

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



TOBIAS MARCELO DO NASCIMENTO

**PRODUTO EDUCACIONAL:
VIDEOAULA - DETERMINAÇÃO DA DDP DE LIMIAR DE UM LED**

Maceió - AL
2019

TOBIAS MARCELO DO NASCIMENTO

**PRODUTO EDUCACIONAL:
VIDEOAULA - DETERMINAÇÃO DA DDP DE LIMIAR DE UM LED**

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

Orientador:
Prof. Dr. Pedro Valentim dos Santos

Maceió - AL
2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

N244p Nascimento, Tobias Marcelo do.
Produto educacional: videoaula - determinação da DDP de limiar de um led /
Tobias Marcelo do Nascimento. – 2019.
87 f. : il. color.

Orientador: Pedro Valentim dos Santos.
Dissertação (Mestrado Profissional em Física) – Universidade Federal de
Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós Graduação de Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física, 2019.

Bibliografia: f. 69-70.

Apêndices: f. 71-87.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Aprendizagem significativa. 3. Diodos
emissores de luz. I. Título.

CDU: 537-7



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 36 - UFAL
Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, S/Nº.
Tabuleiro dos Martins - 57.072-970 - Maceió - AL - Brasil
Tels.: Direção: (82) 3214-1645; Coordenação Graduação: (82) 3214.1421;
Coordenação Pós-Graduação: (82) 3214-1423 / 3214 – 1267



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

**“PRODUTO EDUCACIONAL:
VIDEOAULA: DETERMINAÇÃO DA DDP DE LIMIAR DE UM
LED”.**

por

Tobias Marcelo do Nascimento

A Banca Examinadora composta pelos professores, Dr. Pedro Valentim dos Santos (orientador), do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr. Kleber Cavalcanti Serra, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr^a. Cláudia de Oliveira Lozada, do Instituto de Matemática da Universidade Federal de Alagoas, consideram o candidato **aprovado**.

Maceió, 18 de março de 2019.

Prof. Dr. Pedro Valentim dos Santos

Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Serra

Prof^a. Dr^a. Cláudia de Oliveira Lozada

Dedico esta dissertação a todos que de maneira direta e indireta participaram da construção da pessoa que me tornei:
A Deus, Avós, Pais, Irmãos, Esposa, Filhas, Professores, Amigos, Colegas de turmas, Conhecidos, CAPES, aos guerreiros que caíram pelo caminho e aos guerreiros que se levantaram e continuaram no grande campo de batalha que é a vida.

Agradecimentos

Agradeço a todos da a todos que de maneira direta e indireta participaram da construção da pessoa que me tornei: A Deus, Avós, Pais, Irmãos, Esposa, Filhas, Professores, Amigos, Colegas de turmas, Conhecidos, Aos guerreiros que caíram, aos guerreiros que se levantaram e continuaram no grande campo de batalha que é a vida. E um agradecimento em especial à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida, que foi de grande ajuda no decorrer do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A presente dissertação traz o resultado da aplicação de vídeoaula como Produto Educacional, aplicadas em quatro turmas de Ensino Médio da Escola Estadual Prof. Manoel Gentil do Vale Bentes, no Município de Satuba-AL, Região Metropolitana de Maceió. Num primeiro momento foi aplicado um questionário a priori com pesquisas online com os alunos para saber quais temas eles tinham interesses em seus cotidianos com diversas perguntas objetivas, desde se tinham smartphones até o que seria uma boa aula para eles. Em um segundo momento, as quatro turmas foram divididas em uma turma controle e três turmas de aferição. Na turma controle não foi aplicado o produto educacional, enquanto que em outras duas turmas foram aplicados outros métodos como experimento realizado pela turma e experimento realizado apenas pelo professor, com a turma apenas observando e na quarta turma foi realizada a aplicação do Produto Educacional. Num terceiro momento foi aplicado um questionário intermediário nas quatro turmas, para mensurar a relevância do produto educacional frente aos métodos utilizados nas outras turmas e na turma controle. Num quarto momento foi aplicado o questionário a posteriori online para saber como eles estavam se sentindo durante a aplicação do produto educacional e do questionário intermediário. Num quinto e último momento o produto educacional foi aplicado nas outras três turmas, onde foi observada a atenção e interesse das turmas no produto educacional. A teoria educacional que embasa este trabalho é a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, na qual o ponto principal reside no fato do professor identificar o que o aluno já sabe e partindo desse ponto planejar todas as atividades para se alcançar uma aprendizagem significativa. Portanto, pudemos constatar que o produto educacional é um material potencialmente significativo que pode contribuir para uma melhor aprendizagem em Física por meio da realização de experimentos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Vídeoaula. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The present dissertation brings the result of the application of videoaula as Educational Product, applied in four classes of High School of the State School Prof. Manoel Gentil of Vale Bentes, in the Municipality of Satuba-AL, Metropolitan Region of Maceió. At the first moment an apriori questionnaire was applied with online researches with the apprentices to know which subjects the apprentices had interests in their daily ones with diverse questions, from if they had smartphones to what would be a good lesson for them. In a second moment, the four classes were divided in a control group and three groups of gauging. In the control group, the educational product was not applied, while in other classes other methods were applied as an experiment carried out by the class and an experiment carried out by the teacher alone, with the group only observing and in the fourth group the application of the Educational Product was carried out. In a third moment, an intermediate questionnaire was applied in the four classes to measure the relevance of the educational product to the methods used in the other classes and in the control group. At the fourth moment the online a posteriori questionnaire was applied to know how they were feeling during the application of the educational product and the intermediate questionnaire. In the fifth and last moment the educational product was applied in the other three classes, where attention and interest of the classes in the educational product was observed. The educational theory behind our work is Ausubel's Significant Learning Theory, where the main point is that the teacher identifies what the learner already knows and from that point on, planning all activities to achieve meaningful learning. Therefore, we could verify that the educational product is a potentially significant material that can contribute to a better learning in Physics by conducting experiments.

Keywords: Physics Teaching. Video Lecture. Significant Learning.

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa.....	11
2.2	Mapas Conceituais	23
2.3	A Física do LED.....	25
2.3.1	Cálculos para o valor da resistência elétrica e da intensidade da corrente elétrica e potência elétrica	26
2.3.2	Conceitos Importantes	28
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1	Análises do Questionário 1 (questionário à priori)	41
4.2	Análises do Questionário 2 aplicado após o Produto Educacional (questionário intermediário)	54
4.3	Análises do Questionário de Feedback (questionário a posteriori).....	61
5	Conclusões.....	67
	REFERÊNCIAS	69
	Apêndice A Questionário 1 Pesquisa 1 (questionário a priori)	71
	Apêndice B Roteiro para a experiência com LED	73
	Apêndice C Pesquisa de preços	77
	Apêndice D Questionário 2 Tipo A (questionário intermediário).....	78
	Apêndice E Questionário 2 Tipo B (questionário intermediário).....	79
	Apêndice F Questionário 3 (questionário a posteriori)	80
	Apêndice G Materiais do Produto Educacional	81
	Apêndice H Materiais Utilizados	82
	Apêndice I Representação no Circuito	82
	Apêndice J Medindo a diferença de potencial no LED.....	83
	Apêndice K Medindo a intensidade da corrente elétrica no LED	83
	Apêndice L Medindo a Resistência elétrica do resistor	84
	Apêndice M Partes visíveis do LED	84
	Apêndice N Tabela para os dados das medições.....	85
	Apêndice O Tabela com os dados obtidos das medições do LED azul.....	85
	Apêndice P Curvas características do LED azul por fonte tensora utilizada	86
	Apêndice Q Curvas Características Obtidas do LED Azul : Corrente x Tensão e Tensão x Corrente	87

1 INTRODUÇÃO

Com a entrada em massa do smartphone nas salas de aula, seja em escolas públicas ou particulares, com o advento dos repositórios de vídeos e a popularização do acesso à internet via banda larga ficou facilitado o acesso a conteúdos virtuais, especialmente vídeos de entretenimento e educativos que fazem grande sucesso. O professor perante este cenário é imprescindível que esteja atento a estes acontecimentos e demandas e se coloque, não apenas como consumidor de informações, mas como formador/criador/crítico dessas informações, voltadas para a área de ensino.

Um dos objetivos deste trabalho é possibilitar a melhoria do nível da aprendizagem e interesse dos estudantes do Ensino Médio pela Física, por meio da produção de roteiros para experimentos de Física com materiais de baixo custo o qual o aprendiz pode adquirir e montar, gerando um produto educacional com vídeoaula de Física, para conteúdos do 3º ano do Ensino Médio, especificamente em Circuitos Elétricos com LED (Diodo Emissor de Luz). A aplicação do Produto Educacional ocorreu na Escola Estadual Prof. Manoel Gentil do Vale Bentes, no Município de Satuba-AL, Região Metropolitana de Maceió, em quatro turmas de Ensino Médio, das quais fui professor titular de todas as turmas.

Ao se trabalhar somente com roteiros sem orientação do professor fica difícil para o alunado atual seguir todas as etapas descritas nos roteiros de experimentos, pois nem todo ser humano é autodidata, e a cultura de hoje é mais áudio visual, na qual há uma inserção num ambiente de Cibercultura e Ciberespaço. Então trabalhar com videoaulas pode facilitar o aprendizado, pois o estudante poderá parar o vídeo e repetir o que está sendo pedido naquela videoaula. As videoaulas, além de serem apresentadas na sala de aula, também podem ser armazenadas em repositórios da internet (como o youtube.com, dailymotion.com, entre outros) e os alunos poderão, a posteriori, acessar esses conteúdos, pois a maioria tem acesso à internet, com acesso banda larga.

Para efetuar a criação dos roteiros e das videoaulas é necessário primeiro que o professor identifique o que o aprendiz já sabe, quais suas áreas de interesse, o que desperta a curiosidade, e em seguida fazer um planejamento dentro dos conteúdos que são potencialmente cognitivos para que os aprendizes, tanto possam descobrir como assimilar os conteúdos que foram desenvolvidos nas aulas.

O Ciberespaço é descrito por Lévy (2010, p. 94 *apud* SCHUCK, NEUENFELDT e GOULART, 2017, p.02), como “o espaço aberto pela interconexão

mundial dos computadores e das memórias dos computadores”, enquanto que Cibercultura é descrito por Santanella (2004, p. 39 *apud* SCHUCK, NEUENFELDT e GOULART, 2017, p.02), como “o universo virtual das redes alastrou-se exponencialmente por todo o planeta fazendo emergir um universo paralelo ao universo físico no qual nosso corpo se move”.

Estamos vivendo num momento de Cibercultura e Ciberespaço, no qual as atividades cotidianas são alocadas para o mundo virtual e o professor precisa se posicionar no contexto dos Objetos de Aprendizagens Potencialmente Significativos (OAPSs) para uma melhoria no processo ensino-aprendizagem. Segundo Schuck, NeuenFeldt e Goulart (2017, p. 02) ainda “[...] está a analisar e compreender os impactos que a produção de vídeos, como Objetos de Aprendizagem Potencialmente Significativos (OAPSs), poderiam causar na aprendizagem de alunos durante o processo de ensino e aprendizagem, no decorrer das aulas [...]”.

Diante da realidade do Ciberespaço, (LÉVY 2010, p.45 *apud* SCHUCK, NEUENFELDT e GOULART, 2017, p.05) sinaliza que “o computador não é mais um centro, e sim um nó, um terminal, um componente da rede universal e calculante”.

De acordo com Lévy:

Os processos tradicionais de aprendizagem tornaram-se, de certo modo, ultrapassados. Dentre os fatores que levam a essa constatação, destacam-se a necessidade de renovação dos saberes, a nova configuração do mundo do trabalho e o ciberespaço, que suporta tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas. (LÉVY 2010, 2010a, 2015 *apud* SCHUCK, NEUENFELDT e GOULART, 2017, p.05).

As videoaulas são classificadas como objetos de aprendizagem tendo um papel importante no processo ensino-aprendizagem num contexto de Cibercultura e na aprendizagem significativa de Ausubel, conforme mostraremos neste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

Neste capítulo, iremos apresentar os aspectos centrais da Teoria da Aprendizagem Significativa que embasou essa dissertação e a elaboração, aplicação do produto educacional e sua contribuição para o processo ensino-aprendizagem das turmas participantes.

Segundo Moreira (1983), há três tipos de aprendizagens: Cognitiva, Afetiva e Psicomotora. Ausubel, em seus trabalhos, centrou o estudo na aprendizagem cognitiva.

A Aprendizagem Afetiva “é o resultado de sinais, de experiências internas ao indivíduo, como prazer, dor, satisfação, descontentamento, alegria, tristeza, ansiedade”. (Moreira 1999, p.13). Algumas dessas experiências internas acompanham sempre as experiências cognitivas, pois a aprendizagem afetiva atua concomitantemente com a aprendizagem cognitiva. Pessoas com transtorno de ansiedade possuem interpretações de fenômenos que a deixam ansiosas, isto é, algumas cognições distorcidas levam essas pessoas a estes processos de ansiedade.

A Aprendizagem Psicomotora “é o resultado de respostas musculares adquiridas por treino e prática” (MOREIRA, 1999, p.13). Por exemplo, tocar um instrumento musical, requer habilidades musculares com prática, mas também há a aprendizagem cognitiva envolvida, como aprender a partitura, as notas musicais, a teoria musical, conceitos que são adquiridos cognitivamente antes do aprendizado psicomotor.

Segundo Moreira, (MOREIRA, 1999, p.13) “quando um indivíduo aprende um conceito, uma ideia, elas são armazenadas organizadas na mente desse indivíduo, num local chamado complexo organizado, esse processo de armazenamento e de organização é chamado de aprendizagem cognitiva”.

Nas Palavras de Moreira:

A distinção entre aprendizagem afetiva, cognitiva e psicomotora é questão de foco: a aprendizagem cognitiva é a que focaliza cognição, o ato de conhecer; a aprendizagem afetiva é que trata mais das experiências tais como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade; a aprendizagem psicomotora se ocupa mais de respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática. (MOREIRA, 1999, p.13)

Ausubel, como falamos, centrou e enfatizou a aprendizagem cognitiva e no seu estudo como essa aprendizagem se dá. Para Ausubel, a estrutura cognitiva é o conteúdo total e organizado de ideias de um dado indivíduo, ou seja, é tudo aquilo que o indivíduo aprendeu, a soma das ideias, de conceitos e de proposições e que essa

organização segue uma hierarquia de conceitos mais gerais para conceitos mais específicos, onde todo esse conjunto de informações é chamado de estrutura cognitiva. No contexto da aprendizagem de conteúdos, a estrutura cognitiva se refere ao conteúdo e a organização de suas ideias naquela área particular de conhecimento. Por exemplo, no terceiro ano do Ensino Médio é ensinado eletromagnetismo clássico, e tudo aquilo que foi aprendido, adquirido sobre o conhecimento do eletromagnetismo clássico foi organizado e faz agora parte da estrutura cognitiva do indivíduo, no contexto da aprendizagem que no caso é o ensino médio.

Segundo Ausubel:

A essência do processo de aprendizagem significativa e que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição já significativa (AUSUBEL, 1978, p. 41).

Podemos destacar ainda que Ausubel dá ênfase na aquisição, no armazenamento e na organização das ideias no cérebro do indivíduo, isto é, o indivíduo adquire uma informação, armazena com processos de memória e em seguida organiza essas informações e ideias no cérebro. Segundo Moreira (1999), Ausubel entende que a estrutura cognitiva é extremamente organizada e hierarquizada, pois há uma série de ideias que vão se intercalando, se desdobrando de uma mais geral para uma mais específica de acordo com as relações estabelecidas entre elas. A organização e a hierarquia são características da estrutura cognitiva, além disso, na estrutura cognitiva se ancoram e reordenam várias ideias que o indivíduo vai progressivamente internalizando, aprendendo.

Ancoragem é outro conceito formulado por Ausubel (MOREIRA, 1999). Toda estrutura cognitiva tem pontos de ancoragem, ou seja, os novos conceitos e informações vão se ligar aos pontos de ancoragem e partindo do contato no ponto de ancoragem, vão se reordenar e gradualmente internalizadas e portanto aprendidas.

A estrutura cognitiva está ligada ao conceito de aprendizagem, pois para Ausubel, a aprendizagem consiste na ampliação da estrutura cognitiva através da incorporação de novas ideias a ela, ou seja, à medida que o indivíduo aprende, ele está ampliando a estrutura cognitiva, e essa ampliação se dá com a inserção, incorporação de novas ideias, novos conceitos à estrutura cognitiva existente, entretanto, a aprendizagem vai depender da relação entre as ideias já existentes e às novas ideias que estão se

internalizando. Dependendo da relação entre as ideias a aprendizagem pode ser mecânica ou significativa.

A aprendizagem significativa é o processo pelo qual uma nova ideia vai se relacionar, interagir com um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo, a esse aspecto relevante, Ausubel dá o nome de Subsunçor (MOREIRA, 1999). O Subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, que serve de “ponto de ancoragem” para uma nova informação, permitindo ao indivíduo atribuir-lhe significado. A aprendizagem significativa se dá quando as novas informações se relacionam de forma substantiva e não arbitrária com as informações já existentes. A não arbitrariedade consiste que a relação deve ser lógica e explícita entre a nova ideia e alguma outra ideia já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Essa relação nunca é feita à força de forma mecânica. A aprendizagem também deve ser substantiva, isto é, uma vez que o conteúdo novo tenha sido aprendido, o indivíduo terá condições de explicar o novo conteúdo com suas próprias palavras. Um mesmo conceito pode e deve ser expresso em linguagens sinônimas, com o mesmo significado, o importante é que a linguagem tenha o mesmo significado, ou seja, seja sinônima ao que já foi aprendido.

O outro tipo de aprendizagem é a aprendizagem mecânica, que não é contrária à aprendizagem significativa, mas um tipo diferente de aprendizagem (MOREIRA, 1999). Na aprendizagem mecânica as novas ideias, as novas informações não se relacionam de forma lógica e clara com nenhuma ideia existente na estrutura cognitiva, ou seja, na estrutura cognitiva desse indivíduo não existe o conceito de subsunçor, não existe um ponto de ancoragem, um ponto onde a nova informação possa se ancorar, então a nova informação vai ser incorporada a estrutura cognitiva de forma mecânica, como ao decorar uma nova informação, ela será armazenada de forma arbitrária, não se garantindo a flexibilidade do uso e nem a longevidade. Por exemplo, um indivíduo está no final do bimestre, na correria de fazer as provas bimestrais, esse indivíduo tem uma série de informações que recebeu no bimestre, novas informações, conteúdos e conceitos que ainda está aprendendo, então este indivíduo decide fazer um intensivo no final do bimestre ou alguns dias antes da prova, então o indivíduo começa a decorar uma série de informações, conceitos, conteúdos, e vai fazer a prova, pode até alcançar uma boa nota na prova, entretanto, dois aspectos devemos ter, primeiro que flexibilidade do uso das informações não é garantida, pois a informação não foi de fato ancorada, armazenada, a informação está na estrutura cognitiva, mas não tem a flexibilidade de

uso. O segundo aspecto é que essas informações não terão longevidade, pois nesses eventos de sempre decorar antes da prova, sempre acontece que ao se passar algumas horas, ou mesmo alguns dias após o indivíduo ter feito a prova, ele não se lembra de quase mais nada do que estudou, pois foi feito um processo muito intenso de decorar e a aprendizagem significativa não ocorreu, o que pode ter ocorrido foi uma simples aprendizagem mecânica.

Outro exemplo de aprendizagem mecânica é a memorização mecânica das fórmulas sempre utilizadas no ensino da Física, sem levar em conta os conceitos empregados para a construção dessas fórmulas, pois há em cada fórmula, uma série de relações entre as variáveis do fenômeno estudado. Muitos aprendizes acham que essas fórmulas sempre existiram ou outros acham que elas “caíram de paraquedas”, ou que não tem significado algum para eles. A melhor forma de aprender, segundo os aprendizes entrevistados, é com experimentos práticos, que são potencialmente significativos e possibilitam a compreensão dos fenômenos e de como as fórmulas foram deduzidas. Entretanto, para Ausubel, não há diferença entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica, para ele, as duas fazem parte de um contínuo, ou seja, o indivíduo aprende de forma significativa ou de forma mecânica e vice-versa (MOREIRA, 1999).

O que precisa ser destacado é de como a aprendizagem se processa, de como ela é processada. A aprendizagem é processada de duas formas, por recepção e por descoberta (MOREIRA, 1995).

Na aprendizagem por recepção, tudo aquilo que pode ser aprendido é apresentado ao indivíduo em sua forma final, como um livro, uma aula, um vídeo, um filme, um jogo. Entretanto, a recepção não é sinônimo de passividade, pois o indivíduo pode ler um livro, assistir uma aula, assistir um filme e não ficar passivo com as informações recebidas, pois essas novas informações recebidas foram mobilizadoras para este indivíduo, onde a estrutura cognitiva tem conceitos subsunçores que estão interagindo com as novas informações da aula e do filme, por onde as novas informações vão sendo agregadas à estrutura cognitiva do indivíduo e essas informações vão interagir e gradualmente serão assimiladas e internalizadas pelo indivíduo.

Na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo indivíduo que aprende. Ao invés do aprendiz receber a informação, esse aprendiz vai em busca, vai procurar descobrir essa informação. Assim como na aprendizagem por recepção, o indivíduo pode assistir ao filme, assistir a aula que

trabalhe uma nova informação, então o indivíduo vai procurar descobrir o novo conceito tratado na aula ou no filme.

Segundo Ausubel:

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos (AUSUBEL, 1968, p. 20).

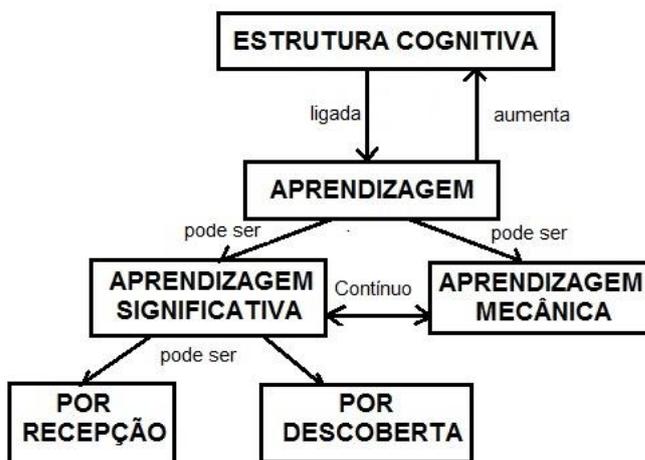
A citação acima é destinada aos docentes como uma chave de como se processa a aprendizagem, ou seja, se quisermos ter sucesso no ensino-aprendizagem, devemos procurar saber o que o aprendiz já sabe, esse é o ponto mais importante na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, ou seja, novas ideias, novas informações serão aprendidas, gradualmente na medida em que conceitos relevantes e inclusivos pertencentes à estrutura cognitiva funcionem como pontes de ancoragem às novas ideias e novas informações. Esses conceitos relevantes e inclusivos são tudo aquilo que o aprendiz já conhece, que servirão de ponto de ancoragem, de ponto de contato para a nova informação.

Para Novark:

A ideia fundamental da teoria de Ausubel é a de que a aprendizagem significativa é um processo em que as novas informações ou os novos conhecimentos estejam relacionados com um aspecto relevante, existente na estrutura de conhecimentos de cada indivíduo (NOVAK, 2000, p. 51).

A **Figura 1** mostra um esquema construído durante as aulas da disciplina Fundamentos Pedagógicos Teóricos em Ensino e Aprendizagem de como Ausubel concebe os processos de aprendizagem:

Figura 1 - Esquema dos processos de aprendizagem



Fonte: Elaborada pelo Autor

Como já falamos anteriormente, a aprendizagem significativa proposta por Ausubel pressupõe a existência dos Subsunoçores, mas qual é a origem desses subsunoçores?

