

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



USO DA REALIDADE AUMENTADA E O QR CODE COM O AUXÍLIO DO APLICATIVO *AR CIRCUITS 4D PHYSICS* COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CIRCUITOS ELÉTRICOS

PEDRO HENRIQUE LINDOSO COELHO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (Universidade federal do Maranhão) 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:
Eder Silva Nascimento

São Luís
2023

USO DA REALIDADE AUMENTADA E O QR CODE COM O AUXÍLIO DO APLICATIVO
AR CIRCUITS 4D PHYSICS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CIRCUITOS ELÉTRICOS

PEDRO HENRIQUE LINDOSO COELHO

Orientador
Eder Silva Nascimento

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação
(Universidade Federal do Maranhão) 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

Aprovada por:

Dr. Eder Silva Nascimento

Prof. Dr. Gunar Vingre da Silva Mota

Prof. Dr. Antônio José Silva Oliveira

São Luís
2023

FICHA CARTOGRÁFICA

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

LINDOSO COELHO, PEDRO HENRIQUE.

USO DA REALIDADE AUMENTADA E O QR CODE COM O AUXÍLIO DO APLICATIVO AR CIRCUITS 4D PHYSICS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CIRCUITOS ELÉTRICOS / PEDRO HENRIQUE LINDOSO COELHO. - 2023.

131 p.

Orientador(a): EDER NASCIMENTO SILVA.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Rede - Ensino de Física em Rede Nacional/ccet, Universidade Federal do Maranhão, SÃO LUIS, 2023.

1. Aprendizagem significativa. 2. AR Circuits 4D Physics. 3. Ensino de Física. 4. QR Code. 5. Tecnologia da informação e comunicação. I. NASCIMENTO SILVA, EDER. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eder Nascimento Silva, que me inspirou a refletir sobre as novas tecnologias no ensino, acreditando em mim, compartilhando seu tempo, paciência e conhecimento para que se fizesse concretizar este trabalho.

Ao coordenador, Prof. Dr. Edson Firmino Viana de Carvalho, por sua compreensão em momento difíceis e seus conhecimentos. A todos os colaboradores da coordenação de Pós-graduação Profissional no ensino de Física (PROFIS) polo 47 da Universidade Federal do Maranhão.

Aos meus filhos, por serem o motivo de força, fé e amor, pelos momentos que passamos juntos no decorrer deste trabalho.

A Universidade Federal do Maranhão, pelo espaço e infraestrutura e ao seu corpo docente que serviu de base, disciplina e inspiração.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

RESUMO

O grande avanço com o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, junto com o uso de dispositivos móveis entre crianças e jovens, estão crescendo bastante no Brasil e principalmente em sala de aula. O uso de QR code nas salas de aula podem potencializar as aulas e auxiliar o professor de diversas maneiras, entre elas é a possibilidade de estender um tópico que foi ministrado em sala de aula em qualquer ambiente da preferência do aluno utilizando apenas cartões de QR code e um Smartphone. Nesta dissertação são apresentadas atividades aplicadas na montagem de circuitos elétricos por intermédio do aplicativo *AR Circuits 4D physics*, junto com os cartões de QR code como recurso didático para a melhoria do ensino aprendizagem de Física. A base teórica educacional do referido trabalho e aplicada de forma significativa é a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Sobre Produto Educacional desenvolvido neste trabalho e que acompanha esta dissertação, foi elaborado com o propósito de torná-lo um material Potencialmente Significativo e consiste na montagem de circuitos elétricos na forma de sequência didática, usando a realidade aumentada com o uso smartphone e o aplicativo que podem ser utilizadas pelos professores do terceiro ano do Ensino Médio para analisarem e visualizarem por meio da realidade aumentada, a corrente elétrica que passa pelos dispositivos elétricos de circuitos, medir tensões elétricas, aplicação direta da lei de Ohm, à eletroeletrônica, magnetismo, acústica, óptica e mecânica e manipulações de outros elementos de circuitos elétricos. As montagens dos circuitos usando os cartões de QR code facilitam o processo ensino- aprendizagem por meio de estímulos à curiosidade do aluno, despertando o interesse desse aluno, pelo conteúdo ministrado, através da utilização da tecnologia informação e comunicação.

Palavras-chaves: AR Circuits 4D Physics, Tecnologia da informação e comunicação, QR code, Ensino de Física, Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The great advance with the use of Information and Communication Technologies, along with the use of mobile devices among children and young people, is growing a lot in Brazil and especially in the classroom. Using QR code in classrooms can enhance classes and assist the teacher in many ways, including extending a topic that was taught in the classroom to any student-preferred environment using only QR code cards and a smartphone. This dissertation presents activities applied in the assembly of electrical circuits through the AR Circuits 4D physics application, along with QR code cards as a didactic resource for the improvement of Physics learning teaching. The educational theoretical basis of this work and applied meaningfully is David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. About Educational Product developed in this work and accompanying this dissertation, was designed with the purpose of making it a Potentially Significant material and consists of the assembly of electrical circuits in the form of didactic sequence, using augmented reality with the use smartphone and the application that can be used by junior high school teachers to analyze and visualize through augmented reality, the electric current through circuit electrical devices, measuring electrical voltages, direct application of Ohm's law, electronics, magnetism, acoustics, optics and mechanics and manipulations of other electrical circuit elements . Circuit assemblies using QR code cards facilitate the teaching-learning process by stimulating student curiosity, arousing student interest in the content taught through the use of information and communication technology.

Keywords: AR circuits 4D Physics, Information and Communication Technology, QR code, Physics Education, Meaningful learnin

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados sobre o quantitativo de professores e sua formação acadêmica nas escolas de Ensino Médio, segundo a disciplina, no país.....	16
Figura 2. Representação do movimento dos elétrons em um condutor sem e com a ação de um campo elétrico E.....	36
Figura 3. Representação dos elétrons atravessando uma seção reta de um fio condutor.....	37
Figura 4. Representação do sentido da corrente elétrica (a) sentido convencional e (b) sentido eletrônico.....	37
Figura 5. Representação simbólica de um resistor.....	41
Figura 6. Exemplo de um resistor comercial.....	41
Figura 7. Resistor em RA e em QR code – aplicativo.....	41
Figura 8. Exemplo resistores associados em série.....	42
Figura 9. Exemplo de resistores associados em paralelo.....	42
Figura 10. Exemplo de associação mista de resistores.....	42
Figura 11. Representação simbólica de um capacitor.....	43
Figura 12. Exemplos de capacitores comerciais.....	44
Figura 13. Representação de um capacitor de placas paralelas.....	45
Figura 14. Exemplo de associação de capacitores em série.....	46
Figura 15. Exemplo de associação de capacitores em paralelo.....	46
Figura 16. Exemplo de associação mista de capacitores.....	46
Figura 17. Representação de um circuito RC.....	48
Figura 18. Mostra o momento em que o circuito é fechado (chave S fechada).....	48
Figura 19. Mostra a relação entre a realidade aumentada da virtual.....	72
Figura 20: Exemplo de Aplicações com Realidade Aumentada.....	74
Figura 21: RA no estudo do Eletromagnetismo –aplicativo Virtual Teacher.....	77
Figura 22 - Exemplo de aplicação de RA no ensino de Física.....	80
Figura 23: Diferença entre o código de barras 1D e o QR code.....	83
Figura 24: Cartões de QR codes.....	84
Figura 25: Cartões QR CODES: resistor, led.....	87

Figura 25: Fonte do próprio autor, circuito com gerador e led.....	86
Figura 26: Tabela de montagem dos cartões QR CODE.....	87
Figura 27: Tabela de montagem dos cartões QR CODE.....	92
Figura 28: Visão virtual do circuito.....	93
Figura 29: Cartão resposta da atividade gerada pelo aplicativo.....	93
Figura 30: Cartão de QR CODE.....	94
Figura 31: Cartão de QR CODE sendo simulado no RA.....	94
Figura 32: Circuito elétrico de um resistor e com um gerador.....	95
Figura 33: Circuito elétrico em ambiente virtual.....	95
Figura 34: Montagem dos circuitos com os cartões QR code.....	96
Figura 35: Circuito em série de led e resistor.....	97
Figura 36: Circuito em série com led com cartões de QR.....	98
Figura 37: Circuito em paralelo com led com cartões de QR.....	98
Figura 38: Circuito em paralelo com led com cartões de QR.....	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de computadores nas escolas.....	58
Gráfico 2 - Localização dos computadores nas escolas pesquisadas.....	59
Gráfico 3 - Distribuição de alunos por computador em laboratórios de informática.....	59
Gráfico 4 - Usuários de computadores e Internet nas escolas.....	60
Gráfico 5 - Preparação para uso das Tics na graduação.....	60
Gráfico 6 - Programas de computador mais utilizados.....	61
Gráfico 7 - Problemas no uso pedagógico dos computadores nas escolas.....	62
Gráfico 8 - Vantagens da tecnologia na educação.....	62
Gráfico 9 - Distribuição dos estudantes de 10 anos ou mais, por rede de ensino e condição de utilização da Internet – Brasil.....	65
Gráfico 10 - Proporção de escolas com conexão à Internet, sem fio, por região.....	66
Gráfico 11 - Proporção de escolas, por velocidade de conexão à Internet.....	67
Gráfico 12 - Proporção de professores, por motivos para levar o computador portátil.....	67
Gráfico 13 - Proporção de professores, por forma de aprendizado do uso de computador e Internet.....	68
Gráfico 14 - Proporção de professores, por tipo de recurso obtido na Internet para a preparação de aulas ou atividades com alunos.....	69
Gráfico 15 - Proporção de alunos, por tipo de computador existente no domicílio.....	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2. 1 Teoria da Aprendizagem Segundo Ausubel e Freire	20
2. 2 Teoria de Mediação de Vygotsky	29
2. 3 Teoria de Piaget.....	30
2. 4 Referencial teórico físico.....	32
2. 4. 1 Potencial Elétrico	33
2. 4. 2 Corrente Elétrica	34
2. 4. 2. 1 Intensidade e sentido da corrente elétrica	35
2. 4. 2. 2 Densidade de Corrente	37
2. 4. 3 Resistência elétrica	38
2. 4. 3. 1 Lei de OHM.....	39
2. 4. 3. 2 Resistores e Associação de resistores	40
2. 4. 4 Capacitância e Capacitores	43
2. 4. 4. 1 Associação de Capacitores	46
2. 4. 5 Circuitos RC	47
2. 4. 5. 1 Carga de um capacitor	47
2. 4. 5. 2 Constante de tempo	49
2. 4. 5. 3 Descarga de um capacitor	49
3 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO APLICADAS AO ENSINO DE FÍSICA.....	51
3. 1 Um resumo das políticas de inclusão das Tecnologias de informação e comunicação no ensino brasileiro	51
3. 2 A atual da aplicação das Tics no ensino brasileiro.....	55
4 USO DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	69
5 REALIDADE AUMENTADA.....	72
5. 1 Apresentação e revisão da RA.....	72
5. 1. 1 Fundamentos da Realidade Aumentada	73

5. 1. 2 Usando simulações em RA	75
5. 1. 3 A RA sem o uso de marcadores educacionais	76
5. 1. 4 A RA aplicada em diversos segmentos	76
5. 1. 5 Potencialidades da Realidade Aumentada integrada à Educação	77
6 CÓDIGO DE RESPOSTA RÁPIDA / QR CODE	83
7 PRODUTO EDUCACIONAL	87
7. 1 Proposta do Produto Educacional.....	89
7. 2 Objetivos da proposta	89
7. 3 Metodologia Aplicada	90
7. 4 Metodologia da Pesquisa	91
7. 5 Metodologia	92
8 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	98
9 CONCLUSÃO	102
REFERÊNCIAS.....	103
ANEXOS	109

1 INTRODUÇÃO

A nossa Carta Magna, promulgada em 1988, prevê uma série de direitos do cidadão que devem ser providos pela autoridade estatal. A educação é um desses direitos que no texto constitucional, previsto no art. 205 (BRASIL,1988), é visto como uma obrigação não somente do Estado, mas da família e da sociedade como um todo. Logo, percebemos que o referido dispositivo concorda com o entendimento de que ninguém pode fugir do ato educacional, uma vez que se pode aprender tanto dentro quanto fora do ambiente escolar (BRANDÃO, 1985, p. 3).

Renomados educadores, como é o caso de Paulo Freire (1997), entendem o ato educacional como um passo para a formação de cidadãos livres e autônomos, algo que também está previsto pela Constituição. Conforme o trecho do referido dispositivo, “A educação [...] será promovida e incentivada [...] visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da *cidadania* e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1988, grifo nosso).

Sendo uma garantia de todos, dever da sociedade e da família, e essencial para a formação de indivíduos reflexivos e atuantes sobre suas realidades, é correto afirmar que a construção de uma aprendizagem realmente significativa é necessária para o cumprimento do texto legal.

Seguindo o caminho contrário dessa premissa, a realidade evidenciada nas escolas brasileiras, principalmente da rede pública de ensino, é que as condições para o quadro supramencionado não estão presentes no processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2005). O que ocorre é um grande desinteresse por parte do alunato, fator que compromete o cumprimento das condições para uma *aprendizagem significativa*, conceito proposto pelo pensador Ausubel (2003), conforme veremos no capítulo adiante.

A falta de desejo em estudar e compreender a disciplina parte de grandes estigmas relacionados à Física, que levam à percepção de que a matéria é um conjunto de conteúdos com fórmulas complexas e desconexas da realidade cotidiana (BARROSO; FALCÃO, 2004). De acordo com Ausubel (2003, p.2), esse é mais um fator que corrobora para o distanciamento de uma *aprendizagem significativa*, isto é, a abordagem de conteúdos arbitrários, sem relação com o que o autor denominou de *subsunções* ou *conceitos-âncora* dos aprendizes.

O desenvolvimento das Ciências e a propagação dos ideais científicos é uma das ferramentas mais eficientes para buscar o desenvolvimento educacional, técnico, científico

e tecnológico das suas sociedades organizadas. O ensino de Ciências e, particularmente, das ciências exatas, enquadra-se neste cenário de forma decisiva: para propagar o legado das Ciências e ter uma sociedade produzindo mais conhecimento e usufruindo melhor da produção de conhecimento, é necessário ter uma rede de ensino de Ciências eficiente e vascularizada.

Neste mesmo contexto, compreende-se e situa-se em grande destaque o ensino de Física, seus conteúdos e conexões tecnológicas. A física, além de preencher magnificamente o ideário científico dos jovens, atua com largo apelo pragmático, por conseguir operar eficientemente a transposição existente entre ciência-pura e ciência-aplicada, atuando como elo desenvolvimento de tecnologias e catalisador de revoluções tecnológicas, que mudam as relações de produção, as formas de organização social e do trabalho, assim como o modo de vida das pessoas. Desta forma, podemos afirmar que o ensino e difusão das ideias da Física é importante não apenas por preencher parte da curiosidade científica que identifica cada sapiens como parte de um Universo complexo, porém compreensível.

Mas não apenas por isso, o ensino de física é imprescindível nas sociedades modernas também porque possibilita identificar todo ator do nosso planeta e da nossa sociedade como um elemento integrante das complexas redes de relações sociais, econômicas e tecnológicas, que são alteradas e dinamizadas pelo uso e difusão crescente do conhecimento (puro e aplicado). De fato, a área da Física desempenha o papel de protagonista na criação do conhecimento puro e elemento disseminador do conhecimento aplicado com grande agilidade e senso de oportunidade.

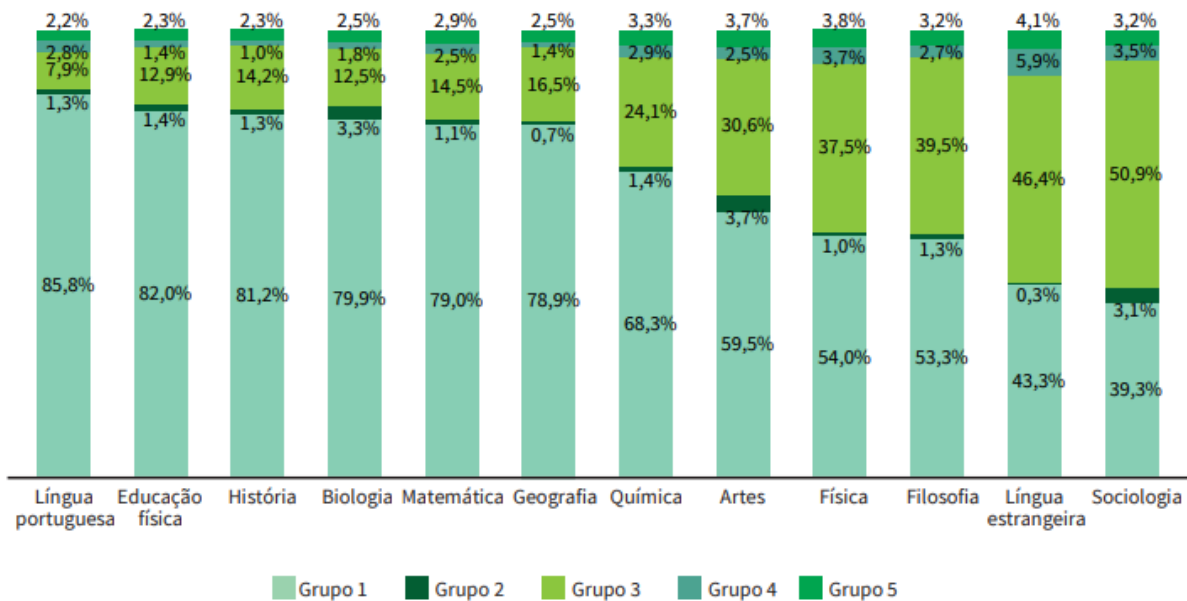
A sociedade atual, em constante transformação, vive revoluções tecnológicas cada vez mais velozes, intensas e impactantes. A automação progressiva das cadeias produtivas e dos postos de trabalho, fruto do casamento da teoria da informação com as engenharias, irá continuamente reduzir postos de trabalho manual e também associados às tarefas de controle da informação e dos processos produtivos. Há entendimento prévio que as novas atividades criadas não gerarão postos de trabalho suficientes para repor os postos fechados. Neste cenário, a sociedade precisará cada vez mais de profissionais/professores com uma visão ampla dos acontecimentos, com conhecimento científico e sobre bases tecnológicas, que tenham capacidade de acompanhar e entender a evolução do progresso científico, assim como as revoluções tecnológicas que estão sendo implementadas no tecido social. Haverá uma crescente demanda por profissionais em formação científica. Neste contexto, o professor licenciado em Física, poderá exercer

o papel do ensino de física/ciências, em novas bases, praticando uma nova atitude pedagógica, moderna, articulada com as novas demandas sociais insurgentes. Terá também papel de também atuar direcionando o espírito e as vocações dos jovens alunos, os mais atingidos pelas revoluções tecnológicas em curso, neste mundo rapidamente mutante.

Para que ocorra o ensino das disciplinas científicas nas escolas de ensino médio, dentre as quais se situa a área de Física, é preciso que o professor destas disciplinas seja formado em Física. O Censo Escolar da Educação Básica - realizado regularmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) em articulação com as Secretarias Estaduais de educação das 27 unidades da federação - é uma das mais importantes ferramentas de prospecção do status do sistema educacional brasileiro no que tange à educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Fornece informações diversas sobre a estrutura das escolas, indicadores dos alunos e matrículas, número e formação dos professores. Segundo o censo de 2022, o Brasil conta com 178,3 mil escolas básicas, das quais 107,2 mil (60,1%) são municipais, 29,6 mil (16,6%) são estaduais, 41,0 mil (23 %) são privadas e 713 (0,4%) são federais. Este censo mostra também o “Indicador de Adequação da Formação Docente”, que sintetiza, a partir de 2013 (INEP 2014), a relação entre a formação inicial dos docentes de uma escola e as disciplinas que lecionam, considerando o ordenamento legal vigente, como pode ser observado pelo gráfico da Figura 1, considerando o Ensino Médio.

No presente caso, os dados no qual identificamos: Grupo 1 - Percentual de disciplinas que são ministradas por professores com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona; Grupo 2 - Percentual de disciplinas que são ministradas por professores com formação superior de bacharelado (sem complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona; Grupo 3 - Percentual de disciplinas que são ministradas por professores com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) em área diferente daquela que leciona; Grupo 4 - Percentual de disciplinas que são ministradas por professores com formação superior não considerada nas categorias; Grupo 5 - Percentual de disciplinas que são ministradas por professores sem formação superior.

FIGURA 1 - Dados sobre o quantitativo de professores e sua formação acadêmica nas escolas de Ensino Médio, segundo a disciplina, no país.



FONTE: BRASIL (2023).

Os grupos 1 e 2 indicam o percentual dos professores que atuam numa área e possuem formação superior nesta mesma área. Portanto, de acordo com os dados do INEP, dado pelo gráfico da Figura 1, percebemos que na área de Física, esse indicador (média nacional) gira por volta de 55%, e apenas 54% dos professores de física possuem formação superior em licenciatura de física. Este é dos índices mais baixos do país, ficando apenas acima de filosofia, língua estrangeira e sociologia, o que demanda maior formação de físicos.

A partir desse panorama, o principal questionamento que surge é: como superar a concepção do alunato de que a Física é uma disciplina inacessível e complexa para suas estruturas cognitivas? Sendo essa a indagação norteadora para a realização deste trabalho.

Na tentativa de responder a essa questão, foi percebida a afinidade, cada vez mais notável, entre a realidade cotidiana e as tecnologias da informação, e como ela trouxe mudanças significativas no modo como as relações são estabelecidas. Frente a essa realidade, a teia social passou a ser permeada não só por agentes, mas por suas ferramentas, uma vez que estão intrinsecamente ligados (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015).

Esses recursos da era virtual são utilizados no dia a dia a fim de facilitar determinadas tarefas, como por exemplo, o *smarthphone* e a rede mundial de

computadores, para fazer pesquisas rápidas de informações que sem eles, seriam difíceis, ou às vezes impossíveis, de serem acessadas. Através de ferramentas como essas, o domínio que cada indivíduo possui de informações, literalmente na palma de suas mãos, é uma mudança que impacta vários âmbitos da realidade social (BARBOSA, 2017).

Assim, constrói-se esse trabalho na tentativa de compreender se o impacto das novas ferramentas do mundo digital no campo pedagógico pode ser positivo para a reversão do quadro de desinteresse cada vez maior pela disciplina de Física. Para isso, os objetos de estudo analisados serão a *realidade aumentada* e o *QR Code*, com o auxílio do aplicativo *Ar Circuits 4D Physics*, como parte da metodologia didática no ensino de circuitos elétricos, visando a *aprendizagem significativa*.

Ao analisar historicamente o desenvolvimento da Física enquanto ciência, percebemos como o desejo humano de compreender as questões do universo remontam dos tempos mais antigos: Empédocles, estudioso pré-socrático da Grécia Antiga, já se preocupava com a constituição da matéria, tendo desenvolvido a teoria dos quatro elementos antes mesmo do surgimento do filósofo Sócrates (CARDOSO, 2017, p. 7).

A própria experiência do dia a dia pode nos fornecer informações quanto à curiosidade inerente de todo ser humano. Quando nos deparamos com uma criança, ainda na fase inicial de construção da estrutura cognitiva, as indagações sobre os fenômenos da natureza são elementos sempre presentes. “Por que o céu é azul? ”, “Por que chove? ”, “Por que a noite é escura? ”. Por mais simples que possam parecer, essas questões nortearam o surgimento das primeiras concepções de Física desenvolvidas na história (CHERMAN, 2004, p. 8).

Por isso, a Física, enquanto disciplina, objetiva transmitir aos estudantes tanto o conhecimento desenvolvido até aqui, quanto à capacidade para que eles sejam sujeitos ativos na construção da ciência (HEINECK, 199, p. 227). Conforme analisaremos com Ausubel, mas aqui adianta-se, o desejo de aprender do estudante é parte fundamental e condicional para que a teoria da *aprendizagem significativa* seja aplicada de forma efetiva.

Portanto, o presente trabalho possui como objetivo geral expandir o rol das metodologias de ensino do nível médio, baseadas na tecnologia da informação, a fim de despertar nos jovens o interesse natural, que eles já possuem enquanto seres racionais, de compreender o funcionamento do universo, fomentando o exercício de suas cidadanias.

Enquanto objetivos específicos, propõe-se inserir dentro das metodologias de ensino de circuitos elétricos a utilização da *Realidade Aumentada* (RA) e do *QR Code*, por meio do *software Ar Circuits 4D Physics*. Assim como pretende dinamizar o processo de

ensino por meio dessas ferramentas com o intuito de proporcionar uma *aprendizagem significativa*.

Por isso, para o cumprimento dos objetivos acima elencados, a metodologia desenvolvida consistiu inicialmente no levantamento da bibliografia existente sobre o tema, seguida da aplicação dos roteiros contidos no produto educacional. Os conceitos abordados nestes roteiros relacionam-se a fenômenos de eletroeletrônica, magnetismo, acústica, óptica e mecânica.

Esse produto foi aplicado em duas turmas do terceiro ano de uma Escola de Ensino Médio Público, localizada em São Luís – MA, com um total de 70 (setenta) estudantes participando da pesquisa.

Portanto, pode-se afirmar que quanto à *natureza*, a metodologia aplicada neste trabalho se configura enquanto *aplicada*, já que esse é o tipo de pesquisa que se propõe a oferecer um conhecimento novo na mesma medida em que aplica esse resultado na realidade concreta (KÖCHE, 2011).

Enquanto aos objetivos, a pesquisa busca identificar e descrever o objeto de estudo, sendo aqui o ensino de circuitos elétricos através da *Realidade Aumentada (RA)* e do *QR Code* e do *software Ar Circuits 4D Physics*. Assim, ela se caracteriza também como *descritiva* (KÖCHE, 2011), para tanto utilizando-se dos questionários a fim de coletar os dados necessários.

O presente trabalho ainda se classifica, quanto à metodologia de procedimentos, *experimental*, tendo em vista que para a análise do objeto de estudo foram levadas em consideração as variáveis que poderiam impactá-lo na prática (KÖCHE, 2011).

Em relação ao tipo de abordagem, ela se define como *qualitativa* (KÖCHE, 2011), uma vez que, os resultados obtidos baseiam-se no estudo desenvolvido em duas turmas: uma onde o produto educacional foi aplicado (turma teste), e outra (turma controle) na qual não foi. Assim, a análise dos resultados foi realizada em duas etapas: na primeira foram atribuídos valores aos roteiros aplicados em cada turma, enquanto na segunda esses valores foram interpretados qualitativamente.

Nesse ínterim, adianta-se que a hipótese inicialmente levantada é a de que as ferramentas de ensino fundamentadas em tecnologias da informação contribuem de forma expressiva para o maior interesse do corpo discente no estudo da disciplina. Isso porque o arcabouço teórico aqui analisado se propôs também a explorar essa temática, salientando os inúmeros resultados positivos com a aplicação dela.

Por isso, este trabalho apresenta dois resultados práticos como parte da

metodologia de pesquisa aplicada, isto é, a sequência didática composta por atividades a serem realizadas em grupo e o objeto digital educacional desenvolvido pelo uso da Realidade Aumentada, com ajuda do *Smartphone*. O produto educacional é resultado de um esforço desenvolvido no decorrer do curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física na Universidade Federal do Maranhão - UFMA, curso de Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física (MNPEF).

Com este resultado, esta pesquisa pretende cumprir seu caráter de aplicação prática, que vai além da análise teórica dos fatos, mas se propõe a modificar a realidade. Assim, conforme a bibliografia consultada até aqui, acredita-se que ele servirá para auxiliar e complementar o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física para as turmas do terceiro ano do ensino médio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Levando em consideração as recentes alterações dos referenciais curriculares da rede pública de ensino - propostas pela Medida Provisória nº 746/2016 (BRASIL, 2016), transformadas na Lei nº 13.415/2017 (BRASIL, 2017), e implementadas pelo Ministério da Educação (MEC), ainda em 2022 - as discussões sobre a relevância e a necessidade do ensino de diversas disciplinas no Ensino Médio ganharam destaque no âmbito das pesquisas acadêmicas.

Construir uma análise desse arcabouço teórico nos é aqui interessante, tendo em vista a necessidade de discutir não somente a importância da educação como um todo, mas do próprio ensino da Física enquanto disciplina, levando-se em conta esse momento de “crise” da educação.

2.1 Teoria da Aprendizagem Segundo Ausubel e Freire

O conceito de crise é aqui utilizado dadas as bruscas modificações, já que houve certa urgência por parte do MEC em alterar essas estruturas curriculares. Por isso, o primeiro ponto que deve ser analisado é a justificativa para essa célere mudança.

De acordo com Motta & Frigotto (2017, p. 355), a reforma do ensino médio deve ser analisada de um ponto de vista político, tendo em vista o caráter impositivo e autoritário de sua implementação. Para os autores, as razões do MEC são inconsistentes para tal alteração e já evidencia por si só os problemas da reforma.

A razão apresentada pelo Ministério é a de que para superarmos as barreiras do desenvolvimento econômico, a educação profissional deve receber mais investimentos, a fim de potencializar a produtividade de cada indivíduo (MOTTA; FRIGOTTO, 2017, p. 357).

Em outras palavras, a flexibilização da estrutura curricular foi proporcionada para que os alunos optem por áreas do conhecimento que estejam mais próximas de sua realidade, focando apenas nas áreas profissionalizantes e dispensando aquelas que não seriam tão importantes para o mercado de trabalho.

Nas palavras dos referidos autores, essa flexibilização:

ênfatisa os conhecimentos úteis que o estudante deve adquirir para impulsionar a produtividade dos setores econômicos, a fim de potencializar a competitividade nos mercados local e internacional, ou para criar condições de

empregabilidade, isto é, desenvolver habilidades e competências que potencializem a inserção do indivíduo no mercado de trabalho (MOTTA; FRIGOTTO, 2017, p. 358).

Esse cenário de alterações na política educacional, com foco no avanço das etapas de desenvolvimento econômico é algo que se repete ao longo da história do nosso país. Isso pode ser evidenciado a partir de estudos como os de Domingues (2000), que aborda os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do governo Fernando Henrique Cardoso, deixando evidente que eles mantinham as mesmas características de reformas anteriores, fazendo, nas palavras do autor, “o futuro repetir o passado” (DOMINGUES, 2000, p. 215).

Ainda de acordo com o autor, a maioria das reformas no que diz respeito ao planejamento curricular não tiveram êxito ou não alcançaram aquilo que se esperava. Isso porque, a maioria dessas alterações, como é o caso das ocorridas nas décadas de 60 e 70, não tiveram o investimento necessário para que o sistema proposto fosse executado conforme planejado (DOMINGUES, 2000, p. 125).

Nas palavras do autor: “Deveu-se também à ausência de uma política de adequação do espaço e da infra-estrutura pedagógica, além da inexistência de uma política editorial que superasse o passado” (DOMINGUES, 2000, p. 126).

Para Motta & Frigotto (2017), essas reformas vão além de uma parte da política de desenvolvimento do país, mas partem da premissa de que o Brasil está cada vez mais desesperado por recuperar o “tempo perdido” na corrida da globalização neoliberal. Atuando até os dias correntes na produção e exportação de commodities minerais, agrícolas e alguns produtos manufaturados, o país tende a receber setores produtivos de baixo valor tecnológico, tendo em vista o baixo valor da força de trabalho. Com isso, passamos a participar da nova divisão internacional do trabalho (MOTTA; FRIGOTTO, 2017, p. 359). No entanto, a mão de obra barata precisa permanecer como uma constante.

Para esses autores, a reforma consiste em uma estratégia para a permanência desse quadro. Essa linha de raciocínio alia-se ao entendimento de educadores, como é o caso do já mencionado Freire (1997), que concebiam a educação enquanto um caminho através do qual se busca a liberdade e autonomia dos cidadãos. Nesse ponto da discussão, cabe aqui trazer os conceitos básicos propostos pelo educador Ausubel, sendo ele o responsável pela *teoria da aprendizagem significativa*, ou, como chamaremos aqui, TAS.

Outras teorias de aprendizagem serão igualmente aqui exploradas, como é o caso do pensamento construído por Freire (1997) e a Teoria da Mediação de Vygotsky (BONFIM; SOLINO; GEHLEN, 2019, p. 224). Essa discussão é relevante na medida em que tais teorias são capazes de “analisar os fatores internos e externos que influenciam a aprendizagem do aluno” (NOVO, 2021, p. 22).

Conforme Oliveira, Araújo e Veit (2017) a relevância de compreender essas temáticas consiste no fato de que as teorias de aprendizagem:

[...] possibilitam aos professores adquirirem conhecimentos, atitudes, crenças, habilidades, fundamentais para atingir os objetivos de ensino; são elas que norteiam as práticas didáticas dos professores. Sem fundamentação teórica de aprendizagem, entendemos que as práticas de um professor tendem a tornar-se um tanto intuitivas, beirando a tentativa e erro (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2017, p. 15).

Os estudos de Ausubel foram considerados inovadores para a época, já que romperam com as concepções *behavioristas* estabelecidas até então acerca do processo de aprendizagem. Sua teoria foi formulada ainda em meados dos anos 60, sendo a primeira análise do ato educacional do ponto de vista psicológico (MOREIRA; MASINI, 1982). De acordo com os autores, esse fenômeno era visto até aquele momento como um produto do comportamento através de estímulos correspondentes.

Para Ausubel, o ato educacional não tem relação com a influência do meio sobre o sujeito, mas para que o processo de ensino aprendizagem seja efetivo, devemos levar em consideração o funcionamento da estrutura cognitiva dos seres humanos (AUSUBEL, 2003, p. 13). Para isso, Ausubel começa por diferenciar os conceitos de *aprendizagem significativa* e *aprendizagem mecânica* (AUSUBEL, 2003, p. 13). Para ele, tudo aquilo que não leva em consideração a realidade concreta e cotidiana daquele que está aprendendo, consiste em um conteúdo arbitrário, e por isso, não fará nenhum sentido na mente do aprendiz.

Por isso, seguindo adiante na TAS, ele propõe os termos subsunçores, ou conceitos-âncora (AUSUBEL, 2003, p. 9). Esses conceitos denominam aquilo que o estudante já possui em sua estrutura cognitiva e deve ser usado no processo de ensino para que a educação seja efetiva; são a expressão de conhecimentos pré-existentes na mente do aluno, antes de ser ao menos exposto ao conteúdo que será trabalhado em aula. Somente um ensino que leve em conta essas estruturas e que sejam absorvidos por elas será significativo. Assim, esboçando rapidamente a TAS, podemos, por uma

dedução lógica, concluir que para que a educação cumpra os objetivos propostos por Freire, ela deve ser significativa.

Conforme mencionado, o educador Freire (2003) leva esse pensamento adiante ao afirmar que o ato educacional é importante para a formação não somente de cidadãos, mas de indivíduos conscientes de sua autonomia e liberdade. Concordando com o supracitado autor Brandão (1985), a educação é vista por Franco (2018) como “um processo cognitivo que acontece nos seres humanos independente da idade e do nível escolar. Ela está presente em ambientes escolares e não escolares” (LIMA, 2018, p. 152). Indo além, os autores Batista, Fusinato e Blini (2009), concebem a escola como um espaço onde obrigatoriamente devem ser formados cidadãos “conscientes, críticos e ativos na sociedade” (BATISTA; FUSINATO; BLINI, 2009, p. 44). Isso porque a orientação legislativa no Brasil prevê exatamente isso, não havendo espaço para disposição em contrário.

Nesse contexto, o papel do professor(a) também é discutido pelos referidos autores, havendo um consenso de que esse personagem deve atuar não apenas como transmissor do conhecimento, mas como mediador. Essa concepção tem suas raízes nos pensamentos de Freire (2003), que via o aprendiz como um sujeito igualmente capaz de produzir conhecimento, e não só de recebê-lo pronto. Nesse ponto, é importante que voltemos às concepções do processo de ensino- aprendizagem propostas por Freire e Ausubel, sendo seus estudos responsáveis pela espinha dorsal deste trabalho. Ambos trabalharam os conceitos de *aprendizagem significativa*, embora com termos diferentes e alguns pontos divergentes.

Ausubel diferenciava a *aprendizagem mecânica* na medida em que a conceituou enquanto mera memorização de conceitos arbitrários, sem preocupação com os subsunçores do aprendiz. No entanto, ele considerava esse tipo de aprendizagem como relevante para a criação dos conceitos-âncora, já que no início do processo de desenvolvimento da estrutura cognitiva, não há como produzir uma *aprendizagem significativa* sem que o aluno já possua esse subsunçores (MOREIRA; MASINI, 1982). Portanto, pode-se afirmar que esse autor considerava como significativa a aprendizagem que se utiliza de metodologias que abarquem a bagagem de conhecimentos já levada por cada aluno para sala de aula. Conforme explora Moreira e Masini (1982), certo grau de mecanicidade era defendido por Ausubel para isso.

Outro ponto de sua teoria que aqui vale ser explorado é o conceito denominado por ele de *assimilação obliteradora* (MEIRA, 2015). De acordo com os citados autores,

essa é uma fase consequente do processo de aprendizagem, na qual o aluno, por ser naturalmente incapaz de lembrar de tudo que um dia viu e ouviu de forma precisa, acaba por olvidar a integridade daquilo que aprendeu. No entanto, caso a aprendizagem tenha sido realmente significativa, a *assimilação obliteradora* irá permitir que o conteúdo retorne à mente do aprendiz tão pouco ele entre novamente em contato com a matéria. Assim, percebemos que Ausubel não se dispôs a elaborar uma estratégia de ensino através da qual o conteúdo permaneça para sempre armazenado na mente do aprendiz.

Por isso a teoria proposta pelo autor é tão relevante para a construção desse trabalho, tendo em vista que ele se propôs a analisar os processos cognitivos que levam à retenção do conhecimento. Graças aos seus resultados, hoje podemos construir metodologias que se baseiem nas premissas de uma aprendizagem significativa ao aluno. Freire, por sua vez, desprezava qualquer tipo de ensino que visasse o simples “arquivamento” de informações na mente do aprendiz. Ele acreditava que para que a aprendizagem fosse efetiva, o conteúdo e a metodologia a serem aplicados deveriam levar em consideração a realidade do aluno e sua forma de ler o mundo (RUBIO, 1997, p. 26).

