

CICLOS DE MODELAGENS: UMA PROPOSTA COM ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA

WILIAN KAMADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, orientada pelo Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira.

IFSP
São Paulo
2018

Catalogação na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

K15c Kamada, Wilian
 Ciclos de modelagens: uma proposta com o uso
 do arduino no ensino de física / Wilian Kamada.
 São Paulo: [s.n.], 2018.
 126 f.

Orientador: Astrogildo de Carvalho Junqueira

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de
Ciências e Matemática) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP,
2018.

1. Ensino de Física. 2. Arduino. 3. Modelagens.
I. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo II. Título.

CDD 510

WILIAN KAMADA

CICLOS DE MODELAGEM: UMA PROPOSTA COM ARDUINO NO ENSINO DE
FÍSICA

Dissertação apresentada em 06 de
março de 2018 como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira
IFSP – Campus São Paulo
Orientador e Presidente da Banca

Prof. Dra. Mariana Pelissari Monteiro Aguiar Baroni
IFSP – Campus São Paulo
Membro da Banca

Prof. Dra. Maria Beatriz Fagundes
Universidade Federal do ABC
Membro da Banca

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bussola, nunca tendo certeza do seu destino”.

LEONARDO DA VINCI

*Aos meus pais:
Marlene e Sergio*

*Aos meus irmãos:
Tatiana e Marcelo*

*Ao meu companheiro:
Caio Vitor*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao melhor orientador Astrogildo (Gildo) por toda a sabedoria, paciência, perseverança e dedicação com esta pesquisa e por sempre estar disposto a ajudar quando eu precisei.

Agradeço a minha mãe por todo apoio e incentivo dado, bem como meu pai.

Agradeço meus queridos irmãos pela motivação, pelos incentivos e por sempre me apoiar nos momentos mais difíceis.

Agradeço meu companheiro Caio Vitor, por sempre estar ao lado em todos os momentos desde o início até o fim.

Agradeço ao IFSP pelo programa de Mestrado, pelas amizades, pelo orientador, pelos conhecimentos e pela oportunidade de pesquisa.

Agradeço os professores do curso de Mestrado pelas maravilhosas aulas e discussões, e de mesma intensidade pelo enorme aprendizado.

Agradeço meus amigos e meus colegas de Mestrado por sempre compartilhar as dúvidas e ajudar a respondê-las coletivamente.

Agradeço ao Colégio da Polícia Militar – Unidade Centro pelo suporte e pela oportunidade de trabalho e pesquisa, principalmente a Diretora da Unidade Cristina Galleti, a assistente de Direção Cristina Camargo e a Coordenadora Silvana Marcondes pelo incentivo, total apoio e companheirismo.

Agradeço meus alunos por sempre proporcionar o desenvolvimento das melhores aulas, pela total participação e pela ótima dedicação.

RESUMO

Vivemos em uma época em que o uso da tecnologia em sala de aula já não é apenas mais uma questão duvidosa sobre o seu enorme potencial didático. Passamos ao ponto em que a sua inserção passa a ser necessária diante dos diversos e diferentes recursos que existem e são disponibilizados instantaneamente para o educador e o educando. O uso das tecnologias didáticas educativas proporciona a autonomia do aluno no processo de aprendizagem, aumenta a motivação dentro e fora da sala de aula e atrela o cotidiano com a prática. Esta pesquisa apresenta o caráter qualitativo, sob a forma de pesquisa – ação, que mostrou a utilização do Arduino com o Ciclos de Modelagens propostos pelo David Hestenes (1996) para os alunos do Segundo Ano do Ensino Médio do Colégio da Polícia Militar – Unidade Centro, instituição a qual o pesquisador também é professor. A sua utilização envolveu os conteúdos de calorimetria, termodinâmica e eletricidade, mas que podem ser estendidos para outros assuntos das Ciências da Natureza e para Matemática. Da mesma forma, esta pesquisa pode ser desenvolvida com os alunos do ensino fundamental, médio ou superior. O seu desenvolvimento envolveu a utilização da placa Arduino pelos grupos de estudantes em sala de aula e no laboratório de informática, para que desenvolvessem modelos que explicassem fenômenos sobre a termodinâmica, baseados na elaboração da programação, da montagem experimental e delimitação da validade do modelo. Foi presenciado a total participação dos estudantes na elaboração dos ciclos e ocorreu um aumento do aprendizado de conceitos físicos. E apesar do Arduino requisitar um planejamento e conhecimento prévio, a sua aplicação ajudou a desenvolver uma aprendizagem significativa no Ensino de Física.