Há duas origens para os subsunoçores (MOREIRA, 1999). A primeira origem para os subsunoçores é a aprendizagem mecânica; isso acontece quando o indivíduo não conhece nada de um novo conceito, de uma nova área, de um novo assunto, então esse indivíduo não tem na sua estrutura cognitiva um ponto de ancoragem, um subsunçor, portanto, a nova informação é recebida e então, a aprendizagem é realizada de forma mecânica. A aprendizagem mecânica será utilizada até que as novas informações recebidas passem a fazer parte da estrutura cognitiva e finalmente tornem-se subsunoçores, isto é, num primeiro momento, a nova informação não tem pontos de ancoragem, pontos onde possam se relacionar, então se aprende de forma mecânica. À medida que os elementos relevantes vão sendo estabelecidos da nova informação que está sendo aprendida, passam então a existir na estrutura cognitiva, esses elementos subsunoçores, então desse ponto em diante, poderá ocorrer a aprendizagem significativa, com os subsunoçores, ficando cada vez mais elaborados, ampliando-se, modificando-se, com condição de ancoragem cada vez maior para novas informações. Por exemplo, o indivíduo nunca ouviu falar de campo elétrico, então a primeiro processo seria de aprendizagem mecânica, com leitura de livros, palestras, aulas, vídeos, seminários. Como a característica da aprendizagem mecânica é a arbitrariedade, não existe nenhum ponto de ancoragem para o conceito de campo elétrico no indivíduo. A medida que o estudo se aprofunda, alguns elementos desse novo conteúdo, como força elétrica e mesmo o conceito de campo elétrico vão passar a fazer parte da estrutura cognitiva, surgindo assim os subsunoçores, e com esses subsunoçores elaborados, surge assim a possibilidade da aprendizagem significativa, à medida que a aprendizagem mecânica vai sendo substituída pela aprendizagem significativa, os subsunoçores ficam mais elaborados e ampliam a possibilidade de ancorar novas informações, que no caso de campo elétrico tem o potencial elétrico, diferença de potencial, corrente elétrica, dentre outros.

A segunda origem para os subsunoçores, segundo Ausubel, são os organizadores prévios que servem de âncora para novas aprendizagens e que levam ao desenvolvimento de conceitos subsunoçores que facilitem a aprendizagem subsequente (MOREIRA, 1999). Os organizadores prévios são materiais introdutórios que são apresentados antes do material geral a ser aprendido. Para Ausubel, a principal função

do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, afim de que a nova informação seja aprendida de forma significativa. Com o mesmo exemplo do campo elétrico, onde inicialmente os estudantes não sabem o que é campo elétrico, mas sabem o que é campo gravitacional, então o campo gravitacional será o ancoradouro provisório. Uma importante observação é que subsunçor não é organizador prévio, pois o organizador prévio é o ancoradouro provisório e após ser utilizado vai ser descartado. Em outras palavras, é como se o indivíduo utilizasse certa ferramenta para executar um serviço que não é a ferramenta correta, mas a ferramenta por verossimilhança é utilizada e cumpre a missão como se fosse a ferramenta correta. A interação cognitiva deverá acontecer quando o aprendiz perceber que a carga elétrica produz campo elétrico ao seu redor analogamente como a massa produz campo ao seu redor. À medida que o aprendiz entende o que é campo elétrico e quais as suas características, o aprendiz terá em sua estrutura cognitiva o conceito de campo elétrico e a partir desse ponto não será mais necessário utilizar os elementos do conceito de campo gravitacional, que foi utilizado justamente para facilitar a aprendizagem, ocorrendo então uma aprendizagem significativa.

Então, quais as condições para que a aprendizagem significativa ocorra? Ausubel propõe duas condições (MOREIRA, 1999): a primeira é que o material a ser aprendido deve ser relacionável à estrutura cognitiva, ou seja, ser potencialmente significativo. A segunda condição consiste que o aprendiz deve manifestar disposição para aprender. Então, na primeira condição, o material a ser aprendido precisa ser relacionável e incorporável à estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária, com a presença de subsunçores adequados, e esta é a condição principal da aprendizagem significativa, portando, o ser potencialmente cognitivo, significa que é relacionável e incorporável à estrutura cognitiva. Na segunda condição o aprendiz deve manifestar disposição para relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva, essa condição indica que se a disposição do aprendiz for simplesmente memorizar, decorar o novo material, o produto da aprendizagem será mecânico. Se não há disposição, por parte do aprendiz, de relacionar o novo conceito, a nova ideia à sua estrutura cognitiva, pode-se concluir que o aprendiz não tem intenção de aprender de forma significativa, portanto, será pouco flexível no uso e pouca longevidade, produzindo assim uma aprendizagem mecânica.

A próxima pergunta será então, como saber, como detectar se a aprendizagem foi significativa? Para saber se a aprendizagem foi ou não significativa, deve-se saber

que a compreensão de um conceito implica em quatro aspectos que o aprendiz deve tomar posse: significados claros (Clareza), precisos (Precisão), diferentes (Diferenciados) e transferíveis (Transferência), segundo Moreira (2010). Se perguntarmos a um aprendiz, quais são os pontos principais do conceito aprendido, poderemos nos deparar com respostas mecanicamente memorizadas ou com respostas cujos significados foram completamente incorporados pelo aprendiz, então a resposta dele será clara, precisa, diferente do que foi passado e transferível para outra linguagem. Por exemplo, se perguntarmos ao aprendiz qual o significado da Lei de Coulomb, o aprendiz pode simplesmente ter decorado o conceito da Lei de Coulomb, ter memorizado, ou explicar com suas palavras que a intensidade da interação entre as cargas aumenta com o aumento do valor das cargas elétricas e diminui com o aumento da distância entre as cargas, entretanto, essa diminuição da força não é linear com o aumento da distância, mas é proporcional ao aumento da distância ao quadrado entre as cargas.

Para Ausubel, há três tipos de aprendizagens significativas: Aprendizagem Representacional, Aprendizagem Conceitual e Aprendizagem Proposicional (MOREIRA, 1997). A aprendizagem representacional envolve a atribuição de significados a determinados símbolos, como por exemplo, entre a palavra e o objeto que a representa, com o significado de símbolos e os seus referentes, por exemplo, objetos, eventos e conceitos. Os símbolos passam a significar para os indivíduos aquilo que os seus referentes significam. Por exemplo, depois de observar várias vezes a palavra quadrado e o conteúdo cognitivo que é a imagem visual do objeto, a apresentação somente da palavra será capaz de provocar no indivíduo a imagem visual do objeto quadrado, isto é, após muito contato com a palavra quadrado e o conteúdo cognitivo imagem visual do quadrado, quando se é apenas apresentado a palavra, e não o objeto, o indivíduo consegue estabelecer a relação entre (palavra) e o conteúdo cognitivo (objeto e sua imagem visual), a aprendizagem é representacional, porque a palavra representa o objeto, ou seja, a palavra é o significado do objeto.

A aprendizagem conceitual vem da aquisição de conceitos, onde os conceitos são objetos, eventos, propriedades, situações que possuem atributos e critérios comuns e são nomeados mediante algum símbolo. Ausubel distingue dois processos para aquisição de conceitos, o primeiro é a formação de conceitos e o segundo é a assimilação de conceitos (MOREIRA, 1997).

No primeiro processo, o conceito se adquire pela experiência. No exemplo do quadrado, o aprendiz aprende o conceito de quadrado com o contato com o quadrado e a interação com outras pessoas. Não há necessidade de ter a linguagem, mas deve ter o contato com o objeto, e após isso, com a aquisição da linguagem e a interação entre as pessoas por meio das palavras e frases. Vai obter a aprendizagem representacional (símbolo e objeto quadrado) e também formará o conceito, pois o contato e a interação com o objeto quadrado foram realizados, bem como a interação com outras pessoas.

No segundo processo, o conceito se adquire, se aprende por assimilação (MOREIRA, 1997) e ampliação do vocabulário, ou seja, os atributos, as qualidades, serão usados para fazer as definições, como tamanho, formas, cores e poder afirmar, em primeiro momento, que o quadrado deve ter os quatro lados com as mesmas medidas, podendo o quadrado ter vários tamanhos e cores, ocorrendo a assimilação de conceitos com o progressivo aumento do vocabulário.

A aprendizagem proposicional se adquire, se aprende pela combinação e relação de várias palavras, unindo o significado conotativo e denotativo de forma a produzir uma nova proposição (MOREIRA, 1997). Conotativo é sentido figurado e Denotativo é o sentido real. Voltando ao exemplo do quadrado, se for falada a frase: “O quadrado azul é horrível”, temos que horrível é conotativo, pois é sentido figurado pela carga emotiva e o azul é o sentido denotativo, pois descreve uma característica do objeto que é azul.

Na Teoria da Aprendizagem Significativa, há um importante conceito que é o da Assimilação que serve para deixar claro o processo de aquisição e organização dos significados e dos conceitos na estrutura cognitiva. A assimilação (MOREIRA, 1997) é o processo no qual um conceito ou proposição inicial potencialmente significativa é assimilado por um conceito ou proposição mais inclusivo que já exista na estrutura cognitiva do aprendiz, é assimilado como um exemplo, uma extensão, uma elaboração ou qualificação, ou seja, já se conhecia um conceito, e este conceito foi ampliado por outro mais inclusivo. Então, o subsunçor original se modifica, ficando relacionado, participando de uma nova unidade, num subsunçor modificado.

Paralelamente ao processo de assimilação, há o processo de assimilação obliteradora, onde as novas informações tornam-se espontaneamente e progressivamente menos dissociáveis de seus subsunçores até que não sejam mais reproduzíveis como entidades individuais, ou seja, a nova informação que se incorporou, que se uniu a uma informação existente a um subsunçor na estrutura

cognitiva, gradativamente essas novas informações vão se tornando indissociáveis, não vai ser mais possível separá-las, não sendo mais entidades individuais, o subsunçor original passa a englobar o novo conceito, tornando-se indissociáveis, por isso obliteradora, pois a nova informação oblitera a informação existente na estrutura cognitiva ao ponto de não haver mais separação entre a informação nova e a que existia na estrutura cognitiva do indivíduo.

Até este momento falamos dos três tipos de aprendizagens significativas, agora falaremos das formas de aprendizagens, de como a nova informação vai adquirir um significado após as interações com o subsunçor, nisso conclui-se que há uma forma de aprender, de como a nova informação se relaciona com os subsunçores de maneiras diferentes. Segundo Ausubel, há três formas de aprendizagens: subordinada, superordenada e combinatória (MOREIRA, 1997).

Na forma subordinada, a nova informação vai estabelecer uma forma de subordinação com o material preexistente na estrutura cognitiva. O novo material que foi aprendido vai guardar uma relação de subordinação, um conceito inicial preexistente mais amplo e inclusivo, que vai acolher, vai ancorar o novo conceito com o conceito subsunçor presente na estrutura cognitiva.

Na forma superordenada, a nova informação é mais geral e mais inclusiva que o material pré-existente na estrutura cognitiva, então a nova informação assimilada, incorpora as informações preexistentes na estrutura cognitiva, pode-se concluir que a forma superordenada é o oposto da forma subordinada.

Na forma combinatória, não ocorre a forma subordinada e nem a superordenada, pois a nova informação nem subordina e nem assimila o material pré-existente na estrutura cognitiva, então é utilizado o uso das analogias, o uso das comparações, ou seja, já deve existir um subsunçor na estrutura cognitiva, então se fará uso do organizador prévio e se combinará com a nova informação, com comparações e analogias. Segundo Ausubel (AUSUBEL, 1980), a diferenciação progressiva consiste em um “**princípio programático**”

Na reconciliação integrativa ocorrem as formas de aprendizagem superordenada e combinatória, onde as ideias preestabelecidas podem reorganizar e adquirir novos significados, para Ausubel essa recombinação e reorganização chama-se reconciliação integrativa. A ideia inicial (subsunçor inicial) vai ser reorganizado, modificado pela nova informação, tornando-se um subsunçor modificado, ou seja, reconcilia-se se integrando o que existia com o que aparece como novidade, formando novos conceitos.

Esses dois processos ocorrem dentro das formas de aprendizagem. Quanto a *reconciliação integrativa* é vista como um “**princípio instrucional**” (AUSUBEL, 1980) no sentido que no corpo de um conteúdo se deve explorar relações entre ideias, apontando diferenças e similaridades entre as mesmas; e ainda se levar em conta nas relações entre as mesmas que, se deve procurar reconciliar discrepâncias reais ou aparentes existentes (AUSUBEL, 1980).

Na Teoria da Aprendizagem Significativa, o professor tem papel fundamental para a facilitação da aprendizagem significativa. Para Ausubel, o papel do professor exige quatro tarefas ou práticas fundamentais (MOREIRA 2006):

- Primeira tarefa: Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, o professor deve identificar os conceitos e princípios unificadores inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, organizando-os hierarquicamente de modo que gradualmente possam abranger dos menos inclusivos aos mais inclusivos e mais específicos. Essa tarefa pode ser realizada através de um mapa conceitual, que trataremos na próxima seção. Os mapas conceituais devem compor o sistema de avaliação utilizado com a finalidade de verificar o domínio da estrutura conceitual existente no relacionamento (na reconciliação integrativa) e na hierarquia conceitual (na diferenciação progressiva), que precisa ocorrer no corpo de certo conteúdo científico que esteja sendo trabalhado em sala de aula.

- Segunda tarefa: Identificar quais são os subsunçores mais relevantes para a aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, o que o aprendiz deve ter em sua estrutura cognitiva, para que o aprendiz aprenda significativamente, ou seja, o professor deve identificar o que o aprendiz deveria saber antecipadamente para alcançar a Aprendizagem Significativa.

- Terceira tarefa: Diagnosticar aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, antes de trabalhar certo assunto, é necessário identificar o que o aprendiz já sabe e determinar dentre os subsunçores relevantes feito pelos mapas conceituais, quais desses subsunçores já estão na estrutura cognitiva do aprendiz, pois podem facilitar a Aprendizagem Significativa.

- Quarta tarefa: Uso de facilitadores na aquisição do conceito de modo significativo utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa, isto é, o uso de organizadores prévios que podem facilitar a aquisição desse novo conceito que se pretende ensinar aos aprendizes.

No Produto Educacional elaborado neste trabalho, utilizamos a Teoria da Aprendizagem Significativa, onde, primeiro, procuramos identificar o que o aprendiz já sabe naquele momento, e com essa informação foram criadas novas situações, de modo que os novos conceitos se relacionavam com os conceitos que os aprendizes já sabiam, ou mesmo, utilizando kits de experimentos, videoaulas de modo que um conteúdo ficou atrelado ao outro, e o aprendiz tivesse um subsunçor para ancorar as novas informações, além do que procuramos sempre levar os conteúdos potencialmente significativos para os estudantes. Quando o aprendiz não tem o subsunçor estabelecido em sua estrutura cognitiva, utilizamos os organizadores prévios, que podem servir de pontes de ligação entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber.

Escolhemos o conteúdo de circuitos elétricos justamente por ser um conteúdo tradicionalmente ensinado no meio do ano letivo do 3º ano do ensino médio, que tem uma série de outros conteúdos anteriores a ele, com o qual os aprendizes já deveriam ter entrado em contato anteriormente, como quantização da carga elétrica, campo elétrico, potencial elétrico, trabalho da força elétrica, diferença de potencial, corrente elétrica, potência elétrica, resistência elétrica e aparelhos de medidas elétricas. Desse modo, pressupõe-se que o aprendiz já tem estabelecido em sua estrutura cognitiva essa série de conteúdos, e que antes da aplicação do produto educacional foram realizados diversos experimentos didáticos, com os conteúdos citados acima, pois o livro didático adotado na escola facilita este entendimento com diversas sugestões de experimentos simples e práticos no decorrer de cada capítulo.

A utilização de recursos didáticos que se constituem como material potencialmente significativo podem contribuir para a aprendizagem significativa de conteúdos de Física no Ensino Médio. E como a Física Clássica, nos seus primórdios é uma Ciência que procurava realizar experimentos para provar as teorias, é lógico que na atualidade tenha que se utilizar também de experimentos para explicar diversos fenômenos naturais, e durante a experimentação, os aprendizes possam tirar suas próprias conclusões, produzindo assim uma aprendizagem significativa.

2.2 Mapas Conceituais

Os **Mapas Conceituais** desenvolvidos pelo pesquisador Joseph Novak, constituem um recurso potencialmente facilitador da aprendizagem significativa, pois auxiliam na organização do conhecimento e representação do conhecimento, e de forma geral, são um aperfeiçoamento do conhecido organograma, sendo bastante detalhado, e tendo característica principal a hierarquia conceitual.

Um conjunto de conceitos pode ser montado de maneira hierárquica de modo que as relações entre os conceitos fiquem bem evidenciadas. Para a construção do mapa conceitual, os conceitos devem aparecer dentro de caixas quadradas ou circulares, e as relações entre os conceitos são obtidas com frases de ligação nas linhas que ligam os conceitos. O papel das frases de ligação é representar a relação entre dois conceitos, essa frase de ligação é chamada de proposição.

Então, o mapa conceitual trabalha com um conceito inicial que é mais amplo, geral e inclusivo e gradualmente são apresentados novas informações, novos conceitos, novas ideias, que estão atreladas ao conceito inicial mais amplo, ligados por setas e conectores, existindo uma hierarquia partindo dos conceitos mais gerais na parte superior do mapa conceitual e os conceitos mais específicos e menos inclusivos estão na parte inferior. Moreira (1988) propõe o uso de mapas conceituais, que são instrumentos que tornam fácil ao professor a identificação da estrutura cognitiva de seus aprendizes ou os subsunçores indispensáveis para os conceitos a serem estudados, em um determinado assunto.

Baseando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, Novak (1996) definiu Mapa Conceitual como uma representação gráfica, em duas dimensões, de determinado conjunto de conceitos, sendo construído de tal forma que as relações entre eles sejam evidentes. E para Novack, um bom mapa conceitual deve ser conciso e mostrar as relações entre as ideias principais de modo simples e atraente, aproveitando-se a notável capacidade humana para representação visual (NOVACK, 1996).

Ao estudarmos os mapas conceituais, na disciplina Fundamentos Pedagógicos Teóricos em Ensino e Aprendizagem, construímos diversos mapas conceituais de diversas teorias pedagógicas e um desses mapas é o da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que está representado na **Figura 2** a seguir:

2.3 A Física do LED

No Produto Educacional, definimos o que era LED, o que era Diodo, os componentes do circuito eletrônico, aparelhos de medidas e fizemos os cálculos para obtermos os valores das intensidades das correntes elétricas ao variarmos o valor da tensão da fonte e da resistência elétrica do resistor.

Um LED é um diodo emissor de luz, portanto está na família dos diodos. Além de ser diodo, o LED tem a função de iluminar, função de servir como sinalizador de avisos em produtos eletrônicos, entretanto podem ser utilizados em instrumentos maiores como semáforos de trânsito, painéis, cortinas de LEDs e atualmente está sendo popularizado no comércio com as Lâmpadas de LED, pela economia no consumo de energia elétrica. O LED tem dois terminais o anodo (positivo) e o catodo (negativo).

Os Diodos são componentes eletrônicos compostos de um cristal semicondutor, que pode ser de silício ou germânico, numa película cristalina, cujas faces são dopadas com diferentes materiais, isto é são colocadas algumas impurezas neste cristal, durante sua formação, o que causa a polarização de cada uma das extremidades. Os Diodos possuem diferentes funções, e uma delas é ser utilizado como retificador de corrente elétrica, pois permite que a corrente elétrica flua em apenas um sentido. Os retificadores convertem uma corrente alternada (CA) em corrente contínua (CC).

Os resistores são dispositivos elétricos que são utilizados na eletrônica como principal finalidade produzir uma queda de tensão elétrica em uma parte do circuito eletrônico, limitando o valor da intensidade da corrente elétrica sobre os dispositivos desejados, no nosso caso, o LED. No nosso experimento utilizaremos resistores do tipo carbono, onde o valor da resistência elétrica é facilmente identificado utilizando-se das cores impressas no invólucro do resistor. Outra função do resistor é de simplesmente transformar energia elétrica em energia térmica pelo efeito joule.

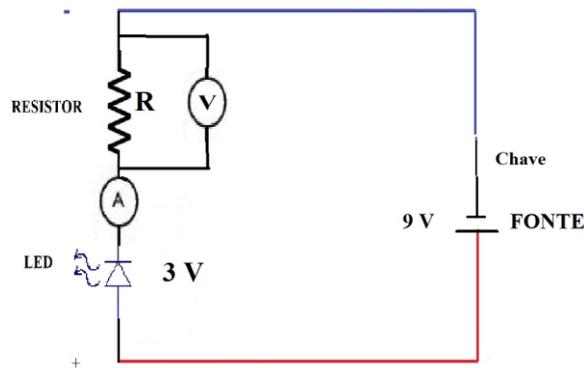
O multímetro é um aparelho de medidas elétricas onde as medições das grandezas elétricas não são simultâneas, tensão elétrica, conhecida como voltagem, corrente elétrica, conhecida como amperagem e a resistência elétrica, ou simplesmente resistência. O multímetro mede estas grandezas em diferentes escalas, desde o mili até o quilo, seja milivolts, miliampères, quilovolts, quiloampères, dependendo do circuito.

Para efetuarmos a medição da medida elétrica, o multímetro deverá indicar a grandeza que se quer medir, e tomando alguns cuidados no ato de efetuar a medida. Para medirmos a Tensão elétrica, o multímetro deve estar em V (volt), na escala escolhida, e deve ser ligado em paralelo ao circuito elétrico. Para medir corrente

elétrica, o multímetro deve estar em A (ampère), na escala escolhida, e deve ser ligado em série com o circuito elétrico. Finalmente, para medir resistência elétrica, o multímetro deve estar em Ω (ohm) e deve-se retirar o resistor do circuito, ou outro dispositivo que se deseja medir a resistência, para que seja efetuada a medida da sua resistência.

O circuito utilizado no produto educacional é mostrado na **Figura 3**. abaixo, com fonte de 9V, o amperímetro (A) ligado em série e o voltmímetro (V) ligado em paralelo ao circuito.

Figura 3 - Circuito elétrico de malha única



Fonte: Elaborada pelo Autor

Fizemos cálculos simples para determinar qual valor da resistência do resistor para que o LED tenha uma corrente de funcionamento de 20mA ligado em baterias de 9V, 6V e 3V. Os cálculos para uma bateria de 9V estão abaixo discriminados a seguir e estão no produto educacional.

2.3.1 Cálculos para o valor da resistência elétrica e da intensidade da corrente elétrica e potência elétrica

Fizemos vários cálculos utilizando alguns dados, portanto para encontrar o valor da resistência do resistor para o led funcionar com corrente de 20mA ao ser ligado em uma bateria de 9 V segue os dados abaixo:

DADOS:

Corrente de funcionamento do LED: $i = 20mA = 20 \cdot 10^{-3} A$

Tensão (ddp) da bateria: $U_{bat} = 9V$

Tensão (ddp) do LED: $U_{LED} = 3V$

Tensão (ddp) do Resistor: Lei de Ohm: $U = R \cdot i$

Resistência do Resistor: $R = ?$

Lei dos Nós: **Nenhum nó**

Lei das Malhas: **Malha única**

Utilizando a Lei das malhas,

$$U_{bat} - U_{LED} - R \cdot i = 0$$

$$R \cdot i = U_{bat} - U_{LED}$$

$$R = \frac{U_{bat} - U_{LED}}{i}$$

$$R = \frac{9 - 3}{20 \cdot 10^{-3}} = \frac{6}{20 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \cdot 10^3 = 0,3 \cdot 1000 = 300\Omega$$

Então o valor da resistência do resistor será igual a **300Ω**, para que o LED tenha uma corrente elétrica de funcionamento de 20mA.

Repetem-se os procedimentos do cálculo acima para encontrar a medida da resistência elétrica do resistor, onde a corrente elétrica de funcionamento do LED seja de 20mA para fontes de 6V e 3V, ou seja, mudam-se apenas os valores para a tensão da bateria.

Também fizemos cálculos para encontrar o valor da potência de funcionamento do LED e da potência do resistor:

Dados:

$$\text{Tensão (ddp) do LED: } U_{LED} = 3V$$

$$\text{Corrente de funcionamento do LED: } i = 20mA = 20 \cdot 10^{-3}A$$

$$\text{Resistência do Resistor: } R = 320\Omega$$

$$\text{Potência do LED: } P_{LED} = ?$$

$$\text{Potência do Resistor: } P_{res} = ?$$

Para o LED,

$$P_{LED} = U_{LED} \cdot i$$

$$P_{LED} = 3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 60 \cdot 10^{-3}W = 60mW = 0,060W$$

Para o resistor,

$$P_{res} = Ri^2$$

$$P_{res} = 320 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 = 320 \cdot 400 \cdot 10^{-6} = 128000 \cdot 10^{-6}W$$

$$P_{res} = 0,128W$$

A tabela obtida após as medições está no **Apêndice O** e os gráficos com as curvas características do LED obtidos após as tabulações estão nos **Apêndices P e Q**.

2.3.2 Conceitos Importantes

Os conceitos utilizados neste trabalho já estão bem definidos, conhecidos e aceitos pela comunidade científica, entretanto é necessário salientar para os conceitos utilizados nesta secção 2.3.2, a referência foi a Obra “**Eletrônica - vol. 1, 4ª ed.**” (MALVINO, 1997) que detalha conceitos de eletrônica básica, seus componentes e funcionamentos.

