



O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitadora do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS

José Floriano da Veiga Farias Júnior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal do Pará 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(es):
Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

Belém
02/2020

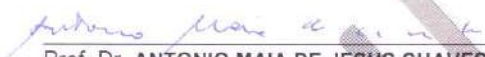
**O ESTUDO DAS ONDAS UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO FACILITADORA
DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM POR MEIO DE UEPS**

JOSÉ FLORIANO DA VEIGA FARIAS JUNIOR

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física 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.

Aprovada por:

ORIENTADOR:


Prof. Dr. **ANTONIO MAIA DE JESUS CHAVES NETO**
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO INTERNO


Prof. Dr. **JOÃO FURTADO DE SOUZA**
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO EXTERNO


Prof. Dr. **RODRIGO DO MONTE GESTER**
(MNPEF – UNIFESSPA)

Belém - PA
Fevereiro - 2020



**ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

ATA DA 44ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA "O ESTUDO DAS ONDAS UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO FACILITADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM POR MEIO DE UEPs" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 08:00 HORAS DO DIA 28 DE FEVEREIRO DE 2020, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **JOSÉ FLORIANO DA VEIGA FARIAS JUNIOR**, MATRÍCULA Nº **201868870003**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. DR. ANTONIO MAIA DE JESUS CHAVES NETO** (ORIENTADOR), **PROF. DR. JOÃO FURTADO DE SOUZA** (MEMBRO INTERNO) E **PROF. DR. RODRIGO DO MONTE GESTER** (MEMBRO EXTERNO). EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGUIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO A BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO:



BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto
(Orientadora - MNPEF - UFPA)


Prof. Dr. João Furtado de Souza
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)


Prof. Dr. Rodrigo do Monte Gester
(Membro Externo - MNPEF - UNIFESSPA)



PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

TEMA: "O ESTUDO DAS ONDAS UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO
FACILITADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM POR MEIO DE UEPs".

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto** (Orientador), **Dr. João Furtado de Souza** (Membro Interno), e **Dr. Rodrigo do Monte Gester** (Membro Externo), consideram o candidato **JOSÉ FLORIANO DA VEIGA FARIAS JUNIOR**.

APROVADO

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 28 de fevereiro de 2020.


Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto
(Orientadora - MNPEF – UFPA)


Prof. Dr. João Furtado de Souza
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)


Prof. Dr. Rodrigo do Monte Gester
(Membro Externo – MNPEF - UNIFESSPA)

J95e Júnior, José Floriano da Veiga Farias
 O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como
 Facilitadora do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de
 UEPS / José Floriano da Veiga Farias Júnior. — 2020.
 143 f. : il. color.

 Orientador(a): Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto
 Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Física,
 Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do
 Pará, Belém, 2020.

 1. Ensino de Física. 2. UEPS. 3. Aprendizagem
 Significativa. 4. Arduino. I. Título.

CDD 530.07

Dedico esta dissertação

A minha mãe e pai, que com seus cuidados e oração, me tornou o homem que sou.

Aos meus irmãos e a Laila pelo incentivo.

A força não provém da capacidade física e sim de uma vontade indomável.
Mahatma Gandhi

Agradecimentos

Aos meus queridos pais e aos meus irmãos pelo incentivo e apoio dado desde minha entrada no curso de mestrado em física.

Ao Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto por se disponibilizar em me orientar neste trabalho e ao Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, que me acolheu como coorientando, dando a devida atenção para que eu progredisse nos meus estudos, compartilhando de seus conhecimentos e oferecendo as condições necessárias para a realização deste trabalho.

A Laila que sempre me incentivou. Por estar sempre ao meu lado e sempre solícita. Por sempre desejar e torcer pelo meu sucesso e vibrar com as minhas conquistas. Por acreditar em mim sempre.

À toda a direção e coordenação do Colégio Interativo e aos meus queridos alunos pelo seu apoio e pela sua amizade, que se dispuseram a me ajudar na construção deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, por me proporcionaram uma caminhada mais amena e prazerosa até aqui, principalmente os colegas do grupo 2, Evaldo, André, Aderson, Wendell, Augusto, Madison. E amigos do curso que contribuíram para este trabalho Dyego Lima, Adailton e Marinho.

Agradeço à Universidade Federal do Pará e a todos que fazem dessa instituição uma referência no ensino de qualidade, todos que compõem o Mestrado Nacional 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." a todos o meu muitíssimo obrigado pela oportunidade de realizar o curso.

Obrigado a todos sem vocês não seria possível a realização desse projeto.

RESUMO

O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitadora do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS

José Floriano da Veiga Farias Júnior

Orientador(es):

Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal do Pará 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

A dissertação aqui apresentada tem como propósito contribuir para o ensino de Ondas no Ensino Médio através da elaboração, implementação e avaliação de uma sequência didática nos moldes de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), utilizando a plataforma Arduino como facilitadora de ensino. A pesquisa foi realizada com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, do Centro Educacional Interativo, localizado no Distrito de Icoaraci, no município de Belém, Estado do Pará. Foi proposto um produto Educacional contendo as informações e os procedimentos para a sua construção, exemplo de dados obtidos e comprovação da qualidade do seu funcionamento. O produto também contém os roteiros de atividades para serem utilizados em sala de aula a fim de viabilizar, através de atividades com o sensores do Arduino como o ultrassônico, para melhor o aprendizado dos conceitos no Ensino de Física. Em seguida, são apresentados os resultados do questionários (Pré-teste e Pós-teste), participação e apresentação de projetos na feira de ciências da escola. Estes permitem argumentar em favor da utilização, da metodologia utilizada pelo docente, as aulas da disciplina de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, UEPS, Aprendizagem Significativa, Arduino.

Belém,
02/2020

ABSTRACT

The Study of Waves using the Arduino Platform as a Facilitator of the Teaching and Learning Process through UEPS

José Floriano da Veiga Farias Júnior

Supervisor(s):

Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

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

The dissertation presented here aims to contribute to the teaching of waves in high school through the elaboration, implementation and evaluation of a didactic sequence along the lines of Potentially Significant Teaching Unit (UEPS), using the Arduino platform as a teaching facilitator. The research was conducted with third year high school students from the Interactive Educational Center, located in the District of Icoaraci, in the municipality of Belém, State of Pará. It was proposed an educational product containing the information and procedures for its construction, example data obtained and proof of the quality of its operation. The product also contains the activity guides to be used in the classroom in order to enable, through activities with Arduino sensors such as ultrasonic, to better learn the concepts in Physics Teaching. Then, the results of the questionnaires (Pre-Test and Post-Test), participation and presentation of projects at the school science fair are presented. These allow to argue in favor of the use of the methodology used by the teacher, the classes of the discipline of Physics.

Keyword: Physics Education, UEPS, Meaningful Learning, Arduino

Belém,
02/2020

Lista de Figuras.

Figura 1. Produção de uma onda senoidal em uma corda.....	17
Figura 2. Enquanto a massa vibra para cima e para baixo, a caneta vai traçando uma curva senoidal sobre o papel que se move horizontalmente com velocidade constante.....	18
Figura 3. Placa de Arduino UNO.....	28
Figura 4. Identificação dos pinos de conexão e dos principais componentes da placa do <i>Arduino Nano</i>	28
Figura 5. Identificação dos pinos de conexão e dos principais componentes da placa do <i>Arduino UNO</i>	29
Figura 6. Site oficial Arduino.....	31
Figura 7. IDE do Arduino.....	32
Figura 8. Esquema de conexão do arduino e um sensor feito no Fritzing.....	33
Figura 9. Sensor ultrassônico atingindo alvo.....	36
Figura 10. Sensor ultrassônico HC-SR04.....	36
Figura 11. Sensor HC-SR04 em funcionamento.....	37
Figura 12. Conexão do Arduino UNO com Sensor Ultrassônico HC-SR04.....	38
Figura 13. Intervalo aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.....	49
Figura 14. Conceito da Teoria de Aprendizagem significativa de Ausubel.....	50
Figura 15. Uma representação de Aprendizagem Mecânica.....	51
Figura 16: Localização da Escola. Fonte: Autor.....	56
Figura17: Kit Arduino básico adquirido pela escola.....	57
Figura 18. Preenchimento do questionário 1 primeiro encontro.....	65
Figura 19. Alunos no segundo encontro, questionário 2.....	66
Figura 20: Montagem do experimento de acendimento das lâmpadas de LED, para verificação de frequência e período das ondas.....	67
Figura 21: Alunos fazendo a leitura dos textos.....	68
Figura 22 : Alunos trabalhando a tecnologia do Arduino aplicada a Física na prática....	69
Figura 23. Gráfico da pergunta 01 questionário 02.....	76
Figura 24. Resposta do aluno A12.....	76
Figura 25. Gráfico da pergunta 02, questionário 02.....	77
Figura 26. Resposta do aluno A8 referente a segunda questão do questionário 2.....	77
Figura 27. Gráfico da pergunta 03, questionário 02.....	78

Figura 28. Resposta do aluno A1 referente a terceira questão do questionário 2.....	78
Figura 29. Gráfico da pergunta 04, questionário 02.....	79
Figura 30. Resposta do aluno A1 referente a quarta questão do questionário 2.....	79
Figura 31. Resposta do aluno A2 referente a quarta questão do questionário 2.....	79
Figura 32. Resposta do aluno A6 referente a quarta questão do questionário 2.....	79
Figura 33. Resposta do aluno A9 referente a quarta questão do questionário 2.....	80
Figura 34. Gráfico da pergunta 01, questionário 03.....	80
Figura 35. Resposta do aluno A12 referente a primeira questão do questionário 3.....	81
Figura 36. Gráfico da pergunta 02, questionário 03.....	81
Figura 37. Resposta do aluno A8 referente a segunda questão do questionário 3.....	82
Figura 38. Gráfico da pergunta 03, questionário 03.....	82
Figura 39. Resposta do aluno A1 referente a terceira questão do questionário 3.....	82
Figura 40. Gráfico da pergunta 04, questionário 03.....	83
Figura 41. Resposta do aluno A1 referente a quarta questão do questionário 3.....	83
Figura 42. Resposta do aluno A2 referente a quarta questão do questionário 3.....	83
Figura 43. Resposta do aluno A6 referente a quarta questão do questionário 3.....	84
Figura 44. Resposta do aluno A9 referente a quarta questão do questionário 3.....	84
Figura 45. Gráfico da questão 5 dos questionários 2 (a) e questionário 3 (b)	85
Figura 46. Gráfico da questão 6 dos questionários 2 (a) e questionário 3 (b)	86
Figura 47. Gráfico da questão 7 dos questionários 2 (a) e questionário 3 (b)	87
Figura 48. Gráfico da questão 7 dos questionários 2 (a) e questionário 3 (b)	88
Figura 49. Construção dos projetos para a feira de ciências.....	90
Figura 50. Aplicação dos projetos na feira de ciências.	91
Figura 51. Resposta do aluno A2 referente a última questão do questionário 4.....	95
Figura 52. Resposta do aluno A11 referente a última questão do questionário 4.....	95

Lista de Quadros.

Quadro 1: Alguns dos modelos desenvolvidos pelo Projeto <i>Arduino</i>	27
Quadro 2. Descrição dos pinos de alimentação da placa do <i>Arduino UNO</i> e Funções especiais de alguns dos pinos de entrada/saída do <i>Arduino UNO</i>	30
Quadro 3. Sensores <i>Arduino</i>	35
Quadro 4:Referência ao <i>Arduino</i> no Brasil.....	41
Quadro 5:Sequência de aplicação da UEPS.....	59
Quadro 6: Próposta de cronograma de atividades para os alunos.....	63
Quadro 7: Cronograma de atividades dos alunos	71
Quadro 8. Avaliação do aluno sobre a postura do professor.	93
Quadro 9. Avaliação do aluno sobre a estratégia utilizada pelo professor.	94

Sumário

Capítulo 1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Motivação.....	15
1.2	Objetivos e Organização da Dissertação.....	16
Capítulo 2	FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	19
2.1	Uma introdução sobre Ondas.....	19
2.1.1	Ondas.....	19
2.1.2	Ondas Sonoras.....	23
2.1.2	Ultrassons.....	24
2.2	Um breve histórico sobre o Arduino.....	25
2.2.1	A IDE do Arduino.....	31
2.2.2	Software Fritzing.....	33
2.2.3	Sensores Arduino.....	33
2.2.4	Sensor ultrassônico HC – SR04.....	36
2.2.5	O Arduino como ferramenta pedagógica facilitadora.....	38
2.2.6	Trabalhos relacionados.....	40
Capítulo 3	REFERENCIAL TEÓRICO	43
3.1	Aprendizagem Significativa	43
3.1.1	Os subsunçores	45
3.1.2	Organizadores Prévios.....	47
3.1.3	Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa.....	48
3.1.4	Evidência de Aprendizagem.....	52
3.2	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa proposta por Moreira (2011b).....	53
Capítulo 4	METODOLOGIA.....	56
4.1	Descrição do Produto Educacional.....	58
4.1.1	Sequências do Produto Educacional.....	60
4.2	Aplicação do Produto Educacional.....	65
Capítulo 5	ANÁLISE DE RESULTADOS	74
5.1	Análise das respostas subjetivas.....	75
5.1.1	Análise do questionário 2 (Pré-teste).....	75
5.1.2	Análise do questionário 3 (Pós-teste).....	80

5.2 Análise das respostas objetivas dos questionários 2 e 3.....	84
5.3 Avaliação qualitativa do projeto e apresentação da feira de Ciências.....	89
5.4 Avaliação dos alunos sobre a estratégia abordada.....	92
Capítulo 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
Referências Bibliográficas.....	99
APÊNDICES	104
Apêndice A PRODUTO EDUCACIONAL.	105
1. Apresentação.	108
2. Referencial Terico.	109
2.1 Teoria de Aprendizagem Significativa.	109
2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa UEPS.....	110
3. Descrição das aulas.....	113
3.1 Aspectos Sequenciais da UEPS.....	114
4. Referências	120
APÊNDICE B – Questionário 1	122
APÊNDICE C – Questionário 2	124
APÊNDICE D - Estudo do período e frequência de ondas, através da lâmpada de led.	127
APÊNDICE E – Apostila ultrassônico	130
APÊNDICE F - Questionário 3	134
APÊNDICE G - Questionário 4.....	137
ANEXOS - Textos.....	139

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Motivação.

Aprender Física muitas das vezes se torna complicado para os alunos, e esta dificuldade está relacionada aos comentários negativos que os discentes ouvem sobre a disciplina, os quais são relatados por colegas e até mesmo familiares que cursaram a matéria. Segundo Andrade (2013), isto ocorre devido à dificuldade de abstração dos fenômenos e ao excesso de matemática que a disciplina requer durante o transcorrer da disciplina Física. Também por falta de métodos didáticos funcionais e sem apoio de formação em Ensino de Física adequados, como por exemplo, estratégias didáticas: Estudo de caso, mapas conceituais, ensino com pesquisas, uso de robótica educacional, ensino por investigação entre outros.

Frente aos anseios contemporâneos sobre o processo de Ensino e Aprendizagem de Física, a proposta apresentada nesta dissertação é a construção de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o desenvolvimento de projetos colaborativos e participativos entre alunos do terceiro ano do Ensino Médio e professores. Assim, a construção de experimentos com o uso da plataforma Arduino busca melhorar a qualidade do ensino no conteúdo de ondulatória, mais especificamente sobre ondas sonoras.

Nessa perspectiva propomos aplicar a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) a incorporação do recurso tecnológico a plataforma Arduino, como elementos motivacionais em atividades experimentais investigativas que conduzem para a construção de uma cultura científica. É nesse ponto que entendemos a utilização do Arduino como uma importante ferramenta no processo de Ensino e Aprendizagem de Física, uma vez que é possível montar um laboratório com diversos experimentos automatizados por um custo mais acessível.

Para Schons et al. (2004), a robótica pedagógica “constitui nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor como principalmente o aluno”.

1.2 Objetivos e Organização da Dissertação.

O material instrucional desenvolvido tem como objetivo motivar e despertar o interesse dos estudantes em aprender o conteúdo de ondulatória. É importante lembrar que nenhum material didático pode, por mais bem elaborado que seja, garantir, por si só, a qualidade e a efetividade do processo de ensino e aprendizagem. Eles cumprem a função de mediação e não podem ser utilizados como se fossem começo, meio e fim de um processo didático, ou seja, o material didático deve-se integrar num ciclo mais completo de ensino-aprendizagem (BRASIL, 2009).

Tem-se como um dos objetivos deste trabalho o conjunto de competências de investigação e compreensão: identificação de dados e informações relevantes em situações-problema para estabelecer estratégias de solução; utilização de instrumentos e procedimentos apropriados para medir, quantificar, fazer estimativas e cálculos; interpretação e utilização de modelos explicativos das diferentes ciências; identificação e relação de fenômenos e conceitos em um dado campo de conhecimento científico; articulação entre os conhecimentos das várias ciências e outros campos do saber (BRASIL, 2013).

Um dos objetivos deste trabalho foi construir um produto educacional que utilize o Arduino como uma ferramenta mediadora no Ensino de Física, utilizando a metodologia na construção da UEPS, que esta de acordo com o que Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), no artigo 35º-A, § 8º, (2017) “Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação processual e formativa serão organizados nas redes de ensino por meio de atividades teóricas e práticas, testes orais e questionários escritos, seminários, projetos, de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:”. Conforme a LDB cabe ao educador desenvolver estratégias que fortaleçam o estoque de informação na memória do educando, devendo prepará-lo para resolver situações no mundo, como: solucionar problemas no cotidiano, interagir com o outro e dar continuidade ao seu estudo.

O produto educacional, em questão, pressupõe um conhecimento prévio de ondulatória e eletricidade por parte do aluno não requerendo conhecimento de programação do discente, mas sim do professor que irá aplicar o produto educacional.

Contudo, ressalta-se que não há necessidade de um grande conhecimento de programação, haja vista que boa parte dos programas estão disponíveis na *internet*.

Muitos profissionais da educação deixam de usar certas tecnologias, como o Arduino por exemplo, por não terem uma formação em eletrônica ou robótica e não estarem muito bem familiarizados com alguns termos de programação computacional. Para Papert (1994) os professores não devem ter receio em mostrar que não dominam um determinado assunto e que aprendam com os alunos, tal como os alunos aprendem com o professor.

Os conceitos de ondulatória são desenvolvidos durante a aplicação do projeto com os alunos, onde podem ser aprofundados no decorrer das atividades. Com relação a programação passada aos alunos não há necessidades de muitas aulas, pois a linguagem de programação do Arduino é de fácil aprendizagem, sendo assim em poucas aulas os alunos já conseguem trabalhar por conta própria. Nesse trabalho não se tem a pretensão de construir robôs ou algo parecido, mas sim de se apropriar da facilidade de manipulação do Arduino para motivar o aluno a aprender ou reaprender o conteúdo de Física.

O Arduino pode ser utilizado nos níveis Fundamental, Médio e Superior, entretanto, até o momento somente analisamos seu uso no nível Médio, em um trabalho futuro, seu uso será estudado para outros níveis de ensino.

Sendo assim, o objetivo geral é analisar a utilização da robótica, na escola como auxiliadora do desenvolvimento do indivíduo no âmbito educacional de forma lúdica, buscando novas possibilidades de conhecimento. A ideia é que as aulas de robótica, como o auxílio da plataforma *Arduino* torne-se motivador, instigante, divertido e lúdico podendo auxiliar os professores em suas atividades educacionais em seus ambientes de ensino.

Para este trabalho, será apresentado no capítulo 2 os conceitos de ondulatória, especificando os conceitos de ondas sonoras como o ultrassom. Neste capítulo ainda será apresentadas a plataforma Arduino e as placas Arduino UNO (hardware) e Arduino NANO. Destaca-se também, de forma resumida, o ambiente de desenvolvimento de programação (software) do Arduino.

No capítulo 3, será apresentada a fundamentação teórica que norteara este trabalho, baseada na aprendizagem significativa.

No capítulo 4 destacamos os procedimentos metodológicos aplicados no desenvolvimento da pesquisa desta dissertação.

No capítulo 5 apresentamos as análises dos resultados com base nas observações realizadas durante toda a aplicação do material instrucional desta pesquisa, sobre os dados coletados a partir dos questionários avaliativos (pré-teste e pós-teste) e questionário de opinião dos estudantes com relação à utilização da proposta didática, descrita nesta dissertação.

Apresentamos, no capítulo 6, as considerações finais sobre a aplicação da proposta didática, desenvolvida para melhorar os processos de ensino e aprendizagem de Física, em especial o estudo das ondas sonoras. Por fim no apêndice A apresentaremos o produto educacional.

Capítulo 2

FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 Uma introdução sobre Ondas.

2.1.1 Ondas.

De modo geral, qualquer coisa que oscile para a frente e para trás, para lá e para cá, de um lado para outro, para dentro e para fora, suave ou estridente está vibrando. Uma vibração é uma oscilação em função do tempo. Uma onda é uma oscilação que é função tanto do espaço como do tempo. Uma onda é algo que tem uma extensão no espaço.

A luz e o som são ambas vibrações que se propagam através do espaço como ondas. Mas esses são dois tipos completamente diferentes de ondas. O som é a propagação de vibrações através de um meio material (*ondas mecânicas*) – um sólido, um líquido ou um gás. O som não pode se propagar no vácuo. Já a luz é uma vibração de campos elétricos e magnéticos (*ondas Eletromagnéticas*) – uma vibração de pura energia. A luz consegue atravessar muitos materiais, mas não precisa de nenhum. Isso é evidente, pois a luz do Sol alcança a Terra depois de atravessar o vácuo do espaço exterior (HEWITT, 2015). Todas as ondas eletromagnéticas se propagam através do vácuo a uma mesma velocidade escalar c (Equação 1):

$$c \approx 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}. \quad (1)$$

Vamos em princípio considerar uma onda senoide para entender melhor o estudo das ondas (Figura 1).

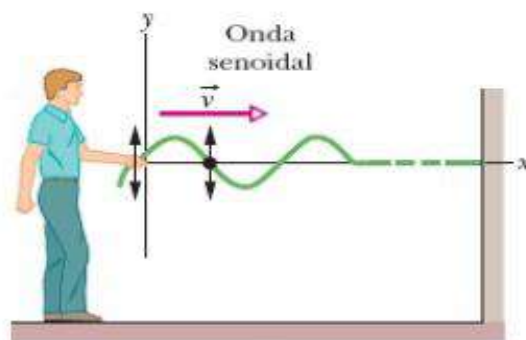


Figura 1. Produção de uma onda senoidal em uma corda. Fonte: (HALLIDAY et al., 2009).

A linha reta tracejada na Figura 1 representa a posição “zero” ou o ponto médio da vibração. O termo amplitude se refere à distância entre o ponto médio da vibração e a crista¹ (ou vale²) da onda. Portanto, a amplitude é igual ao máximo afastamento em relação ao equilíbrio. Em geral, uma onda senoidal pode ser descrita como uma função de seno e cosseno.

Imagine uma onda senoidal como a da Figura 1 se propagando no sentido positivo de um eixo x . Quando a onda passa por elementos (ou seja, por trechos muito pequenos) da corda, os elementos oscilam paralelamente ao eixo y . Em um instante t , o deslocamento y do elemento da corda situado na posição x é dado pela Equação 2:

$$y(x, t) = y_m \text{sen}(kx - \omega t). \quad (2)$$

A amplitude y_m de uma onda é o valor absoluto do deslocamento máximo sofrido por um elemento a partir da posição de equilíbrio quando a onda passa por esse elemento (o índice m significa máximo). Como y_m é um valor absoluto, é sempre positivo, mesmo que, em vez de ser medido para cima, seja medido para baixo (HALLIDAY *et al*, 2009).

O comprimento de onda λ de uma determinada onda é a distância que vai de uma crista a outra adjacente ou equivalentemente, o comprimento de onda é a distância entre quaisquer duas partes idênticas e sucessivas da onda.

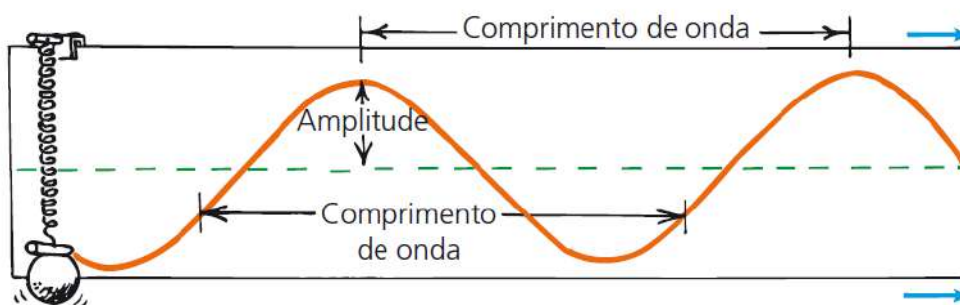


Figura 2. Enquanto a massa vibra para cima e para baixo, a caneta vai traçando uma curva senoidal sobre o papel que se move horizontalmente com velocidade constante.
Fonte: (Hewitt, 2015)

Segundo Halliday *et al* (2009), por definição, o deslocamento y é o mesmo nas duas extremidades do comprimento de onda, ou seja, em $x = x_1$ e $x = x_1 + \lambda$. Assim teremos que a Equação 2.

¹ Ponto mais alto da onda.

² Ponto mais baixo da onda.

$$y(x, 0) = y_m \text{sen}(x + \lambda). \quad (3)$$

$$= y_m \text{sen}(kx_1 + k\lambda). \quad (4)$$

Uma função seno se repete pela primeira vez quando o ângulo (ou argumento) aumenta de 2π rad; assim, na Equação 4, devemos ter $k\lambda = 2\pi$ ou

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} (\text{número de ondas}). \quad (5)$$

A taxa de repetição de uma determinada vibração é a sua frequência. Uma oscilação completa para lá e para cá constitui uma vibração. Se ela ocorre durante um segundo, a frequência é de uma vibração por segundo. Se ocorrem duas vibrações a cada segundo, a frequência é de duas vibrações por segundo. A unidade de frequência do SI (Sistema Internacional de Unidades) é chamada de Hertz (Hz), em homenagem a Heinrich Hertz, que demonstrou a existência das ondas de rádio, em 1886. A frequência f de uma onda é definida como $1/T$, onde T é denominado de período.

Observando a corda da Figura 1 de perto, veríamos que o elemento da corda que está em uma posição $x = 0$, se move para cima e para baixo, executando um movimento harmônico simples³ dado pela Equação 2.

$$\begin{aligned} y(0, t) &= y_m \text{sen}(-\omega t), \\ &= -y_m \text{sen}\omega t (x = 0). \end{aligned} \quad (6)$$

Defini-se o período T de oscilação de uma onda como o tempo que um elemento da corda leva para realizar uma oscilação completa. A Equação 6 às extremidades desse intervalo de tempo e igualando os resultados, obtemos:

$$\begin{aligned} -y_m \text{sen}\omega t_1 &= -y_m \text{sen}\omega(t_1 + T), \\ &= -y_m \text{sen}(\omega t_1 + \omega T). \end{aligned} \quad (7)$$

A Equação 7 é satisfeita apenas se $\omega T = 2\pi$, o que nos dá a Equação 8:

³ Movimento vibratório ou periódico, como o de um pêndulo, em que a força atuando sobre o corpo vibrante é proporcional ao afastamento em relação à sua posição central de equilíbrio, atuando sempre no sentido dessa posição central de equilíbrio. Fonte: (Hewitt; 2015, p. 770)

$$\omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (8)$$

O parâmetro ω é chamado de frequência angular da onda; a unidade de frequência angular do SI é o radiano por segundo (rad/s). Como a frequência f de uma onda é definida como $1/T$ e está relacionada à frequência angular ω pela equação

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \quad (9)$$

Segundo Hewitt (2015), a rapidez do movimento periódico ondulatório está relacionada à frequência e ao comprimento de onda das ondas. Imagine que fixamos nossos olhos em um determinado ponto estacionário da superfície da água, e que observamos as ondas que passam por este ponto. Podemos determinar quanto tempo decorre entre a chegada de uma crista e a chegada da próxima (o período), e também podemos observar a distância entre as cristas (o comprimento de onda). Sabemos que a rapidez é definida como a distância dividida pelo tempo.

Para Halliday *et al.* (2009) se um o ponto qualquer conserva seu deslocamento quando se move, a fase da Equação 2, que determina esse deslocamento, deve permanecer constante:

$$kx - \omega t = \text{constante}. \quad (10)$$

Observe que, embora o argumento seja constante, tanto x quanto t estão variando. Na verdade, quando t aumenta, x deve aumentar também para que o argumento permaneça constante. Isso confirma o fato de que a forma de onda se move no sentido positivo do eixo x . Para determinar a velocidade v da onda, derivamos a Equação 10 em relação ao tempo, o que nos dá

$$k \frac{dx}{dt} - \omega = 0. , \quad (11)$$

ou

$$\frac{dx}{dt} = v = \frac{\omega}{k}. \quad (12)$$

Usando as Equação 5 e Equação 8, podemos escrever a velocidade da onda na forma da Equação 13.

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \quad . \quad (13)$$

Quando uma onda passa por um elemento de uma corda esticada, o elemento se move perpendicularmente à direção de propagação da onda (estamos falando de uma onda transversal). Aplicando a segunda lei de Newton ao movimento do elemento, podemos obter uma equação diferencial geral, chamada equação de onda, que governa a propagação de ondas de qualquer tipo. Utilizando um pouco de álgebra, teremos que a equação da onda será dada pela Equação 14.

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (14)$$

2.1.2 Ondas Sonoras.

A Física dos sons está presente em artigos científicos de muitas especialidades como, por exemplo, os fisiologistas estão interessados em saber como a fala é produzida, em corrigir defeitos de dicção, em reduzir a perda da audição, e até mesmo em evitar que uma pessoa ronque. Os engenheiros acústicos procuram melhorar a acústica das catedrais e das salas de concertos, reduzir o nível de ruído perto de rodovias e obras públicas e reproduzir sons musicais em sistemas de alto-falantes com o máximo de fidelidade. (HALLIDAY *et al.*, 2009).

As ondas sonoras são ondas mecânicas que necessitam de um meio material para se propagar. Existem dois tipos de ondas mecânicas: ondas transversais, nas quais as oscilações acontecem em uma direção perpendicular à direção de propagação da onda, e ondas longitudinais, nas quais as oscilações acontecem na direção de propagação da onda. Onda sonora é definida genericamente como qualquer onda longitudinal. (NUSSENZVEIG 2018).

Segundo Nussenzveig (2018), sob condições ordinárias, as frequências da fonte de vibração e do som produzidos são as mesmas. Costumamos descrever nossa impressão subjetiva da frequência do som pela palavra altura, uma vez que a frequência corresponde à altura. Assim, um som muito alto, como aquele produzido por um flautim, possui uma alta frequência de vibração, ao passo que um som baixo, como o de uma sirene de alerta de nevoeiro, tem uma baixa frequência de vibração.

O ouvido de uma pessoa jovem em geral pode escutar sons com alturas correspondentes à faixa de frequências entre aproximadamente 20 e 20.000 hertz. Com o envelhecimento, os limites da audição humana encolhem, especialmente na parte das frequências altas (HEWITT, 2015).

2.1.2 Ultrassons.

Conforme já foi mencionado anteriormente, os sons audíveis correspondem a frequências compreendidas entre 20 Hz e 20 kHz. Para frequências abaixo de 20 Hz, temos *infrassons*, e acima de 20 kHz estão os *ultrassons*; as ondas correspondentes têm exatamente a mesma natureza das ondas sonoras, embora não sejam audíveis.