Compreender a forma de ler o mundo de cada aluno significava, para Freire, colocar as lentes através das quais cada indivíduo visualizava sua realidade, de acordo com o contexto no qual estava inserido. Esse é um pensamento elaborado por ele e visto como inovador no período de publicação de seus primeiros trabalhos, isto é, final do século XX (RUBIO, 1997). A visão que predominava na época era a de que a educação consistia em algo que deveria ser ofertado somente para as classes economicamente privilegiadas. Além disso, as metodologias no ensino não eram voltadas para o desenvolvimento de habilidades que inserissem qualquer indivíduo, fosse ele de classes menos abastadas ou não, como atuante na sociedade (CARRIL; NATÁRIO; ZOCCAL, 2017, p. 68).

Analisando os pensamentos dos dois autores, podemos concluir que os pontos em comuns são mais numerosos do que os divergentes. Os dois analisavam o mesmo fenômeno, embora com perspectivas e denominações diversas: Ausubel analisava o ato educacional do ponto de vista cognitivo, enquanto Freire ampliava essa análise para os campos político e social (CARRIL; NATÁRIO; ZOCCAL, 2017, p. 68). Além disso, tanto Ausubel quanto Freire colocavam o aluno como o protagonista da produção do conhecimento, tendo em vista que em seus estudos, é o aprendiz o responsável por atribuir valores e significados ao conteúdo que lhe está sendo repassado.

Ausubel segue em sua teoria, ao determinar as condições para que essa aprendizagem seja significativa: o conteúdo não deve ser arbitrário – material potencialmente significativo - e o aprendiz deve desejar realmente reter aquele conhecimento, o que ele chama de predisposição para aprender (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Quanto ao conteúdo não-arbitrário, Ausubel considera aquele que se relaciona com a realidade do aluno e seus subsunçores. Nesse sentido, os autores Kochhann e Moraes (2014) propõem que as ferramentas metodológicas a fim de fomentar uma *aprendizagem significativa* devem partir do:

princípio da **descentralidade** do livro de texto ou didático, ou seja, utiliza além do livro, também documentos, artigos, contos, poesias, obra de arte, também documento de músicas, jornais e todos os materiais didáticos possíveis para propiciar a elaboração de perguntas. Infelizmente é comum a utilização demasiada do livro didático (KOCHHANN; MORAES, 2014, p. 93, grifo nosso).

Assim, conforme os autores, na medida em que o aluno percebe a aplicação de novos métodos em sala de aula, ele irá sentir desperto seu interesse pela disciplina. Para isso, eles consideram que o aluno possui um desejo e curiosidade natural pelo conhecimento, e que essas características só precisam de incentivo para se destacarem. Incentivo esse que deve ser fornecido pelos professores. Nas palavras dos autores:

[...] é preciso levar em conta os fatores cognitivos, no intuito de melhorar a forma de ensino e a dinâmica do processo de aprendizagem, visto que supostamente os alunos tem sede de curiosidade pelo aprender, e que muitas vezes, a escola e o professor com seus materiais didáticos e suas metodologias ou o pouco conhecimento teórico, diminui ou acaba com esse desejo do estudante (KOCHHANN; MORAES, 2014, p. 20).

Por outro lado, a segunda condição proposta por Ausubel é considerada por pensadores como Moreira e Masini (1982) como o requisito mais difícil de ser cumprido na prática. Não significa, necessariamente, que o estudante deva gostar da disciplina, mas apenas que colabore com o processo de compreensão, dispondo sua estrutura cognitiva a refletir a respeito e atribuir significados necessários. E é nesse ponto que voltamos às discussões iniciais. O contexto fático deixa evidente a necessidade de relevantes mudanças seja nos processos de ensino, seja na estrutura curricular do Ensino Médio. Pesquisas realizadas nesse âmbito evidenciam dados sobre a atitude

dos alunos ao interagirem com a disciplina de Física. O trabalho produzido por Menegotto e Rocha Filho (2008), por exemplo, tem como recorte geográfico a Região de São Miguel do Oeste, no estado de Santa Catarina, sendo o resultado de suas pesquisas obtidos a partir de experimentos realizados com os estudantes dessa localidade.

Embora com um recorte menor, esse estudo nos serve como amostra para demonstrar a principal razão para o distanciamento e desinteresse desses alunos frente às áreas de ciências Exatas, e especificamente a Física. Os pesquisadores concluíram que esse fenômeno acontece, principalmente, pela forte “incapacidade do professor em relacionar os conteúdos curriculares com fatos da vida contemporânea com os quais os estudantes têm contato” (MENEGOTTO; ROCHA FILHO, 2008, p. 261).

Com diferente abordagem, os autores Espinosa, Araújo e Veit (2019) apresentam, como motivação para a permanência desse quadro, um desinteresse que possui sua raiz na crença da própria ineficácia do aluno em aprender os conteúdos da disciplina. Essa é uma problemática que parte também do que Ausubel já previa: a existência de subsunçores para que a aprendizagem seja significativa. De acordo com os referidos autores, os alunos já chegam ao Ensino Médio com conceitos matemáticos básicos – que deveriam servir como conceitos-âncora para os fundamentos da Física – prejudicados (ESPINOSA; ARAÚJO; VEIT, 2019, p. 70).

Esse fenômeno acaba criando um ciclo no qual o docente não pode executar os requisitos para uma aprendizagem significativa, já que o discente não possui os subsunçores que deveria ter desenvolvido no ensino básico, justamente porque o conteúdo não lhe foi apresentado da forma como deveria (ESPINOSA; ARAÚJO; VEIT, 2019, p. 69). Destaca-se, ainda, que a necessidade de metodologias alternativas parte de um fenômeno nunca antes experimentado de forma tão intensa dentro do contexto didático: a influência de uma pandemia na qual o isolamento social impede a utilização de salas físicas para ministrar aulas.

O impacto dessa nova realidade foi analisado por autores como Lessa (2021). Conforme o autor, a pandemia causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2), alterou significativamente diversos âmbitos da sociedade e passou a exigir de cada setor respostas para que se adaptassem frente à nova realidade. No que diz respeito à educação, pode ser notado o forte sucateamento do ensino público principalmente por ele não conseguir atender às novas necessidades (LESSA, 2021, p. 2). Ainda na visão do autor, as tecnologias da informação têm se

mostrado fortes aliadas à continuidade do processo educacional fora do espaço geográfico escolar. Isso porque ferramentas como plataformas digitais de comunicação virtual têm proporcionado com que os alunos assistam de suas casas as mesmas aulas que seriam ministradas dentro de uma sala de aula física, proporcionando a chamada Educação à Distância (EaD).

No entanto, a partir dos resultados obtidos durante a pesquisa de autores como Franzin *et. al* (2014), os indicadores mostram que a nova modalidade de ensino não tem apresentado resultados positivos e eficazes, do ponto de vista de critérios como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). De acordo com os autores, o desempenho dos estudantes nos dois anos subsequentes à institucionalização da EAD nos Institutos Federais foi drasticamente baixo em relação aos anteriores, em todas as áreas do conhecimento analisadas pelo exame (FRANZIN *et. al.*, 2014).

Assim, temos uma visão geral do panorama que diz respeito à forma como o alunato tem percebido a disciplina, sendo esse um dos maiores empecilhos à adoção dos requisitos para a *aprendizagem significativa*. Na tentativa de reverter esse quadro, este trabalho se constrói, propondo a utilização de metodologias voltadas para a tecnologia da informação no ensino da Física. Lessa (2021), vai além ao explorar esse auxílio das novas ferramentas, indicando que não somente aquelas que proporcionam a comunicação virtual podem servir como ferramentas pedagógicas. Conforme analisaremos adiante, outros recursos podem ser utilizados como métodos complementares ou até mesmo alternativos às aulas expositivas.

O papel de fornecer essas estratégias alternativas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem, motivem o estudante e conseqüentemente levem a uma aprendizagem significativa, é do professor enquanto mediador do conhecimento. É ele quem desempenha o papel de fazer a relação entre o conteúdo analisado e a realidade do aluno (LESSA, 2021, p. 3). Ausubel também explorou caminhos que favorecessem a aprendizagem, contribuindo mais uma vez ao propor o conceito de *diferenciação progressiva* (MOREIRA; MASINI, 1982). Nesse sentido, para Ausubel, o ensino será mais efetivo se partir de conceitos amplos e gerais para ideias mais específicas. Nessa trajetória, à medida que os conteúdos abrangentes se fixam na mente do aprendiz, ele pode ser introduzido a conceitos mais elaborados sobre aquele assunto.

Ausubel também analisou o processo inverso, denominando-o de *reconciliação integradora* (MOREIRA; MASINI, 1982), método através do qual o aluno é apresentado primeiro a conceitos específicos, partindo para intermediários e por fim às ideias gerais daquele conteúdo. Seguindo esse caminho, a mente do aluno fará associações com

aquilo que já conhece, podendo alterar seus subsunçores ou criar um novo a partir da união de dois conceitos. Ausubel vai além, ao determinar que existem três formas de assimilação dos conteúdos dentro da *aprendizagem significativa*. São elas: *subordinada*, *superordenada* e *combinatória* (AUSUBEL, 2003). É através da primeira que os conceitos serão assimilados de forma subordinada a ideias gerais preexistentes na estrutura cognitiva.

Essa primeira forma de assimilação ainda se subdivide em derivativa e correlativa. Quando o material que entra em contato com esses subsunçores apenas deriva deles ou o comprova, sem alterar a estrutura em sua essência, ocorre a *aprendizagem subordinada por assimilação derivativa* (AUSUBEL, 2003). Por outro lado, se o novo conteúdo é uma extensão ou modificação dos conceitos-âncora, essa *aprendizagem subordinada* é considerada *correlativa* (AUSUBEL, 2003). Já a *aprendizagem superordenada* pode ocorrer através do método da *reconciliação integradora* (AUSUBEL, 2003), conceito analisado anteriormente. Acontece quando conceitos abrangentes passam a englobar estruturas mais específicas pré-existentes na cognição do aprendiz. Esse novo conceito será o guia para o surgimento de vários outros.

A *aprendizagem combinatória* (AUSUBEL, 2003) não ocorre por assimilação de nenhum conceito mais abrangente ou específico, uma vez que a nova informação inserida se relaciona com a estrutura cognitiva de forma geral ao mesmo tempo, e não por conceitos específicos. Moreira e Massoni (2015, p. 19) definem essa última forma como:

aquela aprendizagem significativa que não se dá por subordinação nem por superordenação, mas sim pela interação do novo conhecimento com uma base ampla de conhecimentos prévios, com um *background* de conhecimentos. Por exemplo, para dar significado à expressão $E = mc^2$ não basta saber o que significam e , m e c . É preciso ter “muita Física” para dar significado à equivalência entre massa e energia implícita nessa expressão. Em ciências há muitos conceitos e proposições cuja significação depende de aprendizagem combinatória.

Considerando o professor como a figura responsável por realizar a aplicação desses processos, ao estudar a teoria de Ausubel, Gomes destaca que:

É importante haver uma relação entre professor e aluno com o objetivo de compartilhar significados, principalmente quando se envolve os materiais educativos. Nessa dinâmica, o aluno oferece ao professor o seu conhecimento

prévio baseado na tradição e experiência pessoal enquanto o professor oferece ao aluno o conhecimento subentendido, ou seja, os fundamentos e a metodologia propostos pelo ensino (GOMES, 2020, p. 24).

Importante destacar que o pensamento de Ausubel se alia aos estudos de outros educadores, como é o caso da teoria de mediação de Vygotsky (BONFIM; SOLINO; GEHLEN, 2019). Assim como fizemos com Ausubel, é importante compreender inicialmente o contexto de elaboração de sua teoria.

2. 2 Teoria de Mediação de Vygotsky

O autor Lev Vygotsky é de origem judaica, tendo nascido em 1896 na Bielorrússia. Coursou Direito, História e Filosofia (BONFIM; SOLINO; GEHLEN, 2019). Esse é um ponto importante da sua vida pois, a partir das experiências adquiridas na faculdade, se dedicou a compreender como acontecia a formação de professores.

Ao buscar compreender o processo de aprendizagem, Vygotsky chegou a se graduar em Medicina, aprofundando os estudos em distúrbios de linguagem e deficiências congênitas (BONFIM; SOLINO; GEHLEN, 2019). Após formar-se como médico, construiu o laboratório de psicologia da Escola de Professores de Gomel.

Sua vida e interesses de estudo são importantes para compreender por que, na visão desse pensador, a interação social é o caminho através do qual a estrutura cognitiva do indivíduo se desenvolve (NEVES *et al*, 2021). Nesse ponto, podemos notar que, embora as teorias de Ausubel e Vygotsky analisem o mesmo objeto de estudo, suas abordagens diferem. Enquanto o primeiro explora a questão psicológica dos processos cognitivos, o segundo entende esse fenômeno como algo atrelado ao meio e à cultura (NEVES *et al*, 2021).

Conforme Neves *et al* (2021, p. 11): “Vygotsky insiste nos aportes da cultura, na interação social e na dimensão histórica do desenvolvimento mental”. Por isso, para ele, o processo de aprendizagem ocorre inicialmente no ambiente externo: o aprendiz internaliza memórias e ideias que são oferecidas a ele de acordo com o seu contexto. No entanto, conforme destacam os autores Neves *et al* (2021), essa passagem do meio externo para o interno precisa ser mediada através de instrumentos e símbolos. Nesse aspecto, conforme Moreira:

Um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma outra coisa. Existem três tipos de signos: 1) indicadores, são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (e.g. fumaça indica fogo, porque é causada por fogo); 2) icônicos, são imagens ou desenhos daquilo que significam; 3) simbólicos, são os que têm uma relação abstrata com o que significam. As palavras, por exemplo, são signos linguísticos, os números são signos matemáticos; a linguagem, falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos (MOREIRA, 2012, p. 111).

2.3 Teoria de Piaget

Outro pensador que vale aqui ser explorado é o psicólogo que elaborou teorias pioneiras no sentido de abordar a cognição humana do ponto de vista construtivista: Jean Piaget 1896 – 1980 (NEVES *et al*, 2021, p. 8). De acordo com Lefrançois (2008):

O sistema de Piaget é, sem sombra de dúvida, cognitivo: Sua preocupação recorrente é a representação mental. Também é uma teoria desenvolvimentista: Volta-se para os processos pelos quais as crianças alcançam compreensão progressivamente mais avançada do seu ambiente e de se próprias (LEFRANÇOIS, 2008, p. 241).

Sua teoria é considerada construtivista uma vez que analisa o processo de desenvolvimento da mente humana o dividindo em fases, sendo elas a *sensório-motor*, *pré-operacional*, *operacional-concreto* e *operacional formal*. Cada período desses corresponde a uma faixa etária dos indivíduos. O autor defende que pode haver quanto à duração de cada fase, mas sua sequência é indiscutível (NEVES *et al*, 2021, p. 9). O primeiro estágio ocorre a partir do nascimento até os dois anos, quando a linguagem articulada não está presente na estrutura cognitiva dos indivíduos. Já no segundo, que pode começar a partir dos 2 (dois) anos e ir até os 7 (sete), a criança passa a utilizar símbolos e imagens para aprender, assim como uma linguagem elaborada (NEVES *et al*, 2021, p. 9). Em seguida, ocorre a fase do estágio operacional-concreto, e, de acordo com Neves *et al*, “Nesse estágio, a criança desenvolve noções de tempo, conservação, causalidade, reversibilidade. Mas, seu pensamento ainda fica preso à realidade concreta – sem capacidade de lidar com hipóteses ou proposições” (NEVES *et al*, 2021, p. 9).

Por último, chega-se ao estágio operacional-formal, a partir dos 12 (doze) anos, se estendendo por toda a vida. Ainda segundo o mencionado autor, é “nesse estágio que o sujeito vence a barreira do que é real (concreto) e insere-se na dimensão abstrata e hipotética do raciocínio e do pensamento” (NEVES *et al*, 2021, p. 9). De acordo com

a obra de Piaget, nessa última fase, o desenvolvimento cognitivo se encontra com conceitos que contribuem para a aprendizagem, isto é, a assimilação, o esquema de assimilação, acomodação, equilíbrio, conflito, conflito cognitivo e adaptação (NEVES *et al*, 2021, p. 9)

Esses esquemas são construções não-literais, baseados em suposições sobre os conhecimentos que adquirimos ao longo da vida. Quando o sujeito entra em contato com novas informações, acontece o processo de assimilação, através do qual esse novo dado se aliará à estrutura cognitiva (NOVO, 2021, p. 10). Por outro lado, a acomodação ocorre quando o aprendiz entra em contato com um novo conceito, mas esse não se relaciona com nenhum esquema mental que ele já possua. Assim, a aprendizagem não será efetiva se não acontecer a partir da assimilação da nova informação pela estrutura cognitiva já existente no aluno (NEVES *et al*, 2021, p. 10). Esse é um dos aspectos que aproximam o pensamento do autor da TAS de Ausubel. Assim, conforme Moreira (1999, p. 100):

Não há acomodação sem assimilação, pois acomodação é a reestruturação da assimilação. O equilíbrio entre assimilação e acomodação é a adaptação a situação. Experiências acomodadas dão origem, posteriormente, a novos esquemas de assimilação e um novo estado de equilíbrio é atingido.

Por consequência dessa ideia, para Piaget, o indivíduo deve ser capaz de lidar com problemas distintos, uma vez que o contato com o seu contexto pode influenciar no surgimento do que ele denominou de “conflitos cognitivos” (NEVES *et al*, 2021, p. 10). Para ele, esses conflitos são essenciais para o ensino já que por meio deles, novos esquemas de assimilação serão desenvolvidos ou agregados aos já existentes. Em resumo, sem acomodação e equilíbrio cognitivo geradas pelos conflitos, é impossível a existência de aprendizagem (NEVES *et al*, 2021, p. 10).

A experimentação prática de um conteúdo que está sendo estudado é sempre um artifício a ser utilizado a fim de favorecer a fixação do mesmo (HERNANDES, 2002), tendo em vista que ao se relacionar com o cotidiano do aluno, seus subsunçores serão capazes de “capturar” aquele conhecimento. Portanto, sempre que a aula teórica puder ser aplicada em conjunto com experimentos, o desenvolvimento cognitivo dos alunos será ainda mais expressivo (CARDOSO, 2008). Para essas experiências, o ambiente de aprendizagem também deve ser igualmente próximo da realidade do aprendiz, pelas mesmas razões.

Nesse sentido, com a inserção cada vez mais frequente da tecnologia da

informação nos ambientes da vida cotidiana, principalmente dos jovens, torna-se um exercício lógico concluir que importar essas ferramentas para dentro da sala de aula pode contribuir, de forma positiva, para aumentar o interesse dos jovens nos conteúdos considerados distantes e complexos para suas estruturas cognitivas. A escolha dessa metodologia também trilhou o caminho do levantamento bibliográfico de diversos autores que analisaram o mesmo objeto de estudo. Conforme Papert (1985, *apud* CARRARA; PEREIRA, 2014), é também papel da escola descobrir novos caminhos, ao invés de impor a todo o alunato uma única forma de alcançar o conhecimento.

Para Papert (1985 *apud* CARRARA; PEREIRA, 2014), a crise do sistema educacional é uma realidade, e uma das principais problemáticas que levam a isso é a própria forma como o ensino é ofertado e como chega até o aluno. Para ele, os profissionais da educação que atuam mais próximos dessa realidade são os responsáveis por reverter esse quadro, ao buscar “metodologias e ideias que proporcionem um avanço tanto quantitativo como qualitativo nas questões educacionais” (PAPERT, 1985, *apud* CARRARA; PEREIRA, 2014, p. 7). Assim, partindo das premissas analisadas até aqui, isto é, de que a educação é um caminho fundamental para a formação de cidadãos, e que para isso disciplinas como a Física devem ser fomentadas com um ensino realmente significativo, chegamos à utilização de metodologias alternativas e não tradicionais a fim de despertar um maior interesse nos jovens.

2. 4 Referencial teórico físico

Tendo justificado a escolha das ferramentas que aqui serão utilizadas com base nas obras exploradas, passamos à necessidade de fundamentar o tema escolhido, isto é, Circuitos Elétricos Lineares. Assim, de acordo com Freiesleben, Loder e Becker (2013, p. 2) a elaboração de planos de ensino sobre esse conteúdo exige atenção redobrada, tendo em vista sua presença sempre em destaque nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) do Ensino Médio e Fundamental. Conforme os autores, ainda nas primeiras séries do Ensino Fundamental, os PCN's preveem um processo de ensino-aprendizagem pautado em eixos como “Tecnologia e Sociedade”, utilizando para isso:

situações de interesse da disciplina de Física referentes à eletroeletrônica, magnetismo, acústica, óptica e mecânica, tais como: circuitos elétricos, campanhas, máquinas fotográficas, motores, chuveiros, torneiras elétricas e rádios a pilha (BRASIL, 1998 *apud* FREIESLEBEN; LODER; BECKER, 2013, p. 2).

2. 4. 1 Potencial Elétrico

A partir da energia potencial elétrica, o potencial pode ser definido como uma grandeza escalar (CITOLINO, 2015). Essa energia potencial, definida como U , é também a propriedade de um sistema de partículas, que, se estiverem carregadas, se associa à força eletrostática que atua sobre elas. Isso acontece, pois, sobre uma dessas partículas carregadas, a força eletrostática \mathbf{F}_e exerce um trabalho \mathbf{W}_{ab} quando há movimentação de um ponto inicial \mathbf{a} até um ponto final \mathbf{b} contidos nesse sistema. O que acontece a partir disso é uma:

variação de energia potencial do ponto \mathbf{a} (U_a) até o ponto \mathbf{b} (U_b). Essa variação da energia potencial é definida como $\Delta U = U_b - U_a$, e o trabalho W_{ab} realizado pela força (conservativa) é independente da trajetória e é dado por:

$$\mathbf{W}_{ab} = U_a - U_b = - (U_b - U_a) = - \Delta U \text{ (CITOLINO, 2015, p. 9).}$$

O valor da carga de uma partícula carregada estabelece a energia potencial elétrica, considerando que ela está na presença de um campo elétrico (CITOLINO, 2015). Para cada ponto de um campo elétrico, a força eletrostática $q\mathbf{0}E$ que atua sobre a partícula é diretamente proporcional à carga q da partícula. Por outro lado, a energia potencial elétrica por unidade de carga associada a um campo elétrico possui um valor único em cada ponto do espaço. Então se define potencial elétrico V em qualquer ponto de um campo elétrico como a energia potencial elétrica U por unidade de carga associada a uma partícula q carregada nesse ponto:

$$V = \frac{U_{ab}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q}{r} \quad (2)$$

O potencial elétrico no SI é J/C, denominado de Volt (V) (CITOLINO, 2015).

A diferença de potencial ΔV (ddp) entre dois pontos a e b é igual à diferença entre os potenciais elétricos nos dois pontos:

$$\Delta V = V_b - V_a = \frac{U_b}{q_0} - \frac{U_a}{q_0} = - \int_a^b E ds \quad (3)$$

Onde a integral é sobre qualquer caminho ligando os pontos, Como $\Delta U = - W_{ab}$, então pode-se escrever a variação do potencial elétrico como:

$$\Delta V = - \frac{W_{ab}}{q_0} \quad (4)$$

Assim, a diferença de potencial ΔV é igual ao trabalho que deve ser feito, por unidade de carga, em um campo elétrico para se movimentar uma partícula carregada qualquer. No estudo de circuitos elétricos, a diferença de potencial é chamada de tensão elétrica ou voltagem.

2. 4. 2 Corrente Elétrica

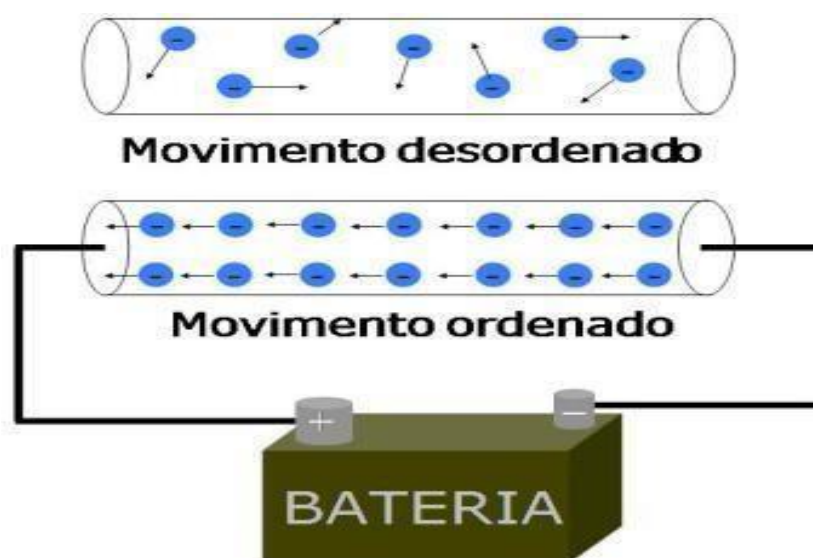
A corrente elétrica é definida como o fluxo de portadores de cargas de uma região para outra. Os portadores de carga elétrica que constituem uma corrente elétrica são os elétrons (elétrons livres ou elétrons de condução) nos sólidos, e elétrons ou íons (positivos e negativos) nos líquidos e gases. Nos materiais semicondutores, tal como germânio ou silício, a corrente ocorre devido ao movimento dos elétrons de condução ou pelo movimento de vacâncias (buracos), que são locais da rede onde não existem elétrons e que funcionam como portadores de carga positiva.

No caso de um sólido (material condutor), quando existe equilíbrio estático, o campo elétrico é igual à zero em todos os pontos no interior do condutor, portanto, não existe nenhuma corrente. Contudo, a não geração de corrente elétrica não significa que os portadores de carga estejam em repouso. Por exemplo, em metais como alumínio ou cobre, os elétrons livres (portadores de carga negativa) podem se mover de forma caótica em todas as direções no interior do condutor. Entretanto, os elétrons não saem do condutor devido à força de atração Coulombiana com os íons positivos do material. Como o movimento dos elétrons é caótico, não existe nenhum fluxo efetivo de elétrons em uma direção fixa e, portanto, não há corrente elétrica.

Quando, por alguma ação externa (por exemplo, um condutor ligado a uma bateria), aparece no interior do material um campo elétrico (\vec{E}) estacionário e constante, e os portadores de carga (tal como elétrons livres) são submetidos a uma força estacionária $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$. Como os portadores se movem dentro do condutor, eles colidem com os

íons grandes do material que permanecem praticamente estáticos. O efeito do campo elétrico \vec{E} é o movimento lento (movimento de arraste) de um grupo de portadores na direção da força elétrica $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$. Como resultado pode-se dizer que há um movimento resultante, representado na figura 1, em um único sentido e a corrente elétrica é contínua. No caso da ação de um campo elétrico oscilante no interior do condutor, os portadores de carga não se deslocam, mas oscilam em torno de posições fixas, e a corrente elétrica é alternada.

FIGURA 2. REPRESENTAÇÃO DO MOVIMENTO DOS ELÉTRONS EM UM CONDUTOR SEM E COM A AÇÃO DE UM CAMPO ELÉTRICO \vec{E} .



FONTE: CITOLINO (2015, p. 11).

2. 4. 2. 1 Intensidade e sentido da corrente elétrica

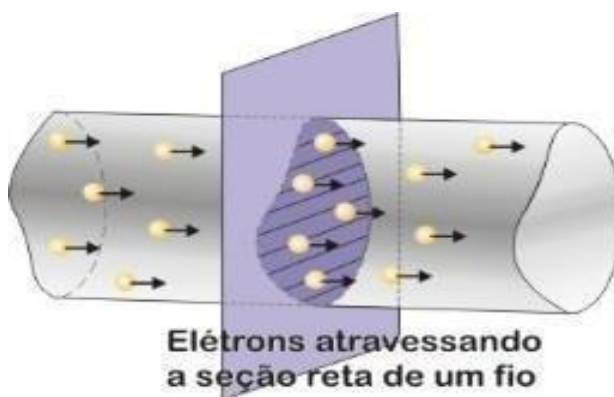
Assim como os fenômenos físicos podem ser descritos matematicamente por grandezas vetoriais ou escalares, a corrente elétrica é um fenômeno físico que pode ser descrito por uma grandeza escalar a ela associada: a intensidade da corrente elétrica (i).

Supondo que uma determinada quantidade de portadores de carga elétrica (dq) passe através da seção reta (A) de um condutor em um determinado intervalo de tempo (dt), assim como mostrado na figura 2. Então, podemos afirmar que quanto maior a quantidade de portadores de carga que atravessa a seção A no determinado intervalo de

tempo, mais intensa a corrente de portadores de cargas que atravessa esse condutor. Assim, define-se intensidade da corrente elétrica que atravessa a seção reta (normal) do condutor pela razão:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (5)$$

FIGURA 3. REPRESENTAÇÃO DOS ELÉTRONS ATRAVESSANDO UMA SEÇÃO RETA DE UM FIO CONDUTOR.



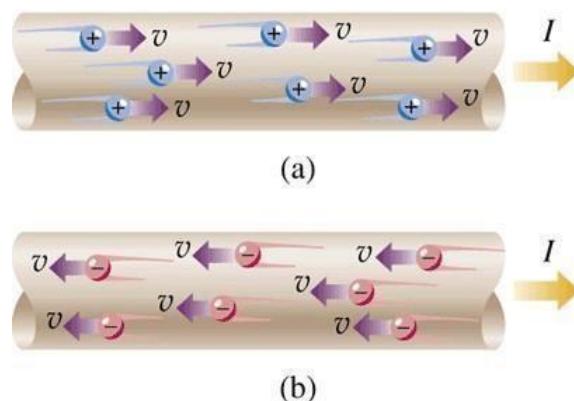
FONTE: OLIVEIRA (2011, p. 2).

Sendo a quantidade de portadores de carga (dq) medida em coulombs e o intervalo de tempo em segundos, no sistema internacional de unidades (SI), a unidade da intensidade de corrente elétrica é C/s, que recebe o nome ampère (A) em homenagem ao físico francês André-Marie Ampère (1775-1836).

Embora seja uma grandeza escalar, é importante definir um sentido associado à intensidade da corrente elétrica. Por convenção, admite-se que o sentido da corrente elétrica é o sentido do movimento dos portadores de carga positiva. Essa convenção para o fluxo dos portadores de carga denomina-se corrente convencional. Quando os portadores de carga são elétrons (carga negativa), o sentido convencional da corrente elétrica é oposto ao do movimento dos elétrons e é conhecido como sentido eletrônico da corrente elétrica. A figura 3 representa os sentidos da corrente elétrica. Quando os portadores são íons positivos e negativos como em um gás ou em uma solução, mantém-se a convenção do sentido de movimento dos portadores de carga positiva. Na maioria das situações, o sinal dos portadores de carga que se movem é irrelevante, ou seja, supor que os portadores de

carga positiva estão se movendo em um sentido tem o mesmo efeito que supor que os portadores de carga negativa estão se movendo no sentido oposto.

FIGURA 4. REPRESENTAÇÃO DO SENTIDO DA CORRENTE ELÉTRICA (A) SENTIDO CONVENCIONAL E (B) SENTIDO ELETRÔNICO.



FONTE: CITOLINO (2015, p. 12).

2. 4. 2. 2 Densidade de Corrente

Para o estudo do fluxo de portadores de carga elétrica através da seção reta de um condutor em um determinado ponto, usa-se a densidade de corrente \mathbf{J} , que tem a

mesma direção e o mesmo sentido da velocidade dos portadores de cargas que constituem a corrente, se os portadores forem de carga positiva, e a mesma direção e o sentido oposto se os portadores forem de carga negativa. Para cada elemento da seção reta o módulo J da densidade de corrente é igual a corrente dividida pela área do elemento. Assim, define-se o módulo da densidade de corrente pela razão:

$$\mathbf{J} = \frac{i}{A} \quad (6)$$

Onde a unidade de densidade de corrente no SI é o ampère por metro quadrado (A/m^2).

A densidade de corrente é expressa na forma vetorial com base na velocidade de arraste (\vec{v}_a) dos portadores de carga. Considerando novamente a situação de um

campo elétrico \vec{E} agindo em um condutor, a velocidade de arraste dos portadores de carga positiva é do mesmo sentido do campo elétrico. Quando os portadores de carga forem negativos, a velocidade de arraste terá o sentido contrário do campo elétrico. Porém, a corrente apresentará ainda o mesmo sentido de Portanto a densidade de corrente e a corrente não dependem do sinal da carga.

Supondo que existam n portadores de carga por unidade de volume. A grandeza n denomina-se concentração dos portadores de carga, sua unidade no SI é m^{-3} . E que todos portadores se movam com a mesma velocidade de arraste com modulo v_a . Em um intervalo de tempo dt , cada portador se desloca uma distância $v_a dt$. Seja o condutor um cilindro com um volume de $Av_a dt$, e o número de portadores em seu interior é $nAv_a dt$. Se cada portador possui uma carga q , a quantidade de portadores dq que flui na extremidade do condutor durante uma variação do tempo Δt é dada por:

$$dq = nqv_a A dt \quad (7)$$

E a corrente é:

$$i = \int J dA \quad (8)$$

A densidade de corrente \vec{J} , na forma vetorial, é definida como a corrente que flui por unidade de área da seção A :

$$\vec{J} = nq\vec{v}_a \quad (9)$$

2. 4. 3 Resistência elétrica

Quando é aplicada uma diferença de potencial em um objeto ou corpo, este oferece uma dificuldade ou resistência ao movimento dos portadores de carga da corrente elétrica. Essa capacidade de um corpo qualquer se opor à passagem de corrente elétrica é denominada resistência elétrica.

Condutores percorridos por correntes elétricas de menor intensidade oferecem maior resistência ao movimento dos portadores de carga elétrica, e os percorridos por correntes elétricas de maior intensidade oferecem menor resistência. Assim, a

resistência elétrica (R) em um condutor é definida pela razão:

2. 4. 3. 1 Lei de OHM

George Simon Ohm foi um físico alemão que viveu entre os anos de 1789 e 1854 e verificou experimentalmente que existem resistores nos quais a variação da corrente elétrica é proporcional à variação da diferença de potencial (ddp).

Além de definir o conceito de resistência elétrica, Georg Ohm demonstrou que no condutor a corrente elétrica é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada. Foi assim que ele postulou a Primeira Lei de Ohm (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2006):

$$R = \frac{V}{i} \quad (10)$$

Na equação 10, V é a diferença de potencial nas extremidades de um condutor e i é a intensidade da corrente elétrica que o atravessa. No SI a unidade de medida da resistência elétrica é V/A, que recebeu o nome de ohm (Ω) em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm (1745-1827).

A resistência elétrica em qualquer condutor pode ter seu valor considerado constante em determinados intervalos de variação da intensidade da corrente elétrica. Assim, a diferença de potencial nas extremidades do condutor é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica que o atravessa, e o valor da resistência elétrica é a constante de proporcionalidade. Então, da definição de resistência elétrica podemos escrever:

$$V = R \cdot i \quad (11)$$

Essa expressão é conhecida como lei de Ohm. Quando um condutor obedece a essa lei, ou seja, quando sua resistência elétrica pode ser considerada constante, ele é chamado de condutor ôhmico.

A medida de resistência elétrica, ou seja, a propriedade que define o quanto um material opõe-se à passagem de corrente elétrica é denominada resistividade (ρ). Sendo um condutor elétrico de comprimento L e área de seção normal S, sua resistência elétrica é diretamente proporcional ao comprimento L e inversamente

proporcional à área de seção normal S . Assim, a resistividade de um material está relacionada com a resistência elétrica por:

$$\rho = RS/L \quad (12)$$

No SI, o valor da resistência elétrica é medido em ohm (Ω), a área é medida em metro quadrado (m^2) e o comprimento em metro (m), então a unidade de medida de resistividade no SI é ($\Omega \cdot m$).

A resistividade de um material não é constante, ela depende sobretudo da temperatura. Na maioria dos casos, a resistividade de um material cresce com o aumento da temperatura. A relação entre resistividade e temperatura é dada pela equação 13.

$$\rho - \rho_0 = \rho_0 \cdot \alpha (T - T_0) \quad (13)$$

Na equação 13, α é o coeficiente de temperatura da resistividade, T_0 é a temperatura de referência (geralmente 0°C ou 25°C) e ρ_0 é a resistividade a essa temperatura de referência.

O inverso da resistividade é a condutividade (σ), a condutividade é a medida da facilidade com qual um material tem de conduzir uma corrente elétrica. A expressão matemática para a condutividade é dada por:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{L}{RS} \quad (14)$$

A unidade de medida da condutividade no SI é $(\Omega \cdot m)^{-1}$.

2. 4. 3. 2 Resistores e Associação de resistores

Os resistores são componentes elétricos que possuem a função de limitar a passagem de corrente elétrica. A representação de um resistor em um diagrama de circuito elétrico. A maior parte dos resistores comerciais é constituída de um material péssimo condutor de corrente elétrica, como carvão em pasta, ligados por dois terminais condutores. Uma representação simbólica de um resistor é mostrada na figura 5, enquanto o exemplo de resistor comercial é mostrado na figura 6. Já a figura 7 exemplifica como o resistor é representado na RA.

FIGURA 5. Representação simbólica de um resistor.



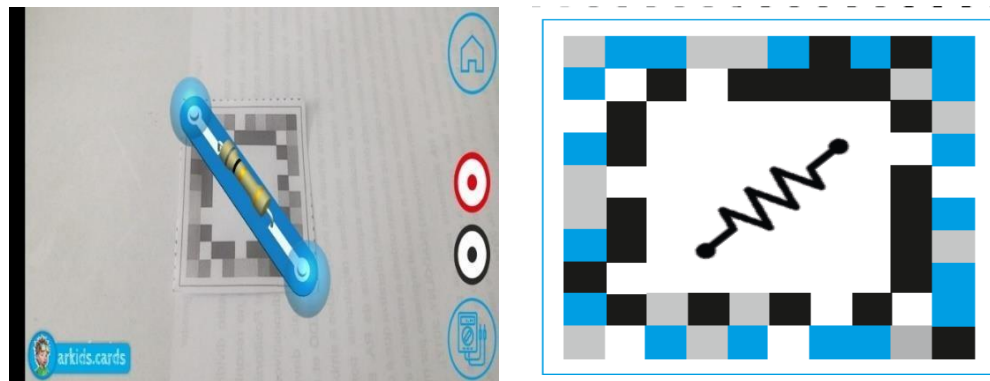
FONTE: próprio autor.

FIGURA 6. Exemplo de um resistor comercial.



FONTE: CITOLINO (2015, p. 15).

