

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS MEDIANEIRA**

EDEVÂNIO JOÃO GONÇALVES

**USO DE UM DISPOSITIVO LDR PARA O ENSINO DE
SEMICONdutoRES FOTORESISTIVOS**

MEDIANEIRA

2019



USO DE UM DISPOSITIVO LDR PARA O ENSINO DE SEMICONDUTORES FOTORESISTIVOS

EDEVÂNIO JOÃO GONÇALVES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen

MEDIANEIRA
Novembro de 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

G643u

Gonçalves , Edevânio João

Uso de um dispositivo LDR para o ensino de semicondutores fotoresistivos / Edevânio João Gonçalves – 2019.
43 f. : il. ; 30 cm.

Texto em português com resumo em inglês

Possui produto educacional

Orientador: Fabio Rogerio Longen .

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2019.

Inclui bibliografias.

1. Física - Pesquisa. 2. Física - Experiências. 3. Física (Ensino médio)
4. Ensino de Física - Dissertações. I. Longen, Fábio Rogério. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD: 530.07

Biblioteca Câmpus Medianeira
Fernanda Cristina Gazolla Bem dos Santos CRB: 9/1735

TERMO DE APROVAÇÃO

USO DE UM DISPOSITIVO LDR PARA O ENSINO DE SEMICONDUTORES FOTORRESISTIVOS

Por

EDEVÂNIO JOÃO GONÇALVES

Essa dissertação foi apresentada às 14:00 horas, do dia 11 de novembro de dois mil e dezenove, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, Linha de Pesquisa **Física no Ensino Médio**, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.¹

Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen (Orientador – PPGEF)

Prof. Dr. Leandro Herculano da Silva (Membro Interno – UTFPR)

Prof. Dr. Fábio Ramos da Silva (Membro Externo – IFPR - Foz do Iguaçu)

¹ A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Dedico este trabalho a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na elaboração do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus pela vida, fé e força para superar todos os empecilhos durante a caminhada.

A todos os meus familiares que auxiliaram nos momentos de dificuldade durante a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen pela dedicação, orientação, correções, sugestões durante o desenvolvimento deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - PPGEF, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira, pelas contribuições na construção do conhecimento científico.

Agradeço a todo o colegiado do PPGEF pela oportunidade de realização do Mestrado.

Agradeço a todos os colegas discentes, que contribuíram para o crescimento de todos, a partir de suas experiências, troca de informações, auxílio e companheirismo.

Enfim, agradeço a todos que ajudaram nos momentos difíceis, aos amigos pelas palavras de incentivo, os meus sinceros agradecimentos.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, eles são a abertura para achar as que estão certas.” (CARL SAGAN)

RESUMO

Nesta pesquisa de abordagem qualitativa, buscou-se construir uma Sequência Didática (SD) que contemplasse um tópico da Física Moderna e Contemporânea (FMC) na perspectiva de uma aprendizagem significativa e contextualizada. O tema abordado na SD foram os semicondutores fotoresistivos, partindo-se da questão problema: qual o princípio de acionamento e desligamento da iluminação pública, através do uso de um sensor de luminosidade? A sequência didática foi preparada com base na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e foi aplicada em uma escola da rede pública de ensino em um grupo de 48 alunos matriculados na terceira série do ensino médio. No desenvolvimento da SD foram utilizadas diferentes metodologias e ferramentas. Em grupos de quatro alunos, estes realizaram interpretação de texto, discussão e resolução de exercícios propostos, uso de simulações computacionais, manuseio do aparato experimental com o dispositivo LDR e multímetro. Através da análise dos questionários foi possível verificar que os educandos adquiriram novos conhecimentos, os quais possibilitaram a verificação da importância social da ciência e a compreensão de forma significativa do comportamento de um material semicondutor fotoresistivo.

Palavras-chave: Física Moderna e Contemporânea; Aprendizagem Significativa; Sequência Didática; Iluminação Pública; Semicondutor Fotoresistivo.

ABSTRACT

In this qualitative research, we sought to build a Didactic Sequence (SD) that included a topic of Modern and Contemporary Physics (FMC) from the perspective of meaningful and contextualized learning. The theme addressed in SD was the photoresist semiconductors, starting from the problem question: what is the principle of activation and shutdown of public lighting through the use of a light sensor? The didactic sequence was prepared based on David Ausubel's Meaningful Learning theory and was applied in a public school to a group of 48 students enrolled in the third grade of high school. In the development of DS, different methodologies and tools were used. In groups of four students, they performed text interpretation, discussion and resolution of proposed exercises, use of computer simulations, handling of the experimental apparatus with the LDR device and multimeter. Through the analysis of the questionnaires it was possible to verify that the students acquired new knowledge, which allowed the verification of the social importance of science and a significant understanding of the behavior of a photoresist semiconductor material.

Keywords: Modern and Contemporary Physics; Meaningful learning; Following teaching; Street lighting; Photoresistive Semiconductor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bandas de condução e valência de um isolante, semicondutor e condutor.....	24
Figura 2 - Aspecto de um LDR.....	25
Figura 3 - Simbologia mais usada no LDR.....	26
Figura 4 - Focélula utilizada na iluminação pública.....	27
Figura 5 - Gráfico resistência x luminosidade.....	38
Figura 6 - Circuito composto de um sensor de luminosidade e uma lâmpada.....	30
Figura 7 - Fotorresistor LDR (Light Dependent Resistor) em português Resistor Dependente de Luz.....	31
Figura 8 - Interface do simulador de condutividade elétrica do Phet Colorado.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 O ENSINO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO.....	14
2.2 FUNDAMENTOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	16
2.3 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....	20
3 MATERIAIS SEMICONDUTORES	22
3.1 Níveis de energia.....	23
3.1.1 Tipos de Fotocondutores.....	24
3.1.2 Dispositivo LDR.....	25
4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7 REFERÊNCIAS.....	38
8 ANEXOS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Como professor de Física na rede pública de ensino do estado do Paraná, especificamente no núcleo regional de Foz do Iguaçu, sempre buscamos uma formação nos conteúdos que fazem parte dos currículos de Física para o Ensino Médio.

Dentre os conteúdos trabalhados a Física Moderna e Contemporânea (FMC) nos chama a atenção pelo fato de aparecer na grade curricular e muitas vezes por motivos particulares é deixada de lado pelo educador, para ser trabalhada em forma de tópicos no final do curso do ensino médio e que muitas vezes não é possível ser trabalhado.

Percebemos algumas dificuldades do enfoque a FMC no ensino médio, tais como: Formas de abordagem, a relação dos conhecimentos às tecnologias atuais, o domínio do docente aos temas apresentados e instrumentos que possam facilitar o acesso a esses temas.