É possível gerar ultrassons, entre outros métodos, utilizando vibrações de um cristal de quartzo provocadas pelo efeito piezoelétrico: um campo elétrico aplicado a determinados cristais (entre os quais os quartzos) provoca uma deformação mecânica. Assim, aplicando um campo elétrico alternado de alta frequência, produz-se uma vibração dessa frequência. É possível produzir ultrassons com frequências de até centenas de milhões de Hertz, cujo comprimento de onda é tão pequeno quanto o comprimento de onda da luz visível ($\sim 10^{-5}$ cm).

Devido seu pequeno comprimento de onda algumas propriedades da propagação da luz como a de propagar-se em linha reta. Através da detecção do *eco*, permite localizar objetos submersos por um método análogo ao radar (sonar). (NUSSENZVEIG; 2018)

O ultrassom é usado na medicina para a produção de imagens de órgãos internos de corpos humanos e de bebês no útero, e na indústria, para a detecção de falhas em peças metálicas. A técnica de eco ultrassônico pode ser relativamente nova para seres humanos, mas não para morcegos e golfinhos. É bem sabido que os morcegos emitem guinchos ultrassônicos e localizam os objetos pelos ecos que eles produzem. Os golfinhos fazem mais do que isso. Embora o som seja um sentido passivo para nós, ele é um sentido ativo para golfinhos, que emitem sons e depois percebem como é a vizinhança com base nos ecos que ela produz. Em nosso trabalho iremos utilizar os sensores ultrassônicos, que podem assemelhar-se ao que os animais fazem, tentando medir distâncias do nosso aparato tecnológico até obstáculos que podem variar de formas e tamanhos. (HEWITT, 2015).

2.2 Um breve histórico sobre o Arduino.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* e *software* de código aberto (*open source*⁴) que oferece subsídios que permitem que profissionais e amadores sejam criativos com a tecnologia de forma mais fácil e flexível. Nesse sentido, o Arduino é uma ferramenta muito utilizada por designers, engenheiros, estudantes, artistas, desenvolvedores e entre outros em todo o mundo. O Arduino é utilizado para inovar em músicas, jogos, brinquedos, automação residencial, agricultura, veículos autônomos, na educação e muito mais. O seu uso começou com um projeto de pesquisa de Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis no *Interaction Design Institute* (Instituto de Design de Interação) da cidade de Ivrea, Itália no início do ano 2000, destinada a estudantes sem experiências em eletrônica e programação (ARDUINO, 2019).

O Arduino é uma interface eletrônica com um microcontrolador programável de 8bits da Série AVR ATMega da Atmel, com portas de entradas e saídas, digitais e analógicas. A programação do Arduino é baseada na linguagem Wiring⁵, que lembra muito a linguagem C++⁶ e pode ser feita através de um aplicativo próprio o IDE - *Integrated Development Environment* (Ambiente Integrado de Desenvolvimento) - que por sua vez é baseado no *Processing*⁷.

Para favorecer o aprendizado dos conteúdos apresentados no ensino de ciências e, principalmente, no Ensino de Física, as aulas deveriam ser amparadas em práticas pedagógicas que favoreçam uma associação entre o ensino teórico ministrado em sala de aula e a prática desenvolvida nos laboratórios didáticos. Neste sentido, o uso de microcontroladores eletrônicos torna-se uma opção interessante na criação de dispositivos de baixo custo, pois possuem capacidade de medições com precisão adequada e com grande versatilidade de aplicações.

⁴ Open source é um termo em inglês que significa código aberto. Isso diz respeito ao código-fonte de um software, que pode ser adaptado para diferentes fins. O termo foi criado pela OSI (Open Source Initiative) que o utiliza sob um ponto de vista essencialmente técnico. Fonte: <https://canaltech.com.br/produtos/O-que-e-open-source/> acesso: 22/07/2019

⁵ é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre composta por uma linguagem de programação, um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) e um microcontrolador de placa única.

⁶ Mais informações em <http://www.ic.unicamp.br/~cmrubira/aacesta/cpp/cpp15.html>

⁷ Mais informações em <http://bluehostbrasil.blog/guia-basico-do-processing-a-programacao-criativa/>

A globalização e a revolução tecnológica vêm transformando as formas de produzir, assim como os meios de consumo, o que tem impactado diretamente na maneira de educarmos os nossos alunos. Metodologias ativas valorizam a participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências, com mediação de professores e uso de ferramentas do mundo digital (BACICH; MORAN, 2018).

Segundo Martinazzo (2014), se bem conduzido, esse processo torna a aula mais dinâmica e, potencialmente, um local de aprendizagem significativa. Apesar disso, o computador é ainda pouco utilizado em laboratórios de Física, pois a maioria dos professores não teve formação nessa área e não se sente preparada ou com pouca informação para dominar essa tecnologia.

Entende-se que a utilização da plataforma Arduino está de acordo com a visão de laboratório didático que é proposta pelos PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais), desenvolvidos pelo Ministério da Educação. Estes parâmetros preconizam a utilização de objetos educacionais que simulem situações problema ou tentativas de solução, e não apenas uma proposta realizada com o intuito de verificar através de atividades experimentais apenas as leis e teorias previamente determinadas, onde muitas vezes o aluno não possui tempo de entender ou de relacionar o significado das atividades:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2013).

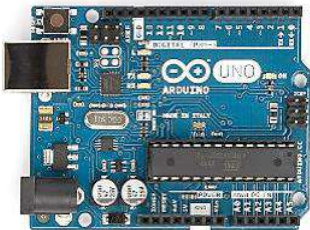
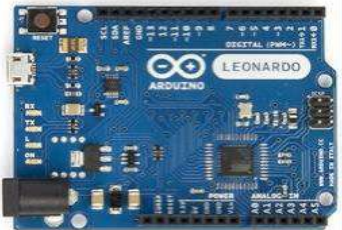
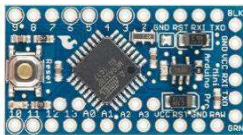
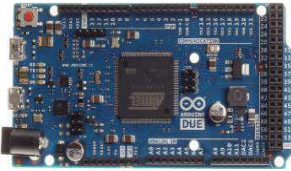
A maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização; pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto. Artistas, mais especificamente, parecem considerá-lo a forma perfeita de criar obras de arte interativas rapidamente, e sem conhecimento especializado em eletrônica. Há uma grande comunidade de pessoas utilizando Arduinos, compartilhando seus códigos e diagramas de circuito para que outros os copiem e

modifiquem. A maioria dessa comunidade também está muito disposta a auxiliar outros desenvolvedores (MCROBERTS, 2015).

Nesta linha, mas minimizando as dificuldades com a construção do circuito e programação, a placa Arduino vem sendo utilizada com muito sucesso (SOUZA *et. al*, 2011). A plataforma para o desenvolvimento dos programas de controle está disponível na Internet e existem diferentes versões do circuito no mercado nacional por preços acessíveis quando comparados as interfaces disponibilizadas no mercado por empresas.

Segundo McRoberts (2015), o Arduino é um pequeno computador que pode ser programado para processar entradas e saídas digitais e analógicas entre o dispositivo e os diversos componentes externos conectados a ele. O projeto Arduino é disponibilizado em diversas versões para atender aplicações bem diferenciadas.

Relaciona-se, a seguir, algumas destas versões que são disponibilizadas comercialmente (Quadro 1).

Arduino UNO		Arduino Leonardo	
Arduino Mini		Arduino Micro	
Arduino Due		Arduino Yun	
Arduino Mega		Arduino Nano	

Quadro 1: Alguns dos modelos desenvolvidos pelo Projeto Arduino

Fonte: Arduino Products, em www.arduino.cc, consultado em 22/08/2019

Neste trabalho foram usadas duas placas de *Arduino*, a do *Arduino Nano* e a do *Arduino UNO*, sendo esta última escolhida por ter uma vasta gama de programação e exemplos de projetos disseminados na *internet*. Esta placa de *Arduino Nano* foi escolhida por também pela vasta aplicação, acesso a programação e devido alguns projetos produzidos pelos alunos requererem o seu uso.

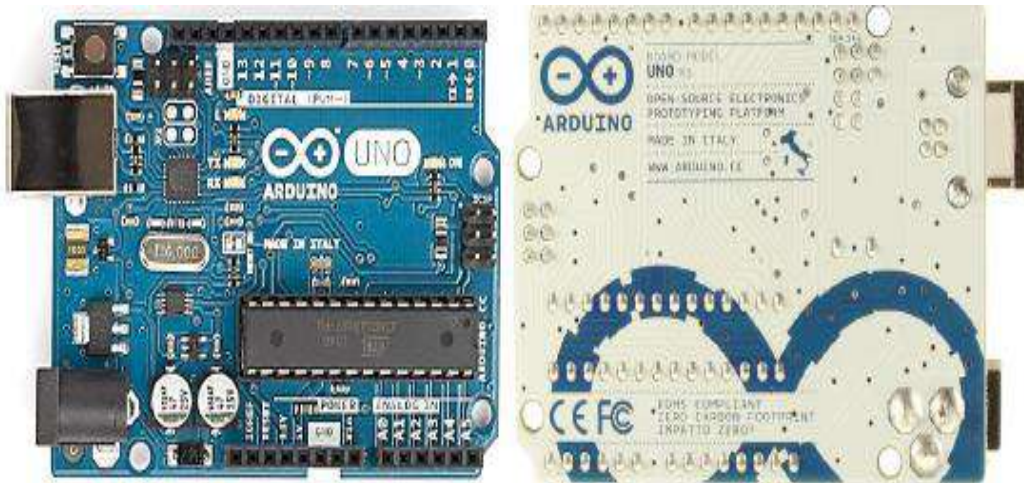


Figura 3. Placa de *Arduino UNO*.

Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

A placa do *Arduino Nano* tem algumas descrições que se fazem necessários, como pinos digitais, analógicos, entrada de 5V (cinco Volts), pinos do aterramento chamados de GND, entre outros (Figura 4).

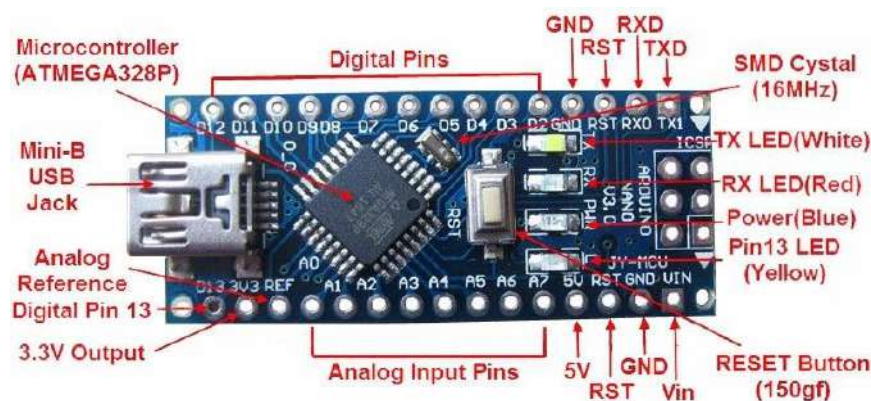


Figura 4. Identificação dos pinos de conexão e dos principais componentes da placa do *Arduino Nano*. Fonte: <https://produto.mercadolivre.com>

A placa de *Arduino UNO* tem 14 pinos de input/output digitais, com mais 6 de entrada analógica, trabalha com tensão de 5 V e um processador ATmega328, produzido

pela ATMEL⁸. A placa pode ser alimentada pela conexão USB⁹, com uma fonte de alimentação externa ou por uma bateria acoplada ao conector para alimentação. A alimentação é selecionada automaticamente.

Outro motivo para a escolha do Arduino é o fato dela ser compatível com uma infinidade de módulos/sensores. Esse fato proporciona os mais diversos tipos de aplicação para esta placa. Martinazzo, et al (2014) citam que suas aplicações se estendem inclusive ao ensino de Física e ciências como um todo.

Para o uso do *Arduino UNO* em aplicações práticas, torna-se necessário uma descrição mais detalhada dos conectores presentes em sua placa.

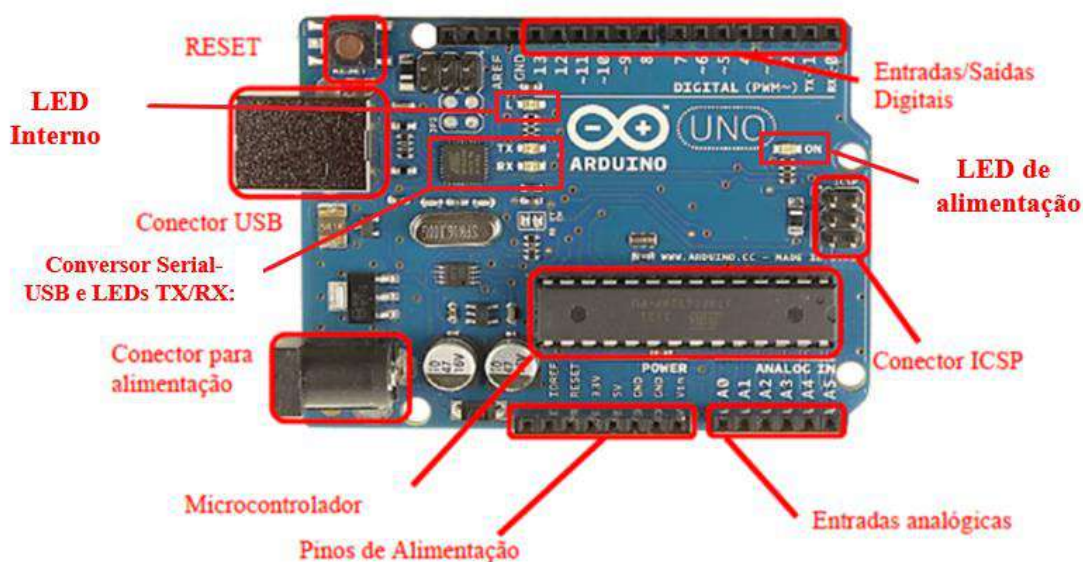


Figura 5. Identificação dos pinos de conexão e dos principais componentes da placa do *Arduino UNO*. Fonte: <https://produto.mercadolivre.com>

É apresentado a seguir a descrição dos pinos de alimentação da placa *UNO*:

⁸ A *Atmel Corporation* desenvolve projetos e fabrica microcontroladores, soluções em tecnologia sensível ao toque capacitivas, lógica avançada, mixagem de sinais, memórias não voláteis e componentes para radiofrequência (RF) para os mercados industrial, de consumo, segurança, comunicações, computação e automotivo.

⁹ Uma USB, do inglês Universal Serial Bus, é uma tecnologia que tornou mais fácil a tarefa de conectar aparelhos e dispositivos periféricos ao computador (como teclados, mouse, modems, câmeras digitais) sem a necessidade de desligar/reiniciar o computador ("Plug and Play") e com um formato diferenciado, universal, dispensando o uso de um tipo de conector específico para cada dispositivo. Fonte: <https://www.tecmundo.com.br/usb/211-o-que-e-usb-.htm>. Acessado em: 23/07/2019

Microcontrolador:	O cérebro do Arduino. Um computador inteiro dentro de um pequeno chip. Este é o dispositivo programável que roda o código que enviamos à placa. No mercado existem várias opções de marcas e modelos de microcontroladores. A Arduino optou pelo uso dos chips da ATmel, a linha ATmega. O Arduino UNO usa o microcontrolador ATmega328.
Conector USB:	Conecta o Arduino ao computador. É por onde o computador e o Arduino se comunicam com o auxílio de um cabo USB, além de ser uma opção de alimentação da placa.
Pinos de Entrada e Saída:	Pinos que podem ser programados para agirem como entradas ou saídas fazendo com que o Arduino interaja com o meio externo. O Arduino UNO possui 14 portas digitais (I/O), 6 pinos de entrada analógica e 6 saídas analógicas (PWM).
Pinos de Alimentação:	Fornecem diversos valores de tensão que podem ser utilizados para energizar os componentes do seu projeto. Devem ser usados com cuidado, para que não sejam forçados a fornecer valores de corrente superiores ao suportado pela placa.
Botão de Reset:	Botão que reinicia a placa Arduino.
Conversor Serial-USB e LEDs TX/RX	Para que o computador e o microcontrolador conversem, é necessário que exista um chip que traduza as informações vindas de um para o outro. Os LEDs TX e RX acendem quando o Arduino está transmitindo e recebendo dados pela porta serial respectivamente.
Conector de Alimentação	Responsável por receber a energia de alimentação externa, que pode ter uma tensão de no mínimo 7 Volts e no máximo 20 Volts e uma corrente mínima de 300mA. Recomendamos 9V, com um pino redondo de 2,1mm e centro positivo. Caso a placa também esteja sendo alimentada pelo cabo USB, ele dará preferência à fonte externa automaticamente.
LED de Alimentação	Indica se a placa está energizada.
LED Interno	LED conectado ao pino digital 13.

Quadro 2. Descrição dos pinos de alimentação da placa do *Arduino UNO* e Funções especiais de alguns dos pinos de entrada/saída do *Arduino UNO*. Fonte: Apostila Arduino Básico vol.1. Site: www.vidadesilicio.com.br

2.2.1 A IDE do Arduino.

A criação de uma programação que será executada pela placa Arduino é desenvolvida na interface IDE (Integrated Development Environment, de tradução Ambiente de desenvolvimento integrado). Também chamada de IDE Arduino, disponível para os sistemas operacionais (Mac, Windows e Linux) de forma gratuita no site oficial do Arduino (ARDUINO, 2017).

Uma das grandes vantagens dessa plataforma está no seu ambiente de desenvolvimento, que usa uma linguagem baseada no C/C++, linguagem bem difundida, usando uma estrutura simples. Mesmo pessoas sem conhecimento algum em programação conseguem, com pouco estudo, elaborar programas rapidamente.

Para baixar a IDE Arduino acesse o site oficial da Arduino (www.arduino.cc). No site, clique na aba Download.



Figura 6. Site oficial Arduino. Fonte: arduino.cc

As funções da IDE do Arduino são basicamente três:

- permitir o desenvolvimento do software;
- de enviá-lo à placa para que possa ser executado;
- de interagir com a placa Arduino.

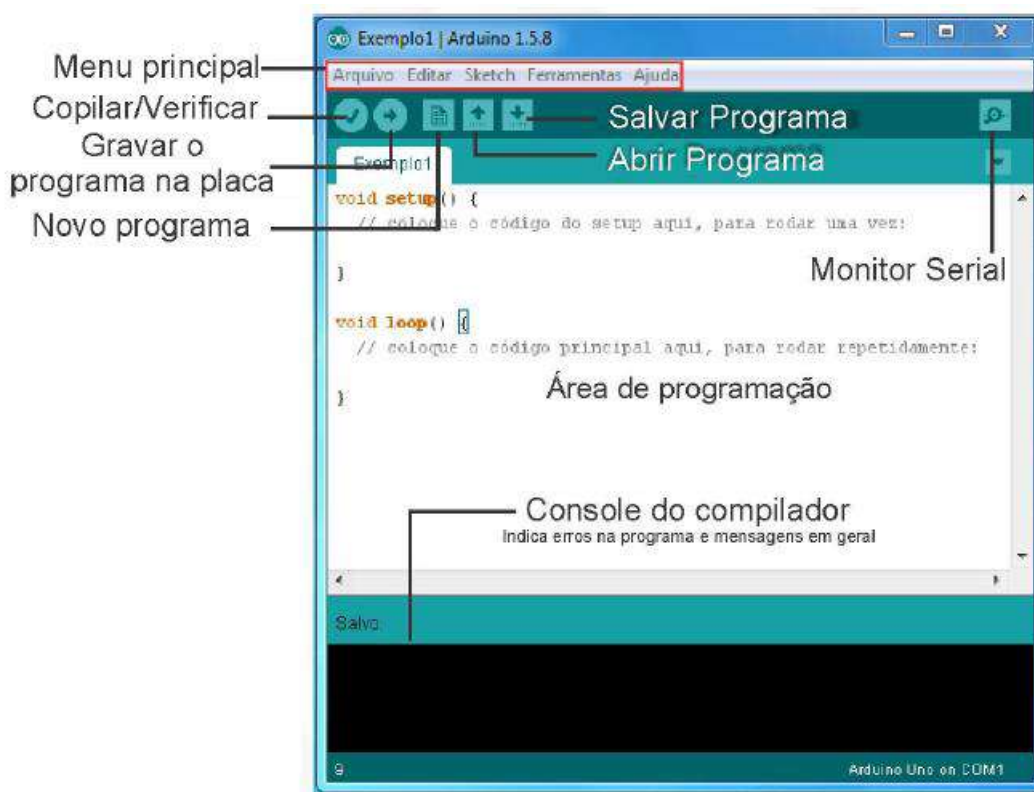


Figura 7. IDE do Arduino. Fonte: arduino.cc

A Figura 7 representa a IDE da plataforma Arduino, um ambiente de desenvolvimento composta de um editor de texto para escrever o programa, de uma área de mensagens, de uma barra de ferramentas para funções mais comuns, e de uma série de menus. Este software se comunica com a placa, através de um cabo USB, e transfere o programa para o mesmo. Os programas escritos para Arduino neste ambiente de desenvolvimento são chamados de *sketches*. Antes de um *sketch* ser transferido para a placa, o código é verificado quanto a sua sintaxe, é compilado pelo compilador *avr-gcc* (compilador apenas para os microcontroladores da ATMEL) e transformado em um arquivo intermediário, conhecido como arquivo objeto. Ao arquivo objeto, são adicionadas as bibliotecas¹⁰ (libraries) necessárias e realiza-se finalmente a conversão em código de máquina.(CASTRO,2016)

¹⁰ Biblioteca é um trecho de software que fornece funcionalidade específica a um programa. O uso de uma biblioteca simplifica o desenvolvimento de aplicações, pois o código da biblioteca já está pronto, e só precisa ser incorporado ao programa em desenvolvimento para que suas funções possam ser acessadas e utilizadas pelo desenvolvedor. Fonte: <http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/arduino/arduino-o-que-sao-as-bibliotecas/> acesso em: 25/07/2019.

2.2.2 Software Fritzing.

O Fritzing é uma iniciativa de hardware de código aberto que torna a eletrônica acessível como material criativo para qualquer pessoa. Oferecendo uma ferramenta de software, um site da comunidade e serviços no espírito do Processing e do Arduino, promovendo um ecossistema criativo que permite aos usuários documentar seus protótipos, compartilhá-los com outras pessoas, ensinar eletrônica em sala de aula e fazer layout e fabricar PCBs profissionais¹¹.

Além disso, tem um site complementar que ajuda a compartilhar e discutir projetos, experiências e reduzir os custos de fabricação. Para este trabalho o software Fritzing foi utilizado para fazer alguns esquemas, para que os alunos visualizassem, com maior clareza, as conexões entre a placa do Arduino, sensores etc.

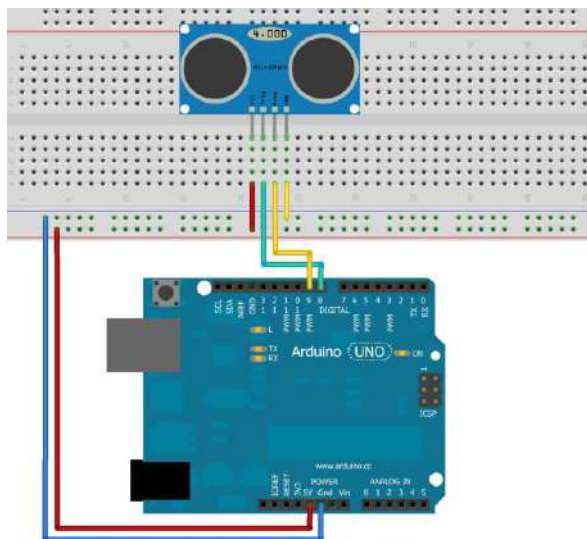


Figura 8. Esquema de conexão do arduino e um sensor feito no Fritzing.

Fonte: <http://fritzing.org/projects/hc-sr04-project>

2.2.3. Sensores Arduino

Literalmente, podemos definir a palavra sensor como “aquilo que sente”. Na eletrônica, um sensor é conhecido como qualquer componente ou circuito eletrônico que permita a análise de uma determinada condição do ambiente, podendo ela ser algo simples como temperatura ou luminosidade; uma medida um pouco mais complexa como

¹¹ in: <https://fritzing.org/home/>

a rotação de um motor ou a distância de um carro até algum obstáculo próximo ou até mesmo eventos distantes do nosso cotidiano, como a detecção de partículas subatômicas e radiações cósmicas (PATSKO, 2006)

Os sensores são dispositivos eletroeletrônicos que transformam em variações elétricas as variações de alguma grandeza física. Tão importante quanto medir uma variável física é transformá-la em uma informação legível pelo cérebro do sistema autônomo, como nosso *Arduino*, por exemplo. Pensando em eletrônica, essa informação pode ser digital ou analógica. McRoberts (2015)

- Digital: Quando a informação é passada através de valores lógicos alto (1) ou valores lógicos baixo (0).
- Analógico: Quando a informação pode assumir qualquer valor dentro de um máximo e um mínimo. Quando trabalhamos com eletrônica, geralmente essa informação é dada por um valor de corrente ou tensão.

Há diversos sensores que podem ser utilizados para a medição ou detecção de diversas grandezas, como por exemplo, os sensores apresentados no Quadro 3:

Sensor Ultrassônico medidor de distância HC-SR04	
Sensor de Obstáculo Reflexivo Infravermelho.	
Sensor movimento de Presença	
Sensor de Pressão BMP 180	
Sensor de fluxo de água	

Quadro 3. Sensores Arduino. Fonte: <https://www.eletrogate.com/>

Não necessariamente os sensores apresentados na Tabela 3 devam conter em kits básicos de robótica, como os adquiridos pela escola, mas podem ser utilizados com outros circuitos também, desde que sejam ligados de modo correto. Utilizando a criatividade, pode-se então aplicá-los em diversos projetos e circuitos.

A utilização de sensores é algo muito interessante, pois possibilita que circuitos eletrônicos tenham contato com o ambiente em que se encontram e realizem ações de acordo com determinadas informações provenientes dos sensores.

2.2.4. Sensor ultrassônico HC – SR04.

No presente trabalho o foco foi o sensor ultrassônico de distância HC-SR04, porém outros sensores também foram utilizados, como buzzer (buzina) e LEDs. O Sensor Ultrassônico HC-SR04 é um módulo que se faz necessário em alguns projetos utilizando o Arduino quando se faz necessário -se medir, calcular determinadas distâncias em qualquer escala de medida, seja em metros, centímetros, polegadas, etc (até 4m máx), e/ou realizar leituras de distâncias entre 3 cm (distância menor que 3cm gera alguns, erros na leitura do sensor) a 4 metros, com precisão de 3mm.



Figura 9. Sensor ultrassônico attingindo alvo. Fonte: eletronicaparatodos.com/

O princípio de funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04 é completamente baseado na seguinte sistemática: o transmissor (T_x) do sensor envia sinais ultrassônicos, e neste momento o receptor (R_x) do sensor fica no estado de “alerta” esperando receber o sinal de retorno, que na verdade é o próprio sinal de (*echo*), e com base no tempo entre o envio do sinal e o retorno do mesmo, então é calculada a distância entre o sensor e o objeto detectado (o objeto que serviu como obstáculo para os sinais de ultrassom baterem e voltarem). (COSTA,2017).

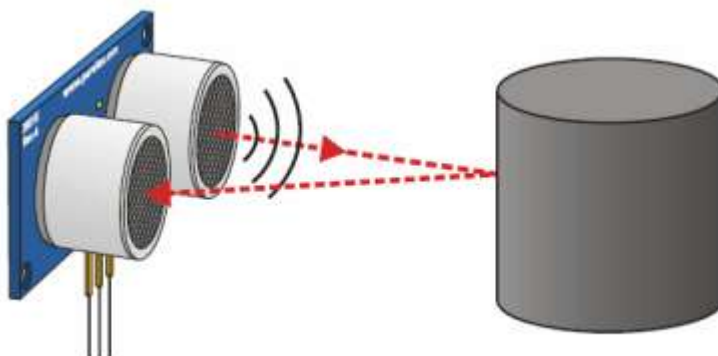


Figura 10. Sensor ultrassônico HC-SR04
Fonte: Apostila Arduino Básico vol.1. Site: www.vidadesilicio.com.br

Primeiramente o sensor envia um pulso de 10µs (dez microsegundos), o que indica o início da transmissão. Depois disso são enviados 8 pulsos de 40 kHz (quarenta Quilohertz), e neste momento o sensor passa então a aguardar o retorno do sinal ultrassônico enviado (em nível alto – 1), para, depois de receber o sinal de retorno (*echo*), utilizar o código (*sketch*) para determinar a distância entre o sensor e o objeto (obstáculo) como representado na Figura 11.

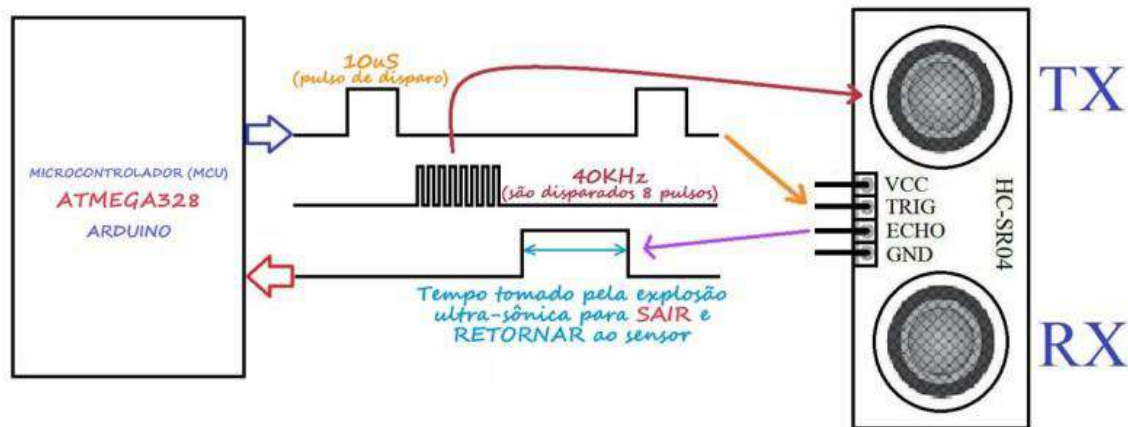


Figura 11. Sensor HC-SR04 em funcionamento. Fonte: eletronicaparatodos.com/

Por fim, para saber quão longe nosso obstáculo está, basta contar quanto tempo (*t*) a tensão no pino *Echo* ficou em 5V. Em posse desse tempo, sabendo que ele é o dobro do tempo de ida e volta da onda do sensor até o obstáculo, e, considerando a velocidade do som é constante igual a 340,29 m/s, têm-se as Equações 16 e 17:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} , \quad (16)$$

$$340,29 = \frac{\Delta S}{\frac{t}{2}} . \quad (17)$$

Teremos então que o espaço (distância entre o obstáculo e o sensor) pode ser expresso pela Equação 18:

$$\Delta S = \frac{340,29 \cdot t}{2} . \quad (18)$$

A função biblioteca Ultrasonic.h faz exatamente o procedimento descrito, retornando apenas o valor da distância.

