde este jogo venha a ser utilizado, ele possa aumentar o gosto dos alunos pela Física.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. *Psicología educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 12 de novembro de 2019.

BROUGÈRE, Gilles. *Jogo e educação*. Tradução Patrícia Chittoni Ramos> Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

CHATEAU, J. *O Jogo e a Criança*. Editora Summus, 1987.

Coelho, Alciclébio Lopes. *Uma proposta didática para o ensino de Eletrodinâmica no ensino médio* / Alciclébio Lopes Coelho – Juazeiro-BA, 2017. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF) – UNIVASF/ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2017.

FILGUEIRA, Sérgio Silva. *Os Jogos em Educação Física: Estabelecimento e Desenvolvimento de um Minicongresso para Sujeitos da Física Moderna na Educação Secundária*. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

GRIFFITHS, David. *Eletrodinâmica*. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2011. 402 p.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física. Eletromagnetismo*. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 365 p.

HEWITT, Paul G. *Física Conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman. 2015. 790. p.

HUIZINGA, J. Homo Ludens. Editora Perspectiva, 2001. 33 p.

KISHIMOTO, T. M. Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação. 1. ed. São Paulo: Cortez, 1996.

LOPES, M. G. Jogos na Educação: criar, fazer e jogar. 4<sup>o</sup> Edição revista, São Paulo: Cortez, 2001.

MÁXIMO, Antônio & ALVARENGA, Beatriz. *Física: Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012, 14 p. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> Acesso em: 21 de Dezembro de 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. Grandes Desafios para o Ensino de Física na Educação Contemporânea. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013. P.12 Disponível em: <[http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas\\_seminarios/seminarios/2014\\_Moreira\\_DesafiosEnsinoFisica.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf)> Acesso em: 20 de Dezembro de 2019.

MOREIRA, M. A; CABALLERO, M. C; RODRÍGUEZ, M. L. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: ENCUENTRO INTERNACIONAL SOBRE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. 1997, Burgos. Atas... Burgos, Espanha. p. 1944.

MOREIRA, M. A; MASSINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de Aprendizagem. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2015. 242. p.

OS FUNDAMENTOS DA FÍSICA. Circuito gerador-receptor-resistor. 18 de setembro de 2013. Disponível em:

<[http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/09/cursos-do-blogeletricidade\\_18.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/09/cursos-do-blogeletricidade_18.html)> Acesso em: 20 de novembro de 2019.

PIAGET, J. A formação do símbolo na criança, imitação, jogo, sonho, imagem e representação de jogo. São Paulo: Znanh, 1971.

Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Curitiba (PR), v. 7, n. 1, p. 159-181, jan-abr. 2014.

ROSA, S.S. Brincar, Conhecer e Ensinar. São Paulo, 2002. Editora Cortez.

SILVA, G. C; SOUSA, P. M de. O uso da realidade virtual para o ensino de física quântica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2., 2013, Limeira. Anais... Limeira, SBC, 2013.

SILVA, F.M. ; A importância dos jogos didáticos como ferramenta pedagógica nas aulas de física. Paraíba: 2016. P 68.

SILVA, L. M. da; MOURA, R. W. S. O Jogo e a Aprendizagem Significativa. Atas III ENID/UEPB, FIEP, UFCG, Campina Grande, v. 5, 2013.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, 1992.

YAMAZAKI, R. M. O. Construção do conceito de gene por meio de jogos-pedagógicos. 2010. 159f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

YAMAZAKI, S. C.; YAMAZAKI, R. M. O. A evolução do perfil coletivo do conceito de vida: relato de uma experiência. Revista Metáfora Educacional, p. 44-70, n. 8, 2010.

## APÊNDICE I – FOTOS DOS EXPERIMENTOS

Neste apêndice são mostradas algumas fotos referentes aos experimentos relacionados a eletrodinâmica, feitos com materiais de baixo custo, em aulas anteriores à aplicação do jogo.

**Figura 1:** imagem do experimento mostrando o caminho percorrido pela corrente com água e sal.



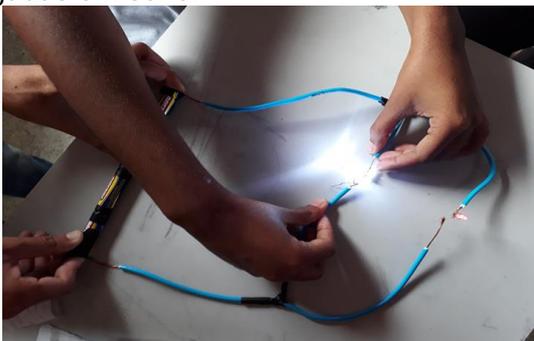
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 2:** Imagem das baterias caseiras base de água e sal ligadas em série.