Este trabalho é pautado nestas dificuldades, o de encontrar e ofertar ferramentas para que os educadores possam se apropriar destas, facilitando o acesso ao conhecimento científico aproximando estes no contexto social dos educandos.

As Diretrizes Curriculares de Física do Estado do Paraná retratam a necessidade do ensino de FMC para que os educandos possam usufruir de forma consciente das novas tecnologias, exercendo desta forma sua cidadania através da compreensão de fenômenos científicos.

Compreenda a luz como energia quantizada que, ao interagir com a matéria, apresenta alguns comportamentos que são típicos de partículas (por exemplo, o efeito fotoelétrico) e outros de ondas (por exemplo, a interferência luminosa), ou seja, entenda a luz a partir do comportamento dual; (PARANÁ, Diretrizes curriculares da educação básica, 2008, p - 97).

Tendo em vista os motivos indicados na justificativa para a exploração FMC no ensino médio, compreendemos a relevância dos aspectos culturais e históricos envolvidos no desenvolvimento desse campo de estudo.

Apesar das diretrizes indicarem a necessidade da abordagem da FMC, o seu uso integral, pode fazer com que o professor tenha dificuldade na adequação dos

conteúdos e das formas de ministra-los, que levem em conta a realidade do seu meio de convivência.

Neste contexto, nos propomos a trabalhar os temas de Física associado ao comportamento de um sensor de luminosidade, ou seja, semicondutores fotoresistivos, com uma sequência didática (SD) que possibilite uma aprendizagem significativa do fenômeno, utilizando para tal diferenciadas técnicas como simulações computacionais, experimentos, pesquisas, entre outras.

Desta forma, este trabalho busca propiciar aos educandos a oportunidade de conhecer alguns princípios da FMC envolvidos no comportamento de um LDR (*Light Dependent Resistor*) na tradução literal (Resistor Dependente da Luz) na variância de intensidade de luz, vinculando fenômenos físicos modernos e contemporâneos no acionamento da iluminação pública em sua cidade, bem como ampliar seus conhecimentos com respeito a materiais semicondutores, ao comportamento destes materiais na condução de eletricidade e suas aplicações.

O assunto a ser trabalhado se deve, ao fato de estar relacionado com nosso cotidiano: alguns tipos de lâmpadas que se acendem e apagam conforme a variância de luminosidade, e a tecnologia não percebida e nem questionamos deste fato. O tema é de conhecimento dos educandos, não o comportamento de um semicondutor fotoresistivo em si, mas sua aplicação na iluminação pública.

No capítulo 2 faremos uma revisão bibliográfica abordando o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio, apontando a atual conjuntura da disposição dos conteúdos na grade, discutindo a importância da presença da FMC nos conteúdos de ensino médio, bem como os fundamentos da aprendizagem significativa, seus autores, sua importância e a metodologia de aplicação apoiada em uma SD, que enriquece a prática pedagógica.

Ainda neste capítulo trataremos do histórico de materiais semicondutores, sua evolução, classificação, características, tipos de fotocondutores e seu comportamento com respeito a condução de eletricidade, retratando de forma mais específica um dispositivo LDR.

No capítulo 3 apresentaremos de forma detalhada a sequência didática para aplicação deste trabalho, a disposição e o número de aulas, os recursos utilizados e o tempo de aplicação.

No capítulo 4 de forma qualitativa demonstraremos os resultados obtidos na aplicação desta SD, e no capítulo 5 faremos as considerações finais dos resultados

obtidos, demonstrando os fatores de maior relevância no aprendizado, assim como os fatores de dificuldade encontradas no decorrer das atividades.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Elaborar uma sequência didática sobre semicondutores fotoresistivos proporcionando uma aprendizagem significativa e contextualizada para o educando.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Contribuir com o ensino de tópicos da física moderna e contemporânea;
- b) Disponibilizar aos educandos momentos que possam trabalhar com simulações;
- c) Proporcionar instantes de debates sobre assuntos científicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O ENSINO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO

Nos variados veículos de comunicação observamos novas descobertas científicas, divulgação de aparelhos modernos bem como séries e filmes de ficção científica, isto vem chamando a atenção dos jovens para a ciência e suas aplicações.

Estes assuntos por serem atuais e estarem presentes no cotidiano da sociedade em geral, acabam despertando os educandos a questionarem tais fatos, sendo que na maioria das vezes é perdida a oportunidade de apresentar os princípios físicos destes fenômenos.

Para Terrazzan, os conteúdos da FMC têm influência direta para a compreensão do mundo moderno, bem como o exercício da cidadania, tendo esta justificativa para a abordagem destes conteúdos no ensino médio.

Em sua pesquisa Valadares e Moreira (1998) destacam a necessidade de ligação entre a Física Moderna e Contemporânea com cotidiano do educando:

É imprescindível que o estudante do segundo grau conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. Daí a importância de se introduzir conceitos básicos de Física Moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano. (VALADARES e MOREIRA, 1998, p.121).

Percebemos a necessidade desta importante ligação do conceito científico com a realidade do cotidiano vivenciado pelo educando.

O cotidiano vivenciado pelos educandos assume papel fundamental na definição das estratégias de abordagem dos conteúdos previamente definidos como relevantes. Não se restringe apenas ao sistema produtivo e à realidade geral em que vivemos, mas deve ser tratado como forma de satisfação da curiosidade inerente do ser humano em busca do conhecimento e de preparação do cidadão para uma plena participação na sociedade (TERRAZZAN, 1992, p. 213).

Em seu trabalho Pinto e Zanetic relatam que a física desenvolvida no século XX está distante das aulas nos colégios e que há necessidade de uma transformação

no ensino. Um ensino que aproxima as tecnologias com a FMC, conhecimentos que contemplem os fenômenos que a Física Clássica não explica.

Para Terrazzan, os currículos de Física no Brasil para o Ensino Médio, apresenta uma divisão sequenciada de temas como: Mecânica, Termodinâmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo e que, apesar de ser uma das possíveis divisões, não há justificativas claras para esta prática, pois segue a sequência apresentada pelos manuais estrangeiros de ensino de física do século XIX.

Em termos educacionais o tema deste trabalho tornou-se potencialmente significativo por apresentar este caráter de aproximação da ciência com a realidade do educando, que o conhecimento científico também é uma construção humana, percebida no histórico de evolução dos materiais semicondutores de eletricidade até sua explicação, mostrando a contribuição de vários cientistas que, de forma direta ou indireta, por meio de experimentação e construções teóricas, possibilitaram a conclusão e explicação desse fenômeno.

Percebe-se a desmotivação dos educandos em alguns temas da Física, como a Cinemática por exemplo, onde a classificação e análise de tipos de movimentos estão desvinculados das situações vivenciadas pelos educandos, sendo que as situações apresentadas na maioria dos casos são idealizadas. Uma física que oportuniza a explicação dos fenômenos do mundo atual e situações relacionadas ao contexto do aluno pode apresentar maior potencialidade de participação e envolvimento dos educandos.