Para conectar o módulo HC-SR04 na placa *Arduino UNO*, o código (*sketch*) irá utilizar, além dos pinos de alimentação, pinos digitais para o *Trigger*, e para o *Echo*,

podendo ser utilizado quaisquer dos pinos digitais do Arduino (PWM). A alimentação do circuito será realizada pelo pino 5V da placa Arduino:

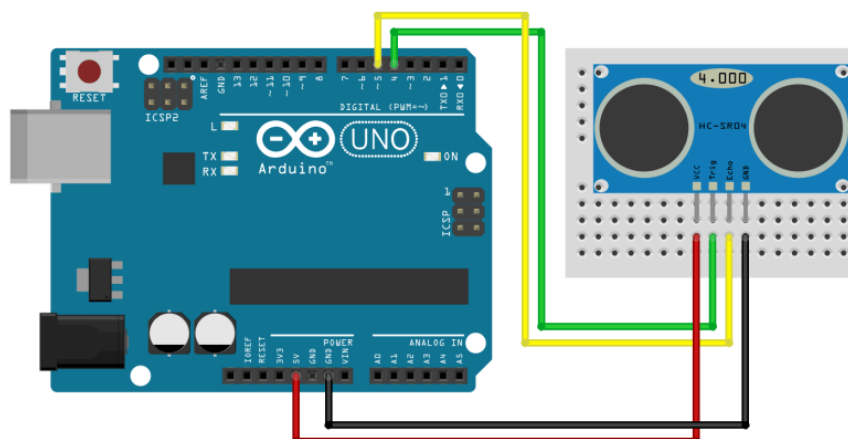


Figura 12. Conexão do Arduino UNO com Sensor Ultrassônico HC-SR04.

Fonte: <http://fritzing.org/projects/hc-sr04-project>

2.2.5. O Arduino como ferramenta pedagógica facilitadora.

Um grande problema encontrado na realização de experiências práticas é a complexidade envolvida na montagem da infraestrutura da experiência e, conseqüentemente, o tempo necessário para fazê-la.

Segundo Papert (1994) as novas tecnologias abrem um portal para uma nova era, a era da informação. E as novas tecnologias conduzem-nos para um ambiente propício para a aprendizagem e, conseqüentemente, para o ensino por excelência.

Nesse sentido o Arduino pode vir a ser considerado um facilitador, pois não necessita de um período longo para que o aluno consiga fazer pequenos projetos. A facilidade do uso dessa ferramenta também é peça fundamental para o sucesso de projetos de robótica educacional. O uso do sistema deve ser fácil não apenas para o alunos, mas também para o professor, já que muitos educadores não possuem experiências com softwares de robótica (AROCA, 2012).

Segundo Moreira (2011b) o professor(a) deve criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto

da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta.

Estes materiais podem ter suas capacidades de mediação potencializadas se tiverem licenças que permitam a sua modificação e a disponibilização. Como os materiais que seguem os conceitos dos Recursos Educacionais Abertos (REA).¹²

Nesse ponto a plataforma Arduino vem de encontro com os conceitos da REA e pode ser considerada a ferramenta de mediação de ensino, onde os desenvolvedores do Arduino disponibilizaram uma ampla documentação do uso da programação das placas, desenhos de montagens dos equipamentos, onde outras pessoas fornecem modificações e ideias novas, que são disponibilizados livremente pela internet.

Segundo da Fonseca (2011) todo equipamento possui uma curva de aprendizado. No caso do Arduino, a experiência demonstra que o aprendizado básico não é muito longo, nem penoso. Ainda assim, embora ele apresente características comuns a todos os kits de desenvolvimento similares, o Arduino apresenta itens próprios, de hardware e software, que necessitam ser identificados e compreendidos antes da sua plena utilização.

Carvalho et al (1993) afirma que:

“A utilização de experimentos como ponto de partida, para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem. O aluno deve sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre seu objeto de estudo, tecendo relações entre os acontecimentos do experimento para chegar a uma explicação causal acerca dos resultados de suas ações e/ou interações”.

Libâneo (2013) escreve que diversas estratégias podem ser empregadas pelos professores para favorecer o desenvolvimento da criatividade no estudante em sala de aula. O objetivo maior é de fortalecer os traços de personalidade, autoconfiança, curiosidade, coragem, persistência e independência de pensamento no intuito de explorar novas situações e trabalhar com o que ainda é desconhecido, oportunizando e ajudando

¹² Recursos Educacionais Abertos (REA) são materiais de ensino aprendizado e pesquisa em qualquer suporte ou mídia, que estão sob domínio público, ou estão licenciados de maneira aberta, permitindo que sejam utilizados ou adaptados por terceiros. O uso de formatos técnicos aberto facilita o acesso e o reuso potencial dos recursos publicados digitalmente. Recursos Educacionais Abertos podem incluir cursos completos, partes de cursos, módulos, livros didáticos, artigos de pesquisa, vídeos, estes, software, e qualquer outra ferramenta, material ou técnica que possa apoiar o acesso ao conhecimento (GLENNIE, 2012).

os alunos a se desvincular de bloqueios emocionais, como o medo de serem criticados ou o medo de errar, ou ainda sentimentos de inferioridade e insegurança.

Segundo Silva (2014), a Robótica Educacional ganha força por se tratar da aplicação da robótica na área pedagógica, com o objetivo de disponibilizar aos alunos a oportunidade de criar soluções voltadas ao mundo real, possibilitando o aprendizado de forma dinâmica e estimulante.

Para Cambruzzi e Souza (2014) a Robótica Educacional tem como principal característica um ambiente de aprendizagem no qual os alunos podem montar, programar e analisar o comportamento de um robô ou sistema robotizado, promovendo a socialização e a autonomia no aprendizado, criando um ambiente que reúne ciência, tecnologia e trabalho manual.

A robótica é uma área multidisciplinar e que não existe por si só. Ela depende do conhecimento de várias outras ciências como a Matemática, Física, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica e tantas outras afins. Quando falamos em robótica na educação ou simplesmente “Robótica Educacional” estamos fazendo uso destes conceitos intrínsecos à robótica mas com finalidades pedagógicas e direcionadas à construção do conhecimento/aprendizagem (VAZZI, 2017).

Um aspecto importante na robótica educacional é que as tarefas não podem ser nem muito difíceis nem muito fáceis, pois caso contrário a motivação se perde (MOK, 2011), ou ainda pior, as tarefas podem causar frustração (PINK, 2009). Segundo Mok (2011), um descompasso entre a complexidade das tarefas e as habilidades dos alunos prejudica a obtenção de engajamento dos estudantes, e o Arduino pode ser uma ferramenta ideal para evitar esse tipo de problema. Com as atividades planejadas adequadamente, o Arduino pode ser aplicado em uma larga variedade de tópicos no ensino da Física, assim possibilitando seu uso por estudantes de vários níveis de ensino, mesmo aqueles que não tiveram contato anteriormente com a plataforma.

2.2.6. Trabalhos relacionados.

Grande parte dos trabalhos publicados nos últimos anos sobre *Arduino* fazem referência ao uso da plataforma para a aquisição automática de dados e apresentam

softwares específicos para leitura e interpretação gráfica desses dados. Apresentam uma série de possibilidades para se implementar um sistema de aquisição de baixo custo em laboratórios didáticos, além de discutir a importância do uso deste tipo de tecnologia para o ensino de Ciências em geral.

Existem muito textos sobre a utilização de novas tecnologias computacionais no ensino de Física, entretanto, cabe ressaltar que há poucos trabalhos que evidenciam o Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de Física. Na literatura são encontrados poucos trabalhos que descrevem o uso do Arduino no Ensino de Física, onde apresentamos alguns no quadro 4.

No quadro abaixo estão alguns dos trabalhos que utilizam o Arduino no Brasil.

Referência e Título	O que foi feito	Resultados
- Título: Arduino como ferramenta mediado do Ensino de Física - Referência: Rodrigues, R. F. D. (2014). Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de física.	A ideia foi utilizar microcontroladores, Arduino, como ferramenta mediadora do Ensino de Física.	A análise indicou um grande interesse dos educandos pelo tema estruturador do projeto e com o uso do Arduino. Os alunos demonstraram a facilidade no manuseio desta ferramenta e curiosidade sobre os conceitos de Física e temas correlacionados.
- Título - Uma revisão das produções científicas nacionais sobre o uso da Robótica no Ensino da Física. - Referência: de Lima, J. R. T., & Ferreira, H. S. (2015). Uma revisão das produções científicas nacionais sobre o uso da Robótica no Ensino da Física.	Mapearam as tendências de utilização fazendo uma revisão nas publicações científicas nacionais, no período de 2005 a 2014, em Revistas, Eventos da área de Ensino de Ciências e no Banco de Teses e Dissertações no Portal de Periódicos da CAPES/MEC.	Os resultados indicam que a quantidade de trabalhos nesta área ainda é bastante restrita, um pouco devido à recente formação de seus grupos de pesquisa e da carência de investimento em pesquisa sobre as potencialidades da Robótica como recurso didático, tendo maior número de publicações produzidos por grupos da área da Informática e Computação.

- Título: UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ENERGIA BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO - Referência: Pereira, J. A. (2018). Um recurso didático para o ensino de energia baseado na plataforma Arduino (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).	Uma pesquisa de abordagem qualitativa, exploratória e descritiva permeada pela pesquisa-ação e norteadas por uma MDP (Matriz Dialógica-Problematizadora) que orienta o caminho percorrido pelo pesquisador na delimitação do tema, ação, coleta e análise de dados. Investiga-se as possibilidades de ensino-aprendizagem usando a plataforma Arduino e a metodologia PBL (Problem Based Learning) para o Ensino de Ciências, em particular para os professores em formação, tendo como temática da disciplina APCC2 o conceito Energia.	Os resultados sinalizam que a ferramenta Arduino e a metodologia PBL amparados pela MDP ajudam o professor na mediação dos conceitos científicos e tecnológicos, favorece a aprendizagem complexa, cooperativa e colaborativa entre os estudantes, dando abertura para a pesquisa, reelaboração e criação de projetos em torno da temática Energia.
---	---	--

Quadro 4:Referência ao Arduino no Brasil.

Capítulo 3

REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aprendizagem Significativa

Este capítulo aborda aspectos e contribuições relevantes sobre o processo de Ensino e Aprendizagem, além de alguns pressupostos teóricos que norteiam a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (2003), na qual este trabalho está fundamentado.

Aprendizagem é o processo através do qual os indivíduos constroem e reconstróem continuamente conhecimento, ocasionando habilidades e competências. Assim, é fundamental reconhecer os estudantes como principais agentes do processo educativo, direcionando as atividades didáticas às suas aptidões, necessidades e condições para aprender, estimulando-os a expressar suas ideias e a procurar meios para o seu desenvolvimento individual. Desta forma, se o enfoque do processo educativo é a aprendizagem, a função do professor em sala de aula deixa de ser o de ajudar (transmissor) o aluno (receptor) a aprender (SANTO, 2013).

Segundo Ostermann e Cavalcanti (2011) uma abordagem ausubeliana ao ensino da Física envolve o professor em pelo menos quatro tarefas fundamentais:

- A primeira seria determinar a estrutura conceitual e proposicional de matéria do ensino, organizando os conceitos e princípios hierarquicamente;
- uma segunda tarefa seria identificar quais os subsunçores relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente;
- uma outra etapa importante seria determinar dentre os subsunçores¹³ relevantes, quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;
- finalmente, ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a assimilação da estrutura da matéria de ensino por parte do aluno e organização de suas próprias estruturas cognitivas nessa área de

¹³ é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.

conhecimentos, através da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

O processo de ensino-aprendizagem é um fator que perpetua diariamente os docentes, fazendo-os que busquem maneiras nas quais o trabalho pedagógico possa ter sucesso para o aprendizado do aluno. Dessa maneira, para que a aprendizagem possa ter significância na vida sociocultural do aluno, o educador necessita buscar meios que facilitem a aquisição desse conhecimento. (SANTOS; ARCHANJO, 2017).

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, enquanto não-arbitrária significa que interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012a.)

Segundo Tavares (2010), para que a aprendizagem significativa aconteça são necessárias três condições: o material instrucional deve ser estruturado e organizado de maneira lógica, a existência na estrutura cognitiva do aprendiz de conhecimento organizado e relacionável com o novo conteúdo; a vontade e disposição do aprendiz de relacionar a nova informação com o conhecimento já existente.

Segundo Ausubel (2003),

[...]o conhecimento é significativo por definição. O produto significativo de um processo psicológico cognitivo (saber) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

Segundo a TAS de Ausubel, o aluno deve relacionar entre si os conceitos aprendidos, o que torna significativa a sua aprendizagem. Segundo Ribeiro et al. (2012) “a eficiência desse processo depende, entre outros fatores, da presença de subsunçores.

Na falta deles pode-se incluir organizadores prévios¹⁴, mecanismos didáticos que auxiliam na preparação de ideias âncoras”.

Sendo assim, para Moreira e Masini (2011),

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informação que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. (p. 14)

Segundo Moreira (2011a) a aprendizagem Significativa pode ser:

- Representacional, que é basicamente compreender o significado para símbolos ou palavras;
- Proposicional subordinada, quando um novo conceito é assimilado a conceitos específicos existentes na estrutura cognitiva do sujeito;
- Proposicional superordenada, quando o novo conceito surge do relacionamento entre significados de ideias já existentes na estrutura cognitiva, aí então o sujeito passa a assimilar isto;
- Proposicional combinatória, quando o novo material, passa a se relacionar a um conjunto amplo e relevante, e não especificamente a ideias subordinadas ou superordenadas.

3.1.1 Os subsunçores

Conforme visto anteriormente, subsunçores, são idéias, conceitos ou proposições existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Segundo Moreira (2012a), subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, idéias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos, já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Portanto, subsunçores seriam, então, conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos.

Para Bessa (2011), tais elementos são representados pelos conhecimentos prévios e por conceitos anteriores já formulados pelo aprendiz. Além disso, podemos considerar

¹⁴ são propostos como um recurso instrucional potencialmente facilitador da aprendizagem significativa, no sentido de servirem de pontes cognitivas entre novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

como elementos subsunçores aqueles utilizados pelo professor para auxiliar na organização do conhecimento a ser construído pelo aluno.

Quando se fale em formação de conceitos, existem diferenças naturais de acordo com a idade, sendo que “a formação de conceito de uma criança na idade pré-escolar, é a aquisição espontânea de idéias genéricas por meio de experiência empírico-concreta” (MOREIRA e MASINI, 2011). No início ela depende muito da experiência concreta com exemplos de objetos e eventos, bem como da mediação de adultos. Progressivamente, no entanto, ela passa a aprender cada vez mais em função dos subsunçores já construídos e a mediação pessoal (geralmente da professora ou professor) passa a ser uma negociação de significados, aceitos e não aceitos no contexto de um determinado corpo de conhecimentos. Nesta etapa da vida aprendemos por descoberta, porém nas crianças mais velhas bem como nos adultos existe a assimilação de conceitos, ou seja, fazendo a relação dos novos conceitos com os já existentes em sua estrutura cognitiva. O processo da assimilação de conceitos envolve “idéias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz com o conteúdo potencialmente significativo, implícito na definição dos termos ou das pistas contextuais” (MOREIRA e MASINI, 2011).

Para Paula e Mendonça (2009) :

O conhecimento resulta das ações e interações do sujeito no ambiente em que vive. Todo conhecimento é uma construção que vai sendo elaborada desde a infância, por meio de interações do sujeito com os objetos que procura conhecer, sejam eles do mundo físico ou do mundo cultural. O conhecimento resulta de uma inter-relação do sujeito que conhece com o objeto a ser conhecido.

Considera-se que o conhecimento é adquirido no decorrer da vida sociocultural, através da maneira que se envolve com objetos e eventos, bem como da mediação do adulto, confirmando o que diz Moreira e Masini (2011).

É imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade.

A aquisição de novas informações depende amplamente das ideias relevantes que já fazem parte da estrutura cognitiva, e que a aprendizagem significativa nos seres humanos ocorre por meio de uma interação que ocorre entre o novo conteúdo e a estrutura

cognitiva existente e aquele já adquirido. O resultado da interação, que ocorre entre o novo material e a estrutura cognitiva existente, é a assimilação dos significados velhos e novos, dando origem a uma estrutura mais altamente diferenciada (AUSUBEL, 2003).

3.1.2 Organizadores Prévios.

Como já mencionado anteriormente, para Ausubel (2003) a variável isolada mais importante para que a aprendizagem significativa ocorra é o conhecimento prévio do aprendiz, a definição de aprendizagem significativa é aquela que o novo material de aprendizagem é relacionado de maneira não literal e não arbitrária a este conhecimento prévio.

Quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, costuma-se pensar que o problema pode ser resolvido com os chamados organizadores prévios, solução proposta até mesmo por Ausubel, mas que, na prática, muitas vezes não funciona (MOREIRA, 2012a).

Segundo Araújo (2017) organizadores prévios são recomendados quando o material de aprendizagem não é familiar, isto é, o aprendiz não tem subsunçores correspondentes a ele. Nesse caso, o organizador prévio serve de “ponte” entre o que o aluno não sabe e o que deveria saber para que a aprendizagem seja potencialmente significativa. Por exemplo, quando o aluno está aprendendo um novo conteúdo e não tem ideias relevantes sobre um tópico específico desse conteúdo, o organizador prévio serve de “ponto de ancoragem inicial”.

Um organizador prévio deve ser mais geral, mais inclusivo e em maior nível de abstração em relação ao material de aprendizagem. A condição é que preceda a apresentação do material. Há dois tipos de organizadores prévios, expositivo e comparativo. Quando o aprendiz não possui um conhecimento claro e conciso para o novo material ser ancorado, o organizador prévio supostamente faz a ponte entre o conhecimento prévio e o material de aprendizagem (expositivo). Quando o material é relativamente familiar, o organizador prévio desempenha um papel comparador, que deve ajudar o aprendiz a relacionar os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva (comparativo) (MOREIRA, 2011a).

Para Moreira e Masini (2011),

Os organizadores prévios podem se apresentar sob a forma de textos, filmes, esquemas, desenhos, fotos, perguntas, mapas conceituais, entre outros que são apresentados ao estudante, em primeiro lugar, em nível de maior abrangência permitindo a integração dos novos conceitos aprendidos, tornando mais fácil o relacionamento da nova informação com a estrutura cognitiva já existente.

Destaque-se, no entanto, que organizadores prévios não são simples comparações introdutórias, pois, diferentemente destas, organizadores, devem: (MOREIRA,2012b).

- identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

3.1.3 Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa.

Aprendizagem Mecânica ocorre com a incorporação de um conhecimento novo de forma arbitrária, ou seja, o aluno precisa aprender sem entender do que se trata ou compreender o significado do porquê. Essa aprendizagem também acontece de maneira literal, o aluno aprende exatamente como foi falado ou escrito, sem margem para uma interpretação própria. A aprendizagem acontece como produto da ausência de conhecimento prévio relacionado e relevante ao novo conhecimento a ser aprendido (BRAATHEN, 2012).

A Aprendizagem significativa, ocorre com a incorporação de conhecimento novo na estrutura cognitiva do estudante, e pode ser associado a um conhecimento prévio, relacionado e relevante, já existente nessa estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003). A aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma separação, estão ao longo de um mesmo contínuo como representamos na figura 13.

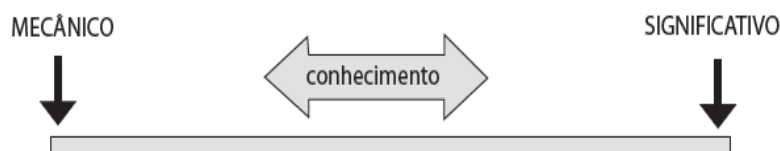


Figura 13. Intervalo aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2012a), a existência desse contínuo entre aprendizagem significativa e mecânica implica alguns esclarecimentos:

- a passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica pois ao final do processo a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica;

- a aprendizagem significativa é progressiva, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato.

A Figura 14 ilustra um mapa conceitual construído para representar a aprendizagem significativa de Ausubel.

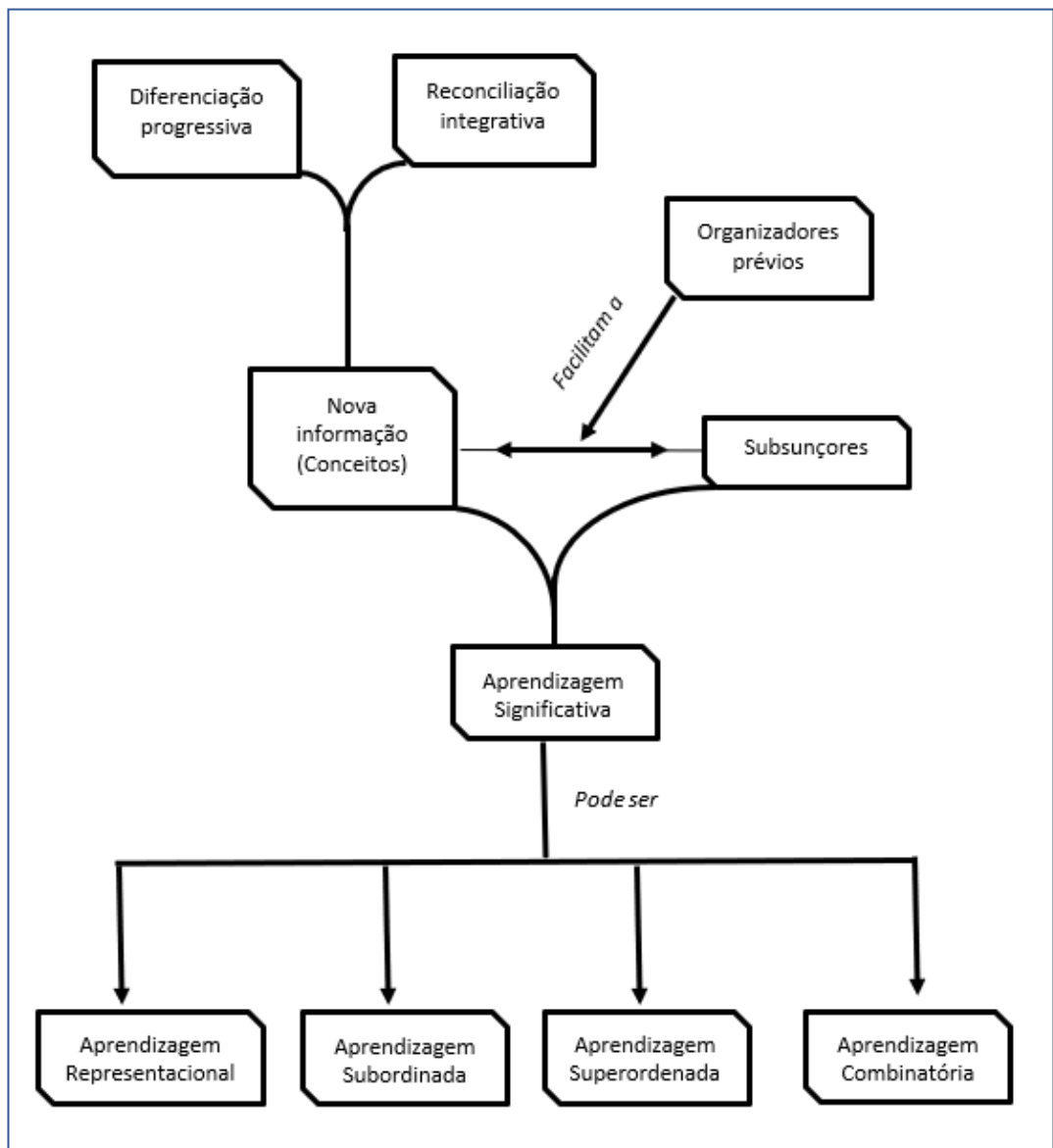


Figura 14. Conceito da Teoria de Aprendizagem significativa de Ausubel.

Não havendo interação entre a nova informação e a estrutura conceitual já existente, a aprendizagem não é significativa, ou seja, a nova informação, se armazenada, é de maneira arbitrária, sendo conhecida como aprendizagem mecânica (BUCHWEITZ, 2016). A Figura 15 ilustra um mapa conceitual construído para representar a aprendizagem mecânica.

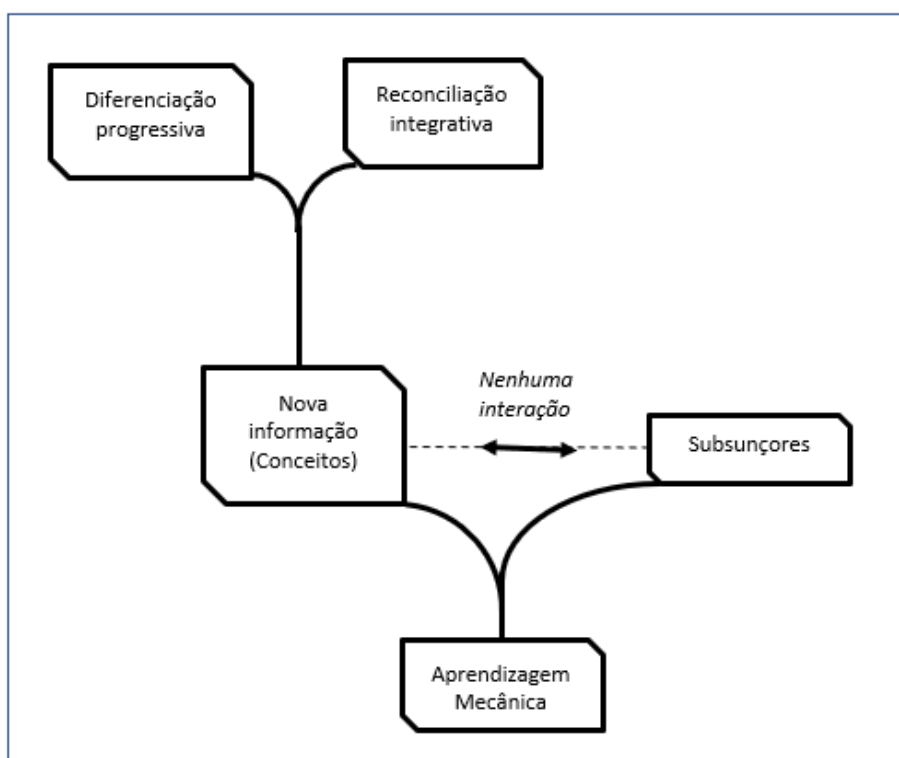


Figura 15. Uma representação de Aprendizagem Mecânica.

Em contraposição com aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunções específicos.

Novak (1980, p. 61) salienta que a aprendizagem significativa apresenta quatro grandes vantagens sobre a aprendizagem mecânica:

1º - Os conhecimentos adquiridos significativamente ficam retidos por um período maior;

2º - As informações assimiladas resultam num aumento da diferenciação das idéias que serviram de “âncoras”, aumentando assim, a capacidade de uma maior facilitação da subsequente aprendizagem de materiais relacionados;

3º - As informações que não são recordadas (são esquecidas) após ter ocorrido a assimilação ainda deixam um efeito residual no conceito assimilado e, na verdade em todo o quadro de conceitos relacionados.

4º - As informações apreendidas significativamente podem ser aplicadas numa enorme variedade de novos problemas e contextos.

3.1.4 Evidência de Aprendizagem.

É importante destacar que o presente trabalho não tem como intuito fazer uma releitura detalhada de toda a teoria, somente expor alguns aspectos mais relevantes ao leitor que ainda não está familiarizado com seus conceitos mais centrais, já que existem muitos outros conceitos relevantes para a temática da aprendizagem significativa de Ausubel (2003)

Segundo Lemos (2011) desvendar o que o aluno já sabe é mais do que identificar suas representações, conceitos e ideias, pois requer consideração à totalidade do ser cultural/social em suas manifestações e linguagens corporais, afetivas e cognitivas. Para tanto, o professor deve estar aberto para que o aluno possa revelar as suas expectativas vividas, dos objetos incorporados na sua vida, das condições existenciais e não apenas o aspecto intelectual.

Experiência em realizar exames pode fazer com que os alunos memorizem tudo, fórmulas, números, exemplos e maneiras de resolver problemas, e isto caracteriza aprendizagem mecânica. Logo, a fim de evitar o que se concebe por “simulação de aprendizagem significativa”, devem-se realizar avaliações que exijam o máximo de transformação do conhecimento possível. Se houve aprendizagem significativa, esta deve ser transferível, ou seja, o aprendiz deve ser capaz de explicar aos outros. Além disso, estes conhecimentos podem ser reformulados para solucionar novos problemas. (MOREIRA, 2011a).

Para a ocorrência da aprendizagem significativa é essencial determinar o que o aluno já sabe, para, posteriormente, introduzir conceitos novos, em conformidade com a bagagem advinda de seu dia a dia, em consonância com seus conhecimentos prévios. O resultado, repleto de significado, emerge quando o aluno, “[...] consciente e explicitamente, estabelece ligações deste novo conhecimento com os conceitos relevantes que já possuía” (SOUSA, 2006).

3.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa proposta por Moreira (2011b).

Na escola, seja ela fundamental, média ou superior, os professores apresentam aos alunos conhecimentos que eles supostamente devem saber. Os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas nas avaliações e esquecidas logo após. Esta é a forma clássica de ensinar e aprender, baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno.

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula. As UEPS são compostas por etapas que visam promover a aprendizagem significativa, tendo como princípios, segundo Moreira (2011b).

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa;
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa;
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento;
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos; elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação;
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino;
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;

- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;

- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados;

- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;

- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;

- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;

- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

A construção das UEPS ocorre em oito passos, os quais devem procurar por em prática os princípios selecionados por Moreira (2011b). Neste trabalho as UEPS são fundamentadas na aprendizagem significativa de David Ausubel, o que pode acarretar de alguns princípios se sobressaírem em detrimento de outros.

Os aspectos sequenciais da UEPS são:

1. Definir o tópico a ser trabalhado tal como ele é aceito no contexto da matéria de ensino, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais;

2. Criar ou propor situações-problema, nesta etapa é importante externalizar os conhecimentos prévios dos alunos;

3. Propor situação-problema em nível bem introdutório relevando os conhecimentos prévios dos alunos, estas situações problema podem atuar também como organizadores prévios;

4. Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido sempre levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, iniciar pelos conceitos mais gerais e abrangentes, e ir para os conceitos mais específicos e isolados;

5. Em seguida, retomar os aspectos mais gerais, porém em maior nível de complexidade em relação à exposição anterior. Deve-se expor em nível crescente de dificuldade;

6. Para concluir a unidade, retomar novamente os aspectos mais relevantes e gerais da matéria de ensino, buscando assim a reconciliação integradora, ou seja, uma retomada de maneira a integrar o corpo de conhecimento, e após esta terceira retomada, novas situações-problema em maior nível de complexidade;

7. A avaliação da aprendizagem deve ser feita ao longo da aplicação da UEPS, registrando tudo que possa ser indício de evolução conceitual. Após o sexto passo deve-se realizar uma avaliação somativa individual a fim de exigir o máximo de transformação do conhecimento e evidenciar captação de significado. O professor deve avaliar igualmente o desempenho nas tarefas realizadas coletivamente, anotações e na avaliação somativa.

8. A aprendizagem significativa é progressiva, logo, busca-se indícios de aprendizagem significativa, de compreensão, de captação de significados, de capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. A UEPS será considerada um êxito se apresentar estes indícios de aprendizagem significativa.

Capítulo 4

METODOLOGIA

A metodologia a ser utilizada nesta proposta didática reconhece abordagens presentes nas teorias de aprendizagem de Ausubel (2003).

A estratégia didática utilizada foi a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), desenvolvida por Moreira (2011b), com o auxílio da plataforma Arduino como facilitadora do ensino.

O conhecimento do aluno é primordial para o desenvolvimento de sua capacidade de aprender, é preparando-o para sua realidade que ele dará continuidade aos seus estudos ou obterá sempre que necessário o conhecimento adequado para determinado assunto.