FIGURA 7. Resistor em RA e em QR code – aplicativo



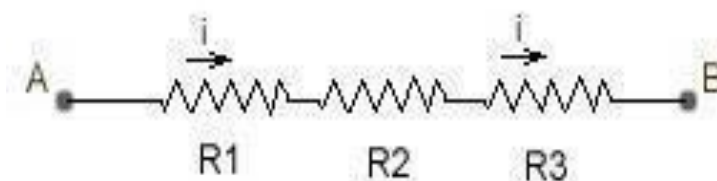
FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

A limitação da corrente elétrica acontece na dissipação de energia elétrica na forma de calor (efeito Joule). A dissipação de energia elétrica na forma de calor é um complicador, pois altera o valor nominal do resistor e no caso de um circuito elétrico pode prejudicar os outros componentes elétricos próximos. Contudo, existem resistores com função exclusiva de aquecimento, com uso em torradeiras, secadores de cabelo e chuveiros.

Os resistores têm aplicação fundamental nos dispositivos elétricos e eletrônicos. Apesar de ser possível construir resistores com valores desejados, em

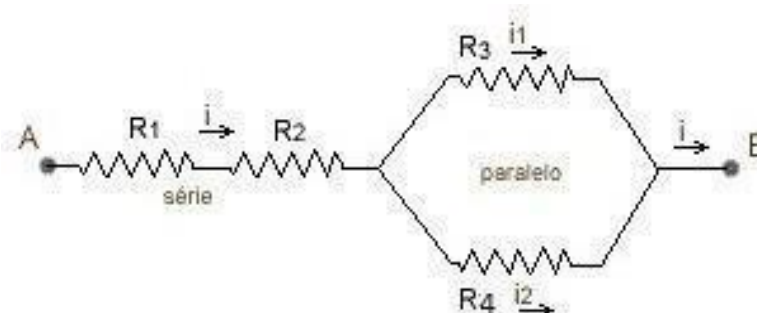
alguns casos, é necessário associar dois ou mais resistores para se obter o valor de resistência desejado. Então, torna-se necessário saber como é possível associá-los e qual o valor total do resistor equivalente à associação. As associações podem ser feitas colocando os resistores em série, paralelo ou mista, e são representadas nas figuras 8, 9 e 10.

FIGURA 8 - EXEMPLO RESISTORES ASSOCIADOS EM SÉRIE



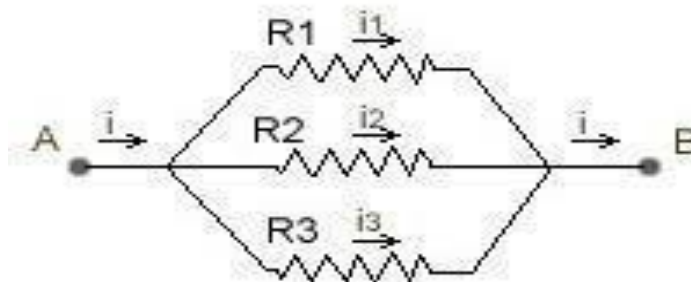
FONTE: CITOLINO (2015, p. 16).

FIGURA 9 - EXEMPLO DE RESISTORES ASSOCIADOS EM PARALELO



FONTE: CITOLINO (2015, p. 16).

FIGURA 10 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO MISTA DE RESISTORES.



Fonte: FONTE: CITOLINO (2015, p. 16).

Na associação dos resistores em série, os resistores são ligados em sequência e há um único caminho para a corrente elétrica. Nesta associação, todos os resistores são percorridos pela mesma corrente. O valor total da resistência do resistor equivalente (R_{es}) a uma associação em série de resistores, cujos valores são $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, é dado pela expressão matemática:

$$R_{es} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (15)$$

$$R_{es} = \sum R_n \quad (16)$$

Se a associação for em paralelo, cada resistor oferece um caminho para a corrente elétrica. Nesta associação, todo resistor tem seus terminais ligados a mesma diferença de potencial. O valor total da resistência do resistor equivalente (R_{ep}) a uma associação em paralelo de resistores, cujos valores são $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, é dado pela expressão matemática:

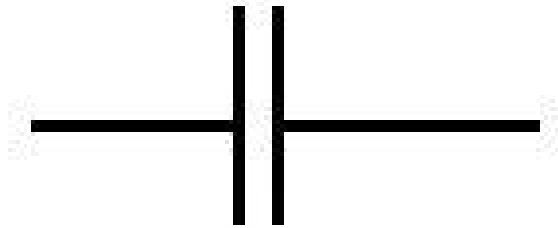
$$\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (17)$$

$$\frac{1}{R_{es}} = \sum \frac{1}{R_n} \quad (18)$$

2. 4. 4 Capacitância e Capacitores

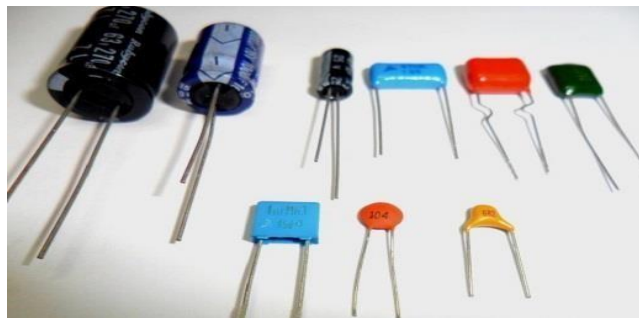
O capacitor é um componente elétrico que armazena portadores de carga elétrica em um campo elétrico, acumulando um desequilíbrio interno de portadores de carga elétrica. Os capacitores típicos são constituídos por dois condutores (eletrodos ou placas) que armazenam cargas e são separados por um material isolante (dielétrico). Na maioria das aplicações práticas, cada condutor possui, inicialmente, carga líquida igual a zero e há transferência de portadores de carga negativa (elétrons) de um condutor para o outro, nesse caso o capacitor está sendo carregado. No equilíbrio, os dois condutores possuem cargas de mesmo módulo, mas de sinais contrários, e a carga líquida no capacitor como um todo permanece igual à zero. Nos diagramas de circuitos elétricos, os capacitores podem ser representados pelo símbolo da figura 11. A figura 12, mostra exemplos de capacitores comerciais.

FIGURA 11. REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA DE UM CAPACITOR



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

FIGURA 12. EXEMPLOS DE CAPACITORES COMERCIAIS.



FONTE: CITOLINO (2015, p. 17).

Na figura 11, as linhas representam os condutores e as linhas horizontais são os fios conectados aos condutores. Uma forma de carregar um capacitor consiste em conectar esses dois fios aos terminais opostos de uma fonte de energia elétrica (por exemplo, uma bateria). Quando os portadores de carga $+Q$ e $-Q$ são estabelecidas sobre os condutores, os fios são desconectados da bateria. Isso fornece uma fonte diferença de potencial fixa V_{ab} entre os condutores, ou seja, o potencial do condutor com carga positiva a em relação ao condutor com carga negativa b , que é precisamente igual à voltagem da bateria.

Em qualquer ponto entre a região dos condutores, o campo elétrico é proporcional ao módulo Q da carga em cada condutor. A partir disso, pode-se concluir que a diferença de potencial V_{ab} entre os condutores também é proporcional a Q . Dobrando o módulo da carga de cada condutor, dobra-se também a densidade de carga em cada ponto, a diferença de potencial e o campo elétrico entre os condutores. Entretanto, a razão entre o módulo da carga e a diferença de potencial não varia. Essa razão é chamada de capacitância C do capacitor:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (19)$$

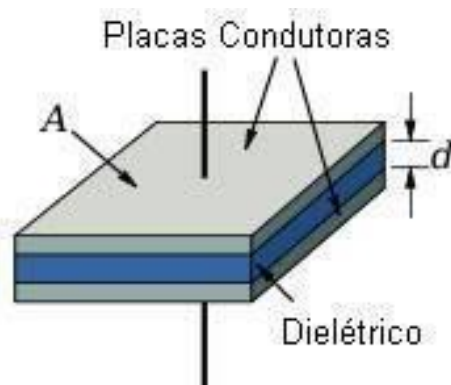
A unidade SI de capacitância é farad (F), em homenagem ao físico inglês Michael Faraday (1791-1867).

Quanto maior for a capacitância C de um capacitor, maior será o módulo Q da carga em cada condutor para uma dada diferença de potencial V_{ab} e, portanto, maior a energia elétrica armazenada. Logo, a capacitância é a medida da capacidade de um capacitor de armazenar energia elétrica.

Os capacitores possuem entre seus condutores um material isolante, ou dielétrico. Materiais dielétricos são materiais isolantes que possuem alta capacidade de resistência ao fluxo de corrente elétrica. Esses materiais isolantes são utilizados para manter os condutores em uma distância pequena, sem que ocorra contato entre eles. Com o uso do dielétrico torna-se possível também aumentar a diferença de potencial máxima entre as placas, e um capacitor com um material dielétrico tem sua capacitância maior do que um mesmo capacitor com vácuo entre as placas.

O capacitor mais simples encontrado para o uso em circuitos elétricos é constituído por duas placas condutoras paralelas, cada uma delas com área A separadas por uma distância d pequena em comparação às suas dimensões. A figura 13 mostra a representação de um capacitor de placas paralelas. Quando as placas são carregadas, uma diferença de potencial é aplicada às placas paralelas deste capacitor simples, e então surge um campo elétrico entre elas. Este campo elétrico é produzido pela acumulação de carga nas placas. O campo é praticamente constante e as cargas sobre as placas são distribuídas uniformemente sobre essas superfícies. O capacitor que possui essa configuração é denominado capacitor de placas paralelas.

FIGURA 13 - Representação de um capacitor de placas paralelas.



FONTE: CITOLINO (2015, p. 17).

Sabendo que q , pode ser expressa por $q = \epsilon_0 EA$, e substituindo V pela equação

(3), A capacitância C de um capacitor de placas paralelas depende de seus parâmetros geométricos, no caso, a área (A) das placas condutoras e a distância d entre as placas. Onde C é diretamente proporcional a A e inversamente proporcional a d . Então a capacitância pode ser escrita como:

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (20)$$

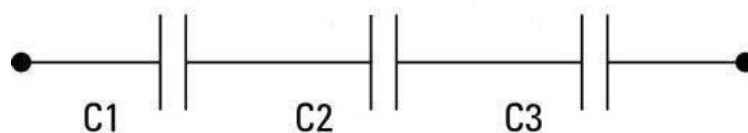
a constante ϵ_0 é permissividade do vácuo, onde

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-15} \text{ F/m} = 8,85 \text{ pF/m} \quad (21)$$

2. 4. 4. 1 Associação de Capacitores

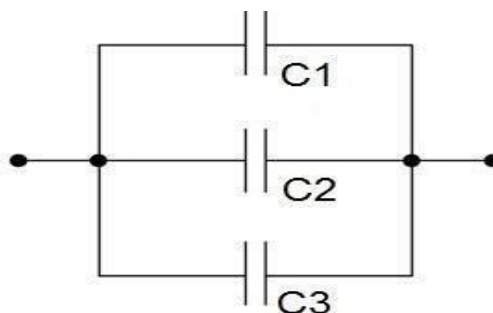
Assim como os resistores, os capacitores também têm aplicação fundamental nos dispositivos elétricos e eletrônicos, e nos circuitos elétricos, também podem ter associações em série, paralelo ou mista. As representações das associações são mostradas nas figuras 13, 14 e 15.

FIGURA 14 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES EM SÉRIE



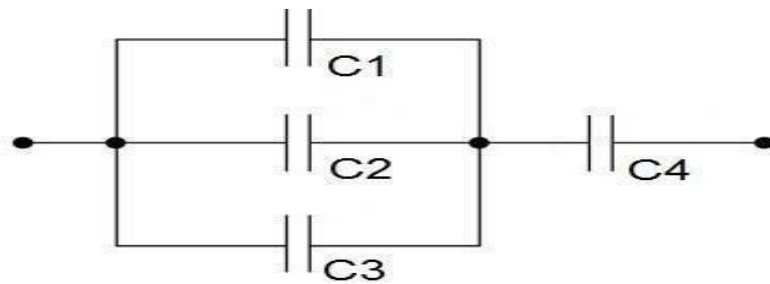
FONTE: CITOLINO (2015, p. 19).

FIGURA 15. EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES EM PARALELO



FONTE: CITOLINO (2015, p. 19).

Figura 16. Exemplo de associação mista de capacitores.



FONTE: CITOLINO (2015, p. 19).

Na associação de capacitores em série, as cargas em todos os capacitores são iguais e a diferença de potencial é dividida em cada capacitor. O valor total da capacitância do capacitor equivalente (C_{es}) a uma associação em série de capacitores, cujos valores são $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$, é dado pela expressão matemática:

$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (22)$$

$$\frac{1}{C_{ep}} = \sum \frac{1}{C_n} \quad (23)$$

Já na associação em paralelo, os capacitores estão uma mesma diferença de potencial, mas acumulam cargas diferentes. Então, o valor total da capacitância do capacitor equivalente (C_{ep}) em uma associação em paralelo de capacitores, cujos valores são $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$, é dado pela expressão matemática:

$$C_{ep} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \quad (24)$$

$$C_{ep} = \sum C_n \quad (25)$$

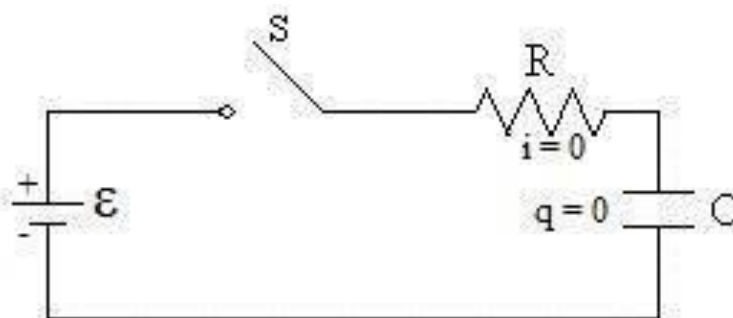
2. 4. 5 Circuitos RC

Assim como os resistores e os capacitores são importantes para os dispositivos elétricos e eletrônicos, a combinação (em série ou paralelo) de circuitos elétricos formados por resistores e capacitores (circuito RC) também é de grande importância. A abreviação RC indica quais componentes são utilizados. Muitos dispositivos utilizam o circuito RC para o processo de carregar e descarregar um capacitor, alternadamente. O que torna necessário compreender o que ocorre nesses circuitos.

2. 4. 5. 1 Carga de um capacitor

Seja um capacitor de carga C que está inicialmente descarregado, onde um circuito simples pode ser utilizado para carregar o capacitor, para carregar, conforme a figura 17.

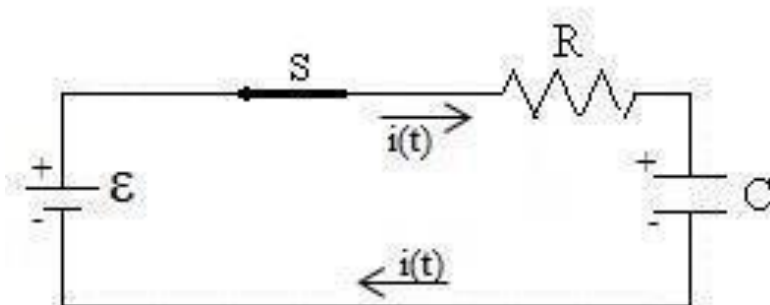
FIGURA 17. Representação de um circuito RC.



FONTE: CITOLINO (2015, p. 20).

O capacitor utiliza-se uma fonte ideal de força eletromotriz ϵ . Assim, o circuito RC em série é formado por uma fonte ideal de força eletromotriz, um capacitor e um resistor.

FIGURA 18 - MOMENTO EM QUE O CIRCUITO É FECHADO (CHAVE S FECHADA)



FONTE: CITOLINO (2015, p. 21).

Portadores de cargas começam a se mover (surgem correntes) no circuito. Essas correntes acumulam uma carga q cada vez maior nas placas do capacitor e estabelecem uma diferença de potencial V_c (q/C) entre as placas do capacitor. Quando essa diferença de potencial V_c é igual à força eletromotriz ϵ (diferença de potencial entre os terminais) a corrente deixa de circular. Temos que $q = C \cdot V$, então a carga final (carga de equilíbrio) do capacitor é igual a $C\epsilon$

Para realizar um estudo mais aprofundado sobre o carregamento do capacitor, é

necessário saber como variam com o tempo a corrente i e a diferença de potencial V_c no processo de carregamento. Aplicando a regra das malhas no circuito (Leis de Kirchhoff), percorrendo-o no sentido horário a partir do terminal negativo da fonte. Temos:

$$\varepsilon - i.R - \frac{q}{C} = 0 \quad (26)$$

Como i e V_c são variáveis que depende do tempo, a equação “acima” não pode ser resolvida de imediato. A corrente elétrica i e a diferença de potencial se relacionam por:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (27)$$

Então a solução da equação para um capacitor inicialmente descarregado ($q = 0$ e $t = 0$) é

$$q = C \varepsilon (1 - e^{-t/RC}) \quad (28)$$

A constante e que aparece na equação “acima” é base dos logaritmos neperianos e não a carga elementar. A corrente elétrica de carregamento do carregador é dada por

$$V_C = \varepsilon (1 - e^{-t/RC}) \quad (29)$$

Assim, quando $V_c = 0$ no instante 0 (zero), em que o capacitor está carregado, e V_c tende a ε e t tende ao infinito e a carga do capacitor tende para o valor final.

2. 4. 5. 2 Constante de tempo

O produto RC fornece a medida de velocidade durante o processo de carga do capacitor, e é chamado de constante de tempo capacitiva ou constante de relaxação do circuito e designado pela letra grega τ :

$$\tau = RC \quad (30)$$

Quando o valor de τ é pequeno, o capacitor se carrega rapidamente, quando ele é grande, o tempo para carregá-lo é mais longo. Se a resistência é pequena, a corrente elétrica flui com maior facilidade e o capacitor se carrega mais rapidamente. Como a

resistência é em ohm (Ω) e a capacitância em farad (F), e através da análise dimensional, τ é dado em segundos.

2. 4. 5. 3 Descarga de um capacitor

Supondo agora que o capacitor esteja totalmente carregado, ou seja, com um potencial V_0 igual à força eletromotriz ϵ da fonte. Em um novo instante $t = 0$ a chave S é deslocada e o circuito fica aberto, assim o capacitor começa a descarregar através da resistência R. Neste caso também é interessante saber como a carga q a corrente i variam com o tempo.

Neste caso, a fonte de força eletromotriz não está mais no circuito $\epsilon = 0$. A variação de q com o tempo para o capacitor descarregado é

$$q = q_0 e^{-t/RC} \quad . \quad (31)$$

Onde $q_0 = CV_0$ e é a carga inicial do capacitor. É importante observar que quanto maior o valor de τ maior o tempo de descarregamento. A corrente i variando com o tempo é dada por

$$i = - \left(\frac{q_0}{RC} \right) e^{-t/RC} \quad (32)$$

3 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO APLICADAS AO ENSINO DE FÍSICA

É algo bem comum afirmar que as Tecnologias de informação e comunicação (TICs) devem ser aplicadas ao ensino, desde que estejam pedagogicamente amparadas, contudo essas tecnologias estão realmente disponíveis para uso no ensino? A escola junto com seus mediadores detém ferramentas para executar essa nova forma de aprendizagem? Existem políticas públicas que amparam o seu uso? Como surgiram as políticas públicas de fomento ao uso das TICs no Brasil e quais são seus objetivos? É assim também para Internet? Essas questões são importantes para aqueles professores que irão fazer uso das TICs e serão brevemente apresentadas na primeira seção deste capítulo.

A parte que cabe este capítulo é apresentar um panorama atual da infraestrutura tecnológica no cenário escolar público, sendo baseada em pesquisas que analisaram a disponibilidade e o uso computador, assim como da Internet nas escolas; os locais mais frequentes de uso; a velocidade de conexão da Internet; os softwares e aplicativos para smartphones utilizados pelos professores, entre outros. Existem infra estruturas e ferramentas adequadas nas escolas para permitir o uso da RA? Analisaremos dentro deste capítulo.

3. 1 Um resumo das políticas de inclusão das Tecnologias de informação e comunicação no ensino brasileiro

Eric J. Hobsbawm (1977, p. 16) em seu livro A Era das Revoluções ao se referir as palavras que surgiram na revolução que eclodiu entre 1789 e 1848, tais como "indústria", "proletariado", "ferrovia", entre outras, diz que imaginar o mundo moderno sem elas é uma maneira de medir a profundidade dessa revolução. Raciocínio similar a esse pode ser aplicado em relação à Revolução Digital, pois palavras como "download", "internet", "deletar", "email" ou expressões como "copiar e colar", "exclusão digital" estão tão impregnadas em nosso cotidiano que sua ausência é difícil de ser imaginada.

Uma análise dos computadores, protagonistas dessa Revolução Digital, permitirá observar que quando tiveram seu poder de processamento, memória e capacidade gráfica aumentados, eles evoluíram da condição de grandes máquinas de calcular para se tornarem precursores da fase da automação da indústria e dos bancos, fundindo-se depois com as telecomunicações, a editoração, o cinema, a televisão e, concomitantemente com o surgimento da Internet, tornaram-se também um "novo espaço de comunicação, de

sociabilidade, de organização e de transação, mas também novo mercado da informação e do conhecimento” (LEVY, 1999, p. 33).

O surgimento dos “*personal computers*” ajudou na disseminação dos computadores junto à sociedade, que somado às demais Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs entendidas como “*o conjunto convergente de tecnologias em microeletrônica, computação (software e hardware), telecomunicações-rádiodifusão, e optoeletrônica*” (CASTELLS, 2000, p. 49) praticamente fundiram sua presença junto a todos os segmentos sociais, econômicos e culturais.

No Brasil a preocupação com a inserção das TIC'S no ensino levou a criação de inúmeros projetos para implementar seu uso e estudar suas vantagens e/ou desvantagens. Em 1981 ocorreu o 1º Seminário Nacional de Informática na Educação, realizado na Universidade de Brasília, onde uma equipe intersetorial formada por membros da Secretaria Especial de Informática (SEI), do Ministério da Educação e Cultura (MEC), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) sugeriu que os computadores fossem utilizados como ferramentas que ampliassem a ação do professor, sem substituí-lo. Segundo Nascimento entre as recomendações que se originaram nesse seminário destacam-se:

Aquelas relacionadas à importância de que as atividades de informática na educação fossem balizadas por valores culturais, sociopolíticos e pedagógicos da realidade brasileira, bem como a necessidade do prevaletimento da questão pedagógica sobre as questões tecnológicas no planejamento de ações (NASCIMENTO, 2007, p. 15).

Já em 1983, a SEI elaborou o Projeto EDUCOM - Educação com Computadores que segundo Tavares (2002, p. 02) consistia na:

“implantação de centros-piloto em universidades públicas, voltados à pesquisa no uso de informática educacional, à capacitação de recursos humanos e à criação de subsídios para a elaboração de políticas no setor”.

A Secretaria de Informática do MEC, em 1986, assume a coordenação e a supervisão técnica do Projeto EDUCOM, nesse período o MEC iniciou atividades de pesquisa nas universidades por meio de capacitação de professores de sistemas estaduais de ensino público, com isso temos a fusão do Projeto FORMAR com o Projeto EDUCOM (TAVARES, 2002).

O Projeto Formar visava à capacitação de professores para atuarem em centros de

informática educativa dos sistemas estaduais e municipais de educação e os professores formados assumiram o compromisso de estruturar e implantar os Centros de Informática Educativa (Cied) com apoio técnico e financeiro do MEC, junto às Secretarias de Ensino que os indicaram ao Projeto FORMAR (TAVARES, 2002).

Em outubro de 1989 o MEC criou o Programa Nacional de Informática na Educação - PRONINFE, que posteriormente seria integrado à Secretaria Nacional de Educação Tecnológica - SENETE. O programa tinha por finalidade

Desenvolver a informática educativa no Brasil, através de projetos e atividades articulados e convergentes, apoiados em fundamentação pedagógica sólida e atualizada, de modo a assegurar a unidade política e técnico-científica imprescindível ao êxito dos esforços e investimentos envolvidos (BRASIL, 1991, p.11)

O PROINFO foi criado pela Portaria nº 522/MEC, de 9 de abril de 1997, com a finalidade de disseminar o uso pedagógico das TIC's no ensino fundamental e médio pertencentes às redes estaduais e municipais, tendo como suas principais características a instalação de recursos informatizados condicionados à capacidade das escolas; promover infraestrutura de suporte técnico de informáticas para as redes de ensino público; estimular a interligação de computadores nas escolas visando a formação de uma ampla rede de comunicação; preparar alunos capazes de interagir com uma sociedade cada vez mais tecnologicamente desenvolvida;entre outros (BRASIL, 1997, p. 9)

O PROINFO previa também a criação de Núcleos de Tecnologia Educacional - NTE, estruturas descentralizadas de apoio ao processo de informatização, compostos por uma equipe de educadores e especialistas em informática, com infra- estrutura adequada, tendo por objetivos: sensibilizar e motivar as escolas para uso das TICs; capacitar e reciclar os professores e as equipes administrativas das escolas; realizar cursos especializados para as equipes de suporte técnico; assessorar as escolas para o uso pedagógico das TICs; entre outros (BRASIL, 1997, p. 12). No que se refere à capacitação dos professores, o Programa visava estruturar a formação continuada dos professores no uso das TIC's; privilegiar a aprendizagem cooperativa e autônoma com vistas à intercomunicação e interação dos professores com especialistas; e a preparação dos professores para se tornarem independentes no uso e na incorporação das TIC's em sua ação, buscando a transformação de sua prática pedagógica (BRASIL, 1997).

Em dezembro de 2007, por meio do Decreto n.º 6300 (BRASIL, 2007) o PROINFO no âmbito do Plano Nacional de Desenvolvimento da Educação - PDE passou por algumas

modificações, entre elas a alteração da nomenclatura passando-se a chamar Programa Nacional de Tecnologia Educacional - PROINFO INTEGRADO. Entre os objetivos desse novo Programa estão: promover o uso pedagógico das TICs nas escolas de educação básica, urbanas e rurais; fomentar a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem por meio do uso das TICs; promover a capacitação dos agentes educacionais envolvidos nas ações do Programa; contribuir para inclusão digital por meio da ampliação de acesso a computadores e à Internet; fomentar a produção de conteúdos educacionais digitais; entre outros (BRASIL, 2007).

O PROINFO Integrado apresenta ainda um projeto vinculado a ele chamado Projeto UCA ou PROUCA que é uma iniciativa do Governo Federal, que se assemelha ao Programa *One Laptop per Child* – OLPC desenvolvido por pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts – MIT. O PROUCA tem por objetivo:

Promover a inclusão digital nas escolas das redes públicas de ensino federal, estadual, distrital, municipal ou nas escolas sem fins lucrativos de atendimento a pessoas com deficiência, mediante a aquisição e a utilização de soluções de informática, constituídas de equipamentos de informática, de programas de computador (software) neles instalados e de suporte e assistência técnica necessários ao seu funcionamento (BRASIL, 2012).

Entre os pontos inovadores do PROUCA, segundo o MEC, estão:

Uso do notebook por todos os estudantes e educadores da escola pública em um ambiente que permita a imersão em uma cultura digital; Mobilidade de uso do equipamento em outros ambientes dentro e fora da escola; Conectividade, pela qual o processo de utilização do notebook e a interação entre estudantes e professores ocorrerão por meio de redes sem fio conectadas à Internet; Incentivo ao uso de softwares livres e inserção em comunidades para a disseminação do conhecimento; Uso pedagógico das diferentes mídias colocadas à disposição no notebook educacional. (BRASIL, 2010, p. 03).

Por fim, para atender as necessidades de conexão à Internet provenientes das ações do PROUCA e PROINFO Integrado foi criado, por meio do Decreto n.º 6.424 de 04 de abril de 2008, o Programa Banda Larga nas Escolas - PBLE com o objetivo de conectar as escolas públicas urbanas à internet através de “tecnologias que propiciem qualidade, velocidade e serviços para incrementar o ensino público do País” (BRASIL, 2013, s/p).

Neste capítulo foi apresentado um resumo de programas e projetos do governo brasileiro que estimulam o uso dos computadores e da Internet nos processos de ensino aprendizagem. O uso dessas tecnologias já não é mais visto como um simples acessório

na ação de educar, pois segundo o MEC:

É indiscutível a necessidade crescente do uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras. (BRASIL, 1997, p. 67).

Assim, apresentadas as políticas de incentivo de uso das TICs no ensino público brasileiro, resta verificar qual o panorama atual da utilização desses recursos nas escolas brasileiras.

3. 2 A atual da aplicação das Tics no ensino brasileiro

As políticas públicas de incentivo e capacitação para o uso das TIC's nas escolas públicas tenham sido implementadas no Brasil desde o início dos anos 80, é conveniente analisar como esse quadro se apresenta atualmente, haja vista o avanço dessas tecnologias, as condições de acessibilidade, a formação de professores e a estruturação das escolas para utilizarem e comportarem as TICs. Com base em pesquisas realizadas por órgãos nacionais e internacionais, que avaliam as políticas educacionais, pode-se tecer um panorama atualizado do uso das TICs no ensino público.

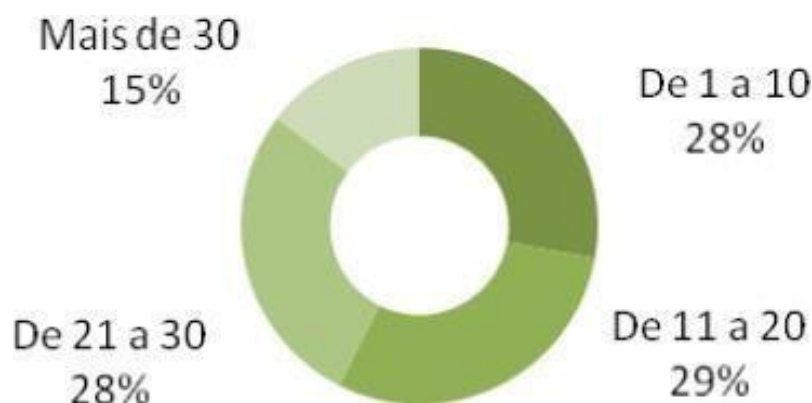
No âmbito nacional, foi realizada uma pesquisa pela Fundação Victor Civita que investigou o uso do computador e da Internet em escolas públicas brasileiras no período de 2007 a 2009. Tal pesquisa se deu por intermédio do Laboratório de Sistemas Integráveis - LSI, do Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com a participação do Ibope Inteligência, onde se analisaram 400 escolas de Ensino Fundamental e Médio das capitais brasileiras.

Foram realizadas entrevistas via telefone com diretores de escola, ou alguém indicado por ele, tendo por intuito de pesquisa

agrupar e mapear os tipos de uso feitos nas escolas públicas e, depois do mapeamento, procurar entender quais fatores mais contribuem para o uso dos computadores e da Internet de forma pedagógica (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2010, p. 294).

Os dados obtidos na pesquisa referentes à infraestrutura escolar revelam que 99% das escolas pesquisadas possuem computadores funcionando. O número de computadores presentes nas escolas pode ser observado no gráfico 1:

Gráfico 1 - Número de computadores nas escolas



Fonte: (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2014, p. 304)

Todavia, convém ressaltar que entre as escolas pesquisadas, as pertencentes às regiões Sul e Sudeste possuem maior número de computadores do que as regiões Centro Oeste, Norte e Nordeste.

Segundo a pesquisa, no que concerne a localização dos computadores, observa-se pelo gráfico 2 que estes dispositivos são predominantemente encontrados nas secretarias (91%) e somente em 4% dos casos estão nas salas de aula.

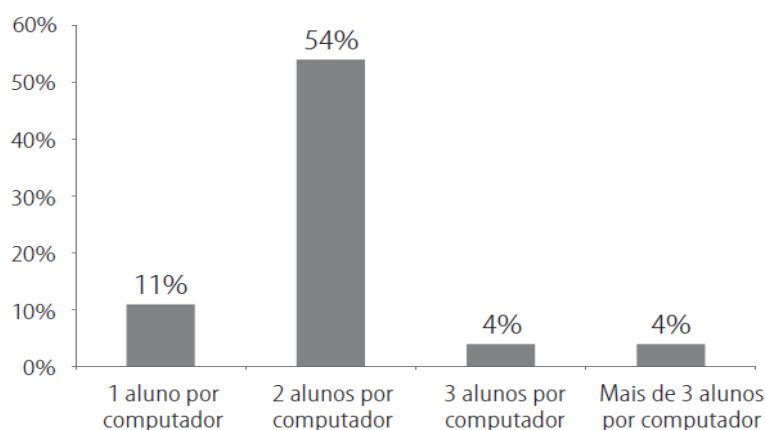
GRÁFICO 2 - LOCALIZAÇÃO DOS COMPUTADORES NAS ESCOLAS PESQUISADAS



Fonte: (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2013, P.43)

Verifica-se na pesquisa que a distribuição de alunos nos laboratórios de informática apresenta a seguinte configuração: em 54% dos casos utilizam os computadores em duplas e em apenas 11% dos casos um aluno utiliza o computador individualmente (Gráfico 03), cabe ressaltar que à época da pesquisa 27% das escolas das capitais não possuíam laboratório de Informática.

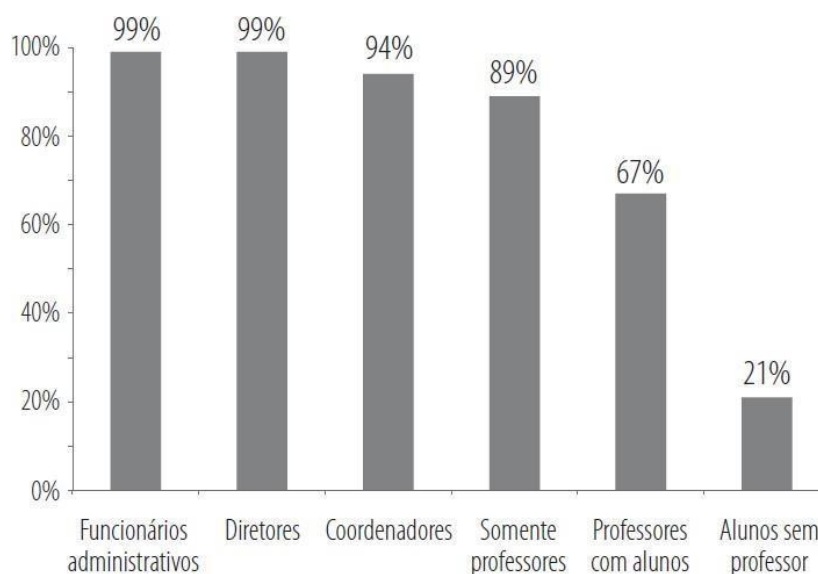
Gráfico 3 - Distribuição de alunos por computador em laboratórios de informática



Fonte: (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2013, P. 311)

A pesquisa analisou também quem são os usuários de computador e internet nas escolas e verificou que funcionários administrativos e diretores são os que mais utilizam esses recursos (99%), enquanto que professores com alunos e alunos sem professor, representam respectivamente 67% e 21% dos casos analisados, conforme o gráfico 4:

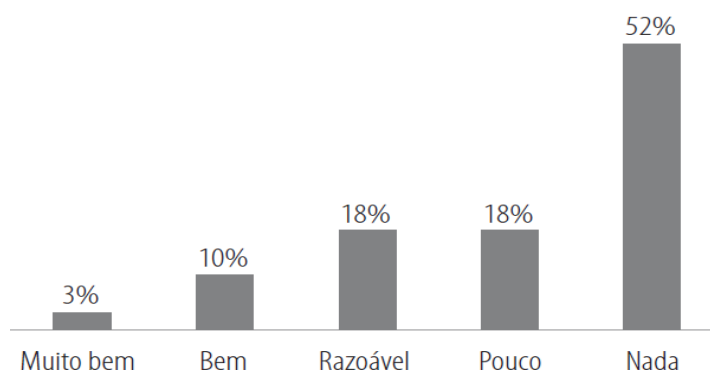
GRÁFICO 4 - USUÁRIOS DE COMPUTADORES E INTERNET NAS ESCOLAS



Fonte: (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2010, p. 310)

Um dado pertinente apresentado na pesquisa mostra que 70% dos professores informam ter tido pouca ou nenhuma preparação para uso das TICs durante sua graduação e apenas 3% dizem estar bem preparados para o uso dessas tecnologias, conforme gráfico 5:

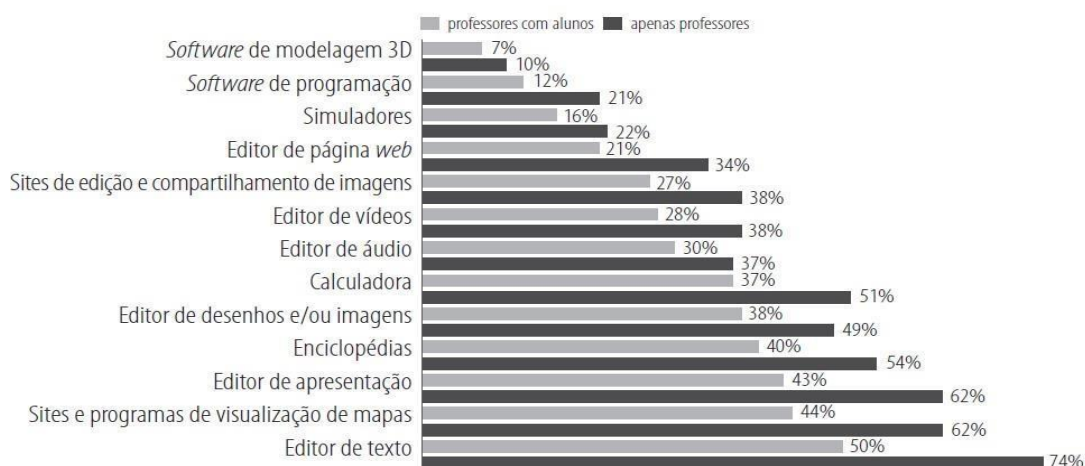
GRÁFICO 5 - PREPARAÇÃO PARA USO DAS TICS NA GRADUAÇÃO



Fonte: (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, p. 302).

Quanto ao uso dos computadores, a pesquisa aponta haver uma grande variação nos programas de computador utilizados, seja apenas pelos professores, seja pelos professores com os alunos, mostrando predominância no uso de editores de texto em ambos os casos, e baixa incidência no uso de softwares de programação e modelagem 3D e simulações, conforme se observa no gráfico 6.