2.2 FUNDAMENTOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Aprender alguma coisa, como um determinado conteúdo, deveria ser algo duradouro que aprendesse para a vida, que demonstrasse algum significado, porém grande parte do aprendizado, não apresenta significado e não se torna duradouro, mas sim algo momentâneo que acaba sendo deixado de lado, esquecido, por ser um conhecimento sem sentido e não significativo. Uma aprendizagem duradoura se ajusta com as ideias de Ausubel e sua teoria, a teoria da aprendizagem significativa.

David Paul Ausubel (1918 – 2008) filho de imigrantes judeus, oriundos da Europa central nascido nos Estados Unidos da América, cresceu insatisfeito com o

modelo de educação recebida no colégio. Concluiu sua formação acadêmica em Nova York, em Medicina Psiquiátrica seguindo para o Canadá, onde resolveu dedicar-se à Psicologia Educacional, tornando-se um representante do cognitivismo, propondo a teoria da aprendizagem significativa.

Para Ausubel, a aprendizagem se dá com a interação cognitiva de conhecimentos prévios com novos conhecimentos por parte do educando. Com esta interação de ideias e novos conceitos, a aprendizagem ocorre de forma significativa. Este novo conhecimento deve ser duradouro, sendo que nesta forma de aprendizagem se estabelece uma relação entre o novo conteúdo e aquele conhecido pelo educando que o aprende, diferente da aprendizagem mecânica que se caracteriza pelo ato de decorar, esse tipo de aprendizagem não tem significado, o educando tende a esquecer o que foi aprendido em um curto espaço de tempo.

Destaca Moreira (2011):

“(...) a aprendizagem mecânica, aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após.”

Segundo Moreira, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que esta interação é não-litera e não arbitrária, que significa que não é com qualquer ideia prévia que ocorre a interação, mas sim com algum conhecimento relevante que o educando possua. Estes conhecimentos podem ser um conceito, um símbolo ou um modelo mental de grande importância no processo de ensino aprendizagem, o que David Ausubel denominou como “**subsunçor**”.

Podemos entender que subsunçor ou ideia âncora é um conhecimento prévio de um determinado assunto que o educando traz consigo, que vai dar suporte para a implementação de novos conhecimentos.

Duas condições para a aprendizagem significativa são descritas por Moreira (2011):

1) O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. A primeira condição implica 1) que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-litera a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante)

e II) que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias – âncora relevante com as quais esse material possa ser relacionado. (MOREIRA, 2011, p.24).

O autor enfatiza que o material de aprendizagem não é significativo, não existe livros didáticos ou aula significativa, o material pode ser potencialmente significativo, pois o significado está no educando, sendo este que atribui significado aos materiais de aprendizagem. O que se espera é que o educando apresente novos conhecimentos, vinculados pelos materiais de aprendizagem utilizados.

A predisposição para aprender, não se trata exatamente de motivação, ou de gostar ou não de um determinado assunto, esta predisposição se trata do potencial de associar os novos conhecimentos com as ideias âncoras, ou seja, os conhecimentos prévios são enriquecidos, modificados dando significados.

Na física, o aluno poderia aprender um conceito ao associá-lo de forma não-arbitrária e não-literal ao conhecimento prévio, claro, estável e diferenciado já existente em sua estrutura cognitiva. Dessa maneira, seu conhecimento prévio se torna mais rico, diferenciado e, portanto, mais estável, caracterizando uma aprendizagem significativa.

Para Ausubel o principal fator é a estrutura cognitiva prévia, tão importante que pode afetar a aprendizagem e a abstração de novos conhecimentos. Sendo claro, estável e organizado o conhecimento prévio, maior sua influência na aquisição de conhecimentos de sua área. Nessa interação o conhecimento novo recebe significado, se une e se diferencia do já existente, e este adquire novos significados, mais estáveis, mais ricos e com maior capacidade de ancorar novos conhecimentos.

Se o educando não disponha de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios. Segundo Moreira (2012):

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do

material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este. (MOREIRA, 2012, p.4).

Se os subsunçores não se mostrarem eficientes, podemos utilizar os organizadores prévios, isto vai ajudar o educando a perceber que as suas ideias estão relacionadas com os novos conhecimentos, ou seja, aos subsunçores presentes na sua estrutura cognitiva.

Para que a aprendizagem significativa seja facilitada, levaremos em conta quatro tarefas fundamentais, proposta por Moreira (1999).

1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos. 2. Identificar os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo. 3. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. 4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura conceitual da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimentos, por meio da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis. (MOREIRA, 1999, p.162.).

De acordo com Moreira, as atividades iniciais devem despertar de forma generalizada as propriedades do assunto a ser trabalhado, de forma mais abrangente, ampla de modo que ao avançar os estudos encaminha-se ao aprofundamento do conteúdo, atingindo assim, assuntos mais específicos, identificando os subsunçores intrínsecos relevantes, com uso de fundamentos que apoiem a assimilação da estrutura conceitual do assunto de forma significativa.

Para Moreira (2011) a diferenciação progressiva ocorre quando um dado subsunçor, adquire novos significados, através das sucessivas interações, ficando mais rico, diferenciado servindo de base para novas aprendizagens significativas.

“A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo)

resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos”. (MOREIRA, 2011, P.20).

Para a reconciliação integradora Moreira (2011) destaca:

“A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, (...)” (MOREIRA, 2011, p.22).

De acordo com Moreira, a reconciliação integradora representa a ação da estrutura cognitiva, porém deve ocorrer junto com a diferenciação progressiva, a fim de eliminar prováveis incertezas, juntar significados, realizar superordenações.

2.3 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Uma sequência didática é apresentada por diversas atividades que despertam o interesse dos educandos pelo assunto apresentado, fazendo com que estes apresentem questionamentos e conduta para a resolução destas atividades que os educandos realizam com a mediação do educador. As praxes que fazem parte da sequência são organizadas de forma que o assunto que está sendo estudado seja aprofundado e são variadas em termos de estratégia: Aula dialogada, leitura, simulações computacionais, experimentos, entre outros. Assim o assunto será tratado durante uma composição de aulas de modo que o educando investigue e se aproprie dos assuntos apresentados.

Segundo Zabala (1998) sequências didáticas são:

“um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (...)” (ZABALA, 1998, p.18).

A contribuição da sequência didática (SD) se dá com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de formação e permite que de forma gradual novos conhecimentos sejam possíveis, pois a forma de organização das atividades prevê

uma progressão modular, a partir do apontamento dos conhecimentos que os educandos já possuem sobre um determinado assunto, conforme Brasil (2012, p-20).