Diante destes preceitos, e observando os conhecimentos prévios dos(as) alunos(as), a presente proposta foi construída de forma a ser aplicada ao longo de um bimestre, em um grupo de 12 (doze) alunos do 3º (Terceiro) ano do Ensino Médio, cuja faixa etária destes alunos fica entre 14 (quatorze) anos e 18 (dezoito) anos, do Centro Educacional Interativo. A escola está localizada no Distrito de Icoaraci, Estado do Pará, Brasil, distante aproximadamente 20 km do centro da capital Belém, como mostra a Figura 16.

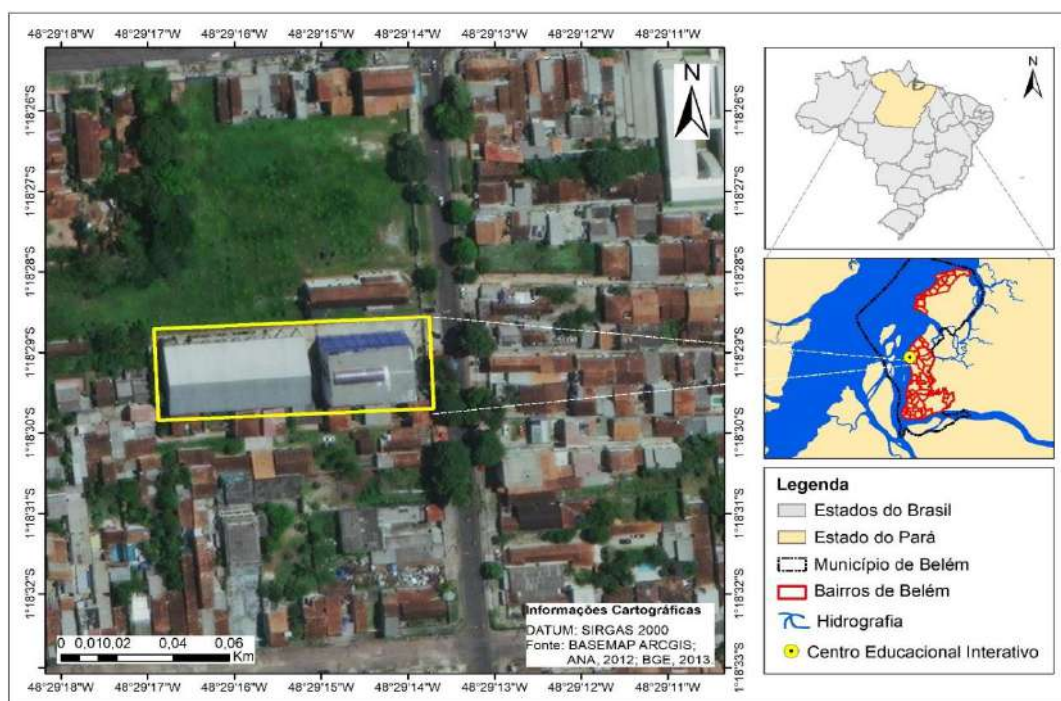


Figura 16: Localização da Escola. Fonte: Autor

A turma do 3º (Terceiro) ano do Ensino Médio, possui um total de 25 alunos, porém somente 12 alunos que se propuseram a participar. Há que se ressaltar que a sequência didática não foi aplicada a turma regular, pois a direção da escola nesse momento de implementação de robótica na escola ser muito recente, não teria equipamento suficiente para todos os alunos, logo a escola optou pelas aulas serem somente aos sábados e para aqueles alunos que tivessem interesse. Os 12 alunos que se propuseram a participar das aulas preenchem algumas características que Ausubel sugere para que a aprendizagem se torne significativa: a existência de material na estrutura cognitiva do sujeito, a predisposição para aprender, e o esforço decidido para aprender, no sentido cognitivo e afetivo. Esses aspectos foram avaliados no decorrer da aplicação de cada uma das sequências didáticas.

Antes do início das aulas, denominadas como “aula de Física – Eletrônica/Robótica”, houve-se a necessidade da construção do planejamento, a fim de definir junto à direção e a coordenação pedagógica da escola os horários das aulas, a organização do espaço, bem como os materiais de apoio logístico. As aulas foram realizadas aos sábados, de quinze em quinze dias, sendo que algumas vezes ocorreram alterações no horário da aula devido eventuais problemas ou ao calendário da escola. Estas aulas não constam na carga horária da disciplina Física, está se encontra como uma atividade extracurricular. A escola disponibilizou uma carga-horária de 4 (quatro) aulas por mês com duração de 50 (cinquenta) minutos cada, remunerada para o professor.

A escola conta com laboratório de ciência, onde adquiriu para as aulas de robóticas kits de Arduino básico (Figura 17), onde nesses constam: Placa de Arduino *UNO* e *Nano*, Protoboard, sensores de temperatura, ultrassônico, LED's da cor vermelho, verde e amarelo, Resistores de vários tipos, entre outros equipamentos eletrônicos.



Figura17: Kit Arduino básico adquirido pela escola.

A pesquisa foi avaliada qualitativamente nos aspectos da aprendizagem conforme preconiza Ausubel (MOREIRA, 2011b) e da aceitação da estratégia didática. Como um dos objetivos da avaliação é a evolução conceitual do aluno, em hipótese alguma poderemos concluir que os alunos se apropriaram do conceito pela maioria das respostas corretas. Por isso a análise do trabalho será em caráter qualitativo, e a estratégia será considerada exitosa caso: desperte o interesse do aprendiz ou a pré-disposição dele em aprender; indique indícios de evolução conceitual; seja aceita pelos alunos como atrativa e estimule sua curiosidade. Relembrando, o conhecimento é construído, aos poucos, e a aprendizagem significativa fica implícita à esta construção.

4.1 Descrição do Produto Educacional.

Aqui iremos detalhar melhor cada uma das etapas de aplicação do produto educacional desenvolvido através dos passos da UEPS, afim de facilitar a reaplicação ou reelaboração da sequência de ensino por outro docente que queiram melhorar sua prática em sala de aula. A baixo o Quadro 5 está representado as etapas/passos seguidos, bem como número de aulas e atividades desenvolvidas.

ETAPA / PASSOS	Nº DE AULAS	ATIVIDADES.
<i>Primeiro passo – Definição de conceitos</i>	1	• Apresentação da proposta de Ensino. • Questionário 1 • Debate do questionário 1 • Video
<i>Segundo passo – investigação de conhecimentos prévios</i>	2	• Questionário 2 • Debate do questionário 2
<i>Terceiro passo – Situações problema introdutórias</i>		• Atividade experimental com Arduino – acendimento das lâmpadas de LED.
<i>Quarto passo – Diferenciação progressiva</i>	4	• Textos. • Debate dos Textos. • Videos. • Atividade experimental com Arduino – Utilização do sensor Ultrassônico, entre outros.
<i>Quinto passo – Complexidade</i>	6	• Definição do cronograma para projetos. • Atividade experimental com Arduino – Utilização de alguns sensores do Arduino.
<i>Sexto passo – Reconciliação integrativa</i>		• Apresentação dos pré-projetos. • Apresentação dos projetos.
<i>Sétimo passo – Avaliação</i>	2	• Questionário 3 • Questionário 4
<i>Oitavo passo – Efetividade</i>	-----	• Analise da UEPS

Quadro 5. Sequência de aplicação da UEPS.

Cada aula tem duração de 50 minutos. No total foram utilizadas 15 horas-aula.

4.1.1 Sequências do Produto Educacional.

Primeiro passo – Definição de conceitos

Este primeiro passo tem como objetivo definir o tópico a ser trabalhado.

Nesse primeiro momento é passado aos alunos um questionário com perguntas sobre o que ele espera aprender nas aulas que serão ministradas e o que o aluno conhece sobre a Plataforma Arduino. Este questionário está disponível no Apêndice B.

Após o questionário ocorre uma conversa em roda onde o professor expõe aos alunos qual o conteúdo que serão abordados, com o objetivo de verificar o que os alunos já tem de conhecimento sobre o conteúdo de ondulatória. Após esta conversa e discussão sobre as respostas dadas pelos alunos no questionário 1, é passado um vídeo sobre Arduino e o que pode ser feito em relação a experimentos com a plataforma. Este vídeo está disponível em https://www.youtube.com/watch?v=PspXAYuf_RI

Segundo passo – investigação de conhecimentos prévios

Nesta etapa cria ou propõem situações-problema, que possa externalizar os conhecimentos prévios dos alunos;

No segundo encontro com os alunos, o professor(a) inicia a aula com um questionário com perguntas básicas sobre ondas e algumas questões de vestibulares, em específico do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que consta no Apêndice C. Este questionário tem como objetivo levar o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta.

Ao término dos questionários o professor(a) analisa algumas respostas dos questionários sem expor quais alunos derão as respostas, abrindo um debate sobre as respostas dos alunos, nesse momento o professor pode introduzir novas perguntas que também pode servir como perguntas provocantes. Como por exemplo:

- ✓ As luzes das lâmpadas estão piscando?
- ✓ Qual o intervalo de tempo entre uma piscar e outro?

- ✓ O olho humano consegue perceber a lâmpada de LED piscar?
- ✓ Se mudar a cor da lâmpada o que acontece com a frequência e o período?

Tais situações problema podem funcionar como organizadores prévios.

Terceiro passo – Situações problema introdutórias

Ao termino do debate dos questionários o professor(a) pede que os façam pequenos grupos, aqui sugerimos, grupos de 3 ou 4 alunos. As questões do questionário 2 e perguntas introduzidas no momento do debate servem como situação-problema em nível bem introdutório relevando os conhecimentos prévios dos alunos, estas situações problema podem atuar também como organizadores prévios;

O professor(a) ministra uma aula no Power point sobre a plataforma Arduino, mostrando como funciona, alguns termos da programação e alguns exemplos do que pode ser feito com o Arduino. Para baixar a IDE Arduino acesse o site oficial da Arduino (www.arduino.cc). No site, clique na aba Download.

Logo em seguida com o auxílio do professor é construída a programação na plataforma Arduino, para o acendimento de uma lâmpada de LED vermelha, juntamente com a montagem do equipamento experimental que se encontra no Apêndice D, com o intuito de se verificar a frequência e o período com que pisca uma lâmpada de LED vermelha.

No final da verificação o professor(a) deve propor aos alunos um desafio (que consta no final do Apêndice D): Se ocorrer a mudança de lâmpadas por outras cores o que ocorrerá com a frequência e o período das luzes das lâmpadas, comparadas com a luz da lâmpada vermelha?

Quarto passo – Diferenciação progressiva

Nesse passo o professor(a) utilizando textos e vídeos que envolvam ondas de modo geral e ondas sonoras mas especificamente o ultrassom.

Estes textos estão disponíveis no Anexo I e o vídeo pode ser encontrado em <https://www.youtube.com/watch?v=ntyLNwHoxlw>.

Tomando-se cuidado de se fazer um ambiente colaborativo o professor(a) separa os alunos novamente em grupos de três ou quatro alunos, tentando manter o mesmo grupo de alunos que pode vir a servir como futura análise de dados.

Nesse momento de debate dos textos entre professor(a) e alunos, o professor(a) pode e deve corrigir conceitos que não ficaram bem esclarecidos nas etapas anteriores passando por assuntos mais gerais e abrangentes, e ir para os conceitos mais específicos e isolados.

Logo após o debate o professor(a) passa para os alunos uma apostila com programação e montagem de um experimento utilizando o Arduino e um sensor ultrassônico, que está disponível em Apêndice E. Este momento também tem como objetivo a reconciliação integradora, fazendo com que os alunos retomassem mais uma vez os conceitos já visto anteriormente sobre Arduino e ondas. Nesse momento o professor(a) pode apresentar novos elementos de programação e sensores que podem ser acrescentados em projetos do Arduino.

Nesta etapa o número de aulas pode variar de 2 à 6 aulas, dependendo da quantidade de programações e sensores que professor(a) pretende demonstrar aos alunos. Sugerimos 4 aulas para esta etapa.

Quinto passo – Complexidade

No quinto passo é retomada as características mais relevantes do conteúdo de ondulatória através de comparação entre textos e os pequenos experimentos feitos com o Arduino. Neste passo é repassado aos alunos que criem um pequeno projeto que pode ser apresentado à toda escola por meio de uma feira de ciências ou pequena exposição. Nesse ponto o professor(a) pode determinar que os experimentos envolvam o sensor ultrassônico. Os alunos são divididos matendo os em grupos como anteriormente.

O quadro 6 pode servir como cronograma para alunos, com datas de entrega de projetos e apresentação.

ETAPAS/MÊS	data I	data II	data III
Escolha do Tema	X		
Levantamento bibliográfico e materiais	X	X	
Apresentação do pré-projeto		X	
Entrega do projeto		X	
Apresentação do projeto			X

Quadro 6: Próposta de cronograma de atividades para os alunos

A escolha do tema fica com atribuição dos alunos, porém isto não impede que o professor(a) interceda com pequenas diretrizes para orientar a escolha do assunto como, por exemplo, determinar que não seja nenhum assunto que esteja fora do conceito do trabalho investigado.

Sexto passo – Reconciliação integrativa

Nesta etapas é retomar novamente os aspectos mais relevantes e gerais da matéria de ensino, buscando assim a reconciliação integradora.

O sexto passo iniciou-se com a apresentação dos pré-projetos que os alunos apresentaram para os outros grupos e o professor(a), que ocorrera em data estabelecida pelo professor(a) no cronograma do quadro 6.

Neste momento o professor(a) tem o papel de resolver inconsistências, em conceitos que ainda não ficaram muito bem esclarecidos, integrando significados, fazer superordenações de conhecimentos, caso necessário. Faz-se uma análise do projeto, tentando identificar pontos de melhorias para novas aplicações do mesmo tema ou de um novo caso necessário.

Sétimo passo – Avaliação

Nesta etapa é passado um questionário 3 (pós-teste) que podem ser as mesmas questões do questionário 2 (pré-teste) à de se ressaltar que os alunos não podem saber que as questões serão as mesmas e também no momento em que for passado aos alunos não é avisado para eles que são as mesmas questões. Lembrando que este teste constam questões discursivas e questões objetivas que estão relacionados com o conteúdo ministrados

A avaliação desta UEPS deve acontecer de maneira somatória e diversificada, levando-se em conta o desenvolvimento do aluno(a) no decorrer das atividades. Soma-se as notas do questionário (pré-testes e pós-teste), apresentação dos pré-projetos e apresentação projetos.

Como sugestão, as notas de questionário terão um valor de 20% (vinte por cento) da nota final do aluno, o pré-projeto onde os alunos se envolvem mais terá 50% (cinquenta por cento) da nota total e a apresentação do projeto terá 30% (trinta por cento), assim fechando os 100% (cem por cento) da nota total do aluno que corresponde a 10 (dez) pontos da nota final.

Este modelo de avaliação busca superar velhos modelos de ensino, aprendizagem e avaliação, que são padronizadores, seletivos, excludentes, arbitrários e desumanizadores, em que o professor transmite ao aluno conteúdos prontos e definitivos e este os recebe e memoriza como coisa indiscutível e absoluta (DA SILVA LIMA, 2010).

Oitavo passo – Efetividade

Para finalizar as UEPS é feita uma análise qualitativa do professor(a) sobre as evidências de que ocorreu uma aprendizagem significativa por partes dos alunos e uma avaliação dos alunos sobre a estratégia de ensino abordada durante esse período através de um questionário, no momento da última aula, que se encontra em Apêndice F.

Como mencionado em alguns momentos são apresentadas sugestões de materiais e até mesmo sugestões da postura do professor para conduzir os momentos. É válido destacar que a didática de cada professor é peculiar e seu fazer pedagógico é de acordo com sua realidade.

4.2 Aplicação do Produto Educacional.

Neste tópico descreveremos como foi a aplicação do Produto Educacional em uma turma do 3º ano do Ensino Médio do Centro Educacional Interativo como já mencionado anteriormente.

Primeiro passo – Definição de conceitos

No primeiro momento, foi passado aos alunos um questionário contendo três questões, as quais indagavam sobre o que eles esperavam aprender nas aulas; se já haviam tido conhecimento sobre a plataforma Arduino e o que eles sabiam sobre eletrônica e robótica, (Figura 18).

Após os alunos entregarem o questionário, houve uma conversa em roda sobre o conteúdo diversos de Física, porém focando nos assuntos de eletrodinâmica e de ondulatória, onde foi apresentado o conteúdo a ser ministrado nas aulas seguintes e onde pode-se observar o interesse dos alunos sobre as aulas que viram a ser ministradas.

Este questionário está disponível no Apêndice B e um vídeo sobre tecnologias que utilizam o Arduino que pode ser encontrado pelo site https://www.youtube.com/watch?v=PspXAYuf_RI



Figura 18. Preenchimento do questionário 1 primeiro encontro.

O material a ser introduzido e apresentado antes do material a ser aprendido, em si, em nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade; segundo Ausubel (1968, 2000), sua principal função é a de servir como conectivo entre o que o aprendiz já sabe e

o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente.

Para a realização dessa primeira passo foi utilizada uma aula com duração de 50 (cinquenta) minuto.

Segundo passo – investigação de conhecimentos prévios

No segundo encontro com os alunos, a aula começou com um questionário (pré-teste) com perguntas básicas sobre ondas e algumas questões de vestibulares, em específico do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), como mostra na Figura 19. Este questionário consta no Apêndice C. Algumas questões são abertas discursivas e outras objetivas, algumas destas questões serão novamente refeitas no final de toda as seis etapas para que possa fazer-se uma comparação dos conhecimentos que o aluno tinha antes da metodologia e depois do método aplicado, um pós-teste. Moreira (2011a) considera que o maior objetivo dessa interação envolvendo professor, estudante e materiais educativos é promover o compartilhamento de significados.



Figura 19. Alunos no segundo encontro, questionário 2.

Ao término dos questionários foi analisada algumas respostas dos questionários sem expor quais alunos deram tais respostas. O professor pede que os alunos formem grupos de três alunos para discutir algumas das questões do questionário, abrindo um debate sobre as respostas dos alunos, nesse momento o professor introduziu novas perguntas que também serviram, como perguntas provocantes. Como por exemplo:

✓ As luzes das lâmpadas estão piscando?

- ✓ Qual o intervalo de tempo entre uma piscar e outro?
- ✓ O olho humano consegue perceber a lâmpada de LED piscar?
- ✓ Se mudar a cor da lâmpada o que acontece com a frequência e o período?

Tais situações problema também funcionou como organizadores prévios.

Terceiro passo – Situações problema introdutórias

Ao término do segundo passo, algumas perguntas do questionário 2 que geraram maior duvidas e perguntas feitas no debate se tornaram situações problema.

Após o debate das perguntas, foi ministrada uma aula no Power Point sobre a plataforma Arduino, apresentando o funcionamento da ferramenta, alguns termos da programação e alguns exemplos do que pode ser feito com o Arduino. Ao término da aula, com o auxílio do professor, foi construída a programação na plataforma Arduino para o acendimento de uma lâmpada de LED vermelha, juntamente com a montagem do equipamento experimental (Apêndice D), com o intuito de se verificar a frequência e o período com que pisca uma lâmpada de LED vermelha (Figura 20). No final da verificação foi proposto aos alunos um desafio: se ocorrer a mudança de lâmpadas por outras cores, o que ocorrerá com a frequência e o período das luzes das lâmpadas, comparadas com a luz da lâmpada vermelha?



Figura 20: Montagem do experimento de acendimento das lâmpadas de LED, para verificação de frequência e período das ondas.

Para a realização do segundo e terceiro que foram feitas no mesmo dia, foi foram utilizadas duas horas aula com duração de 50 (cinquenta) minutos cada.

Quarto passo – Diferenciação progressiva

A diferenciação progressiva foi realizada utilizando textos e vídeos sobre ondas sonoras, mais especificamente a respeito do ultrassom. Os textos estão disponíveis no anexo I. A fim de tornar a sala de aula um ambiente colaborativo, novamente os alunos foram divididos em grupos de três, tentando manter o mesmo grupo de alunos para a futura análise de dados.

O objetivo da leitura dos textos e de assistir os vídeos, foi a formação de organizadores, já que neles haviam alguns conceitos sobre ondas e ultrassons, bem como aplicações no dia-a-dia. É importante destacar que os textos eram trocados entre os grupos, a fim de que o conteúdo dos textos distribuídos fosse conhecido por todos os alunos (Figura 21).



Figura 21: Alunos fazendo a leitura dos textos.

Segundo Moreira (2011b) a diferenciação progressiva pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado

conceito ou uma proposição, por exemplo resultante da sucessiva utilização desse um conceito anterior para dar significado a novos conhecimentos.

Após a leitura de todos os textos e assistirem um vídeo que esta disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=ntyLNwHoxlw>, foi aberto um debate sobre os conteúdos que neles continham.

Foi passado para os alunos uma apostila com programação e montagem de um experimento utilizando o Arduino e um sensor ultrassônico, que está disponível em Apêndice E. Esta etapa teve como objetivo a reconciliação integradora, fazendo com que os alunos retomassem mais uma vez os conceitos já vistos anteriormente sobre Arduino e ondas. Também nesta etapa foi apresentada novos elementos de programação e sensores que podueram ser acrescentados em projetos do Arduino (Figura 22).



Figura 22 : Alunos trabalhando a tecnologia do Arduino aplicada a Física na prática.

Para a realização do quarto passo foI utilizada 4 (quatro) horas-aula.

Quinto passo – Complexidade

No quinto passo foram retomadas as características mais relevantes do conteúdo de ondulatória através de comparação entre textos e os pequenos experimentos feitos com o Arduino.

Nesta etapa, foi pedido aos alunos que criassem um pequeno projeto de robótica, o qual seria apresentado à toda escola na feira de ciências, realizada no início do mês novembro. Para esse projeto o professor determinou que os experimentos envolvessem o sensor ultrassônico. Novamente os alunos foram divididos em grupos de três.

Como a feira de ciências ocorreu praticamente dois meses depois da determinação desse projeto, os alunos tiveram um tempo maior de pesquisa, bem como de interação com a plataforma Arduino. Com ajuda do professor, foi criado um cronograma (Quadro 7) para que as equipes repassassem as suas ideias aos outros grupos e ao professor.

Ao relacionar a aprendizagem e ensino, o professor se apresenta como um mediador entre o conhecimento e o aluno. Cabe ao professor apresentar aos alunos significados socialmente aceitos. Essa visão expõe que, sem a interação social, ou sem intercambio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal¹⁵, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo (MOREIRA; MASSONI, 2016).

¹⁵ É a distância existente entre o que a criança consegue fazer de forma independente e o que ela consegue realizar de forma assistida ou com o auxílio do professor, pais ou outra criança em um nível de desenvolvimento mais avançado (FINO; 2001)

ETAPAS/MÊS	SETEMBRO	OUTUBRO	Início de NOVEMBRO
Escolha do Tema	X		
Levantamento bibliográfico e materiais	X	X	
Apresentação do pré-projeto		X	
Entrega do projeto		X	
Apresentação da feira de ciências			X

Quadro 7: Cronograma de atividades dos alunos

A escolha do tema ficou como atribuição dos alunos, porém isto não impede que o professor(a) interfira com pequenas diretrizes para orientar a escolha do assunto como, por exemplo, determinar que não seja nenhum assunto que esteja fora do conceito do trabalho investigado. Segundo (HERNÁNDEZ; VENTURA, 2017), após a escolha do tema, inicia-se de fato o projeto. Uma vez escolhido o assunto é estabelecido uma série de hipóteses em termos do que se quer saber, das perguntas que deve responder, etc.

Nesta etapa procurou-se para o desenvolvimento do tema, estudar e atualizar as informações em torno do tema escolhido, propiciar um local de desenvolvimento e de interesse dos alunos (no caso, a própria escola), utilizar materiais que permitam transmitir ao grupo a atualidade e funcionalidade do projeto.

Segundo (VITAL; GUERRA, 2014)

Um ambiente de aprendizagem será favorável à medida que os alunos, enquanto desempenham o papel de investigadores, discutam explicitamente as características do fazer científico, estimulados pelas investigações realizadas em sala de aula. Indubitavelmente, uma adequada compreensão da natureza epistêmica, histórica, sociológica, ética e política da ciência é uma questão prioritária na educação científica [...] (p. 234)

Neste momento pode-se evidenciar o comprometimento dos alunos nas atividades.

Sexto passo – Reconciliação integrativa

O sexto passo iniciou-se com a apresentação dos pré-projetos que os alunos apresentaram para os outros grupos e o professor, que ocorreu no mês de Outubro, onde os alunos deixam de ser meros receptores de conhecimento e passam a ser transmissores de conhecimentos para os colegas e até mesmo para o professor.

Neste momento foi feito pelo professor pequenas correções em conceitos que não ficaram muito bem esclarecidos.

Ainda no mês de Outubro os alunos entregaram o projeto final, onde foram realizadas as últimas alterações com a ajuda dos outros grupos e do professor.

Os passos 5 e 6 tiveram a duração de 6 horas aulas, com culminância na feira de ciências da escola.

Sétimo passo – Avaliação

A avaliação desta UEPS aconteceu de maneira somatória e diversificada, levando-se em conta o desenvolvimento do aluno(a) no decorrer das atividades. Somaram-se as notas do questionário, testes, apresentação dos pré-projetos e apresentação na feira de ciências.

As notas do questionário tiveram um valor de 20% (vinte por cento) da nota final do aluno, o pré-projeto onde os alunos se envolvem mais terá 50% (cinquenta por cento) da nota total e a apresentação do projeto na feira de ciências terá 30% (trinta por cento), assim fechando os 100% (cem por cento) da nota total do aluno que corresponde a 10 (dez) pontos da nota final.

Para finalizar a avaliação foi passado um pós-teste com as mesma questões passadas anteriormente no questionário 2, o qual foi passado aos alunos na segunda aula. É importante destacar que os alunos não sabiam que as questões seriam as mesmas.. Este questionário, foi denominado como questionário 3 (pós-teste), que esta disponível no Apêndice F.

Nesse pós-teste constam questões discursivas e questões objetivas que estão relacionadas com o conteúdo ministrado, bem como sobre os projetos apresentados na feira de ciências. O objetivo da aplicação desse questionário foi avaliar se o aluno(a) conseguiu estabelecer relações do que estudou no projeto em diferentes situações, realidades ou conteúdo.

Oitavo passo – Efetividade

Para finalizar as UEPS foi feita uma análise qualitativa do professor sobre as evidências de que ocorreu uma aprendizagem significativa por partes dos alunos e uma avaliação dos alunos sobre a estratégia de ensino abordada durante esse período através de um questionário, denominado de questionário 4, no momento da última aula, Apêndice G. Este questionário foi dividido em duas partes: a primeira parte uma avaliação do aluno sobre a postura do professor durante a estratégia e a segunda o aluno avalia a estratégia utilizada.

Capítulo 5

ANÁLISE DE RESULTADOS

Como citado anteriormente foram realizados oito passos de uma UEPS onde os passos foram avaliados, o questionário 2 (pré-teste), a construção dos projetos, a apresentação dos projetos na feira de ciências, o questionário 3 (pós-teste) e o questionário 4 (Avaliação da metodologia).

O questionário 1 tem como objetivo verificar os conhecimentos prévios que o aluno já possui sobre os conteúdos de elétrica e se tem algum conhecimento sobre a plataforma arduino. Este questionário é composto de 3 (três) questões abertas dissertativas, dando liberdade para o aluno se expressar de maneira menos formal.

A primeira pergunta feita aos alunos foi feita com o intuito de saber o que ele, aluno espera aprender no final destas atividades. “O que você espera aprender nas aulas de eletrônica?”

A maioria das respostas está relacionada com o conteúdo de eletrodinâmica, os alunos tem interesse de se aprofundar mais no conteúdo. A resposta do aluno A5 também nos mostra que o nome dado a disciplina (Física – Eletrônica) remete muito aos alunos o conteúdo de elétrica, que está sendo ministrado na escola e a criação de robôs.

A segunda pergunta se refere ao Arduino. “Você já ouviu falar algumas vez sobre placa de Arduino? Se sua resposta for Sim o que?”

Na segunda pergunta apenas dois alunos responderam que sim, porém não lembravam ou não sabiam do que realmente se trava o Arduino. Devido a esse fato também se fez necessário passar informações sobre o que era o Arduino antes de se começar as atividades.

A terceira pergunta foi referente ao nível de conhecimento que o aluno tinha sobre programação. “Você sabe alguma coisa sobre programação computacional? Se sua resposta for Sim, qual programa você conhece?”

Na terceira pergunta apenas um aluno respondeu que sim, porém a resposta do aluno não se trava de fato sobre programação e sim de programas existentes no computador.

Com a análise do primeiro questionário podemos ter uma noção do conhecimento que os alunos tinham sobre a plataforma Arduino, e assim produzir uma aula adequada ao nível de conhecimento dos alunos.

5.1 Análise das respostas subjetivas.

Iremos analisar e comparar as respostas dadas pelos alunos nos questionários 2 (pré-teste) e 3 (pós-teste) por partes, primeiros as subjetivas e depois as objetivas, para podermos verificar se houve uma evolução nos conceitos de ondas por parte dos alunos. O conhecimento prévio é, de acordo com Ausubel (1968), a variável que mais influencia a aprendizagem significativa. Neste sentido, esse foi um momento muito importante da proposta a ser aplicada.

5.1.1 Análise do questionário 2 (Pré-teste).

No questionário 02 (pré-teste) buscou-se saber sobre os conhecimentos prévios que os alunos tem sobre os conceitos de ondulatórias em especial sobre ondas mecânica, eletromagnéticas e ondas sonoras onde o trabalho está fundamentado.

Neste questionário procuramos intercalar perguntas sobre ondas mecânicas e eletromagnéticas para tentar evitar o mecanicismo das respostas.

A primeira pergunta procuro saber se o aluno(a) já havia visto uma onda e que dessem um exemplo de onda.

As respostas como de esperado foram quase todas sim, dando como exemplo de ondas, ondas em praias e lagos. Porém uma única resposta teve um não, a resposta do aluno A12, que corresponde a 8% do total dos alunos (Figura 23), este responde que nunca viu uma onda, pois estas não podem ser vistas, somente sentidas.



Figura 23. Gráfico da pergunta 01 questionário 02.

A Figura 24, a resposta do aluno A12 e sua respectiva transcrição.

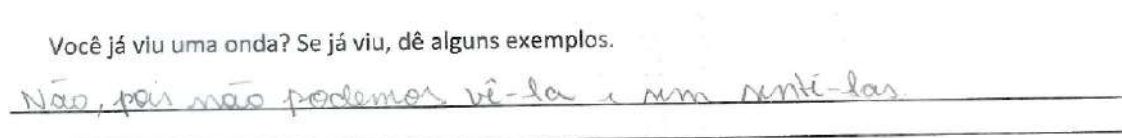


Figura 24. Resposta do aluno A12.

Transcrição da resposta do aluno A12: “*Não, pois não podemos vê-la e sim senti-las*”.

Observa-se pela resposta da maioria dos alunos (11(onze) alunos ou seja 92%), que os alunos associam o movimento oscilatório a ondas no mar.

A segunda pergunta está relacionada a sensação de já ter sentido alguma vez uma onda. “Você já sentiu uma onda? Se já sentiu, de algum exemplo.”

Todos os alunos responderam que já haviam sentido uma onda, que representamos na Figura 25.



Figura 25. Pergunta 02, questionário 02.