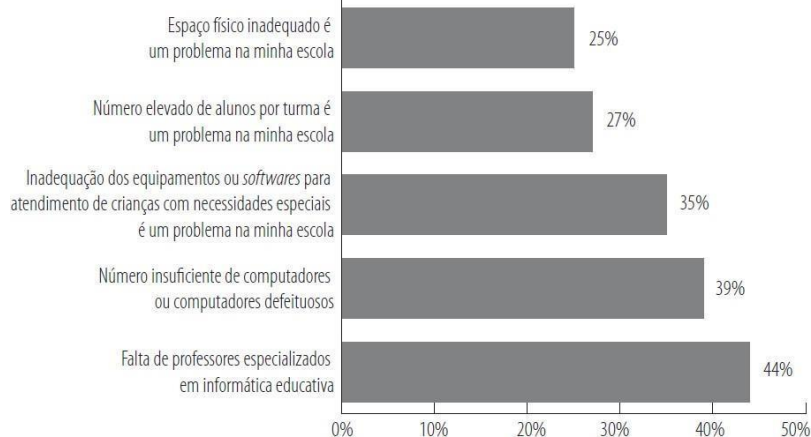
Gráfico 6 - Programas de computador mais utilizados



Fonte: (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2010, p. 313)

No que se refere aos principais problemas para o uso pedagógico dos computadores nas escolas, a pesquisa aponta que em 44% dos casos os problemas decorrem da falta de professores especializados em informática educativa e 39% dos problemas está associado ao número insuficiente de computadores ou computadores defeituosos, outros problemas apontados podem ser observados no gráfico 07:

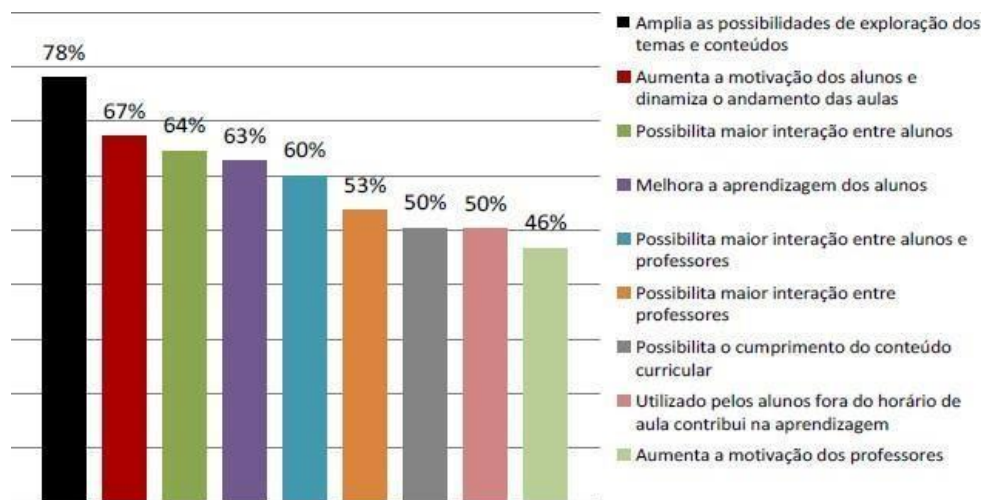
GRÁFICO 7 - PROBLEMAS NO USO PEDAGÓGICO DOS COMPUTADORES NAS ESCOLAS



Fonte: (FUNDAÇÃO VICTORCIVITA, 2010, p. 314)

Além de analisar os problemas relacionados ao uso dos computadores nas escolas, a pesquisa avaliou também quais seriam as vantagens do uso da TIC's no ensino. Segundo os entrevistados entre as vantagens, está à ampliação de exploração dos temas e conteúdos (78%), o aumento da motivação dos professores (46%), conforme gráfico 8:

Gráfico 8 - Vantagens da tecnologia na educação



Fonte: (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2010, p. 317)

Diversos outros fatores relacionados com o uso das TICs no ensino foram investigados na pesquisa da Fundação Victor Civita e a análise dos dados obtidos permitiu aos pesquisadores chegarem a diversas conclusões, entre elas:

[...] apesar dos dados levantados sobre recursos e infraestrutura serem favoráveis, infraestrutura, formação de professores e problemas com acesso à internet são apontados como os principais problemas para o uso pedagógico do computador” (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2010, p. 327-328),

Outra conclusão obtida na pesquisa é que:

na maioria das escolas, as atividades que utilizam tecnologia e são realizadas com os alunos têm pouca complexidade ou usam recursos simples (FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA, 2010, p. 328).

Além de pesquisas de âmbito nacional, pode-se utilizar também como referência pesquisas de âmbito internacional, que analisam direta ou indiretamente o uso das TICs no ensino, entre elas está o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA que é um programa internacional de avaliação comparada desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE que é aplicado a alunos na faixa dos 15 anos, e que tem por objetivos fornecer indicadores de alta qualidade para o ensino, que viabilizem a elaboração de políticas de melhoria do ensino básico.

As avaliações do PISA são trienais e abrangem três áreas do conhecimento, Leitura, Matemática e Ciências, havendo maior destaque para uma destas áreas a cada vez que o Programa é aplicado. Os resultados obtidos pelo PISA são interpretados dentro do contexto de cada país, sendo que no Brasil compete ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Inep sua coordenação. O PISA, por meio da aplicação de questionários visa também avaliar as instituições de ensino, analisando os diversos fatores presentes no cenário escolar que influenciam nos resultados educacionais obtidos nas edições do Programa.

Segundo dados oriundos do Relatório Nacional PISA 2012 (BRASIL, 2012, p. 13), foram avaliadas 767 escolas e 18.589 estudantes, pertencentes às 27 Unidades Federativas do Brasil. Nesta edição do Programa, o Questionário da Escola, que é preenchido por diretores de escola ou um responsável por ele indicado, apontou que os recursos da escola que mais afetam o ensino, segundo o percentual de alunos afetados, são aqueles dispostos na tabela abaixo.

Tabela 1 - Porcentagem de alunos afetados segundo recursos educacionais

	Escassez ou inadequação dos equipamentos do laboratório de ciências		Escassez ou inadequação do material pedagógico (por exemplo, livros didáticos)		Escassez ou inadequação de computadores para o ensino		Escassez ou inadequação de conexão com a internet		Escassez ou inadequação de software para o ensino		Escassez ou inadequação dos recursos da biblioteca	
	Nem um pouco/ Muito pouco	De certa forma/ Muito	Nem um pouco/ Muito pouco	De certa forma/ Muito	Nem um pouco/ Muito pouco	De certa forma/ Muito	Nem um pouco/ Muito pouco	De certa forma/ Muito	Nem um pouco/ Muito pouco	De certa forma/ Muito	Nem um pouco/ Muito pouco	De certa forma/ Muito
Colômbia	26	73	33	66	31	69	30	70	25	74	30	69
Peru	27	71	41	57	39	60	43	57	33	66	29	70
México	38	61	60	39	39	60	46	54	42	57	45	54
Brasil	34	65	85	14	44	54	49	50	37	60	56	42
Argentina	44	55	61	38	48	50	46	53	48	51	68	31
Chile	47	53	72	28	71	28	71	27	42	56	67	31
Finlândia	74	26	81	19	57	43	72	22	48	46	62	32
Espanha	68	29	90	9	60	38	68	31	57	42	73	25
Coreia do Sul	68	32	84	16	82	18	88	7	71	23	63	32
Uruguai	82	18	76	24	71	29	71	29	56	43	72	28
Portugal	71	27	90	9	75	24	79	18	64	34	82	15
EUA	78	20	84	14	66	32	84	15	76	23	81	18

Fonte: (BRASIL, 2012, p. 59)

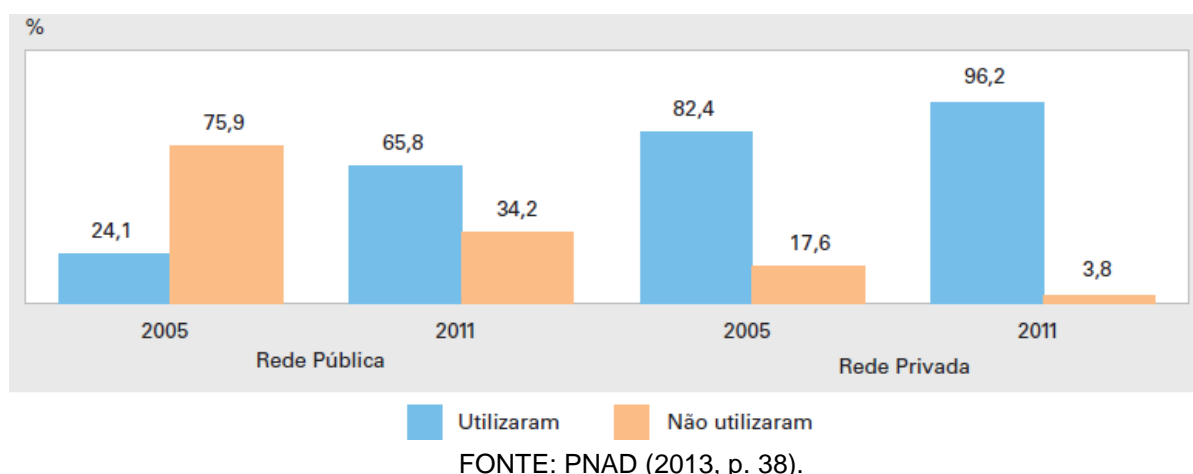
Pela tabela 01 pode-se observar que nas escolas brasileiras avaliadas, as condições de informatização (computadores (54%), Internet (50%) e softwares (60%)) são apontadas como aquelas cuja escassez ou inadequação afetam “De certa forma/Muito” o ensino, perdendo apenas para os laboratórios de ciências.

É necessário ressaltar que tais recursos de informatização são de grande importância na análise do PISA, sendo inclusive convertidos em índices que permitirão uma correlação com o desempenho do estudante em matemática (PISA, 2012). Na edição 2012 do Programa, o Brasil apresentou ligeira melhora no desempenho de matemática, 391 pontos, em comparação a edição de 2009, quando obteve 386 pontos. Contudo, apesar da melhora, não houve avanço no ranking, de forma que o país caiu para 58ª posição em matemática, quando em 2009 ocupava a 53ª posição.

Outra pesquisa, que visava mais especificamente analisar o uso da Internet em escolas públicas e privadas foi realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio – PNAD e os dados obtidos apresentam informações comparativas entre os anos de 2005 e 2011, mostrando que “dos 38,8 milhões de estudantes com 10 anos ou mais de idade em 2005, 31,1 milhões eram de rede pública dos quais 24,1% utilizaram a Internet”, já em 2011 esses números evoluem para 37,5 milhões de estudantes, dos quais 29,2 milhões pertencem à rede pública de ensino e desses 65,8 % utilizaram a Internet. Complementar a esse quadro, em

2005, dos 7,7 milhões de estudantes pertencentes à rede privada, 82,4% fizeram uso da Internet, e em 2011 dos 8,4 milhões dessa rede de ensino o percentual apresentado de acesso a Internet foi de 96,2% (PNAD, 2013, p.38).

GRÁFICO 9 - DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDANTES DE 10 ANOS OU MAIS, POR REDE DE ENSINO E CONDIÇÃO DE UTILIZAÇÃO DA INTERNET - BRASIL



Pode-se observar pelo gráfico 09 que embora o percentual de estudantes que acessam a Internet da rede privada seja superior ao da rede pública, é conveniente perceber que no período de 2005 a 2011 o percentual de estudantes da rede pública quase triplicou (PNAD, 2013), contudo, não é possível por essa pesquisa analisar as condições de uso da internet junto aos alunos entrevistados, assim nada podemos afirmar quanto ao tipo de conexão ou em relação à velocidade e estabilidade de conexão.

Pesquisa mais recente visando medir os impactos das TIC's na educação foi elaborada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil - CGI.br, por meio do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR - NIC.br e do Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação - Cetic.br, com intuito criar indicadores e estatísticas que ajudem no desenvolvimento de políticas públicas que subsidiem o uso das TIC's.

A Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras - TIC Educação 2013 (CGI.br, 2014, p. 112-113), teve por objetivo identificar os usos e apropriações das TIC's nas escolas brasileiras por meio da prática pedagógica e da gestão escolar. A pesquisa analisou 994 escolas, 939 diretores, 869 coordenadores, 1.987 professores e 9.657 alunos, de escolas públicas (estaduais e municipais) e particulares de áreas urbanas do Brasil, que oferecem pelo menos um dos

níveis de ensino e séries: da 4ª série/5º ano do Ensino Fundamental I, 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental II e 2º ano do Ensino Médio.

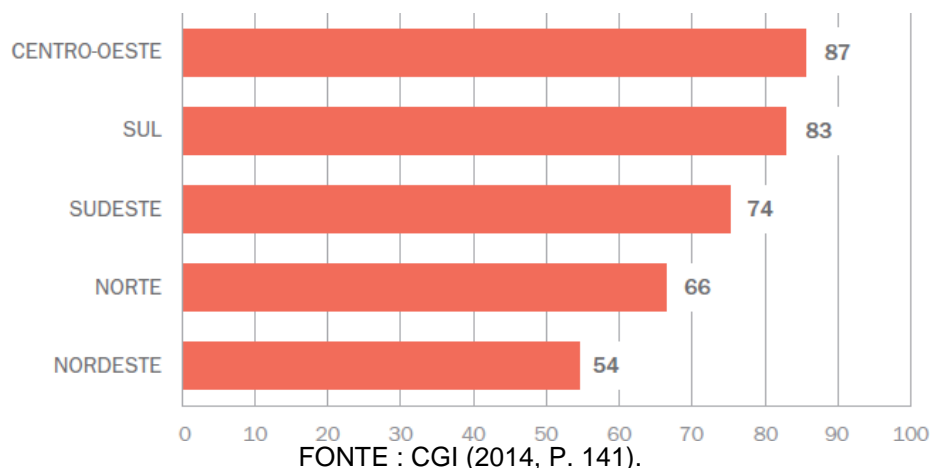
Os dados obtidos no período de 2010 a 2018 apontam que 100% das escolas urbanas do Brasil possuem computadores, sendo que dessas todas possuem ao menos um computador de mesa (desktop) e 73% possuem pelo menos um computador portátil (notebook, laptop ou netbook). Sendo que 63% dos alunos na pesquisa acima, possuem smartphones com câmera de alta resolução.

Ainda em relação à presença de computadores nas escolas, a pesquisa (CGI, 2014) informa que em 2013, as escolas públicas possuíam em média 19,1 computadores de mesa (desktop) para uma média de 653 alunos, evidenciando a limitação de uso individualizado no cotidiano escolar.

No que se refere ao local de instalação dos computadores nas escolas públicas, a Pesquisa TIC Educação 2013 aponta que os dois locais de maior incidência de instalação desses equipamentos são a sala coordenador pedagógico ou do diretor e o laboratório de informática.

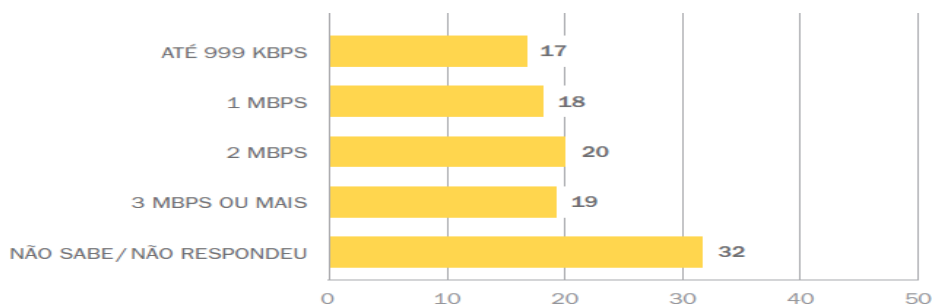
Em relação à presença de Internet nas escolas, a Pesquisa TIC Educação 2013 (CGI, 2014) informa que em 2013, 95% das escolas públicas em áreas urbanas possuíam computador com acesso a Internet, contudo esse acesso não é universalizado devido à existência de desigualdades regionais, fazendo com que esteja presente em 86% das escolas da região Norte e Nordeste, e em 100% das escolas da região Sudeste. No que concerne a Internet com conexão sem fio, a pesquisa aponta as escolas públicas da região Centro-Oeste (87%) são as que mais possuem este tipo de conexão, seguidas das escolas da região Sul (83%), Sudeste (74%), Norte (66%) e Nordeste (54%), conforme mostra o gráfico 12:

GRÁFICO 10 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS COM CONEXÃO À INTERNET, SEM FIO, POR REGIÃO



Todavia, embora haja nas escolas públicas brasileiras conexão à Internet, sem fio, ainda predomina como fator limitante a velocidade de conexão, conforme gráfico 13, onde 55% das escolas contam com conexões com até 2Mbps e apenas 19% contam com velocidades superiores a essa:

GRÁFICO 11 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS, POR VELOCIDADE DE CONEXÃO À INTERNET

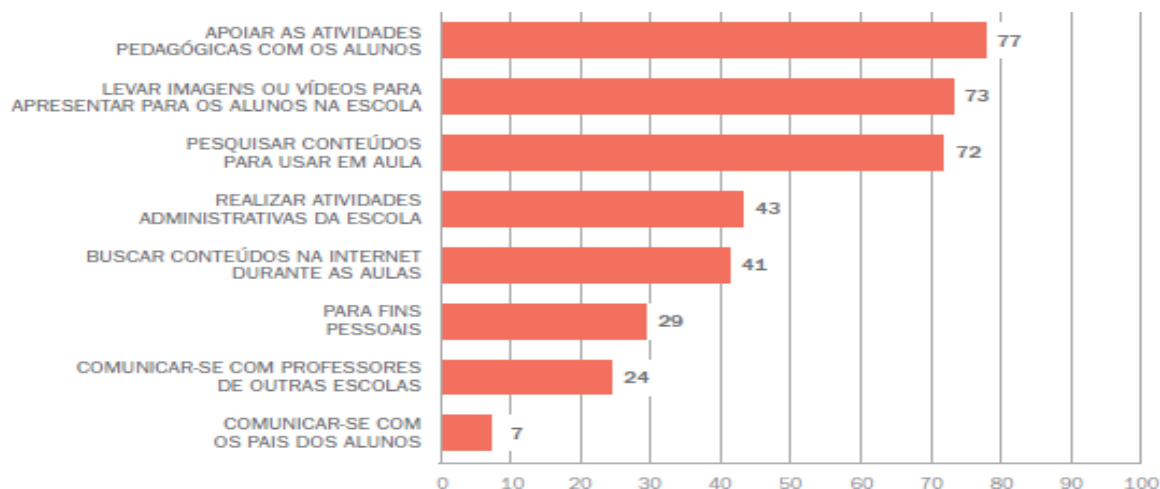


FONTE: CGI (2014, P. 141).

Segundo a Pesquisa TIC Educação 2013 (CGI, 2014) a velocidade de conexão pode ser considerada como um dos principais fatores de limitações de infraestrutura das escolas públicas, pois implica diretamente na capacidade de compartilhamento da rede por diversos dispositivos de forma simultânea.

A pesquisa apontou também que os professores têm levado seus próprios computadores portáteis para escola, sendo que o motivo mais apontado para essa ação é o apoio às atividades pedagógicas, em 77% dos casos, enquanto que em 29% dos casos era para uso em atividades pessoais, conforme gráfico 14:

GRÁFICO 12 - PROPORÇÃO DE PROFESSORES, POR MOTIVOS PARA LEVAR O COMPUTADOR PORTÁTIL PARA ESCOLA

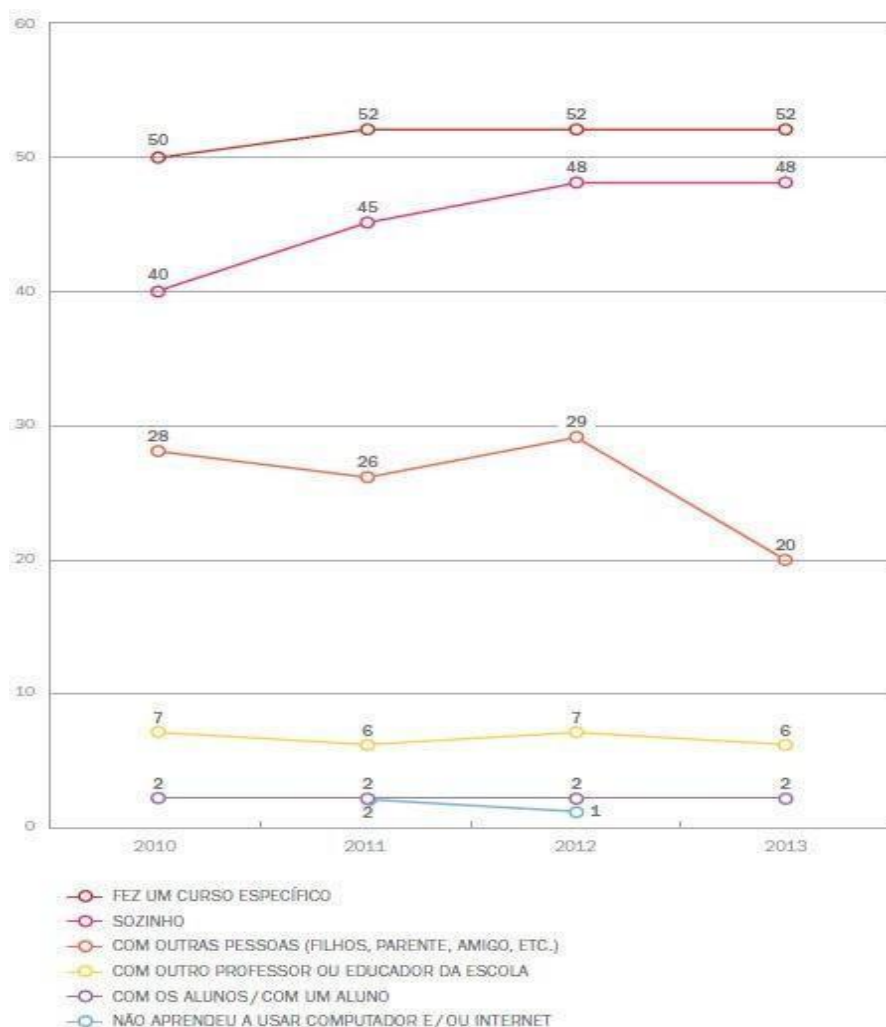


Fonte: CGI (2014, p. 146)

Esse comportamento dos professores encontra ressonância em iniciativas como o tipo Traga o Seu Próprio Dispositivo, do inglês Bring Your Own Device – BYOD. Esse conceito é apontado como uma tendência, segundo o Relatório Horizon 2015 (NMC, 2015), onde empresas privadas adotam a política de permitir que seus funcionários tragam seus dispositivos móveis (notebooks, smartphones, tablets) para uso no trabalho; estudantes utilizam seus próprios dispositivos móveis em ambientes educacionais.

A Pesquisa TIC Educação 2013 mostrou que os professores, em relação à forma de aprendizagem do uso do computador e da Internet, optam por realizar cursos específicos, ou acabam aprendendo por si mesmos a utilizar essas tecnologias, como podemos observar no gráfico 15:

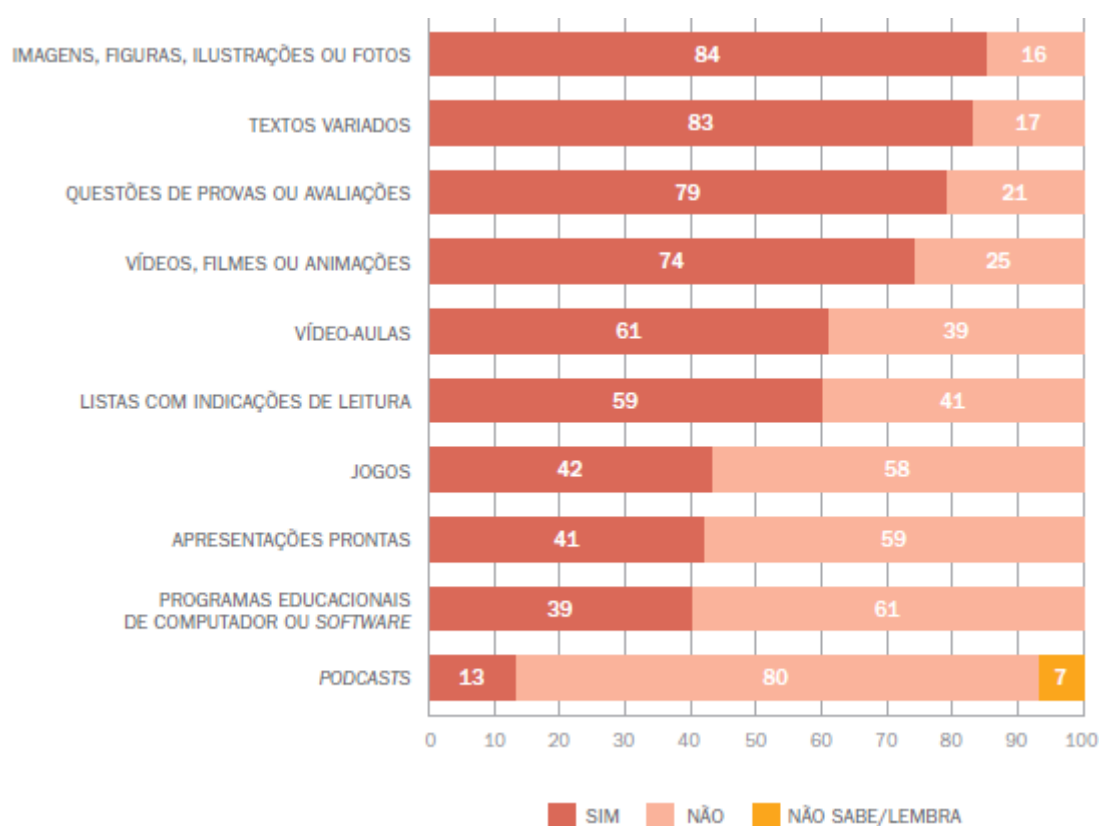
GRÁFICO 13 - PROPORÇÃO DE PROFESSORES, POR FORMA DE APRENDIZADO DO USO DE COMPUTADOR E INTERNET



Fonte: CGI (2014, p. 150).

Ainda em relação aos professores, a pesquisa mostra (gráfico 16) que os tipos de recursos da Internet mais utilizados por esses profissionais para preparo de aulas ou atividades com alunos são: imagens, figuras, ilustrações e fotos (84%), textos variados (83%) e questões de provas e avaliações (79%), enquanto que softwares educacionais e podcasts são os menos utilizados, com 39% e 13%, respectivamente:

GRÁFICO 14 - PROPORÇÃO DE PROFESSORES, POR TIPO DE RECURSO OBTIDO NA INTERNET PARA A PREPARAÇÃO DE AULAS OU ATIVIDADES COM ALUNOS



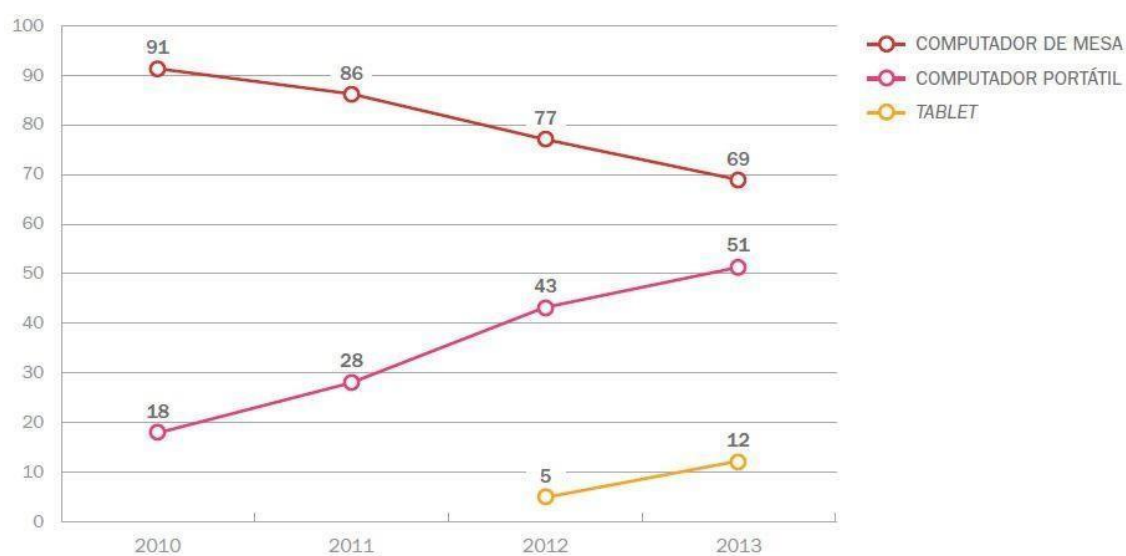
FONTE: CGI (2014, P. 155).

A Pesquisa TIC Educação 2013 (CGI, 2014) também informa que 88% dos professores de escolas públicas afirmam ter realizado alguma alteração no material original que obtiveram na Internet para preparação de aula, o que indica postura de autoria por parte desses profissionais, contudo, apenas 21% dos docentes entrevistados informam ter publicado ou postado na Internet os conteúdos que produziram.

Com relação ao uso das TICs por alunos de escolas públicas localizadas em áreas urbanas, a Pesquisa TIC Educação 2013 aponta que 69% dos alunos possuem computadores de mesa / desktop em casa, havendo também crescimento significativo

na presença de computadores portáteis / laptops ao longo dos anos, indo de 18% em 2010 para 51% em 2013, conforme gráfico 17. A Pesquisa ressalta que devem ser observadas as desigualdades regionais na presença de computadores nas residências dos alunos, sendo maior o percentual nas regiões Sul e Sudeste, 80% e 79%, respectivamente, e menor nas regiões Norte e Nordeste, onde é pouco maior que a metade, 53 e 51%, respectivamente.

GRÁFICO 15 - PROPORÇÃO DE ALUNOS, POR TIPO DE COMPUTADOR EXISTENTE NO DOMICÍLIO (2010-2013)



FONTE: CGI (2014, P. 158).

Analisando ainda os alunos de escolas públicas, a Pesquisa TIC Educação 2013 informou ter havido crescimento do acesso à Internet junto às residências, aumentando de 44% em 2010, para 65% em 2013, porém a pesquisa ressalta que também ocorreram desigualdades regionais com relação ao acesso domiciliar à Internet, sendo que 52% dos alunos da região Norte e 48% da região Nordeste possuem acesso à Internet em casa (CGI, 2014, p. 159).

A Pesquisa TIC Educação 2013 com base nos dados obtidos conclui que: quantidade de computadores ainda é fator limitante para um uso personalizado dos estudantes; a disponibilidade de redes sem fio, incluindo redes Wi-Fi, deve receber atenção das políticas de provimento de acesso à Internet, principalmente no que se refere à velocidade e estabilidade de conexão. Com relação à formação de professores para uso das TICs, a pesquisa considera haver postura proativa dos docentes em relação ao desenvolvimento de habilidades associadas às TICs, seja em busca de

formação específica, seja no uso de recursos digitais na prática docente, contudo, ressalta haver reduzida parcela de professores que publicam ou disponibilizam material na Internet, reforçando a necessidade de haver desenvolvimento de plataformas e mecanismos de incentivo para compartilhamento de materiais pedagógicos desenvolvido por professores de escolas públicas (CGI, 2014, p. 167-168).

4 USO DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Segundo Hollocks (1992, *apud* Ripoll, 1998), simulações computacionais envolvem a criação de um programa de computador que representa alguma parte do mundo real, de tal forma que os experimentos no modelo são como a antevisão do que acontecerá na realidade. Para Medeiros e Medeiros:

Qualquer simulação está baseada em um modelo de uma situação real, modelo este, matematizado e processado pelo computador, a fim de fornecer animações de uma realidade virtual. A construção, portanto, de uma simulação computacional pressupõe, necessariamente, a existência de um modelo que lhe dá suporte e que lhe confere significado. As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginários, de sistemas ou fenômenos. (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 79)

Os eventos na Física comumente ocorrem por meio de formalismos matemáticos que expressam um dado fenômeno físico, contudo os resultados decorrentes dessas expressões matemáticas nem sempre permitem a elaboração mental da evolução de um sistema físico, algo que as simulações podem fornecer ao modelizar esse fenômeno. Nesse sentido, as simulações computacionais encontram aplicação constante na Ciência, seja ao lidar com modelos macroscópicos ou microscópicos que escapam da percepção humana, segundo Levy (1993, p. 122):

Cientistas de todas as disciplinas recorrem cada vez mais a simulações digitais para estudar fenômenos insensíveis à experiência (nascimento do universo, evolução biológica ou demográfica) ou simplesmente para avaliar de maneira menos custosa o interesse de novos modelos, mesmo quando a experimentação é possível.

Isso também ocorre nos processos de ensino e aprendizagem devido a dificuldade em se reproduzir diversos fenômenos seja pela natureza materiais envolvidos, seja pela periculosidade dos experimentos ou pelas limitações dos laboratórios de ciências. As

simulações surgem como ferramentas eficientes na tentativa de propiciar uma melhor compreensão de modelos científicos, apresentando as seguintes vantagens, segundo levantamento realizado por Gaddis (2000, apud MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 80):

fornece um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; permitir aos estudantes coletar uma grande quantidade de dados rapidamente; permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos; tornar conceitos abstratos mais concretos; reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos; servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório; desenvolver habilidades de resolução de problemas; promover habilidades do raciocínio crítico; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos; auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta; acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual.

Tais vantagens podem propiciar uma ação mais ativa do aluno na exploração e compreensão de modelos científicos, permitindo que ele possa analisá-los de maneira mais dinâmica que a proporcionada pelos livros didáticos, que é predominantemente estática, baseada em desenhos ou fórmulas matemáticas. As simulações que permitem a alteração de valores das variáveis que descrevem o modelo analisado possibilitam que os alunos possam compreender melhor como elas estão relacionadas e de que maneiras elas modificam o sistema. De acordo com Tavares e Santos (TAVARES; SANTOS, 2003, p. 134):

As animações interativas, construídas a partir da modelagem de situações físicas de interesse pedagógico, têm se mostrado adequadas para introduzir o estudante em conteúdos nos quais ele não está familiarizado. Pode-se criar uma representação real ou ideacional de um fenômeno físico, apresentar aos estudantes as características do fenômeno para a observação, além de serem sensíveis aos critérios individuais, onde o aprendiz pode agir na modificação das condições iniciais e observar as respostas, relacionar grandezas e outros atributos pertinentes ao fenômeno físico.

As simulações podem servir como linguagem adicional na relação dos professores com os alunos permitindo uma abordagem diferenciada e interativa entre as partes envolvidas. Elas também possibilitam que o professor forneça aos alunos outras formas de analisar um fenômeno físico que não exclusivamente por meio de resolução de exercícios. Permitem também agilidade na realização de experiências, uma vez que a presença delas torna desnecessária a montagem de equipamentos.

Ao escapar do quadro tradicional de ensino, as simulações podem despertar a

curiosidade e o estímulo necessário para os alunos compreenderem melhor a natureza e a importância do estudo da Física. Segundo Levy (1999, p. 167):

As técnicas de simulação, em particular aquelas que utilizam imagens interativas, não substituem os raciocínios humanos mas prolongam e transformam a capacidade de imaginação e de pensamento. De fato, nossa memória de longo prazo pode armazenar uma enorme quantidade de informações e de conhecimentos.

Contudo, vale ressaltar e considerando todas características positivas decorrentes do uso das simulações no ensino, entende-se que essa ferramenta tecnológica fornece uma “nova forma de expressar a Física” como propõe os PCN (2002). Nesse trabalho será feito uso da RA, que possui objetos virtuais simulados, os quais possuem todos os potenciais oriundos das simulações, além de outras possibilidades de uso e interação. No próximo capítulo apresenta-se uma breve introdução sobre a Realidade Aumentada para explicar seu funcionamento, suas aplicações e como pode ser utilizada no ensino de Física.

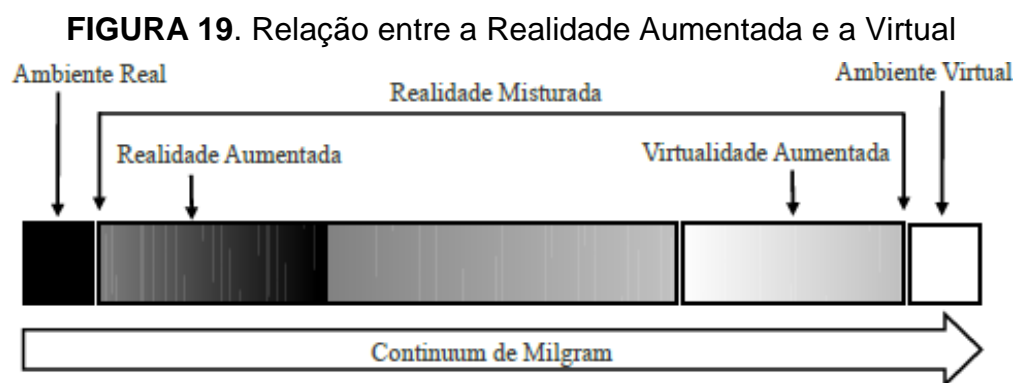
5 REALIDADE AUMENTADA

Para este capítulo, iremos definir e apresentar de forma objetiva o conceito de RA, suas principais propriedades e características, sua relação com simulações, suas aplicações e perspectivas futuras.

5. 1 Apresentação e revisão da RA

A Realidade Aumentada é comumente definida como um ambiente ou sistema que sobrepõe objetos virtuais, gerados por computador e concebidos em três dimensões, em um ambiente real e em tempo real, permitindo uma melhor visualização bem como um aumento da visão do usuário (AZUMA, 1997; KIRNER; TORI, 2004). Para Tori (2010, p. 06) o desafio da Realidade Aumentada está em fazer *"com que os elementos virtuais pareçam fazer parte do ambiente real e a este se integrar"*. Azuma (1997, p. 02), define ainda que os sistemas de RA partilham das seguintes propriedades: “mescla o real e o virtual, em um ambiente real; Interação em tempo real; Registros em 3D e 4D.”

O protocolo é entendido como o alinhamento preciso dos objetos virtuais no ambiente real. Na ausência de um registro preciso a ilusão de que os objetos virtuais podem existir no ambiente real estará severamente comprometida (AZUMA, 1997). A Realidade Aumentada é um caso particular do amálgama entre os ambientes reais e virtuais, que se associam num conceito denominado Realidade Misturada, proposto por Milgram (1994) em seu "*Continuum Real - Virtual*", conforme demonstrado pela figura 19. Para Tori (2006, p. 23) a Realidade Misturada "incorpora elementos virtuais ao ambiente real ou leva elementos reais ao ambiente virtual, complementando ambientes".