As sequências didáticas são ferramentas para a construção do conhecimento conforme estabelece a Secretaria de Educação Básica (Brasil / 2012):

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita. (BRASIL, 2012, P.21).

Além das contribuições comentadas é importante salientar o objetivo de uma (SD), onde a intervenção das atividades contribui para a melhoria da atuação dos educandos e do educador no processo de ensino aprendizagem.

De acordo com Zabala o objetivo de uma sequência didática é de:

[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. (ZABALA 1998, p.54).

Objetivos estes que podem ser alcançados com planejamento de uma (SD) que envolva de forma interativa educador e educando, organizando os recursos utilizados para o desenvolvimento das atividades.

3 Materiais Semicondutores

Materiais semicondutores apresentam portadores de carga (elétrons livres) em um nível intermediário entre os materiais condutores e materiais isolantes.

O termo condutor é aplicado a qualquer material que sustenta um grande fluxo de carga ao se aplicar, através de seus terminais, uma fonte de tensão de amplitude limitada.

Isolante é o material que oferece um nível muito baixo de condutividade quando submetido a uma fonte de tensão.

Um semicondutor é, portanto, o material que tem o nível de condutividade entre os extremos de um isolante e de um condutor. (BOYLESTAD e NASHELSKI, 2002).

De forma inversa à condutividade elétrica de um material, se relaciona a sua resistência, de modo a apresentar um menor fluxo de carga ou corrente elétrica, ou seja, materiais com maior condutividade elétrica, apresentam menor resistência elétrica.

Materiais semicondutores mudam o seu comportamento de condutividade e resistência elétrica, dependendo de alguns fatores como: luminosidade e variação de temperatura, sendo um aspecto importante para o desenvolvimento de dispositivos sensíveis ao calor e a presença de luz.

Podemos citar como exemplos de materiais semicondutores o germânio (Ge) e o silício (Si), sendo estes os materiais semicondutores mais comuns, por apresentarem um aspecto muito importante, que é o seu alto nível de pureza na sua fabricação.

Outro material utilizado como semicondutor é o arseneto de compostos de gálio, este material apresenta maior resistência ao calor, podendo ter aplicações específicas, porém, este material é pouco utilizado na indústria por apresentar alto valor comercial devido sua dificuldade de processamento. A indústria recorre ao uso deste material quando não é possível a aplicação do silício.

A utilização de materiais semicondutores é fundamental em aparelhos eletrônicos, porque a condutividade de alguns dispositivos eletrônicos precisa variar para determinadas aplicações práticas, como é o caso do uso de um LDR, presente em um sensor de luminosidade aplicado na ativação das lâmpadas na iluminação pública.

3.1 Níveis de Energia

Os materiais apresentam na sua estrutura atômica isolada certos níveis de energia discretos, associados a cada elétron em órbita nestes níveis. Cada material apresenta seu próprio conjunto de níveis, tendo elétrons situados nestes níveis, alguns mais próximos e outros mais distantes do núcleo atômico.

“Quanto mais longe o elétron estiver do núcleo, maior será seu estado de energia, e qualquer elétron que tiver deixado seu átomo de origem apresentará um estado de energia maior do que qualquer outro na estrutura atômica.” (BOYLESTAD e NASHELSKI, 2002).

Intervalos de *gap* de energia, ou seja, região proibida, estão entre os níveis discretos de energia nos quais nem um elétron na estrutura atômica isolada pode aparecer. Quando os átomos de um material são aproximados para formar a estrutura da rede cristalina, entre eles surge uma interação, que resulta em elétrons em uma órbita restrita de um átomo, com níveis de energia distinto dos elétrons na mesma órbita de outro átomo vizinho. Como resultado, surge uma expansão dos níveis discretos dos estados de energia possíveis para os elétrons de valência para aquelas bandas.



Figura 1 – Bandas de condução e valência de um isolante, semicondutor e condutor.

Fonte: Autoria própria.

Existem estados de energia máxima e níveis de ligação nos quais o elétron na rede atômica pode estar existindo em uma região proibida (*gap*), entre a banda de valência e o nível de ionização.

Considerando que ionização é o processo pelo qual um elétron pode absorver energia suficiente para escapar da estrutura atômica e entrar na banda de condução.

Para materiais semicondutores à temperatura de 0 Kelvin, zero absoluto, todos os elétrons estão na camada mais externa do átomo, com níveis de energia associados a camada de valência, à medida em que aumenta a temperatura do material semiconductor, os elétrons adquirem energia suficiente para escaparem da camada de valência, atravessando o *gap* de energia e entrar na banda de condução, predisposto a se tornar um elétron livre. (BOYLESTAD e NASHELSKI, 2002)

Para materiais semicondutores fotoresistivos, como é o caso do LDR, a luz é o agente responsável por transmitir uma quantidade discreta de energia ao elétron, para que o mesmo possa abandonar a camada de valência, atravessando a região de *gap* de energia chegando até a camada de condução.

3.1.1 Tipos de Fotocondutores

De acordo com Meneses (2018), os fotocondutores podem ser classificados em dois tipos:

- Intrínseco: utiliza um material fotocondutivo que envolve a excitação de portadores de carga da banda de valência para a banda de condução;
- Extrínseco: utiliza um material que envolve a excitação de portadores de carga entre uma impureza e a banda de valência e de condução. São mais empregados para operação no espectro do infravermelho.

3.1.2 Dispositivo LDR

Um LDR é um dispositivo que apresenta mudança em sua característica de resistência elétrica quando colocado na presença de luz. Também conhecidos como fotoresistores, apresentam um alto valor de resistência elétrica em um ambiente na ausência de luminosidade, e quando expostos à luz, a sua condutividade elétrica aumenta. Ou seja, oferecem baixa resistência elétrica quando iluminados.

O aspecto de um LDR e o seu símbolo para utilização em diagramas esquemáticos podem ser vistos nas Figuras 2 e 3.

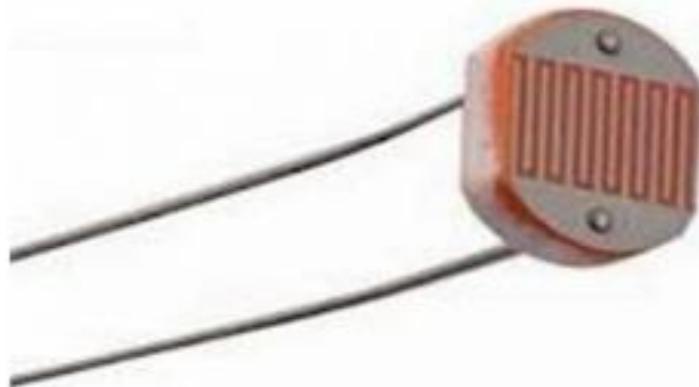


Figura 2 - Aspecto de um LDR.
Fonte: Autoria própria.