Mais uma vez as respostas estavam associadas as ondas no mar, porém algumas respostas davam como exemplos as ondas sonoras como na resposta do aluno A8 (Figura 26). Chamou-nos a atenção que todas as respostas até então estão associadas as ondas mecânicas e nenhuma fez referência as ondas eletromagnéticas, também nos leva a crer que em um primeiro pensamento os alunos relacionam ondas à algo palpável como as ondas no mar.

Você já sentiu uma onda? Se já sentiu, dê alguns exemplos.

Sim, uma promovida por um som alto.

Figura 26. Resposta do aluno A8 referente a segunda questão do questionário 2.

Transcrição da resposta do aluno A8: “*Sim, uma promovida por um som alto*”.

A terceira pergunta buscou-se saber se os alunos sabiam o que eram as ondas eletromagnéticas com a seguinte pergunta, “Você sabe o que é uma onda eletromagnética? Você já viu alguma? Se sim, de alguns exemplos.”

Alguns alunos não sabiam o que era a onda eletromagnética porém sabiam dar exemplos de ondas e em sua grande maioria foi a luz do Sol dada como exemplo (Figura 27).

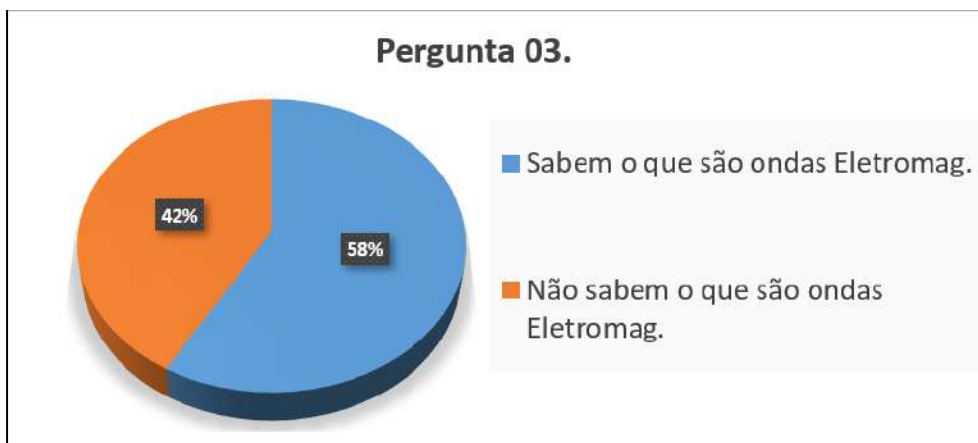


Figura 27. Pergunta 03, questionário 02.

O aluno A1 deu como resposta que sabia o que era uma onda eletromagnética porém nunca havia visto alguma, não dando exemplos sobre as ondas (Figura 28).

Você sabe o que é uma onda Eletromagnética? Você já viu alguma? Se sim, de alguns exemplos

Sim, Não

Figura 28. Resposta do aluno A1 referente a terceira questão do questionário 2.

A resposta do aluno A1 nos leva a crer, que este aluno pode não ter o conhecimento cientificamente correto do conceito de onda eletromagnética, já que não sabe dar nenhum exemplo desse tipo de ondas, fazendo pensar que outros alunos que responderam, que sabem o que é onda eletromagnética também não possuem o conceito aceito cientificamente do que é uma onda eletromagnética.

A quarta e última pergunta discursiva faz referência as ondas sonoras com a seguinte pergunta: “ Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de algum exemplo.”

A maior parte dos alunos (67%) sabiam o conceito de ondas sonoras e deram respostas satisfatórias quanto o conceito de ondas mecânica e exemplos de ondas sonoras, porém quatro alunos (33%), os alunos (A1; A2; A6; A9) não sabiam o que eram ondas sonoras. A Figura 29, representa a quantidade de alunos que sabem o que é onda sonora e não sabem.

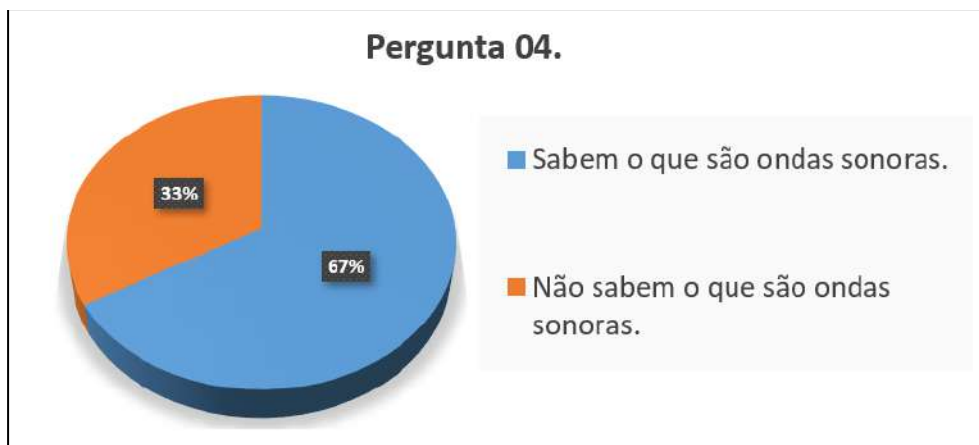


Figura 29. Pergunta 04, questionário 02.

A seguir são apresentadas respectivamente as respostas dos alunos que não sabem o que são ondas sonoras:

Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

Não, não sei

Figura 30. Resposta do aluno A1 referente a quarta questão do questionário 2.

Transcrição da resposta do aluno A1: “*Não, não sei*”.

Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

Não muito bem

Figura 31. Resposta do aluno A2 referente a quarta questão do questionário 2.

Transcrição da resposta do aluno A2: “*Não muito bem*”.

Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

Sim, o timbre

Figura 32. Resposta do aluno A6 referente a quarta questão do questionário 2.

Transcrição da resposta do aluno A6: “*Sim, o Timbre*”. Nesse momento verifica-se que o aluno A6 apresenta algum conhecimento sobre as ondas, pois o discente responde “timbre” quando se refere as ondas sonoras, porém nota-se que os conceitos não estão bem estabelecidos, pois em conversa com o aluno ele sabia que o timbre fazia parte de

um conteúdo que ele havia estudado sobre as ondas sonoras, porém não sabia explicar o que.

Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

Não

Figura 33. Resposta do aluno A9 referente a quarta questão do questionário 2.

Transcrição da resposta do aluno A9: “Não”.

Ao comparar as respostas dadas nas questões 3 e 4 com as respostas das duas primeiras percebeu-se que os alunos sabem dar exemplos de ondas mecânicas, porém não está bem estabelecido o conceito de onda e as características de ondas tanto mecânica quanto eletromagnéticas.

O objetivo desse passo foi atingido pois os alunos conseguiram externalizar os conhecimentos prévios, aceitos ou não no contexto da matéria de ensino, que de acordo com Moreira (2011a) é supostamente relevante na aprendizagem significativa.

5.1.2 Análise do questionário 3 (Pós-teste).

Após os seis passos foi passado novamente como já mencionado o pós-teste, com o objetivo de avaliar o avanço conceitual dos alunos.

Na primeira pergunta todos os alunos (100%) como esperado continuo como respostas, que já haviam visto ondas, porém os exemplos, não foram somente ondas no mar ou em lagos como foram as respostas adquiridas no questionário 2.

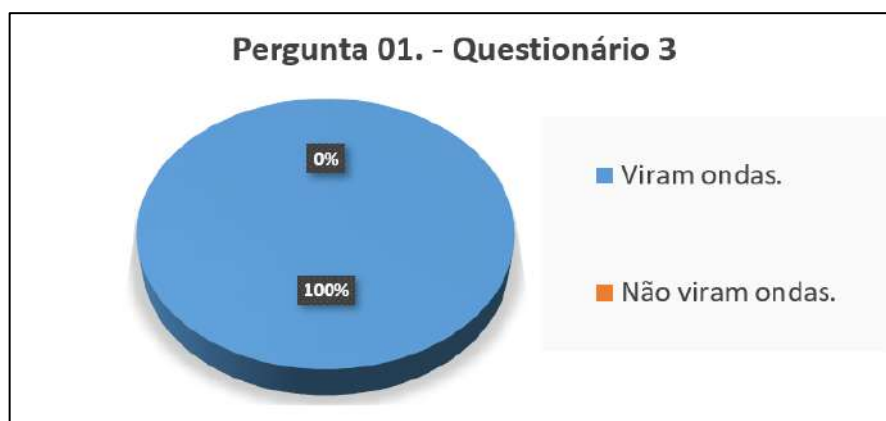


Figura 34. Pergunta 01, questionário 03.

Também nos chamou a atenção a respostas do aluno A12, este teve um avanço conceitual na sua resposta (Figura 35), comparada com a resposta do pré-teste, (Figura 24).

Você já viu uma onda? Se já viu, dê alguns exemplos.

Sim, as ondas marítimas as quais são classificadas como ondas mecânicas, que no caso são as perturbações.

Figura 35. Resposta do aluno A12 referente a primeira questão do questionário 3.

Transcrição da resposta do aluno A12: “*Sim, as ondas marítimas as quais são classificadas como ondas mecânicas, que no caso são as perturbações*”.

Pode-se supor que houve no aluno uma significativa melhora nos seus conhecimentos sobre os conceitos de ondas mecânicas que ele já possuía. Para Braathen (2012) a aprendizagem ocorre com a incorporação de conhecimento novo na estrutura cognitiva do estudante, e pode ser associado a um conhecimento prévio, relacionado e relevante, já existente nessa estrutura cognitiva.

Na segunda pergunta do questionário a evolução conceitual pode ser apreciada novamente, pois nesse momento não somente na forma dada como resposta de ondas mecânicas, em algumas respostas foram citadas ondas eletromagnéticas, como luz visível e raio-X. Novamente 100 % dos alunos já haviam sentido uma onda (Figura 36).

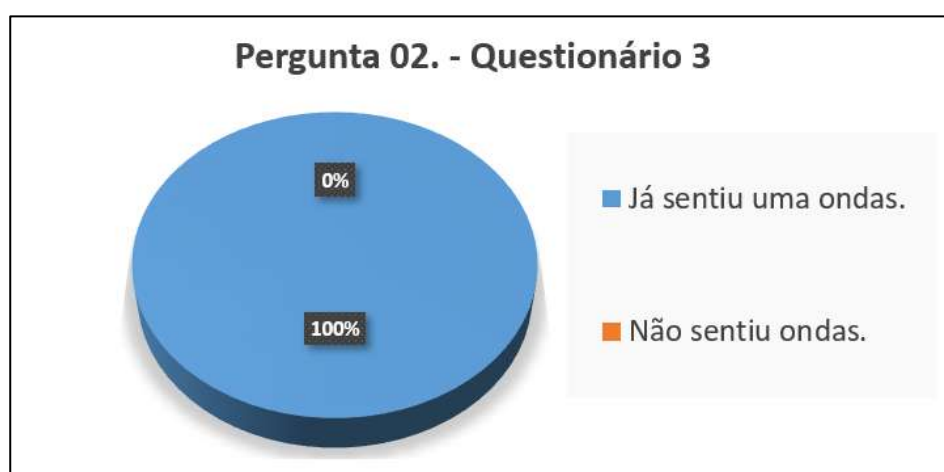


Figura 36. Pergunta 02, questionário 03.

Podemos fazer a comparação das respostas do aluno A8 que se encontra na Figura 26 com a do pós-teste.

Você já sentiu uma onda? Se já sentiu, dê alguns exemplos.

Sim, a luz do sol como onda eletromagnética e ondas sonoras das caixas de som.

Figura 37. Resposta do aluno A8 referente a segunda questão do questionário 3.

Transcrição da resposta do aluno A8: “*Sim, a luz do Sol como ondas eletromagnéticas e ondas sonoras das caixas de som*”.

Verifica-se que o aluno agora passa a associar as ondas não somente as ondas mecânicas, mas as ondas eletromagnéticas passando a dar exemplos.

Na pergunta três 100% dos alunos responderam que sabem o que é uma onda eletromagnética (Figura 38), porém não pode-se afirmar que os alunos sabem de fato conceito de ondas eletromagnéticas, pois alguns alunos responderam somente como resposta “*Sim*”.

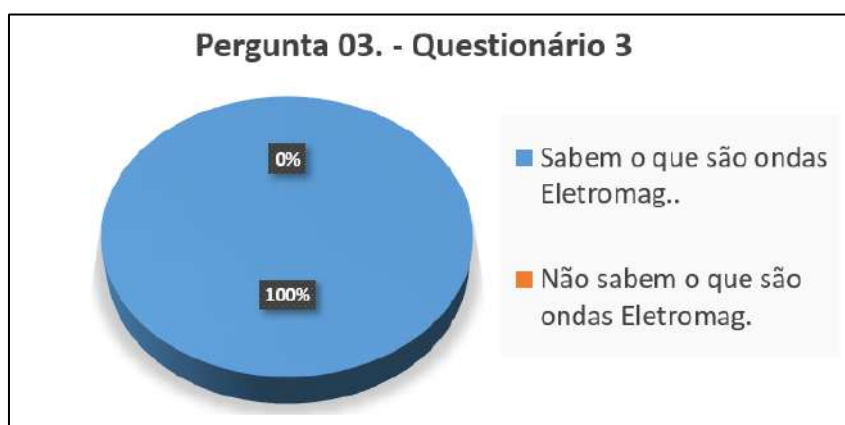


Figura 38. Pergunta 03, questionário 03.

Analisando a resposta do aluno A1 que foi mencionada anteriormente (Figura 28) o aluno mostrou um avanço conceitual sobre as ondas respondendo de maneira cientificamente correta e dando exemplos de ondas, coisa que não demonstrou saber (Figura 39)

Você sabe o que é uma onda Eletromagnética? Você já viu alguma? Se sim, de alguns exemplos

Sim, uma onda eletromagnética é aquela que não precisa de um meio material para se propagar. Como exemplo: a luz

Figura 39. Resposta do aluno A1 referente a terceira questão do questionário 3.

Transcrição da resposta do aluno A1: “*Sim, uma onda eletromagnética é aquela que não precisa de um meio material para se propagar, como exemplo a luz*”.

Na última pergunta subjetiva dos questionários que foi referente as ondas sonoras também tivemos uma evolução conceitual quando comparadas as respostas dos alunos que não sabiam ou deram respostas que não tinham um conceito cientificamente corretos (Figura 40).

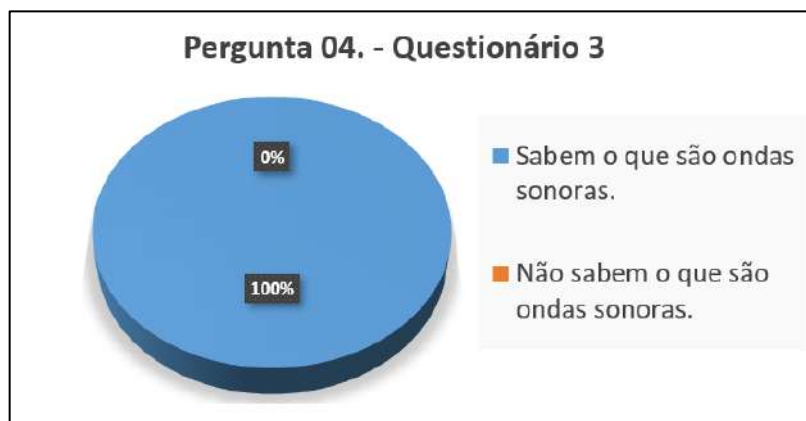


Figura 40. Pergunta 04, questionário 03.

As respostas dos alunos, quando comparados os dois questionários aplicados, evidencia que todos conseguiram absorver algum significado sobre o conceito de ondas mecânicas.

Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

Sim, ondas de som

Figura 41. Resposta do aluno A1 referente a quarta questão do questionário 3.

Transcrição da resposta do aluno A1: “*Sim, ondas de som*”.

Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

Sim. É uma onda causada por uma perturbação em um meio. O som

Figura 42. Resposta do aluno A2 referente a quarta questão do questionário 3.

Transcrição da resposta do aluno A2: “*Sim. É uma onda causada por uma perturbação em um meio. O som*”.

Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

É uma onda mecânica que se propaga conforme o meio em que se encontra. Onda como a voz.

Figura 43. Resposta do aluno A6 referente a quarta questão do questionário 3.

Transcrição da resposta do aluno A6: “*É uma onda mecânica que se propaga conforme o meio em que se encontra. Onda como a voz*”.

Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

Sim. Quando ouvimos música, quando falamos etc.

Figura 44. Resposta do aluno A9 referente a quarta questão do questionário 3.

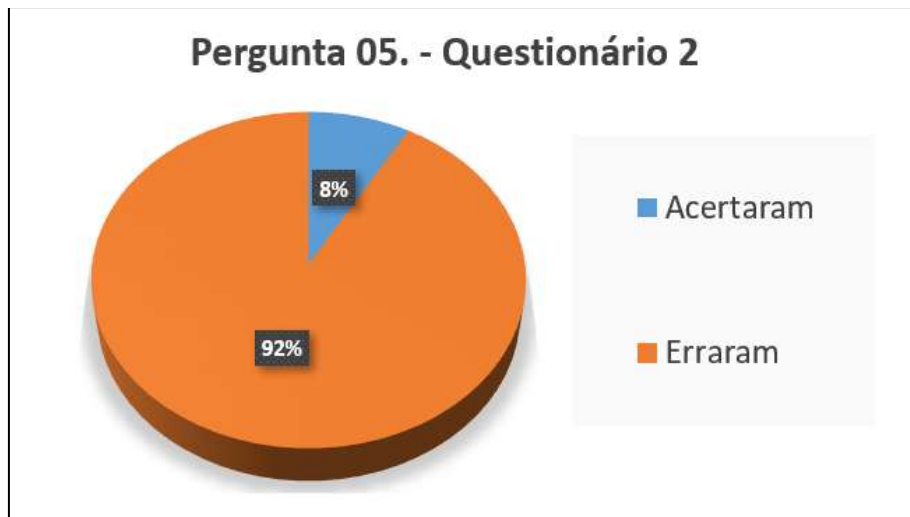
Transcrição da resposta do aluno A9: “*Sim, quando ouvimos uma música, quando falamos, etc.*”.

Após amplo debate e reflexão, todas as respostas produzidas pelos alunos e textos sobre ondas e os projetos trabalhados durante toda a metodologia demonstram o avanço conceitual, referentes as ondas, tanto mecânicas quanto eletromagnéticas.

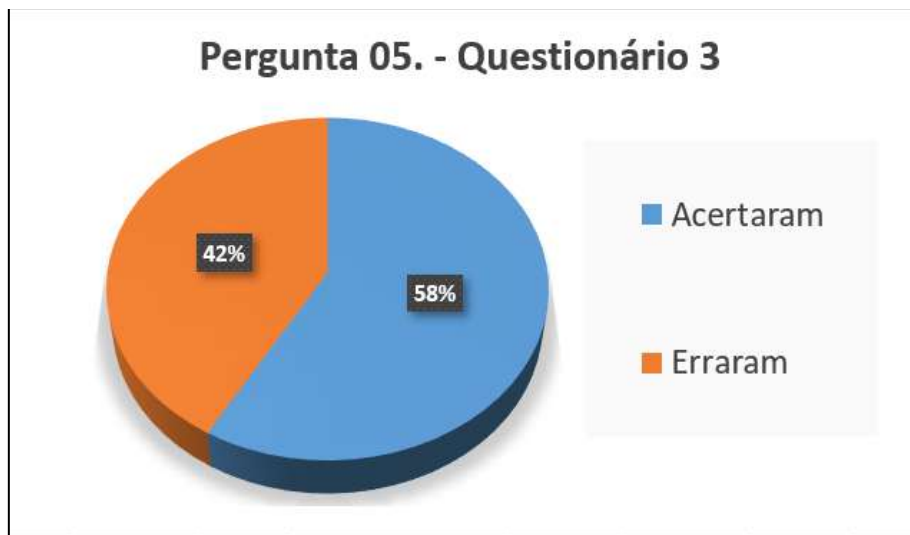
5.2 Análise das respostas objetivas dos questionários 2 e 3.

Iremos analisar e comparar as respostas dadas pelos alunos nos questionários 2 (pré-teste) e 3 (pós-teste) nas questões objetivas, utilizaremos gráficos em formato de pizza com porcentagens onde poderemos verificar o percentual de acertos e erros comparando os testes e se houve ou não uma melhora significativa nos conceitos de ondas.

A questão 5 faz referência ao sensor de estacionamento comuns em veículos automotivos, onde buscou-se saber se o aluno tinha noção de leitura de gráfico, onde se perguntava sobre intensidade e frequência das ondas refletidas em um sensor ultrassônico.



(a)

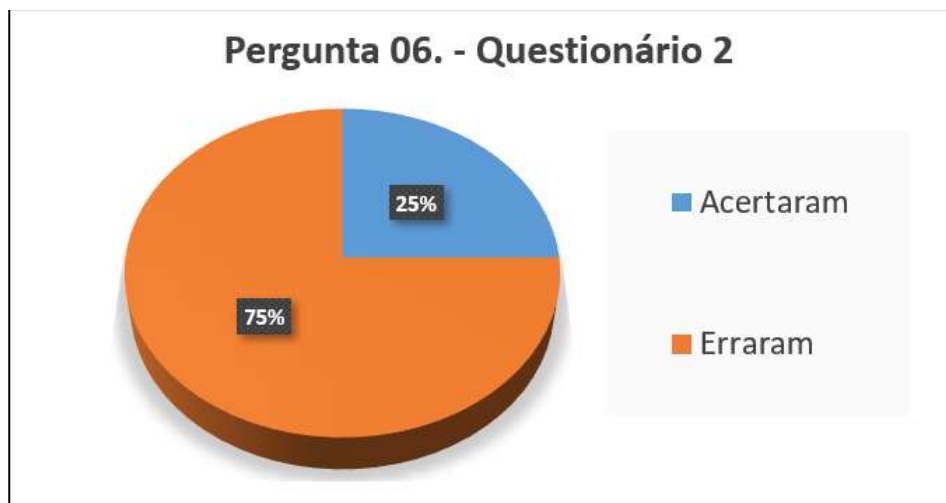


(b)

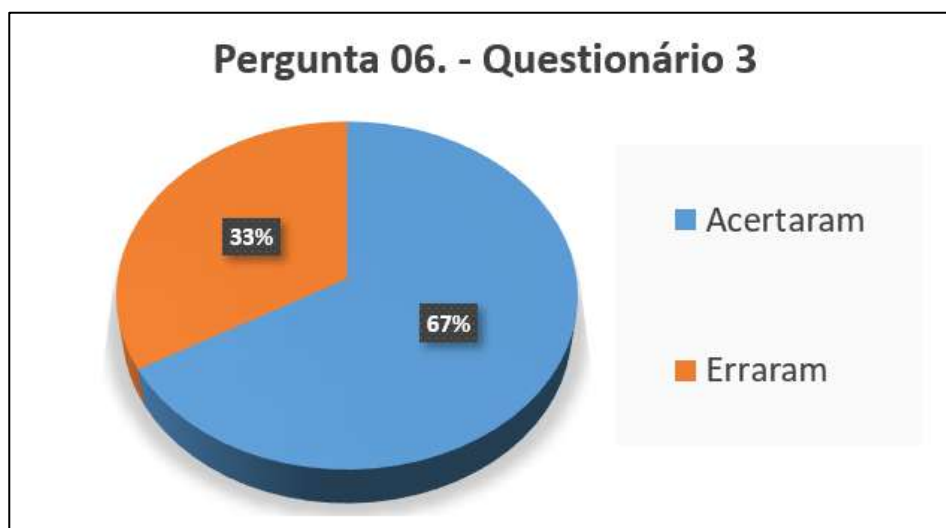
Figura 45. Questão 5 dos questionários 2 (a) e questionário 3 (b)

Verifica-se na comparação entre os gráficos da Figura 45 (a) e 45 (b) que antes da metodologia ser aplicada apenas 8% dos alunos responderam corretamente à questão e depois da metodologia ser aplicada tivemos um percentual superior a 50% dos alunos obtendo a resposta correta da pergunta 5.

Na questão 6 buscamos saber se o aluno tem a habilidade de reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos como no ultrassom.



(a)

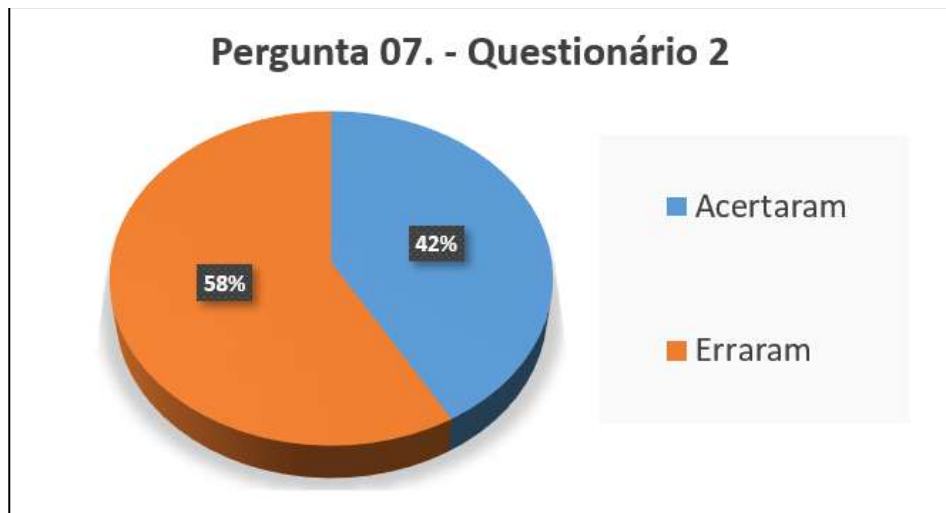


(b)

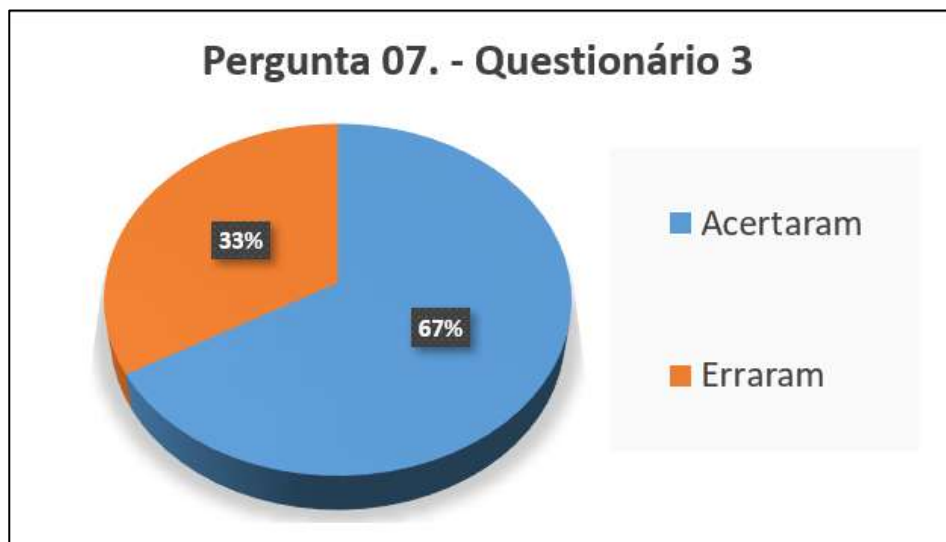
Figura 46. Questão 6 dos questionários 2 (a) e questionário 3 (b)

Pode-se verificar que também houve um aumento significativo de respostas corretas referentes a questão 6, onde apenas 25% dos alunos haviam acertado Figura 46 (a) e após a metodologia 67% dos alunos responderam corretamente Figura 46 (b).

Na questão 7 mais uma vez buscamos saber se o aluno tinha conhecimento sobre reflexão de ondas, velocidade, período, frequência das ondas, aplicadas ao dia-dia, como eco localização que alguns animais como golfinhos, baleias e morcegos usam para se situar no espaço onde vivem.



(a)

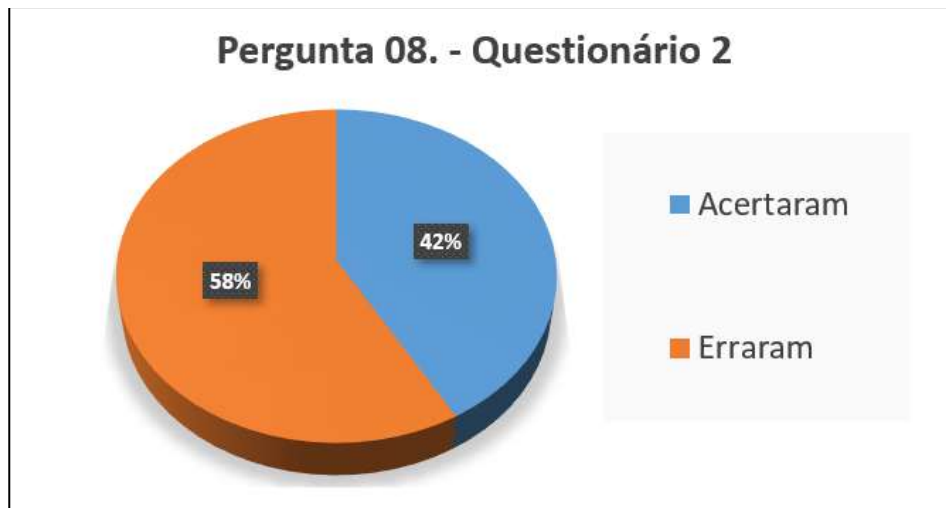


(b)

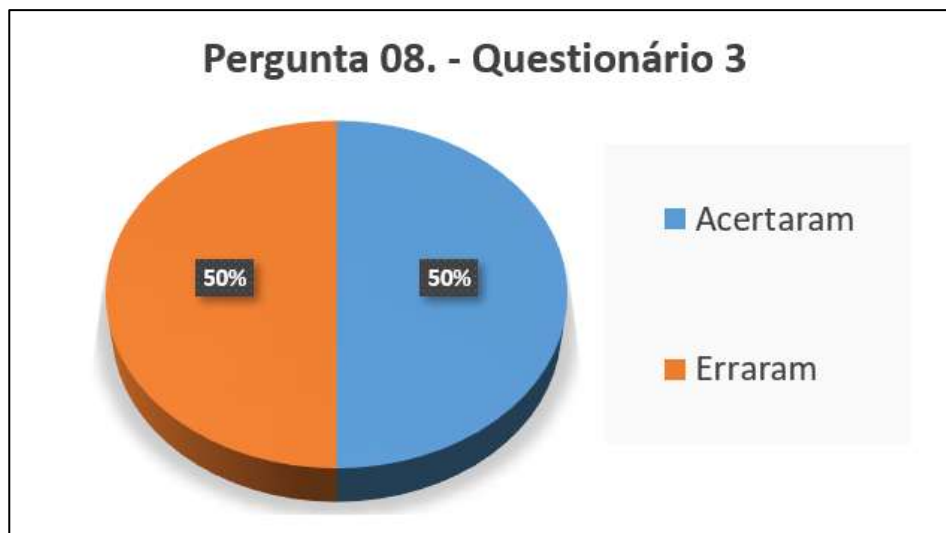
Figura 47. Questão 7 dos questionários 2 (a) e questionário 3 (b).

A questão 7 também mostrou uma melhora em acertos de questões que passou de 42% (Figura 47 (a)) para 64 % de acertos (Figura 47 (b)).

Na última questão objetiva dos questionários foi uma questão direta sobre o conceito de ultrassom.



(a)



(b)

Figura 48. Questão 7 dos questionários 2 (a) e questionário 3 (b).