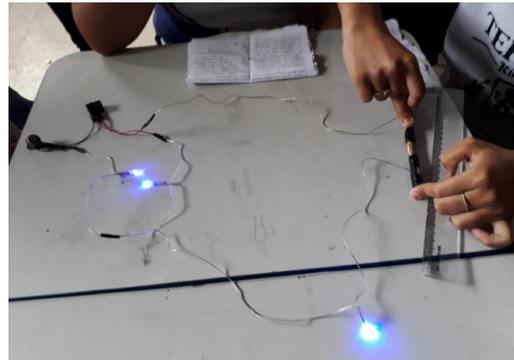
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 3:** Imagem de associação de resistores ligados em paralelo e pilhas ligadas em série.



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 4:** Imagem de associação de resistores ligados de forma mista e pilhas ligadas em série.



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 5:** Imagem de associação de resistores ligados em paralelo sem passagem de corrente.



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 6:** Imagem de associação de resistores ligados em paralelo com passagem de corrente.



Fonte: Autor, 2020

## APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO

### ELETRODINÂMICA PRÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO

#### QUESTIONÁRIO

Prof. Paulo José Marques de Souza

Data da aplicação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

*Sua Análise sobre a disciplina.*

1. Você gosta da disciplina de Física?

( ) Sim. Por quê? \_\_\_\_\_

( ) Não. Por quê? \_\_\_\_\_

2. Você gosta de ver experimentos, jogos, vídeos e simulações nas aulas de Física?

( ) Sim ( ) Não

3. O que você gostaria que o professor fizesse nas aulas de Física?

*Sua análise sobre o jogo*

4. Você já tinha estudado circuitos elétricos antes?

( ) SIM ( ) NÃO

5. Você já tinha participado de um experimento para aprender algum conteúdo de Física ou de outra disciplina?

( ) SIM. Em qual disciplina? \_\_\_\_\_

( ) NÃO

6. Com relação ao uso de jogos no ensino de eletrodinâmica, você considera algo

( ) Ótimo ( ) Bom ( ) Regular ( ) Ruim

7. Você acha que o experimento ajudou você a entender melhor o conteúdo ministrado?

( ) Sim, ajudou muito. ( ) Sim, mas só ajudou um pouco.

( ) Não ajudou em nada. ( ) Dificultou, eu preferia a aula sem o experimento.