FONTE: MILGRAM (1994 apud TORI, 2010).

Dessa maneira, em um dos extremos do *continuum* da Realidade Misturada tem-se a ocorrência da Realidade Aumentada quando houver a inserção de objetos virtuais no mundo real, enquanto que no outro extremo teremos a Virtualidade Aumentada quando elementos reais forem inseridos no mundo virtual.

A manipulação dos objetos virtuais presentes nesses extremos pode se dar tanto pela Realidade Aumentada quanto pela Realidade Virtual, sendo que essas, comparativamente, apresentam as seguintes características, conforme Tori e Kirner (2006, p. 24):

Realidade Virtual trabalha unicamente com o mundo virtual; transfere o usuário para o ambiente virtual; e prioriza as características de interação do usuário. Realidade Aumentada possui um mecanismo para combinar o mundo real com o mundo virtual; mantém o senso de presença do usuário no mundo real; e enfatiza a qualidade das vantagens e a interação do usuário.

Uma outra característica da RV, em contraste com a RA, é a participação plena do usuário com o ambiente em que está inserido, o que segundo Tori (2010, p.

06) é chamado de imersão.

Para Tori (2010) a diferença da RA para RV está no fato de não ter a imersão como característica principal, mas sim fazer com que os elementos virtuais pareçam estar integrados no ambiente real. Para se obter isso é necessário um computador com webcam, executando um software de RA, que por meio de técnicas de visão computacional e processamento de imagens é capaz de misturar a cena do ambiente real, capturada pela webcam, com objetos virtuais gerados por computador (KIRNER; ZORZAL, 2005). Segundo Kirner e Tori (2006, p. 29), um software de RA deve:

Promover o rastreamento de objetos reais estáticos e móveis e ajustar os objetos virtuais no cenário, tanto para pontos de vista fixos quanto para pontos de vista em movimento. Além disso, o software de realidade aumentada deve permitir a interação do usuário com os objetos virtuais e a interação entre objetos reais e virtuais em tempo real [...] O suporte em tempo real também deve: atuar no controle da simulação/animação dos objetos virtuais colocados na cena; cuidar da visualização da cena misturada; e implementar a comunicação em rede para aplicações colaborativas.

5. 1. 1 Fundamentos da Realidade Aumentada

O avanço da multimídia e das inovações tecnológicas na realidade virtual, proporcionado pela maior potência dos computadores, permitiu a integração de vídeo e ambientes virtuais interativos, em tempo real. Dessa forma, novas interfaces multimodais estão sendo desenvolvidas para facilitar a manipulação de objetos virtuais no espaço do usuário, usando as mãos ou dispositivos mais simples de interação como marcadores, luvas ou objetos pré-definidos.

A realidade aumentada, enriquecendo o ambiente físico com objetos virtuais, beneficiou-se desse progresso, tornando viáveis aplicações dessa tecnologia, tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares permitindo assim a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e sem necessidade de treinamento ou adaptação.

FIGURA 20 - Exemplo de aplicações da Realidade Aumentada



FONTE: TORI, KIRNER & SISCOUTO (2006).

Dessa forma, a RA surgiu como uma melhoria da RV, no que diz respeito ao aparato tecnológico necessário para sua execução, permitindo a sobreposição de objetos e ambientes virtuais no ambiente físico através de algum dispositivo tecnológico. Isso permitiu que interações tangíveis fossem bem mais fáceis e naturais para o usuário, sem a necessidade do uso de equipamentos especiais (TORI, KIRNER & SISCOUTO, 2006).

Para Ma e Choi (2007), um dos pontos marcantes e diferenciais entre RV e RA é o nível de imersão, onde na RV é muito maior pelo fato do usuário ter de ser totalmente transportado para o ambiente virtual, enquanto, na RA, o ambiente real é que é incrementado por objetos virtuais, e também no grau de liberdade de movimentos, já que na RA, o usuário pode ter maior liberdade de locomoção e movimentação, proporcionadas pela própria característica da tecnologia, que utiliza bem menos dispositivos especiais que a RV, onde o usuário experimenta o mundo virtual normalmente limitando-se ao espaço de uma sala, onde os aparelhos necessários para a simulação devem estar todos instalados.

Observando-se este fato e, de acordo com a definição de um sistema de RA apresentado por Azuma (1997), podemos inferir que a concretização de um sistema de RA é possível com a utilização de dispositivos simples. Um sistema de RA pode ser completamente configurado, fazendo-se uso de apenas um computador, com os *softwares* específicos para a materialização dessa tecnologia, um *webcam* e os marcadores pré-determinados para decodificação das imagens. Vale ressaltar ainda que, para o autor em questão, um sistema para ser considerado como um sistema de Realidade Aumentada deve apresentar as seguintes características:

- Combina objetos reais e virtuais no ambiente real;
- Possibilitar interatividade em tempo real;
- Alinha objetos reais e virtuais entre si;

- Apresentar registro espacial em três dimensões (3D).

A realidade aumentada envolve três aspectos bastante importantes: renderização de alta qualidade do mundo combinado; calibração precisa, envolvendo o alinhamento dos virtuais em posição e orientação dentro do mundo real; interação em tempo real entre objetos reais e virtuais. O ambiente gerado por essa tecnologia utiliza recursos de multimídia, incluindo imagem e som de alta qualidade, e recursos de realidade virtual, incluindo a geração de imagens dos objetos virtuais e a interação em tempo real.

Assim, a plataforma computacional, para esse ambiente, deve apresentar as características apropriadas para multimídia e realidade virtual, tais como: capacidade de processamento e transferência de mídia (imagem, som, etc.); capacidade de processamento gráfico 3D; e interação em tempo real. Atualmente, os computadores preparados para processar jogos apresentam essas características.

5. 1. 2 Usando simulações em RA

A RA pode fazer uso de simulações que produzam algum comportamento apropriado nos objetos virtuais sobrepostos ao ambiente real. Tais simulações podem ser criadas com o propósito de obter um objeto virtual que possua as características de um modelo científico, como o Sistema Solar ou Modelo de Drude para corrente elétrica. Estes “objetos virtuais simulados” podem ser autônomos (inteligentes) ou controlados pelo usuário, nesse caso é conveniente que haja uma interface gráfica que permita ao usuário alterar os parâmetros de comportamento da simulação. Todavia, deve-se considerar que o uso de simulações pode consumir muito da capacidade de processamento do computador o que pode acarretar prejuízos na atualização em tempo real do objeto virtual (KIRNER; TORI; SISCOOTTO, 2006).

5. 1. 3 A RA sem o uso de marcadores educacionais

A RA não necessita obrigatoriamente do uso de marcadores fiduciais para inserir objetos virtuais na cena real, é possível também utilizar informações que caracterizam o ambiente como linhas, pontos, arestas e texturas. Essas aplicações de RA são chamadas de Markless Augmented Reality (MAR) e podem ser classificadas em dois tipos

fundamentais: técnicas baseadas em modelos e técnicas baseadas em estruturas do movimento (TEICHRIEB et al, 2007).

As técnicas baseadas em modelos necessitam que o mundo real seja previamente conhecido e armazenado em um modelo 3D e 4D, que será usado para estimar o posicionamento da câmera, enquanto que nas técnicas baseadas em estrutura do movimento, o movimento da câmera é estimado ao longo de uma sequência de quadros, sem que se possua conhecimento prévio da cena, que é adquirido durante o rastreamento (SIMÕES et al, 2008).

5. 1. 4 A RA aplicada em diversos segmentos

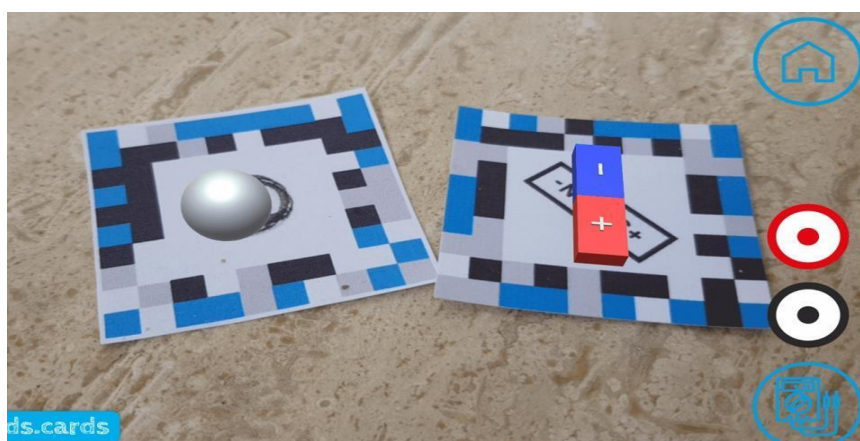
A RA vem ganhando popularidade e possui uso nos mais diversos segmentos. Entre suas aplicações estão procedimentos de manutenção e reparo de equipamentos (HENDERSON; FEINER, 2007), publicidade (KIRNER, 2010), procedimentos cirúrgicos (SIELHORST; TRAUB, 2004), mediação museológica (SILVEIRA; BIAZUS, 2013), sistemas de rastreamento e orientação espacial (WAGNER & SCHMALSTIEG, 2003), reconstrução virtual de templos em sítios arqueológicos (VLAHAKIS; IOANNIDIS; KARIGIANNIS, 2002), jogos eletrônicos (PIEKARSKY & THOMAS, 2002), projetos arquitetônicos (MEIGUINS et al, 2005), aplicativos para dispositivos móveis (LAYAR, 2009) (AURASMA, 2015), entre outras.

A RA pode também apresentar seus marcadores fiduciais impressos em páginas de livros didáticos. Assim será possível sobrepor objetos virtuais simulados às figuras estáticas do livro, permitindo uma inspeção em três dimensões da figura. Exemplos desses livros são o projeto LIRA - Livro Interativo com Realidade Aumentada (OLIVEIRA; RECCHIA, 2005) o projeto "MagicBook" (BILLINGHURST; KATO; POUPYREV, 2001) e o Livro sobre o Sistema Solar potencializado com Realidade Aumentada (OKAWA; KIRNER; KIRNER, 2013).

Outras aplicações voltadas para o ensino incluem o uso de RA em Biologia e Química no estudo do processo de fotossíntese e transporte de solutos em plantas (SILVA et al, 2008), no ensino de Química no estudo da estrutura atômica (SILVA; ROGADO, 2008). No ensino de Física encontram-se aplicações de RA no estudo da força de atrito e sua atuação sobre um corpo (DUARTE; CARDOSO; JUNIOR, 2005), na análise de conceitos de queda livre e lançamento de projéteis (SILVA, 2012), na simulação de conceitos de eletromagnetismo, como campos virtuais e magnéticos (DONZELLI;

TOMAZELLO, 2006), no estudo de Mecânica, Termodinâmica e Eletricidade por meio do Livro de Marcadores para o Ensino de Física (CAMARGO; RAIMANN et all, 2010), entre outras.

FIGURA 21: RA no estudo do eletromagnetismo - Aplicativo Virtual Teacher



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

5. 1. 5 Potencialidades da Realidade Aumentada integrada à Educação

A Realidade Aumentada é uma ferramenta inovadora que vem ganhando espaço bastante considerável nas diversas áreas do conhecimento, devido às suas características impressionantes, que dentre elas vale ressaltar: Interatividade (a possibilidade de o aprendiz interagir com o objeto de estudo), exibição (a facilidade de visualização do conteúdo abordado) e inovação (utiliza a motivação como fator positivo para aprendizagem).

No campo educacional, graças às possibilidades oferecidas por essa tecnologia pode-se tratar de maneira mais atrativa e lúdica para o aluno e eficiente para o professor os mais diversos temas e abordagens de conteúdos nas disciplinas comuns do ambiente escolar. Como exemplo pode citar o ensino das disciplinas da área de exatas, que exigem recursos visuais e gráficos em vários conteúdos, e que com o uso dessa tecnologia pode obter maior qualidade e interesse por parte dos alunos, pelo fato do aluno obter maior facilidade de abstração dos conteúdos e até dos experimentos exemplificados durante as aulas.

Alguns alunos têm maior facilidade de abstração do que outros e chega a ter uma maior facilidade na assimilação de certos conteúdos, já que abstração, em linhas gerais,

pode ser definido como a capacidade de poder visualizar um determinado experimento, objeto ou imagem, de maneira bastante particular, ou seja, só no seu cérebro. Essa característica tem feito, muitas das vezes, com que o aluno acabe não acompanhando de maneira unívoca os conceitos abordados em sala de aula dando assim a ideia de disparidade entre a turma e proporcionando em alguns alunos o ideal de inferioridade frente aqueles colegas que detém essa habilidade.

Sabendo que a RA oferece visualização 3D e permite a inserção de sons e objetos dinâmicos no mundo real, concluímos que esta é uma ferramenta poderosa para o processo de ensino-aprendizagem e proporciona ao aluno um elevado grau de abstração, sendo superior, neste aspecto, às demais mídias.

A Realidade Aumentada é uma nova tecnologia que tem se mostrado adequada para simulações mais complexas, onde a informação disponível para análise não precisa ser limitada. Através da inserção de elementos gráficos virtuais por meio de computador, câmeras e displays, é possível aumentar a realidade objetivando simular algo (MORAES, 2007, p.32).

O fato de ser uma nova tecnologia interativa também influencia na motivação do alunado. As mídias impressas acabam se tornando tediosas e enfadonhas, pois já são usadas há bastante tempo da mesma maneira e não proporcionam interação

Com o usuário. Aretio (1997) elenca algumas limitações que as mídias impressas possui, no que diz respeito à interatividade com o aluno:

Nem todos os componentes da realidade podem ser acessados por meio da linguagem escrita; É mais difícil de conseguir a interatividade com meio impresso que com outros meios, como por exemplo, o computador; A informação é apresentada por meio de uma série de sequências e não é possível ter acesso a ela globalmente, de modo imediato; Se for necessário produzir um material com uma considerável variedade de cores, encarece os custos; Há um número significativo de aprendizes que não sabem fazer uso adequado do material impresso, especialmente, ao que parece, a geração que foi educada assistindo mais à TV que lendo; É mais difícil alcançar a motivação para o estudo com o meio impresso que com recursos audiovisuais ou informáticos.

A sociedade atual anda em busca da novidade, daquilo que é novo, daquilo que é desconhecido. O perfil do novo cidadão fomenta a curiosidade e é nessa característica que a escola deve se apoiar para tentar buscar e prender a atenção do alunado. Não é admissível que a tecnologia permeie no mundo exterior à sala de aula e que ao chegar na escola o aluno se dê conta de que está em um mundo totalmente desigual e inferior ao cotidiano enfrentado por ele no dia a dia.

Atualmente, o alunado está acostumado a tratar e interagir com novas tecnologias digitais constantemente e já lhe é de total domínio, dito que o mesmo já nasceu em uma sociedade informatizada, onde meios informatizados, computadores e redes sociais têm sido instrumentos e espaços de uso constante na vida dos alunos.

Num primeiro momento pode-se dizer que a inserção do computador traz uma motivação a mais para o cotidiano escolar, uma vez que ele possui cores, movimentos, imagens etc. [...]. As aulas têm se tornado enfadonhas com o uso intensivo de giz, ou uma outra baseada em discussão de textos, que também podem não motivar (BORBA & PENTEADO, 2001, p.19).

Para que o aluno desenvolva a aprendizagem sobre um determinado conteúdo do conhecimento é necessário que este se motive. Motivado o aluno passará a ativar alguns estados que contribuirão no processo de aprendizagem do mesmo, em especial o de atenção, de percepção e de ativação dos conhecimentos prévios.

O indivíduo atento tem a capacidade de selecionar alguns acontecimentos em que estes podem ou não ficar registrados em sua memória, dependendo assim do fator perceptivo. Ao selecionar e conseguir “filtrá-lo” por perceber um conjunto de características do conteúdo selecionado e a partir daí relacioná-lo com algum conteúdo previamente armazenado em sua memória, o indivíduo passa pelo processo de aprendizagem.

[...] é a partir de conteúdos que indivíduos já possuem na Estrutura Cognitiva, que a aprendizagem pode ocorrer. Estes conteúdos prévios deverão receber novos conteúdos que, por sua vez, poderão modificar e dar outras significações àquelas pré-existentes (YAMAZAKI, 2008, p. 02).

De maneira lúdica e bem dinâmica, o aluno poderá ter a visualização de experimentos práticos através de recursos digitais oferecidos pelo uso da RA, o qual poderá ser feito tanto no ambiente escolar, quanto em sua própria residência, basta tão somente se utilizar do computador auxiliado por um *webcam*.

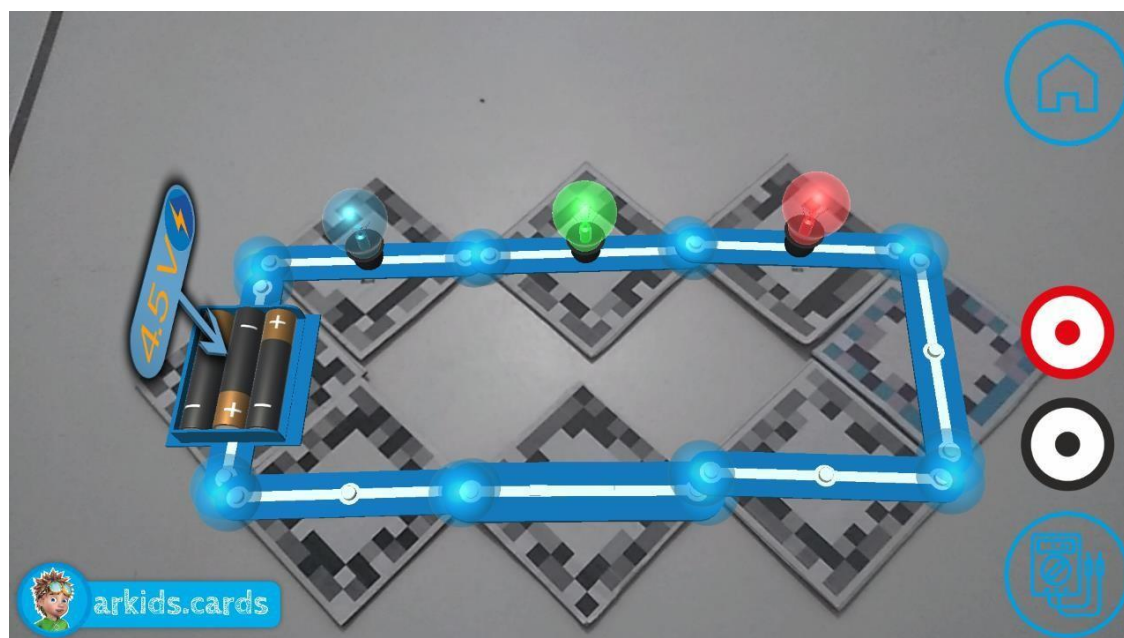
No que se refere ao custo, a Realidade Aumentada pode ser implementada por um baixo custo, pois não necessita de aparatos tecnológicos robustos. Precisa-se apenas de um *webcam* instalado em um computador executando um *software* que, através de técnicas de visão computacional e processamento de imagens, mistura a cena do ambiente real, capturada pelo *webcam*, com objetos virtuais gerados por computador. É também de responsabilidade do *software* o posicionamento e interação dos objetos virtuais, dando a impressão ao usuário que o ambiente é único.

Considera-se que o grande diferencial da RA para os demais tipos de TIC's, em

especial aquelas relacionadas a animações ou simulações, é sua propriedade de registro que permite alinhar os objetos virtuais no ambiente real. Isso propicia o uso dessa tecnologia diretamente em equipamentos, ambientes, cirurgias, entre outros, e permite explorar características ou eventos que não são visíveis a olho nú ou que estejam ocultos.

No ensino de Física pode-se fazer uso dessa propriedade de registro, por exemplo, associando-se a um circuito real, usando cards de QR codes para montarem circuitos objeto virtual simulado a realidade aumentada, que caracterizam o modelo científico de corrente elétrica, como se observa na figura 22:

FIGURA 22 - Exemplo de aplicação de RA no ensino da Física



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

O uso da RA não apenas enriquece o mundo real, como também a imaginação do aluno, favorecendo a investigação do modelo científico e auxiliando na compreensão do fenômeno físico. Ressalte-se também que as aplicações de RA que permitem controlar os parâmetros dos objetos virtuais simulados, que possuam as características de um modelo científico, tornam o processo exploratório mais rico, pois possibilita aos professores e alunos analisar a evolução desse modelo e a relação entre as variáveis que o compõem.

Os aplicativos que fazem uso da RA em geral estão divididos em duas modalidades, ou são baseados em geolocalização, ou no reconhecimento de imagem. A primeira modalidade faz uso do GPS (*Global Positioning System*) e outros sensores (como acelerômetros e giroscópios) dos dispositivos móveis para determinar as posições nas

quais os elementos virtuais devem aparecer sobrepostos ao ambiente real (CAI et al, 2013; FIGUEIREDO et al, 2014). Na segunda modalidade os elementos virtuais são incorporados a ambientes reais a partir da identificação de imagens específicas registradas por câmeras e reconhecidas por softwares ou aplicativos específicos de RA. Esta segunda modalidade pode ser relacionada com a impressão interativa que é definida como a sobreposição de recursos digitais de diversas ordens a materiais impressos. Os elementos virtuais são visualizados sobre o material impresso por meio de algum dispositivo tecnológico (como um *smartphone*) (NADOLNY, 2017).

Das dimensões que a RA apresenta para os processos de ensino e aprendizagem, salienta-se o baixo custo, a motivação e o estímulo ao aluno, permitindo que ele realize atividades fora do ambiente escolar e no seu próprio ritmo (FORTE e KIRNER, 2009; IBÁÑEZ et al, 2014).

A RA permite a manipulação de elementos 2D e 3D, além de vídeos, áudios e textos, tornando os temas estudados menos abstratos e potencializando a sua contextualização (ROLIM et al, 2011; YUEN et al, 2011; CAI et al, 2013; OLIVEIRA e MANZANO, 2016). É possível disponibilizar recursos tridimensionais (o que não ocorre em um livro didático tradicional), bem como a simulação de fenômenos físicos que não são possíveis de serem reproduzidos em sala de aula (como o sistema solar, circuitos elétricos simples e complexo) ou experimentos perigosos de serem realizados em laboratório (como a manipulação de materiais radioativos). A RA permite ainda que os alunos explorem esses objetos 3D em diferentes ângulos e por múltiplas perspectivas, bem como que sejam apresentadas informações que não podem ser percebidas a olho nu (KERAWALLA et al, 2006; DUNLEAVY e DEDE, 2014; SWENSEN, 2016).

Para Kerawalla et al (2006) alguns aspectos devem ser levados em consideração quando a RA é utilizada no ambiente escolar. Os autores destacam que os alunos devem interagir com os elementos de RA e o professor deve mediar a exploração dos conteúdos; os conteúdos devem ser adequados e adaptados pelo professor de acordo com o contexto escolar e o nível de ensino no qual eles serão desenvolvidos; o tempo para o desenvolvimento do conteúdo deve ser o mesmo que aquele dedicado às abordagens tradicionais de ensino.

6 CÓDIGO DE RESPOSTA RÁPIDA / QR CODE

O QR Code, derivado de “Quick Response” (Código de Resposta Rápida) é um código de barras bidimensional de alta velocidade que permite armazenar maior número de informações num menor espaço. Os diferentes tipos de dados armazenados incluem caracteres alfabéticos (até 4.296 caracteres), números (até 7.089 caracteres), binários (até 2.953 bytes) , Kanji e Kana, alfabeto japonês (até 1.817caracteres) e podem ser lidos por quase todos os celulares que possuem câmeras fotográficas que fazem a leitura do código, sendo processado por meio da correção de erros Reed-Solomon, até que a imagem seja interpretada da forma pretendida. A Figura 22 apresenta a diferença visual entre o código de barras de uma dimensão (1D) em inglês, 1D *barcode* e o QR Code.

FIGURA 23 - Diferença entre o Código de Barras 1D e o QR Code.



Fonte: VANZ (2012, p. 31)

O QR Code permite armazenar diferentes tipos de dados, incluindo caracteres alfabéticos, numéricos, símbolos, binários, Kanji e Kana (alfabeto japonês). Enquanto o tradicional código de barras pode ter no máximo 20 dígitos, um QR Code pode armazenar até 7.089 caracteres. Esses caracteres podem ser combinados num símbolo de grande porte ou então divididos em até 16 símbolos, outra grande vantagem dos QR Codes é a possibilidade de serem digitalizados a partir de diferentes ângulos de 360 graus (SEQRET, 2017).

FIGURA 24 - Cartões de QR CODE



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Sua criação é atribuída à equipe da empresa japonesa Denso Wave liderada por Masahiro Hara em 1994, tendo como objetivo inicial encontrar veículos durante o processo de fabricação (PANKIEWICZ, 2009). Mas sua capacidade de armazenamento de até 7.089 caracteres e a decisão da Denso Wave em liberar o QR Code para uso público permitiu novas ações globais como anúncios publicitários, passagens de transporte público, indústria do turismo, comércio varejista e até mesmo para transporte de dados. Outros fatores que contribuíram para a difusão deste código mundialmente são a possibilidade dos caracteres serem combinados num símbolo de grande porte ou então divididos em até 16 símbolos e a possibilidade de serem digitalizados em todas as direções (ou seja, em 360 graus) (NOSEQRET, 2017).

De acordo com Jefferson Carlos (2017), o padrão japonês para o Código QR foi lançado em janeiro de 1999 e corresponde ao padrão internacional ISO/IEC 18004, tendo sido aprovado em junho de 2000.

Sendo uma tecnologia livre, permite que qualquer pessoa possa gerar um código a partir do endereço de um site, telefone, *Short Message Service*, que em português significa Serviço de Mensagens Curtas (SMS), imagem, *Portable Document Format*, que em português significa Formato Portátil de Documento (PDF) ou texto através das diversas ferramentas disponíveis na internet como o gerador de QR Code da *Shopify* e o *QR Code Generator* ou ainda, aplicativos geradores de QR Codes no Android e iOS como o *TapMedia QR Reader* e o *QR Code Generator and Scanner*.

No momento de criação de um código deve-se inicialmente escolher o tipo de QR Code que melhor atenda às necessidades, podendo ser: o QR Code dinâmico, utilizado geralmente para armazenar links que redirecionam o usuário diretamente para o site de destino e apresentam a vantagem de possibilitar edição sem interferência na estrutura do código; e o QR Code estático, utilizado para armazenar textos ou links, apresenta boa capacidade de armazenamento e não exige requisitos tecnológicos. A desvantagem desse

tipo é a impossibilidade de alterar o seu conteúdo depois da criação, em caso de erro o utilizador é obrigado a criar um novo código (SHOPIFY, 2017).

No início dos anos 2000, com a modernização da tecnologia do celular, a utilização dos códigos QR tornou-se ilimitada abrangendo praticamente qualquer área, inclusive a educacional. Segundo Law & So (apud CRUZ, 2015) a Universidade de Bath foi a precursora da introdução de códigos QR na educação ao atribuírem um código QR a cada livro, disponibilizando o número do livro, o título, o autor e respectiva localização.

Ribas et al (2017), evidencia em seu artigo a diversidade de aplicações do QR Code, como pode-se explorar essa tecnologia em favor da educação e sua possibilidade de ser abordada em modalidades distintas de ensino. O resultado da pesquisa realizada por Ribas et al. (2017) pode ser conferido na Tabela 2 que contém 8 títulos com procedências diversificadas e atribuídas por ano em ordem decrescente, coletados da investigação realizada no período entre setembro e outubro de 2017, sobre o uso do aplicativo QR Code na Educação. Vide a tabela 1 de publicações sobre o QR code associado à educação.

Tabela 2: Publicações sobre o QR Code e a Educação

Título da publicação	Autoria	Procedência	Ano
O uso do QR Code no ambiente escolar	Dayanne Albuquerque	Revista <i>Online</i>	2017
Torne suas aulas mais interativas com QR Code	Tatiana Klix	Conteúdo <i>Online</i>	2017
Considerações sobre o uso do aplicativo QR Code no ensino da matemática: reflexões sobre o papel do professor	Ana Cristina, <i>et al.</i>	Revista <i>Online</i>	2016
Jogos com dados e QR Codes são usados para ensinar em sala de aula	Lucas Altino	Conteúdo <i>Online</i>	2016
QR Codes na Educação em Química	Aline Grunewald, <i>et al.</i>	Revista <i>Online</i>	2015
O uso do QR Code no ensino da geografia	Roney Jacinto de Lima, <i>et al.</i>	Artigo	2015
Aplicativo para Educação Ambiental	Alcides Lopes Leão, <i>et al.</i>	Revista	2015
7 maneiras de utilizar a tecnologia móvel na educação	Alexandre Lima	Conteúdo <i>Online</i>	2013

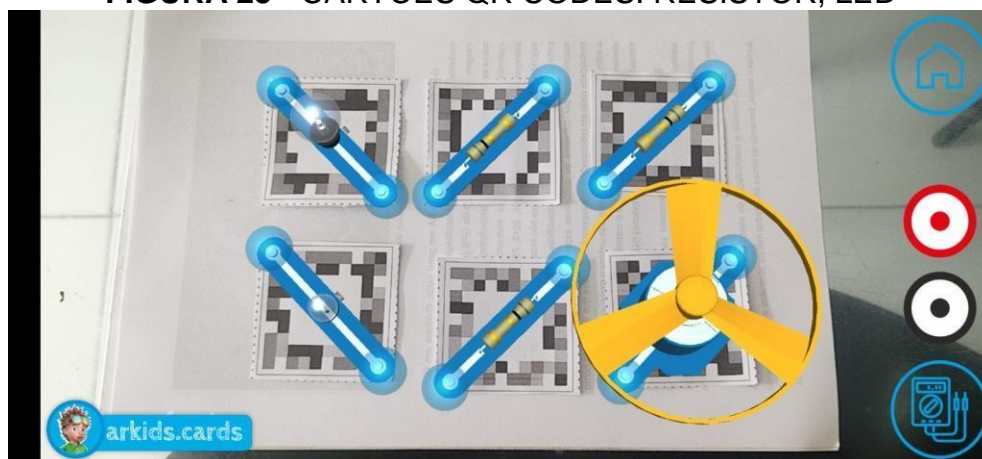
FONTE: RIBAS ET AL. (2017, P.18).

Segundo Vieira e Coutinho (2013), o uso de códigos QR, enraizado e sustentado no Mobile Learning, aprendizagem móvel, oferece um novo enfoque aos processos de ensino e aprendizagem, introduzindo uma nova dinâmica e, apelando ao fator de novidade, torna-se uma motivação extra para os alunos. O professor, nessa ação, deixa de estar no centro do processo para tornar-se um mediador da relação professor, aluno e conhecimento, tendo o auxílio das tecnologias como condução na construção do saber.

Outro fator que contribuiu para difundir o uso do código foi a decisão da Denso Wave em fazer a liberação do QR Code para uso público, sendo então, disponibilizado para qualquer pessoa usá-lo livremente. O leitor de código de barras bidimensional, que poderia ser usado sem nenhum custo e sem se preocupar com os problemas potenciais, se transformou em um “código público” usado agora por pessoas de todo o mundo.

O QR Code permite armazenar diferentes tipos de dados, incluindo caracteres alfabéticos, numéricos, símbolos, binários, Kanji e Kana (alfabeto japonês). Enquanto o tradicional código de barras pode ter no máximo 20 dígitos, um QR Code pode armazenar até 7.089 caracteres. Estes caracteres podem ser combinados num símbolo de grande porte ou então divididos em até 16 símbolos, outra grande vantagem dos QR Codes é a possibilidade de serem digitalizados a partir de diferentes ângulos de 360 graus. (SEQRET, 2017). Veja a Figura 25.

FIGURA 25 - CARTÕES QR CODES: RESISTOR, LED

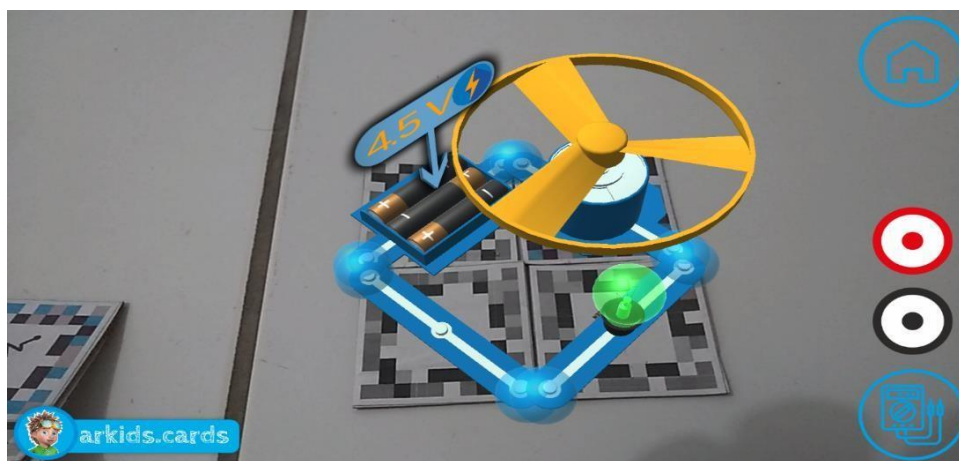


FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

O desenvolvimento de um ambiente de RA utiliza-se geralmente marcadores fiduciais (pequenos cartões de papel nos quais códigos específicos são impressos), ou seja, QR CODES. Um objeto virtual (geralmente tridimensional) reproduzido por um aplicativo de smartphone, usando de sua câmera, de forma específica apresentada neste

trabalho o AR CIRCUITS 4D PHYSIC. Ao direcionar este cartão de papel (QR CODE) para uma câmera, essa capta a imagem e a transmite para o software de RA. Em tempo real, o software identifica o objeto virtual que está associado ao respectivo cartão, posicionando-o corretamente sobre ele e renderizando. Ao observar a tela do smartphone, enxerga-se o cenário real com a sobreposição do elemento virtual sobre o cartão (QR Code). O movimento tanto de translação quanto de rotação do marcador permite visualizar outras regiões do elemento virtual tridimensional. Todavia, a RA não exige, obrigatoriamente, o uso de marcadores fiduciais para a incorporação de elementos virtuais em um ambiente real. Veja a figura 25.

FIGURA 26: Circuito com gerador e LED



FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Diante do que foi apresentado, a utilização de QR Codes na educação pode proporcionar uma inovação na maneira de acessar e socializar informações, de instigar a interatividade e na produção de conhecimento através do uso dos smartphones.

7 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional disposto nessa dissertação, é direcionado para Professores e Alunos do terceiro ano do ensino médio, para que os mesmos potencializem o ensino aprendizagem no ensino de física, por intermédio da Realidade Aumentada (RA) juntamente com os cartões de QR codes, simulando com o uso do smartphones, circuitos elétricos virtuais, interagindo de forma lúdica as práticas educacionais para melhor aprendizagem no conteúdo de eletrodinâmica e magnetismo.

Atualmente, os alunos usam telefones celulares abertamente em suas aulas e não

há restrições que se aplicam a eles. Se você não pode bani-lo, você precisa usar dispositivos móveis para aprender os benefícios do processo. Essa situação corresponde à tecnologia Realidade aumentada (RA). Isso significa que professores e alunos podem trazer e usar seus próprios dispositivos, o que permite que a tecnologia (RA), possa ser gradualmente integrada no processo de ensino aprendizagem.

Conforme o autor Santomé (2013), os personagens envolvidos diretamente no processo de ensino-aprendizagem devem explorar as possibilidades pedagógicas oferecidas por esses recursos, utilizando-os com metodologias voltadas para uma aprendizagem significativa.

O processo de aprendizagem está cada vez mais flexível, os alunos ficam felizes em usar seus smartphones e tablets durante as aulas. A tecnologia RA, permite agilizar o processo de aprendizagem e redirecionar o interesse dos alunos. Para manter a atenção, o professor tem que pensar com antecedência quais aplicações e aprendizados tecnológicos a utilizar. Por exemplo, os serviços como Google Classroom, em aulas na modalidade a distância (EAD), que permite organizar e controlar o processo de aprendizagem, integrando materiais visuais para facilitar a percepção do tópico.

Assim, educadores devem estar numa constante busca pelo conhecimento, conforme surgem novas ferramentas de ensino e aprendizagem. Quanto maior as possibilidades de ensino, maiores serão as possibilidades de alcançar o conhecimento dos educandos. Deste modo, é necessário que essas ferramentas tão presentes no dia a dia dos alunos sejam aproveitadas dentro da sala de aula, adaptadas para que os conteúdos se aproximem da estrutura cognitiva dos alunos.

O aplicativo AR Circuits 4d Physics, para uso de smartphones e tablets, permite combinar os melhores aspectos e vantagens do ensino em sala de aula trabalhando em grupo ou de forma individual do aluno. Amplificando o campo de atuação também para o ensino a distância, gerando problemas, simulando circuitos elétricos e aplicando conceitos e leis físicas em sala ou em casa, de forma simples e lúdica. Enfatizando o uso de ferramentas móveis no processo de aprendizagem ajuda a superar a barreira da comunicação, formar habilidades de pesquisa, aumentar a motivação para dominar, desenvolver o pensamento crítico e usá-las na vida real. Algumas tecnologias modernas que permitem criar testes e implementar controle operacional do conhecimento utilizando o aplicativo AR Circuits 4d Physics para smartphones, tablets e laptops. Os cards de códigos QR são usados para organizar os testes. A descritografia das informações do código QR é realizada no programa pela câmera do smartphone ou tablet.

7. 1 Proposta do Produto Educacional

A proposta do produto educacional é ser usado com recurso didático para professores do terceiro ano do ensino médio a ter como ferramenta didática, junto com o uso do smartphone, simular circuitos elétricos através da realidade aumentada juntamente com o auxílio dos cartões QR code, fazendo com que o aluno desperte o interesse com os conteúdos de eletrodinâmica e eletromagnetismo, fazendo dessa nova ferramenta tecnológica uma fácil compreensão dos conceitos abordados na disciplina de física e assim, potencializando o ensino aprendizagem.