A questão 8 foi a que apresentou um percentual menor de avanço do conhecimento dos alunos, quando comparadas com as demais questões, porém ainda assim teve uma melhora de 8% comparada com a do questionário 2.

O método de repetir um questionário após a aplicação da feira de ciências mostrou-se adequado para fazer uma avaliação sobre a aprendizagem significativa. De fato pode-se notar uma evolução da qualidade do conhecimento de ondas por parte dos alunos, tanto nas respostas subjetivas quanto nas respostas objetivas. Além de ficar evidente a conexão pelos alunos do sensor ultrassônico com os fenômenos de Física na ondulatória.

5.3 Avaliação qualitativa do projeto e apresentação da feira de Ciências.

Avaliação tanto do projeto como da feira de ciências se deu ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado.

Na apresentação dos pré-projetos evidenciou-se mais uma vez a aprendizagem significativas nos alunos, pois segundo Moreira (2012b), quando um aluno aprende mecanicamente um conteúdo ocorre que o que é aprendido e não relacionado ao que já é conhecido pelo aprendiz em seu cotidiano já a aprendizagem significativa, por sua vez, é o que ocorre quando um novo conhecimento se incorpora, por assim dizer, com ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva, com o qual se relaciona e seja relevante em relação ao que já é conhecido.

Alguns projetos propostos pelos alunos foram descartados, pois precisariam de equipamentos que a escola não dispunha no momento e pelo valor desses equipamentos não teve condições de adquirir. Porém em conversa com a direção da escola, tem-se a perspectiva de adquirir novos equipamentos para projetos futuros. Coube ao professor ajudar com ideias no novo projeto do grupo.

No momento de preparação para a feira de ciências percebeu-se a compreensão, que evidenciem construção de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência de conhecimento entre os alunos. Ainda nesse momento houve o maior engajamento dos alunos com a UEPS. Observou-se esse fato pela disputa entre os elementos dos grupos em manusear o aparato experimental e as frequentes requisições para que o professor esclarecesse pontos que não estavam evidentes sobre do experimento e alguns conceitos físicos, como quando o aluno A13 perguntou sobre perda de energia dos pulsos de ondas refletidos.

Fala do aluno A13

*Professor, quando a onda bate no obstáculo ela não perde energia?
Então se ela perde energia, isso não iria fazer com que nós a
escutássemos?*

Nesse momento coube ao professor sanar as dúvidas do aluno, pois esta pergunta serviu como um gatilho para novas dúvidas dos alunos sobre os experimentos. Segundo

(BRAATHEN,2012), professores são necessários ao processo, eles, na verdade, são os guias que mostram o caminho, os motivadores, os incentivadores e os exemplos para os seus alunos. Destaca-se ainda que nesse momento foi possível perceber que os próprios alunos começaram a sanar as dúvidas dos outros colegas, deixando de ser simples receptores e passando a ser geradores de conhecimento.

Os alunos também colaboram uns com os projetos dos outros. Além disso, a maioria das pessoas aprendem mais facilmente quando a execução de tarefas e atividades práticas estão envolvidas no processo de aprendizagem (CONRAD,2005), de forma que a robótica pode ser usada como ferramenta pedagógica que oferece uma experiência do tipo “aprender fazendo” (BADA et al. 2013, AHLGREN, 2002).

Foram desenvolvidos pelos alunos protótipos de óculos ultrassônicos para portadores de necessidades visuais, semáforos sonoros e luminoso, radar ultrassônicos e sensor de estacionamento de um carrinho de controle remoto.

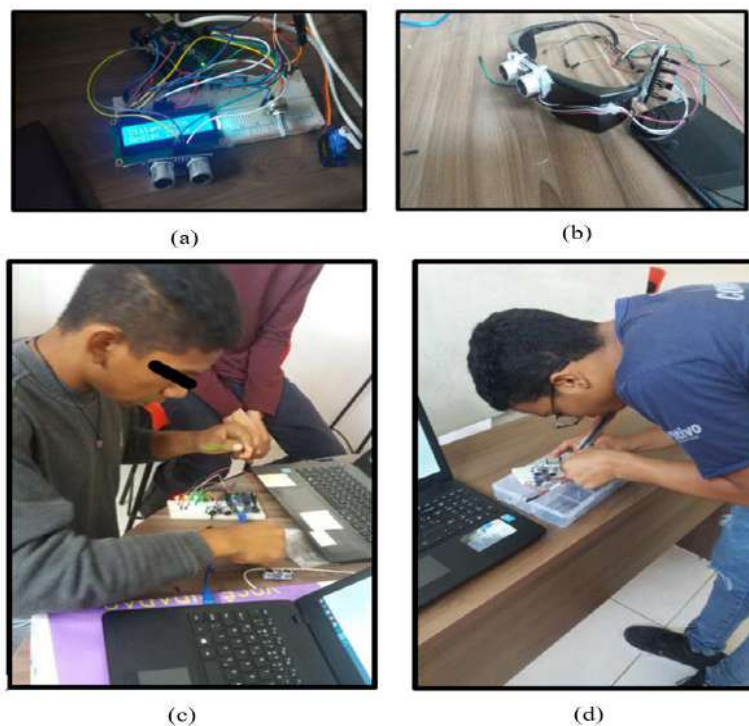


Figura 49. Construção dos projetos para a feira de ciências.

A Figura 49 (a) sensor ultrassônico que mostra a distancia dos objetos em um leitor de tela de cristal líquido, com tela de 16x2.

A Figura 49 (b) é um prótotipo de um óculos ultrassônico com o objetivo de auxiliar deficientes visuais, funcionando de maneira semelhante ao sensor de

estacionamento, quando a pessoa que estiver com o protótipo se encontrar a 40 cm de um obstáculo este irá soar um bip com intervalos de 1s (um segundo) entre um bip e outro, avisando a pessoa que há um obstáculo a sua frente.

A Figura 49 (c) representa o protótipo de um sensor de estacionamento de um carrinho de controle remoto, a medida que o carrinho se aproxima de um obstáculo que estiver a 20 cm de distância uma buzina (sensor buzzer do Arduino) dará um bip, quando o carrinho estiver a 10 cm, outro bip, com uma frequência diferente irá soar e quando o carrinho estiver a 5 cm do obstáculo teria um som ininterrupto.

A Figura 49 (d) mostra o aluno construindo protótipo de um radar que detecta objetos que se aproximam ou afastam-se do sensor ultrassônico simulando animais, como o morcego que detectam presas e obstáculos através de ultrassons.

Estes projetos foram apresentados na feira de ciências da escola e tiveram um grande destaque na feira, sendo premiados na escola como os melhores projetos. Estes também geraram interesse da escola em investir mais no projeto de robótica já que a grande maioria dos alunos procuraram a direção para participarem no ano seguinte da turma de robótica.

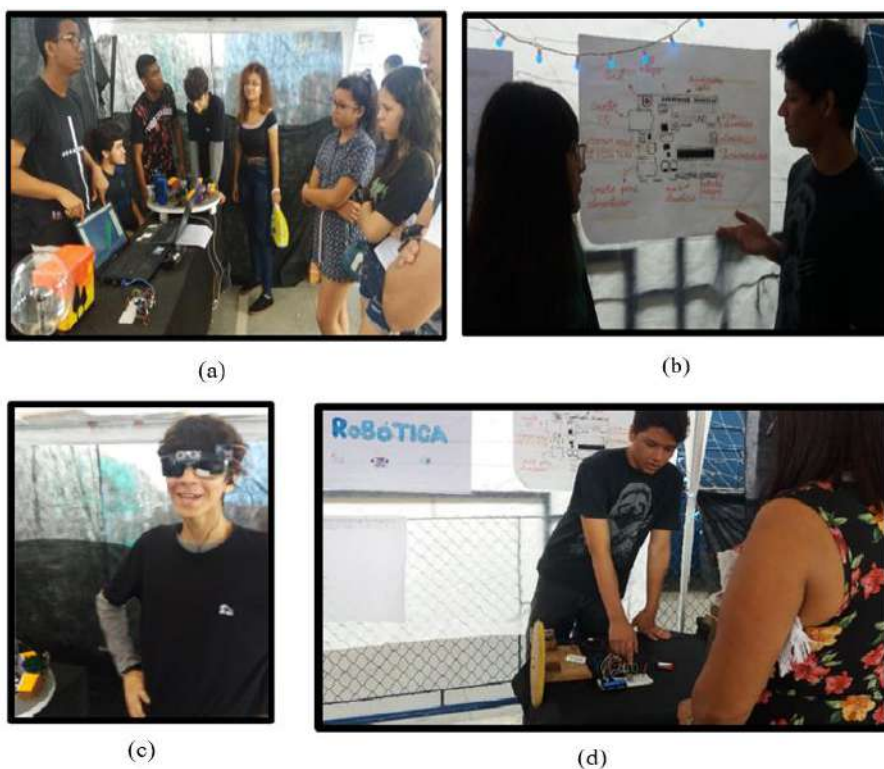


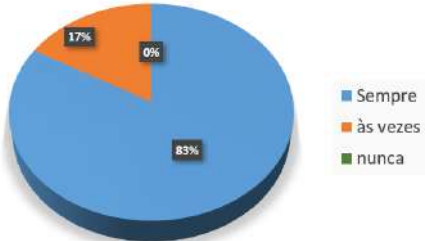
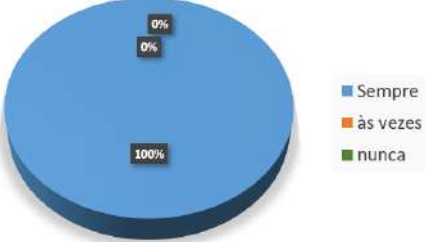
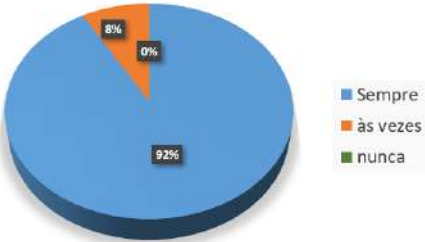
Figura 50. Aplicação dos projetos na feira de ciências.

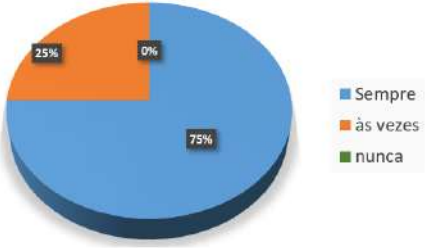
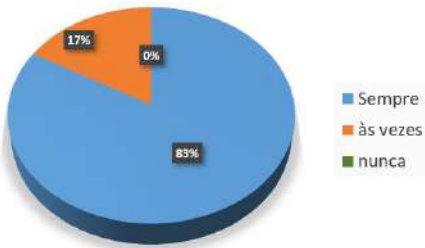
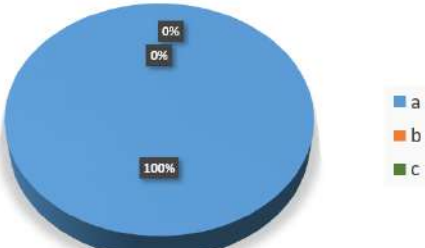
A figura 50 (a) mostra apresentação dos alunos na feira de ciencias, aluno apresentando o radar ultrassônico. A figura 50 (b) alunos apresentando por meio de cartaz funções da placa Arduino UNO. A figura 50 (c) Aluno demonstrando como funciona o prótótico do óculos ultrassônico para deficientes visuais. A figura 50 (d) aluno demonstrando o funcionamento do sensor ultrassônico medindo distância que aparece na tela de cristal líquido.

5.4 Avaliação dos alunos sobre a estratégia abordada.

O questionário de opinião aplicado na turma de robótica foi para verificar qual, na ótica dos alunos, a contribuição para a aprendizagem que a plataforma Arduino trouxe no Ensino e Aprendizagem sobre ondas.

O Quadro 8 mostra os resultados da primeira parte do questionário 4, referente a avaliação do aluno sobre a postura do professor.

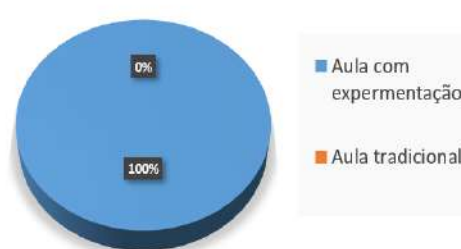
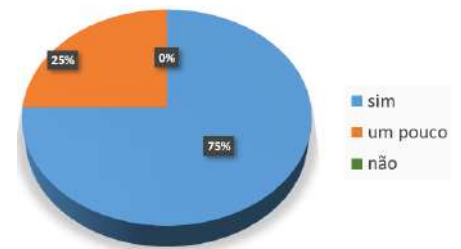
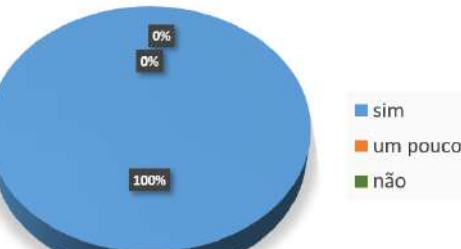
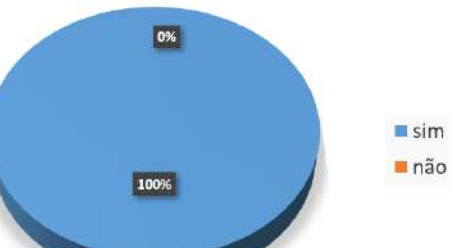
Apresenta com clareza as tarefas?	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sempre</td> <td>83%</td> </tr> <tr> <td>às vezes</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>nunca</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Sempre	83%	às vezes	17%	nunca	0%
Resposta	Porcentagem								
Sempre	83%								
às vezes	17%								
nunca	0%								
Auxilia durante as aulas, tirando dúvidas?	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sempre</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>às vezes</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>nunca</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Sempre	100%	às vezes	0%	nunca	0%
Resposta	Porcentagem								
Sempre	100%								
às vezes	0%								
nunca	0%								
Estimula o interesse pela matéria?	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sempre</td> <td>92%</td> </tr> <tr> <td>às vezes</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>nunca</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Sempre	92%	às vezes	8%	nunca	0%
Resposta	Porcentagem								
Sempre	92%								
às vezes	8%								
nunca	0%								

Estabelece relação entre a teoria e a experimentação?	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sempre</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>às vezes</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>nunca</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Sempre	75%	às vezes	25%	nunca	0%
Resposta	Porcentagem								
Sempre	75%								
às vezes	25%								
nunca	0%								
Busca tornar as aulas interessantes e dinâmicas?	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sempre</td> <td>83%</td> </tr> <tr> <td>às vezes</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>nunca</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Sempre	83%	às vezes	17%	nunca	0%
Resposta	Porcentagem								
Sempre	83%								
às vezes	17%								
nunca	0%								
Em relação a postura do professor durante a aula experimental: a) - Foi diferente do habitual, o que possibilitou que nos alunos participássemos mais da aula através de perguntas e comentários b) - Foi diferente do habitual, entretanto achei que a mudança não nos incentivou a participação da aula através de perguntas e comentários. c) - Foi a mesma postura que tem durante as outras aulas sem equipamento de demonstração.	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	a	100%	b	0%	c	0%
Resposta	Porcentagem								
a	100%								
b	0%								
c	0%								

Quadro 8. Avaliação do aluno sobre a postura do professor.

Percebeu-se pelas respostas dos alunos que em relação a postura, o professor se comportou de maneira diferente da habitual, buscando ensinar os alunos de forma diferenciada, tentando sanar dúvidas que surgiram, levando o aluno a pensar e relacionar o conteúdo trabalhado com situações do cotidiano.

Em relação a estratégia abordada o Quadro 9 mostra a opinião dos alunos sobre a mesma.

Você prefere aulas tradicionais com o professor explicando o conteúdo em sala de aula ou aula com a utilização de experimentação utilizando a plataforma Arduino? a) - Aula tradicional b) - Aula com experimentação	 A 3D pie chart with a blue slice representing 100% and an orange slice representing 0%. The legend indicates blue for 'Aula com experimentação' and orange for 'Aula tradicional'.
Você acredita que a utilização da estratégia utilizada pelo professor/pesquisador nesse semestre foi útil?	 A 3D pie chart with a blue slice (75%), an orange slice (25%), and a green slice (0%). The legend indicates blue for 'sim', orange for 'um pouco', and green for 'não'.
Você acha que a utilização da plataforma Arduino facilita a organização de suas idéias?	 A 3D pie chart with a blue slice representing 100%, and orange and green slices representing 0% each. The legend indicates blue for 'sim', orange for 'um pouco', and green for 'não'.
Algum comentário/resposta ou alguma pergunta feita pelo professor ajudou-o a entender melhor a demonstração?	 A 3D pie chart with a blue slice representing 100% and an orange slice representing 0%. The legend indicates blue for 'sim' and orange for 'não'.

Quadro 9. Avaliação do aluno sobre a estratégia utilizada pelo professor.

Verificou-se pelas respostas dadas pelos alunos que a estratégia utilizada foi bem aceita pela turma, onde a plataforma Arduino e comentários feitos pelo professor na visão dos alunos auxiliaram na aprendizagem do conteúdo de ondulatória. Em relação a plataforma Arduino ser ou não ser útil nas aulas de Física, 100% dos alunos acharam útil a utilização da plataforma, onde é possível confirmar os dados nas respostas de dois alunos na Figura 51 e 52.

Caso você tenha achado útil a utilização da plataforma Arduino nas aulas de física, cite pelo menos um motivo que justifique sua resposta.

É útil porque

Podemos interagir e aprender o conteúdo bem a aula tradicional, aprendendo por nós mesmos. Experimentando a sensação de também ser um "mini professor".

Figura 51. Resposta do aluno A2 referente a última questão do questionário 4.

Transcrição da resposta do aluno A2: “Podemos interagir aprender o conteúdo bem, a aula tradicional, aprendendo por nós mesmos. Experimentando a sensação de também ser um mini professor”.

Caso você tenha achado útil a utilização da plataforma Arduino nas aulas de física, cite pelo menos um motivo que justifique sua resposta.

É útil porque

Desenvolve o intelecto na área dos conhecimentos tecnológicos, incentiva a busca de mais conhecimento, ajuda a compreender o funcionamento das teorias na prática, desenvolve projetos importantes para o conhecimento do aluno.

Figura 52. Resposta do aluno A11 referente a última questão do questionário 4.

Transcrição da resposta do aluno A11: “Desenvolve o intelecto na área dos conhecimentos tecnológicos, incentiva a busca de mais conhecimento, ajuda a compreender o funcionamento das teorias na prática, desenvolve projetos importantes para o conhecimento do aluno”.

O propósito deste tipo de estratégia didática é verificar evolução conceitual por parte dos alunos, mesmo que seja sutil, como observado em nosso trabalho. A metodologia adotada foi bem aceita pelos alunos (relato verbal e escrito) que participaram ativamente. Apesar da ocorrência de alguns problemas com a programação do Arduino, que são considerados normais, pelo fato da estratégia utilizada não forçar em programação e o cansaço dos alunos por se tratarem de alunos do terceiro ano do Ensino Médio que estavam na preparação do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), a

estratégia pode ser considerada exitosa tão somente por despertar o interesse destes alunos.

Com isso acreditasse que a análise dos dados da pesquisa realizada no Centro Educacional Interativo, no Ensino Médio, caracterizando a importância da aplicação de novas tecnologias como instrumento capaz de melhor e atender as expectativas educacionais, também melhorar o desempenho dos alunos nas avaliações internas da escola e as externas, como provas de Faculdades particulares e do ENEM.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou elaborar um produto educacional com objetivo de auxiliar o professor a aperfeiçoar as aulas sobre os conceitos de ondas, através da produção, aplicação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com a finalidade de contribuir no processo de ensino-aprendizagem de ondas.

Um manual de montagem e instalação de softwares e a disponibilização dos scripts dos softwares utilizados foi apresentado como uma alternativa de sequência didática para aplicação do produto, construída em várias etapas.

Os planejamentos das atividades apresentadas são norteados pela Teoria da aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e aplicação e avaliação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) por Moreira (2011b).

Buscou-se despertar no aluno o interesse e o esforço para aprendizagem significativa, visando inserir os conteúdos em uma perspectiva que tenta contemplar os anseios dos alunos por um ensino mais condizente com a realidade tecnológica que vivem, permitindo aos mesmos perceberem a utilização de computadores, sensores, motor, entre outros, para realização de tarefas que antes não se via na escola como a utilização do laboratório pouco usado pelos professores e passando a mensagem que o estudo de ciências pode ser mesclado com a utilização de tecnologias modernas.

A compreensão qualitativa da aplicação desta metodologia, desafiou os alunos a participar ativamente do processo de ensino aprendizagem. A escolha de várias atividades serviu para tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes, motivando assim a participação de todos e a exposição das evidências de aprendizagem significativa, apresentadas durante toda a aplicação.

Com base nas análises da avaliação dos questionário (questionário Pré-teste e Pós-teste) que foram respondidas antes e depois da utilização da plataforma Arduino, que aqui serviu como uma facilitadora da aprendizagem, e da participação dos alunos nos projetos e apresentação na feira de ciências, constatou-se que muitos conceitos equivocados dos alunos sobre ondas foram transformados por conceitos aceitos cientificamente na Física Ondulatória.

Espera-se ainda que, com a aplicação do produto, os(as) alunos(as) obtenham uma consolidação conceitual advinda do exercício crítico, e que este avanço se faça perceber na discussão de outros tópicos do currículo regular, em período posterior ao encerramento desta prática.

Entende-se que a forma de avaliação proposta aqui, que não define numericamente uma nota para cada etapa do processo, deixando livre o docente para realizar tal estipulação, pode trazer dificuldades aos estudantes na interpretação de seus resultados. A ideia é refletir e entender, de maneira preliminar, como a avaliação foi construída na presente proposta didática e como esta pode ser adaptada e reformulada pelo docente que a realizará em sala de aula.

Estes resultados positivos na aceitação das estratégias apresentadas aqui possibilitam e incentivam a continuar utilizando as UEPS no Ensino. Desse modo conclui-se que o produto pode contribuir para o objetivo de ensinar ondas para os alunos do Ensino Médio preenchendo uma lacuna da formação do aluno nesse período.

Referências Bibliográficas

AHLGREN, D. J. (2002) Meeting educational objectives and outcomes through robotics education. In: **Proceedings of the 5th Biannual World Automation Congress**. IEEE, 2002. p. 395-404.

ANDRADE, C. C. de. O ensino da matemática para o cotidiano. 2013. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

ARAÚJO, M. S. M. de, et al. Levantamento topológico de conceitos: avaliação de uma metodologia de ensino na disciplina de Biologia. 2017.

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: < <https://www.arduino.cc> >. Acesso em: 22/07/2019.

AROCA, R. V. Plataforma Robótica de Baixíssimo Custo para Robótica Educacional. 2012. 132 f. Tese (Doutorado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

AUSUBEL, D.P. (1968). Educational psychology – a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. (2000). The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.

AUSUBEL, D. P. (2003). Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. *Lisboa: Plátano, 1*.

BADA, J. K.; LAAMANEN, M.; MIIRO, E. A Project-based Learning approach for teaching Robotics to Undergraduates. **Makerere Journal of Higher Education**, 2013, 5.1: 35–47.

BESSA, V. da H. (2011): **Teorias da Aprendizagem**. 2ª. ed. – Curitiba: IESDE Brasil S.A.

BRAATHEN, P. C. (2012). Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, 1(1), 63-69.

BACICH, L.; MORAN, J.. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Penso Editora, 2018.

BÓSON TREINAMENTO EM TECNOLOGIA. **Arduino – O que são as Bibliotecas**. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/arduino/arduino-o-que-sao-as-bibliotecas/>>. Acesso em: 25 julho 2019.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Políticas de Formação, Materiais Didáticos e de Tecnologias para a Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 2013.

BUCHWEITZ, B. (2016). Aprendizagem significativa: idéias de estudantes concluintes de curso superior. **Investigações em ensino de Ciências**, 6(2), 133-141.

CAMBRUZZI, E.; DE SOUZA, R. M. O uso da robótica educacional para o ensino de algoritmos. **Anais do V Encontro Anual de Tecnologia da Informação**, 2014.

CARVALHO, A. M. P. D., & D PEREZ, G. (1993). **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**.

CASTRO, L. H. M. D. (2016). **O uso do Arduino e do Processing no ensino de Física**. Dissertação (Dissertação em Ensino de Física) – UNIRIO. Rio de Janeiro, p. 15. 2016.

CONRAD, J. M. (2005) Stiquito for robotics and embedded systems education. **Computer**, 38.6: 77-81.

COSTA. R. (2017), **Como medir distâncias com sensor ultrassônico – (hc-sr04) e arduino**. Disponível em: <<https://eletronicaparatodos.com/como-medir-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-arduino/>>. Acesso em: 24 julho 2019.

DA SILVA LIMA, K.; TENÓRIO, A. C.; BASTOS, H. F. B. N. (2010). Concepções de um professor de Física sobre avaliação: um estudo de caso. **Ciência & Educação** (Bauru), 16.2: 309-322.

DE SOUZA SILVA, J. L., et al. (2011) RecArd: Robô baseado na plataforma Arduino como facilitador no processo de ensino-aprendizagem multidisciplinar. **Revista Novas Tecnologias na Educação RENOTE**, 12.2.

FONSECA, E. G. P.; VEJA, A. S. Tutorial Sobre Introdução a Projetos Utilizando o Kit de Desenvolvimento Arduino. **Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Cobenge. Blumenau FURB, 2011.

FINO, C. N. (2001). Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, 14, 273-291.

LEMO, E. S. (2011). The meaningful learning theory and its relationship with teaching and research on teaching. *Aprendizagem Significativa Revista [Internet]*, 1(3), 47-52.

GLENNIE, J., et al. Open educational resources and change in higher education: **Reflections from practice**. 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física Vol. 2. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora SA. (2009)

HEWITT, P. Física Conceitual-12. Bookman Editora, 2015.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio. Penso Editora, 2017.

LIBÂNEO, J. C. Didática. 5ª. ed. São Paulo: Cortez. 2003.

MARTINAZZO, C. A., TRENTIN, D. S., FERRARI, D., PIAIA, M. M. (2014). Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. **PERSPECTIVA**, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, setembro/2014.

MCROBERTS, M. (2015). Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino. Novatec Editora.

MOK, H. N. (2011). Student usage patterns and perceptions for differentiated lab exercises in an undergraduate programming course. **IEEE transactions on Education**, 55(2), 213-217.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre-RS, 2009.

MOREIRA, M. A. (2011a) Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, 1.2: 43-63.

MOREIRA, M. A. (2011b) Potentially meaningful teaching units-PMTU. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, 2011, Vol. 1, N. 2, pp. 43-63

MOREIRA, M. A. (2012a) 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 2012. Aceito para publicação, **Qurriculum**, La Laguna, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. (2012b). Organizadores prévios e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. *Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel*, (1982), 4ª Edição. São Paulo: Editora Centauro, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. *Noções básicas de epistemologia e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de sequências de ensino-aprendizagem em ciências/física*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

NOVAK, J. D. Aprender. criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceptuaisTM como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. **Lisboa: Plátano edições técnicas**, 1998.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas, calor*. Editora Blucher, 2018.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI C. D. H. (2011). *Teorias de aprendizagem*. Porto Alegre: Evangraf, UFRGS.

PAPERT, S. (1994) **A máquina das crianças**. Porto Alegre: Artmed,

PAULA, E. M. A. T.; MENDONÇA, F. W. *Psicologia do Desenvolvimento*. 3. ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.

PATSKO, L. F. *Aplicações, funcionamento e utilização de sensores*. Maxwell Bohr Instrumentação Eletrônica, 2006.

PINK, D. H. **Drive**: The surprising truth about what motivates us. Penguin, 2011. ISBN – 1 – 101 -52427-8

RIBEIRO, R. J.; DA SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. Organizadores prévios para Aprendizagem Significativa em física: O formato curta de animação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 2012, 14.3: 167-183.

SANTO, E. DO E.; LUZ, L. C. S. DA. DIDÁTICA NO ENSINO SUPERIOR: PERSPECTIVAS E DESAFIOS. Saberes: Revista **interdisciplinar de Filosofia e Educação**, n. 8, 18 ago. 2013.

SANTOS, A. V.; ARCHANJO, P. C. V. “Aprendizagem significativa no contexto escolar”, Revista **Atlante**: Cuadernos de Educación y Desarrollo (octubre 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/atlante/2017/10/aprendizagem-cotexto-escolar.html>

SCHONS, C.; PRIMAZ, E.; WIRTH, G. A. P. (2004) Introdução a robótica educativa na instituição escolar para alunos do ensino fundamental da disciplina de língua espanhola através das novas tecnologias de aprendizagem. In: **Anais** do I Workshop de Computação da Região Sul.

SOUSA, P. M. L. (2006). Aprendizagem auto-regulada no contexto escolar: uma abordagem motivacional. Psicologia.pt a: 2004-10-21. Disponível em: <<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0295.pdf>> Acesso em 17 de Novembro de 2019.

TAVARES, R. (2010) Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Brazilian Journal of Computers in Education**, 2010,18.02: 04.

VAZZI, M. R. G. D. (2017). *O Arduino e a Aprendizagem de Física*: um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/190769>>. Acesso em: 15 de Novembro de 2019.

VITAL, A; GUERRA, A. A natureza da ciência no ensino de física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2014, 31.2: 225-257.

APÊNDICES

Apêndice A
PRODUTO EDUCACIONAL.



O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitadora do
Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS

José Floriano da Veiga Farias Júnior

Produto Educacional apresentada ao
Programa de Pós-Graduação Universidade
Federal do Pará 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(es):
Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

Belém
02/2020

SUMÁRIO.

<u>Apêndice A PRODUTO EDUCACIONAL.</u>	105
1. <u>Apresentação.</u>	108
2. <u>Referencial Terico.</u>	109
<u>2.1 Teoria de Aprendizagem Significativa.</u>	109
<u>2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa UEPS.</u>	110
3. <u>Descrição das aulas.</u>	113
<u>3.1 Aspectos Sequenciais da UEPS.</u>	114
4. <u>Referências</u>	120
<u>APÊNDICE B – Questionário 1</u>	122
<u>APÊNDICE C – Questionário 2</u>	124
<u>APÊNDICE D - Estudo do período e frequência de ondas, através da lâmpada de led.</u>	127
<u>APÊNDICE E – Apostila ultrassônico</u>	130
<u>APÊNDICE F - Questionário 3</u>	134
<u>APÊNDICE G - Questionário 4</u>	137
<u>ANEXOS - Textos</u>	139

1. Apresentação.

O produto educacional aqui foi desenvolvido a partir da dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, que tem como tema “*O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitadora do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS*”, com foco na Aprendizagem Significativa. Sendo de grande importância, a inserção deste conteúdo promovendo a inclusão e compreensão do discente nos avanços científicos, além de contribuir na construção do conhecimento necessário para que sua aprendizagem seja realmente significativa.

Os preceitos utilizados para produção do material instrucional de apoio à aprendizagem desta proposta de trabalho são baseados na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel como o objetivo de se criar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) desenvolvida por Moreira (2011b). Frente aos anseios contemporâneos sobre o processo Ensino e Aprendizagem de Física, a proposta apresentada neste produto educacional é a construção de UEPS, para o desenvolvimento de projetos colaborativos e participativos, entre alunos do Ensino Médio e professores, na construção de experimentos com o uso da plataforma Arduino para melhorar a qualidade do ensino no conteúdo de ondulatória, mais especificamente sobre ondas sonoras.