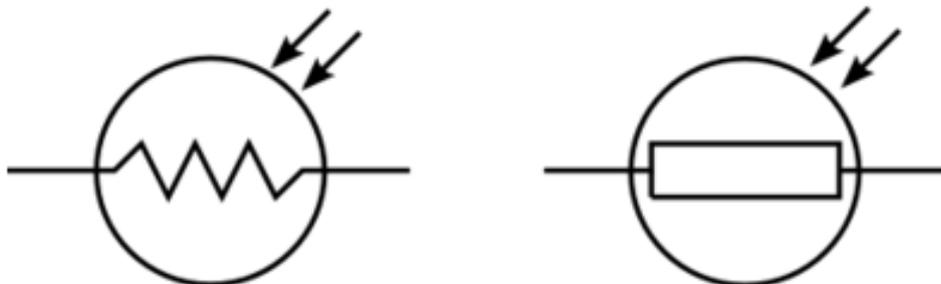


Figura 3 - Simbologia mais usada no LDR.
Fonte: Reis, 2016.

Este sensor é feito de um material semicondutor, composto por uma área exposta à luz que apresenta variação na sua resistência elétrica conforme o nível de incidência de luminosidade, isto ocorre devido o material semicondutor ser sensível à radiação de alguma forma (luminosa ou não, visível ou não). A resistência elétrica de um LDR sob luz intensa (10 Lux) pode variar entre 1.000 ohms e 10.000 ohms, e sem presença de luz é sempre maior que 200.000 ohms. (MENESES, 2018)

Também conhecida como célula fotocondutiva, o LDR é um dispositivo semicondutor de dois terminais, onde a resistência elétrica varia linearmente com a intensidade de luz incidente, sua resistência diminui ao ser iluminada, pois a energia luminosa desloca elétrons da camada de valência para a camada de condução (mais distante do núcleo), aumentando o número de elétrons e consequentemente diminuindo a resistência elétrica.

Na construção de LDR's são utilizados materiais de alta resistência elétrica, como por exemplo o Sulfeto de Cádmio (CdS) ou o Sulfeto de Chumbo (PbS), por apresentarem poucos elétrons livres quando colocados em ambiente escuro, e apresentarem grande número de elétrons quando a luz incide sobre eles, aumentando sua condutividade.

Quando cessa a incidência de luz sobre o componente, os elétrons retornam à camada de valência e a resistência do material volta a aumentar.

Os LDR's podem ser aplicados como sensores de presença, controle automático de porta, controle de iluminação em um recinto, entre outras aplicações todos estes foto-controlados para a operação de um relé.



Figura 4 - Fotocélula utilizada na iluminação pública.
Fonte: Autoria própria.

Por apresentar maior sensibilidade na faixa da luz visível verde-amarela, o LDR é um componente muito utilizado para detectar o amanhecer e o anoitecer, nos conhecidos interruptores crepusculares ou fotocélulas (nome utilizado comercialmente), sendo este tipo de componente usado na iluminação pública em todo o mundo.

Um dispositivo LDR, apresenta uma curva característica de resistência elétrica em relação à intensidade de luz incidida sobre ele, na leitura do gráfico a seguir percebemos que a resistência diminui à medida que a intensidade de luz aumenta, sendo a resistência medida em $k\Omega$ e a intensidade de luz em lux, que mede o fluxo luminoso por unidade de área (iluminância); equivale a um lúmen por metro quadrado.

O gráfico a seguir mostra a relação da resistência versus luminosidade para um LDR.

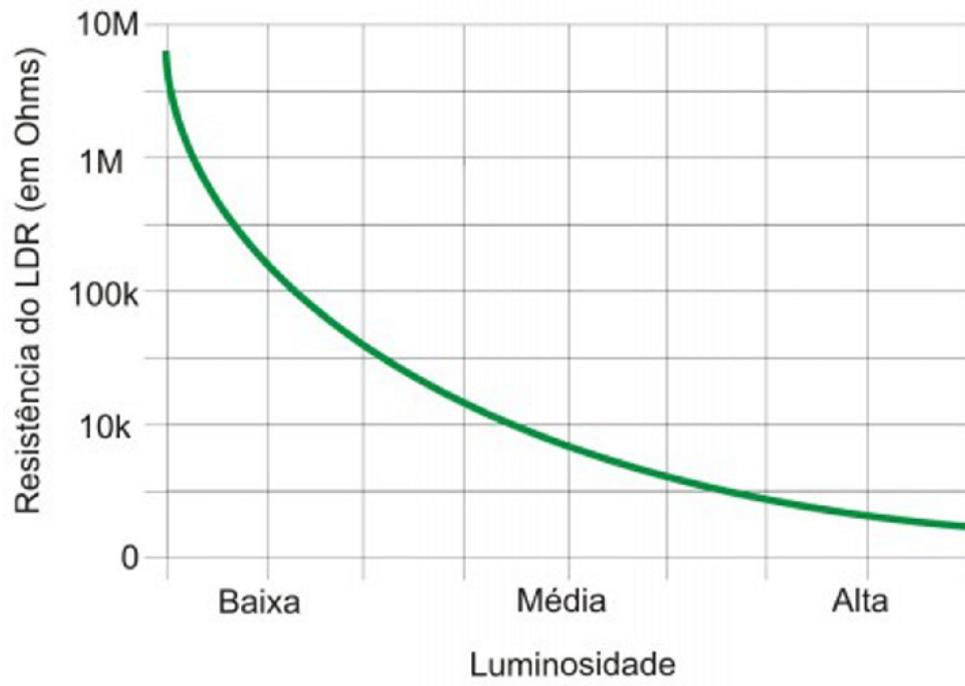


Figura 5 - Gráfico da resistência *versus* luminosidade.
Fonte: Macêdo, 2018.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1º AULA: Grupos com no máximo 4 alunos

- Apresentar um questionário ao grupo. (Anexo 1)
- Possibilitar um momento para a leitura e discussão do assunto dentro do grupo, respondendo as questões apresentadas.
- Abrir discussão com toda a turma com respeito às respostas apresentadas, fazendo a leitura pontual de respostas escritas por alguns grupos de forma aleatória.

Neste momento o professor deve atuar como um orientador, fazendo que os educandos pensam e discutam o assunto dentro do seu grupo, após o término de resolução do questionário, o professor realiza um momento de leitura das respostas de forma aleatória, propondo alguma mudança na resposta se necessário.

OBJETIVO: Nesta atividade o objetivo é a interação entre os educandos, a troca de conhecimentos prévios do assunto proposto, o diálogo dentro do grupo e a argumentação das respostas.