8. O experimento lhe deixou mais motivado para participar das aulas de Física?

( ) SIM ( ) NÃO. Justifique: \_\_\_\_\_

9. O design do jogo é atraente?

( ) SIM ( ) NÃO. Justifique: \_\_\_\_\_

10. As Regras para o desenvolvimento do jogo foram de fácil entendimento

( ) SIM ( ) NÃO. Justifique: \_\_\_\_\_

11. Você conhecia os dispositivos (resistor, capacitor, amperímetro, ...) de compõem os circuitos do jogo?

( ) SIM ( ) NÃO. Justifique: \_\_\_\_\_

12. Você acha que conseguiria montar sozinho ou com os colegas, sem o auxílio de um professor um circuito elétrico?

( ) SIM ( ) NÃO. Justifique: \_\_\_\_\_

13. Caso deseje fazer algum comentário ou sugestão, escreva aqui:

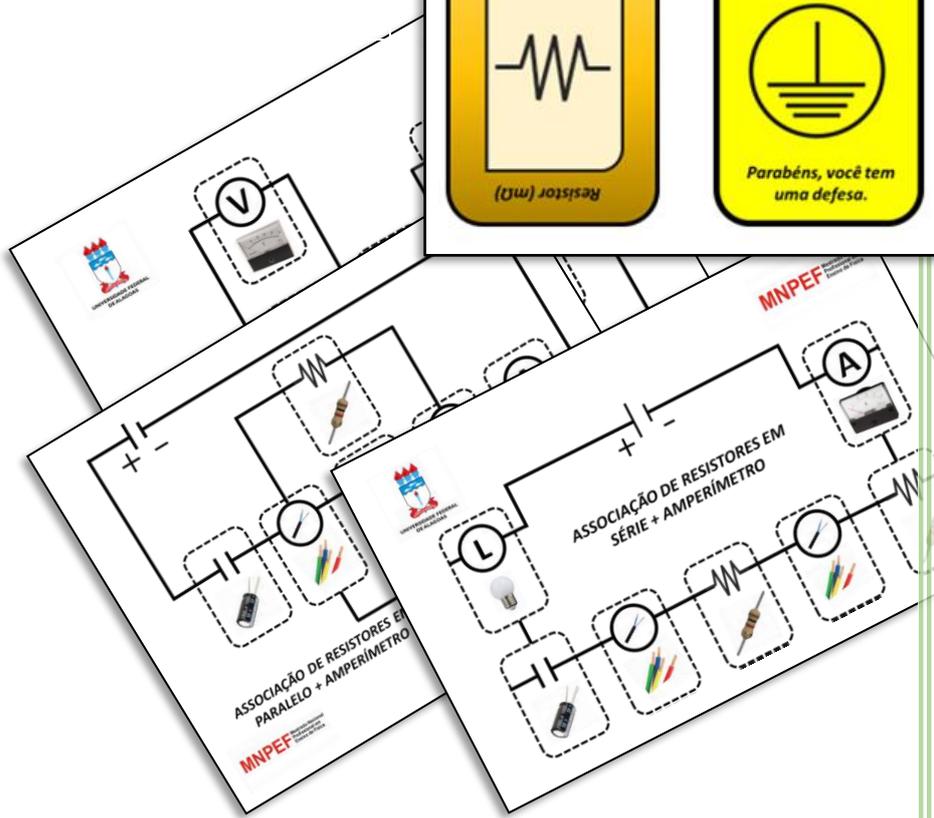
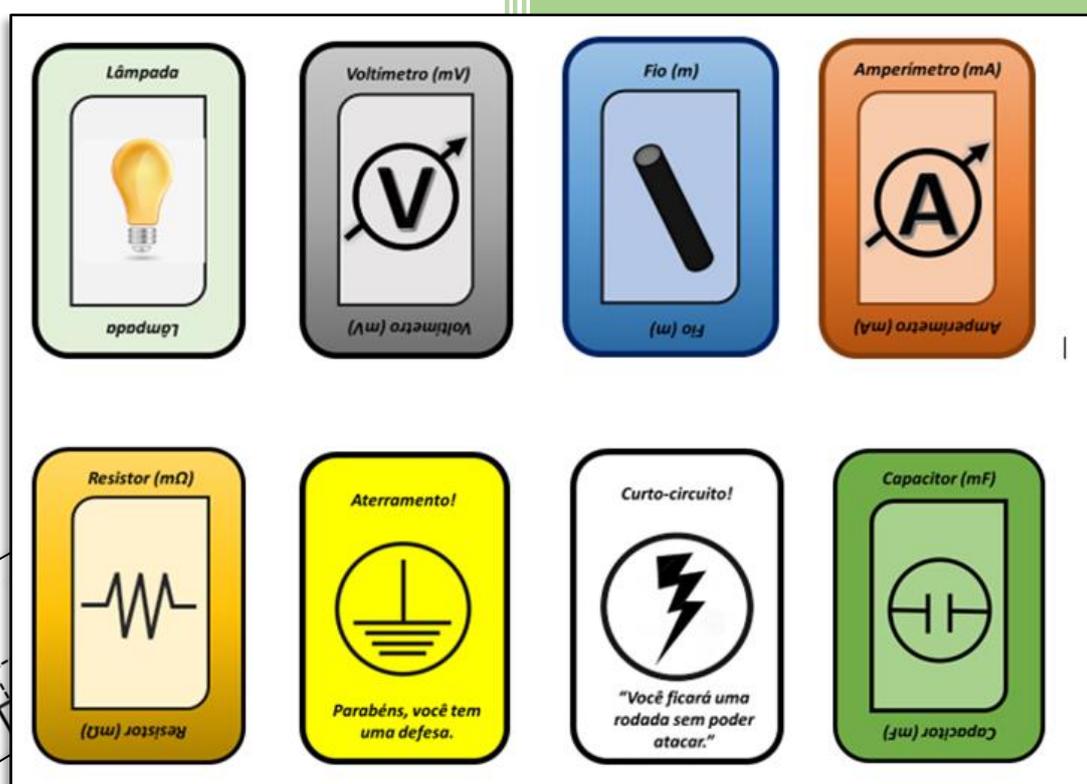
## **APÊNDICE III – O PRODUTO EDUCACIONAL**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM  
ENSINO DE FÍSICA

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

# Jogo de Tabuleiro: Circuitos elétricos



Paulo José Marques de Souza  
Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Março de 2020.