O princípio de funcionamento do LED baseia-se nos níveis de energia. Com esse tipo de dispositivo, a tensão aplicada leva os elétrons aos níveis mais altos de energia. Quando eles voltam para seus níveis originais, devolvem a energia em forma de luz. Dependendo do material utilizado, a luz pode ser vermelha, verde, laranja, azul ou outras.

Seguem alguns conceitos importantes:

a) Fontes de Tensão: Uma fonte de tensão ideal produz uma tensão constante, o que equivale a dizer que ela tem uma resistência interna igual à zero. Uma fonte de tensão real funciona como fonte de tensão ideal com uma resistência em série. Uma fonte de tensão quase ideal tem uma resistência interna pelo menos 100 vezes menor que a resistência da carga. Quando um erro de menos de 1% for aceitável, podemos tratar as fontes de tensão quase ideais como fontes ideais.

b) Fontes de Corrente: Uma fonte de corrente ideal produz uma corrente constante, não importando o valor da resistência de carga. Uma fonte de corrente quase ideal é aquela que tem uma resistência interna pelo menos 100 vezes maior que a resistência de carga. Quando um erro de menos de 1% for aceitável, podemos tratar todas as fontes de corrente quase ideais como fontes ideais.

c) Níveis de Energia: Para uma boa aproximação, podemos identificar a energia total de um elétron pelas dimensões de sua órbita. Isto é, podemos pensar em cada raio da **Figura 4a** como equivalente ao nível de energia na **Figura 4b**. Elétrons em órbitas menores estão nos primeiros níveis de energia; elétrons na segunda órbita estão nos segundos níveis de energia, e assim sucessivamente.

Figura 4 - Níveis de Energia.



Fonte: Malvino, 1997

d) Condutores : Um átomo neutro de cobre tem apenas um elétron em sua órbita. Como esse elétron simples pode ser deslocado facilmente de seu átomo, ele é chamado de elétron livre. O cobre é um bom condutor porque o menor valor de tensão faz com que os elétrons livres circulem de um átomo para outro.

e) Semicondutores: O silício é o material semiconductor mais largamente empregado. Um átomo isolado de silício tem quatro elétrons em sua órbita de valência. O número de elétrons na órbita de valência é a chave na determinação de sua condutibilidade. Os condutores possuem um elétron de valência, semicondutores possuem quatro elétrons de valência e isolantes, oito elétrons de valência.

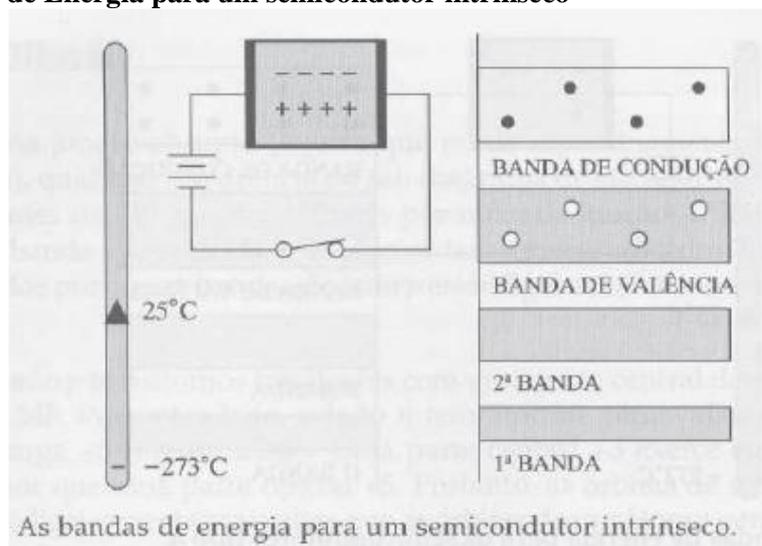
f) Cristal de Silício: Cada átomo de silício num cristal tem seus quatro elétrons de valência mais outros quatro elétrons cedidos pelos átomos vizinhos. Na temperatura ambiente, um cristal puro de silício tem apenas alguns elétrons livres e lacunas produzidos termicamente. O tempo entre a geração e a recombinação de um elétron livre e uma lacuna é chamado de tempo de vida.

g) Bandas de Energia: Dois elétrons num cristal não podem ter exatamente os mesmos níveis de energia. Por isso, todos os elétrons na primeira órbita têm níveis de energia ligeiramente diferentes. É por isso que o primeiro nível de energia na **Figura 2.5** é mostrado como uma banda de níveis de energia em vez de uma linha reta horizontal. De modo similar, os elétrons da segunda órbita ficam dentro da segunda banda e os elétrons de valência, na banda de valência. Todos os elétrons de valência estão firmemente presos à banda de energia de valência. Mas na temperatura ambiente, a energia térmica pode ocasionalmente levar um elétron de valência para a banda de condução. A energia adicional permite que alguns elétrons sejam retirados da banda de

valência para a banda de condução, conforme mostrado na **Figura 5**. Os elétrons livres ficam nas órbitas da banda de condução, enquanto as lacunas ficam nas órbitas da banda de valência.

h) Semicondutor intrínseco: Um semicondutor intrínseco é um semicondutor puro. Quando uma tensão externa é aplicada num semicondutor intrínseco, os elétrons livres circulam na direção do terminal positivo da bateria e as lacunas na direção do terminal negativo da bateria. (MALVINO, 1997).

Figura 5 - Bandas de Energia para um semicondutor intrínseco



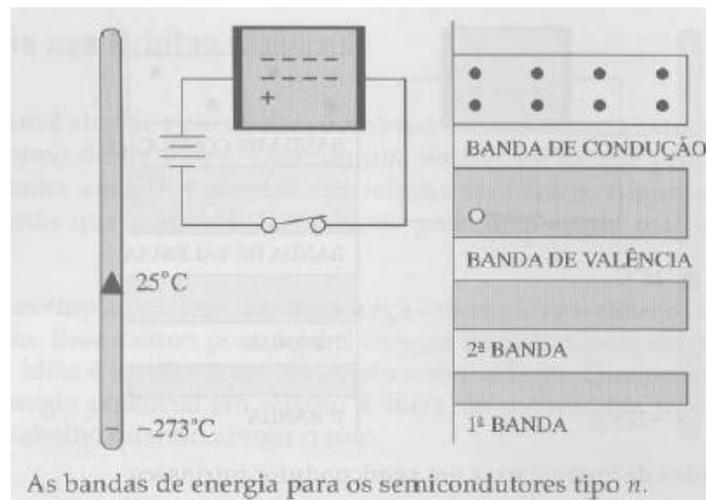
Fonte: (Malvino, 1997)

i) Fluxos de Corrente: Existem dois tipos de fluxos de portadores num semicondutor intrínseco. Primeiro, há o fluxo de elétron livre através das órbitas maiores (banda de condução). Segundo, há um fluxo de lacunas através das órbitas menores (banda de valência).

j) Dopagem de um semicondutor: A dopagem aumenta a condutibilidade de um semicondutor. Um semicondutor dopado é chamado de *semicondutor extrínseco*. Quando um semicondutor intrínseco é dopado com átomos pentavalentes (doadores), ele tem mais elétrons livres do que lacunas. Quando um semicondutor intrínseco é dopado com átomos trivalentes (receptor), ele tem mais lacunas do que elétrons livres.

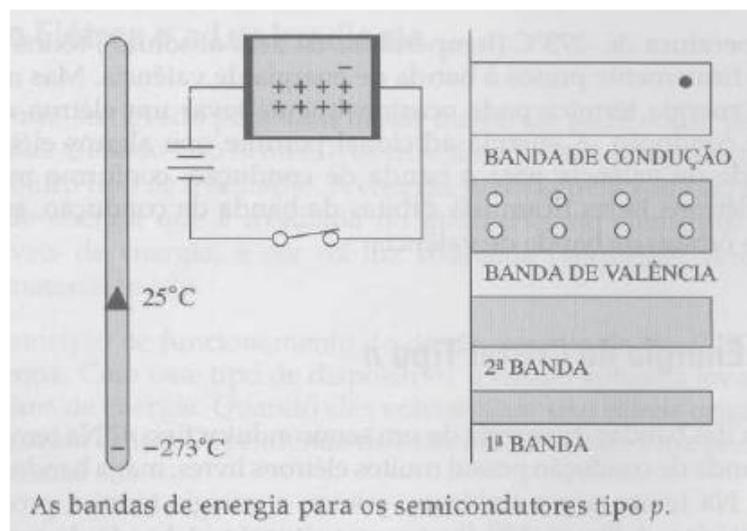
k) Semicondutores extrínsecos: Num semicondutor tipo *n* os elétrons livres são portadores majoritários, enquanto as lacunas são portadores minoritários.

Figura 6 - Bandas de Energia para um semiconductor tipo n



Fonte: Malvino, 1997

Figura 7 - Bandas de Energia para um semiconductor tipo p



Fonte: Malvino, 1997

l) Diodo não polarizado: Um diodo não polarizado tem uma camada de depleção na junção *pn*. Os íons nessa camada de depleção produzem uma barreira de potencial. Na temperatura ambiente, essa barreira de potencial é de 0,7V aproximadamente para um diodo de silício.

m) Polarização direta: Quando uma tensão externa se opõe à barreira de potencial, o diodo fica diretamente polarizado. Se a tensão aplicada for maior que a barreira de potencial, a corrente é alta. Em outras palavras, a corrente circula facilmente quando o diodo é diretamente polarizado.

n) Polarização Reversa Quando uma tensão externa está no mesmo sentido da barreira de potencial, o diodo fica reversamente polarizado. A largura da camada de depleção aumenta quando a tensão reversa aumenta. A corrente é aproximadamente zero.

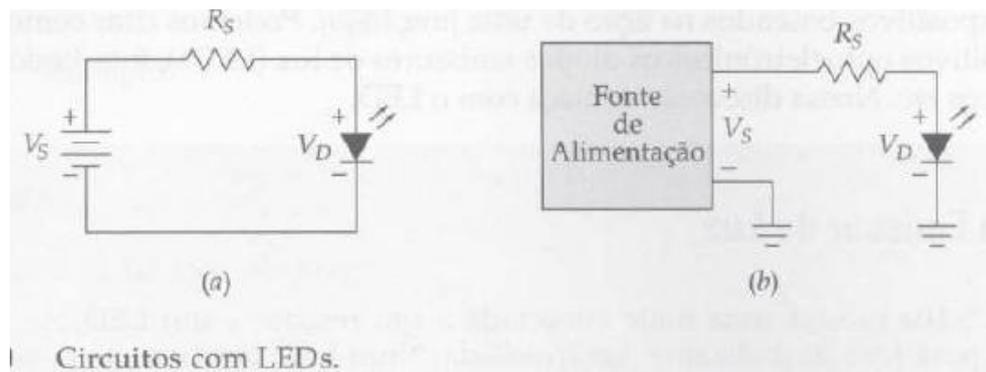
o) Dispositivos Optoeletrônicos: O LED é largamente usado como indicador nos instrumentos como calculadoras e outros equipamentos eletrônicos. Pela combinação de sete LEDs num encapsulamento único, obtemos um indicador de sete segmentos. Outro dispositivo optoeletrônico muito importante é o acoplador ótico, que permite acoplar um sinal entre dois circuitos alternativos. A *optoeletrônica* é a tecnologia que combina a ótica com a eletrônica. Esse campo inclui vários dispositivos baseados na ação de uma junção *pn*. Podemos citar como exemplo de dispositivos optoeletrônicos os diodos emissores de luz (LEDs), fotodiodos, acopladores óticos etc.

p) Máxima corrente direta: é o máximo valor de corrente que um diodo diretamente polarizado pode suportar antes de ser destruído ou de ser seriamente comprometido.

q) MOSFET: acrônimo de Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, ou transistor de efeito de campo metal - óxido - semicondutor - TECMOS, é, de longe, o tipo mais comum de transistores de efeito de campo em circuitos tanto digitais quanto analógicos.

A **Figura 8.** mostra uma fonte conectada a um resistor e um LED. As setas que apontam para fora simbolizam a luz irradiada. Num LED diretamente polarizado, os elétrons livres cruzam a junção e caem nas lacunas. Como esses elétrons caem de um nível de energia mais alto para um nível de energia mais baixo, eles irradiam energia. Nos diodos comuns, essa energia é dissipada em forma de calor. Mas, num LED, a energia é irradiada em forma de luz. Os LEDs substituem as lâmpadas incandescentes em várias aplicações por causa de sua baixa tensão, longa vida e por terem um bom funcionamento em circuitos de chaveamento (liga-desliga). (MALVINO, 1997)

Figura 8 - Circuitos com LED.



Fonte: Malvino, 1997

r) Equação da Corrente através do Resistor em Série:

$$I_S = \frac{V_S - V_Z}{R_S}$$

Essa equação diz que a corrente através do resistor em série é igual à tensão no resistor em série dividida pela resistência. Isso é outro exemplo da lei de Ohm, onde a tensão é a diferença de potencial nos extremos de um resistor.

s) Equação da Corrente em um LED :

$$I_S = \frac{V_S - V_D}{R_S}$$

Esta equação fornece a corrente através de um resistor em série com um LED. Ela diz que a corrente é igual à tensão no resistor em série dividida pela resistência. No Produto Educacional usamos 3V para V_D , para a tensão no LED.

Os diodos comuns são feitos de silício, um material opaco que bloqueia a passagem da luz. Os LEDs são diferentes. Pelo uso de elementos como o gálio, arsênio e fósforo, um fabricante pode produzir LEDs que irradiam as luzes vermelha, verde, amarela, azul, laranja ou infravermelha (luz invisível). Os LEDs que produzem irradiação de luz visível são úteis nos instrumentos, calculadoras etc. O LED infravermelho encontra aplicações nos sistemas de alarme contra ladrão e outras áreas que necessitam de irradiação infravermelha.

Ainda segundo Malvino, para a maioria dos LEDs disponíveis comercialmente, a queda de tensão típica é de 1,5a 2,5V para correntes entre 10 e 50mA. A queda de tensão exata depende da corrente no LED, da cor, da tolerância etc.

t) Intensidade da luz num LED: depende da corrente. Idealmente, o melhor modo de controlar a intensidade da luz é por meio de uma fonte de corrente. O modo

mais fácil de obter uma fonte de corrente é por meio de uma alta tensão e de uma resistência de alto valor em série.

Os problemas mais comuns encontrados na montagem do experimento para produto educacional foram os curtos-circuitos e circuitos abertos. Sempre que se excediam as potências nominais máximas dos LEDs ocasionava a queima do LED. Não tivemos problemas com soldas, entretanto, pingos de solda podem fazer que os componentes fiquem em curto-circuito e pontos com soldas frias podem criar a situação de um circuito aberto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Quanto à abordagem, a pesquisa teve foco quantitativo/qualitativo, pois, nos questionários aplicados com os aprendizes, foram coletados dados numéricos, que em seguida foram organizados em forma de gráficos. A pesquisa também se caracterizou por uma abordagem qualitativa, em que os pesquisadores privilegiam, essencialmente, a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação (BOGDAN e BIKLEN, 1994), o que ocorreu durante a aplicação do produto educacional, considerando-se os relatos dos aprendizes quanto ao desenvolvimento e os comentários nos questionários. Quanto aos questionários, estes foram desenvolvidos no Google Formulário para que, posteriormente, as respostas fossem tabuladas e categorizadas, utilizando a aplicação da técnica da Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2007).

A pesquisa se baseia em estudo de caso. Os instrumentos de coleta de dados foram três questionários objetivos de múltipla escolha, a priori (questionário1), intermediário (questionário 2) e a posteriori (questionário3) que foram aplicados para verificar se a unidade didática constituída pelos kits de experimentação com roteiros e videoaulas seria viável e eficaz para desencadear a aprendizagem significativa.

O local da pesquisa foi a Escola Estadual Professor Manoel Gentil do Vale Bentes, situada a Rua 17 de agosto, nº 26, Centro, Satuba-AL, CEP 57120-000, na região metropolitana de Maceió-AL, uma unidade escolar com 410 aprendizes matriculados em 2017, funcionando somente no turno diurno, com doze turmas, seis no turno matutino e seis no turno vespertino, com Ensino Médio na modalidade regular.

Figura 9 - Frente da Escola Estadual Prof. Manoel Gentil do Vale Bentes



Fonte: Acervo do Autor

Uma característica da Escola é que não possui laboratório de Física e não há espaço físico para a construção de um laboratório. Entretanto, a escola recebeu, em 2007, quando ainda ofertava o Ensino Fundamental, um Laboratório de Ciências, que está sucateado devido às reformas no prédio e falta de pessoal para fazer a manutenção dos equipamentos, e como já foi relatado, não há espaço físico para a acomodação do laboratório, ficando tudo numa mesma sala, que, oficialmente, é a Sala de Informática, entretanto, serve de Sala dos Professores, Sala da Coordenação, Sala de Leitura, Biblioteca, Almoxarifado para guardar livros didáticos não utilizados.

As turmas nas quais o produto educacional foi aplicado são do 3º ano do Ensino Médio (3º A, 3º B, 3º C e 3º D), duas no turno matutino (3º A e 3º B) e duas no turno vespertino (3º C e 3º D) com 31 aprendizes, em média, por turma;

Na matrícula inicial de 2017, as turmas tinham 3º A (32 aprendizes), 3º B (30 aprendizes), 3º C (28 aprendizes) e 3º ano D (34 aprendizes).

Na matrícula final de 2017, as turmas tinham 3º A (31 aprendizes), 3º B (28 aprendizes), 3º C (24 aprendizes) e 3º ano D (33 aprendizes).

A turma 3º A foi a turma controle, na turma 3º D o produto educacional foi aplicado, enquanto que nas turmas 3º B e 3º C foram aplicados Kits com os Roteiro de experiência com metodologias diferentes.

Criamos o questionário 1 em outubro de 2016 e aplicamos em sala de aula, com os aprendizes respondendo anonimamente, nas turmas de 3º ano de 2016, conforme **Apêndice A - Questionário 1 - Pesquisa 1**. Entretanto, descartamos a coleta e análise dos dados do questionário aplicado, pois eram turmas diferentes das turmas de 2017, nas quais o produto educacional seria realmente aplicado.

Iniciamos o ano letivo de 2017 (fevereiro) dispostos a aplicar o questionário a priori - diagnóstico -que chamaremos simplesmente de questionário 1 nas quatro turmas de 3º ano para sabermos quais os interesses dos aprendizes e basear nossa pesquisa, e para que o produto educacional seja desenvolvido segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Para isso, iniciamos com a criação do questionário 1 - pesquisa 1. Este questionário seria aplicado em sala de aula, com os aprendizes respondendo anonimamente. Contudo, após uma pesquisa informal com as turmas em sala, a entrada de smartphones girava em torno de 95% para todas as turmas. Então, em uma com conta no Google Formulário, <https://www.google.com.br/>, criou-se um formulário com o questionário 1, <https://docs.google.com/forms/d/1zuLwUX3vp7CBPyQY4T2IIHQ0i3vttz7JB552zwJrl>

Foram montados seis kits com os materiais para os experimentos para os alunos, e um kit do professor conforme **Figura 11.**, a esses sete kits foi acrescentado o Roteiro da experiência com LED. Com um desses kits, um smartphone e o editor de vídeo foi criada a videoaula, onde somente para a gravação do experimento, demorou-se mais de 6 h e mais 12h para edição do vídeo. Vale salientar que toda a montagem do experimento, do aparato para gravação, e edição do vídeo foi realizada pelo autor desta dissertação.

Figura 11- Caixas dos Kits de Experimentos



Fonte: Acervo do Autor

Para a aplicação do kit dos roteiros e da videoaula, a turma deve ter conhecimento prévio dos conteúdos **CIRCUITOS ELÉTRICOS** e **APARELHOS DE MEDIDAS ELÉTRICAS**. O professor pode também observar o interesse, a iniciativa e autonomia das equipes durante a aplicação da experiência/produto educacional.

Após a edição do Produto Educacional (videoaula), foi criado então o questionário intermediário, chamado de questionário 2, que serviu para fornecer percepções acerca do produto educacional proposto, ou seja, para saber se o produto educacional seria viável e se a aprendizagem com o produto educacional seria melhor que as outras aplicações. Foram criados dois tipos de questionário 2, chamado tipo A e tipo B, com questões abertas, com as mesmas questões, mas, colocando-as em ordens diferentes sobre os experimentos dos kits e da videoaula. Os questionários tipos A e B foram aplicados em duplas em sala de aula após a aplicação do produto educacional e dos kits de experimentos. Cada dupla respondeu apenas a um tipo de questionário. O questionário 2 está nos **Apêndices D e E - Questionário 2 tipo A e tipo B.**

A sistemática das aplicações do kit de experimentos e do Produto Educacional (videoaula) nas turmas foi realizada da seguinte forma:

- **3º ano A** – Não fez experiências e nem o Produto Educacional foi apresentado inicialmente, somente foi aplicado o questionário 2 sobre os possíveis resultados encontrados para os problemas durante a realização da experiência/aplicação do produto educacional como se a turma a tivesse realizado o experimento/assistido a videoaula. Esta turma é a turma controle. A turma 3º ano A é a que possui maior rendimento educacional, tanto em Física como nas outras disciplinas da escola, por isso ela foi escolhida como a turma controle. A turma se apropriou do tema devido ao fato que sempre se esforçava mais nas atividades propostas em sala de aula. Após a aplicação do questionário2, o produto educacional foi aplicado na turma.

- **3º ano B** – O professor realizou a experiência com o Kit do Roteiro de experimentos, com os aprendizes somente observando e perguntando quando alguma dúvida surgia. Após a realização da experiência, foi aplicado o questionário2 sobre os possíveis resultados encontrados para os problemas durante a realização da experiência/aplicação do produto educacional. Para aplicação na turma 3º B, foram necessárias duas aulas de 50min para a conclusão do experimento nessa turma. Em uma terceira aula foi aplicado o questionário 2.

- **3º ano C** –. Fez a experiência utilizando apenas os Kits do Roteiro de experimentos, sem ajuda do professor. Após a realização da experiência, foi aplicado o questionário2 sobre os possíveis resultados encontrados e problemas durante sua realização. Para aplicação na turma 3º C, a turma foi dividida em seis equipes com quatro componentes e autonomamente os aprendizes realizaram o experimento. Foram necessárias duas aulas de 50min para a conclusão do experimento nessa turma. Em uma terceira aula foi aplicado o questionário 2.

- **3º ano D** – Nessa turma foi aplicado o Produto Educacional: “Videoaula: Determinando a ddp de limiar de um LED” sem interferências ou comentários do professor. Após a apresentação da videoaula foi aplicado o mesmo questionário 2 das outras turmas. A videoaula foi apresentada na primeira aula, com duração de 25 minutos e a aplicação do questionário 2 foi realizada na segunda aula.

Após a aplicação questionário 2, o produto educacional foi apresentado novamente, dessa vez nas outras três turmas, e em seguida, foi solicitado que os aprendizes respondessem um questionário a posteriori, chamado de questionário 3 ou questionário de feedback do experimento do LED com aplicação e respostas online.

Este questionário 3 foi criado para saber como os aprendizes estavam durante a realização das experiências, da apresentação da videoaula e da aplicação do questionário 2.

Então, na mesma conta no Google Formulário ,<https://www.google.com.br/> criou-se um formulário, com o questionário 3, chamado Feedback do experimento do LED, sendo o link disponibilizado no blog <http://tobiasmarcelo.blogspot.com.br/> com link <http://tobiasmarcelo.blogspot.com/2017/11/pesquisa-2-feedback-do-video-do-led.html> e nos grupos de whatsapp das turmas, com um prazo de três semanas para responder, com postagem do link no blog do dia 01 de novembro de 2017. O questionário de feedback está no **Apêndice F - Questionário 3**.

Finalmente foi feita a análise dos resultados obtidos e comparado com os resultados esperados.

O Produto Educacional (videoaula) foi criado após análise do resultado do questionário diagnóstico (questionário 1) e da construção do Kit com Roteiro de experimento com LED. A videoaula foi editada com auxílio do editor de vídeos **Camtasia®Studio8**. A vídeoaula tem o mesmo desenvolvimento que o Roteiro de experimento, a primordial diferença é que ao invés do aprendiz ler o roteiro, ele vai assistir/ouvir alguém falando o que se deve fazer, qual a motivação, os materiais, a fundamentação teórica, os procedimentos e as conclusões. Na videoaula, falamos o que é um resistor, como calcular a resistência de um resistor tipo carbono, como são feitas ligações em série e em paralelo de circuitos para a medição de diferença de potencial e da intensidade da corrente elétrica em circuitos simples (vide **apêndice F**). Até este ponto, não há novidades para os aprendizes, pois são conteúdos que os aprendizes já deveriam conhecer antes da apresentação da vídeoaula.