2º AULA: Grupos com no máximo 4 alunos

- Apresentar um circuito composto de um relê fotoelétrico e uma lâmpada.
- Orientar os educandos a observarem com atenção a seguinte prática.
 - Em local iluminado ligar o circuito na rede elétrica;
 - Encobrir o visor da fotocélula por algum tempo;
 - Descobrir o visor da fotocélula.
- Orientar os educandos a produzir um texto de no mínimo oito linhas relacionando o efeito observado com as questões respondidas na primeira aula. (Anexo 2)
- De forma aleatória ler e discutir com os educandos alguns textos produzidos.
- Orientar que os educandos escrevam um novo texto sobre o assunto, fazendo se necessário as devidas correções no mesmo.



Figura 6 - Circuito composto de um sensor de luminosidade e uma lâmpada.
Fonte: Autoria própria.

A ideia central nesta atividade é a “**luz**”, o seu comportamento e sua interação com a fotocélula, neste momento o educador pode interagir com a turma esclarecendo o comportamento dual da “**luz**”, oportunizando a manipulação do circuito por parte dos educandos e direcionando o assunto para o agente responsável, em ativar e desativar a fotocélula, embasando a produção de um texto escrito com as palavras dos próprios alunos.

OBJETIVO: Nesta atividade o objetivo é fazer que o educando perceba que a luz está diretamente ligada ao processo de funcionamento da fotocélula com respeito ao ligar e desligar a lâmpada.

3º AULA:

- Apresentar aos educandos um fotoresistor LDR (*Light Dependent Resistor*) em português Resistor Dependente de Luz.
- Realizar medidas de resistência no fotoresistor variando a incidência de luz sobre ele;
- Expor de forma dialogada o comportamento do LDR;
- Discutir o comportamento do LDR como semicondutor.

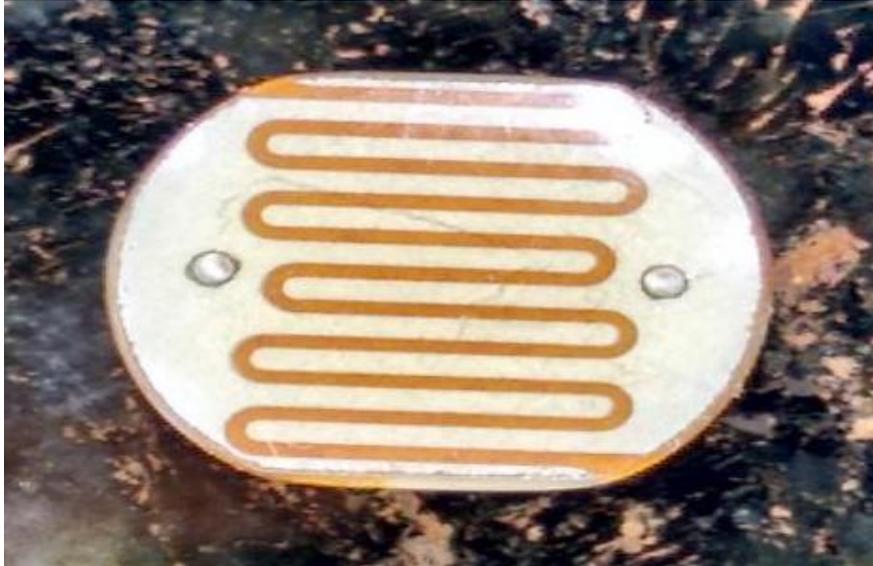


Figura 7 - Fotoresistor LDR (*Light Dependent Resistor*) em português Resistor Dependente de Luz.
Fonte: Autoria própria.

A apresentação do fotoresistor será de forma expositiva, enquanto que a medida da resistência do fotoresistor pode ser trabalhado em grupo com a orientação do professor com respeito ao uso do multímetro.

O esclarecimento realizado pelo professor com respeito a presença da “**luz**” é de fundamental importância, pois aqui a palavra agente responsável está enfatizando a questão quatro do Anexo 1, pois o intuito do questionário é levar o educando a perceber que a “**luz**” é o agente responsável pela ativação e desativação do circuito, sendo um momento propício para o educador dialogar com os educandos a respeito dos semicondutores fotoresistivos, como é o caso do LDR, esclarecendo a sua atuação na fotocélula e sua variância de resistência elétrica na interação com a luz, relatando a passagem dos elétrons da camada de valência para a camada de condução.

OBJETIVO: O objetivo desta atividade é que o educando perceba que a resistência varia conforme a intensidade de luz incidente sobre o fotoresistor. A medida que a intensidade da luz aumenta diminui sua resistência e à medida que a intensidade de luz diminui aumenta a sua resistência.

4º AULA:

- Uso do simulador de forma expositiva dialogada a todos os educandos.
- Apresentar o questionário do Anexo 3 para a resolução em grupo.

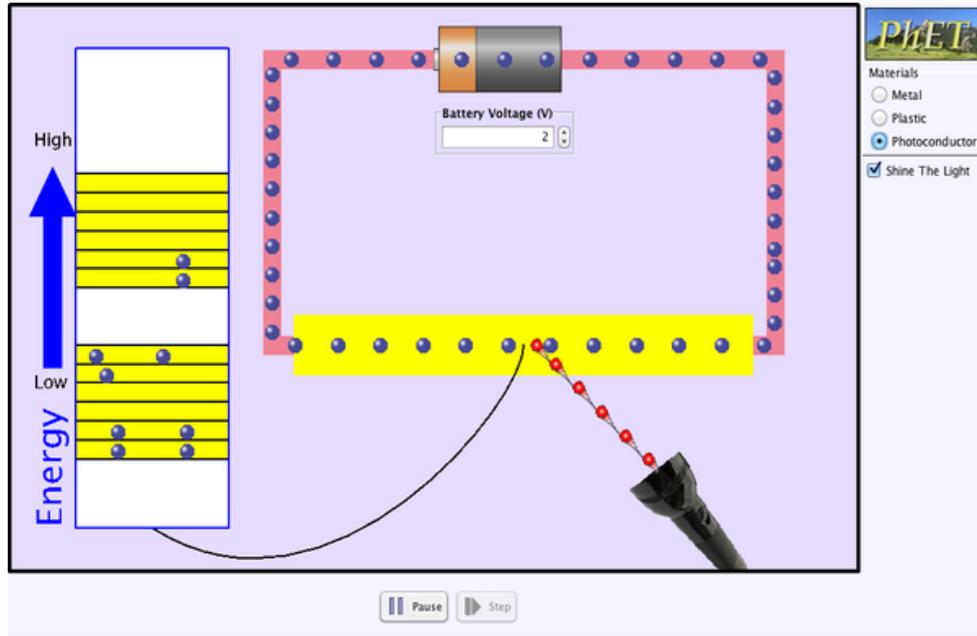


Figura 8 - Interface do simulador de condutividade elétrica do Phet Colorado.
Fonte: Phet Colorado, 2019.