## Prefácio

É recorrente na literatura o fato de que muitos alunos afirmam não gostarem de Física. Aliado a isto, muitos afirmam também não conseguirem compreendê-la, outros a veem apenas como uma matemática em outra roupa. O que torna então a tarefa de fazer os alunos entenderem o que é de fato a Física, e não somente isto, mas, também se empolgarem ao estudá-la, um grande desafio para os professores de Física. Devido a isto, e ao fato de se buscar cada vez mais formas eficientes de se transmitir o conhecimento aos alunos durante as aulas, muitos professores têm buscado usar em suas aulas de física diversas ferramentas didáticas. Além disto, em geral, os alunos sentem dificuldades em aprender o nome nos componentes básicos de um circuito, bem como, como conectar o amperímetro e o voltímetro para realizar medidas elétricas. Foi pensando nestas questões que resolvemos desenvolver aqui um jogo de tabuleiro, para ser usado em aulas sobre circuitos elétricos, que tanto fosse uma interessante ferramenta didática para ser utilizada em sala de aula para deixar a aula mais dinâmica, como também, ajudasse os alunos no aprendizado dos conteúdos relacionados aos circuitos elétricos. Desenvolvemos aqui um jogo que é relativamente rápido, que pode ser jogado numa aula de 50 minutos, e é barato, pois basta que o professor imprima o tabuleiro, as cartas e até mesmo os dados que são utilizados no jogo. Assim, acreditamos que ele será uma ferramenta didática muito útil, tanto para ser aplicado nas escolas particulares como nas estaduais. Esperamos também que, nas turmas onde este jogo venha a ser utilizado, ele possa aumentar o gosto dos alunos pela Física.

Paulo José Marques de Souza  
Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Maceió, Alagoas  
Março de 2020.