Palavras-chaves: Arduino. Ensino de Física. Modelagem.

MODELING CYCLES: A PROPOSAL FOR PHYSICS TEACHING WITH ARDUINO

ABSTRACT

We live in a certain time in which the technology used in classroom is not only one more question about his enormous teaching potential, your insertion became necessary in front of several resources that exist and are instantaneous available for the student and the teacher. The use of technology methodology provides student's autonomy in the cognitive process, increases the level of motivation, inside and outside the classroom and associate the daily life with practice activities. This research is classified as a qualitative paper, as well, an action research, and it approach the Arduino's uses with the David Hestenes' (1996) Modeling Cycles for Second Year in High School from Colégio da Polícia Militar – Unidade Centro, Institution whom researcher is also a regular teacher. The applicability was based on physics' topics as: temperature, heat, thermodynamics, and electricity, although should be extend for whatever Science and Mathematics subjects. By the way, it could be applied on fundamental, high, and superior courses. The research involves the Arduino development by the students group at classroom and at laboratory, intend to create and elaborate models, also to collect data to explain the thermology topics based on computer programming, experimental activities, and model delimitation. At the end of the research was noticed completely student participation in model's development and increases the physic learning process. Although Arduino required planning and previous conception, your applicability help to create and expand meaningful learning in Physics.

Keywords: Arduino. Physics Teaching. Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 01 – Resumo dos estágios e das fases dos ciclos de modelagem propostos por Hestenes.....	37
Figura 02 – Placa Genuino Uno Utilizada na Pesquisa.....	41
Figura 03 - Creative Commons Attribution Share-Alike license.....	41
Figura 04 - Placa Arduino e suas ligações de alimentação.....	43
Figura 05 – Software do Arduino.....	44
Figura 06 – Demonstração do aparato experimental com sensor de posição.....	45
Figura 07 – Montagem do experimento do cálculo da gravidade.....	48
Figura 08 – Programação do sensor de temperatura LM35.....	58
Figura 09 – Gráfico de distribuição das atividades dos estudantes com o computador.....	75
Figura 10 – Gráfico de distribuição de como os estudantes utilizam a internet.....	75
Figura 11 – Gráfico de distribuição de como os estudantes usam os Smartphones.....	76
Figura 12 – Quantidade de acertos sobre a diferença entre calor e frio.....	77
Figura 13 – Quantidade de acertos sobre o fenômeno físico da convecção.....	79
Figura 14 – Quantidade de acertos sobre a explicação do uso e função do cobertor.....	80
Figura 15 – Quantidade de componentes elétricos que os estudantes conheciam.....	81
Figura 16 – Quantidade de respostas corretas sobre o que é a corrente elétrica.....	81
Figura 17 – Gráfico de quantos estudantes já realizaram alguma experiência.....	82
Figura 18 – Gráfico da quantidade de estudantes que conseguiam explicar o método científico.....	83
Figura 19 – Modelo feito pelo grupo 01.....	84
Figura 20 – Modelo feito pelo grupo 02.....	86
Figura 21 – Modelo feito pelo grupo 03.....	86
Figura 22 – Modelo feito pelo grupo 04.....	87
Figura 23 – Modelo feito pelo grupo 05.....	88
Figura 24 – Modelo feito pelo grupo 06.....	89
Figura 25 – Gráfico da satisfação da aprendizagem pelos estudantes.....	94
Figura A.1 – Sensor de Temperatura LM35.....	111
Figura A.2 – Programação do sensor LM35.....	112

LISTA DE QUADROS

Pág.

Quadro 01 – Diferenças entre Ensino com Modelagem e Ensino Tradicional	35
Quadro 02 – Setor A – 1º Bimestre.	70
Quadro 03 – Setor B – 1º Bimestre.	70
Quadro 04 – Setor A – 2º Bimestre.	71
Quadro 05 – Setor B – 2º Bimestre.	71
Quadro 06 – Quantidade de estudantes que utilizam equipamentos tecnológicos. ..	74
Quadro 07 – Horas usadas em Computadores e Smartphones.	74
Quadro 08 – Relato dos estudantes sobre o Arduino.....	77
Quadro 09 – Análise das respostas sobre o Arduino.	92
Quadro 10 – Análise da Aprendizagem com Arduino e Computador.	92
Quadro 11 – Análise dos Pontos Negativos.	93
Quadro 12 – Análise do conhecimento físico.	95
Quadro 13 – Habilidades Desenvolvidas.	95