Entretanto, há uma enorme diferença entre o que é ensinado nos livros, como os circuitos e seus símbolos e a parte prática das ligações e medidas nesses circuitos. A novidade da vídeoaula consiste em mostrar o que é um LED, os tipos de LED existentes, para que eles servem e o que são curvas características de um LED e como obtê-las utilizando uma planilha eletrônica (vide **apêndices M, N, O e P**). Inicialmente, a proposta seria construir a curva característica de todos cinco LEDs do experimento, entretanto, o vídeo se tornaria demasiado grande, então foi reduzido a apenas um LED, escolhido arbitrariamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

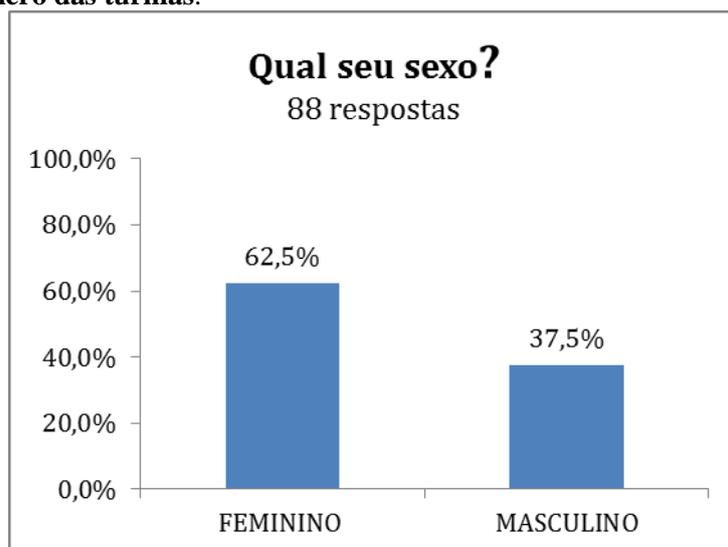
4.1 Análises do Questionário 1 (questionário à priori)

Iniciaremos com a análise do questionário 1 (questionário à priori), dos dados da pesquisa com os gráficos criados, os quais foram gráficos de barras e colunas. Não obtivemos o resultado por turma, apenas na totalidade das turmas, pois a pesquisa foi realizada através de formulários do Google no endereço on-line.

Os dados foram coletados diretamente da plataforma do resultado do formulário <https://docs.google.com/forms/d/1zuLwUX3vp7CBPyQY4T2IIHQ0i3vttz7JB552zwJrl2c/edit>, por esse motivo que a fonte das letras de alguns gráficos é diferente da fonte do texto.

Conforme **Figura 12**, o gênero prevalente nas das turmas é o feminino com 62,5%, ou seja, as turmas possuíam mais mulheres em sua composição.

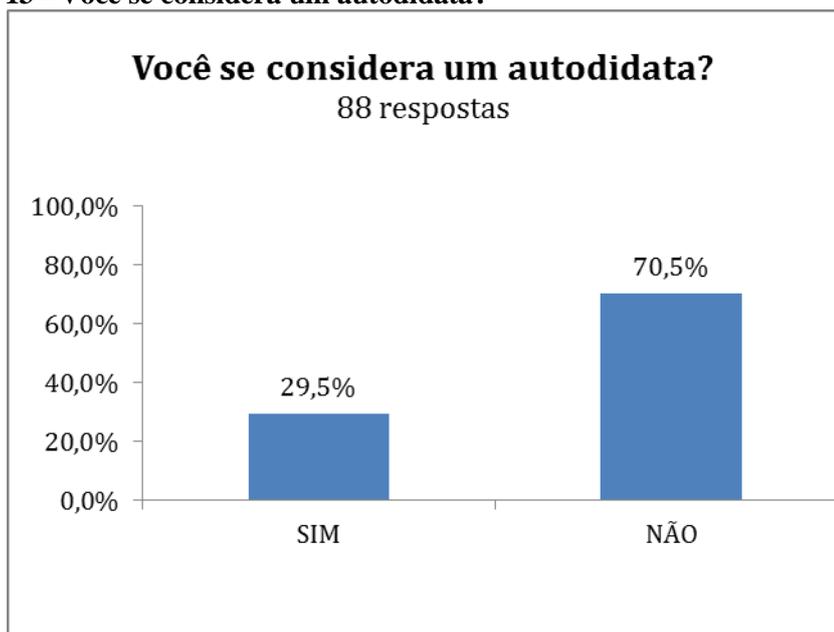
Figura 12 -. Gênero das turmas.



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Conforme **Figura 13** 70,5 % dos estudantes respondentes não se consideram autodidatas, ou seja, tem dificuldade de aprender sozinhos sem que tenha alguém que seja seu tutor.

Figura 13 - Você se considera um autodidata?



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Conforme **Figura 14** a entrada de smartphone nas turmas é de 96,6%, situação que surpreendeu, pois em uma escola pública e de região periférica de Maceió, não se esperava este resultado.

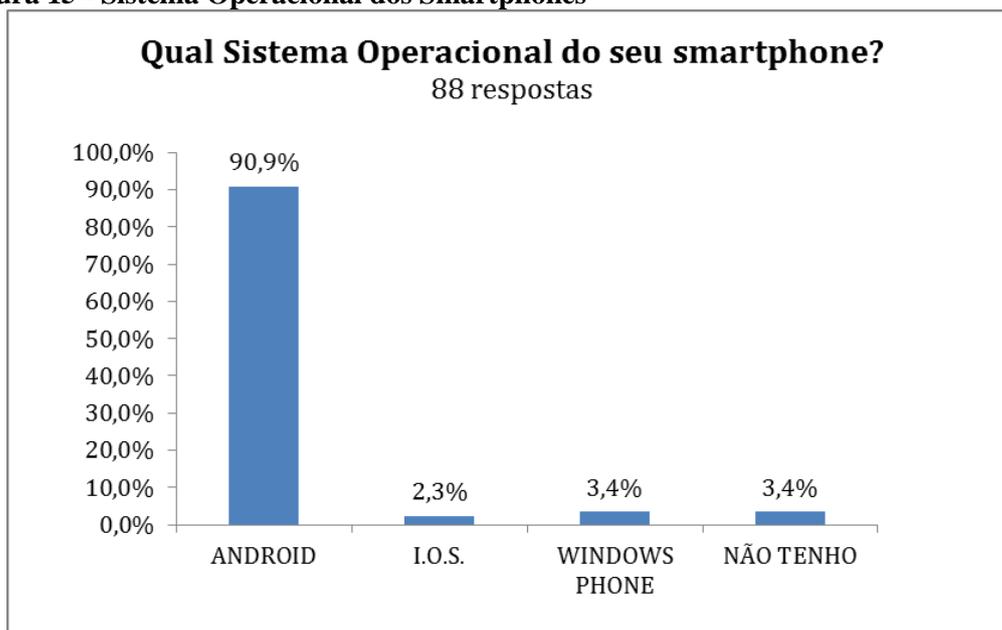
Figura 14 - Entrada de Smartphones nas turmas



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

O Sistema operacional dominante nos smartphones, segundo a **Figura 15**, é Android com 91% aproximadamente.

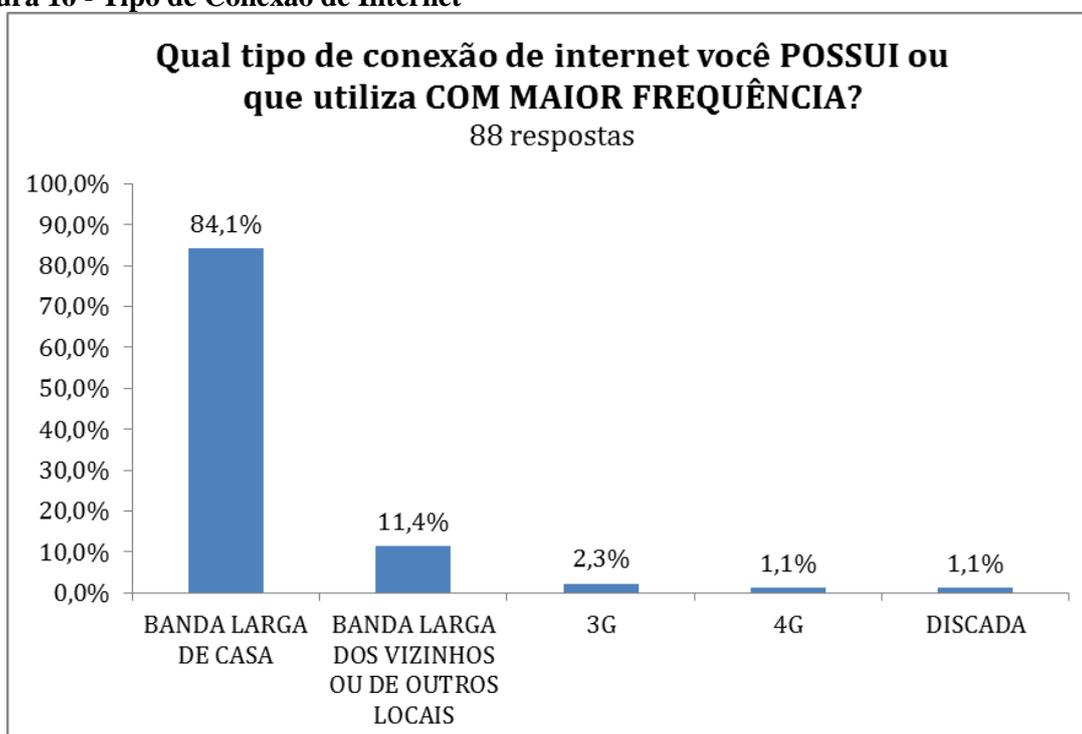
Figura 15 - Sistema Operacional dos Smartphones



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Outro dado que surpreendeu durante a análise das respostas do questionário foi quanto ao acesso à internet, pois a maior frequência foi banda larga com 84% e justamente em casa, segundo **Figura 16** abaixo:

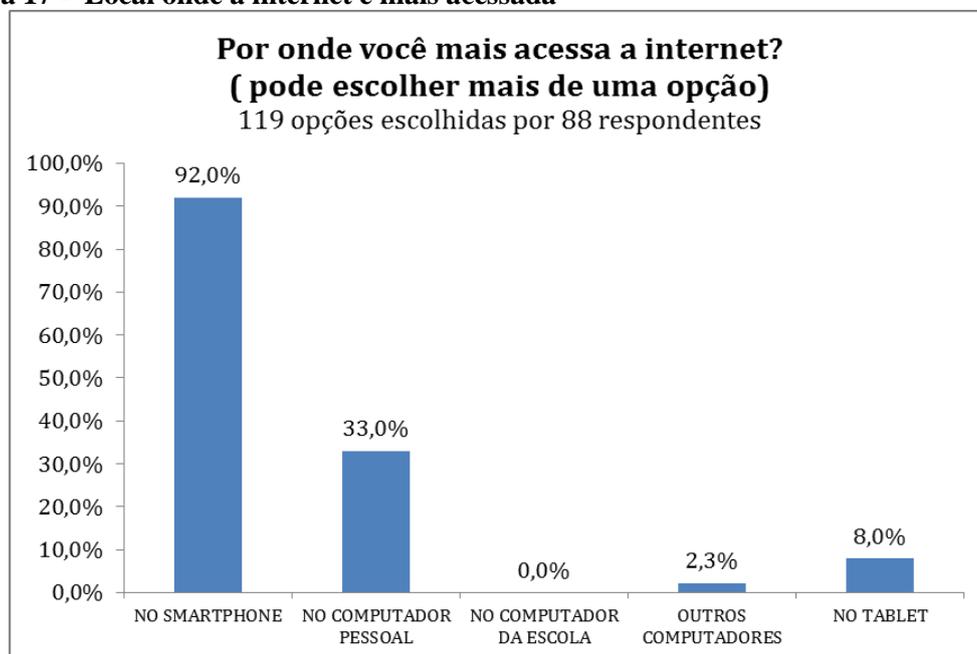
Figura 16 - Tipo de Conexão de Internet



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Na **Figura 17** já era esperado o resultado encontrado, e realmente aconteceu, foi o aparelho por onde os aprendizes mais acessam a internet, que foi justamente o Smartphone com 92 %.

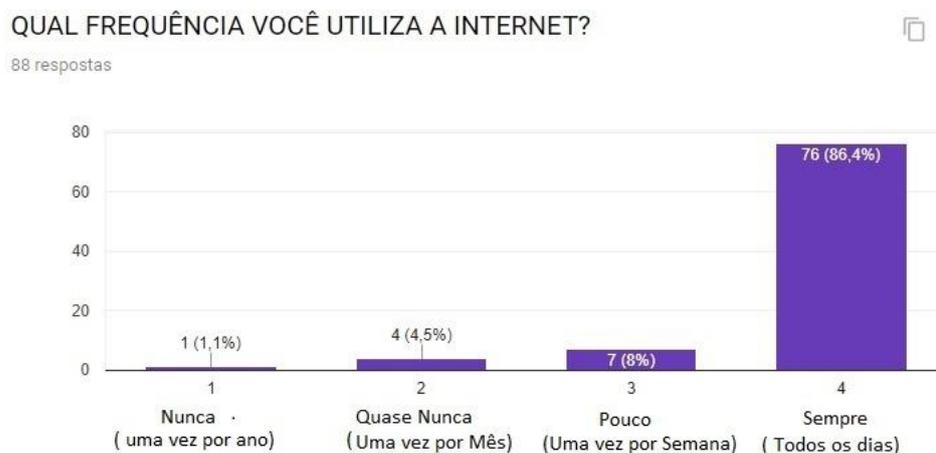
Figura 17 - Local onde a internet é mais acessada



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Outros dados importantes foram a frequência em que a internet era acessada e de quanto tempo o smartphone é utilizado pelos estudantes, pois eles sempre utilizam a internet com 86% e a mesma porcentagem eles utilizavam a internet, indicando que o meio que utilizavam para acessar a internet é predominantemente o smartphone segundo as **Figuras 18 e 19** a seguir:

Figura 18 - Frequência do uso da Internet

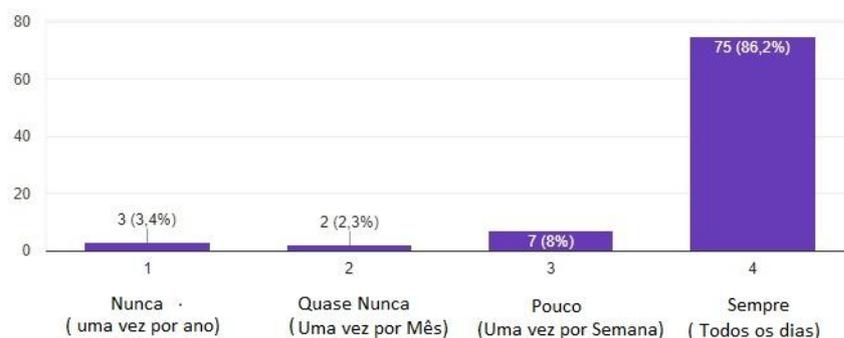


Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Figura 19 - Frequência do uso do smartphone

QUAL FREQUÊNCIA VOCÊ UTILIZA O SMARTPHONE?

87 respostas



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

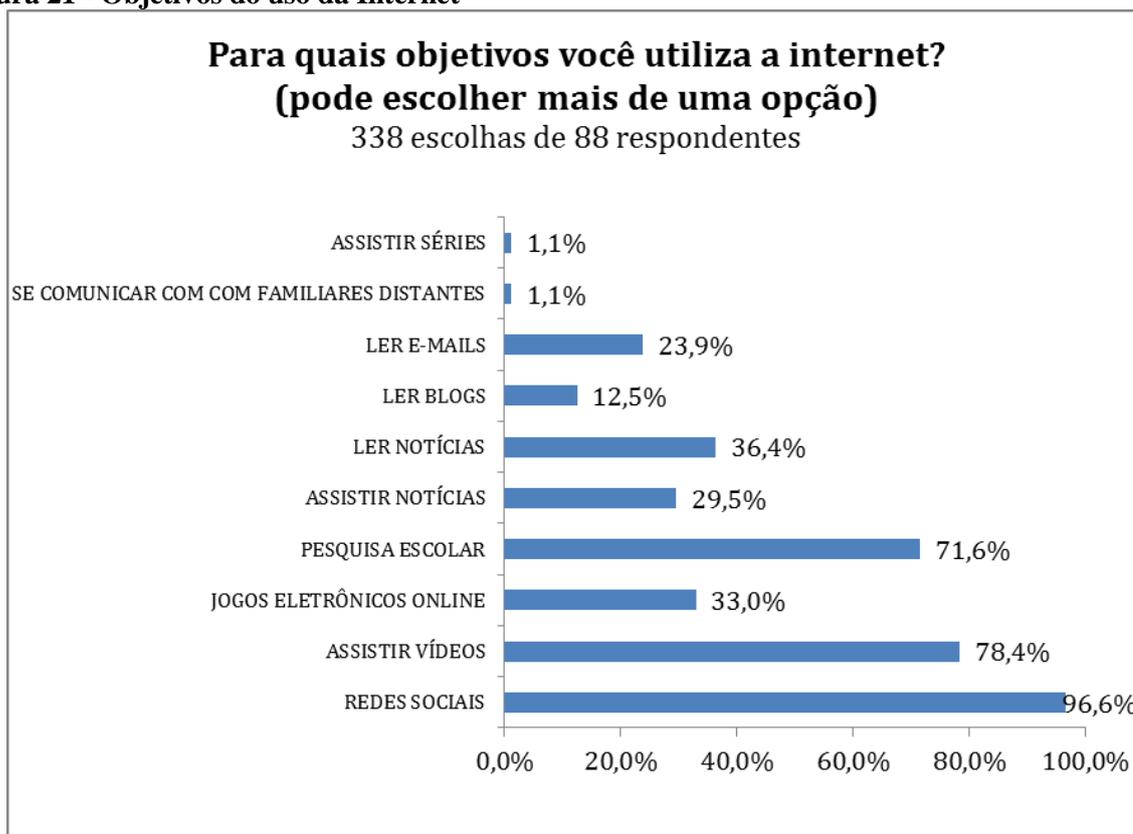
O principal objetivo do uso do Smartphone é acessar a internet com 98%, em contraste com o verdadeiro uso do aparelho que é telefonar com 66% ou assistir vídeos com teve um percentual de 64% e os principais objetivos do uso da Internet foram Redes Sociais com 97%, assistir vídeos com 78% e pesquisa escolar com 72% segundo **Figuras 20 e 21** a seguir:

Figura 20 - Objetivos do uso do Smartphone



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

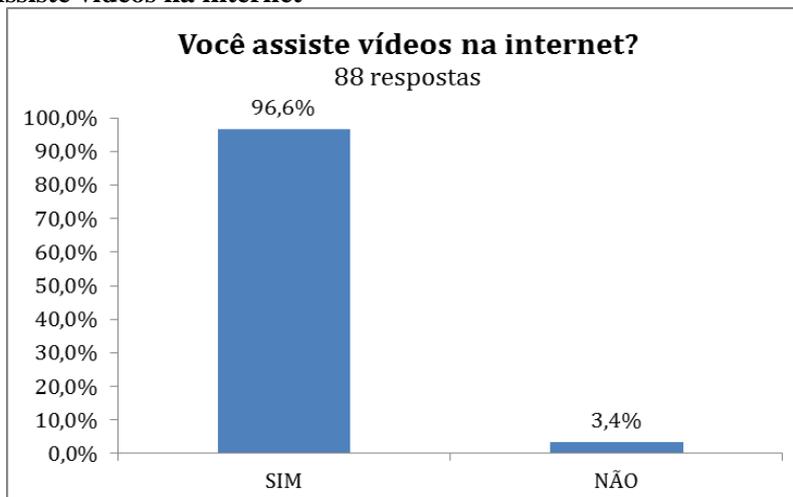
Figura 21 - Objetivos do uso da Internet



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Quando se faz a pergunta direta se assiste vídeos na internet, a resposta foi altíssima, com 97% dos respondentes dizendo que assistiam vídeos na internet, segundo a **Figura 22**, mas se compararmos com as respostas da **Figura 21**, assistir vídeo não é a primeira opção do uso da internet.

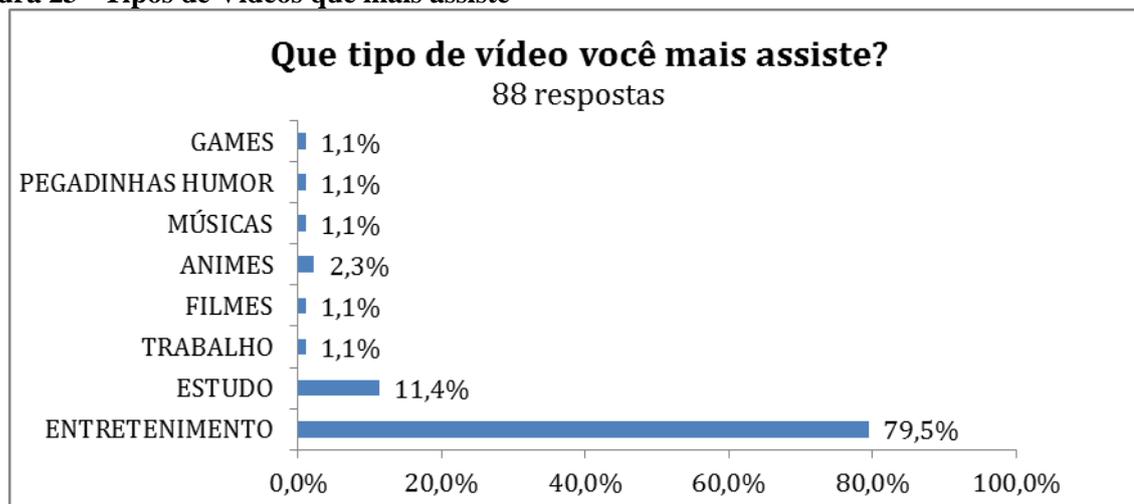
Figura 22 - Assiste vídeos na internet



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Segundo a **Figura 23**, os tipos de vídeos mais acessados foram de entretenimento com 80 % e apenas 11% disseram que assistiam vídeos para estudo. A pergunta deixava em aberto se assistiam quais outros tipos de vídeos, e se juntarmos as outras respostas como filmes, anime, musicas, pegadinha, games e youtube, o tipo de vídeos com opção de entretenimento chega em 88 %, Entretanto, segundo **Figura 21**, os 71,6 % respondentes informaram que utilizam a internet para pesquisa escolar, o que gera uma incongruência, pois segundo a análise dessas duas figuras, para os aprendizes respondentes, pesquisa escolar é diferente de assistir vídeos para estudo. Devemos então, estimular que os aprendizes utilizem vídeos como instrumento de estudo e não apenas de entretenimento. Este estímulo será com a produção de vídeos de estudos pelos professores e pelos próprios aprendizes e posteriores postagens na internet para acesso de todos.

Figura 23 - Tipos de Vídeos que mais assiste



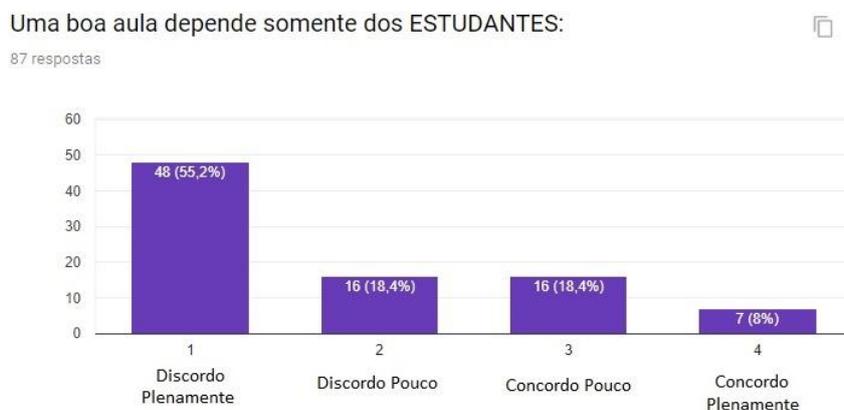
Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Segundo **Figuras 24, 25, 26, 27 e 28**, uma boa aula não depende somente do aprendiz ou do professor, mas depende do aprendiz e do professor e de uma série de outros fatores como o silêncio e sala arejada, entretanto, para os estudantes respondentes, o aparato tecnológico existente na escola como data show, computador, internet não é garantia absoluta para se obter uma boa aula.