O produto educacional será reproduzindo na forma de sequências didáticas pela mediação do smartphone e dos cartões de QR code para as montagens de circuitos elétricos, utilizando-se de algumas leis físicas para as supostas simulações, apresentando aos alunos aluno do terceiro ano do ensino médio uma outra forma de ser abordada, junto com ajuda da realidade aumentada (RA), fixando e potencializando e o ensino aprendizagem no ensino de Física. Os resultados esperados serão comparados com outras turmas que não iram participar de forma direta da aplicação do produto educacional. Esperando como resultado uma assimilação mais intuitiva e fácil dos conceitos abordados, por segundo plano, que os alunos despertem e amplifiquem o interesse pelo ensino de Física.

Toda a análise dos resultados que serão obtidos após aplicação do produto educacional, se dará por intermédio de questionamento aplicados aos alunos (onde o produto for aplicado) e de forma análoga, a turma que não houve aplicação do produto educacional.

7. 2 Objetivos da proposta

O trabalho proposto, tem por objetivo elaborar de forma organizada na forma de sequência didática uma ferramenta educacional voltada para o ensino de Física, que possibilite uma aprendizagem de conteúdos, desenvolvendo capacidades específicas como a autonomia nos alunos, fazendo com que o professor desenvolva e estimule a aprendizagem, minimizando suas dificuldades que as escolas da rede pública passam com a falta de laboratórios de ciências para aulas práticas no ensino de Física.

São objetivos específicos do produto educacional:

- 7.2.1 Desenvolver interesse do aluno, pelo tópic abordado em sala de aula, através da utilização tecnologia Realidade Aumentada;
- 7.2.2 Encontrar um mediador que possa servir como ferramenta didática
- 7.2.3 Conhecer os elementos de circuitos elétricos e suas utilidades;
- 7.2.4 Desenvolver a construção e manipulação dos circuitos elétricos, utilizando os QR codes;
- 7.2.5 Analisar de forma direta a diferença dos circuitos em parêlho, série e mistos ;
- 7.2.6 Aplicação direta da lei de Ohm;
- 7.2.7 Análise de intensidade de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica;
- 7.2.8 Utilização de baterias, ou seja, geradores elétricos;
- 7.2.9 Visualização da interação magnética através do Imã.
- 7.2.10 Fenômenos ligados aos conteúdos à eletroeletrônica, magnetismo, acústica, óptica e mecânica.

7. 3 Metodologia Aplicada

Foi realizado um estudo comparativo entre duas turmas de terceiro ano do ensino médio da escola pública Centro de Ensino Francisco de Assis Ximenes, localizada na cidade de São Luís – MA. Em uma dessas turmas foi aplicado o produto educacional (turma teste), na outra o produto não foi aplicado (turma controle) para que a turma servisse como parâmetro para comparação e análise da evolução da turma onde o produto educacional foi aplicado.

Para aplicação do produto, foram selecionados 30 alunos, que constituem uma turma regular dessa escola. O produto foi apresentado a esses alunos por meio de sequências didáticas, sobre lei de Ohm, associação de resistores (Série e Paralelo) e circuitos simples. Em cada manipulação com os QR code, com o uso do smartphone, os conceitos de intensidade de corrente elétrica, diferença de potencial, os alunos vão observar a construção dos circuitos elétricos utilizando a Realidade Aumentada.

A escola Francisco de Assis Ximenes no qual vai ser aplicado o produto educacional dispõe de: uma sala simples contendo em média 30 alunos por turma, de pouca infraestrutura, onde o professor é o mediador responsável, e na maioria das vezes proprietário do recurso tecnológico, pela implementação de novos recursos instrucionais didáticos.

Ressaltamos aqui, que as atividades desenvolvidas com o Produto Educacional são atividades exploratórias, onde o estudante é levado a explorar um modelo previamente preparado pelo professor. Como a escola onde o Produto Educacional vai ser aplicado não dispõe de laboratório de informática, para que os alunos pudessem alterar os parâmetros (dados de entrada) para a Realidade Aumentada, de forma individual (cada um em seu smartphone), resolvemos demonstrar essas simulações por meio de Data show, onde várias montagens dos circuitos vão ser repetidas com diferentes dados de entrada propostos pelos próprios alunos.

7. 4 Metodologia da Pesquisa

A metodologia da pesquisa deste produto educacional, terá como instrumento de coleta de dados, elaborando questões abertas contendo o desenho de um circuito elétrico simples, formado por três fios, uma pilha e uma lâmpada e um questionário, indagando os alunos das turmas do terceiro ano do ensino médio da escola pública Francisco de Assis Ximenes, situada na região metropolitana de São Luís/MA, o que supostamente poderia ocorrer com cada elemento de circuito quando a lâmpada estivesse acesa.

O primeiro momento de rodada de questões abertas contendo desenhos de circuitos elétricos simples, objetivando observar a aprendizagem já adquirida pelos alunos do terceiro ano do ensino médio, fazendo uma analogia aos dados coletados após aplicação do produto educacional. Este questionário será aplicado na turma antes e depois da execução do produto educacional tendo como parâmetro de eficiência. Os questionários de avaliação irão conter 10 (quinze) perguntas, divididas em teóricas e usando cálculos físicos.

A turma terá um reforço de aulas teóricas sobre os conteúdos abordados no produto educacional quando o pré-questionário for aplicado. Após a aplicação do pré- questionário, vai ser trabalhado o Produto Educacional na turma teste. Logo após a aplicação do produto na turma teste e as aulas de revisão na turma controle, um pós- questionário vai ser aplicado, desta forma, com os dados já coletados poderemos ter o controle dos avanços dos alunos, ou seja, se o produto educacional foi eficaz ao que se propôs.

7. 5 Metodologia

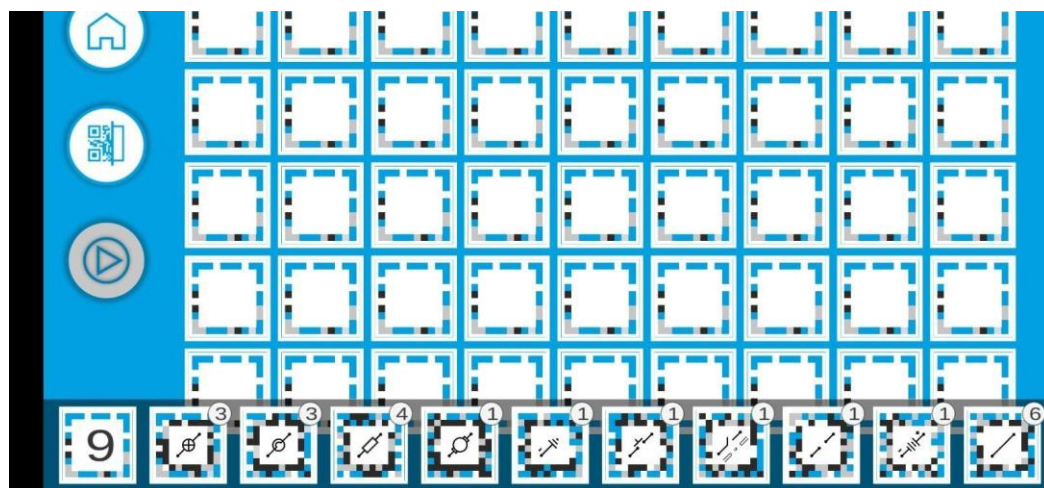
Em uma das turmas de terceiro ano da escola pública Centro de Ensino Francisco

de Assis Ximenes foi aplicado o produto educacional (turma teste), na outra o produto não foi aplicado (turma controle) para que a turma servisse como parâmetro para comparação e análise da evolução da turma onde o produto educacional for aplicado.

Para aplicação do produto, foram selecionados 30 alunos, que constituem uma turma regular dessa escola. O produto foi apresentado a esses alunos por meio de seqüências didáticas, sobre diferença de potencial, corrente elétrica, lei de Ohm, associação de resistores (Série e Paralelo) e circuitos simples, capacitores e circuitos RC. Em cada manipulação com os QR code, com o uso do smartphone, os conceitos de intensidade de corrente elétrica, diferença de potencial, os alunos vão observar a construção dos circuitos elétricos utilizando a Realidade Aumentada. A partir da situação virtual poderia ser sugerido que os alunos realizassem uma atividade de investigação, elaborando um experimento real que pudesse verificar o problema proposto. Esse experimento poderia ser registrado em vídeo e socializado em uma página específica do facebook ou instagram previamente definida e direcionada por um objeto de RA, e submetido e conseqüentemente as determinações feitas pelo professor para a elaboração do circuito elétrico.

A etapa subsequente, é feita em ambiente virtual, com o uso do aplicativo AR Circuits 4d Physics, a substituição do modelo convencional de se inscrever (montar) os circuitos elétricos por um cartão universal, na qual cada aluno fará o seu, munido do smartphone, (Fig. 30) para as todas as questões elaboradas pelo professor anteriormente da forma convencional. Cada cartão tem um número dos principais elementos dos circuitos elétricos que são: uma bateria, um interruptor, uma lâmpada incandescente, resistores, um motor elétrico, um condutor, um terra. Estes componentes permitem construir circuitos.

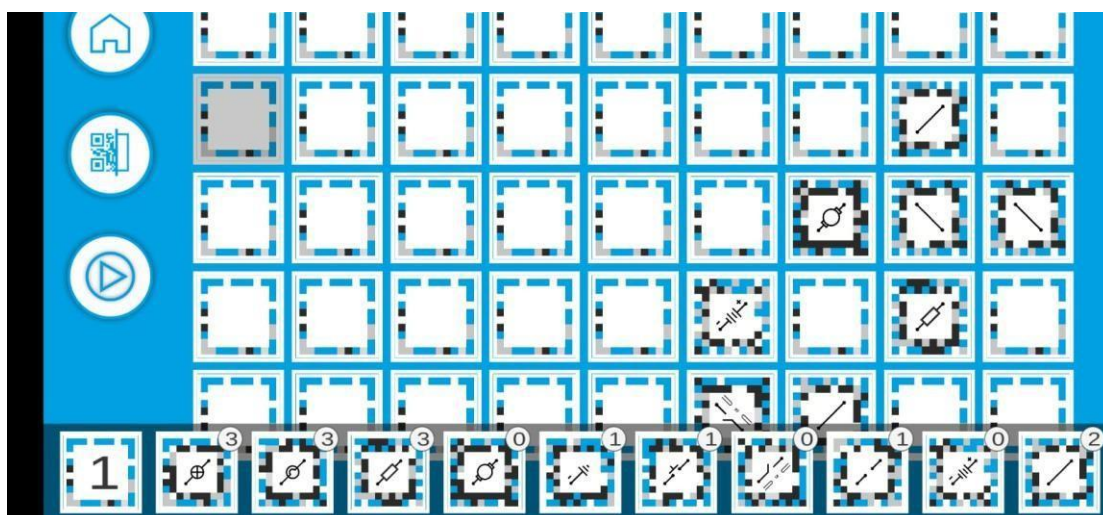
FIGURA 27 - TABELA DE MONTAGEM DOS CARTÕES QR CODE



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

A etapa seguinte aparece na tela, os alunos irão montar no cartão universal identificando e construindo os circuitos elétricos com os cards de QR codes com o auxílio do smartphone (AR Circuits 4d Physics) irão executar o mesmo na forma de realidade aumentada, conforme a figura 27.

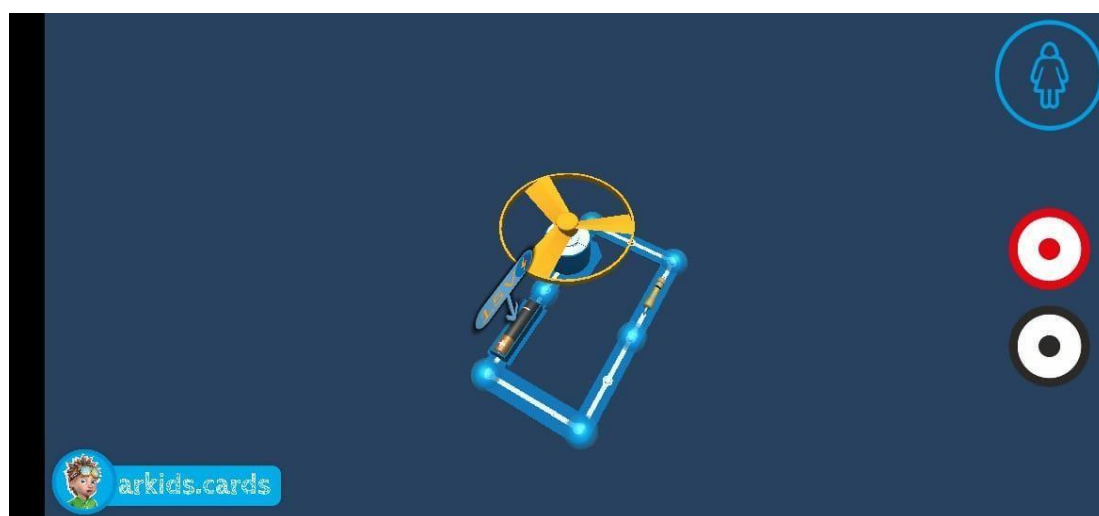
FIGURA 28 - TABELA DE MONTAGEM DOS CARTÕES QR CODE



FONTE: PRÓPRIO AUTOR (2022)

O professor pode apontar para o cartão usando o seu smartphone com um QR-code na câmera e escanear os resultados. Os resultados das respostas dos alunos aparecem imediatamente na tela do professor smartphone e eles são exibidos na tela grande e salvos para processamento, conforme mostra a figura 28.

FIGURA 29 - VISÃO VIRTUAL DO CIRCUITO



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Os resultados das respostas dos alunos aparecem imediatamente na tela do professor smartphone e eles são exibidos na tela grande e salvos para processamento e eles são exibidos na tela grande e salvos para processamento, conforme a figura 30. Para isso, o professor precisa criar uma conta em uma loja de aplicativo e organizar as atividades realizadas pelos alunos, controlar e instalar o aplicativo em um smartphone ou tablet.

FIGURA 30 - CARTÃO RESPOSTA DA ATIVIDADE GERADA PELO APLICATIVO

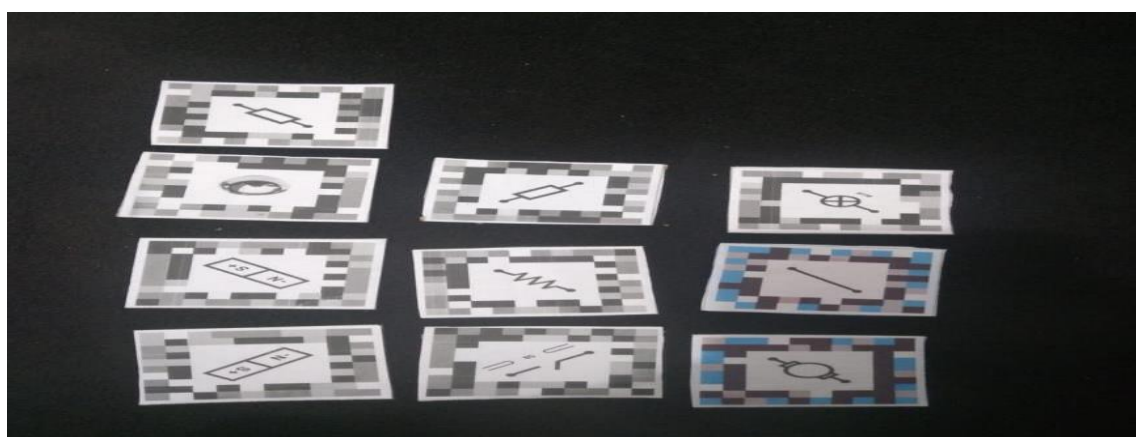


FONTE: PRÓPRIO AUTOR (2022).

A Realidade Aumentada com o auxílio dos cards de QR-code são uma complementação do mundo físico com dados digitais. A AR usa o ambiente ao nosso redor e impõe uma certa quantidade de informações visuais sobre ele, como gráficos, sons e resposta ao toque.

Fora do ambiente virtual, o professor pode determinar a mesma atividade de montagem e análise dos circuitos elétricos, utilizando apenas os cards de QR codes impressos e recortados na forma de quadrados, agora em equipes. Observe a figuras 31.

Figura 31 - CARTÃO DE QR CODE



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

De forma coordenada e lúdica, os alunos fazem os recortes dos card de QR code de forma manual, em equipe, conhecendo assim o símbolo de cada elemento de circuito elétrico e consequentemente analisando a sua real função quando montado.

FIGURA 32 - CARTÃO DE QR CODE SENDO SIMULADO NO RA.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR (2002).

Divididos em grupos, cada equipe ficou responsável em elaborar um circuito elétrico elaborado de forma tradicional em aula anterior para fazer a remontagem utilizando os cartões de QR codes e o aplicativo de RA com o auxílio do smartphone, durante a aplicação do produto foram montados alguns circuitos para simular em ambiente RA:

FIGURA 33 - CIRCUITO ELÉTRICO DE UM RESISTOR COM UM GERADOR.

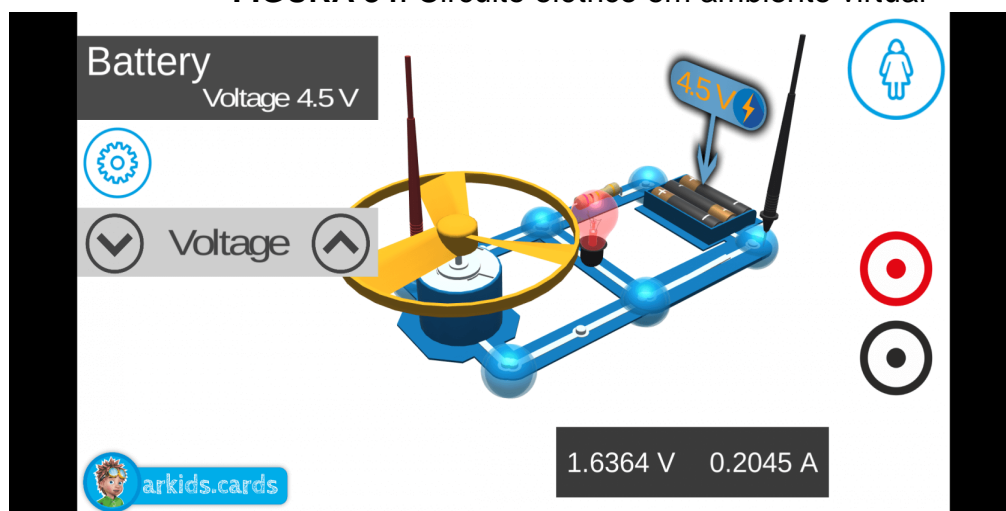


FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Dentre as principais vantagens da RA no processo educacional se fazem presentes as seguintes temáticas: visualização – facilita o processo de memorização e desenvolve a imaginação; clareza – uma abordagem tridimensional permite explorar um dispositivo ou fenômeno em detalhes; curiosidade – fotos reais nas páginas do livro didático; modernidade-dominar tecnologias inovadoras no processo educacional; portátil e disponível materiais de treinamento – com RA você não precisa investir em materiais e equipamentos físicos.

A *Lei de Ohm* no Ensino Médio é tratada, na maioria dos livros didáticos, a partir da conceituação de resistência elétrica e definindo-se, em seguida, sua relação de causa e efeito, $R = V/I$ ou $V = RI$. Dizemos então que a diferença de potencial elétrico V varia linearmente num circuito elétrico de acordo com a corrente elétrica I que o percorre. Esta simplificação, apesar de não estar totalmente correta, é válida para fins didáticos. Entretanto, A lei de ohm fica mais evidenciada com a montagem dos circuitos elétricos utilizando os cards de QR code com o uso do RA, usando o multímetro o aluno tem a clareza e testa a relação direta entre voltagem e intensidade de corrente elétrica e sua relação inversa entre corrente elétrica e resistência elétrica.

FIGURA 34: Circuito elétrico em ambiente virtual



Fonte: próprio autor

Alguns professores utilizam a montagem e medição de circuitos elétricos para verificação dessa lei. Atualmente, esse método tem funcionado. Entretanto, para realizá-lo, nós aplicamos e monitoramos diferentes valores de tensão em um resistor — que padronizamos como “ôhmico” — e medimos a corrente que passa neste circuito. Ora, mas para monitorar essa corrente e tensão utilizamos aparelhos, voltímetros e amperímetros, que funcionam baseados na *Lei de Ohm*. Aplicando os cards de QR code junto com a RA

a potencialidade do ensino aprendizagem ganha proporções relevantes de forma lúdica e motivacional para a aprendizagem do aluno.

FIGURA 35: montagem dos circuitos com os cartões QR code



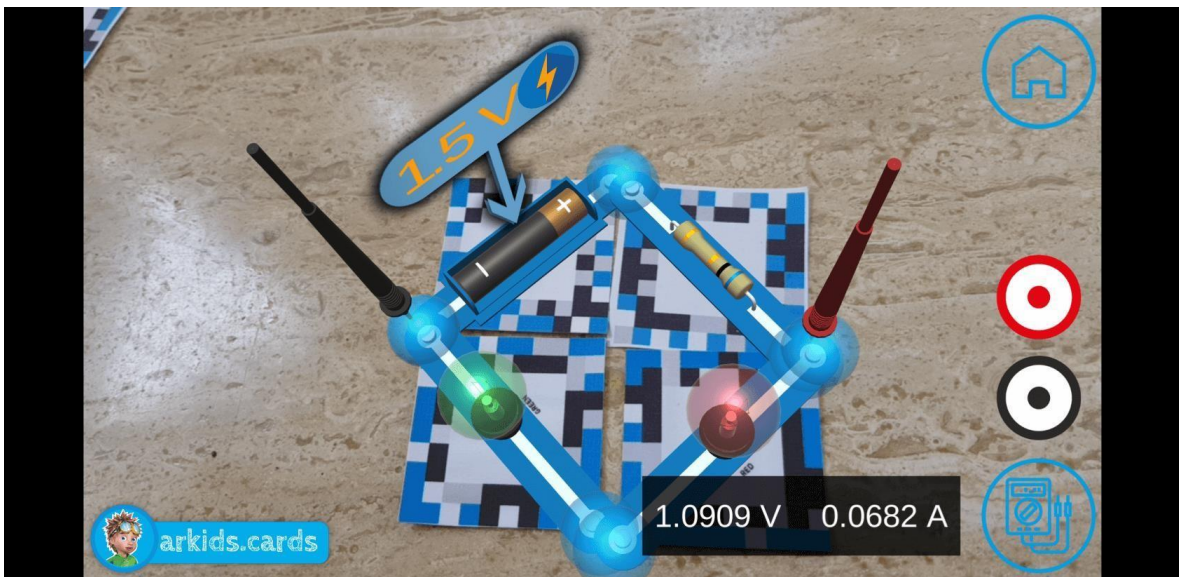
FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Considerando a importância da aprendizagem do conteúdo de Circuitos Elétricos Lineares, este trabalho aborda este tema segundo uma concepção de que o conhecimento dos processos de aprendizagem dos estudantes é condição relevante para a definição de estratégias de ensino, e, como consequência, para o planejamento da avaliação.

Este pressuposto baseia-se em conceitos estabelecidos pela Epistemologia Genética de Jean Piaget, tais como o de que o estímulo (provocado pelo ensino) só é realmente considerado como tal pelo sujeito na medida em que for significativo para ele, ou seja, na medida em que houver uma estrutura que permita sua assimilação, a qual acolhe este estímulo, e, ao mesmo tempo produz uma resposta. (PIAGET, 1972).

Para o circuito simples em série, os alunos irão simular com os cards de QR codes e analisar com o auxílio do RA as variações de resistência elétrica, representada pelas lâmpadas led e sua voltagem (d.d.p) na qual o circuito está submetido, obtendo dados mais claros de forma lúdica e potencializando a aprendizagem com os tópicos abordados em sala de aula como, por exemplo a lei de ohm e intensidade de corrente elétrica, conforme demonstra a figura 36.

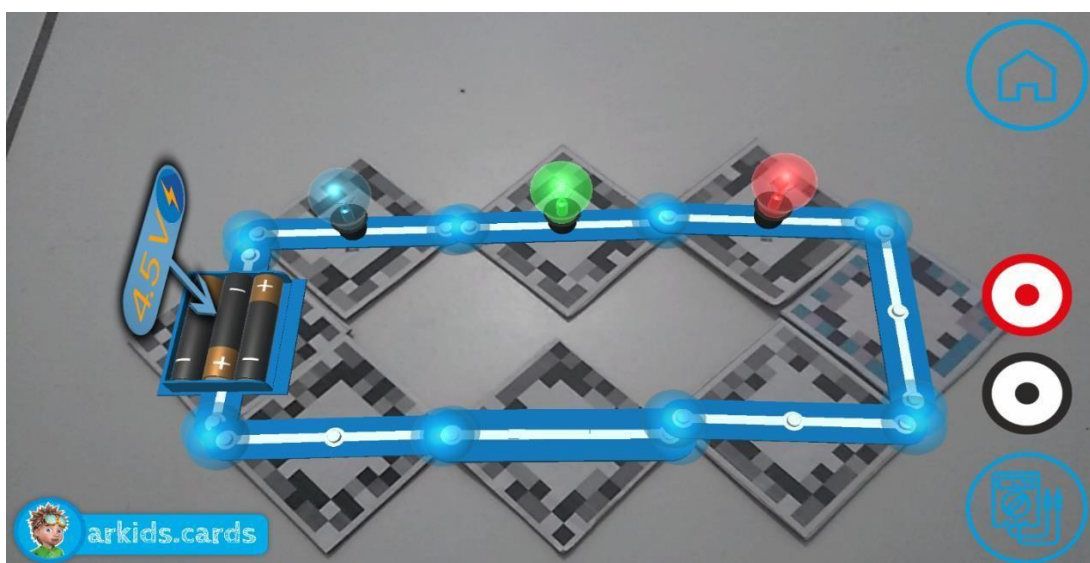
FIGURA 36 - Circuito em série de LED e resistor



FONTE: PRÓPRIO AUTOR (2022).

Ainda conforme Vygotsky, quando, ao ensinar, se permite que o sujeito observe os resultados de uma dedução que este sujeito deveria ter feito por si mesmo, ou quando se informa estes resultados a ele, ocorre pouca mudança no seu pensamento lógico, ou então, há uma extraordinária mudança momentânea no seu raciocínio, sem acarretar, efetivamente, uma real compreensão. (VYGOTSKY, 1975).

FIGURA 37 - CIRCUITO EM SERIE COM LED COM CARTÕES DE QR

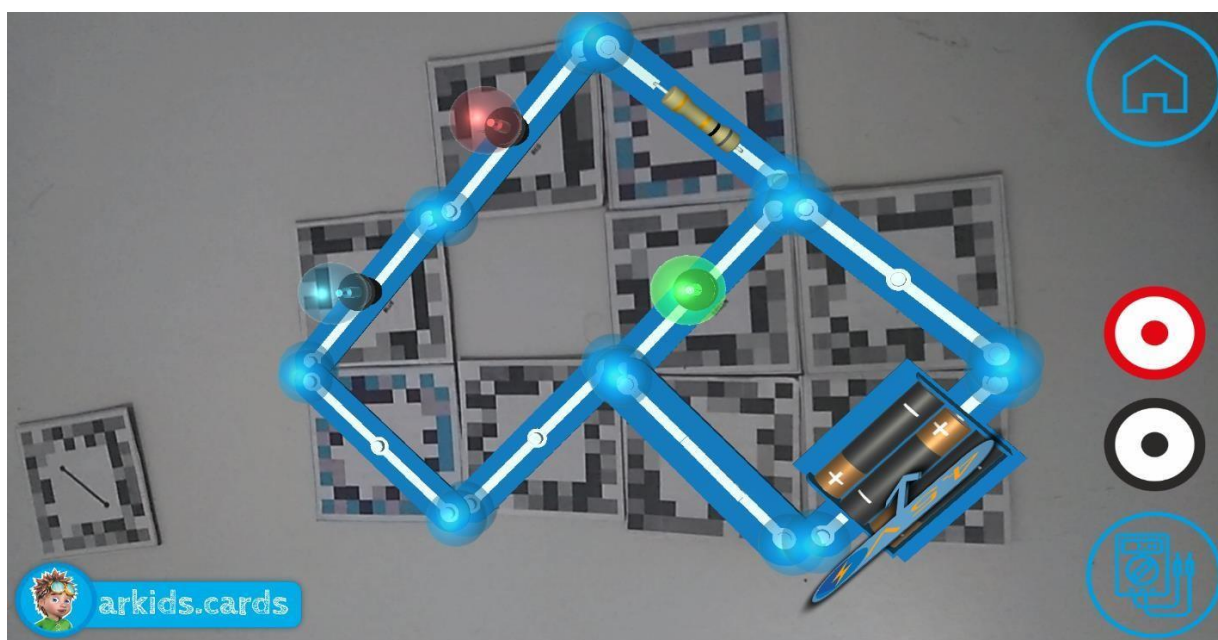


FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Já para o circuito em paralelo os alunos têm a oportunidade de visualizarem na realidade aumentada RA, as características que um circuito em paralelo tem, bem como:

divisão da intensidade elétrica em cada trilha de circuito, para cada elemento como por exemplo o brilho de um led, a diferença de potencial (d.d.p.) aplicada nas extremidades do circuito ser igual para todos os componentes do mesmo e os comportamentos dos dispositivos elétricos ao serem associados em paralelo.

FIGURA 38: Circuito em paralelo com LED com cartões de QR



FONTE: PRÓPRIO AUTOR (2022).

8 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

A partir da análise da bibliografia e aplicação da metodologia escolhida, foi possível concluir que, atualmente, muitos docentes ainda se demonstram pouco familiarizados com as tecnologias, o que dificulta a inclusão das TICs para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem. O resultado eficaz do uso das tecnologias na escola está condicionado à criação de políticas públicas que visem melhorias na infraestrutura das escolas, o acesso à internet de qualidade e a formação adequada dos professores para a produção e o domínio de novas práticas pedagógicas. Faz-se necessário continuar aprendendo através de formação continuada aos docentes.

A análise deste trabalho, foi possível perceber que o uso das tecnologias pelas escolas e, neste caso, a inclusão do *smartphone* na sala de aula fornece um recurso pedagógico moderno e atraente que permite explorar novas oportunidades de aprendizagem, mais flexíveis, motivadoras e capazes de estimular a autoria e a autonomia

dos alunos. Verificou-se que atualmente os estudantes têm acesso à tecnologia desde muito cedo e encontram-se conectados numa nova forma de relações sociais, onde o aparelho celular tornou-se quase uma extensão do próprio corpo.

Constatou-se na realização das atividades propostas que o uso do smartphone em sala de aula fora do contexto educativo atrapalha muito o aprendizado do próprio aluno que o utiliza e distrai a atenção dos demais colegas. É preciso cautela e adaptação ao uso das TICs na educação, permitindo que sejam utilizadas como ferramentas de produção dos alunos e não como uma maneira de tornar as aulas mais divertidas e atraentes. A escola, neste sentido, deve investir na tecnologia e incorporá-la na metodologia de ensino buscando formas de fazer com que estes dispositivos se tornem um aliado neste processo de aprendizagem. E os professores, devem arriscar-se a aprender a se comunicar na linguagem dos alunos, proporcionando condições e possibilidades que permitam a utilização desta tecnologia para o acesso às informações e construção do conhecimento.

Como evidenciado nos resultados do referente trabalho, apresentados, a utilização de aplicativos AR Circuits 4D physics, junto com os cartões de QR code nos dispositivos móveis revelou-se um recurso simples e que pode ser aproveitado de várias maneiras no contexto educacional, acordando com o artigo de Vieira e Coutinho (2013):

Os QR Codes abrem novos horizontes para o processo de ensino e aprendizagem, ou seja, colocam o foco na descoberta, na aventura e na exploração. Os QR Codes fazem a ligação entre o mundo físico e o mundo virtual proporcionando aos alunos o acesso à informação em tempo real e sem constrangimentos de localização (VIEIRA; COUTINHO, 2013, p. 91).

Desta maneira, esse trabalho atingiu seus objetivos quanto à utilização do aplicativo *AR Circuits 4D physics* com o auxílio dos cartões de QR Code, Código de “Resposta Rápida” como instrumento de apoio nas aulas de física nos anos finais do ensino médio, possibilitando ministrar aulas mais interessantes e participativas, que despertaram a criatividade e a autoria dos nossos alunos.

A atividade proposta foi bem aceita pelos alunos das turmas de 3º ano do ensino médio da escola, já que demonstraram bastante interesse na realização de um trabalho diferente do habitual, principalmente pelo fato de poder utilizar o smartphone na sala de aula. O comportamento apresentado pelos alunos no início das atividades foi de euforia, dificultando a realização das ações. O tumulto inicial foi gerado devido às atividades serem realizadas fora de sala de aula, evidenciando assim uma melhora na sua dinâmica e organização ao longo da sua execução, inclusive na colaboração entre os colegas.

Os resultados do estudo de caso apresentados foram obtidos através da observação e registro da participação dos alunos durante a realização das atividades propostas, bem como da tabulação e análise dos dados obtidos no questionário respondido pelos estudantes após a finalização das atividades. O questionário é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Questionário aplicado aos alunos após a realização das atividades propostas no trabalho

Questionário de Avaliação do Trabalho		
Você possui smartphone?	() SIM	() NÃO
Você possui plano de acesso a internet pelo smartphone?	() SIM	() NÃO
Você costuma trazer o smartphone para a escola?	() SIM	() NÃO
Para você, qual a principal utilização do smartphone? (jogar, acessar redes sociais, vídeos, pesquisa, etc)?		
Como foi gerado o QR Code?	() No celular	() No computador
Qual a sua opinião sobre o funcionamento dos aplicativos utilizados neste trabalho?		
Você gostou de realizar esse trabalho?	() SIM	() NÃO
Por quê?		
Qual foi a maior dificuldade encontrada para realizar esse trabalho?		
Em sua opinião, o smartphone deve ser usado como recurso em sala de aula? Por quê?	() SIM	() NÃO
Quais são seus níveis de conhecimento sobre a Realidade aumentada e cards de QR code?	() NENHUM	() CONHEÇO UM POUCO
A ferramenta da RA com o auxílio dos cartões de QR- code ajudaram na percepção montar e visualizar os circuitos elétricos	() SIM	() NÃO
Utilizar a RA com os cartões de QR-code aumentou o seu interesse pelo ensino de Física?	() SIM	() NAO
Falta de recursos didáticos, como computadores, laboratórios ou práticas experimentais dificultam a aprendizagem no ensino de física?		
Quais são as supostas dificuldades e facilidades em compreender os assuntos abordados no ensino de física na sala de aua?		
Se houvesse uma outra forma de ser trabalhado em sala de aula, “fugindo” do convencional os tópicos abordados sobre a disciplina de física de forma diferente, na sua opinião, iria melhorar, facilitar a aprendizagem ou não acrescentaria em nada?		

Na sua opinião, você concorda ou discorda que a realidade aumentada com o auxílio dos cartões de qr- code são fáceis de usar no ensino de física, se tornando interessante estender para todos os outros assuntos já abordados na disciplina de física.

Assim, esse trabalho demonstrou que é possível utilizar o smartphone em sala de aula como ferramenta pedagógica e está longe de esgotar as suas possibilidades de uso. Permitiu aos alunos perceber que não basta dominar o manuseio da ferramenta, pois a tecnologia facilita o desenvolvimento de tarefas, mas não realiza a tarefa sozinha. Reconheceram, também, que necessitam ter responsabilidade, comprometimento e empenho para transformar informação em conhecimento.

9 CONCLUSÃO

De acordo com pesquisas apresentadas, pode-se observar a modernização quanto à disponibilidade de computadores e o uso da Internet no nicho escolar, contudo, diversos fatores ainda precisam ser revistos para permitir suporte adequado, tais como: uma formação inicial e continuada de professores de forma a contemplar efetivamente o uso das TICs nos processos de ensino e aprendizagem, número adequado de computadores que atenda a demanda de alunos por escola, Internet com velocidade adequada para o uso dos recursos digitais, uso de softwares mais sofisticados que não somente editores de texto ou de apresentação, entre outros. Os dados obtidos nesta pesquisa mostram, a princípio, que as escolas públicas possuem recursos tecnológicos mínimos para uso da RA. Mesmo algumas limitações como a dificuldade do uso individualizado de computadores não impedem o uso efetivo dessa tecnologia pelos alunos, pois é possível utilizá-la com vários alunos ao mesmo tempo e em um mesmo computador.

Este trabalho aborda o uso da Realidade Aumentada como o auxílio de cartões de QR codes na elaboração de uma sequência didática educacional. Foi notado que a Realidade Aumentada é uma tecnologia crescente, que possibilita unir o ambiente virtual ao mundo real, não só permitindo uma imersão natural e motivadora ao usuário, quanto também fazendo com que aumente sua percepção. Isto garantirá melhor aprendizado e uma maior compreensão do conteúdo didático apresentado, sem a necessidade de aquisição do objeto de estudo.

Através do uso da tecnologia, da observação por meio da câmera do celular, os alunos puderam perceber o ambiente natural existente na escola e vivenciaram momentos junto à natureza de maneira positiva. A partir das atividades desenvolvidas foi possível atingir uma sensibilização e um maior comprometimento dos alunos para as questões que envolvam a eletrodinâmica, no que diz respeito sobre circuitos elétricos simples aplicando como plano de fundo a lei de ohm.

A didática, na hora de apresentar um conteúdo novo com auxílio da Realidade Aumentada, utilizando *AR Circuits 4D physics* com o auxílio dos cartões de QR Code se tornará muito mais dinâmica e mais prazerosa dando, assim, uma diferenciação dos conteúdos pedagógicos. A fim de mudar esta forma tradicional de se apresentar conteúdos didáticos foi desenvolvido o trabalho que atingiu seu objetivo de aproximar o discente do conteúdo por meio da interatividade proporcionada pela RA e também demonstrou que esta poderá ser utilizada como metodologias alternativas de ensino. Assim, pode-se

concluir que uso da Realidade Aumentada em auxílio à Educação e o QR code além de tornar os discentes mais motivados proporcionaram uma maior interação entre estes e os conteúdos e novas tecnologias educacionais para o ensino de física, potencializando o ensino aprendizagem.

Vale destacar que o uso da RA no ensino servirá também como contrapartida para ampliar a ação dos professores, que em sua grande maioria ainda não faz uso de simulações ou recursos digitais.

REFERÊNCIAS

ANAMI, Beatriz Miho. **Boas Práticas de Realidade Aumentada Aplicadas à Educação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação), Universidade Estadual de Londrina, v. 49, 2013.