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 APORTE TEÓRICO.....	27
2.1. Documentos Oficiais Norteadores	30
2.2. Ciclos de Aprendizagem	32
2.2.1. Modelagem e Ciclos	34
2.2.2. Aprendizagem Significativa.....	38
2.2.3. Arduino no Ensino de Física	39
3 A PROPOSTA DIDÁTICA.....	51
3.1. Pressupostos Teóricos e Educacionais	51
3.2. Apresentação da sequência de aulas.....	52
4 ENSAIO EMPÍRICO.....	65
4.1. Fundamentação Teórica	65
4.2. Contexto da Pesquisa.....	67
4.3. Instrumentos de coleta de dados.....	72
4.3.1. Questionário Inicial	73
4.3.2. Modelos	83
4.4. Análise de dados	89
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
REFERÊNCIAS.....	101
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	105
ANEXO A – TERMOS	119
ANEXO B – QUESTIONÁRIOS.....	121

1 INTRODUÇÃO

Diante de diversos recursos tecnológicos potencialmente disponíveis para o Ensino de Física, encontramos alguns educadores estagnados frente a uma sala de aula em que lecionam apenas de maneira tradicional: lousa, giz e a figura do professor centralizado detentor de todo o conhecimento. Situações que faltam oportunidades de aulas práticas ou de demonstrações de experiências, e os alunos apresentam-se inquietos com a vontade e a necessidade do uso da tecnologia digital presente na sociedade e de trazer a prática paralelamente com o ensino da teoria.

Nas escolas vivenciam-se várias razões para justificar a falta do uso da tecnologia pelos docentes, ora seja pela falta de material, não possuírem conhecimento pleno ou parcial sobre o seu uso ou sua aplicação, pela falta de espaço físico ou pelo número elevado de estudantes em sala de aula.

Em virtude das dificuldades encontradas pelos educadores e pelos alunos, esta pesquisa tem como objetivo de analisar e compreender o potencial que a plataforma Arduino fornece para os fins didáticos, como instrumento tecnológico digital pedagógico favorecendo a aprendizagem significativa de acordo com David Ausubel. Almeja-se verificar e investigar as características da aprendizagem significativa com a placa Arduino, evidenciando os pontos positivos e negativos, inseridos juntamente com os ciclos de modelagens.

Para retratar a realidade atual, os autores Veit e Teodoro (2012) destacam dois tópicos importantes. Primeiramente, o uso das tecnologias de informação na educação está defasado em relação ao uso científico, isto é, vemos grandes aplicações da tecnologia em nossa sociedade, contudo o seu enorme potencial tecnológico educacional acaba não sendo explorado. Lembramos que o educador é responsável e encarregado por escolher e incorporar novas metodologias tecnológicas, digitais ou não, em suas aulas conforme seu objetivo da aula em questão, contudo destacamos também que a escola onde são lecionadas as aulas podem limitar algumas práticas docentes e impedir metodologias diferentes. É preciso que ocorra uma via de mão dupla em interesse do professor com a liberdade e auxílio da escola.

Em segundo tópico, os autores Veit e Teodoro (2012) expressam que o docente precisa de um esforço contínuo para trabalhar o desenvolvimento curricular e atualizar suas práticas pedagógicas, especialmente as tecnológicas. Uma vez que existem professores que apresentam dificuldades e resistência para aprender novas metodologias tecnológicas é preciso que a prática docente esteja imersa em pesquisa, aperfeiçoamento e desenvolvimento contínuo.

Como forma de auxiliar os outros educadores interessados em utilizar o Arduino, esta dissertação descreverá detalhadamente como foi o ciclo de modelagens com o uso do Arduino juntamente com o produto educacional para futuras aplicações.

A formação inicial e a formação contínua do professor devem debater e incluir as metodologias e as práticas tecnológicas no ensino, isto é, como fazer uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC) em suas práxis. De acordo com Valente e Almeida (1997), os autores apontam que:

A formação do professor deve prover condições para que ele construa conhecimento sobre técnicas computacionais, entenda por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica e seja capaz de superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica (VALENTE e ALMEIDA, 1997, pág. 57).