Apenas 23% afirmam que uma boa aula depende somente do aprendiz na **Figura 24**, enquanto que na **Figura 25** 35% dos respondentes afirmam que depende somente do professor. Já a **Figura 26** mostra que a maioria, 92% dos respondentes, disseram que uma boa aula depende dos estudantes e dos professores. Já outro fator que influencia,

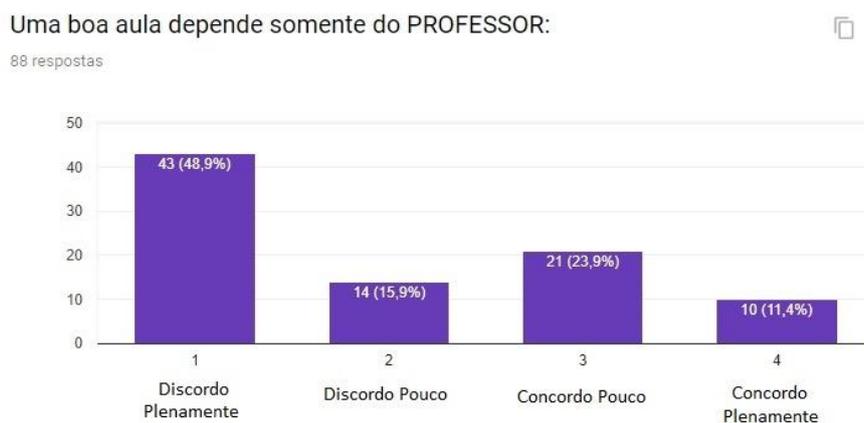
segundo **Figura 27**, é o ambiente físico para 90% dos respondentes. E finalmente, segundo a **Figura 28**, 79% concordam que o aparato tecnológico influencia numa boa aula.

Figura 24 - Uma boa aula depende somente dos estudantes



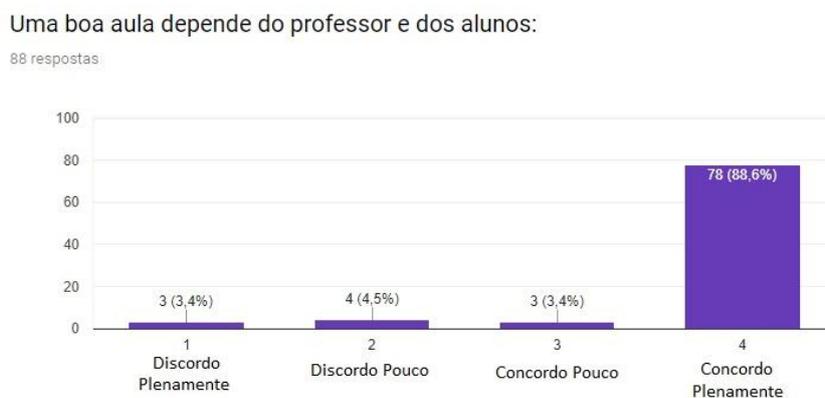
Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Figura 25 - Uma boa aula depende somente do Professor



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Figura 26 - Uma boa aula depende do professor e dos estudantes



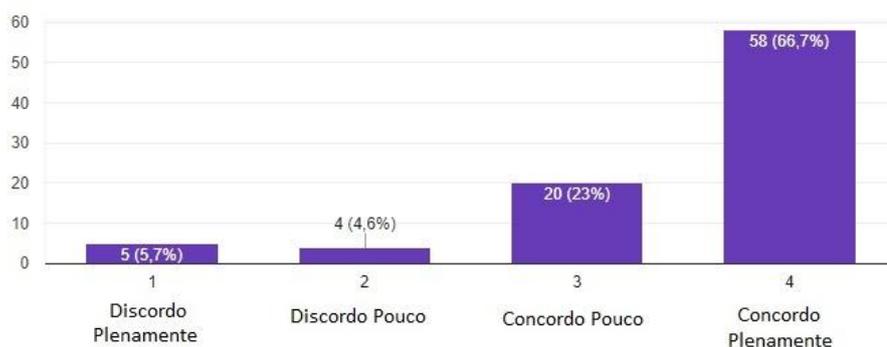
Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Figura 27 - Uma boa aula depende do ambiente físico

Uma boa aula depende do ambiente físico (sala arejada, silêncio):



87 respostas



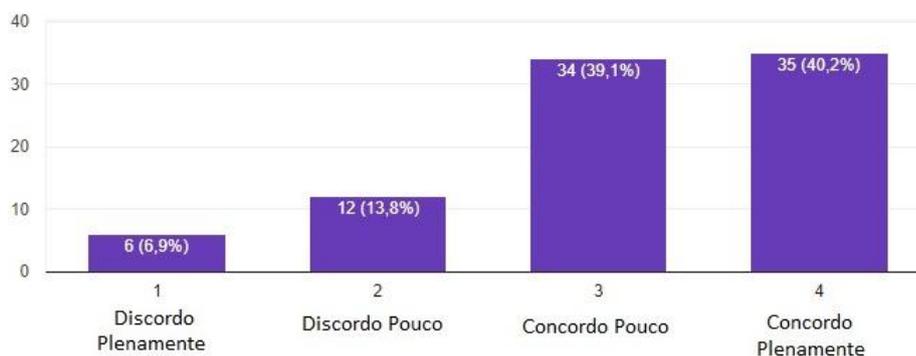
Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Figura 28 - Uma boa aula depende do aparato tecnológico

Uma boa aula depende do aparato tecnológico (Data show, Computador, internet, etc)



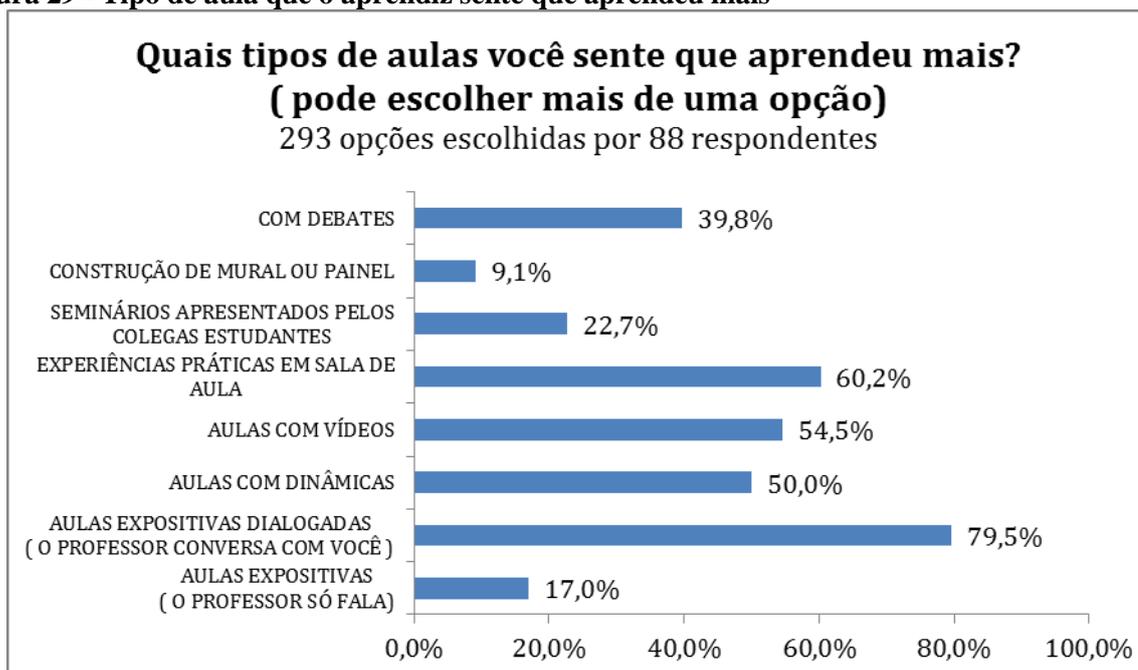
87 respostas



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Outro dado que em parte nos surpreendeu foi das aulas em o aprendiz sentia que tinha aprendido mais, que foi a do antiquíssimo e tradicional método da aula expositiva dialogada com 79,5% e, logo em seguida, a preferência foi das experiências práticas em sala de aula com 60%, como mostrado na **Figura 29**.

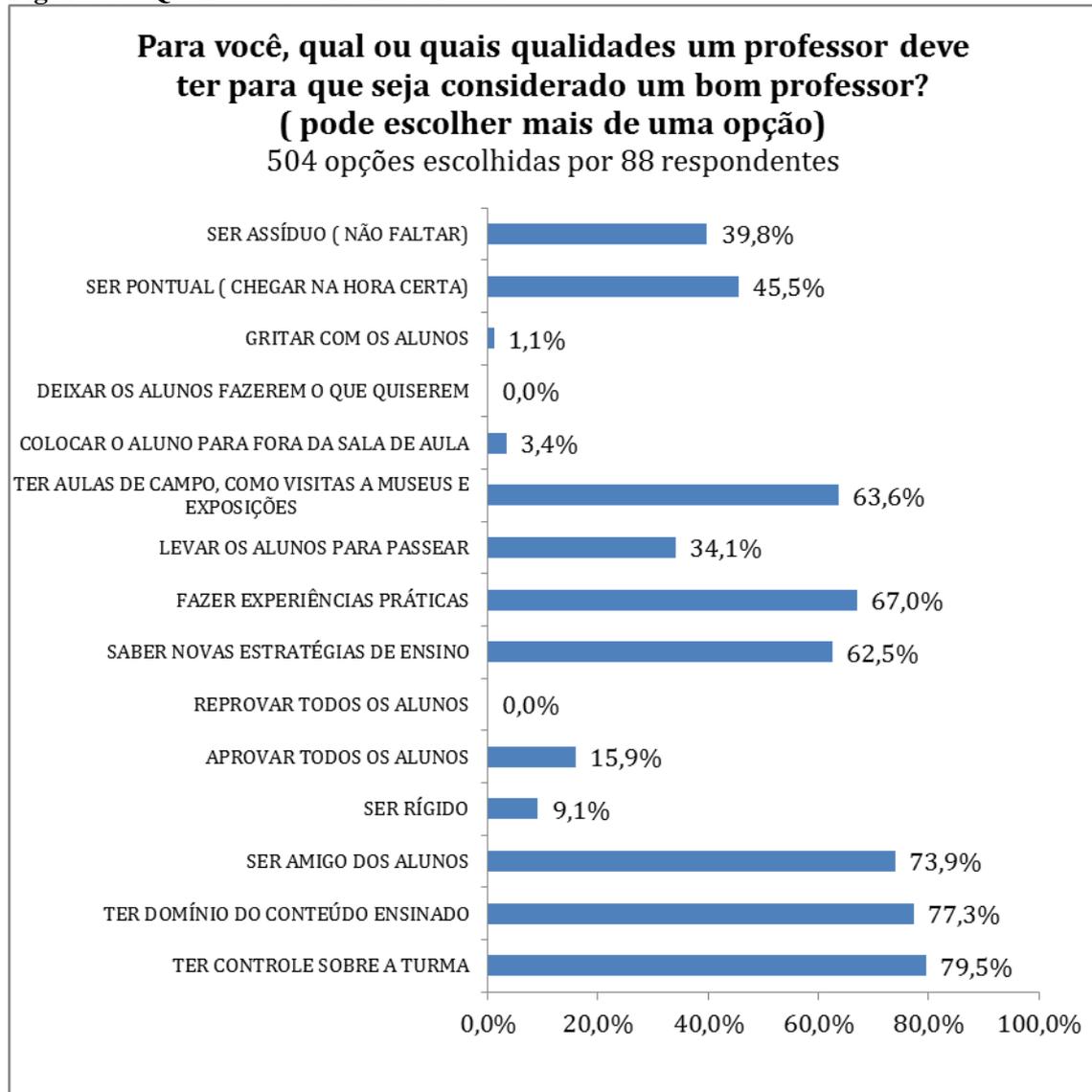
Figura 29 - Tipo de aula que o aprendiz sente que aprendeu mais



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Outro dado que nos surpreendeu foi das qualidades que um bom professor precisa ter, que segundo os respondentes, o controle da turma com 80% em seguida o domínio do conteúdo com 77 % prevalecem como qualidades principais para ser um bom professor, outras qualidades também se destacaram como ser amigo dos aprendizes com 74%, fazer experiências práticas com 67% , fazer aulas de campo com 64% e saber novas estratégias de ensino com 63% da porcentagem das preferências. Entretanto, se o professor aprovar todo mundo ou reprovar todo mundo ou mesmo ser rígido com os aprendizes ou deixar os aprendizes fazerem o que quiserem não são consideradas qualidades de um bom professor, segundo a maioria dos respondentes, como mostrado na **Figura 30**.

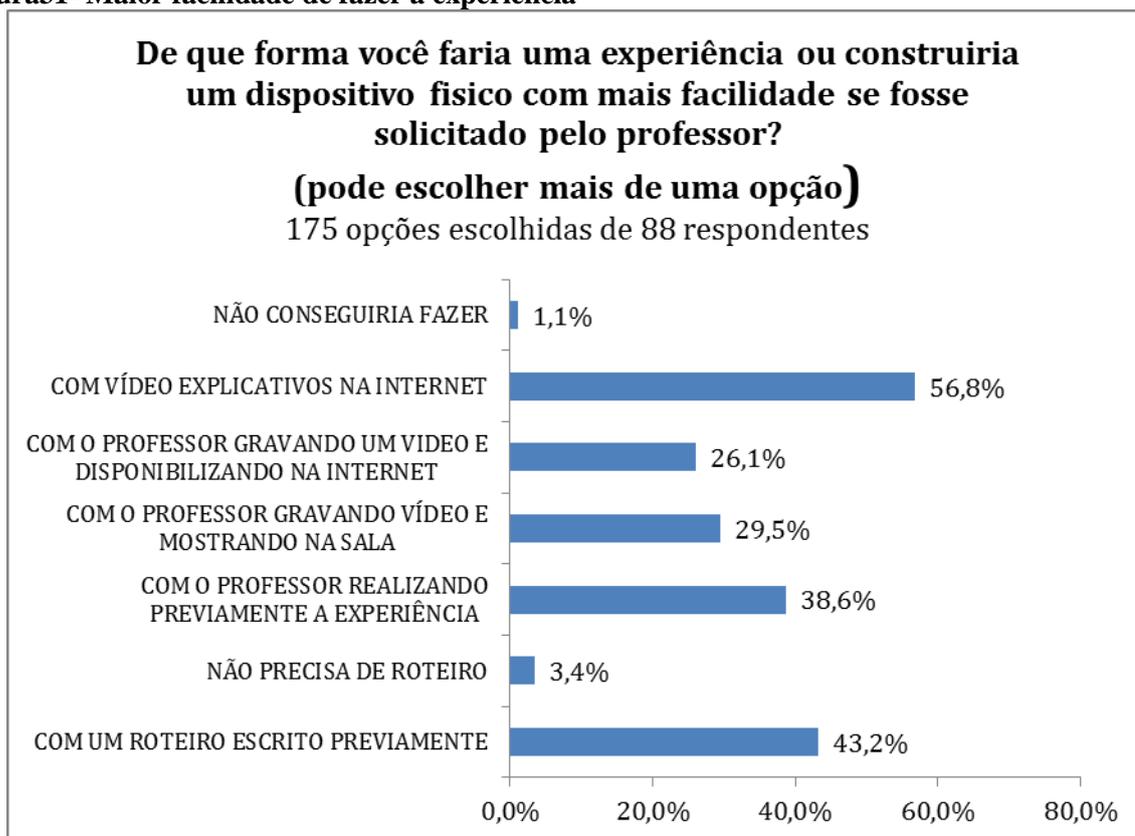
Figura 30 - Qualidades do Bom Professor



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Foi colocada uma situação hipotética para os aprendizes, “*O professor pede que vocês estudem o assunto e que realizem uma determinada experiência ou que construam um dispositivo*” em seguida foi feita a seguinte pergunta: De que forma você faria esta experiência ou o dispositivo com maior facilidade? As respostas dadas já eram esperadas, pois responderam que vídeos aulas explicativas com 57% seriam mais fáceis até mais que o professor fazendo a experiência , com 39% ou com o roteiro com 43%, enquanto que o professor gravando um vídeo foi a resposta de apenas 29%, conforme **Figura 31**.

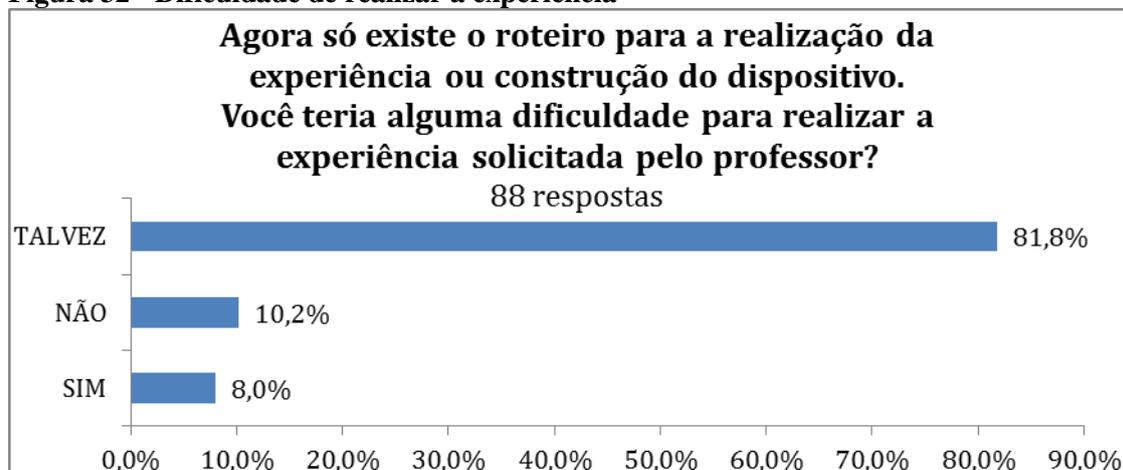
Figura31- Maior facilidade de fazer a experiência



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Entretanto, se o professor não realizar a experiência e não existirem vídeos explicativos na internet, existindo apenas o roteiro, 83% dos aprendizes responderam que talvez teriam dificuldades de fazer a experiência sem a videoaula e que apenas 8% responderam que não teriam dificuldades de fazer a experiência segundo **Figura 32**.

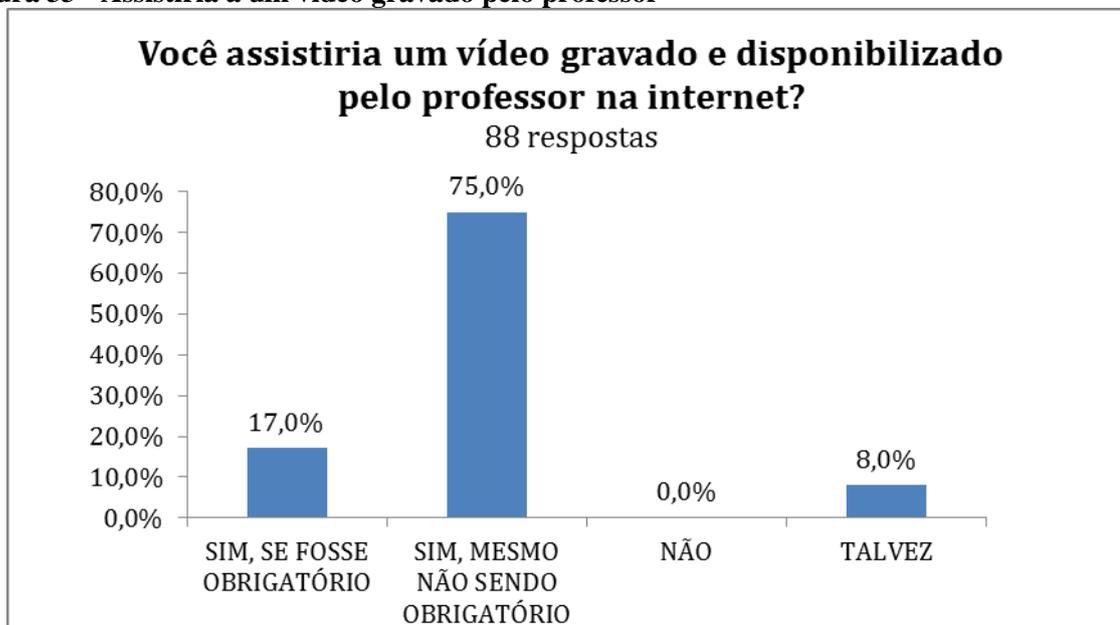
Figura 32 - Dificuldade de realizar a experiência



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Outro dado interessante foi que 92% dos aprendizes respondentes disseram que assistiriam aos vídeos gravados pelo professor, sendo que 17% se obrigatório e 75% mesmo não sendo obrigatório, conforme **Figura 33**:

Figura 33 - Assistiria a um vídeo gravado pelo professor



Fonte: Dados obtidos do questionário à priori

Finalizando as análises dos resultados do questionário a priori, chegamos à conclusão que em sua grande maioria, os estudantes respondentes estão abertos às novidades, que preferem aulas de Física com experimentos, que reconhecem que uma boa aula depende tanto do aprendiz como do professor, que o ambiente físico também interfere na aula, e que o aparato tecnológico não é garantia de se obter uma boa aula. Reconhecem também a incapacidade de se realizar um experimento com roteiro sem a presença do professor ou de algum vídeo explicativo. Eles também estão abertos para utilizarem a internet como ferramenta de estudo, utilizando o smartphone como porta de entrada para os conhecimentos, apesar de que no momento preferem vídeos de entretenimento. Outro ponto que destacamos é a grande presença de smartphone nas turmas pesquisadas, com mais de 90% dos aprendizes possuindo este aparelho, onde o senso comum pode inferir, que como a escola, sendo pública e está localizada numa região metropolitana periférica de Maceió, seus aprendizes não teriam acessos a aparelhos tecnológicos. O resultado da pesquisa diagnóstica desmentiu esse senso comum.

4.2 Análises do Questionário 2 aplicado após o Produto Educacional (questionário intermediário)

O questionário intermediário serviu para fornecer percepções acerca do produto educacional, ou seja, se seria viável e se a aprendizagem com o produto educacional foi melhor que as outras aplicações. O questionário intermediário foi aplicado em duplas em sala de aula após a aplicação do produto educacional. O questionário 2 está nos **Apêndices D e E - Questionário2 tipo A e tipo B.**

Na matrícula final das turmas do 3º ano do Ensino Médio de 2017: 3º A (31 aprendizes), 3º B (28 aprendizes), 3º C (24 aprendizes) e 3º ano D (33 aprendizes).

Na turma controle (3º A) o produto educacional não foi aplicado, responderam o questionário intermediário 12 duplas representando 24 aprendizes.

Na turma 3º B somente o professor realizou a experiência utilizando apenas os Kits do Roteiro de experimento, enquanto os aprendizes observavam e perguntavam algo quando surgia dúvida e responderam o questionário intermediário 14 duplas representando 28 aprendizes.

Na turma 3º C a experiência foi realizada utilizando apenas os Kits do Roteiro de Experimento, sem ajuda do professor e responderam o questionário intermediário 11 duplas, representando 22 aprendizes.

Finalmente, na turma 3º D, o produto educacional foi aplicado e responderam o questionário intermediário 13 duplas, representando 26 aprendizes.

Os resultados das análises das respostas do questionário intermediário estão nas tabelas dos **Quadros 1 até 7** e foram divididos em duas partes: Resultados por tipo de questionário (**Quadros 1 até 3**) e Resultado por turma (**Quadros 4 até 7**).

Para chegarmos aos resultados do aproveitamento utilizamos dois métodos de cálculos percentuais, o primeiro consiste em contabilizar a quantidade total de questões respondidas corretamente e quantidade total de questões respondidas parcialmente corretas e em seguida calcular uma porcentagem simples. No primeiro método utilizamos os resultados por tipo de questionário. O segundo método consiste em atribuir pontos às questões respondidas corretamente e às questões respondidas parcialmente corretas. Para a cada questão respondida corretamente foi atribuído 1,0 ponto, para cada questão respondida parcialmente correta foi atribuído 0,5 ponto, e 0,0 para as questões respondidas erradas ou que não foi respondida e em seguida calculou-se uma porcentagem simples.

Os questionários A e B tinham a mesma quantidade de questões, mas foram colocadas em ordens diferentes nos dois questionários. Para um melhor entendimento dos **Quadros 1, 2 e 3** de resultados foi criada a seguinte legenda: RC = Responderam Corretamente; RE = Responderam Errado; RPC = Responderam Parcialmente Correto e NR = Não Responderam

No primeiro método, para o cálculo do rendimento percentual das questões respondidas corretamente pela turma utilizamos a expressão:

$$\% RC = \frac{(nQRC) \cdot 100}{nATP}$$

Para o Cálculo do rendimento percentual das questões respondidas parcialmente certas pela turma, utilizamos a expressão:

$$\% RPC = \frac{(nQRPC) \cdot 100}{nATP}$$

Para o cálculo do Rendimento percentual da turma utilizamos a expressão:

$$\%RT = (\%RC) + 0,5 \cdot (\%RPC)$$

Onde,

$nQRC$ = número de questões respondidas corretamente

$nQRPC$ = número de questões respondidas parcialmente corretas

$nATP$ = número de acertos totais possíveis

$\%RT$ = Rendimento percentual da Turma

A constante 0,5 diz que o valor das questões RPC será proporcional à metade do valor das questões RC.