ARAÚJO, I. S; VEIT, E. A; MOREIRA, M. A. **Uma Revisão da Literatura sobre Estudos Relativos a Tecnologias Computacionais no Ensino de Física**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 4, n. 3, p. 5-18, 2004b.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Editora Paralelo, 1º Ed. Lisboa - PT, 2003. Disponível em: <https://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf>. Acesso em 25 mai. 2023.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D.P. (1963). **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton.

BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnonle. **Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física**. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/3073/307325328006.pdf>>. Acesso em 10 mai. 2022.

BARROSO, Marta F. FALCÃO, Eliane B. M. **Evasão universitária: o caso do Instituto de Física da UFRJ**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, v. 9, p. 1-14, 2004. Disponível em: <<https://www.if.ufrj.br/~carlos/pef/materiais/marta-epef2004-evasao-co12-2.pdf>>. Acesso em 25 mai. 2023.

BRASIL. Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016. **Institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral**. Portal da Legislação, Brasília, 22 set. 2016a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Mpv/mpv746.htm>. Acesso em: 09 mai. 2022.

_____. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. **Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996**, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Portal da Legislação, Brasília, 16 fev. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm>. Acesso em: 09 mai. 2022.

_____. Ministério da Educação e Cultura Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <ftp://ftp.fnde.gov.br/web/pcn/05_08_ciencias_naturais.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2022.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações**

Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2022.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Censo Escolar da Educação Básica 2022: Resumo Técnico. Brasília, 2023.

BONFIM, Valéria; SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. **Vygotsky na pesquisa em educação em ciências no Brasil:** um panorama histórico. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 18, n. 1, p. 224- 250, 2019. Disponível em: <<http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/370>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

CARDOSO, A.; LAMOUNIER, E. A. **Aplicações na Educação e Treinamento.** Em Realidade Virtual e Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica. Disponível em: <http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf>. Acesso em 10/05/2022.

CARRIL, Maria da Graça Pimentel; NATÁRIO, Elisete Gomes; ZOCCAL, Sirlei Ivo. **Considerações sobre aprendizagem significativa, a partir da visão de Freire e Ausubel:** uma reflexão teórica. E-mosaicos, v. 6, n. 13, p. 68-78, 2017. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/e-mosaicos/article/view/30818/22843>>. Acesso em 10 mai. 2022.

CITOLINO, Lucas Vinicius de Lima. **Circuitos elétricos equivalentes:** aplicações tecnológicas e abordagem para o ensino de Física. Trabalho de conclusão de curso para Licenciatura em Física. Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente da UNESP. Presidente Prudente - SP, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/149274>>. Acesso em 30 mai. 2023.

DOMINGUES, José Luiz. **Reforma do Ensino Médio:** nova formulação curricular e a realidade. Universidade e Sociedade (ANDES), v. 10, n. 21, p. 125-130, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/es/a/HyvQJ6b3MVTV9h7BLdJBkvv/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 10 mai. 2022.

DENARDIN, Luciano. MANZANO, Ramón Cid. **Desenvolvimento, utilização e avaliação da realidade aumentada em aulas de física.** Novas Tecnologias na Educação. V. 15 Nº 2, 2017. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/79258>>. Acesso em: 15/05/2022.

ESPINOSA, Tobias; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Crenças de autoeficácia em aprender Física e trabalhar colaborativamente:** um estudo de caso com o método Team-Based Learning em uma disciplina de Física Básica. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/6020>>. Acesso em 10/05/2022.

ESTAPA, A.; NADOLNY, L. The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. **Journal of STEM Education: Innovations and Research**, v. 16, n. 3, p. 40-48, 2015.

FIGUEIREDO, M.; GOMES, J.; GOMES, C.; LOPES, J. **Augmented Reality tools for teaching and learning**. EduRe Journal: International Journal on Advance in Education Research, v. 1, n. 1, p.22-34, 2014.

FRANCO, Donizete Lima. **A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio**. Revista triângulo, v. 11, n. 1, p. 151-162, 2018. Disponível em: <<https://scholar.archive.org/work/m3r2lqxigrbk7cok3yvbim32ze/access/wayback/http://see.r.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/download/2664/2700>>. Acesso em 09/05/2022.

FRANZIN, *et. al.* **Institucionalização da EaD e os Indicadores de Eficácia na Rede Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**. Revista Científica Internacional, n. 30, v. IX, p. 147-163, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284460591_A_INSTITUCIONALIZACAO_DA_EAD_E_OS_INDICADORES_DE_EFICACIA_NA_REDE_FEDERAL_DE_EDUCACAO_CIENTIFICA_E_TECNOLOGIA>. Acesso em 10/05/2022.

FREIESLEBEN, Fernando B.; LODER, Liane L.; BECKER, Maria Luiza R. **Um debate acadêmico sobre a aprendizagem de circuitos elétricos: o estado da arte**. In: Anais: XLI–Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Gramado: UFRGS. 2013. Disponível em: <https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/118376_1.pdf>. Acesso em: 15/05/2022.

FORTE, C. E.; KIRNER, C. **Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática**. Atas do 6o Workshop de realidade virtual e aumentada. Santos, 2009.

GASPAR, A. **Física**: volume único. São Paulo: Ática, 2005.

GOMES, Érica Cupertino. **Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino da física**. Xaieny Luiza de Souza Oliveira Franco, Alexsandro Silvestre da Rocha - Araguaína, TO: EDUFT, 2020, p. 35. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/editora/article/download/9205/18076/>>. Acesso em 10/05/2022.

HALLIDAY; RESNICK; WALKER. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

HERNANDES, Claudio Luiz. **Atividades Experimentais no ensino da Física Moderna e a prática pedagógica de professores**. Santa Maria/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria.(Dissertação de Mestrado), 2002. Disponível em: <<https://www.cedoc.fe.unicamp.br/banco-de-teses/adr?page=179#35505>>. Acesso em 10/05/2022.

IBÁÑEZ, M.B.; DI SERIO, Á.; VILLARÁN, D.; KLOOS, C.D. Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. **Computers & Education**, v. 71, p. 1-13, 2014.

JORDÃO, T. C. **Recursos Digitais de Aprendizagem**. In Revista Tecnologias Na Educação, ISSN: 1984-4751, Ano 1 – Nº 1.

KERAWALLA, L.; LUCKIN, R.; SELJEFLOT, S.; WOOLARD, A. **Making it real**: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, v. 10, n. 3-4, p. 163-174, 2006.

KIRNER, C. KIRNER, T. G. **Virtual Reality and Augmented Reality Applied to Simulation Visualization**, in El Sheikh, A.A.R., Al Ajeeli, A. and Abu-Taieh, E.M.O.

LESSA, Renato Corrêa da Silva. **A Teoria Educacional de Ausubel e a Interação Docente-Discente Sob o Olhar Vigotskiano Durante uma Pandemia**: uma Breve Reflexão. *EaD em Foco*, v. 11, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/1510>>. Acesso em 10/05/2022.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Tradução Manuel Dias Duarte. 3 ed. Lisboa: Horizonte Universitário, 1998.

LEFRANÇOIS, Guy R. **Teorias da Aprendizagem**. 5 ed. Tradução Vera Mayar, São Paulo: Cenage Learning, 2008, p. 241.

LIMA, M.B.; PEREIRA, L.B.; MERÍNO, C.G.; STRUCHINER, M. **Realidade Aumentada no Ensino de Ciências**: uma revisão de literatura. Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2017.

MOTTA, Vânia Cardoso da; FRIGOTTO, Gaudêncio. **Por que a urgência da reforma do ensino médio?** Medida Provisória nº 746/2016 (Lei nº 13.415/2017). *Educação & Sociedade*, v. 38, p. 355-372, 2017.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo, 1982. Disponível em: <<https://feapsico2012.files.wordpress.com/2016/11/moreira-masini-aprendizagem-significativa-a-teoria-de-david-ausubel.pdf>>. Acesso em 01 mai. 2022.

MOREIRA, Marco; MASSONI, Neusa. **Interfaces entre teorias de aprendizagem e Ensino de Ciências/Física**. Textos de apoio ao professor de Física, Porto Alegre, v. 26, n. 6, 2015. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v26_n6.pdf>. Acesso em: 14/05/2022.

MACHADO, Luiz. CANTO, Lívio Ribeiro. **Física**: Volume 03. Coleção Bernoulli Sistema de Ensino / vários autores. Associação de resistores, p. 75-84. Editora Bernoulli, 2005. Disponível em: <<http://fuvestibular.com.br/downloads/apostilas/Bernoulli/Colecao-6V/Fisica/Fisica-Volume-3.pdf>>. Acesso em 15/05/2022.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. São Paulo: Editora Scipione, 2000.

NASCIMENTO, João K. Firmino do. **Informática aplicada à educação**. Universidade de Brasília. Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/infor_aplic_educ.pdf>. Acesso em 28 mai. 2023.

MEIRA, Samuel Souza. **Aprendizagem significativa e assimilação obliteradora**: um estudo com conceitos de cálculo. Tese de Doutorado (Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo - SP, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/11047>>. Acesso em 25 mai. 2023.

NEVES. Deyse *et al.* **Teorias de aprendizagem e a formação docente em física**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática). Instituto Federal da Paraíba. Patos - PB, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1598>>. Acesso em 10 mai. 2022.

OKADA, A. **Reusing Educational E Content**. S/I, 2010. Disponível em: <<Http://Labspace.Open.Ac.Uk/Course/View.Php?Id=5571>>. Acesso em 15 jan. 2018.

PIAGET, Jean. **Desenvolvimento e Aprendizagem**. Texto traduzido por Paulo Francisco Slomp do original incluído no livro de: LAVATTELLY, C. S. e STENDLER, F. Reading in child behavior and development. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972. Disponível em http://livrosdamara.pbworks.com/f/desenvolvimento_aprendizagem.pdf. Acesso em: 02 jan. 2019.

PIAGET, Jean. **O diálogo com a criança e o desenvolvimento do raciocínio**. São Paulo: Scipione, 1997.

PIERCE, Charles Sanders. **Semiótica**. 3.ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

PAZ, Luiz Ricardo da. **A importância da tecnologia no aprendizado de física**: a utilização do QR Code no ensino da astronomia. Medianeira, 2020.

RUBIO, Eduardo Medina. **Freire**: consciência e libertação (a pedagogia perigosa). Rev. Fac. Educ., São Paulo, v. 23, n. 12, p., jan. 1997. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rfe/a/fgqkYpxGm4mDtF4jkwWrmGK/?lang=pt>>. Acesso em 10/05/2022.

SANTOS, Camile Fernanda Machado dos; MINUZI, Nathalie Assunção. **As tecnologias digitais como significativas ferramentas para o processo de ensino de alunos (as) com déficit de aprendizagem**. pós-graduação Psicopedagogia com Ênfase em Educação Especial. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/1871>>. Acesso em 10/05/2022.

SEARS & ZEMANSKY. **Física 3**: Eletromagnetismo. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

VALENTE, J. A. Aprendizagem continuada ao longo da vida. In: TORNAGHI, A. J. da C.; PRADO, M. E. B. B.; ALMEIDA, M. E. B. de. **Tecnologias na Educação: ensinando e aprendendo com as TIC**. 2. ed. Brasília, 2010. p. 70-80. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000011620.pdf>>. Acesso em: agosto 2019.

VANZ, Nórton Mattiello. **Um estudo sobre a evolução do código de barras linear até o QR Code e sua aplicação em um estudo de caso**. Monografia apresentada ao curso de tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, para

obtenção do título de tecnólogo em Sistemas para Internet. Passo Fundo, 2012. Disponível em: <<https://painel.passofundo.ifsul.edu.br/uploads/arq/20150522100839236115836.pdf>>. Acesso em 25 mai. 2023.

VIEIRA, L. de S.; COUTINHO, C.P. **Mobile Learning: Perspectivando o Potencial dos Códigos QR na Educação**. Editora Universidade de Minho. Centro de Competência do Projeto Nónio Século XXI, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/25450>>. Acesso em: junho 2019.

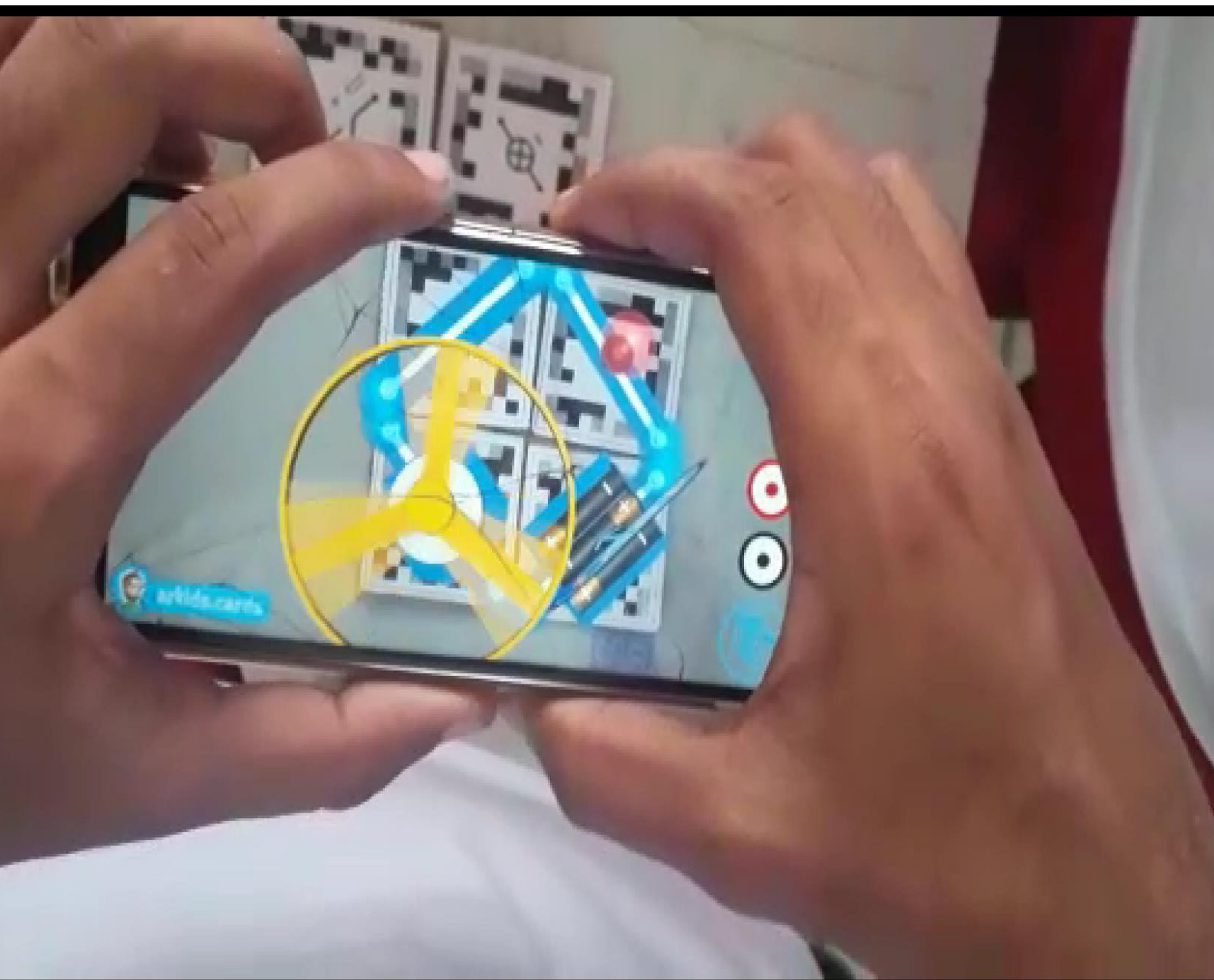
VASCONCELOS, Teresa. **A importância da educação na construção da cidadania**. Ver, saber e educar, n. 12, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.esepf.pt/handle/20.500.11796/714>>. Acesso em 10/05/2022.

VYGOTSKY L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**, São Paulo: Martins Fontes, 2002.

VYGOTSKY L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

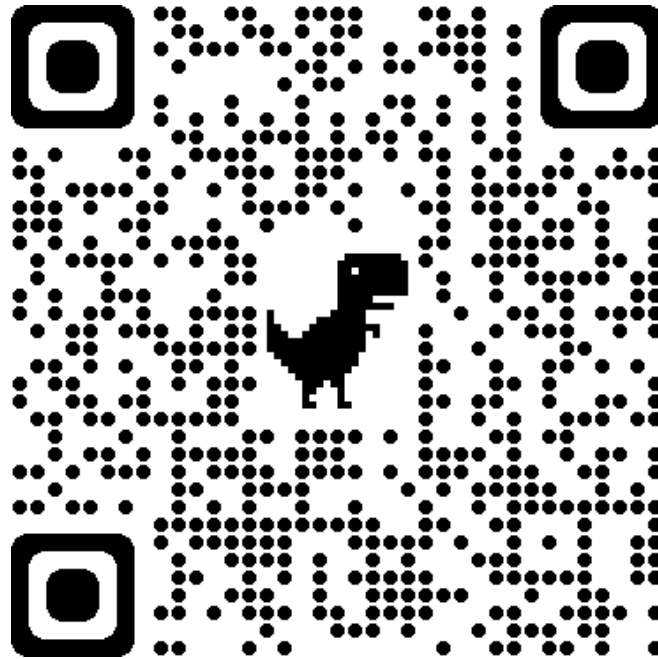
ANEXOS

UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS POR MEIO DO USO DA REALIDADE AUMENTADA E CARTÕES DE QR CODE

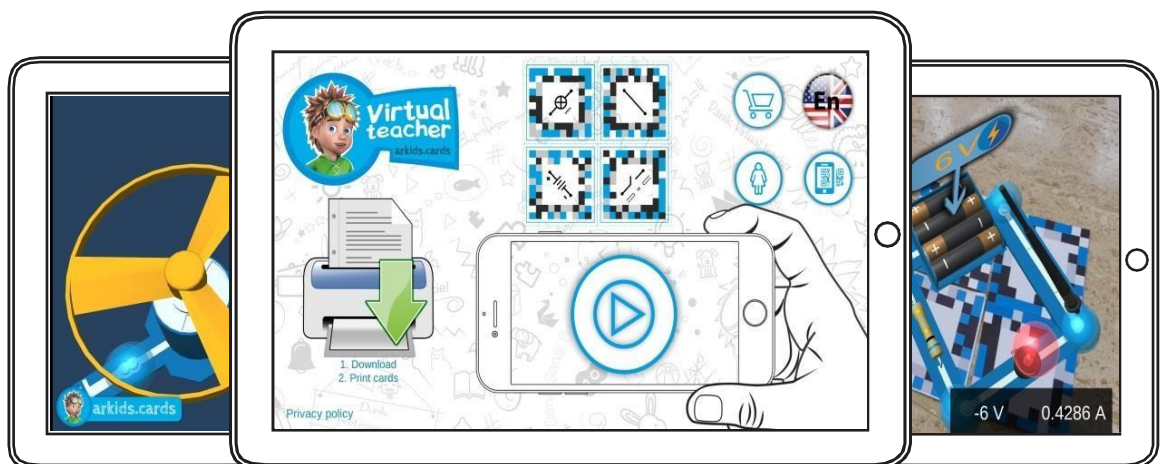


PARA COMEÇAR, SEGUIE ABAIXO O QR-CODE DO DOWNLOAD DO APLICATIVO AR CIRCUITS PHISYCS 4D:

APONTE A CÂMERA DO SEU SMARTPHONE PARA O QR-CODE PARA BAIXAR O APP.



EM SEGUIDA, OS CARTÕES DE QR-CODES DOS ELEMENTOS DE CIRCUITO ELÉTRICOS PARA IMPRESSÃO, RECORTE EM QUADRO, CONSTRUÇÃO E MANIPULAÇÃO DE FORMA LÚDICA EM REALIDADE AUMENTADA



1 INTRODUÇÃO

O Produto Educacional que aqui se apresenta faz parte de uma dissertação de Mestrado. Portanto, ele é dirigido aos professores e professoras como uma maneira de utilizar, em sala de aula, a Realidade Aumentada (RA) e cartões de *QR code* para o ensino de circuitos elétricos, dentro da disciplina de Física.

Através da análise do material que serviu como base para as pesquisas do Mestrado, tais como o trabalho de Denardin e Mazano (2017), é possível observar que parte considerável do alunato vê a matéria como um conjunto de conteúdos com fórmulas complexas e desconexas da realidade cotidiana (DENARDIN; MAZANO, 2017). Assim, a falta de desejo em estudar e compreender a disciplina infelizmente é um paradigma que precisa ser superado.

Os recursos tecnológicos já permeiam parte expressiva do tecido social, tendo em vista que a tecnologia possui o apelo de facilitar as tarefas do dia a dia. No âmbito da educação, é plausível que os métodos e metodologias aplicados evoluam em conjunto com essa realidade social, o que torna cada vez mais evidente a necessidade de regulamentar esses métodos.

Não basta que instrumentos tecnológicos sejam utilizados com objetivos pedagógicos, mas que as atividades estejam aliadas ao processo de ensino e aprendizagem do aluno. Na tentativa de superar essa concepção e contribuir para uma alternativa pedagógica que torne o conteúdo ainda mais acessível às estruturas cognitivas dos discentes, constrói-se essa Proposta Educacional. Afinal, o uso da RA não apenas enriquece o mundo real, como também a imaginação do aluno, favorecendo a investigação do modelo científico e auxiliando na compreensão do fenômeno físico.

Forneceremos aqui uma Sequência Didática (SD) que servirá como estratégia a ser aplicada no ensino dos Circuitos Elétricos. Ela deve ser aplicada em 5 (cinco) aulas de 50 (cinquenta) minutos cada e desenvolvida pelo educador ou educadora como uma forma de introduzir os alunos ao ensino básico da Física. O arcabouço teórico utilizado para construir essa SD são as teorias de aprendizagem significativa proposta por Ausubel e a teoria de mediação de Vygotsky, dividindo-se da seguinte forma:

Aula 1: Apresentação da Sequência Didática, do Aplicativo *Ar Circuits Physics* e dos questionários propostos para aplicação da SD.

Aula 2: Conceitos iniciais.

Aula 3: Potencial elétrico e corrente elétrica. Resistência elétrica e lei de Ohm.

Aula 4: Associação de resistores (em série e em paralelo), capacitância e

capacitores.

Aula 5: Construção de circuitos RC utilizando o Smartphone e cartões de QR code.

2 RECURSOS UTILIZADOS

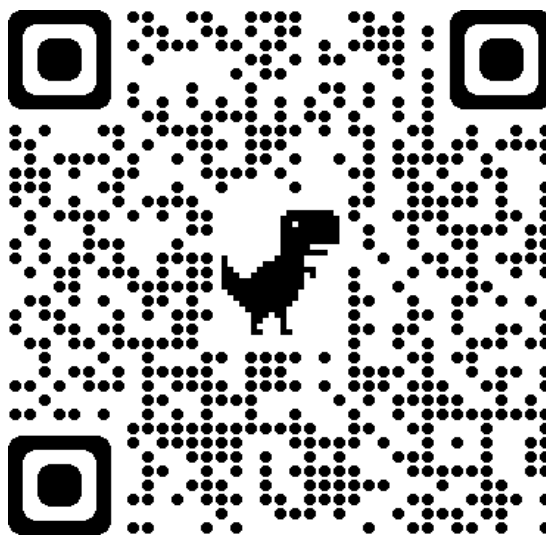
Neste capítulo, você irá se familiarizar com os elementos que serão necessários para aplicar a SD que será proposta no próximo capítulo. O conteúdo a ser trabalhado é o de Circuitos elétricos e faz parte da grade curricular nacional do Ensino Médio (BRASIL, 2017), sendo lecionado no 3º (terceiro) ano.

2.1 Aplicativo Ar Circuits 4D Physics

O aplicativo *Ar Circuits 4D Physics* foi desenvolvido pela empresa Valeriy Danyuk, e é um software livre, de fácil acesso e utilização, não sendo necessário ser um profissional da área da tecnologia da informação para utilizá-lo. Ele pode ser encontrado na loja de aplicativos de qualquer Smartphone ou Tablet, seja aqueles com sistema operacional iOS ou Android e seu download é gratuito.

Para dispositivos com sistema operacional iOS, sua versão mais atual somente é compatível com sistemas operacionais 7.0 ou superiores. A classificação indicativa é acima de 4 anos de idade. Caso haja necessidade, pode ser encontrado também através do link (<<https://apkpure.com/ar-circuits-4d-physics/com.DanikTM.ARCircuits>>). Ou ainda, através do QR Code abaixo:

FIGURA 1 - QR CODE PARA DOWNLOAD DO APLICATIVO

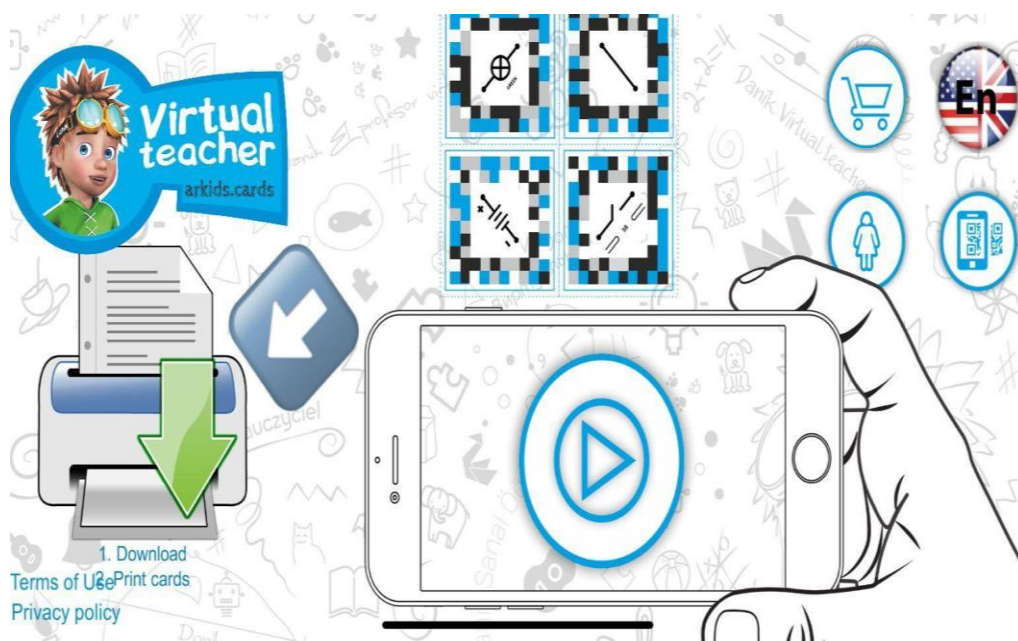


FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Para utilizá-lo, é necessário que o dispositivo possua uma câmera, e que a permissão para a usar esteja habilitada. Entre os idiomas disponíveis, o português ainda não está incluído para a versão mais atual. No entanto, isso não impedirá que os alunos que não tenham conhecimento de outra língua, como o inglês, possam utilizá-lo, já que sua *interface* é intuitiva e o professor sempre estará auxiliando nas atividades.

Assim que ele for instalado, o aplicativo já oferece a opção de fazer o download dos materiais que serão utilizados, devendo o professor acessar o arquivo em PDF disponibilizado, selecionando a imagem de uma impressora no canto inferior esquerdo da tela inicial, conforme indica a seta azul presente na figura 2. Esse material deve ser impresso para prosseguimento das atividades.

FIGURA 2 – TELA INICIAL DO APLICATIVO *AR CIRCUITS 4D PHYSICS*.



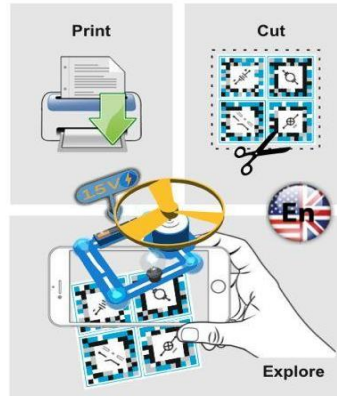
FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Para ter acesso ao material, o aplicativo solicita uma simples resolução de multiplicação, para se certificar de que é um adulto que pretende acessar o arquivo em PDF. Os fatores da multiplicação mudam a cada vez que você tenta acessar o arquivo, de forma aleatória. O material a ser impresso consta nas figuras 2, 3, 4 e 5. Como indicado, ele deve ser recortado pelo professor ou professora antes de ser entregue aos alunos.

FIGURA 3 – PÁGINA 1 DO MATERIAL DISPONIBILIZADO PELO APLICATIVO.

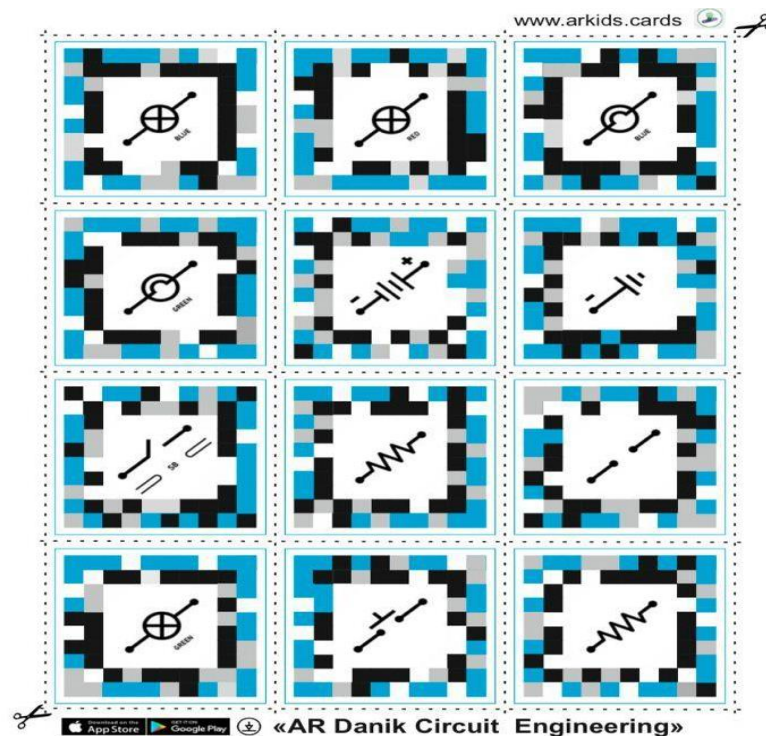


«AR Danik Circuit Engineering»



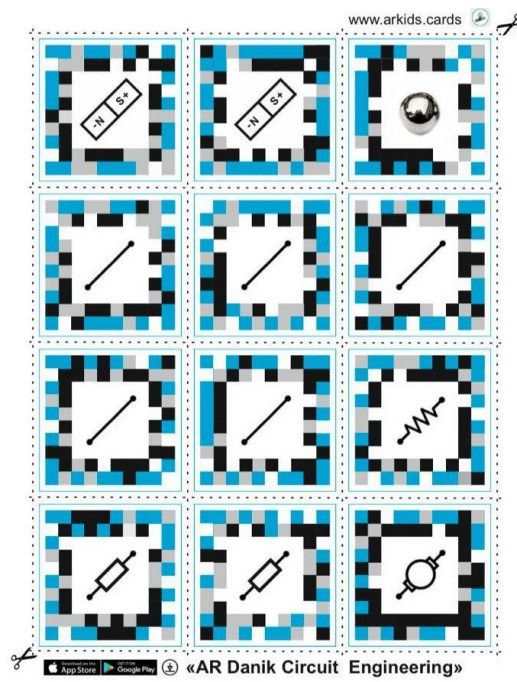
FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

FIGURA 4 – PÁGINA 2 DO MATERIAL DISPONIBILIZADO PELO APLICATIVO.



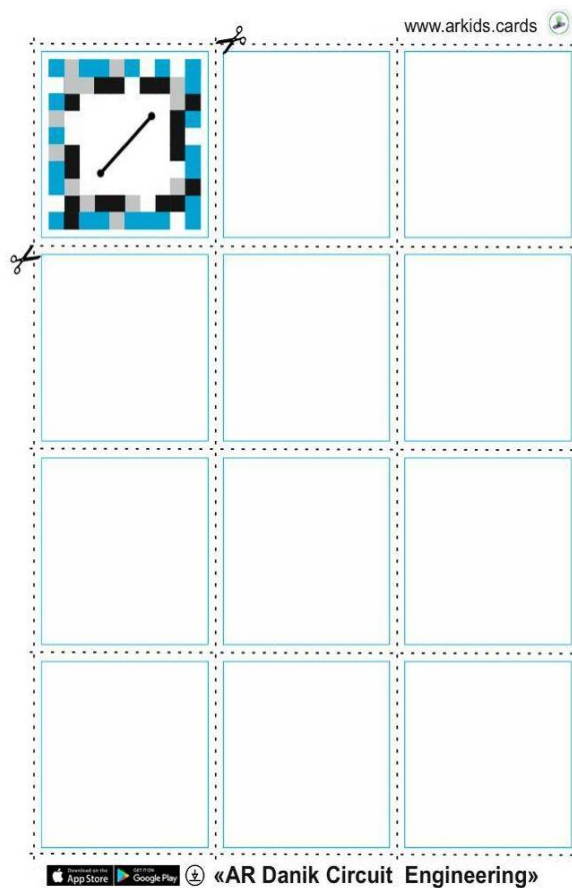
FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

FIGURA 5 – PÁGINA 3 DO MATERIAL DISPONIBILIZADO PELO APLICATIVO



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

FIGURA 6 – PÁGINA 4 DO MATERIAL DISPONIBILIZADO PELO APLICATIVO



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Os cards de códigos QR são usados para organizar os testes. A descryptografia das informações do código QR é realizada no programa pela câmera do smartphone ou tablet. Esse aplicativo utiliza a tecnologia da RA, e é através dela que os alunos irão observar a construção dos circuitos elétricos, juntamente com o auxílio dos cartões de QR Code.

Ele permite combinar os melhores aspectos e vantagens do ensino em sala de aula, seja por meio de trabalhos em grupo ou de forma individual. Amplificando o campo de atuação também para o ensino a distância, gerando problemas, simulando circuitos elétricos e aplicando conceitos e leis físicas em sala ou em casa, de forma simples e lúdica.

Tendo em vista o acesso facilitado e a possibilidade de realização de experimentos literalmente na palma das mãos dos alunos, o aplicativo *Ar Circuits 4D Physics* pode ser considerado um dos mais completos para a área educativa de Física.

3 REALIDADE AUMENTADA

Agora que você se familiarizou com as ferramentas que serão utilizadas, é necessário compreender que tipo de tecnologia será aplicada nas atividades. O avanço da multimídia e das inovações tecnológicas na realidade virtual, proporcionado pela maior potência dos computadores, permitiu a integração de vídeo e ambientes virtuais interativos, em tempo real. Dessa forma, novas interfaces *multimodais* estão sendo desenvolvidas para facilitar a manipulação de objetos virtuais no espaço do usuário, usando as mãos ou dispositivos mais simples de interação como marcadores, luvas ou objetos pré-definidos.

A RA, enriquecendo o ambiente físico com objetos virtuais, beneficiou-se desse progresso, tornando viáveis aplicações dessa tecnologia, tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares permitindo assim a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e sem necessidade de treinamento ou adaptação.

Dessa forma, a RA surgiu como uma melhoria da Realidade Virtual (RV), no que diz respeito ao aparato tecnológico necessário para sua execução, permitindo a sobreposição de 80 objetos e ambientes virtuais no ambiente físico através de algum dispositivo tecnológico. Isso permitiu que interações tangíveis fossem bem mais fáceis e naturais para o usuário, sem a necessidade do uso de equipamentos especiais (TORI, KIRNER & KIRNER, 2011).

Para Tori e Hounsell (2020), um dos pontos marcantes e diferenciais entre RV e

RA é o nível de imersão: na RV é muito maior pelo fato do usuário ter de ser totalmente transportado para o ambiente virtual, enquanto, na RA, o ambiente real é que é incrementado por objetos virtuais, e também no grau de liberdade de movimentos, já que na RA, o usuário pode ter maior liberdade de locomoção e movimentação, proporcionadas pela própria característica da tecnologia, que utiliza bem menos dispositivos especiais que a RV, onde o usuário experimenta o mundo virtual normalmente limitando-se ao espaço de uma sala, na qual os aparelhos necessários para a simulação devem estar todos instalados.

Observando-se este fato e, de acordo com a definição de um sistema de RA apresentado por Azuma (1997, *apud* RIBEIRO; ZORZAL, 2011), podemos inferir que a concretização de um sistema de RA é possível com a utilização de dispositivos simples. Um sistema de RA pode ser completamente configurado, fazendo-se uso de apenas um computador, com os softwares específicos para a materialização dessa tecnologia, uma webcam e os marcadores pré-determinados para decodificação das imagens. Vale ressaltar ainda que, para o autor em questão, um sistema para ser considerado como um sistema de Realidade Aumentada deve apresentar as seguintes características:

- Combina objetos reais e virtuais no ambiente real;
- Possibilita interatividade em tempo real;
- Alinha objetos reais e virtuais entre si;
- Apresenta registro espacial em três dimensões (3D). (AZUMA, 1997, *apud* RIBEIRO; ZORZAL, p. 16, 2011).

A realidade aumentada envolve aspectos bastante importantes: renderização de alta qualidade do mundo combinado; calibração precisa, envolvendo o alinhamento dos virtuais em posição e orientação dentro do mundo real. O ambiente gerado por essa tecnologia utiliza recursos de multimídia, incluindo imagem e som de alta qualidade, e recursos de realidade virtual, incluindo a geração de imagens dos objetos virtuais e a interação em tempo real.

Assim, a plataforma computacional, para esse ambiente, deve apresentar as características apropriadas para multimídia e realidade virtual, tais como: capacidade de processamento e transferência de mídia (imagem, som, etc.); capacidade de processamento gráfico 3D; e interação em tempo real. Atualmente, os computadores preparados para processar jogos apresentam essas características.

Conforme o autor Santomé (2013), os personagens envolvidos diretamente no processo de ensino-aprendizagem devem explorar as possibilidades pedagógicas oferecidas por esses recursos, utilizando-os com metodologias voltadas para uma

aprendizagem significativa.

O processo de aprendizagem está cada vez mais flexível, os alunos ficam felizes em usar seus smartphones e tablets durante as aulas. A tecnologia RA, permite agilizar o processo de aprendizagem e redirecionar o interesse dos alunos. Para manter a atenção, o professor tem que pensar com antecedência quais aplicações e aprendizados tecnológicos a utilizar. Por exemplo, os serviços como Google Classroom, em aulas na modalidade a distância (EAD), que permite organizar e controlar o processo de aprendizagem, integrando materiais visuais para facilitar a percepção do tópico.