Neste momento o educador deve observar e acompanhar a resolução das atividades, preservando o momento de debate e escrita das respostas dentro do grupo de trabalho, não interferindo nas mesmas, assegurando que este seja um momento de expressão dos conhecimentos adquiridos.

OBJETIVO: Nesta atividade o objetivo é fazer que os educandos expressem o conhecimento adquirido durante as aulas trabalhadas.

5º AULA:

- Realizar a discussão final do assunto, realizando a correção dos exercícios propostos no Anexo 3, oportunizando o educando a questionar os resultados.

Nesta aula o professor deve atuar de forma interativa com o educando, esclarecendo as dúvidas geradas na resolução dos exercícios, observando que o

estudante deve ser capaz de expressar uma resposta elaborada por ele dentro do contexto apresentado sobre materiais semicondutores fotoresistivos.

OBJETIVO: O objetivo desta aula é a discussão das respostas apresentadas das atividades do anexo 3, tendo o educador a oportunidade de esclarecer as dúvidas apresentadas pelos educandos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentaremos de forma qualitativa os resultados obtidos na aplicação desta SD, realizando comentários e discutindo as respostas apresentadas pelos educandos na resolução das atividades propostas nos anexos deste trabalho.

Iniciamos esta SD com a apresentação da proposta de ensino aprendizagem sobre semicondutores fotoresistivos, a partir da problematização da iluminação pública para alunos da 3ª série do Ensino médio.

No primeiro momento, foram distribuídos aos grupos com no máximo quatro alunos um questionário (anexo 1) questionando a respeito do mecanismo de ativação e desativação da iluminação pública. Os grupos apresentaram respostas como: *“O sensor que está presente no dispositivo é o responsável pelo ligamento e desligamento das lâmpadas”*². E, também foram questionados sobre o momento que as luzes se acendiam e apagavam: *“Se acendem ao terem pouca luminosidade e desligadas ao terem a luminosidade aumentada”*.

De acordo com as respostas dos alunos, foi possível concluir que a ideia central da problematização está presente nas respostas apresentadas pelos alunos, porém, expressado de uma forma textual fora do contexto científico.

Neste momento, o educador entrevistou mediando este contexto científico ao término da atividade, e direcionou os educandos para a atividade a ser realizada na segunda aula, pois nesta aula ocorreu o contato com o aparato experimental. O objetivo do aparato experimental é simular o momento em que se acende e apagam as luzes da iluminação pública. Ao final da atividade cada grupo escreveu um pequeno texto (anexo 2) expondo sua compreensão sobre o funcionamento do dispositivo de acionamento e desativação. Assim, tivemos respostas como: *“A lâmpada é ligada a um dispositivo, que através de um sensor pela ausência de luz ela é acesa e na presença de luz ela é desligada.”*

Nota-se nos textos a existência de conhecimentos prévios sobre o assunto, a percepção da existência de um “sensor” dependente de luminosidade para sua ativação e desativação. Este conhecimento prévio foi utilizado na sequência, no momento em que foi apresentado aos educandos uma célula LDR, propiciando ao

² Quando o texto for apresentado entre aspas e em itálico trata-se da transcrição literal das falas dos alunos.

educador apresentar conhecimentos científicos do comportamento de materiais semicondutores fotoresistivos.

Este momento foi de grande importância para o desenvolvimento da SD, pois na sequência (4ª aula) ocorreu o uso de um simulador, seguida de uma exposição oral sobre a teoria do comportamento de um semicondutor fotoresistivo. Como os educandos já apresentavam ideias âncoras das atividades anteriores, esta atividade possibilitou a implementação de novos conhecimentos.

Percebeu-se neste momento uma grande interação dos educandos, resultado das atividades anteriores que propiciaram condições de compreensão e questionamentos sobre o assunto, sendo estes questionamentos elucidados pelo educador.

A quinta aula (anexo 3) foi um momento decisivo para a observação se houve abstração do conceito de dispositivos fotoresistores, sendo gratificante obter respostas como estas para a descrição do comportamento de um fotoresistor: *“Sua resistência diminui, ou seja, se comporta como um condutor elétrico.”* *“Na presença de luminosidade a resistência elétrica diminui.”*

Para a pergunta: O que é um semicondutor fotoresistivo? Obteve-se as seguintes respostas: *“Material que na presença de luz ele diminui a resistência elétrica, e na ausência de luz ele aumenta sua resistência elétrica.”*

Quando questionados a respeito do funcionamento de um LDR, as respostas apresentadas foram satisfatórias quanto o objetivo da aprendizagem de semicondutores fotoresistivos: *“Quando conectado a um gerador de energia, os elétrons percorrem até o LDR, que acaba se tornando um isolante na ausência de luz. Para que a corrente elétrica passe pelo LDR, necessita de presença de luz se tornando um condutor elétrico, pois diminui a resistência elétrica.”*

Percebe-se que as respostas estão embasadas em conhecimentos absorvidos nas atividades da SD, e muito próximas da definição apresentada no livro de ensino médio, “Quando o LDR está na escuridão, sua resistência é muita elevada e, conseqüentemente, a corrente que passa através dele é muito baixa...” (BISCUOLA, BÔAS e DOCA, 2017), ou, “Quando a face do LDR, sensível a luz, está num ambiente suficientemente iluminado, a resistência do LDR tornasse muito baixa...” (BISCUOLA, BÔAS e DOCA, 2017).

Nesta mesma aula ocorreu a correção dos exercícios apresentados no anexo 3, com abertura para a discussão e argumentação das respostas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se obter bons resultados no processo de ensino-aprendizagem de Física no ensino médio, é necessário ter articulação do conteúdo com as estratégias didáticas que auxiliam em despertar a curiosidade dos educandos, aproximando o fenômeno físico trabalhado com a aplicação destes fenômenos em tecnologias que fazem parte do seu cotidiano.

Na sequência didática proposta optou-se por não aplicar um pré-teste para a verificação dos conhecimentos prévios. O intuito das atividades da sequência é a observação destes conhecimentos prévios durante a interação dos educandos nos grupos de trabalho, observando que ocorreu um desequilíbrio destes conhecimentos, e possibilitando o educador auxiliá-los na compreensão dos novos conhecimentos.

Neste trabalho abordamos o funcionamento da iluminação pública, com o objetivo de investigar o princípio de funcionamento destes dispositivos, que ligam e desligam automaticamente. As atividades desta sequência didática possibilitaram que os educandos discutissem sobre o tema, partindo dos seus conhecimentos prévios. O educador interagiu com os educandos, na discussão das respostas produzidas mesmos.