Analisando os resultados dos **Quadros 1, 2 e 3**, chegamos aos seguintes resultados:

Para a turma do 3º ano A (turma controle) , $\%RC = 14,2\%$, $\%RPC = 7,5\%$ e **$\%RT = 18,0\%$** .

Para a turma do 3º ano B (o professor realizou a experiência), $\%RC = 26,4\%$, $\%RPC = 8,6\%$ e **$\%RT = 30,7\%$** .

Para a turma do 3º ano C (os estudantes que realizaram a experiência), $\%RC = 31,8\%$, $\%RPC = 11,8\%$ e **$\%RT = 37,7\%$** .

Para a turma do 3º ano D (o produto educacional foi aplicado), $\%RC = 28,5\%$, $\%RPC = 10,0\%$ e **$\%RT = 33,5\%$** .

Quadro 1 - Resultados do questionário A das turmas

	QUESTIONÁRIO A				QUESTIONÁRIO A				QUESTIONÁRIO A				QUESTIONÁRIO A			
	3º ANO A				3º ANO B				3º ANO C				3º ANO D			
DUPLAS	6				8				6				6			
ALUNOS	12				16				12				12			
QUESTÃO	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR
1ª	50,0%	16,7%	33,3%	0,0%	87,5%	0,0%	0,0%	12,5%	66,7%	0,0%	33,3%	0,0%	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%
2ª	16,7%	16,7%	33,3%	33,3%	12,5%	37,5%	25,0%	25,0%	83,3%	0,0%	16,7%	0,0%	50,0%	16,7%	0,0%	33,3%
3ª	50,0%	16,7%	16,7%	16,7%	25,0%	12,5%	37,5%	25,0%	16,7%	50,0%	0,0%	33,3%	16,7%	33,3%	16,7%	33,3%
4ª	83,3%	0,0%	0,0%	16,7%	50,0%	12,5%	12,5%	25,0%	83,3%	16,7%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%
5ª	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	62,5%	37,5%	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%	0,0%	0,0%	33,3%	66,7%
6ª	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%	12,5%	12,5%	50,0%	25,0%	33,3%	16,7%	16,7%	33,3%	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%
7ª	0,0%	0,0%	33,3%	66,7%	0,0%	0,0%	12,5%	87,5%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	16,7%	0,0%	0,0%	83,3%
8ª	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	25,0%	0,0%	0,0%	75,0%	0,0%	0,0%	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%	16,7%	83,3%
9ª	0,0%	0,0%	33,3%	66,7%	0,0%	0,0%	25,0%	75,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
10ª	0,0%	0,0%	16,7%	83,3%	0,0%	0,0%	25,0%	75,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
%	20,0%	8,3%	25,0%	46,7%	21,3%	7,5%	25,0%	46,3%	28,3%	11,7%	31,7%	28,3%	23,3%	8,3%	10,0%	58,3%

LEGENDA: RC (Responderam Corretamente), RPC (Responderam Parcialmente Correto)
RE (Responderam Errado), NR (Não Responderam)

Fonte: Dados obtidos do questionário intermediário

Quadro 2 - Resultados do questionário B das turmas

	QUESTIONÁRIO B				QUESTIONÁRIO B				QUESTIONÁRIO B				QUESTIONÁRIO B			
	3º ANO A				3º ANO B				3º ANO C				3º ANO D			
DUPLAS	6				6				5				7			
ALUNOS	12				12				10				14			
QUESTÃO	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR
1ª	66,7%	0,0%	16,7%	16,7%	100,0%	33,3%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	57,1%	42,9%	0,0%	0,0%
2ª	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%	66,7%	50,0%	0,0%	0,0%	20,0%	40,0%	40,0%	0,0%	57,1%	42,9%	0,0%	0,0%
3ª	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	60,0%	20,0%	20,0%	0,0%	71,4%	0,0%	14,3%	14,3%
4ª	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	33,3%	0,0%	33,3%	16,7%	0,0%	20,0%	20,0%	60,0%	0,0%	0,0%	57,1%	42,9%
5ª	0,0%	0,0%	16,7%	83,3%	50,0%	0,0%	33,3%	16,7%	60,0%	0,0%	20,0%	20,0%	42,9%	14,3%	42,9%	0,0%
6ª	0,0%	0,0%	16,7%	83,3%	16,7%	0,0%	50,0%	33,3%	20,0%	20,0%	0,0%	60,0%	28,6%	0,0%	42,9%	28,6%
7ª	0,0%	0,0%	33,3%	66,7%	16,7%	0,0%	16,7%	66,7%	40,0%	0,0%	40,0%	20,0%	14,3%	0,0%	0,0%	85,7%
8ª	16,7%	33,3%	0,0%	50,0%	33,3%	0,0%	0,0%	66,7%	60,0%	0,0%	20,0%	20,0%	57,1%	14,3%	0,0%	28,6%
9ª	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	16,7%	83,3%	0,0%	20,0%	20,0%	60,0%	0,0%	0,0%	14,3%	85,7%
10ª	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	16,7%	83,3%	0,0%	0,0%	20,0%	80,0%	0,0%	0,0%	14,3%	85,7%
%	8,3%	6,7%	21,7%	63,3%	33,3%	10,0%	18,3%	38,3%	36,0%	12,0%	20,0%	32,0%	32,9%	11,4%	18,6%	37,1%

LEGENDA: RC (Responderam Corretamente), RPC (Responderam Parcialmente Correto)
RE (Responderam Errado), NR (Não Responderam)

Fonte: Dados obtidos do questionário intermediário

Quadro 3 - Resultados dos questionários unificados das turmas

	QUESTIONÁRIO				QUESTIONÁRIO				QUESTIONÁRIO				QUESTIONÁRIO			
	3º ANO A				3º ANO B				3º ANO C				3º ANO D			
DUPLAS	12				14				11				13			
ALUNOS	24				28				22				26			
QUESTÃO	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR	RC	RPC	RE	NR
1ª	58,3%	8,3%	25,0%	8,3%	92,9%	14,3%	0,0%	7,1%	81,8%	0,0%	18,2%	0,0%	61,5%	38,5%	0,0%	0,0%
2ª	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	42,9%	28,6%	21,4%	14,3%	18,2%	45,5%	18,2%	18,2%	38,5%	38,5%	7,7%	15,4%
3ª	8,3%	8,3%	41,7%	41,7%	14,3%	28,6%	21,4%	21,4%	72,7%	9,1%	18,2%	0,0%	61,5%	7,7%	7,7%	23,1%
4ª	0,0%	0,0%	25,0%	25,0%	0,0%	0,0%	35,7%	21,4%	0,0%	18,2%	18,2%	18,2%	0,0%	0,0%	15,4%	30,8%
5ª	0,0%	16,7%	25,0%	58,3%	28,6%	7,1%	42,9%	21,4%	45,5%	9,1%	18,2%	27,3%	38,5%	7,7%	38,5%	15,4%
6ª	0,0%	0,0%	25,0%	75,0%	7,1%	0,0%	28,6%	64,3%	9,1%	9,1%	27,3%	54,5%	23,1%	0,0%	23,1%	53,8%
7ª	0,0%	0,0%	16,7%	83,3%	14,3%	0,0%	14,3%	85,7%	0,0%	0,0%	63,6%	45,5%	0,0%	0,0%	7,7%	84,6%
8ª	50,0%	16,7%	0,0%	33,3%	42,9%	7,1%	7,1%	42,9%	72,7%	9,1%	9,1%	9,1%	53,8%	7,7%	0,0%	38,5%
9ª	0,0%	0,0%	16,7%	83,3%	0,0%	0,0%	21,4%	78,6%	0,0%	9,1%	36,4%	54,5%	0,0%	0,0%	7,7%	92,3%
10ª	0,0%	0,0%	8,3%	91,7%	0,0%	0,0%	21,4%	78,6%	0,0%	0,0%	36,4%	63,6%	0,0%	0,0%	7,7%	92,3%
%	14,2%	7,5%	23,3%	55,0%	26,4%	8,6%	22,1%	42,9%	31,8%	11,8%	26,4%	30,0%	28,5%	10,0%	14,6%	46,9%

LEGENDA: RC (Responderam Corretamente), RPC (Responderam Parcialmente Correto)
RE (Responderam Errado), NR (Não Responderam)

Fonte: Dados obtidos do questionário intermediário

No segundo método utilizamos os resultados por turma. Para os resultados por turma, cada questão respondida corretamente recebeu 1,0 ponto e para cada questão respondida parcialmente correta recebeu 0,5 ponto. Para um melhor entendimento dos **Quadros 4** ao **7.**, das tabelas de resultados por turma foi criada a seguinte legenda: ACERTOU: atribuir 1,0; ACERTOU PARCIALMENTE: atribuir 0,5; e 0,0 ERROU.

No segundo método, para o cálculo do rendimento percentual da turma utilizamos a expressão:

$$\% RT = \frac{(nPRT) \cdot 100}{nPTP}$$

Onde,

nPRT = número pontos recebidos pela turma;

nPTP = número de pontos totais possíveis

%RT = Rendimento percentual da Turma

Analisando os resultados dos **Quadros 4** até **7**, obtemos:

Para a turma do 3º ano A (turma controle) : **%RT = 17,9 %**.

Para a turma do 3º ano B (o professor realizou a experiência): **%RT = 30,7 %**.

Para a turma do 3º ano C (os estudantes que realizaram a experiência): **%RT = 37,7 %**.

Para a turma do 3º ano D (o produto educacional foi aplicado), **RT = 33,5 %**.

Analisando os dados das tabelas dos **Quadros 1** ao **7**, os resultados sugerem que melhor que videoaula (produto educacional) é a experiência realizada pelos próprios aprendizes. Esperávamos que a videoaula como produto educacional, produzisse um melhor resultado. Entretanto, a videoaula parece indicar ser melhor que o professor realizando a experiência e explicando para a turma, quando comparamos os resultados obtidos. Todavia, os rendimentos tanto o professor fazendo a experiência sozinho (**30,7 %**) ou os aprendizes fazendo a experiência autonomamente (**37,7 %**) ou a videoaula (**33,5 %**) são melhores do que não fazer experimentos ou videoaula (**17,9 %**) da turma controle, como demonstrado na análise nos resultados das tabelas.

Observamos também que os dois métodos utilizados para o cálculo do rendimento das turmas são redundantes, chegando à mesma conclusão para o rendimento das turmas após a aplicação das atividades propostas, pois ambos utilizam o cálculo percentual simples encontrado da razão entre o número de acertos obtidos e o número de acertos totais possíveis.

Quadro 4 - Resultado da Turma 3ºA

3º ANO A	12 DUPLAS	QUESTÕES / ACERTOS										TOTAL	%
	24 ALUNOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
DUPLA	QUESTIONÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	%
1	A	1,0		1,0	1,0							3,0	30,0%
2	A	0,5	0,0	1,0	1,0	0,0	0,5	0,0				3,0	30,0%
3	A	1,0	0,5	1,0	1,0	0,0	0,5			0,0		4,0	40,0%
4	A	0,0	1,0	0,5	1,0		0,0	0,0		0,0	0,0	2,5	25,0%
5	A	1,0										1,0	10,0%
6	A	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0					1,0	10,0%
7	B	1,0	0,0									1,0	10,0%
8	B	1,0		0,0	0,0							1,0	10,0%
9	B											0,0	0,0%
10	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5			0,5	5,0%
11	B	1,0	0,5	0,0	0,0				1,0			2,5	25,0%
12	B	1,0	0,5					0,0	0,5			2,0	20,0%
	TOTAL	7,5	2,5	3,5	5,0	0,0	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0	21,5	17,9%

LEGENDA: atribuir 1,0 (ACERTOU); atribuir 0,5 (ACERTOU PARCIALMENTE)
atribuir 0,0 (ERROU); atribuir (NÃO RESPONDEU)

Fonte: Dados obtidos do questionário intermediário

Quadro 5 - Resultado da Turma 3ºB

3º ANO B	14 DUPLAS	QUESTÕES / ACERTOS										TOTAL	%
	28 ALUNOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
DUPLA	QUESTIONÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	%
1	A	1,0		0,0	0,0		0,0					1,0	10,0%
2	A											0,0	0,0%
3	A	1,0	0,5	1,0	1,0	0,0	0,0		1,0	0,0	0,0	4,5	45,0%
4	A	1,0	0,5	0,5	1,0	0,0	0,0					3,0	30,0%
5	A	1,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,0		1,0	0,0		3,5	35,0%
6	A	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,5	0,0				4,5	45,0%
7	A	1,0	0,5	0,0	1,0	0,0	0,0					2,5	25,0%
8	A	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					6,0	60,0%
9	A	1,0	0,0									1,0	10,0%
10	B	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0				3,0	30,0%
11	B	1,0	1,0	0,0	0,5	1,0						3,5	35,0%
12	B	1,0	1,0									2,0	20,0%
13	B	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0			3,0	30,0%
14	B	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	0,0		1,0	0,0	0,0	5,5	55,0%
	TOTAL	13,0	7,5	5,0	7,0	3,0	2,5	1,0	4,0	0,0	0,0	43,0	30,7%

LEGENDA: atribuir 1,0 (ACERTOU); atribuir 0,5 (ACERTOU PARCIALMENTE)
atribuir 0,0 (ERROU); atribuir (NÃO RESPONDEU)

Fonte: Dados obtidos do questionário intermediário

Quadro 6 - Resultado da Turma 3°C

3º ANO C	11 DUPLAS	QUESTÕES / ACERTOS											
	22 ALUNOS												
DUPLA	QUESTIONÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	%
1	A	1,0	1,0	0,5	1,0	■	1,0	0,0	■	■	■	4,5	45,0%
2	A	1,0	1,0	0,5	1,0	0,0	■	■	■	■	0,0	3,5	35,0%
3	A	1,0	0,0	■	0,5	0,5	0,0	■	0,0	■	0,0	2,0	20,0%
4	A	0,5	1,0	■	1,0	■	0,5	0,0	0,0	0,0	■	3,0	30,0%
5	A	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	50,0%
6	A	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5	■	■	0,0	■	■	3,0	30,0%
7	B	1,0	0,5	0,5	■	1,0	■	1,0	■	■	■	4,0	40,0%
8	B	1,0	0,5	1,0	■	1,0	■	■	1,0	■	■	4,5	45,0%
9	B	1,0	0,0	1,0	■	■	■	0,0	1,0	0,5	■	3,5	35,0%
10	B	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	■	■	6,5	65,0%
11	B	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	20,0%
TOTAL		9,5	7,0	6,0	6,0	4,0	3,5	2,0	3,0	0,5	0,0	41,5	37,7%

LEGENDA: atribuir 1,0 (ACERTOU); atribuir 0,5 (ACERTOU PARCIALMENTE)
atribuir 0,0 (ERROU); atribuir ■ (NÃO RESPONDEU)

Fonte: Dados obtidos do questionário intermediário

Quadro 7 - Resultado da Turma 3ºD

3º ANO D	13 DUPLAS	QUESTÕES / ACERTOS											
	26 ALUNOS												
DUPLA	QUESTIONÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	%
1	A	0,5	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	■	0,0	■	■	2,5	25,0%
2	A	1,0	■	1,0	1,0	0,0	0,0	■	■	■	■	3,0	30,0%
3	A	0,5	1,0	0,5	■	■	■	■	■	■	■	2,0	20,0%
4	A	1,0	1,0	■	■	■	■	■	■	■	■	2,0	20,0%
5	A	1,0	■	0,5	1,0	■	1,0	■	■	■	■	3,5	35,0%
6	B	1,0	0,5	0,0	■	■	1,0	1,0	■	■	■	3,5	35,0%
7	B	1,0	1,0	1,0	■	0,0	0,0	■	1,0	■	■	4,0	40,0%
8	B	1,0	1,0	1,0	■	0,0	0,0	■	1,0	■	■	4,0	40,0%
9	B	0,5	1,0	■	■	1,0	1,0	1,0	1,0	■	■	5,5	55,0%
10	B	1,0	0,5	1,0	0,0	1,0	0,0	■	■	■	■	3,5	35,0%
11	B	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	■	1,0	0,0	0,0	5,0	50,0%
12	B	0,5	0,5	1,0	0,0	0,0	■	■	■	■	■	2,0	20,0%
13	B	0,5	0,5	1,0	0,0	0,5	■	■	0,5	■	■	3,0	30,0%
TOTAL		10,5	9,0	7,0	3,0	3,5	4,0	2,0	4,5	0,0	0,0	43,5	33,5%

LEGENDA: atribuir 1,0 (ACERTOU); atribuir 0,5 (ACERTOU PARCIALMENTE)
atribuir 0,0 (ERROU); atribuir ■ (NÃO RESPONDEU)

Fonte: Dados obtidos do questionário intermediário

Segundo as análises dos resultados do questionário intermediário, a turma controle (3° A) teve o pior rendimento, tanto em respostas corretas (14,2%), respostas parcialmente corretas (7,5%), respostas erradas (23,3%) e até em não responder a questão com (55%), e rendimento final de **18,0%**.

A turma onde o professor realizou a experiência (3°B) resultou em respostas corretas (26,%) , respostas parcialmente corretas (8,6%), respostas erradas (22,1%) e não responder a questão (42,9%), com rendimento final de **30,7%**.

O rendimento da turma onde os aprendizes realizaram a experiência autonomamente (3°C) teve o melhor rendimento, com respostas corretas (31,8%), respostas parcialmente corretas de (11,8%), respostas erradas de (26,4%) e não responder a questão de (30%), com rendimento final da turma de **37,7%**.

O rendimento da turma onde foi aplicado o produto educacional (3°D) teve o segundo melhor rendimento, com respostas corretas (28,5%), respostas parcialmente corretas (10%), respostas erradas (14,6%), entretanto não responder a questão foi a segunda maior (46,9%), com rendimento final da turma de **33,5%**.

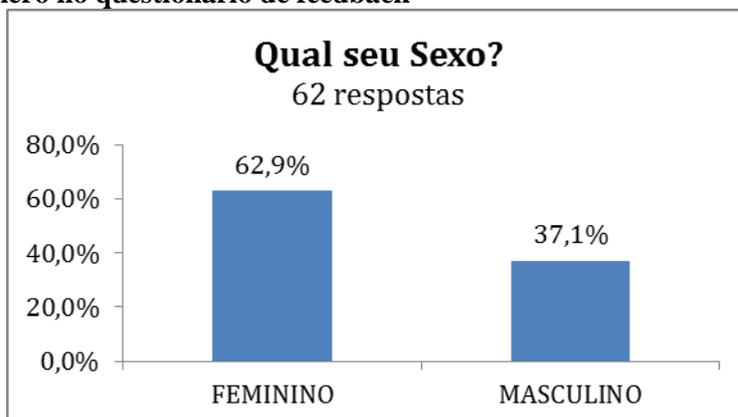
Se levarmos em consideração o intervalo de tempo de duração do experimento e da aplicação do produto educacional e finalmente fazendo um paralelo com os resultados obtidos, concluímos que a principal vantagem da videoaula em relação ao experimento, é o tempo ganho com a atividade, pois nos experimentos com o kit de experimento, tanto o professor realizando a experiência, como os aprendizes realizando a experiência autonomamente, foram necessárias duas aulas de 50 minutos para finalização dos experimentos, em cada turma aplicada, enquanto que para a videoaula foram necessários apenas 25 minutos para a apresentação. Como os conteúdos de Física para o Ensino Médio são extensos e a carga horária semanal é de apenas duas aulas de 50min, com 80 aulas anuais, o tempo ganho na aplicação do produto educacional foi de uma aula e meia, ou seja, proporcionalmente em termos de intervalo de tempo, o rendimento da videoaula seria três vezes maior que o rendimento do kit de experimento com o LED.

O rendimento percentual da videoaula (**33,5%**) está situado entre o rendimento do professor realizando a experiência sozinho (**30,7%**) e o rendimento da turma realizando a experiência autonomamente (**37,7%**).

4.3 Análises do Questionário de Feedback (questionário a posteriori)

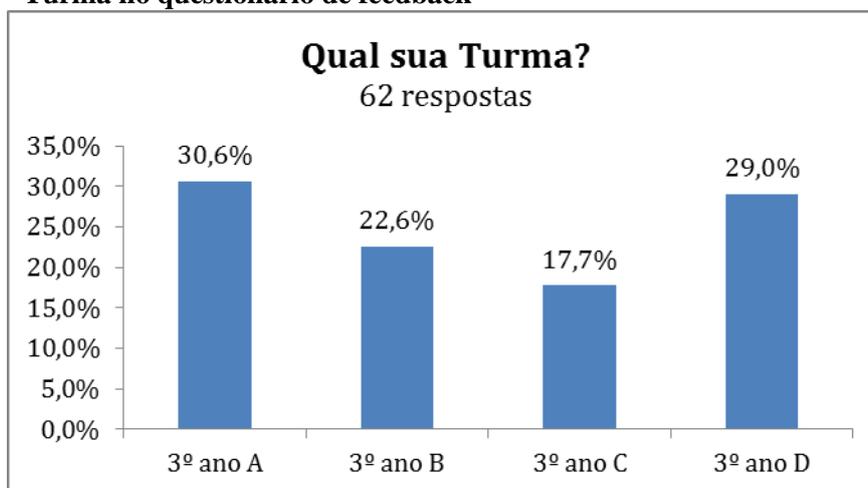
O questionário de feedback foi respondido por 62 estudantes das quatro turmas, onde a maioria foi do sexo feminino (62,9%) e da turma do 3º ano A (30,6%), conforme **Figuras 34 e 35** a seguir:

Figura 34 - Gênero no questionário de feedback



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

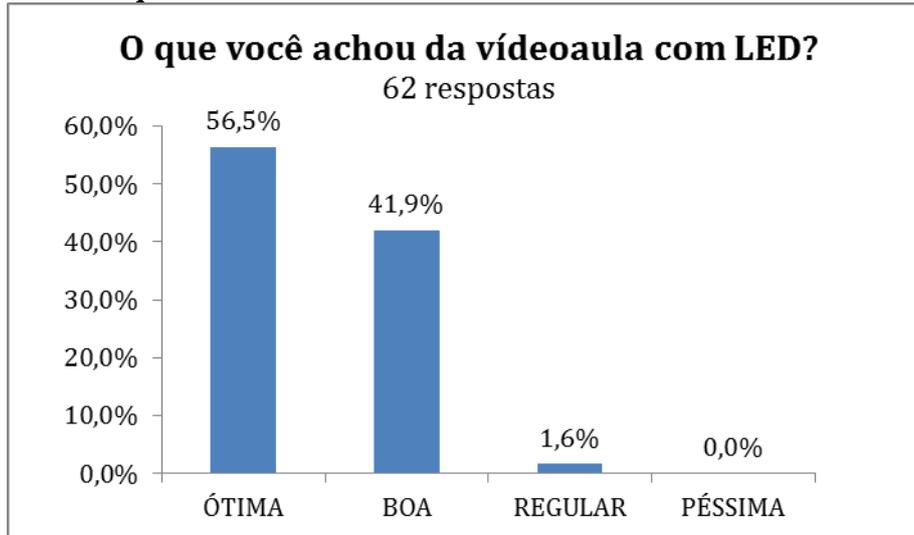
Figura 35 - Turma no questionário de feedback



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

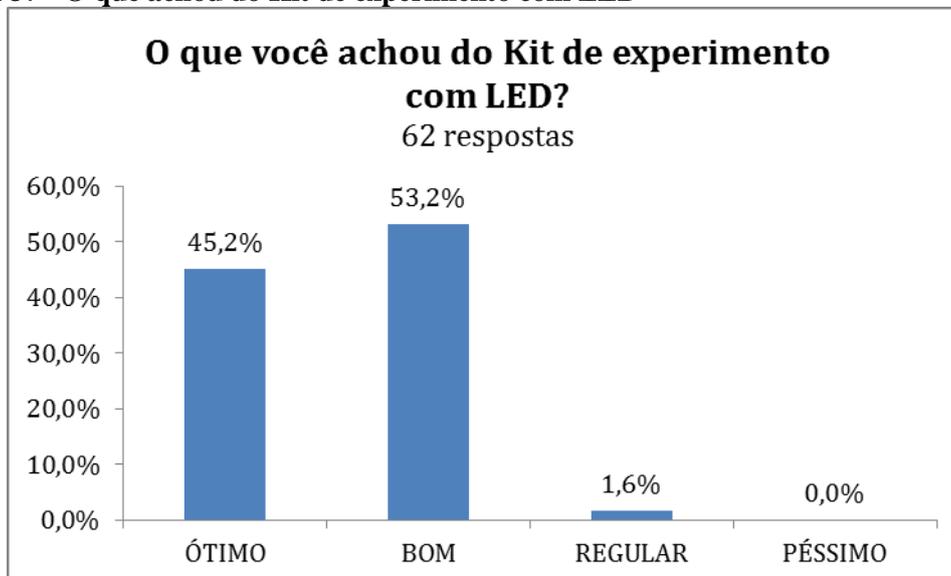
Segundo os respondentes, a videoaula do LED foi ótima para 56,5% e boa para 41,9%, enquanto que o kit do experimento do LED 53,2% acharam o kit bom e 45,2% acharam o Kit ótimo, segundo **Figuras 36 e 37** a seguir:

Figura 36 - O que achou da Videoaula com LED



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

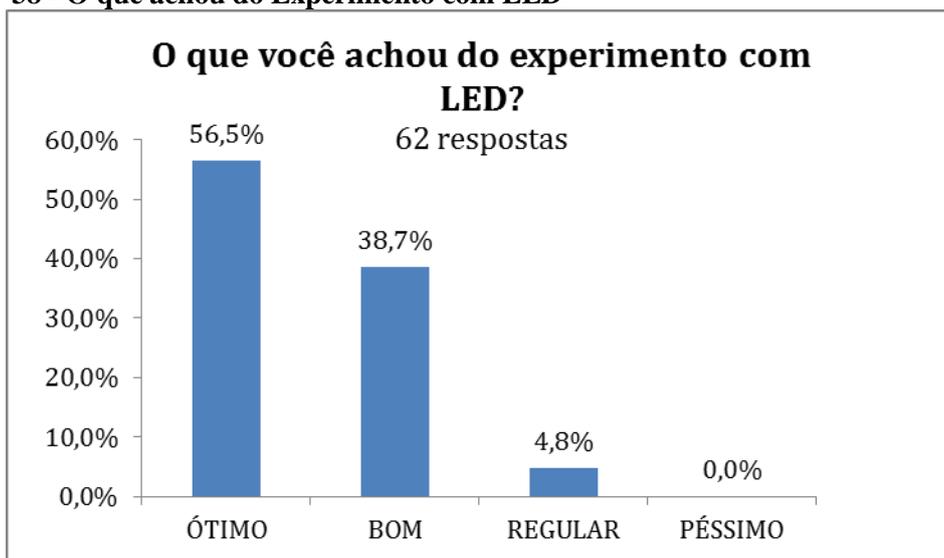
Figura 37 - O que achou do Kit de experimento com LED



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

56,5% do percentual dos respondentes acharam ótimo o experimento com LED, enquanto que 38,7% acharam bom, segundo **Figura 38**. De acordo com **Figura 39**, 91,9% informaram terem gostado da temática do uso do LED e a principal justificativa dada foi a novidade do uso da temática com 59,7% segundo **Figura 40**.