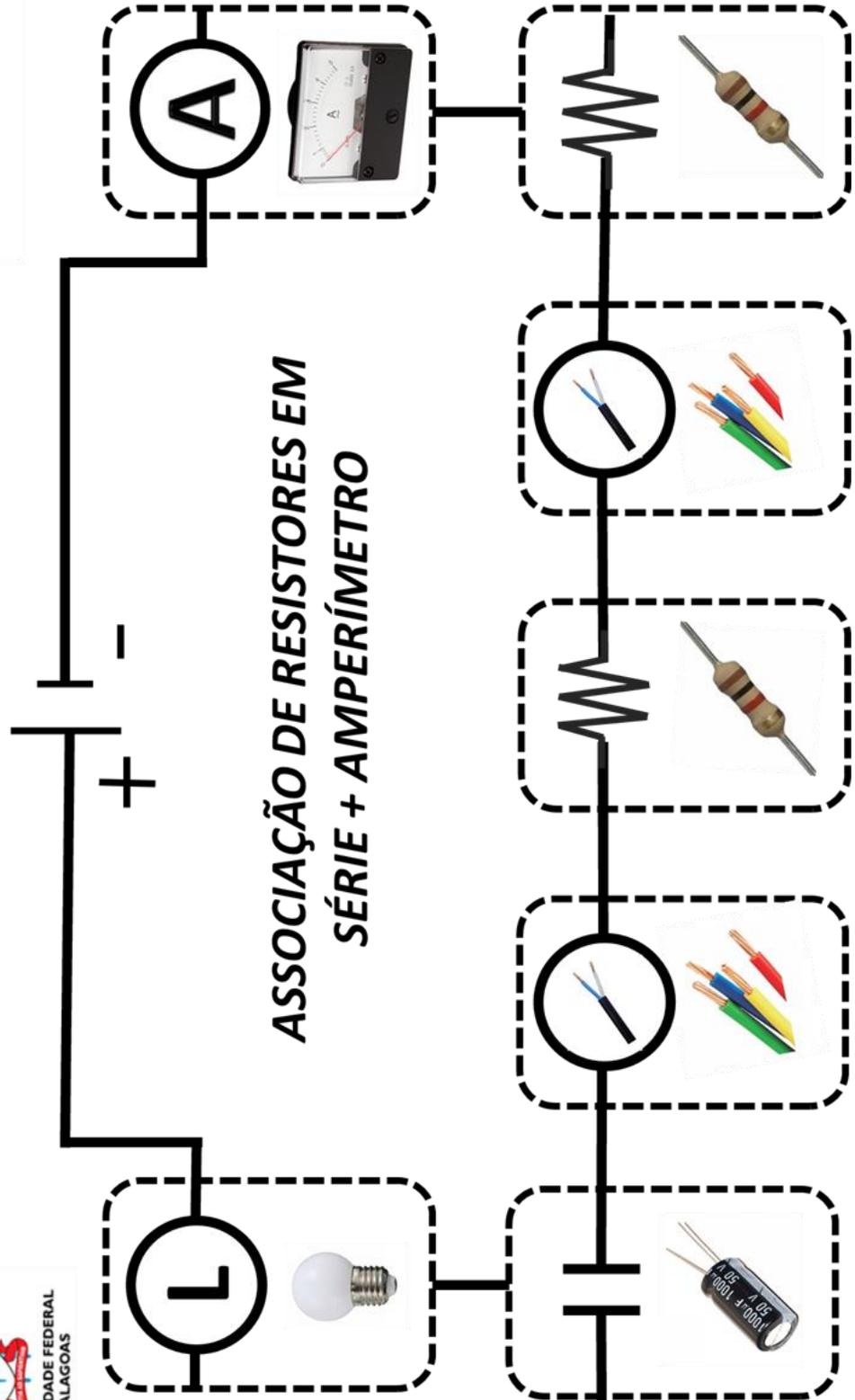
# Sumário

<b>TABULEIROS</b> .....	<b>4</b>
Tabuleiro 01: Circuito em série + Amperímetro .....	4
Tabuleiro 02: Circuito em paralelo + Amperímetro .....	5
Tabuleiro 03: Circuito misto + Voltímetro.....	6
<b>CARTAS</b> .....	<b>7</b>
<b>DADOS PARA IMPRESSÃO E RECORTE</b> .....	<b>8</b>
<b>REGRAS DO JOGO</b> .....	<b>9</b>
<b>PLANO DE AULA</b> .....	<b>11</b>