Assim, educadores devem estar numa constante busca pelo conhecimento, conforme surgem novas ferramentas de ensino e aprendizagem. Quanto maior as possibilidades de ensino, maiores serão as possibilidades de alcançar o conhecimento dos educandos. Deste modo, é necessário que essas ferramentas tão presentes no dia a dia dos alunos sejam aproveitadas dentro da sala de aula, adaptadas para que os conteúdos se aproximem da estrutura cognitiva dos alunos.

4 QR CODE

O QR Code, derivado de “Quick Response” ou “Código de Resposta Rápida” é um código de barras bidimensional de alta velocidade que permite armazenar maior número de informações num menor espaço. Os diferentes tipos de dados armazenados incluem caracteres alfabéticos (até 4.296 caracteres), números (até 7.089 caracteres), binários (até 2.953 bytes), alfabeto japonês (até 1.817 caracteres), podendo ser lidos através da câmera de qualquer smartphone conectado à rede mundial de computadores.

A maior vantagem da utilização de Qr codes em detrimento dos tradicionais códigos de barra, é que o primeiro permite que seja armazenado como conteúdo uma maior variedade de dados. Eles podem ser combinados ou divididos, e lidos a partir de diferentes ângulos, até 360 graus (RIBAS, 2017). Sua criação é atribuída à equipe da empresa japonesa Denso Wave liderada por Masahiro Hara em 1994, tendo como objetivo inicial encontrar veículos durante o processo de fabricação (RIBAS, 2017). Mas sua capacidade de armazenamento de até 7.089 caracteres e a decisão da Denso Wave em liberar o QR Code para uso público permitiu novas ações globais.

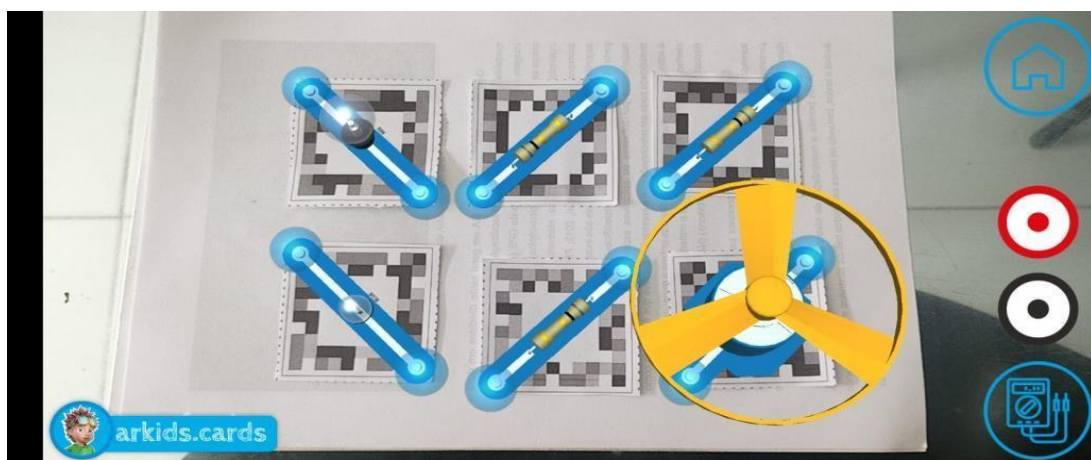
Sendo uma tecnologia livre, permite que qualquer pessoa possa gerar um código a partir do endereço de um site, telefone, Short Message Service, que em português significa Serviço de Mensagens Curtas (SMS), imagem, Portable Document Format, que em português significa Formato Portátil de Documento (PDF) ou texto através das

diversas ferramentas disponíveis na internet como o gerador de QR Code da Shopify e o QR Code Generator ou ainda, aplicativos geradores de QR Codes no Android e iOS como o TapMedia QR Reader e o QR Code Generator and Scanner.

No momento de criação de um código deve-se inicialmente escolher o tipo de QR Code que melhor atenda às necessidades, podendo ser: o QR Code dinâmico, utilizado geralmente para armazenar links que redirecionam o usuário diretamente para o site de destino e apresentam a vantagem de possibilitar edição sem interferência na estrutura do código; e o QR Code estático, utilizado para armazenar textos ou links, apresenta boa capacidade de armazenamento e não exige requisitos tecnológicos. A desvantagem desse tipo é a impossibilidade de alterar o seu conteúdo depois da criação, em caso de erro o utilizador é obrigado a criar um novo código (RIBAS, 2017).

Essa tecnologia nos é aqui importante, uma vez que o desenvolvimento de um ambiente de RA utiliza-se geralmente marcadores fiduciais (pequenos cartões de papel nos quais códigos específicos são impressos), ou seja, QR CODES. Veja a figura 6.

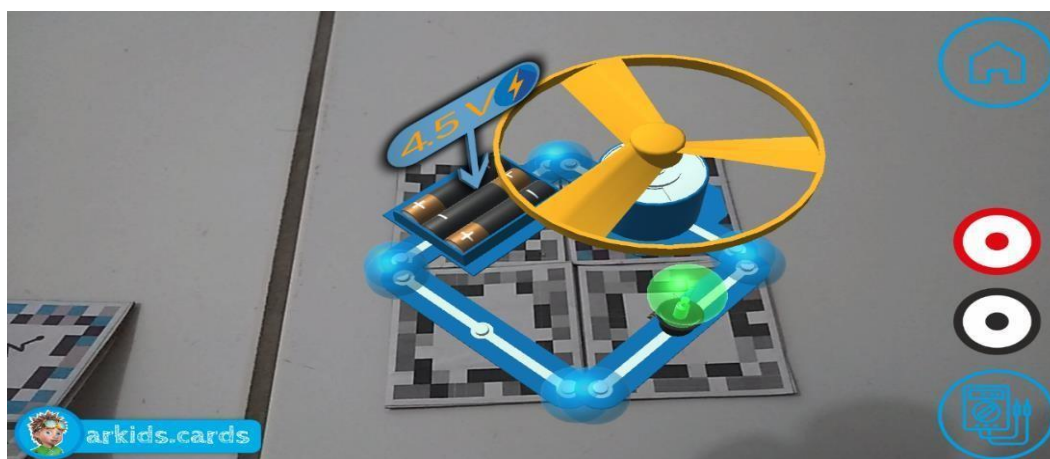
FIGURA 7 – CARTÕES DE QR CODE: RESISTOR, LED.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Ao direcionar este cartão de papel (QR CODE) para uma câmera, ela capta a imagem e a transmite para o software de RA. Em tempo real, o software identifica o objeto virtual que está associado ao respectivo cartão, posicionando-o corretamente sobre ele e renderizando. Ao observar a tela do smartphone, enxerga-se o cenário real com a sobreposição do elemento virtual sobre o cartão (QR Code). O movimento tanto de translação quanto de rotação do marcador permite visualizar outras regiões do elemento virtual tridimensional. Veja a figura 7.

FIGURA 8 – CIRCUITO COM GERADOR E LED



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

6 CIRCUITOS ELÉTRICOS – USO DA REALIDADE AUMENTADA

Tendo em vista as vantagens da RA, isto é, possibilidade de utilizar, em um ambiente real, figuras virtuais, reduzindo a necessidade de uso de equipamentos complexos para experimentos, a SD aqui proposta utiliza essa tecnologia por meio do aplicativo já apresentado, *Ar Circuits 4D Physics*, para o ensino de circuitos elétricos, com o auxílio dos QR Codes. A SD proposta consta no quadro disposto abaixo.

Encontro	Atividades	Objetivos	Carga horária
Aula 1	Aula expositiva para apresentar a SD, o aplicativo e os questionários.	Definir metas a serem alcançadas de acordo com a aplicação da SD	1h/ a 50 min
Aula 2	Aula teórica sobre os conceitos iniciais de Circuitos elétricos.	Definir e diferenciar potencial elétrico e corrente elétrica.	1h/ a 50 min
Aula 3	Aula teórica sobre Potencial elétrico e Resistência elétrica	Conceituar intensidade e sentido da corrente elétrica e densidade de corrente. Conceituar lei de OHM, e resistores e associação de resistores.	1h/ a 50 min
Aula 4	Aula teórica sobre circuitos RC.	Definir carga de um	1h/ a 50 min

		capacitor, constante de tempo e descarga de um capacitor.	
Aula 5	Aula experimental com o Aplicativo Ar Circuits 4D Physics com os cartões de QR Code.	Trabalhar associação em série de capacitores e em paralelo.	1h/ a 50 min

6.1 Aula 1

Essa aula deve ser a mais importante para captar a atenção dos alunos em relação à sequência didática que se seguirá. Por isso, ela deve ser mostrada a eles através de apresentação de slides, para que seja mais fácil visualizar os caminhos que serão trilhados. É também nessa aula que o aplicativo deve ser apresentado, junto com o material dos cartões de QR Code. Isso irá prender a atenção dos alunos, que ficarão ansiosos pela aula em que o aplicativo será enfim utilizado, fazendo-os se empenhar mais em compreender o conteúdo apresentado. Vídeos e textos de apoio serão bem vindos.

6.1.1 Descrição das atividades

A Sequência Didática será apresentada junto com o cronograma das aulas e atividades, assim, os alunos ficarão cientes de toda a metodologia que será aplicada. Ao final, a avaliação da aula deve ser feita, contando com a observação dos alunos quanto ao trabalho que será desenvolvido. Para isso, propõe-se aqui a aplicação dos questionários abaixo. O objetivo do questionário é avaliar a opinião dos alunos a respeito da metodologia que será aplicada, bem como identificar alguns de seus subsunçores para prosseguimento do conteúdo. A avaliação das respostas desse questionário deve ser feita de forma qualitativa, ou seja, levando em conta os pontos diferentes que aparecerão na resposta.

6.1.2 Questionários propostos

1. Nome:
2. Idade:
3. Descreva de forma sucinta qual a finalidade da disciplina de Física no ensino médio.

4. Quais são suas supostas dificuldade e facilidades em compreender os assuntos abordados no ensino de física em sala de aula?
5. A falta de recurso didático, como computadores, laboratórios ou práticas experimentais dificultam a aprendizagem no ensino de Física?
6. Sobre os circuitos elétricos, cite supostas dificuldades ou facilidades na compreensão dos tópicos abordados pelo professor na sala de aula, utilizando a forma convencional em desenhar circuitos elétricos.
7. Se houvesse outra forma de ser trabalhado em sala de aula, fugindo do convencional os tópicos abordados sobre a disciplina de física de forma diferente, na sua opinião, iria melhorar a aprendizagem ou não acrescentaria em nada?
8. Quais são seus níveis de conhecimento sobre os assuntos de realidade aumentada e os cartões de QR Code:
9. De forma sucinta, qual a sua opinião sobre a aplicação da realidade aumentada junto com o uso dos cartões de QR Code para contextualizar e facilitar o ensino aprendizagem no ensino de Física?
10. A ferramenta da realidade aumentada com o auxílio dos cartões de QR Code ajudaram a percepção, forma de montar e visualizar os circuitos elétricos?
11. Utilizar a realidade aumentada junto com os cartões de QR Code aumentou seu interesse pela Física? Justifique.
12. Na sua opinião, você concorda ou discorda que a realidade aumentada com o auxílio dos cartões de QR Code são fáceis de usar no ensino de Física, se tornando interessante estender para todos os assuntos já abordados no Ensino Médio?

6.2 Aula 2

Este segundo encontro também será fundamental para captar a atenção dos alunos. Portanto, durante os minutos iniciais, será interessante fomentar uma discussão a respeito do questionário prévio aplicado sobre a sequência didática. A partir das respostas dos alunos, o professor deve conduzir o início do conteúdo, fazendo alusões com o cotidiano dos alunos para as questões que eles alegaram ter mais dificuldades.

Ao iniciar o conteúdo, o professor deverá definir e diferenciar potencial elétrico e corrente elétrica, bem como intensidade, sentido e densidade da corrente elétrica. Essas definições iniciais devem ser feitas com auxílio do material didático e das atividades nele propostas (o livro ou material fica à escolha do docente).

6.3 Aula 3

Esta aula seguirá como uma continuação da anterior e deve seguir os conteúdos apresentados no cronograma do item 6. De forma direta, o educador deve conceituar intensidade e sentido da corrente elétrica e densidade de corrente. Conceituar lei de OHM, e resistores e associação de resistores. Neste ponto, os exemplos devem ser utilizados para que o conteúdo se alie aos subsunçores já presentes na estrutura cognitiva

dos discentes, trabalhando da forma mais dinâmica e lúdica possível.

6.4 Aula 4

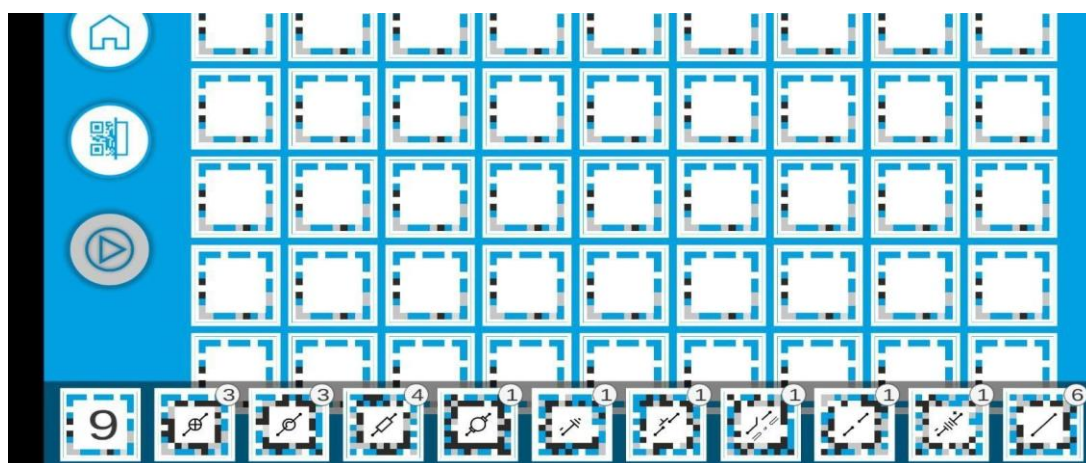
A Aula 4 também deverá ser teórica, devendo o professor definir os conceitos de carga de um capacitor, constante de tempo e descarga de um capacitor. Deve também aplicar atividades em relação ao conteúdo trabalhado, a fim de fixá-lo na mente dos alunos. Também deve ser lembrado aos alunos o cronograma da sequência didática, alertando-os que na aula seguinte, as questões-problemas serão realizadas com o auxílio do aplicativo já apresentado e dos cartões de QR Code.

6.5 Aula 5

Nesta última aula, deverão ser trabalhados inicialmente os conceitos de associação em série de capacitores e em paralelo. Em seguida, os alunos irão observar a construção dos circuitos utilizando a tecnologia de RA presente no aplicativo. É sugerido que os alunos realizem uma atividade de investigação, elaborando um experimento real que verifique o problema proposto pelo professor.

com o uso do aplicativo *AR Circuits 4d Physics*, será substituído o modelo convencional de se escrever (montar) os circuitos elétricos por um cartão universal, na qual cada aluno fará o seu, munido do smartphone, (Figura 10) para as todas as questões elaboradas pelo professor anteriormente da forma convencional. Cada cartão tem um número dos principais elementos dos circuitos elétricos que são: uma bateria, um interruptor, uma lâmpada incandescente, resistores, um motor elétrico, um condutor, um terra. Estes componentes permitem construir circuitos.

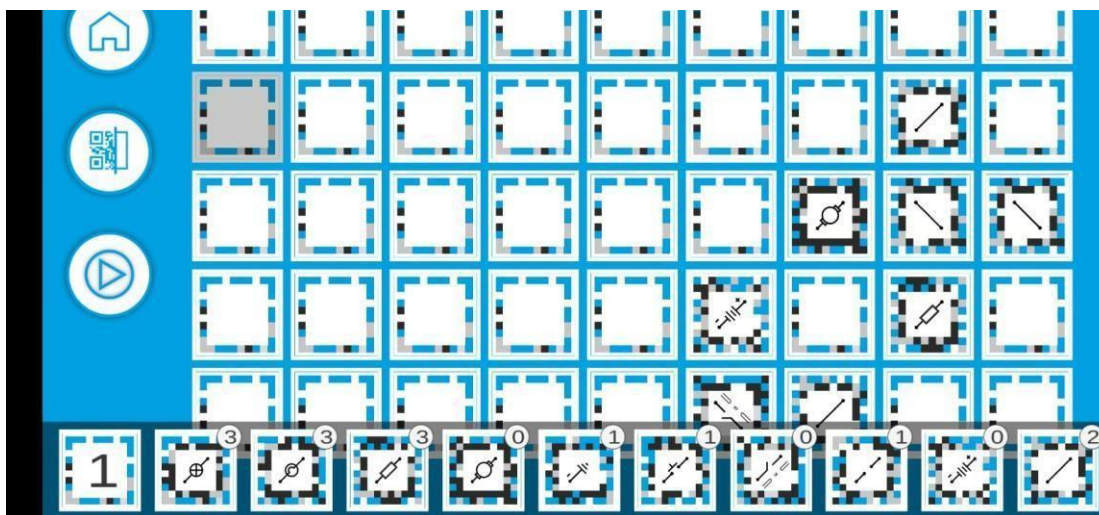
FIGURA 9 – TABELA DE MONTAGEM DOS CARTÕES DE QR CODE



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

A etapa seguinte aparece na tela ou de forma oral formulário, os alunos irão montar no cartão universal identificando e construindo os circuitos elétricos com os cards de QR codes com o auxílio do smartphone (*AR Circuits 4d Physics*) irão executar o mesmo na forma de realidade aumentada. Figura 10.

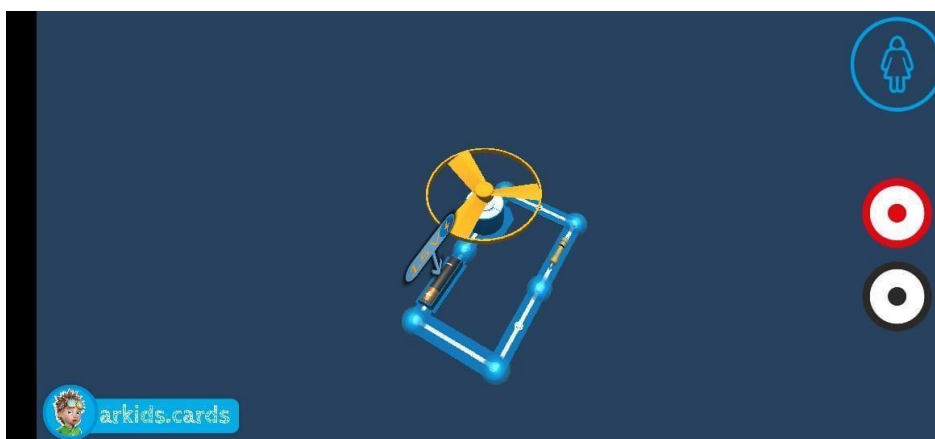
FIGURA 10 – TABELA DE MONTAGEM DOS CARTÕES DE QR CODE



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

O professor pode apontar para o cartão de seu smartphone com um QR-code a câmera e escanear os resultados. Os resultados das respostas dos alunos aparecem 100 imediatamente na tela do professor smartphone e eles são exibidos na tela grande e salvos para processamento (Fig. 11).

FIGURA 11 – VISÃO VIRTUAL DO CIRCUITO



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Os resultados das respostas dos alunos aparecem imediatamente na tela do professor smartphone e eles são exibidos na tela grande e salvos para processamento e eles são exibidos na tela grande e salvos para processamento (Fig. 11). Para isso, o

professor precisa criar uma conta em uma loja de aplicativo e para organizar o as atividades realizadas pelos alunos, controlar e instalar o aplicativo em um smartphone ou tablet.

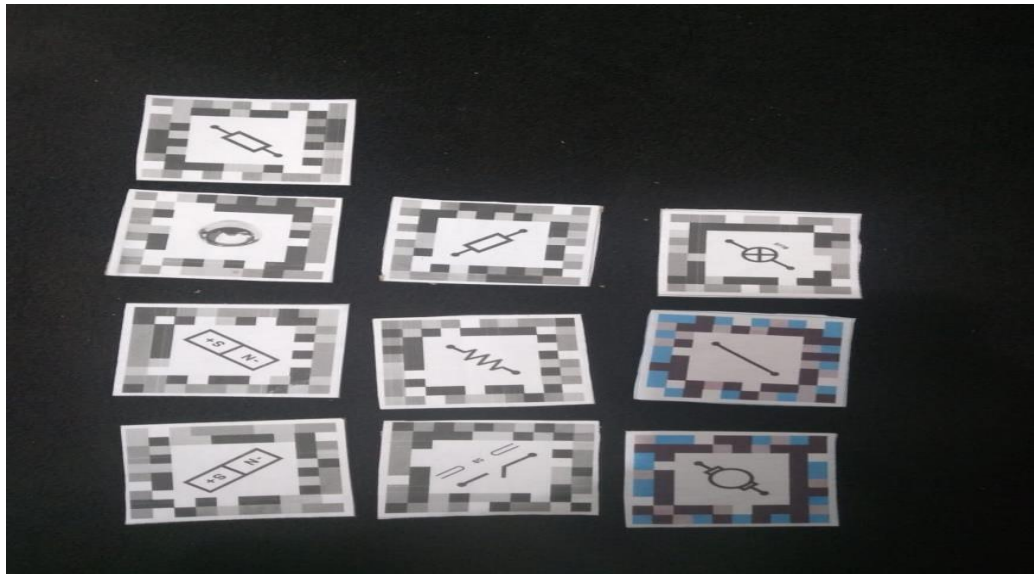
FIGURA 12 – CARTÃO RESPOSTA DA ATIVIDADE GERADO PELO APLICATIVO.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

A Realidade Aumentada com o auxílio dos cards de QR-code são uma complementação do mundo físico com dados digitais. A RA usa o ambiente ao nosso redor e impõe uma certa quantidade de informações visuais sobre ele, como gráficos, sons e resposta ao toque. Aplicativos móveis com RA podem aumentar significativamente o interesse de alunos em disciplinas de aprendizagem através do uso de tecnologias multimídia avançadas, que nos permite visualizar os tópicos mais complexos usando qualquer computador moderno, tablet ou smartphone. Fora do ambiente virtual, o professor pode determinar a mesma atividade de montagem e análise dos circuitos elétricos, utilizando apenas os cards de QR codes impressos e recortados na forma de quadrados, agora em equipes. Observe as figuras 13 e 14.

FIGURA 13 – CARTÕES DE QR CODE.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

De forma coordenada e lúdica, os alunos fazem os recortes dos card de QR code de forma manual, em equipe, conhecendo assim o símbolo de cada elemento de circuito elétrico e conseqüentemente analisando a sua real função quando montado.

FIGURA 14 – CARTÃO DE QR CODE SENDO SIMULADO NA RA.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Divididos em grupos, cada equipe ficou responsável em elaborar um circuito elétrico elaborado de forma tradicional em aula anterior para fazer a remontagem utilizando os cartões de QR codes e o aplicativo de RA com o auxílio do smatphone, durante a aplicação do produto foram montados alguns circuitos para simular em ambiente RA:

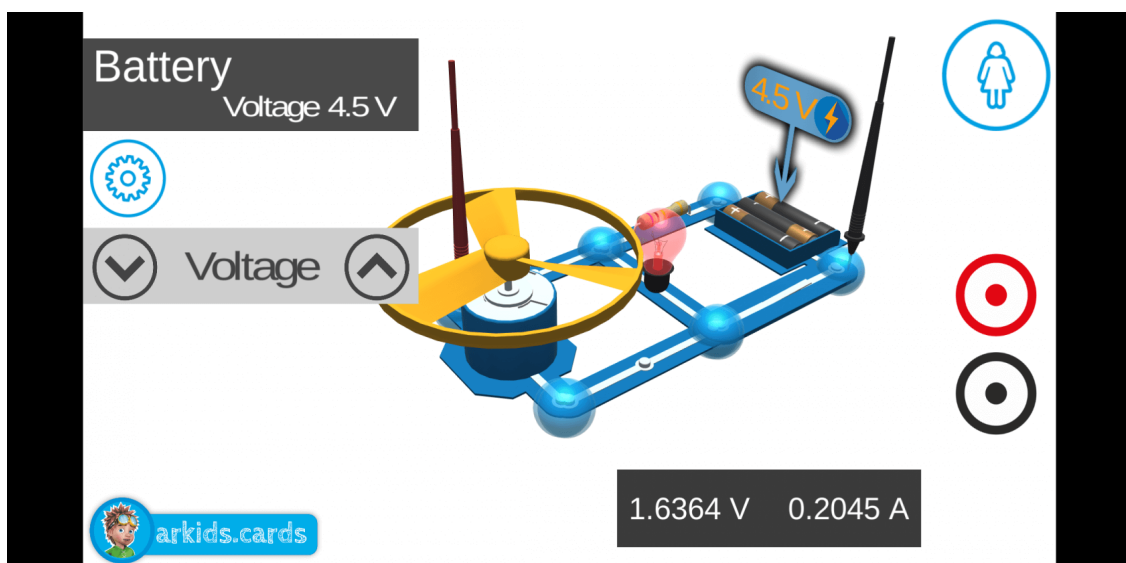
FIGURA 15 – CIRCUITO ELÉTRICO DE UM RESISTOR COM UM GERADOR.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

A Lei de Ohm no Ensino Médio é tratada, na maioria dos livros didáticos, a partir da conceituação de resistência elétrica e definindo-se, em seguida, sua relação de causa e efeito, $R = V/I$ ou $V = R \cdot I$. Dizemos então que a diferença de potencial elétrico V varia linearmente num circuito elétrico de acordo com a corrente elétrica I que o percorre. Esta simplificação, apesar de não estar totalmente correta é válida para fins didáticos. Entretanto, A lei de ohm fica ais evidenciada com a montagem dos circuitos elétricos utilizando os carte de QR code com o uso do RA, usando o multímetro o aluno tem a clareza e testa a relação direta entre voltagem e intensidade de corrente elétrica e sua relação inversa entre corrente elétrica e resistência elétrica.

FIGURA 16 – CIRCUITO ELÉTRICO EM AMBIENTE VIRTUAL



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Alguns professores utilizam a montagem e medição de circuitos elétricos para verificação desta lei. Atualmente, esse método tem funcionado. Entretanto, para realizá-lo, nós aplicamos e monitoramos diferentes valores de tensão em um resistor — que padronizamos como “ôhmico” — e medimos a corrente que passa neste circuito. Ora, mas para monitorar essa corrente e tensão utilizamos aparelhos, voltímetros e amperímetros, que funcionam baseados na Lei de Ohm. Aplicando os cards de QR Code junto com a RA a potencialidade do ensino aprendizagem ganha proporções relevantes de forma lúdica e motivacional para a aprendizagem do aluno.

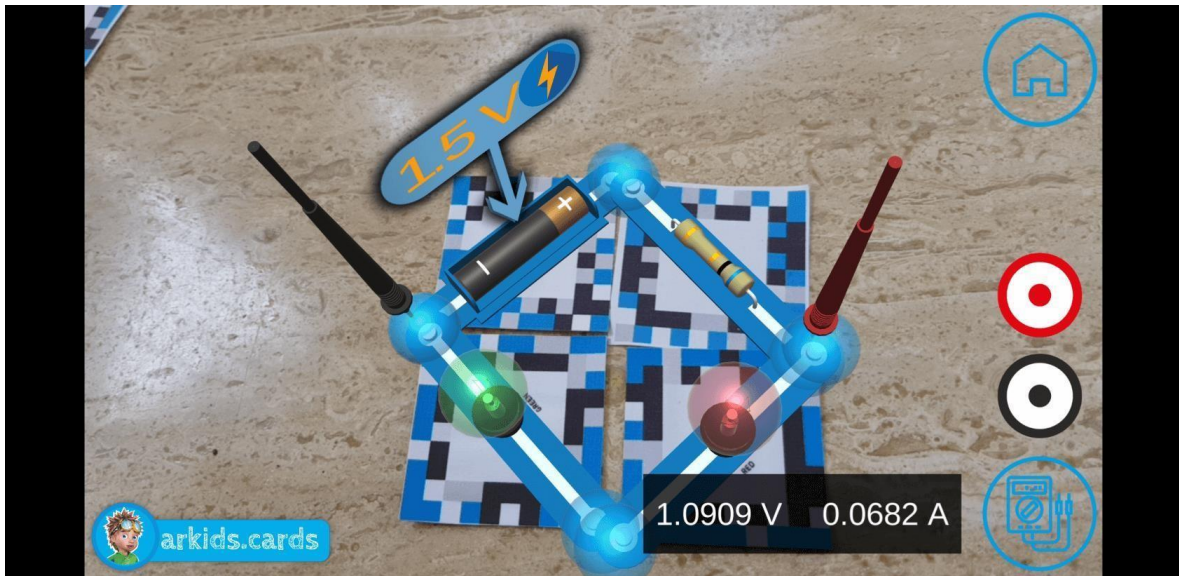
FIGURA 17 – MONTAGEM DOS CIRCUITOS COM OS CARTÕES



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

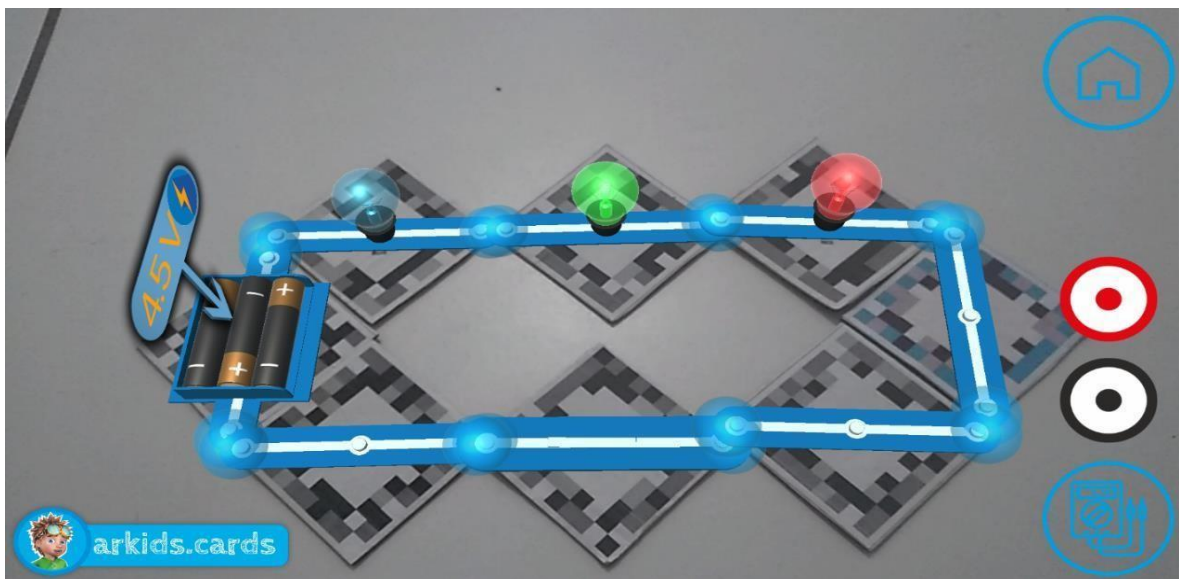
Para o circuito simples em série, os alunos irão simular com os cards de QR codes e analisar com o auxílio do RA as variações de resistência elétrica, representada pelas lâmpadas led e sua voltagem (d.d.p) na qual o circuito está submetido, obtendo dados mais claros de forma lúdica e potencializando a aprendizagem com os tópicos abordados em sala de aula como, por exemplo a lei de ohm e intensidade de corrente elétrica, veja as figuras abaixo.

FIGURA 18 – CIRCUITO EM SÉRIE DE LED E RESISTOR



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

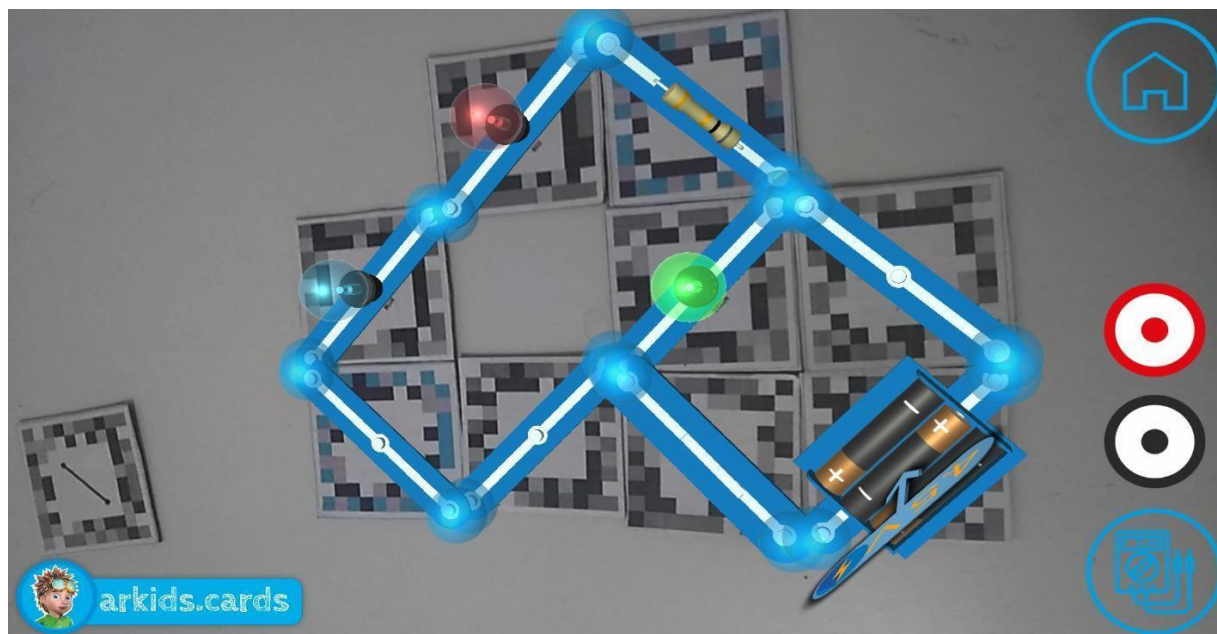
FIGURA 19 – CIRCUITO EM SÉRIE COM LED COM CARTÕES DE QR CODE



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Já para o circuito em paralelo os alunos têm a oportunidade de visualizarem na realidade aumentada RA, as características que um circuito em paralelo tem, bem como: a divisão da intensidade elétrica em cada trilha de circuito, para cada elemento como por exemplo o brilho de um led, a diferença de potencial (d.d.p.) aplicada nas extremidades do circuito ser igual para todos os componentes do mesmo e os comportamentos dos dispositivos elétricos ao serem associados em paralelo.

FIGURA 20 – CIRCUITO EM PARALELO COM LED COM CARTÕES DE QR CODE



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

6.7 Questionário proposto

Esse questionário deve ser aplicado após a realização das aulas propostas na SD, já que tem como objetivo compreender como os alunos reagiram em relação ao conteúdo trabalhado. A avaliação dele deve ser feita de forma quali-quantitativa.

Questionário de Avaliação do Trabalho		
Você possui smatphone?	() SIM	() NÃO
Você possui plano de acesso a internet pelo smatphone?	() SIM	() NÃO
Você costuma trazer o smatphone para a escola?	() SIM	() NÃO
Para você, qual a principal utilização do smatphone ? (jogar, acessar redes sociais, vídeos, pesquisa, etc)?		
Como foi gerado o QR Code?	() No celular	() No computador
Qual a sua opinião sobre o funcionamento dos aplicativos utilizados neste trabalho?		
Você gostou de realizar esse trabalho?	() SIM	() NÃO
Por quê?		
Qual foi a maior dificuldade encontrada para realizar esse trabalho?		

Em sua opinião, o smatphone deve ser usado como recurso em sala de aula? Por quê?	() SIM	() NÃO
Quais são seus níveis de conhecimento sobre a Realidade aumentada e cards de QR code?	() NENHUM	() CONHEÇO UM POUCO
A ferramenta da RA com o auxílio dos cartões de QR- code ajudaram na percepção montar e visualizar os circuitos elétricos	() SIM	() NÃO
Utilizar a RA com os cartões de QR-code aumentou o seu interesse pelo ensino de Física?	() SIM	() NAO
Falta de recursos didáticos, como computadores, laboratorios ou praticas experimentais dificultam a aprendizagem no ensino de física?		
Quais são as supostas dificuldades e facilidades em compreender os assuntos abordados no ensino de física na sala de aua?		
Se houvesse uma outra forma de ser trabalhado em sala de aula, “fugindo” do convencional os topicos abordados sobre a disciplina de fisica de forma diferente, na sua opinião, iria melhorar, facilitar a aprendizagem ou não acrescentaria em nada?		
Na sua opnião, você concorsa ou discorda que a realidade aumentada com o auxilio dos cartões de qr- code são faceis de usar no ensino de física, se tornando interessante extender para todos os outros assuntos já abordados na disciplina de fisica.		

BIBLIOGRAFIA

AZUMA, R. (1997) "A Survey of Augmented Reality", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, v. 6, n.4, August 1997, p. 355-385. APUD RIBEIRO, Marcos Wagner S.; ZORZAL, Ezequiel Roberto. Editora SBC. Uberlândia - MG, 2011. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/33029714/2011_svrps.pdf#page=10>. Acesso em 15 mar. 2023.

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

DENARDIN, Luciano. MANZANO, Ramón Cid. **Desenvolvimento, utilização e avaliação da realidade aumentada em aulas de física**. *Novas Tecnologias na Educação*. V. 15 Nº 2, 2017. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/79258>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

KIRNER, Claudio. and KIRNER, Tereza Gonçalves. **Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada**. *In Realidade virtual e aumentada: aplicações e tendências*. Cap. Vol.1, p. 10-25. 2011. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/33029714/2011_svrps.pdf#page=10>. Acesso em 15 mar. 2023.

RIBAS, Ana Carolina et al. **O uso do aplicativo QR code como recurso pedagógico no processo de Ensino e aprendizagem**. *Ensaio Pedagógicos*, v. 7, n. 2, pág. 12-21, 2017. Disponível em: <<https://www.opet.com.br/faculdade/revista-pedagogia/pdf/n14/n14-artigo-2-O-USO-DO-APLICATIVO-QR-CODE.pdf>>. Acesso em 15 mar. 2023.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva. **Introdução a realidade virtual e aumentada**. Sociedade Brasileira de Computação, 2020. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/66/291/540-1>>. Acesso em 15 mar. 2023.