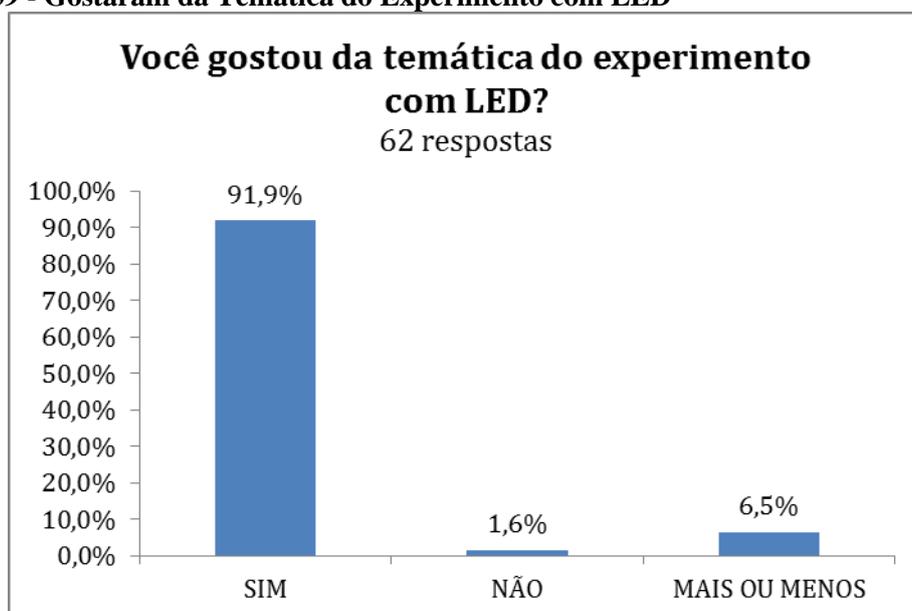
Figura 38 - O que achou do Experimento com LED



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

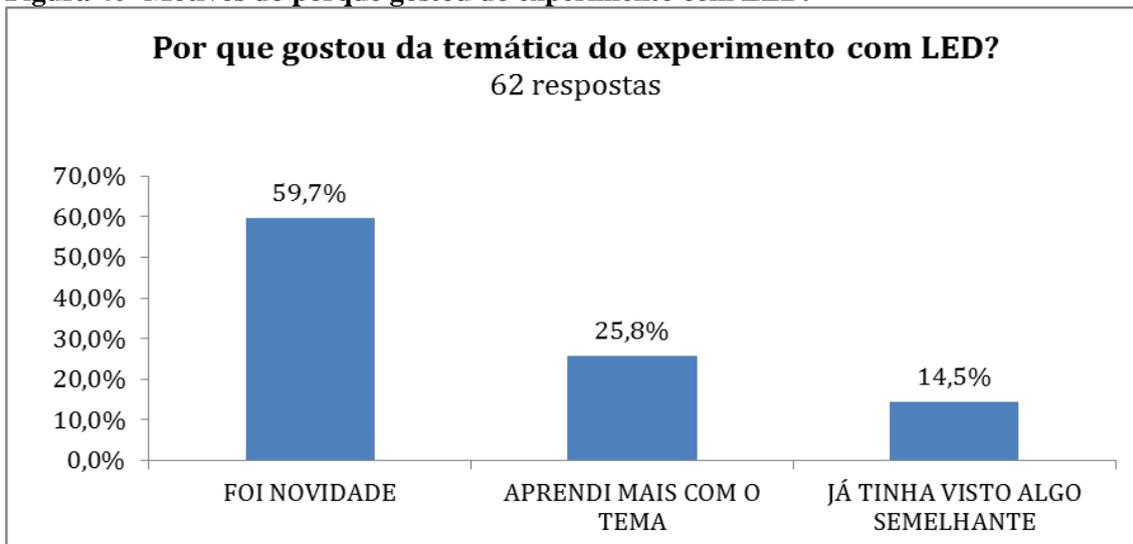
Como foi falado no parágrafo anterior, a maioria dos estudantes respondentes ao questionário disseram que gostaram da temática do Experimento com LED (91,9%), a explicação foi o fato do experimento com LED ter sido uma novidade para eles (59,7%), em outras palavras, tudo que for novidade para os estudantes, será de bom aproveitamento, seja com vídeos, seja com experimentos práticos, conforme **Figuras 39 e 40.**

Figura 39 - Gostaram da Temática do Experimento com LED



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

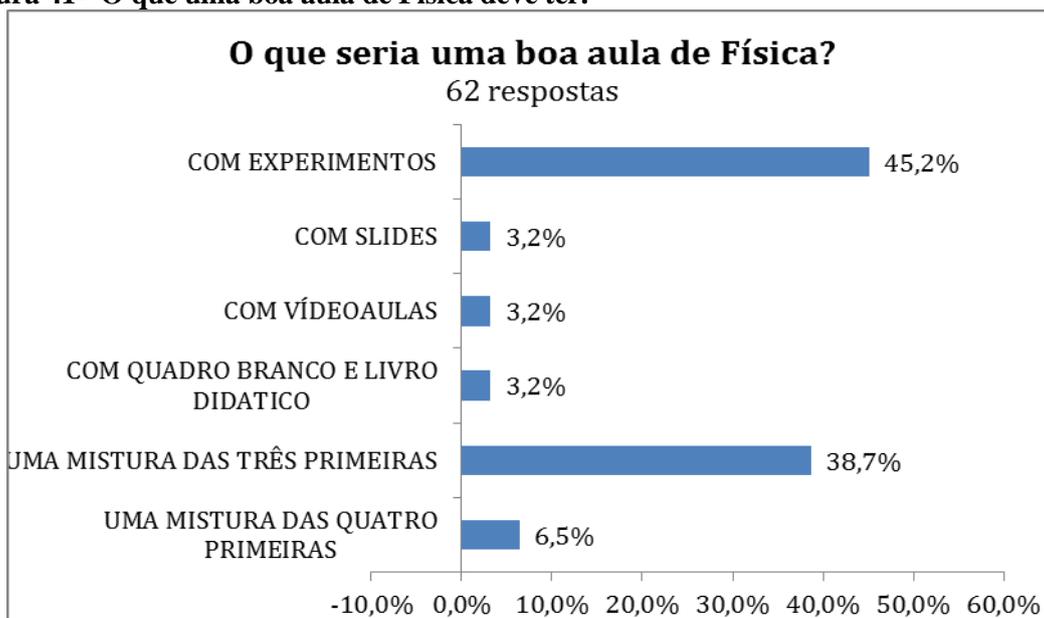
Figura 40- Motivos do porque gostou do experimento com LED.



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

Para os estudantes respondentes, uma boa aula de Física deve ter experimentos (54,2%), entretanto, outra parte informou que tem que haver uma mistura entre experimentos, slides e videoaulas (38,7%) e apenas 6,5% disseram que também incluiriam quadro branco e livro didático, ou seja, deve-se ter uma diversificação para se obter uma boa aula de Física, tanto com experimentos práticos em sala de aula, como slides, vídeos e até mesmo com o quadro branco e a utilização do livro didático segundo **Figura 41.**

Figura 41- O que uma boa aula de Física deve ter.



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

Quanto ao ânimo em que estavam durante a aplicação do questionário logo após a aplicação dos experimentos e da videoaula, 48,4% informaram que estavam ansiosos, 19,4 % indispostos e 19,4 % indiferentes, entretanto, apenas 12,9 % estavam seguros do que iriam responder conforme **Figura 42**, esses motivos se traduziram no resultado encontrados nas tabelas dos **Quadros 1 até 7**.

Figura 42 - Ânimo durante a aplicação do segundo questionário.



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

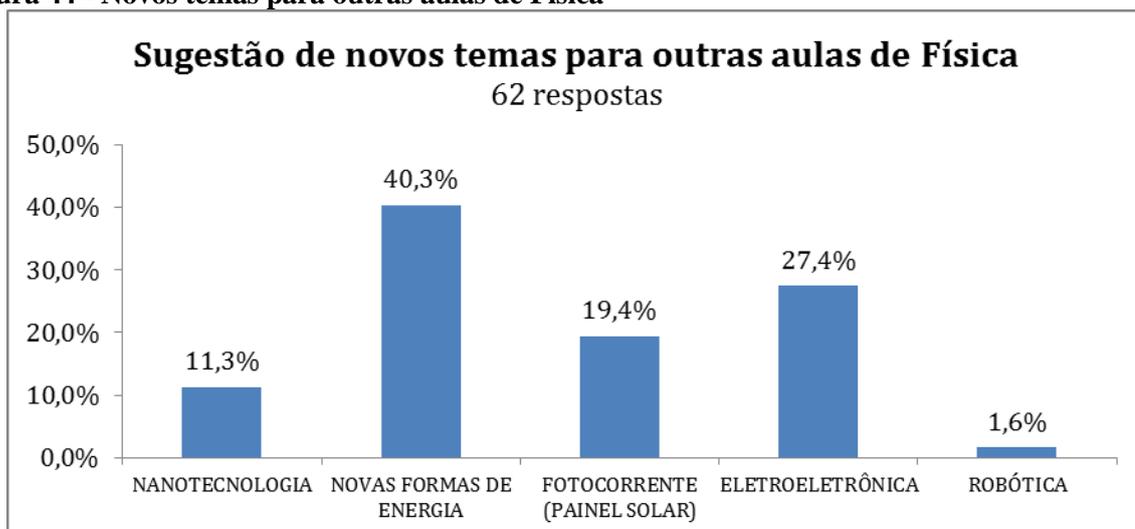
A esmagadora maioria dos respondentes (98,4%) disse que concorda que a Física deva ser ensinada com experimentos, conforme **Figura 43** e 41% escolheram como nova temática para uma próxima videoaula de Física as Novas formas de energia, dentre outros temas sugeridos, conforme **Figura 44**.

Figura 43 - Concordam que continue o Ensino de Física com Experimentos



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

Figura 44 - Novos temas para outras aulas de Física



Fonte: Dados obtidos do questionário a posteriori

Como já comentamos neste capítulo, a principal vantagem da videoaula em relação aos experimentos realizados em sala, é o tempo ganho com a realização da atividade. Entretanto, para a maioria dos estudantes respondentes aos questionários, uma boa aula de Física consiste em ter experimentos e quando comparamos com os resultados obtidos, o que for novidade será bem recebido pelos estudantes, com a grande maioria gostaram da videoaula, do kit de experimentos e da temática do uso do LED, por uma novidade para 59,7 % dos respondentes.

5 CONCLUSÕES

Deparamos-nos com o alto desinteresse dos estudantes com a Física do Ensino Médio. Mas será mesmo com a Física? Ou seria a forma, a metodologia como a Física está sendo ensinada? O método puramente teórico e a abordagem puramente matemática parecem afastar os aprendizes da Física. Então, uma das conclusões deste trabalho parece sugerir que uma melhor forma de ensinar Física seria incluir o método experimental para explicar os conceitos da Física. Desse modo, o aprendiz literalmente põe a mão na massa, no manuseio dos materiais dos experimentos, na tentativa e erro, na formulação e descoberta dos conceitos físicos envolvidos, o que concorda com Araújo e Abib (2003, p. 177) que “[...]o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado [...] como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente”.

A segunda conclusão, foi que o tema gerador tem que ser um tema atual, como LED, Eletrônica, novas formas de energia, para atrair a atenção dos aprendizes desmotivados e motivar mais ainda os interessados. Esse tema também deve estar inserido na Cibercultura.

A terceira conclusão, diz que não é o aparato tecnológico que faz com que os aprendizes aprendam mais, ou se interessem mais pela Física, mas um conjunto de fatores simples, como por exemplo, o professor ter domínio do conteúdo ensinado e até ter controle sobre a turma.

A quarta e principal conclusão é que as atividades experimentais deveriam ser mais frequentes nas aulas de Física, desse modo, os conceitos deixam de ser simplesmente transferidos para o aluno somente pela teoria ou pela abordagem puramente matemática para a explicação dos conceitos físicos.

Esperávamos que a videoaula como produto educacional, produzisse um melhor resultado. Entretanto, o rendimento da videoaula (**33,5 %**) parece indicar ser melhor que o professor realizando a experiência sozinho (**30,7 %**) e bem melhor do que não fazer experimentos ou videoaula (**17,9 %**) registrado na turma controle quando comparamos os resultados obtidos. Portanto, toda ação do professor deve ser planejada para que se alcance o objetivo maior que é a aprendizagem significativa dos aprendizes, seja preparando aulas expositivas dialogadas, com uso do livro texto, com experimentos ou sem experimentos ou videoaulas.

Como perspectivas futuras, o produto educacional será aperfeiçoado com videoaulas mais dinâmicas e atrativas observando e reelaborando o layout do material a ser aplicado em turmas de ensino médio de anos letivos subsequentes, bem como continuar com o método de ensino de Física através de experimentos seja com o aprendiz realizando, o professor ou novas videoaulas.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v.25, n.2, pp.176-194, 2003.
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- _____. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- _____. **Psicología educativa: um punto de vista cognoscitivo**. México: Editorial Trillas, 1983.
- BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. **A investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- MALVINO, A. P. **Eletrônica**. v. 1. 4ª ed. Makron Books do Brasil: São Paulo, 1997.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007.
- MOREIRA, M.A., MASINI, E.A.F.S.. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Editora Moraes, 1982.
- MOREIRA, M.A., BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.
- MOREIRA, M.A., SOUSA, C.M.S.G. **Organizadores prévios como recurso didático**. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, Monografias do Grupo de Ensino, Série Enfoques Didáticos, n° 5, 1996.
- MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais no ensino de Física**. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, Monografias do Grupo de Ensino, Série Enfoques Didáticos, n° 2, 1993.
- _____. **O Vê epistemológico de Gowin como recurso instrucional e curricular em ciências**. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, Monografias do Grupo de Ensino, Série Enfoques Didáticos, n° 3, 1993.
- _____. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.
- _____. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.
- _____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Unb, 2006.
- _____. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editorial Livraria da Física, 2001.

_____. **Monografia nº 10 da Série Enfoques Teóricos.** Porto Alegre. Instituto de Física da UFRGS. Originalmente divulgada, em 1980, na série "Melhoria do Ensino", do Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino Superior (PADES)/ UFRGS, nº 15. Publicada, em 1985, no livro "Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos", São Paulo, Editora Moraes, Revisada em 1995.

_____. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** (Texto adaptado e atualizado em 1997, de um trabalho com o mesmo título, publicado em O ENSINO, Revista Galaico - Portuguesa de Sócio-pedagogia e Socio-lingüística, Pontevedra, 1988.

NOVAK, J.D, GOWIN, D.B. **Aprender a aprender.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVACK. J.D. **Aprender a criar e utilizar o conhecimento:** mapas conceptuais como ferramenta de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Paralelo Editora, 2000.

ORNELLAS FARIAS, A. J. **Aprendizaje significativo del concepto de energía, a partir de una acción integrada escuela-museo:** una experiencia para la alfabetización científica en la escuela vía interacción con la exposición experimental de la Usina Ciencia. 2012. 625 f. Tesis Doctoral - Universidad de Burgos, España, 2012.

SCHUCK, R. J., NEUENFELDT, A. E., GOULART, L. K. **Vídeos como objetos de aprendizagem potencialmente significativos.** Disponível em: [,https://www.upf.br/uploads/Conteudo/senid/2018-artigos-completos/179070.pdf](https://www.upf.br/uploads/Conteudo/senid/2018-artigos-completos/179070.pdf). Acesso em: 25.mar.2019.

USP. **Símbolos dos componentes dos circuitos.** Disponível em: [<https://edisciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=1336549>](https://edisciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=1336549) . Acesso em: 21.maio.2017.

WIKIPEDIA. **Aparelhos de medidas elétricas.** Disponível em: [<https://pt.wikipedia.org/wiki/Multimetro>](https://pt.wikipedia.org/wiki/Multimetro) Acesso em: 21 maio 2017.

_____. **O que é LED..** Disponível em: [<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/dicasemail/led/dica36.htm>](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/dicasemail/led/dica36.htm) Acesso em: 21 maio 2017.

_____. **Mapa conceitual.** Disponível em: [<https://pt.wikipedia.org/wiki/Mapa_conceitual>](https://pt.wikipedia.org/wiki/Mapa_conceitual) Acesso em: 15 jan. 2018.

_____. **O que é resistor.** Disponível em: [<https://pt.wikipedia.org/wiki/Resistor>](https://pt.wikipedia.org/wiki/Resistor). Acesso em: 15 maio 2017.

Apêndice A

Questionário 1 Pesquisa 1 (questionário a priori)

ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR MANOEL GENTIL DO VALE BENTES

DATA: _____/_____/_____ TURMA 3º ANO _____

PESQUISA 1

PARA AS RESPOSTAS DAS PERGUNTAS DE 1 A 6 MARQUE UM X

- 1) SEXO
() masculino () feminino
- 2) VOCÊ SE CONSIDERA UM AUTODIDATA (QUE ESTUDA E APRENDE SOZINHO, POR LIVROS, SEM OUTROS ENSINANDO)?
() sim
() não
- 3) QUAL O PRINCIPAL TIPO DE CONEXÃO DE INTERNET QUE VOCÊ POSSUIU OU QUE MAIS UTILIZA?
() não tenho acesso à internet
() 4G
() 3G
() discada
() banda larga de casa
() banda larga da escola
() banda larga dos vizinhos ou outros locais
- 4) VOCÊ TEM SMARTPHONE?
() sim
() não
- 5) QUAL SISTEMA OPERACIONAL DO SEU SMARTPHONE?
() android
() windowsphone
() i.o.s.
() outros
() não tenho smartphone
- 6) VOCÊ TEM DISPONIBILIDADE PARA ASSISTIR VÍDEOS NA INTERNET?
() sim
() não

ATENÇÃO PARAS RESPOSTAS DAS PERGUNTAS 7, 8 e 9 COLOQUE:

1ParaNUNCA

2ParaQUASE NUNCA (UMA VEZ POR MÊS)

3ParaPOUCO (DE UMA A TRÊS VEZES POR SEMANA)

4ParaMUITO (TODOS OS DIAS)

- 7) COM QUAL FREQUENCIA VOCÊ MAIS UTILIZA O SMARTPHONE?
() redes sociais (whatsapp, facebook, outros).
() ver vídeos de entretenimento
() jogos eletrônicos baixados
() jogos online
() pesquisa escolar
() assistir notícias
() ler notícias
() ler blogs
() ler e-mails
() telefonar
- 8) POR ONDE VOCÊ MAIS ACESSA A INTERNET?
() no celular
() no computador pessoal

- () no computador da escola
- () outros computadores
- () no tablet

9) QUE TIPOS DE VÍDEOS VOCÊ MAIS ASSISITE?

- () entretenimento
- () estudo
- () trabalho

ATENÇÃO PARAS RESPOSTAS DAS PERGUNTAS RESTANTES COLOQUE:

1DISCORDO COMPLETAMENTE

2DISCORDO POUCO

3CONCORDO POUCO

4CONCORDO COMPLETAMENTE

10) QUAIS TIPOS DE AULA VOCÊ SENTE QUE APRENDEU MAIS?

- () aulas expositivas (o professor só fala)
- () aula expositiva dialogada (o professor dialoga com você)
- () aulas com dinâmicas
- () aulas com vídeos
- () experiências práticas em sala
- () seminários apresentados pelos colegas estudantes
- () construção de mural ou painel
- () com debates

11) UMA BOA AULA DEPENDE:

- () somente do professor
- () somente dos estudantes
- () do professor e dos estudantes
- () do ambiente físico (sala arejada, silêncio).

12) PARA VOCÊ O QUE UM PROFESSOR DEVE SER, TER OU FAZER PARA QUE SEJA CONSIDERADO BOM PROFESSOR?

- () controlar a turma
- () ter domínio do conteúdo ensinado
- () ser amigo dos aprendizs
- () aprovar todos os aprendizs
- () reprovar todos os aprendizs
- () saber novas estratégias de ensino
- () fazer experiências
- () levar aprendizs para passear
- () ter aulas de campo, com visitas a museus, exposições.
- () ser rígido
- () colocar aprendiz pra fora da sala
- () deixar os aprendizs fazerem o que quiserem
- () gritar com os aprendizs
- () ser pontual (chegar na hora certa)
- () ser assíduo (não faltar)

13) SUPONHA A SEGUINTE SITUAÇÃO

“O PROFESSOR PEDE QUE VOCÊS ESTUDEM O ASSUNTO E QUE REALIZEM UMA DETERMINADA EXPERIÊNCIA OU QUE CONSTRUAM UM DISPOSITIVO”

DE QUE FORMA VOCÊ FARIA ESTA EXPERIÊNCIA OU O DISPOSITIVO COM MAIOR FACILIDADE?

- () com um roteiro escrito preestabelecido.
- () não precisa do roteiro
- () com o professor realizando previamente a experiência
- () com vídeos explicativos da internet
- () com o professor gravando um vídeo e disponibilizando na internet.

14) SUPONHA AGORA QUE O PROFESSOR NÃO REZLIZOU PREVIAMENTE A EXPERIENCIA E QUE NÃO TEM VÍDEOS EXPLICATIVOS, HÁ SOMENTE O ROTEIRO ENTREGUE PELO PROFESSOR. VOCÊ TERIA ALGUMA DIFICULDADE DE REALIZAR A EXPERIÊNCIA SOLICITADA PELO PROFESSOR?

- () sim
- () não

15) VOCÊ ASSISTIRIA A UM VÍDEO GRAVADO E DISPONIBILIZADO NA INTERNET PELO PROFESSOR?

- () sim, se fosse obrigatório.
- () sim, mesmo não sendo obrigatório.
- () não

16) Escreva em 10 linhas sugestões para melhorar as aulas.

Apêndice B

Roteiro para a experiência com LED

PRODUTO EDUCACIONAL:

ROTEIRO: DETERMINAÇÃO DA DDPDE LIMIAR DE UM LED.