O material instrucional desenvolvido teve como objetivo despertar a motivação, o interesse e a predisposição para aprender, nos estudantes, no conteúdo de ondulatória. É importante lembrar que nenhum material didático pode, por mais bem elaborado que seja, garantir, por si só, a qualidade e a efetividade do processo de ensino e aprendizagem. Eles cumprem a função de mediação e não podem ser utilizados como se fossem começo, meio e fim de um processo didático ou seja, o material didático deve-se integrar num ciclo mais completo de ensino-aprendizagem (BRASIL, 2009).

2. Referencial Terico.

2.1 Teoria de Aprendizagem Significativa.

De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem está ligada ao conhecimento prévio, ele se refere a estrutura cognitiva e a organização das ideias de um indivíduo de acordo com um determinado assunto. Essa estrutura cognitiva preexistente só influencia na aprendizagem subsequente quando o conteúdo é aprendido de forma significativa, de maneira não arbitrária e não literal. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012a.)

O processo de ensino-aprendizagem é um fator que perpetua diariamente os docentes, fazendo-os que busquem maneiras nas quais o trabalho pedagógico possa ter sucesso para o aprendizado do aluno. Dessa maneira, a aprendizagem para ter significância na vida sociocultural do discente, o educador necessita buscar meios que facilitem a aquisição desse conhecimento. Como proposta o presente produto pretende investigar os métodos de aprendizagem significativa como uma forma viável para alcançar o conhecimento científico que o educando precisa para dar continuidade aos seus estudos em meio a sociedade. (SANTOS; ARCHANJO, 2017).

Segundo a TAS de Ausubel, o aluno deve relacionar entre si os conceitos aprendidos, o que torna significativa a sua aprendizagem. Segundo Ribeiro et al. (2012) “a eficiência desse processo depende, entre outros fatores, da presença de subsunçores¹⁶. Na falta deles pode-se incluir organizadores prévios¹⁷, mecanismos didáticos que auxiliam na preparação de ideias âncoras”.

Quando os conhecimentos prévios (subsunçores), não estão presentes na estrutura cognitiva do aluno, é proposto o uso de organizadores prévios. Estes são compostos por materiais introdutórios, que incluídos no processo, são mais abrangentes e antecede o conteúdo a ser abordado. A avaliação, de acordo com os critérios da aprendizagem

¹⁶é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.

¹⁷ são propostos como um recurso instrucional potencialmente facilitador da aprendizagem significativa, no sentido de servirem de pontes cognitivas entre novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

significativa, visa buscar evidências de aprendizagem, deste modo, é proposto aos alunos novas situações problema, para que tenham capacidade de expor o conhecimento adquirido.

2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa UEPS.

A aprendizagem significativa prescinde o uso de materiais potencialmente significativos. Moreira (2011b) propõe o uso de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

As UEPS são compostas por etapas que visam promover a aprendizagem significativa. As UEPS têm como princípios, segundo Moreira (2011b).

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa;
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa;
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento;
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos; elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação;
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino;
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;

- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados;
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Para a construção das UEPS, são oito passos os quais procuram por em prática os princípios selecionados por Moreira (2011b). Como vamos fundamentar nossa UEPS na aprendizagem significativa de David Ausubel, pode ocorrer de alguns princípios se sobressaírem em detrimento de outros.

Os aspectos sequenciais da UEPS são:

1. Definir o tópico a ser trabalhado tal como ele é aceito no contexto da matéria de ensino, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais;
2. Criar ou propor situações-problema, nesta etapa é importante externalizar os conhecimentos prévios dos alunos;
3. Propor situação-problema em nível bem introdutório relevando os conhecimentos prévios dos alunos, estas situações problema podem atuar também como organizadores prévios;
4. Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido sempre levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, iniciar pelos conceitos mais gerais e abrangentes, e ir para os conceitos mais específicos e isolados;

5. Em seguida, retomar os aspectos mais gerais, porém em maior nível de complexidade em relação à exposição anterior. Deve-se expor em nível crescente de dificuldade;

6. Para concluir a unidade, retomar novamente os aspectos mais relevantes e gerais da matéria de ensino, buscando assim a reconciliação integradora, ou seja, uma retomada de maneira a integrar o corpo de conhecimento, e após esta terceira retomada, novas situações-problema em maior nível de complexidade;

7. A avaliação da aprendizagem deve ser feita ao longo da aplicação da UEPS, registrando tudo que possa ser indício de evolução conceitual. Após o sexto passo deve-se realizar uma avaliação somativa individual a fim de exigir o máximo de transformação do conhecimento e evidenciar captação de significado. O professor deve avaliar igualmente o desempenho nas tarefas realizadas coletivamente, anotações e na avaliação somativa.

8. A aprendizagem significativa é progressiva, logo, buscamos indícios de aprendizagem significativa, de compreensão, de captação de significados, de capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. A UEPS será considerada um êxito se apresentar estes indícios de aprendizagem significativa.

Nesse sentido, a UEPS que propomos explora em vários momentos, como veremos lançamos questões referentes ao conteúdo a partir de questionários, vídeos, textos e experimentos com o uso da plataforma Arduino para estimular os alunos a refletirem, sem pretensão de encontrar de imediato uma “resposta correta”, mas com a intenção de abrir o campo de visão, enxergar as possibilidades existentes e ponderar sobre o que na situação a matéria de ensino tenha significado lógico.

3. Descrição das aulas.

A seguir apresentamos uma sugestão de aulas para desenvolvimento das estratégias e procedimentos mencionados no quadro 1. O professor(a) que desejar executar esta proposta poderá usar seu próprio material, ou ainda o livro didático escolhido pela escola, tanto para abordar os conceitos gerais de ondulatória como para acrescentar atividades avaliativas.

ETAPA / PASSOS	Nº DE AULAS	ATIVIDADES.
<i>Primeiro passo – Definição de conceitos</i>	1	• Apresentação da proposta de Ensino. • Questionário 1 • Debate do questionário 1 • Video
<i>Segundo passo – investigação de conhecimentos prévios</i>	2	• Questionário 2 • Debate do questionário 2
<i>Terceiro passo – Situações problema introdutórias</i>		• Atividade experimental com Arduino – acendimento das lâmpadas de LED.
<i>Quarto passo – Diferenciação progressiva</i>	4	• Textos. • Debate dos Textos. • Videos. • Atividade experimental com Arduino – Utilização do sensor Ultrassônico, entre outros.
<i>Quinto passo – Complexidade</i>	6	• Definição do cronograma para projetos. • Atividade experimental com Arduino – Utilização de alguns sensores do Arduino.
<i>Sexto passo – Reconciliação integrativa</i>		• Apresentação dos pré-projetos. • Apresentação dos projetos.

<i>Sétimo passo – Avaliação</i>	2	• Questionário 3 • Questionário 4
<i>Oitavo passo – Efetividade</i>	-----	• Analise da UEPS

Quadro 1. Sequência de aplicação da UEPS.

Lembrando que cada aula tem duração de 50 minutos. No total foram utilizadas 15 horas-aula.

3.1 Aspectos Sequenciais da UEPS.

Primeiro passo – Definição de conceitos

Este primeiro passo tem como objetivo definir o tópico a ser trabalhado.

Nesse primeiro momento é passado aos alunos um questionário com perguntas sobre o que ele espera aprender nas aulas que serão ministradas e o que o aluno conhece sobre a plataforma Arduino. Este questionário está disponível no Apêndice B.

Após o questionário ocorre uma conversa em roda onde o professor expõe aos alunos qual o conteúdo que serão abordados, com o objetivo de verificar o que os alunos já tem de conhecimento sobre o conteúdo de ondulatória. Após esta conversa e discussão sobre as respostas dadas pelos alunos no questionário 1, é passado um vídeo sobre Arduino e o que pode ser feito em relação a experimentos com a plataforma. Este vídeo está disponível em https://www.youtube.com/watch?v=PspXAYuf_RI

Segundo passo – investigação de conhecimentos prévios

Nesta etapa cria ou propõem situações-problema, que possa externalizar os conhecimentos prévios dos alunos.

No segundo encontro com os alunos, o professor(a) inicia a aula com um questionário com perguntas básicas sobre ondas e algumas questões de vestibulares, em específico do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que consta no Apêndice C. Este questionário tem como objetivo levar o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta.

Ao término dos questionários o professor(a) analisa algumas respostas dos questionários sem expor quais alunos derão as respostas, abrindo um debate sobre as respostas dos alunos, nesse momento o professor(a) pode introduzir novas perguntas que também serviram, como perguntas provocantes. Como por exemplo:

- ✓ As luzes das lâmpadas estão piscando?
- ✓ Qual o intervalo de tempo entre uma piscar e outro?
- ✓ O olho humano consegue perceber a lâmpada de LED piscar?
- ✓ Se mudar a cor da lâmpada o que acontece com a frequência e o período?

Tais situações problema podem funcionar como organizadores prévios.

Terceiro passo – Situações problema introdutórias

Ao termino do debate dos questionários o professor(a) pede que os façam pequenos grupos, aqui sugerimos, grupos de 3 ou 4 alunos. As questões do questionário 2 e perguntas introduzidas no momento do debate servem como situação-problema em nível bem introdutório relevando os conhecimentos prévios dos alunos, estas situações problema podem atuar também como organizadores prévios;

O professor(a) ministra uma aula no Power Point sobre a plataforma Arduino, mostrando como funciona, alguns termos da programação e alguns exemplos do que pode ser feito com o Arduino. Para baixar a IDE Arduino acesse o site oficial da Arduino (www.arduino.cc). No site, clique na aba Download.



Figura 1. Site oficial Arduino. Fonte: arduino.cc

As funções da IDE do Arduino são basicamente três:

- permitir o desenvolvimento do software;
- de enviá-lo à placa para que possa ser executado;

- de interagir com a placa Arduino.

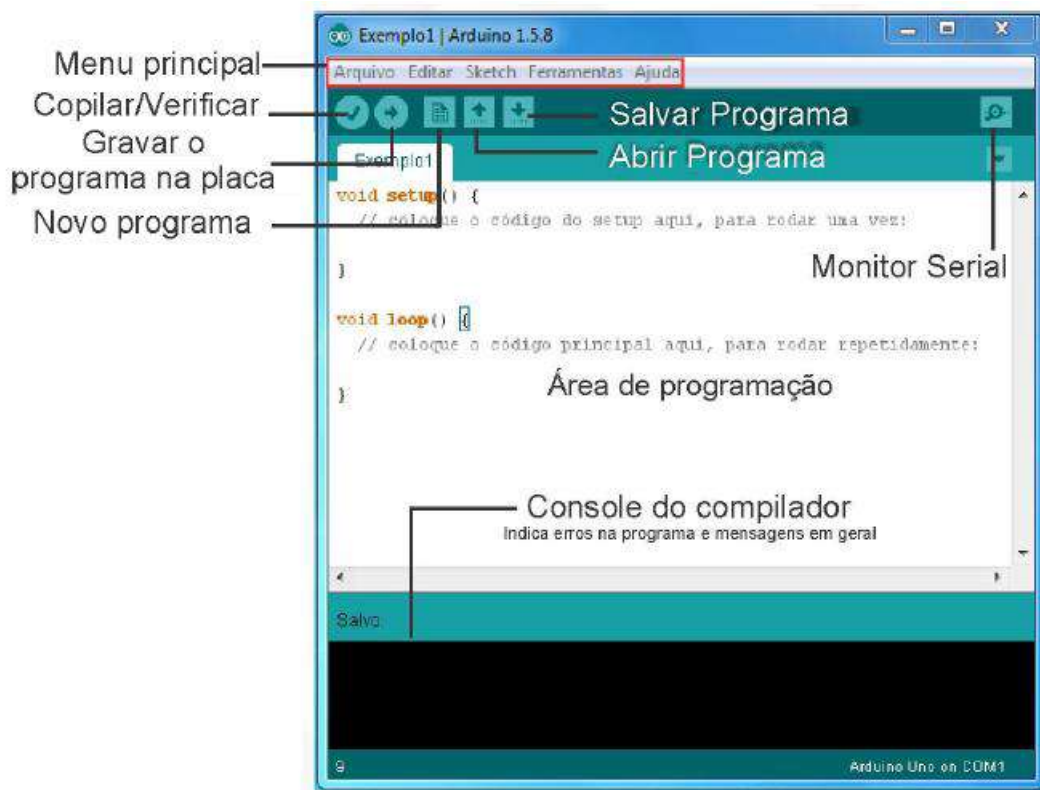


Figura 2. IDE do Arduino. Fonte: arduino.cc

A Figura 2 representa a IDE da plataforma Arduino, um ambiente de desenvolvimento composta de um editor de texto para escrever o programa, de uma área de mensagens, de uma barra de ferramentas para funções mais comuns, e de uma série de menus. Este software se comunica com a placa, através de um cabo USB, e transfere o programa para o mesmo. Os programas escritos para Arduino neste ambiente de desenvolvimento são chamados de *sketches*. Antes de um *sketch* ser transferido para a placa, o código é verificado quanto a sua sintaxe, é compilado pelo compilador *avr-gcc* (compilador apenas para os microcontroladores da ATMEL) e transformado em um arquivo intermediário, conhecido como arquivo objeto. Ao arquivo objeto, são adicionadas as bibliotecas¹⁸ (libraries) necessárias e realiza-se finalmente a conversão em código de máquina.(CASTRO,2016)

¹⁸ Biblioteca é um trecho de software que fornece funcionalidade específica a um programa. O uso de uma biblioteca simplifica o desenvolvimento de aplicações, pois o código da biblioteca já está pronto, e só precisa ser incorporado ao programa em desenvolvimento para que suas funções possam ser acessadas e utilizadas pelo desenvolvedor. Fonte: <http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/arduino/arduino-o-que-sao-as-bibliotecas/> acesso em: 25/07/2019.

Logo em seguida com o auxílio do professor(a) é construída a programação na plataforma Arduino, para o acendimento de uma lâmpada de LED vermelha, juntamente com a montagem do equipamento experimental que se encontra no Apêndice D, com o intuito de se verificar a frequência e o período com que pisca uma lâmpada de LED vermelha. No final da verificação é proposta aos alunos um desafio: Se ocorrer a mudança de lâmpadas por outras cores o que ocorrerá com a frequência e o período das luzes das lâmpadas, comparadas com a luz da lâmpada vermelha?

Quarto passo – Diferenciação progressiva

Nesse passo o professor(a) utilizando textos e vídeos que envolviam ondas de modo geral e ondas sonoras mas especificamente o ultrassom. Estes textos estão disponíveis no Anexo I e o vídeo pode ser encontrado em <https://www.youtube.com/watch?v=ntyLNwHoxlw>.

Tomando-se cuidado de se fazer um ambiente colaborativo o professor(a) separados novamente em grupos de três ou quatro alunos, tentando manter o mesmo grupo de alunos que pode vir a servir como futura análise de dados.

Nesse momento de debate dos textos entre alunos e professor(a), o professor(a) pode e deve corrigir conceitos que não ficaram bem esclarecidos nas etapas anteriores passando por assuntos mais gerais e abrangentes, e ir para os conceitos mais específicos e isolados.

Logo após o debate o professor(a) passa para os alunos uma apostila com programação e montagem de um experimento utilizando o Arduino e um sensor ultrassônico, que está disponível em Apêndice E. Neste momento também tem como objetivo a reconciliação integradora, fazendo com que os alunos retomassem mais uma vez os conceitos já visto anteriormente sobre Arduino e ondas. Nesse momento o professor(a) pode apresentar novos elementos de programação e sensores que podem ser acrescentados em projetos do Arduino.

Nesta etapa o número de aulas pode variar de 2 à 6 aulas, dependendo da quantidade de programações e sensores que professor(a) pretende demonstrar aos alunos. Sugerimos 4 aulas para esta etapa.

Quinto passo – Complexidade

No quinto passo é retomada as características mais relevantes do conteúdo de ondulatória através de comparação entre textos e os pequenos experimentos feitos com o Arduino. Neste passo é repassado aos alunos que criassem um pequeno projeto que pode ser apresentado à toda escola por meio de uma feira de ciências ou pequena exposição. Nesse ponto o professor(a) pode determinar que os experimentos envolvessem o sensor ultrassônico. Os alunos são divididos matendo os em grupos como anteriormente.

O quadro 2 pode servir como cronograma para alunos, com datas de entrega de projetos e apresentação.

ETAPAS/MÊS	data I	data II	data III
Escolha do Tema	X		
Levantamento bibliográfico e materiais	X	X	
Apresentação do pré-projeto		X	
Entrega do projeto		X	
Apresentação do projeto			X

Quadro 2: Cronograma de atividades dos alunos

A escolha do tema fica com atribuição dos alunos, porem isto não impede que o professor(a) interceda com pequenas diretrizes para orientar a escolha do assunto como, por exemplo, determinar que não seja nenhum assunto que esteja fora do conceito do trabalho investigado.

Sexto passo – Reconciliação integrativa

Nesta etapas é retomar novamente os aspectos mais relevantes e gerais da matéria de ensino, buscando assim a reconciliação integradora. O sexto passo iniciou-se com a apresentação dos pré-projetos que os alunos apresentaram para os outros grupos e o professor(a), que ocorrera em data estabelecida pelo professor(a) no cronograma do quadro 2.

Neste momento o professor(a) tem o papel de resolver inconsistências, em conceitos que ainda não ficaram muito bem esclarecidos, integrando significados, fazer superordenações de conhecimentos, caso necessário. Faz-se uma análise do projeto, tentando identificar pontos de melhorias para novas aplicações do mesmo tema ou de um novo caso necessário.

Sétimo passo – Avaliação

Nesta etapa é passado um questionário 3 (pós-teste) que podem ser as mesmas questões do questionário 2 (pré-teste) à de se ressaltar que os alunos não podem saber que as questões seriam as mesmas e também no momento em que for passado aos alunos não é avisado para eles que são as mesmas questões. Lembrando que este teste constam questões discursivas e questões objetivas que estão relacionados com o conteúdo ministrados

A avaliação desta UEPS aconteceu de maneira somatória e diversificada, levando-se em conta o desenvolvimento do aluno(a) no decorrer das atividades. Somaram-se as notas do questionário (pré-testes e pós-teste), apresentação dos pré-projetos e apresentação projetos.

Como sugestão, as notas de questionário terão um valor de 20% (vinte por cento) da nota final do aluno, o pré-projeto onde os alunos se envolvem mais terá 50% (cinquenta por cento) da nota total e a apresentação do projeto terá 30% (trinta por cento), assim fechando os 100% (cem por cento) da nota total do aluno que corresponde a 10 (dez) pontos da nota final.

Este modelo de avaliação busca superar velhos modelos de ensino, aprendizagem e avaliação, que são padronizadores, seletivos, excludentes, arbitrários e desumanizadores, em que o professor transmite ao aluno conteúdos prontos e definitivos e este os recebe e memoriza como coisa indiscutível e absoluta (DA SILVA LIMA, 2010).

Oitavo passo – Efetividade

Para finalizar as UEPS é feita uma análise qualitativa do professor sobre as evidências de que ocorreu uma aprendizagem significativa por partes dos alunos e uma avaliação dos alunos sobre a estratégia de ensino abordada durante esse período através de um questionário, no momento da última aula, que se encontra em Apêndice F.

Como mencionado em alguns os momentos são apresentadas sugestões de materiais e até mesmo sugestões da postura do professor para conduzir os momentos. É válido destacar que a didática de cada professor é peculiar e seu fazer pedagógico é de acordo com sua realidade.

Portanto esperamos ter contribuído de alguma forma para o professor que deseja inserir temas relacionados a Ondulatória para turmas do Ensino Médio.

4. Referências

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: < <https://www.arduino.cc> >.

AUSUBEL, D. P. (2003). Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. *Lisboa: Plátano, 1*.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Políticas de Formação, Materiais Didáticos e de Tecnologias para a Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, 2009.

CASTRO, L. H. M. D. (2016). **O uso do Arduino e do Processing no ensino de Física**. Dissertação (Dissertação em Ensino de Física) – UNIRIO. Rio de Janeiro, p. 15. 2016.

DA SILVA LIMA, K.; TENÓRIO, A. C.; BASTOS, H. F. B. N. (2010). Concepções de um professor de Física sobre avaliação: um estudo de caso. **Ciência & Educação** (Bauru), 2010, 16.2: 309-322.

MOREIRA, M. A. (2011a) Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, 1.2: 43-63

MOREIRA, M. A. (2011b) Potentially meaningful teaching units-PMTU. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, 2011, Vol. 1, N. 2, pp. 43-63

MOREIRA, M. A. (2012a) 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 2012. Aceito para publicação, **Qurrriculum**, La Laguna, Espanha, 2012.

RIBEIRO, R. J.; DA SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. Organizadores prévios para Aprendizagem Significativa em física: O formato curta de animação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 2012, 14.3: 167-183.

SANTOS, A. V.; ARCHANJO, P. C. V. “Aprendizagem significativa no contexto escolar”, Revista **Atlante**: Cuadernos de Educación y Desarrollo (octubre 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/atlante/2017/10/aprendizagem-cotexto-escolar.html>

Sites:

https://www.youtube.com/watch?v=PspXAYuf_RI

<https://www.youtube.com/watch?v=ntyLNwHoxlw>

APÊNDICE B – Questionário 1



Aplicado aos discentes do 3º ano do Ensino Médio, do turno Manhã, do Centro Educacional Interativo, localizado no Distrito de Icoaraci, em Belém, Pará, como parte integrante da pesquisa de Mestrado, intitulada de “O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitador do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS”, realizada pelo mestrando José Floriano da Veiga Farias Júnior, orientado pelo Prof. Dr. Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto e pelo Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Pará.

Professor(a):

Disciplina: Física

Aluno: _____

Turma:

Data: ____/ ____/ 20__.

01. O que você espera aprender das aulas de eletrônica?

02. Você já ouviu falar algumas vez sobre placa de Arduino? Se sua resposta for Sim o que?

03 . Você sabe alguma coisa sobre programação computacional? Se sua resposta for Sim, qual programa você conhece?

APÊNDICE C – Questionário 2



Professor(a):

Disciplina: Física – Eletrônica.

Aluno: _____

Turma:

Data: ____/ ____/ 20__.

Questionário 02 - Pré-teste.

Aplicado aos discentes do 3º ano do Ensino Médio, do turno Manhã, do Centro Educacional Interativo, localizado no Distrito de Icoaraci, em Belém, Pará, como parte integrante da pesquisa de Mestrado, intitulada de “*O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitador do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS*”, realizada pelo mestrando José Floriano da Veiga Farias Júnior, orientado pelo Prof. Dr. Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto e pelo Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Pará.

Caro aluno(a) este questionário tem o propósito de recolher informações sobre seus conhecimentos de Física, sobre o conteúdo de ondulatória.

01. Você já viu uma onda? Se já viu, dê alguns exemplos.

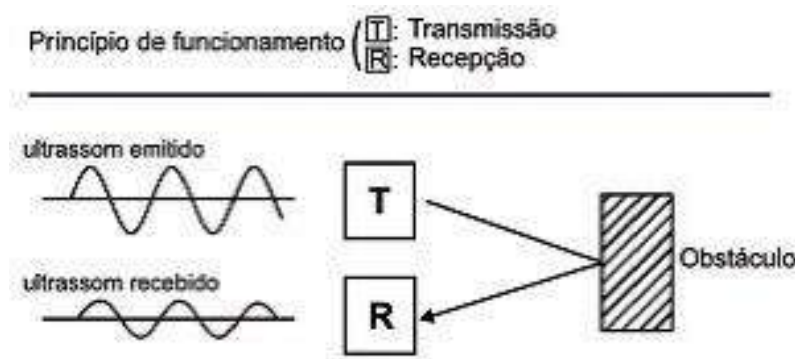
02. Você já sentiu uma onda? Se já sentiu, dê alguns exemplos.

03. Você sabe o que é uma onda Eletromagnética? Você já viu alguma? Se sim, de alguns exemplos

04. Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

05. Os sensores de estacionamento são, ao mesmo tempo, transmissores e receptores de ondas de ultrassom. Quando o motorista entra numa vaga de ré, ondas sonoras de

ultrassom são emitidas pelos sensores. As ondas são transmitidas através do ar até colidirem num obstáculo. Após serem refletidas no obstáculo, as ondas de ultrassom retornam e são detectadas. A unidade controladora de distância utiliza então esses sinais para calcular a distância entre o carro e o obstáculo.



Princípio Básico de Funcionamento do Sensor, Disponível em: <<http://goo.gl/BjWtb>>. Acesso em 29 de mai. 2014. (adaptado)

Se o ultrassom emitido pelo sensor tem intensidade I e frequência f , então o ultrassom recebido pelo sensor, depois de refletido em um obstáculo, durante a marcha a ré, tem intensidade e frequência

- a) iguais.
- b) maiores.
- c) maior e menor, respectivamente.
- d) menores.
- e) menor e maior, respectivamente.

06. (ENEM) A ultrassonografia, também chamada de ecografia, é uma técnica de geração de imagens muito utilizada em medicina. Ela se baseia na reflexão que ocorre quando um pulso de ultrassom, emitido pelo aparelho colocado em contato com a pele, atravessa a superfície que separa um órgão do outro, produzindo ecos que podem ser captados de volta pelo aparelho. Para a observação de detalhes no interior do corpo, os pulsos sonoros emitidos têm frequências altíssimas, de até 30MHz, ou seja, 30 milhões de oscilações a cada segundo. A determinação de distâncias entre órgãos do corpo humano feita com esse aparelho fundamenta-se em duas variáveis imprescindíveis:

- A) a intensidade do som produzido pelo aparelho e a frequência desses sons.
- B) a quantidade de luz usada para gerar as imagens no aparelho e a velocidade do som nos tecidos.
- C) a quantidade de pulsos emitidos pelo aparelho a cada segundo e a frequência dos sons emitidos pelo aparelho.
- D) a velocidade do som no interior dos tecidos e o tempo entre os ecos produzidos pelas superfícies dos órgãos.
- E) o tempo entre os ecos produzidos pelos órgãos e a quantidade de pulsos emitidos a cada segundo pelo aparelho.

07. (ENEM) O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos

pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso. A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?

- a) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.
- b) Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.
- c) Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.
- d) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.
- e) Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

08. Marque a alternativa correta a respeito do ultrassom.

- a) Ultrassons são ondas sonoras, transversais, que possuem frequência superior ao limite máximo percebido pelo ouvido humano.
- b) Ultrassons são ondas sonoras de baixíssima intensidade e alta velocidade.
- c) Ultrassons são ondas sonoras que possuem frequência acima do limite máximo percebido pelo sistema auditivo humano.
- d) Todos os seres vivos percebem as mesmas frequências de ultrassom.
- e) O ultrassom é uma onda mecânica, longitudinal e bidimensional que possui frequência superior ao limite máximo percebido pelo ouvido humano.

APÊNDICE D - Estudo do período e frequência de ondas, através da lâmpada de led.



Professor(a):

Disciplina: Física – Eletrônica.

Aluno: _____

Turma:

Data: ____/____/20__.

Tema – Estudo do Período e Frequência de ondas, através da Lâmpada de LED.

O que é o LED ?

O LED é um diodo emissor de luz, porém existem outros tipos de diodos. O Diodo é um componente eletrônico, feito de Germânio ou Silício, que conduz corrente elétrica apenas em uma polarização (ânodo positivo e catodo negativo), essa polarização é chamada de retificação, sendo usado para converter corrente alternada (CA) em corrente contínua (CC) e extrair informações de um sinal modulado em amplitude (AM). Existem também outros tipos de diodos para determinadas funções.

A palavra LED vem do inglês Light Emitting Diode, que significa Diodo Emissor de Luz. O LED possui a mesma tecnologia usada em chips de computadores, que possuem a capacidade de transformar energia em luz.

Como já dito o LED é um componente bipolar, possui dois terminais chamados de ânodo e catodo, os quais determinam ou não a polarização do LED, ou seja, a forma a qual está polarizado determina a passagem ou não de corrente elétrica, esta ocasionando a ocorrência de luz. A polarização que permite a emissão de luz pelo LED é o terminal ânodo no positivo e o catodo no negativo, para identificar qual dos terminais é o ânodo e qual é o catodo, basta observar o tamanho dos terminais. A “perninha” maior do LED é o ânodo, e a menor é o catodo.

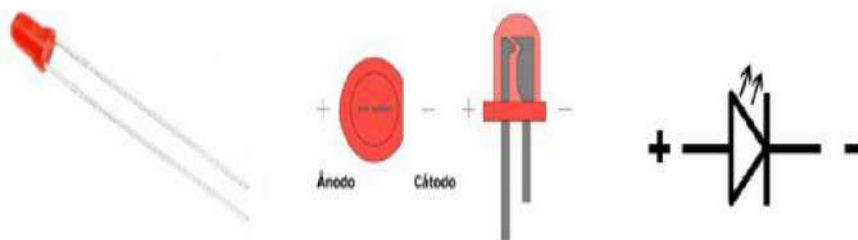


Figura: LED com suas polaridades e simbologia. Fonte: multilogica-shop.com

Os LED's são especialmente utilizados em produtos de microeletrônica como sinalizador de avisos. Também é muito utilizado em painéis, cortinas e pistas de LED. Podem ser encontrados em tamanho maior, como em alguns modelos de semáforos ou displays.

Praticando – Com o Arduino e o lâmpada de LED.

O objetivo desse experimento é fazer com que a lâmpada de LED pisque de um em um segundo. Iremos verificar com o período de ascendimento do LED a sua frequência, quanto menor o intervalo de tempo entre um piscar e outro maior vai ser a frequência com que a lâmpada ira piscar, chegando a um momento em que o olho humano não perceberá mais que a lâmpada irá piscar.

Iniciaremos o experimento usando a lâmpada vermelha e depois trocaremos a lâmpada por outra de outra cor, nesse momento iremos verificar se o brilho e frequência da lâmpada serão alterados.