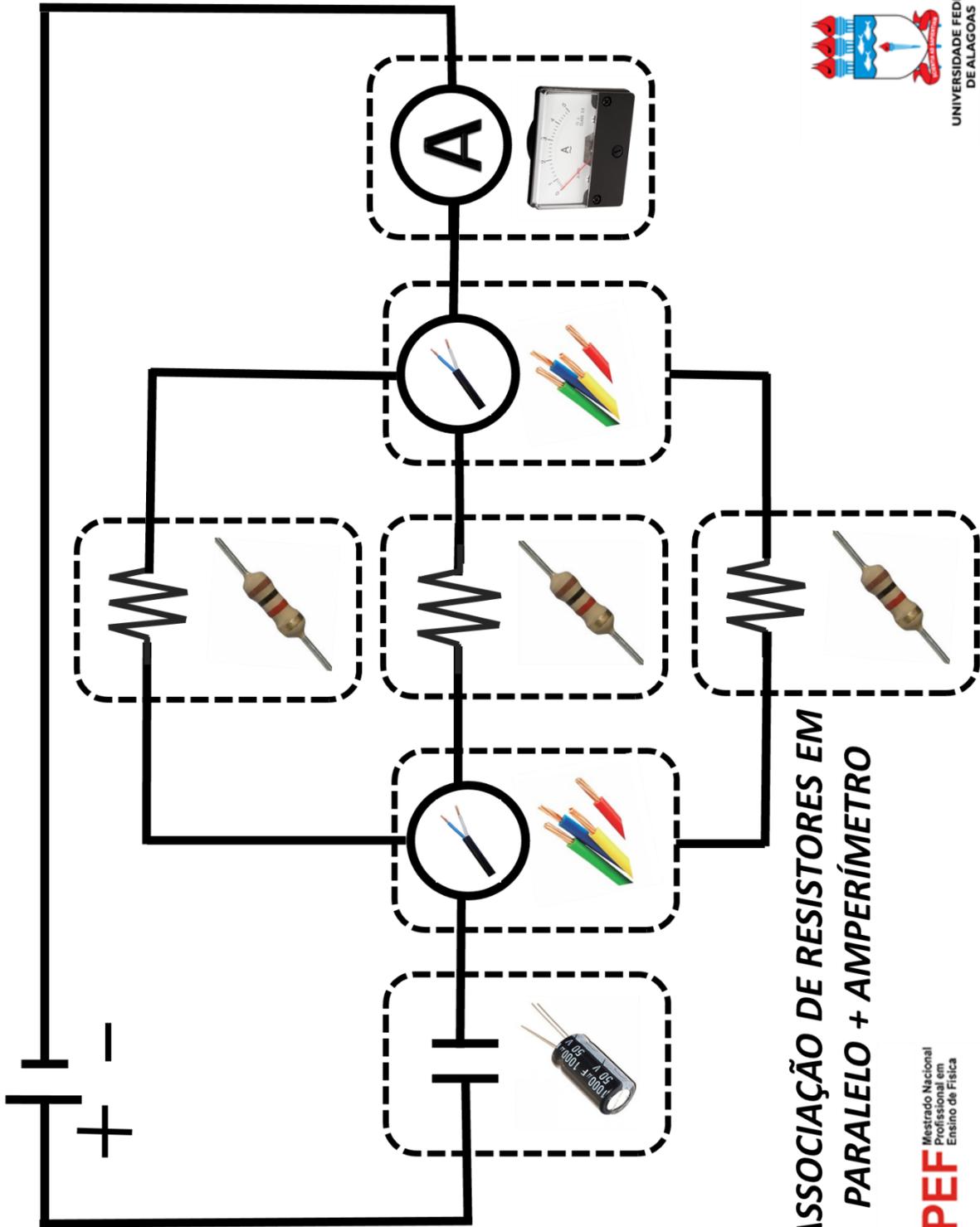
# TABULEIROS

Tabuleiro 01: Circuito em série + Amperímetro

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

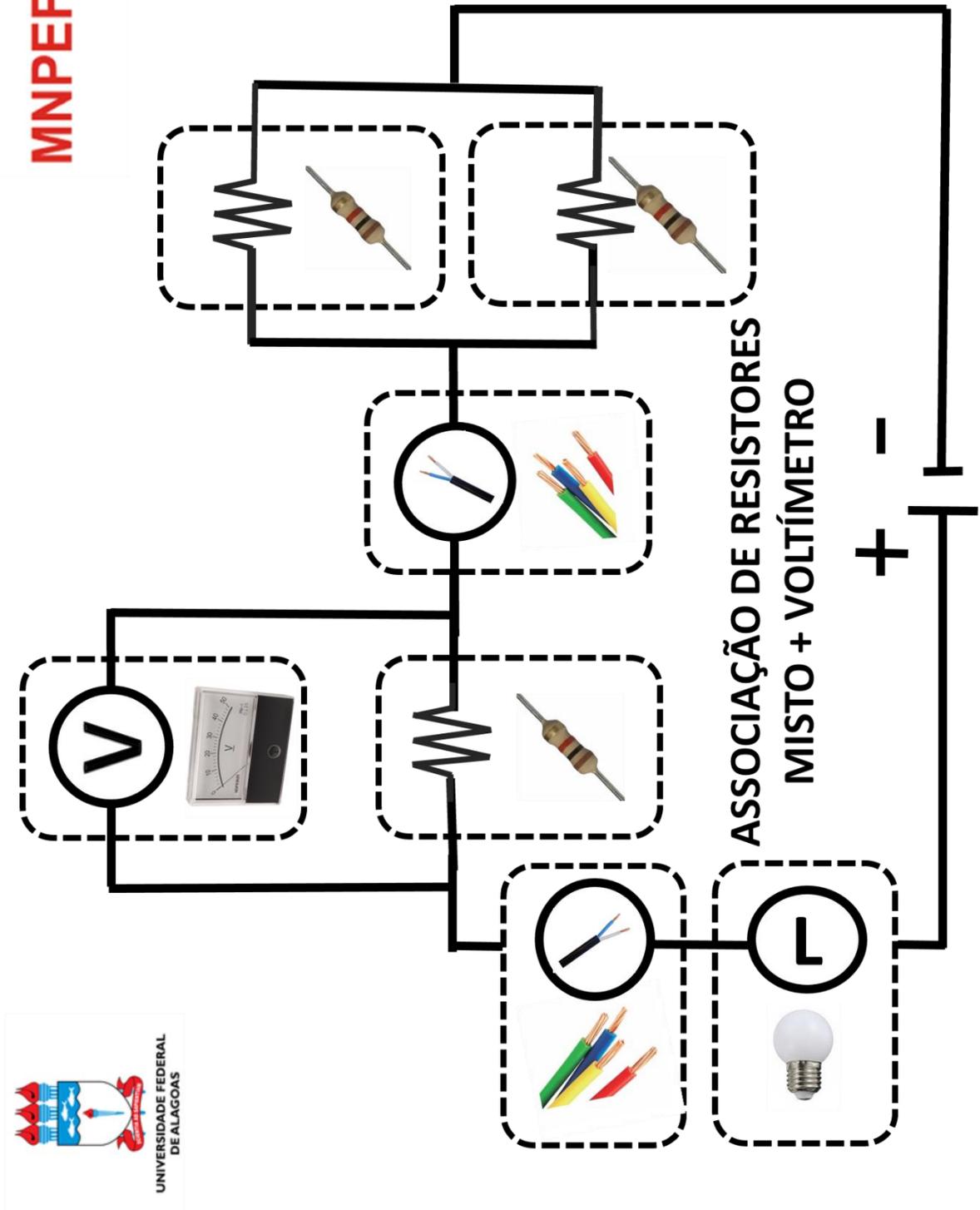


Tabuleiro 02: Circuito em paralelo + Amperímetro



**ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO + AMPERÍMETRO**

Tabuleiro 03: Circuito misto + Voltímetro

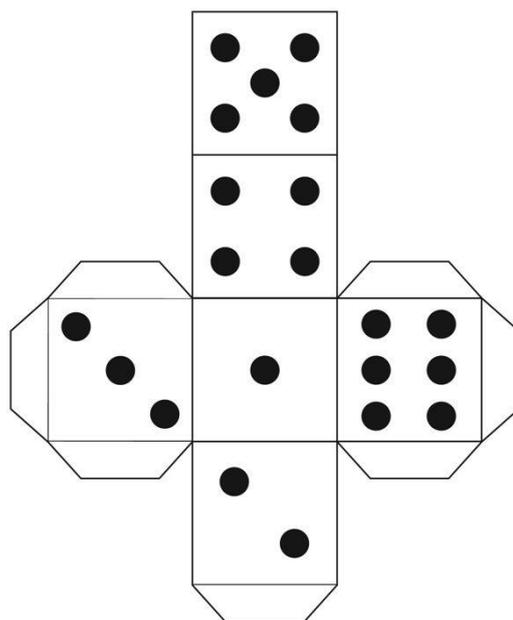
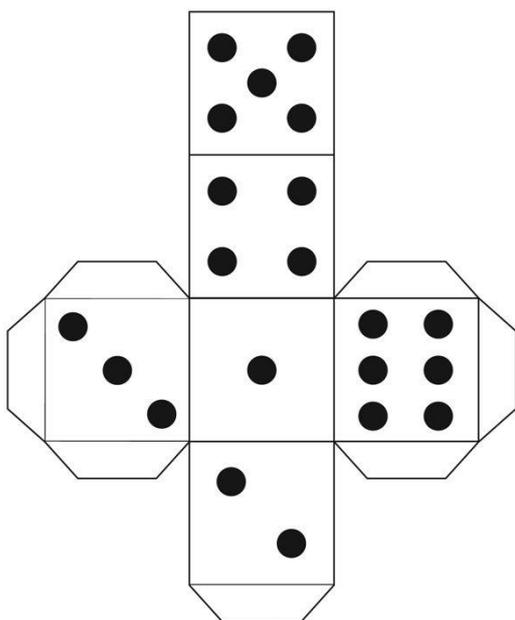
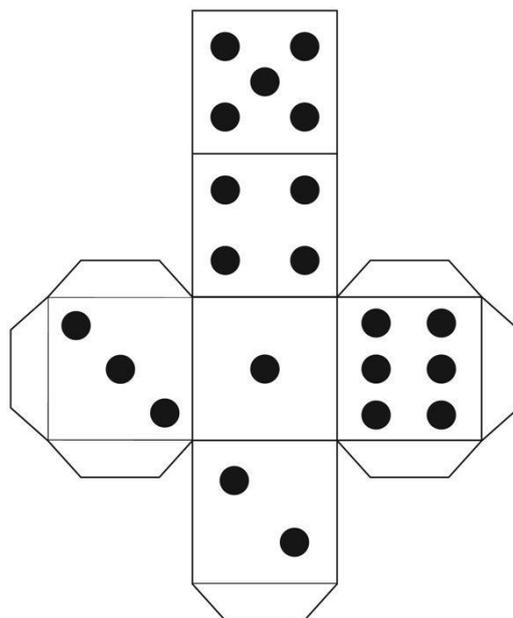
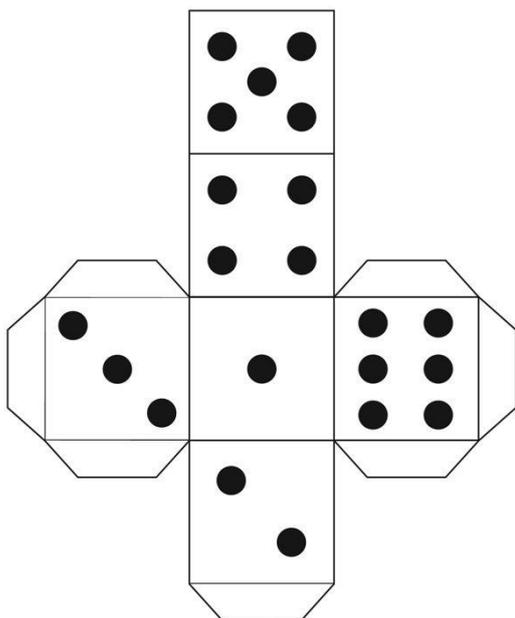


# CARTAS



**Quantidades de cartas para serem impressas (30 no total):** 2 lâmpadas, 9 resistores, 6 fios, 3 capacitores, 2 Amperímetros, 2 voltímetros, 3 curto circuitos e 3 aterramentos.

## DADOS PARA IMPRESSÃO E RECORTE



# REGRAS DO JOGO

## JOGO DE TABULEIRO PARA ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

### **OBJETIVOS (RELACIONADOS AO APRENDIZADO):**

- Praticar o nome dos componentes.
- Praticar os tipos de associações entre componentes.
- Praticar a posição no circuito que deve ser colocado o voltímetro e o amperímetro.