O uso do aparato experimental teve como objetivo simular o funcionamento da iluminação pública. O aparato experimental proposto é potencialmente significativo, porque faz a conexão entre a tecnologia aplicada e o fenômeno físico presente no dispositivo tecnológico.

Outra contribuição é o uso de uma célula LDR, que proporcionou a realização de medidas de resistência elétrica versus taxa de luminosidade. Neste momento, a observação destas medidas oportunizou o educador expor o comportamento de um semicondutor fotoresistivo, e levou o aluno a investigar e compartilhar novos conhecimentos.

Na busca de contribuir para o despertar do interesse dos educandos para os fenômenos científicos, se observa que o estudante ao chegar no ensino médio apresenta grandes dificuldades na compreensão de tais fenômenos, com a visão de que a física é muito difícil e que sua compreensão é para poucos. Trabalhos como este podem contribuir para desmistificar estas dificuldades, apresentando aulas em formato mais interativo, dinâmico e principalmente, que o educando se sinta parte das

aulas, que o conhecimento que possui pode contribuir para o desenvolvimento dos conhecimentos coletivos, que ao manipular aparatos experimentais e simuladores, consiga descrever o que está acontecendo fazendo a ponte entre observação e ciência.

Neste trabalho para as atividades desenvolvidas, buscou-se estratégias que possibilitam a compreensão por outros educadores de forma fácil e que possam usufruir desta metodologia com seus educandos, desenvolver e usar materiais e conteúdos descritos nas atividades, que realmente possa ser significativo no processo de ensino-aprendizagem.

7 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **A Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BISCUOLA, G. J; BÔAS, N. V; DOCA, R. H. **Física 3: Eletricidade – Física Moderna**. 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 2017.

BOYLESTAD, R. L; NASHELSKY, L. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. 8ª edição – São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL – Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: Alfabetização em Foco: Projetos Didáticos e Sequências Didáticas em Diálogo com os Diferentes Componentes Curriculares**: ano 03, unidade 06/Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. Brasília: MEC, SEB, 2012.

MACÊDO, J. A., PEDROSO, L. S., COSTA, G. A., **Aprimorando e validando um fotogate de baixo custo**. RBEF, vol. 40, nº 4, e5403, 2018.

MENESES, A. **Tudo sobre LDR (Resistor Dependente da Luz)**. 2018.
Disponível em: < <http://mundoengenharia.com.br/tudo-sobre-ldr-resistor-dependente-da-luz/>>. Acesso em: 19 set. 2019.

MOREIRA, M.A., **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU., 1999.

MOREIRA, M.A., **Aprendizagem Significativa: a Teoria e Textos Complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011.

MOREIRA, M. A., **O que é afinal Aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. 2008. Disponível em:

<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_edf.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018.

PHET COLORADO. **Condutividade**. 2019. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/conductivity>. Acesso em: 15 set. 2019.

PINTO, A.C., ZANETIC, J. **É possível levar Física Quântica para o ensino médio?** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.

REIS, F. **Curso de eletrônica – O que é um LDR (Light Dependent Resistor)**. 2016. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-de-eletronica/curso-de-eletronica-o-que-e-um-ldr-light-dependent-resistor/>>. Acesso em: 20 set. 2019.

TERRAZAN, E. A. **A Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.3, n.9, 209-214,1992.

VALADARES, E. C; MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, 1998.

ZABALA, Antoni. **A prática Educativa: Como Ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

8 ANEXOS

ANEXO 1

Data: ___ / ___ / ___

Aluno (a): _____ N^o _____

Professor: Edevânio João Gonçalves

Disciplina: Física **Série:** 3^o série EM

Diversos modelos de lâmpadas elétricas estão à disposição, sejam elas para o uso industrial, residencial entre outras aplicações, como na iluminação pública onde apresentam características peculiares no acendimento e no seu desligamento.

É de fácil percepção que as lâmpadas da iluminação pública se acendem ao terem pouca luminosidade e apagam ao terem a luminosidade aumentada, este fenômeno de fato nos mostra o uso de algum dispositivo tecnológico para a realização desta tarefa.

Partindo deste pressuposto descrito acima com respeito ao acendimento e desligamento destas lâmpadas, responda as seguintes questões.

- 1) A energia que aciona as lâmpadas está à disposição na rede elétrica?
- 2) O que é responsável pelo acionamento destas lâmpadas?
- 3) Em que momento as luzes são acesas? E desligadas?
- 4) Qual o agente responsável pelo funcionamento deste dispositivo?
- 5) Explique de forma sucinta como este dispositivo funciona?

ANEXO 2

Data: ___ / ___ / ___

Aluno (a): _____ N^o _____Aluno (a): _____ N^o _____Aluno (a): _____ N^o _____Aluno (a): _____ N^o _____**Professor:** Edevânio João Gonçalves **Disciplina:** Física **Série:** 3^o série EM

Com respeito as questões respondidas no questionário 01, descreva um texto de oito a doze linhas, enfatizando a forma de ativação e desativação das referidas lâmpadas, relacionando a presença da luz com a energia elétrica disposta na rede elétrica.

ANEXO 3

Data: ___ / ___ / ___

Aluno (a): _____ N^o _____

Professor: Edevânio João Gonçalves **Disciplina:** Física **Série:** 3^o série EM

1. Materiais que possuem condutividade elétrica situada entre materiais condutores e materiais isolantes, são classificados como materiais semicondutores, devido a esse fato podemos afirmar que:

- a) Sempre apresentam característica de materiais condutores.
- b) Sempre apresentam característica de materiais isolantes.
- c) Sempre apresentam condutividade elétrica muito alta.
- d) Podem apresentar características de materiais condutores e materiais isolantes.
- e) Não é possível classificar este material como condutor.

2. O *Light Dependent Resistor* (LDR) ou fotoresistor é um sensor de luminosidade com muitas aplicações práticas. Quanto ao funcionamento desse sensor, julgue V para verdadeira e F para falsa as seguintes afirmações:

- () Se aumentar a incidência luminosa no sensor, ocorre uma diminuição do valor de resistência elétrica nos seus terminais.
- () Se diminuir a incidência luminosa no sensor, ocorre uma diminuição do valor de resistência elétrica nos seus terminais.
- () Conforme a presença de incidência luminosa aumenta no sensor, aumenta o número de elétrons para a banda de condução.
- () Conforme a presença de incidência luminosa aumenta no sensor, diminui o número de elétrons para a banda de condução.
- () Somente com a presença de incidência luminosa este sensor apresenta características resistivas baixa em seus terminais.

3. O que é um semicondutor fotoresistivo?

4. Como se comporta a resistência elétrica de um LDR na presença de luminosidade?
5. Explique o funcionamento de um dispositivo LDR?