Componentes necessários:

Para essa experiência precisaremos dos seguintes componentes:

- 1 LED 5mm
- 1 Resistor 470 Ω
- Fios Jumper's
- 1 Protoboard
- Arduino Uno ou outro

Montando o projeto

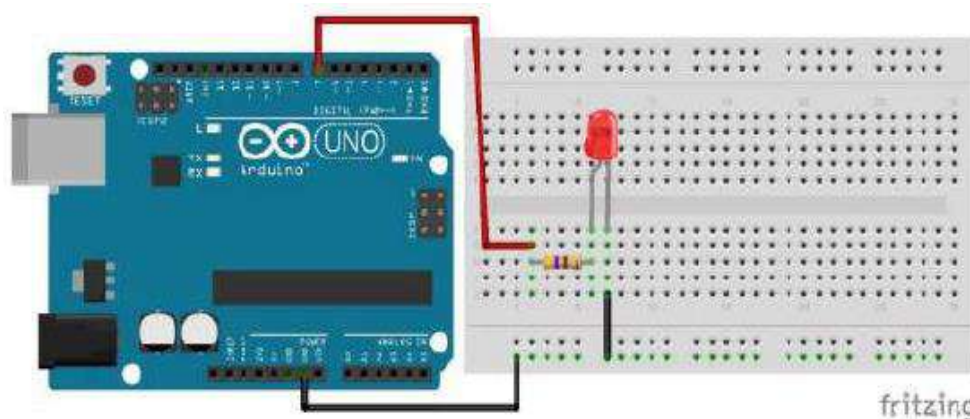


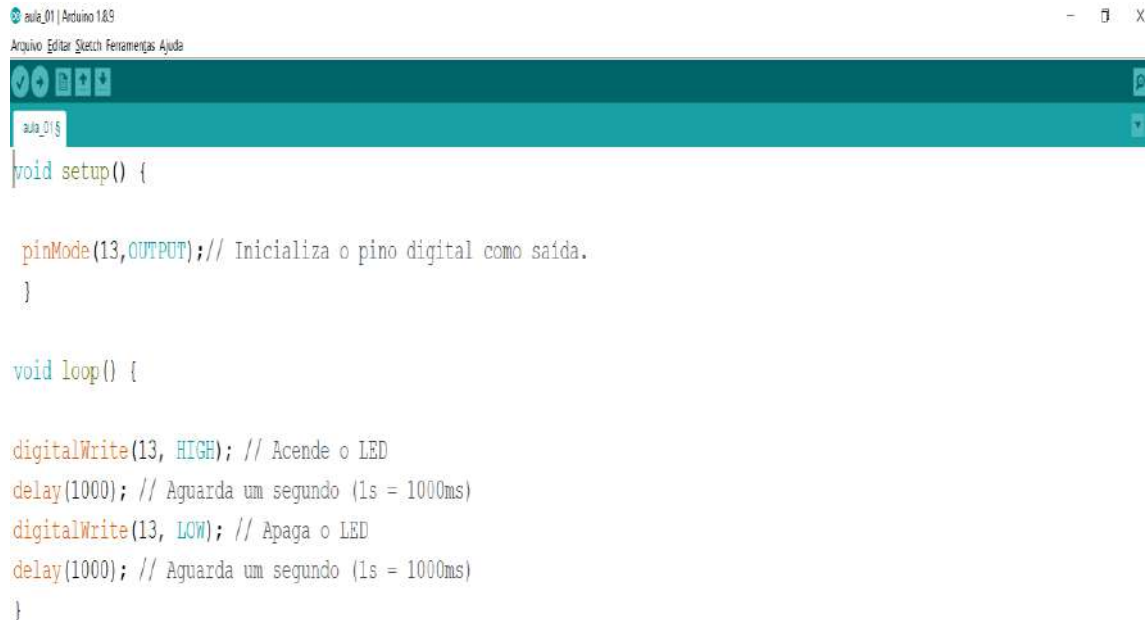
Figura: Circuito acendimento da lâmpada de LED. Fonte: Fritzing.

Programação

Computadores e microcontroladores não possuem uma inteligência tal como um ser humano ou um animal. Eles são projetados para resolver problemas a partir de uma lista de tarefas, semelhante a uma receita de bolo. Dessa forma, para resolver um problema em um computador, tal como fazemos para resolver problemas cotidianos, fazer

um bolo, por exemplo, devemos descrever a solução de uma forma clara e precisa, por meio de passos a serem seguidos até que se atinja um resultado esperado. O nome dessa lista de passos é o algoritmo. Um algoritmo é um conjunto finito de regras que fornece uma sequência de operações a fim de solucionar um problema.

Para ascender o LED vamos utilizar a programação abaixo:



```
aula_01 | Arduino 1.8.9
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

void setup() {

  pinMode(13,OUTPUT); // Inicializa o pino digital como saída.
}

void loop() {

  digitalWrite(13, HIGH); // Acende o LED
  delay(1000); // Aguarda um segundo (1s = 1000ms)
  digitalWrite(13, LOW); // Apaga o LED
  delay(1000); // Aguarda um segundo (1s = 1000ms)
}
```

Desafios

- 01 - Troque o LED por outro de cor diferente;
- 02 - Mude o intervalo de tempo que o LED pisca mudando o valor na programação na linha delay (1000); por outros valores de delay.
- 03 – Crie um novo circuito com vários Leds, piscando um depois do outro.

APÊNDICE E – Apostila ultrassônico



Professor(a):

Disciplina: Física – Eletrônica.

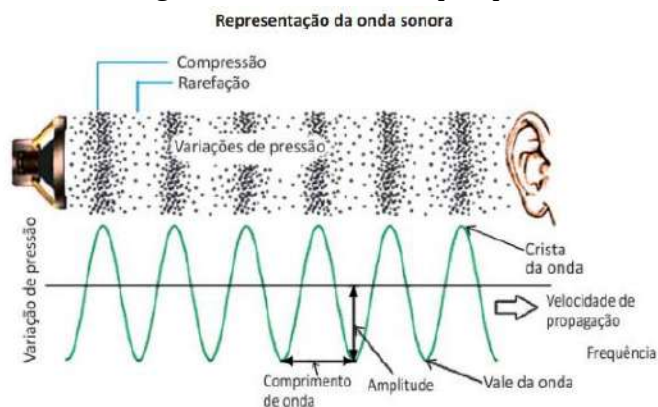
Aluno: _____

Turma:

Data: ____/____/20__.

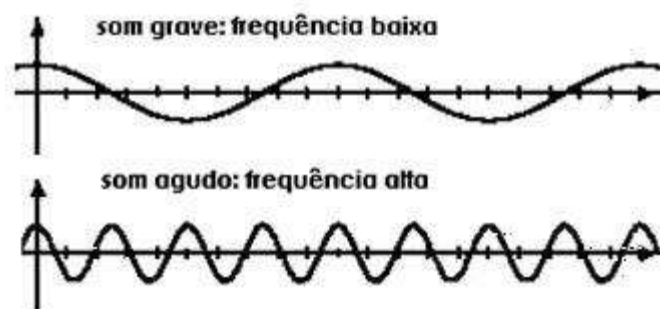
Tema – ULTRASSÔNICO.

A Física dos sons está presente em artigos científicos de muitas especialidades como, por exemplo, os fisiologistas estão interessados em saber como a fala é produzida, em corrigir defeitos de dicção, em reduzir a perda da audição, e até mesmo em evitar que uma pessoa ronque. As ondas sonoras são ondas mecânicas que necessitam de um meio material para se propagar. Existem dois tipos de ondas mecânicas: ondas transversais, nas quais as oscilações acontecem em uma direção perpendicular à direção de propagação da onda, e ondas longitudinais, nas quais as oscilações acontecem na direção de propagação da onda. Onda sonora é definida genericamente como qualquer onda longitudinal.



Fonte: <https://www.aprovaconcursos.com.br> Acesso: 26/08/2019

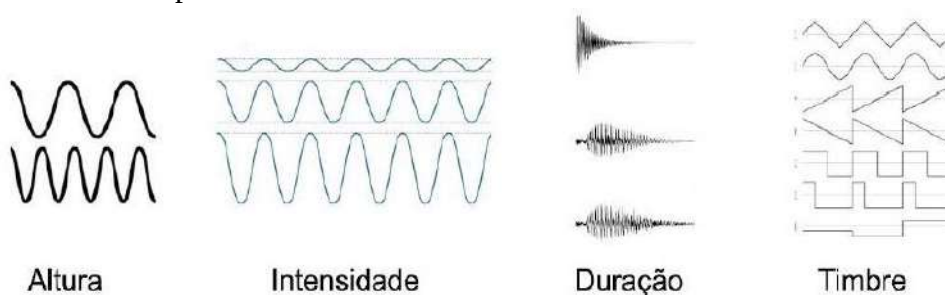
Como já sabemos o som pode se caracterizar através de algumas características tais como altura, timbre e intensidade. Costumamos descrever nossa impressão subjetiva da frequência do som pela palavra altura. A frequência corresponde à altura: um som muito alto, como aquele produzido por um flautim, possui uma alta frequência de vibração, ao passo que um som baixo, como o de uma sirene de alerta de nevoeiro, tem uma baixa frequência de vibração. O ouvido de uma pessoa jovem em geral pode escutar sons com alturas correspondentes à faixa de frequências entre aproximadamente 20 e 20.000 hertz. Com o envelhecimento, os limites da audição humana encolhem, especialmente na parte das frequências altas.



Fonte: <https://martascg.wordpress.com/2011/02/11/caracteristicas-do-som/>

Acesso em: 26/08/2019

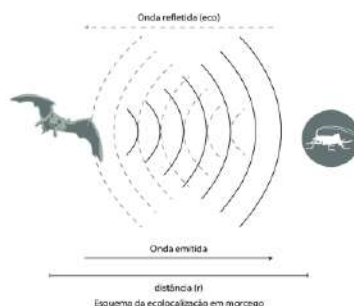
O timbre corresponde as características peculiares de cada som, assim, são pequenas perturbações da onda que deixam características únicas em um som como se fosse uma digita, é assim que podemos identificar pelo som instrumentos musicais ou o som de uma pessoa que conhecemos, já a intensidade corresponde um som forte ou fraco que está vinculado à amplitude da onda:



Fonte: <https://arteducacao.files.wordpress.com/>

O ultrassom

O ultrassom é usado na medicina para a produção de imagens de órgãos internos de corpos humanos e de bebês no útero, e na indústria, para a detecção de falhas em peças metálicas. A técnica de eco ultrassônico pode ser relativamente nova para seres humanos, mas não para morcegos e golfinhos. É bem sabido que os morcegos emitem guinchos ultrassônicos e localizam os objetos pelos ecos que eles produzem. Os golfinhos fazem mais do que isso. Embora o som seja um sentido passivo para nós, ele é um sentido ativo para golfinhos, que emitem sons e depois percebem como é a vizinhança com base nos ecos que ela produz.



Fonte: <https://www.researchgate.net/figure/> Acesso em 26/08/2019

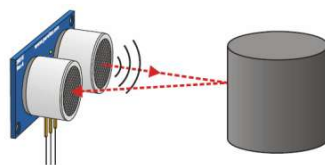
O som e o Arduino.

Em nosso trabalho iremos utilizar os sensores ultrassônicos, que podem assemelhar-se ao que os animais fazem, tentando medir distâncias do nosso aparato tecnológico até obstáculos que podem variar de formas e tamanhos.

O Sensor Ultrassônico HC-SR04 é um módulo que se faz necessário em alguns projetos, (em nosso caso) utilizando o Arduino quando necessitamos: medir, calcular determinadas distâncias em qualquer escala de medida, seja em metros, centímetros, polegadas, etc (até 4m máx), e permite que a gente realize leituras de distâncias entre 3 cm (distância menor que 3cm gera alguns bugs, erros na leitura do sensor) a 4 metros, com precisão de 3mm.



O HC-SR04 pode ser utilizado simplesmente para medir a distância entre o sensor e um objeto, assim como, pode ser utilizado para acionar portas do microcontrolador, desviar um robô de barreiras, acionar luzes, acionar alarmes, acionar outros circuitos, etc enfim, as possibilidades são infinitas!



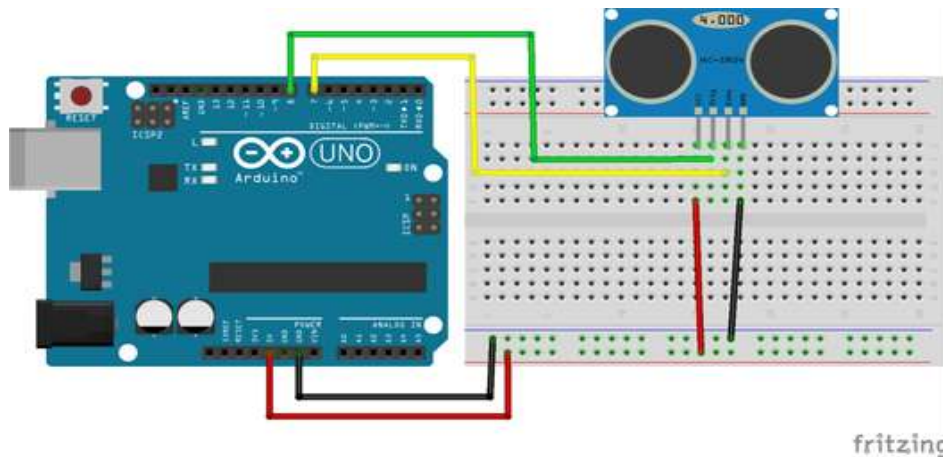
Praticando – Com o Arduino e o sensor ultrassônico.

Componentes necessários:

- Arduino Uno ou similar
- Sensor Ultrassônico – HC-SR04
- Fios Jumper's
- Protoboard
- Arduino Uno Rev3 ou similar
- LED
- Resistor 270 Ohm

Montando o projeto

Agora vamos conectar os componentes do projeto. Para isso, desligue o cabo USB de seu Arduino e monte seu circuito conforme a figura a seguir.



O HC SR04 possui 4 pinos sendo eles:

Vcc – Deve ser conectado a um pino 5V do Arduino.

Trig – Deve ser conectado a um pino digital configurado como saída. Utilizaremos o pino 8.

Echo – Deve ser conectado a um pino digital configurado como entrada. Utilizaremos o pino 7.

Gnd – Deve ser conectado a um pino GND do Arduino.

Programação

```

1 //Leitura de distância com o sensor HC-SR04
2 #include <Ultrasonic.h>
3 Ultrasonic ultrassom(8,7); // define o nome do sensor(ultrassom)
4 //e onde esta ligado o trig(8) e o echo(7) respectivamente
5
6 long distancia;
7
8 // Esta função "setup" roda uma vez quando a placa e ligada ou resetada
9 void setup() {
10   Serial.begin(9600); //Habilita Comunicação Serial a uma taxa de 9600 bauds.
11 }
12
13
14 // Função que se repete infinitamente quando a placa é ligada
15 void loop()
16 {
17   distancia = ultrassom.Ranging(CM); // ultrassom.Ranging(CM) retorna a distancia em
18                                     // centímetros(CM) ou polegadas(INC)
19   Serial.print(distancia); //imprime o valor da variável distancia
20   Serial.println("cm");
21   delay(100);
22 }
23

```

Desafios

01 - Crie um alarme usando um buzzer e um ULTRASSÔNICO, usando buzzer com Arduino, Quando a distância for de 5 cm, o alarme deve disparar.

02 - Usando 3 ou mais LED's e um ultrassônico, faça um programa que aumente o número de LED's acesos conforme a distância seja menor ou maior.

APÊNDICE F - Questionário 3



Professor(a):

Disciplina: Física – Eletrônica.

Aluno: _____

Turma:

Data: ____/ ____/ 20__.

Questionário 03 - Pós-teste.

Aplicado aos discentes do 3º ano do Ensino Médio, do turno Manhã, do Centro Educacional Interativo, localizado no Distrito de Icoaraci, em Belém, Pará, como parte integrante da pesquisa de Mestrado, intitulada de “*O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitador do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS*”, realizada pelo mestrando José Floriano da Veiga Farias Júnior, orientado pelo Prof. Dr. Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto e pelo Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Pará.

Caro aluno(a) este questionário tem o propósito de recolher informações sobre seus conhecimentos de Física, sobre o conteúdo de ondulatória.

01. Você já viu uma onda? Se já viu, dê alguns exemplos.

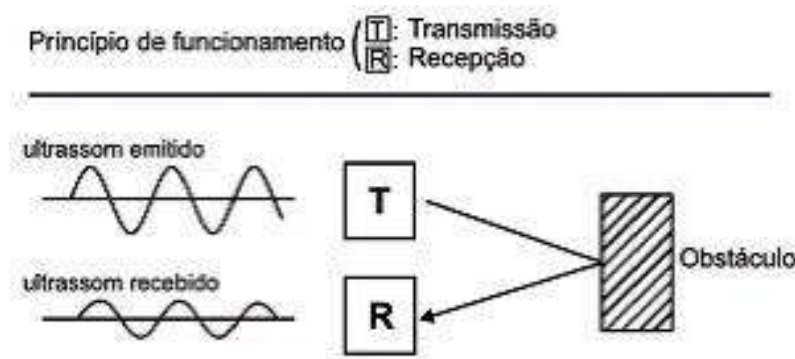
02. Você já sentiu uma onda? Se já sentiu, dê alguns exemplos.

03. Você sabe o que é uma onda Eletromagnética? Você já viu alguma? Se sim, de alguns exemplos

04. Você sabe o que é uma onda sonora? Se sim, de alguns exemplos

05. Os sensores de estacionamento são, ao mesmo tempo, transmissores e receptores de ondas de ultrassom. Quando o motorista entra numa vaga de ré, ondas sonoras de

ultrassom são emitidas pelos sensores. As ondas são transmitidas através do ar até colidirem num obstáculo. Após serem refletidas no obstáculo, as ondas de ultrassom retornam e são detectadas. A unidade controladora de distância utiliza então esses sinais para calcular a distância entre o carro e o obstáculo.



Princípio Básico de Funcionamento do Sensor, Disponível em: <<http://goo.gl/BjWtb>>. Acesso em 29 de mai. 2014. (adaptado)

Se o ultrassom emitido pelo sensor tem intensidade I e frequência f , então o ultrassom recebido pelo sensor, depois de refletido em um obstáculo, durante a marcha a ré, tem intensidade e frequência

- a) iguais.
- b) maiores.
- c) maior e menor, respectivamente.
- d) menores.
- e) menor e maior, respectivamente.

06. (ENEM) A ultrassonografia, também chamada de ecografia, é uma técnica de geração de imagens muito utilizada em medicina. Ela se baseia na reflexão que ocorre quando um pulso de ultrassom, emitido pelo aparelho colocado em contato com a pele, atravessa a superfície que separa um órgão do outro, produzindo ecos que podem ser captados de volta pelo aparelho. Para a observação de detalhes no interior do corpo, os pulsos sonoros emitidos têm frequências altíssimas, de até 30MHz, ou seja, 30 milhões de oscilações a cada segundo. A determinação de distâncias entre órgãos do corpo humano feita com esse aparelho fundamenta-se em duas variáveis imprescindíveis:

- A) a intensidade do som produzido pelo aparelho e a frequência desses sons.
- B) a quantidade de luz usada para gerar as imagens no aparelho e a velocidade do som nos tecidos.
- C) a quantidade de pulsos emitidos pelo aparelho a cada segundo e a frequência dos sons emitidos pelo aparelho.
- D) a velocidade do som no interior dos tecidos e o tempo entre os ecos produzidos pelas superfícies dos órgãos.
- E) o tempo entre os ecos produzidos pelos órgãos e a quantidade de pulsos emitidos a cada segundo pelo aparelho.

07. (ENEM) O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos

pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso. A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?

- a) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.
- b) Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.
- c) Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.
- d) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.
- e) Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

08. Marque a alternativa correta a respeito do ultrassom.

- a) Ultrassons são ondas sonoras, transversais, que possuem frequência superior ao limite máximo percebido pelo ouvido humano.
- b) Ultrassons são ondas sonoras de baixíssima intensidade e alta velocidade.
- c) Ultrassons são ondas sonoras que possuem frequência acima do limite máximo percebido pelo sistema auditivo humano.
- d) Todos os seres vivos percebem as mesmas frequências de ultrassom.
- e) O ultrassom é uma onda mecânica, longitudinal e bidimensional que possui frequência superior ao limite máximo percebido pelo ouvido humano.

APÊNDICE G - Questionário 4



Professor(a):

Disciplina: Física – Eletrônica.

Aluno: _____

Turma:

Data: ____/ ____/ 20__.

Questionário 04.

Aplicado aos discentes do 3º ano do Ensino Médio, do turno Manhã, do Centro Educacional Interativo, localizado no Distrito de Icoaraci, em Belém, Pará, como parte integrante da pesquisa de Mestrado, intitulada de “*O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitador do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS*”, realizada pelo mestrando José Floriano da Veiga Farias Júnior, orientado pelo Prof. Dr. Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto e pelo Prof. Dr. Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Pará.

Prezado aluno(a), este questionário foi preparado para você expressar sua opinião quanto à avaliação e desempenho pessoal, à avaliação do docente (professor/pesquisador) e ao grau de satisfação sobre a metodologia de ensino com a utilização da plataforma Arduino como estratégia de ensino.

Por favor, responda com atenção e veracidade as perguntas.

Muito Obrigado

Avaliação do docente (professor/pesquisador(a))

01. Apresenta com clareza as tarefas?

() sempre () às vezes () nunca

02. Auxilia durante as aulas, tirando dúvidas?

() sempre () às vezes () nunca

03. Estimula o interesse pela matéria?

() sempre () às vezes () nunca

04. Estabelece relação entre a teoria e a experimentação?

() sempre () às vezes () nunca

05. Busca tornar as aulas interessantes e dinâmicas?

☐ sempre ☐ às vezes ☐ nunca

06. Em relação a postura do professor/pesquisador durante a aula experimental:

☐ Foi diferente do habitual, o que possibilitou que nos alunos participássemos mais da aula através de perguntas e comentários

☐ Foi diferente do habitual, entretanto achei que a mudança não nos incentivou a participação da aula através de perguntas e comentários.

☐ Foi a mesma postura que tem durante as outras aulas sem equipamento de demonstração.

Avaliação da estratégia utilizada

01. Você prefere aulas tradicionais com o professor explicando o conteúdo em sala de aula ou aula com a utilização de experimentação utilizando a plataforma Arduino?

☐ Aula tradicional ☐ Aula com experimentação

02. Você acredita que a utilização da estratégia utilizada pelo professor/pesquisador nesse semestre foi útil?

☐ Sim ☐ um pouco ☐ não

03. Você acha que a utilização da plataforma Arduino facilita a organização de suas idéias?

☐ Sim ☐ um pouco ☐ não

04. Algum comentário/resposta ou alguma pergunta feita pelo professor ajudou-o a entender melhor a demonstração?

☐ Sim ☐ Não

05. Você entendeu melhor o conteúdo ministrado pelo professor, quando este conteúdo foi repassado na aula tradicional ou na aula com experimentação?

☐ aula tradicional ☐ aula com experimentação

Caso você tenha achado útil a utilização da plataforma Arduino nas aulas de física, cite pelo menos um motivo que justifique sua resposta.

É útil porque

Não é útil porque

ANEXOS - Textos

Texto Leitura complementar – 01

Um mundo imerso em ondas

MARCELO GLEISER

especial para a Folha

Ondas estão por toda a parte. Nós ouvimos porque ondas de som se propagam pelo ar, fazendo vibrar o delicado mecanismo dentro de nossos ouvidos. Quando vemos algo, nossos olhos estão captando ondas luminosas refletidas pela superfície do objeto. Os processos neuronais que traduzem esses estímulos externos em sensações são ainda objeto de muita pesquisa. Mas sabemos que os neurônios responsáveis por essa "tradução" funcionam devido à propagação de ondas elétricas pelos axônios. O mapa de realidade externa que é reconstruído em nosso cérebro é o resultado da propagação e interação de diversos tipos de ondas. Mas o que é uma onda?

Por incrível que pareça, essa pergunta tem várias respostas. Fundamentalmente, a existência de ondas deve-se ao amor que a natureza tem pelo equilíbrio estável; quando um sistema em equilíbrio é levemente perturbado, ele tenderá naturalmente a voltar à condição de equilíbrio. A superfície de um lago, ou de uma banheira cheia d'água, permanece intacta, a menos que algum estímulo externo perturbe esse equilíbrio. Rapidamente, ondas concêntricas se propagam a partir do ponto de contato, e a energia extra depositada ali é então dissipada: o sistema volta ao equilíbrio. Portanto, podemos dizer que ondas são uma propagação organizada de um desequilíbrio.

Em geral, ondas são resultados de perturbações lineares, ou seja, que provocam uma resposta proporcional ao estímulo: um estímulo duas vezes maior provoca uma resposta do sistema duas vezes maior. Quando o problema é formulado matematicamente, as soluções das equações representam as ondas que observamos no lago.

Nem todo estímulo gera uma resposta linear. Vários sistemas são dominados por efeitos não-lineares, em que um pequeno estímulo pode gerar uma resposta muito intensa e vice-versa, sem uma relação simples entre os dois. Um exemplo dramático é o de uma onda quebrando na areia. No mar, vemos ondas na superfície com períodos de cinco a dez segundos; esse regime é essencialmente linear.

Quando essas ondas se aproximam da praia, a menor profundidade aumenta a influência de termos não-lineares. A amplitude da onda aumenta, sua velocidade diminui e, não podendo mais se sustentar, ela quebra, fazendo com que o movimento organizado se torne turbulento. Mas seria prematuro concluir que toda a não-linearidade leva à destruição de ordem. Em certos sistemas, é justamente a não-linearidade que provoca a manutenção da onda, compensando exatamente sua tendência natural de se dispersar, como uma espécie de cola. Essas configurações estáveis e não-lineares são conhecidas como sólitons.

Em 1834, o engenheiro inglês J. Scott Russell relatou seu encontro com um sóliton, ou onda solitária: "Estava observando um barco puxado por dois cavalos em um canal estreito, quando os cavalos pararam subitamente. Uma massa de água formou-se em torno do barco e começou a se propagar a uma alta velocidade (15 km/h), uma formação solitária e elegante, que viajou pelo menos por dois ou três quilômetros, até eu perdê-la de vista."

Hoje vemos sólitons em praticamente todas as áreas da física, desde a propagação de sinais em fibras óticas e domínios magnéticos em vários materiais até a condução de certos impulsos nervosos. A não-linearidade também pode trazer a ordem. Claro, ondas não são restritas ao mundo visível. Átomos e partículas de matéria e de radiação (ou, no visível, luz) também são descritos por ondas. Essas "ondas de matéria" não sofrem dissipação como as ondas no mundo visível à nossa volta: a mecânica quântica mostra que ondas de matéria nunca param por si só. Talvez exista uma relação profunda entre ondas e nosso conceito de tempo. Afinal, mudanças ou transformações são uma manifestação da passagem do tempo.

Marcelo Gleiser é professor de física do Dartmouth College, em Hanôver (EUA), e autor do livro "Retalhos Cósmicos".

<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1411199903.htm> Acesso em 20/05/2019

Texto Leitura complementar – 02

O que é som?

O som é uma vibração que se propaga pelo ar transmitindo energia, mas nunca matéria. A velocidade do som altera-se conforme há mudança no meio em que essa onda é propagada. O som é uma onda capaz de propagar-se pelo ar e por outros meios a partir da vibração de suas moléculas. Os sons são percebidos por nós quando eles incidem sobre o nosso aparelho auditivo, que são traduzidos em estímulos elétricos e direcionados ao nosso cérebro, que os interpreta.

Os seres humanos são capazes de ouvir uma faixa de frequências sonoras, chamada de espectro audível, que se estende entre 20 Hz e 20.000 Hz, aproximadamente. Os sons de frequências menores que 20 Hz são chamados de infrassons, enquanto os sons de frequências superiores a 20.000 Hz são chamados de ultrassons. Outros animais, tais como cães, gatos e morcegos são capazes de ouvir faixas muito mais amplas de frequências.

A velocidade com que as ondas sonoras são propagadas depende, exclusivamente, das características do meio em que se deslocam, no ar, a velocidade do som é de aproximadamente 340 m/s. Como o som tem propriedades ondulatórias, ele pode sofrer diversos fenômenos, tais como a reflexão, refração, difração e também interferência. Nesse último, duas ou mais ondas sonoras podem tanto ser anuladas quanto ser somadas, de acordo com a posição em que se encontram.

Características do som

As principais características que distinguem um som de outro som são três: altura, intensidade e timbre.

- **Altura:** A altura do som diz respeito à sua frequência. Sons altos são aqueles que apresentam grandes frequências, também chamados de sons agudos. Os sons baixos, por sua vez, são aqueles que apresentam baixas frequências, tratando-se, portanto, de sons graves.
- **Intensidade:** A intensidade do som diz respeito à quantidade de energia que a onda sonora transmite. Essa intensidade está relacionada à amplitude da onda sonora: quanto maior a sua amplitude, maior será sua intensidade. Essa propriedade do som é

medida em decibels: sons intensos são chamados de sons fortes, enquanto os sons de baixa intensidade são chamados de sons fracos.

- **Timbre:** O timbre do som é o que nos permite distinguir a natureza de sua fonte. Ao ouvirmos dois sons de mesma frequência e intensidade, mas que foram produzidos por instrumentos diferentes, podemos facilmente diferenciá-los. O timbre é o modo de vibração da onda sonora, e cada fonte sonora possui o seu timbre característico.

Fenômenos sofridos pelo som

Como o som é uma onda, ele está sujeito a diversos fenômenos ondulatórios, confira quais são eles:

- Reflexão: A reflexão acontece quando o som é emitido em direção a algum anteparo elástico. A reflexão do som dá origem ao eco sonoro, por exemplo.
- Absorção: Alguns meios são capazes de absorver as ondas sonoras, funcionando, assim, como bons abafadores de som. As câmaras anecoicas são exemplos práticos da absorção sonora, quase nenhum som externo é capaz de entrar nessas câmaras.
- Refração: A refração ocorre quando o som muda de meio e sofre mudanças de velocidade. Esse fenômeno é especialmente útil para a realização dos exames de ultrassonografia.
- Difração: Se o som passar através de algum obstáculo ou fenda de dimensões parecidas com o seu comprimento de onda, ele sofrerá uma difração. A difração do som faz com que ele passe através de frestas, em baixo de portas, e possa ser ouvido.
- Interferência: A interferência diz respeito à sobreposição das ondas sonoras, em alguns pontos do espaço, o som produzido por uma ou mais fontes irá sobrepor suas cristas e ondas, produzindo regiões de interferência construtiva e destrutiva. Em teatros e cinemas, o sistema de som é projetado de forma que haja o mínimo de regiões de interferência destrutiva.

Apesar de ser uma onda, o som é uma onda do tipo longitudinal e, por isso, não é capaz de sofrer polarização.

Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-que-som.htm>. Acesso em 20/05/2019

Texto Leitura complementar – 03

A ideia de se criar um aparelho capaz de identificar sons e transformá-los em imagens surgiu com os antigos gregos, que por observarem animais com características ultrassônicas, ou seja, animais capazes de emitir esse tipo de som (como os morcegos, por exemplo), iniciaram o estudo sobre o tema.

Partindo então desse princípio de observação, foi desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial um aparelho capaz de identificar objetos flutuando sob a água, a profundidade do mar, entre outros. Esse aparelho é conhecido como sonar.

O ultrassom, mesmo usado numa frequência muito alta, não atrapalha o homem, porque não se propaga bem no ar e tem logo sua frequência absorvida pelas moléculas dos gases que o formam. No entanto, quando usado em baixa intensidade, pode transmitir informações e também melhorar a estrutura biológica do indivíduo.

Um exemplo do uso do ultrassom em baixa intensidade é na medicina, fisioterapia e estética. Já usado em alta frequência, é empregado em corpos sólidos e líquidos.

Efeitos biológicos e mecânicos dos ultrassons:

- Mais intenso na superfície do tecido, o que aumenta a temperatura do local onde é aplicado;
- Deslocamento de partículas intercelulares;
- Relaxamento dos músculos;
- Melhora a circulação e a vascularização;
- Entre outros benefícios e também efeitos colaterais.

Ultrassonografia



Imagens ultrassônicas de fetos – à esquerda, imagem ultrassônica em 3D; à direita, imagem em única dimensão.

É a transformação do som em imagem. Essa transformação acontece porque existe um cristal que forma as ondas ultrassônicas, chamado transdutor. Esse, por sua vez, é o responsável pela transformação da energia mecânica das ondas em energia elétrica e vice-versa. Esse fenômeno, descoberto por Pierre e Jacques Curie, em 1880, é conhecido como piezoeletricidade.

A energia elétrica é encontrada a partir da vibração de um cristal presente no aparelho de ultrassom. Essa vibração acontece em razão do movimento realizado no aparelho e identificado pelo cristal. O transdutor, então, indica a frequência de vibração que é possível identificar porque ele possui uma frequência de ressonância natural que vai converter a vibração mecânica da onda em eletricidade, que depois de interpretada eletronicamente é visível no monitor.

Por Talita A. Anjos - Graduada em Física



Aparelhos de ultrassom em uso

Publicado por: Talita Alves dos Anjos

Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/ultrassons-suas-aplicacoes.htm> Acesso em: 20/05/2019