### **REGRAS DO JOGO:**

- Cada aluno (ou grupo) receberá um tabuleiro e três cartas, referente aos componentes no circuito: lâmpadas, resistores, fios, capacitores, amperímetros ou voltímetros. As cartas devem ser escolhidas aleatoriamente, e caso alguém pegue a carta aterramento ou curto-circuito nesta primeira rodada, deve devolvê-la ao baralho e pegar outra carta. O jogo poderá ter um moderador, ou seja, alguém que não estará com tabuleiro, ele estará apenas encarregado de distribuir as cartas e garantir que as regras sejam respeitadas. A participação de um moderador no jogo é opcional.
- Após isto, cada aluno (ou grupo) deve lançar os dados. Quem obtiver a maior pontuação, referente a soma dos dois dados, inicia o jogo.
- O aluno (grupo) que irá iniciar o jogo deve escolher se deseja executar ataques (no máximo dois), ou se deseja passar a vez.
  - Caso deseje atacar, ele pode realizar os dois ataques de que tem direito sobre um mesmo oponente, realizar um ataque a cada um dos oponentes, ou então realizar apenas um ataque e depois passar a vez.
  - **O ataque ocorre da seguinte forma:** Para realizar o ataque ele deverá oferecer uma carta em troca da carta que ele deseja capturar do oponente. Após isto, quem ataque joga os dois dados, e depois o que está se defendendo também joga os dados. Caso o que está atacando obtenha a maior pontuação (resultado da soma dos dados), ele escolhe qual carta deseja pegar do oponente. Caso ele perca o duelo, deve dar ao seu oponente a carta que havia previamente selecionado.

- Após realizar o ataque, o jogador escolhe se deseja executar o próximo ataque ou se deseja passar a vez. O jogo prossegue sempre em sentido horário. A primeira rodada termina após o terceiro jogador (ou grupo) ter finalizado sua jogada.
  
- Para iniciar a segunda rodada, será entregue mais uma carta pelo moderador do jogo, ou cada jogador pega por conta própria uma carta do baralho, que deve estar com todas as cartas viradas para baixo. Após isto, a dinâmica dos ataques, descrita na primeira rodada, é realizada novamente.
  
- Ao final de cada rodada cada jogador recebe mais uma carta do baralho. A dinâmica do jogo continua até que alguém complete o seu circuito elétrico. Ou seja, vencerá o jogo o jogador quem completar seu circuito primeiro.
  
- Existem no jogo duas cartas que não pertencem aos circuitos:
  - A primeira é uma carta chamada “**curto-circuito**”, é uma carta tipo penalização, o jogador que pegá-la, fica impossibilitando de na rodada que pegou a carta, realizar ataques.
  - A segunda carta é uma carta chamada de “**aterramento**”, ela é uma carta bônus, o jogador que pegá-la poderá guardá-la para se proteger de algum ataque. Caso alguém decida tentar capturar um de seus elementos dos circuitos, jogando os dados e vencendo o duelo, mesmo assim não poderá capturar a carta que desejava, caso o que perdeu o duelo opte por usar a carta de defesa. Na situação em que quem proferiu o ataque perder o duelo, ou seja, não obter a maior pontuação nos dados, perde a carta que havia indicado no início do duelo, sem a necessidade de que o oponente use a carta de defesa.

# PLANO DE AULA

## *JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS.*

### **OBJETIVOS DO JOGO:**

- Identificar os tipos de circuitos;
- Saber o nome dos dispositivos;
- Determinar o local dos instrumentos de medida.

### **CONTEÚDOS ENVOLVIDOS NO JOGO:**

- Corrente elétrica;
- Potencial elétrico;
- Resistência elétrica (1ª lei de ohm);
- Associação de Resistores e Capacitores;
- Instrumentos de Medidas. (Voltímetro e Amperímetro)

### **DURAÇÃO DA ATIVIDADE:**

- 2 (duas) aulas, de 50 minutos cada, ou seja, 1h e 40 minutos.
- Cada partida tem duração média entre 20 a 30 minutos.

### **MATERIAIS PARA REALIZAÇÃO DO JOGO:**

- Dois dados;
- Três tabuleiros;
- 30 cartas.

### **METODOLOGIA**

- O professor antes de iniciar a aplicação do jogo poderá fazer uma revisão previa de circuitos elétricos, usando para isto os primeiros 50 minutos da aula;
- Após isto, poderá explicar os elementos presentes no jogo e as regras do jogo;
- Por fim, na segunda hora aula, realiza-se o jogo.

### **AValiação**

- Ao final do jogo, fazer perguntas aos alunos para verificar se eles conseguem identificar os dispositivos e os circuitos elétricos que usaram no jogo.