“É sugerido aplicar este experimento após o conteúdo circuitos elétricos”

I – MOTIVAÇÃO:

Se tivermos um LED de 2 V, como poderemos ligá-lo em uma fonte de 6V, sem que este LED seja danificado?

II – OBJETIVOS:

- Conhecer o que é um LED, e suas principais funções;
- Determinar o valor da resistência elétrica mínima para que possamos ligar o LED na fonte sem queimar;
- Determinar o valor da intensidade da corrente elétrica quando o LED fica ligado;
- Reconhecer os elementos de um Circuito elétrico simples;
- Montar um Circuito elétrico simples;

III – MATERIAL NECESSÁRIO:

- 01 LED alto brilho de 5 mm;
- 01 LED difuso de 5 mm;
- 07 RESISTORES de diferentes potências;
- 04 pilhas AA (1,5 V);
- 01 Bateria de 9 V;
- 01 Soquete de 3V para 02 pilhas AA;
- 01 Soquete de 6V para 4 pilhas AA;
- 01 Placa protoboard de 400 ;
- 01 Multímetro digital;
- 02 Jacarés pretos;
- 02 Jacarés vermelhos;
- 01 metro de fio cabinho cortados em pedaços de 10 cm;
- 01 conector de Bateria 9V;
- 01 chave liga-desliga (interruptor);
- Tabela ;
- Papel milimetrado;

IV – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

Um LED é um diodo emissor de luz, portanto está na família dos diodos. Além de ser diodo, o led tem a função de iluminar, função de servir como sinalizador de avisos em produtos eletrônicos, entretanto podem ser utilizado em instrumentos maiores como semáforo de trânsito, painéis, cortinas de LEDs e atualmente está sendo popularizado no comércio com as Lâmpadas de LED, pela economia no consumo de energia elétrica. O LED tem dois terminais o anodo (positivo) e o catodo (negativo).

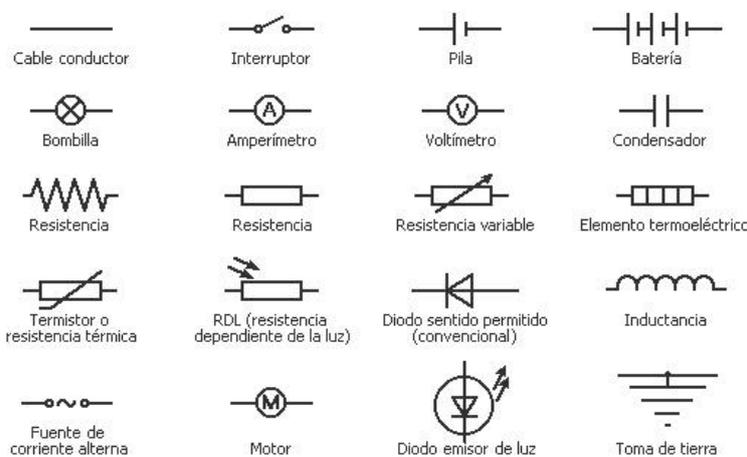
Os Diodos são componentes eletrônicos compostos de um cristal semicondutor, que pode ser de silício ou germânico, numa película cristalina, cujas faces são dopadas com diferentes materiais, isto é são colocadas algumas impurezas neste cristal, durante sua formação, o que causa a polarização de cada uma das extremidades. Os Diodos possuem diferentes funções, e uma delas é ser utilizado como retificador de corrente elétrica, pois permite que a corrente elétrica flua em apenas um sentido. Os retificadores convertem uma corrente alternada (CA) em corrente contínua (CC).

Os resistores são dispositivos elétricos que são utilizados na eletrônica como principal finalidade produzir uma queda de tensão elétrica em uma parte do circuito eletrônico, limitando o valor da intensidade da corrente elétrica sobre os dispositivos desejados, no nosso caso, o LED. No nosso experimento utilizaremos resistores do tipo carbono, onde o valor da resistência elétrica é facilmente identificado utilizando-se das cores impressas no invólucro do resistor. Outra função do resistor é de simplesmente transformar energia elétrica em energia térmica pelo efeito joule.

O multímetro é um aparelho de medidas elétricas onde as medições das grandezas elétrica não são simultâneas, essas grandezas são Tensão elétrica, conhecida como voltagem, Corrente elétrica, conhecida como amperagem e a resistência elétrica, ou simplesmente resistência. O multímetro mede estas grandezas em diferentes escalas, desde o mili até o quilo, seja milivolts, miliampères, quilovolts, quiloampères, dependendo do circuito.

Para efetuar a medição pelo multímetro, ele deve está indicando a grandeza que se quer medir, e tomar alguns cuidados no ato de efetuar a medida. Para medir Tensão elétrica, o multímetro deve estar em V (volt), na escala escolhida, e deve ser ligado em paralelo ao circuito elétrico. Para medir corrente elétrica, o multímetro deve estar em A (ampère), na escala escolhida, e deve ser ligado em série com o circuito elétrico. Finalmente, para medir resistência elétrica, o multímetro deve estar em Ω (ohm) e deve-se retirar o resistor do circuito, ou outro dispositivo que se deseja medir a resistência, para que seja efetuada a medida da sua resistência.

Cada componente do circuito elétrico tem um símbolo. Observe a **figura 1** abaixo onde há diferentes símbolos para diferentes componentes elétricos e eletrônicos:



FONTE: Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=1336549>>

V – PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS:

01 – Utilizando o Código de cores, determine a resistência elétrica de cada resistor do material. Anote.

02 – Utilizando o multímetro obtenha os valores das medidas das resistências dos resistores do material. Anote e compare com os valores encontrados no primeiro procedimento.

03 – Pegue o LED de Alto brilho, observe-o atentamente. Observe se há alguma diferença no formato, nos conectores. Você pode identifica-las? Quais são essas diferenças? Observe os outros LED, quais características eles possuem em comum?

04 – A corrente de funcionamento do LED é de 20 mA. Determine o valor da resistência do resistor que deve ser utilizado para que o LED não queime, sabendo que serão utilizados um LED de 3V, uma bateria de 9V e um resistor com resistência a ser determinada.

05 – Esboce (desenhe) o Circuito do procedimento 4, colocando o símbolo e os valores dos dispositivos. Observe a **figura 1** da fundamentação. Inclua um voltímetro e um amperímetro.

06 – Monte o Circuito utilizando o material disponível (placa, led, resistor, fonte, chave, multímetro) ;

07 – Efetue a medição da tensão elétrica e a corrente elétrica de funcionamento do LED. Anote as duas medidas. Qual o tipo de LED utilizado? Anote. Qual a cor? Anote.

08 – Efetue a medição da tensão elétrica e da corrente elétrica de funcionamento do resistor.

09 – Determine a potência de funcionamento do LED. ($P= U_i$)

10 – Determine a potência de funcionamento do resistor. ($P=R.i^2$)

11 – Com o mesmo LED, e com a mesma Fonte de 9V repita os procedimentos do 05 ao 10 utilizando todos os outros resistores (um de cada vez). Anote os resultados observados.

12 – Com o mesmo LED, e com a outra Fonte de 6V repita os procedimentos do 05 ao 10 utilizando todos os outros resistores (um de cada vez). Anote os resultados observados.

13– Com o mesmo LED, e com a outra Fonte de 3V repita os procedimentos do 05 ao 10 utilizando todos os outros resistores (um de cada vez). Anote os resultados observados.

14 – Com o LEDs difuso os procedimentos 05 ao 13. Anote os resultados observados.

18 – Monte uma tabela com:

- Os valores das resistências (seus valores determinados pelos códigos de cores e seus valores obtidos pelo multímetro) dos resistores;

- Os valores obtidos da tensão e da corrente elétrica para cada resistor, com a FONTE utilizada;

- Os Valores obtidos da tensão e da corrente elétrica para cada LED com a FONTE utilizada;

- Os Tipos e as Cores dos LEDs utilizados;

- Os Valores obtidos da potência de funcionamento dos resistores e dos LEDs com a FONTE utilizada;

Apêndice C

Pesquisa de preços

ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR MANOEL GENTIL DO VALE BENTES

Endereço: Rua 17 de Agosto, 26, Centro, Satuba-AL

PESQUISA DE PREÇOS

MATERIAL DE EXPERIENCIA: CIRCUITOS ELÉTRICOS.

LOJA: _____

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
LED AUTOBRILHO COMUM 5mm 2,5 V – 3,0 V	05		
LEDAUTOBRILHO AZUL 5 mm 2,5 V – 3,0 V	05		
LED AUTOBRILHO VERDE 5 mm 2,0 V – 2,5 V	05		
LED AUTOBRILHO VERMELHO 5mm 1,8 V 2,0 V	05		
LED AUTOBRILHO LARANJA 5 mm 1,8 V – 2,0 V	05		
LED AUTOBRILHOAMARELO 5 mm 1,8 V 2,0 V	05		
LED DIFUSO COMUM 5mm 2,5 V – 3,0 V	05		
LED DIFUSO AZUL 5 mm 2,5 V – 3,0 V	05		
LED DIFUSO VERDE 5 mm 2,0 V – 2,5 V	05		
LED DIFUSO VERMELHO 5mm 1,8 V – 2,0 V	05		
LED DIFUSO LARANJA 5 mm 1,8 V – 2,0 V	05		
LED DIFUSO AMARELO 5 mm 1,8 V – 2,0 V	05		
RESITOR de 50 Ω de 1/4 W	06		
RESITOR de 100 Ω de 1/4 W	06		
RESITOR 150 Ω de 1/4 W	06		
RESITOR 220 Ω de 1/4 W	06		
RESITOR 330 Ω de 1/4 W	06		
PILHAS PEQUENAS AA COMUM	24		
BATERIA 9V	06		
SOQUETE 6V PARA 4 PILHAS AA	06		
SOQUETE 3V PARA 2 PILHAS AA	06		
CONECTOR DE BATERIA 9V	06		
JACARÉ PEQUENO PRETO	12		
JACARÉ PEQUENO VERMELHO	12		
FIO CABINHO VERMELHO	03 METRO		
FIO CABINHO PRETO	03 METRO		
FIO CABINHO AZUL	03 METROS		
MULTÍMETRO DIGITAL	06		
CHAVE LIGA-DESLIGA	06		

DATA E CARIMBO DA LOJA:

Apêndice D

Questionário 2 Tipo A (questionário intermediário)

NOME1: _____ DATA: ____/____/____

NOME2: _____

PROFESSOR: _____

QUESTIONÁRIO EM DUPLAS: PARA SABER MAIS

1º) O vendedor da loja de componentes eletrônicos afirmou categoricamente que os LEDs funcionariam normalmente ligados numa tensão de 3 V. será que esta afirmação é correta? Justifique.

2º) Em qual ou em quais das fontes do Kit (3V, 6V ou 9V) o LED poderia ser ligado sem ter o receio de queimar? Somente a tensão elétrica seria suficiente para queimar o LED? Qual outra grandeza, além da tensão deveria ser levada em consideração?

3º) Quais diferenças você notou nos LEDs? Essas diferenças tem alguma relação com o sentido da corrente elétrica? E com o sentido da ligação do LED no circuito? Qual ou quais seriam essas relações?

4º) Como deve ser a configuração de um circuito elétrico para se ligar e efetuar a leitura em um voltímetro e em um amperímetro? Quais tipos ligações seriam necessários?

5º) O que deve ser realizado para que cada LED ao ser ligado nas fontes não seja danificado? Qual componente elétrico deve ser adicionado ao circuito para que os LEDs possam funcionar perfeitamente?

6º) Como devemos calcular e determinar o valor da resistência elétrica adequada do resistor para cada Led e da fonte a ser ligada?

7º) Como devemos calcular a potência elétrica mínima que o resistor deve possuir para que seja adequado ao circuito?

8º) O que aconteceria com um LED de tensão mínima de 1,5 e máxima de 2,0 V fosse ligado diretamente numa fonte de 6,0V? Justifique.

9º) Qual o valor mínimo da resistência elétrica do resistor que você precisaria adicionar ao circuito para que um LED de corrente de funcionamento de 20mA com tensão mínima de 1,8 V e máxima de 2,5V não queime se for ligado em uma fonte de 3V?

10º) Se o Led possuir tensão de 3V de tensão máxima e a fonte do circuito for de 9V e a corrente de funcionamento de do LED de 20mA. Qual a resistência elétrica que o resistor precisa ter para o LED funcionar normalmente?

Apêndice E

Questionário 2 Tipo B (questionário intermediário)

NOME1: _____ DATA: ____/____/____

NOME2: _____

PROFESSOR: _____

QUESTIONÁRIO EM DUPLAS: **PARA SABER MAIS**

1º) O vendedor da loja de componentes eletrônicos afirmou categoricamente que os LEDs funcionariam normalmente ligados numa tensão de 3 V. Será que esta afirmação é correta? Justifique.

2º) Quais diferenças você notou nos LEDs? Essas diferenças tem alguma relação com o sentido da corrente elétrica? E com o sentido da ligação do LED no circuito? Qual ou quais seriam essas relações?

3º) Em qual ou em quais das fontes do Kit (3V, 6V ou 9V) o LED poderia ser ligado sem ter o receio de queimar? Somente a tensão elétrica seria suficiente para queimar o LED? Qual outra grandeza, além da tensão deveria ser levada em consideração?

4º) O que aconteceria com um LED de tensão mínima de 1,5 e máxima de 2,0 V fosse ligado diretamente numa fonte de 6,0V? Justifique.

5º) Como deve ser a configuração de um circuito elétrico para se ligar e efetuar a leitura em um voltímetro e em um amperímetro? Quais tipos ligações seriam necessários?

6º) O que deve ser realizado para que cada LED ao ser ligado nas fontes não seja danificado? Qual componente elétrico deve ser adicionado ao circuito para que os LEDs possam funcionar perfeitamente?

7º) Como devemos calcular e determinar o valor da resistência elétrica adequada do resistor para cada Led e da fonte a ser ligada?

8º) Como devemos calcular a potência elétrica mínima que o resistor deve possuir para que seja adequado ao circuito?

9º) Qual o valor mínimo da resistência elétrica do resistor que você precisaria adicionar ao circuito para que um LED de corrente de funcionamento de 20mA com tensão mínima de 1,8 V e máxima de 3,0V não queime se for ligado em uma fonte de 6V?

10º) Se o Led possuir tensão de 3V de tensão máxima e a fonte do circuito for de 9V e a corrente de funcionamento de do LED de 20mA. Qual a resistência elétrica que o resistor precisa ter para o LED funcionar normalmente?

Apêndice F

Questionário 3 (questionário a posteriori)

ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR MANOEL GENTIL DO VALE BENTES

DATA: _____/_____/_____ TURMA 3º ANO _____

PESQUISA 2

PARA AS RESPOSTAS ABAIXO MARQUE UM X

- 1) SEXO
() masculino () feminino
- 2) O QUE VOCÊ ACHOU DO EXPERIMENTO COM LED?
() ÓTIMO () BOM () REGULAR () PÉSSIMO
- 3) O QUE VOCÊ ACHOU DO KIT DE EXPERIMENTO COM LED?
() ÓTIMO () BOM () REGULAR () PÉSSIMO
- 4) O QUE VOCÊ ACHOU DA VÍDEO AULA DO LED?
() ÓTIMO () BOM () REGULAR () PÉSSIMO
- 5) PARA VOCÊ O QUE SERIA UMA BOA AULA DE FÍSICA?
() COM EXPERIMENTO
() COM SLIDE
() COM VÍDEO AULAS
() COM QUADRO E LIVRO DIDÁTICO
() UMA MISTURA DOS TRÊS PRIMEIROS
() UMA MISTURA DOS QUATRO PRIMEIROS
- 6) VOCÊ GOSTOU DA TEMÁTICA DO EXPERIMENTO COM LED?
() SIM
() NÃO
() MAIS OU MENOS
- 7) PORQUE VOCÊ GOSTOU DA TEMÁTICA DO EXPERIMENTO COM LED?
() FOI NOVIDADE
() EU JÁ TINHA VISTO ALGO SEMELHANTE
() APRENDI MAIS COM O TEMA
() OUTRO MOTIVO . Qual? _____
- 8) COMO VOCÊ ESTAVA DURANTE A APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO?
() ANSIOSO
() INDISPONTO
() INDIFERENTE
() SEGURO DO ASSUNTO TRATADO
- 9) VOCÊ CONCORDARIA QUE SE CONTINUE A SE ENSINAR FÍSICA COM EXPERIMENTOS?
() SIM
() NÃO
- 10) QUAL NOVO TEMA ABAIXO VOCÊ SUGERIRIA PARA OUTRA AULA DE FÍSICA?
() NANOTECNOLOGIA
() NOVAS FORMAS DE ENERGIA
() FOTOCORRENTE (PAINEL SOLAR)
() ELETROELETRÔNICA
() OUTROS: Qual ? _____
- 11) SUGIRA O QUE SE PODE MELHORAR NAS AULAS DE FÍSICA?

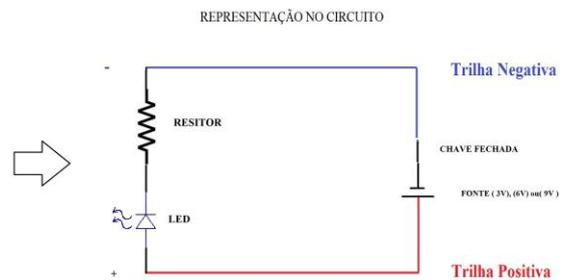
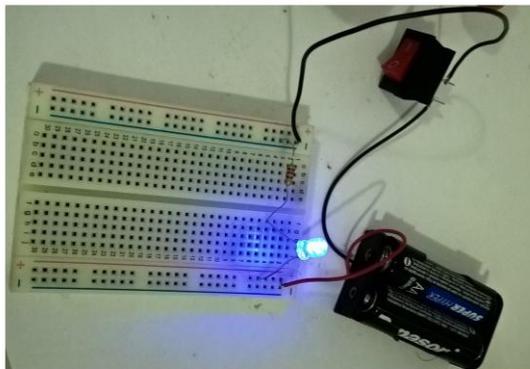
Apêndice H

Materiais Utilizados



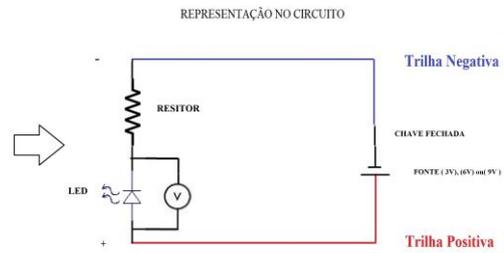
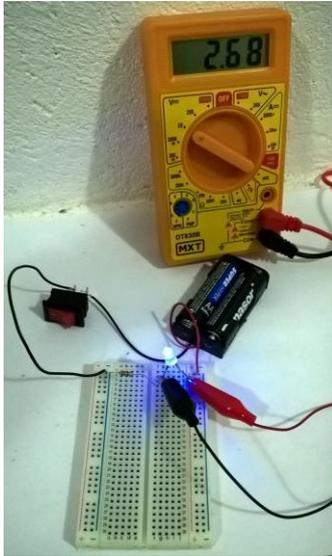
Apêndice I

Representação no Circuito



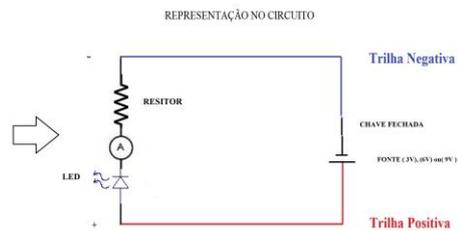
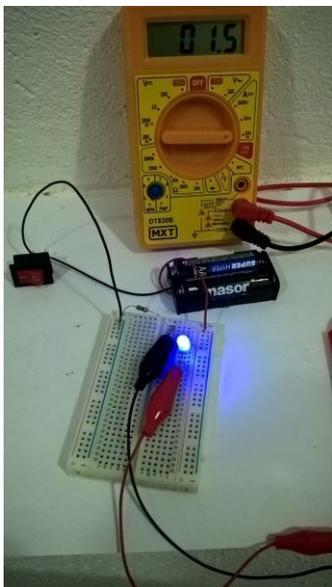
Apêndice J

Medindo a diferença de potencial no LED



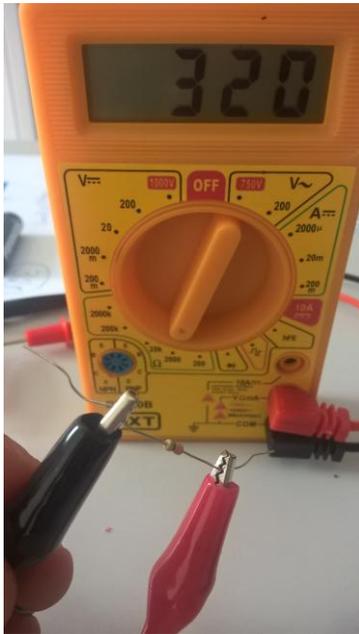
Apêndice K

Medindo a intensidade da corrente elétrica no LED



Apêndice L

Medindo a Resistência elétrica do resistor



Apêndice M

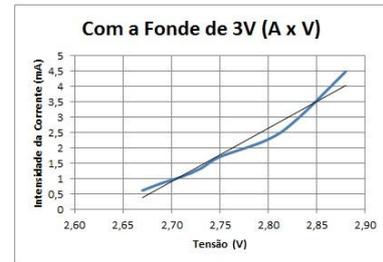
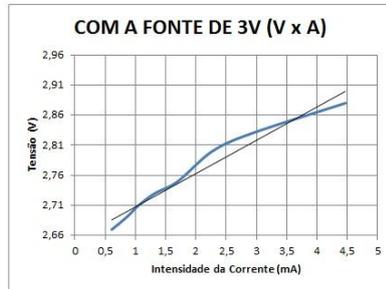
Partes visíveis do LED



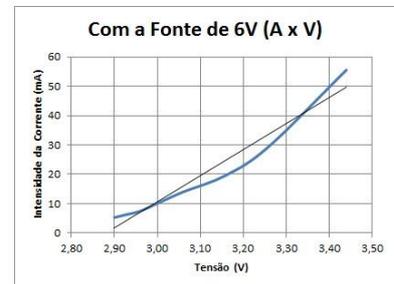
Apêndice P

Curvas características do LED azul por fonte tensora utilizada

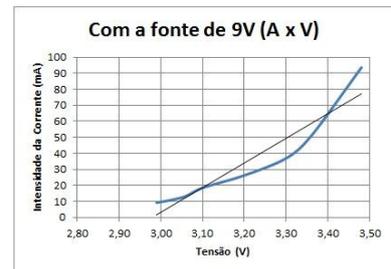
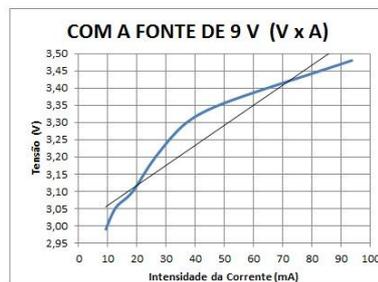
FONTE DE 3V	
VOLTAGEM	AMPERAGEM
2,67	0,61
2,69	0,85
2,71	1,05
2,73	1,32
2,75	1,7
2,80	2,27
2,83	2,93
2,88	4,47



FONTE DE 6V	
VOLTAGEM	AMPERAGEM
2,90	5,26
2,93	6,32
2,96	7,44
3,00	10,05
3,06	13,95
3,16	19,65
3,26	29,5
3,44	55,5



FONTE DE 9V	
VOLTAGEM	AMPERAGEM
2,99	9,28
3,03	11,2
3,06	13,35
3,10	18,5
3,20	26,3
3,30	37
3,36	51
3,48	93,6



Resitores utilizados
673 Ω
563 Ω
460 Ω
320 Ω
152 Ω
100 Ω
220 Ω
152 Ω
100 Ω
50 Ω

Apêndice Q

Curvas Características Obtidas do LED Azul : Corrente x Tensão e Tensão x Corrente

LED AZUL ALTO BRILHO	
TODO RESULTADO	
AMPERAGEM	VOLTAGEM
0,61	2,67
0,85	2,69
1,05	2,71
1,32	2,73
1,7	2,75
2,27	2,80
2,93	2,83
4,47	2,88
5,26	2,90
6,32	2,93
7,44	2,96
9,28	2,99
10,05	3,00
11,2	3,03
13,35	3,06
13,95	3,06
18,5	3,10
19,65	3,16
26,3	3,20
29,5	3,26
37	3,30
51	3,36
55,5	3,44
93,6	3,48

Resistores utilizados
673 Ω
563 Ω
460 Ω
320 Ω
220Ω
152 Ω
100 Ω
50Ω