Para mostrar as dificuldades que as escolas e os educadores enfrentam atualmente, destacamos o seguinte trecho:

as condições de atuação dos professores nas escolas: o número excessivo de alunos na sala de aula; problemas de indisciplina e violência na sala de aula e/ou ausência de motivação dos alunos para aprender na atual concepção de “escola” no século XXI; a problemática das Bibliotecas Escolares ou Salas de Leitura (o acervo insuficiente/inadequado, a ausência de um profissional para realizar uma mediação eficiente de um espaço destinado à biblioteca em muitas escolas); os empecilhos para um uso sistemático do Laboratório de Informática; a falta de jogos e materiais pedagógicos diversificados na sala ambiente, além de livros didáticos; o grau reduzido de compromisso com a educação dos dirigentes de algumas escolas; as condições precárias para a educação contínua dos professores; o tempo “insuficiente” para o planejamento das aulas; os aviltantes salários dos professores; enfim, um conjunto de “critérios” que os responsáveis pelas políticas públicas têm estabelecido para a educação no Brasil (SEMEGHINI e SIQUEIRA, 2006, pág. 174).

Os educadores enfrentam dificuldades a todo momento e grande parte dos problemas listados acima, inclusive a gestão administrativa e política, desencadearam uma má gestão educacional. Assim, o perfil do educador requer que o mesmo seja crítico e reflexivo para que o educando seja o menos prejudicado neste processo.

Segundo Medeiros e Medeiros (2002), o ensino de Física não é simples e nem fácil, pois lida e aborda com conceitos abstratos, desde do nível macroscópico do universo: das galáxias, das nebulosas e das estrelas, até o nível microscópico de partículas subatômicas, invisíveis a olho nu.

No contexto geral do ensino de Física, Fiolhais e Trindade (2003) apontam sobre o componente curricular:

Uma característica da Física que a torna particularmente difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos abstratos e, em larga medida, contra - intuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. Em consequência, muitos deles não conseguem apreender a ligação da Física com a vida real (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, pág. 260).

Na prática almejada, e não a mais valorizada, o ensino de Física pode ser compreendido como uma ampla rede de conhecimentos que envolvem diversas teorias e experimentos para provar ou tentar comprovar a teoria. A prática experimental aponta o seu alto nível de importância para concretizar e fazer sentido para o observador sobre um fenômeno físico. As experiências podem ser desde o nível mais simples, feitas com materiais recicláveis ou de fácil acesso no cotidiano, até de um alto nível de complexidade realizadas em laboratórios internacionais de pesquisa de altíssimo padrão científico.

Consequentemente, uma aula mecanizada com roteiros pré-fixados, pode não fornecer elementos suficientes para que o aluno possa compreender tal complexidade teórica e/ou experimental. Com intuito de utilidade didática, o professor tem à sua disposição, como maneira de ensino, trazer e utilizar as tecnologias da informação e comunicação (TIC) para as suas respectivas aulas.

Em virtude dos benefícios trazidos pela tecnologia digital, os educadores que ministravam as aulas iguais a cinco atrás sem planejamento podem modificar a

estrutura tradicional da aula para atender as dificuldades apresentadas até agora com a inclusão das TIC. De acordo com Martinazzo (2014):

Os alunos já não se satisfazem apenas com aulas expositivas de Física, e anseiam por mais e os professores estão angustiados diante da evolução tecnológica e da mudança comportamental de seus alunos que estão irrequietos com as aulas tradicionais (MARTINAZZO, 2014, pág. 22).

Dentre as novas ferramentas e possibilidades para o ensino de Ciências, nota-se a presença e a necessidade das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC). Nesta pesquisa, analisamos se o Arduino ajudou e forneceu oportunidades para o desenvolvimento da aprendizagem significativa. Propomos então, o uso do Arduino e do computador nas aulas e para ser um novo possível planejamento escolar. Essa proposta contou com a vantagem de associar a prática com a teoria pedagógica, para facilitar e propor novos caminhos no Ensino de Física com a inserção e a prática da placa Arduino. Neste trabalho é explicado as suas características físicas, como foram feitas as ligações, quais materiais utilizamos, quais conteúdos da física trabalhamos, como foi o uso e os resultados positivos e negativos da aplicação do Arduino no ensino de física.

A presente pesquisa descreve as oportunidades no ensino providas da metodologia dos ciclos de modelagens propostos por David Hestenes (1996). Esta metodologia apresenta o aluno como peça central da construção do seu conhecimento por meio do uso da tecnologia digital.

A sua aplicação pode ser no ensino básico ou superior, sendo que neste trabalho ocorreu no ensino básico (Segundo ano do Ensino Médio) nos conteúdos físicos das áreas de termologia, termodinâmica e eletrodinâmica, mas que podem ser expandidos para qualquer assunto na área da Física, ou de outras áreas das Ciências Naturais e para a Matemática.

Criador dos ciclos de modelagens, David Hestenes (1996) define modelo como sendo representações da realidade confeccionado com o objetivo de descrever, analisar ou explorar fenômenos ou objetos. A junção de vários modelos interligados cria-se como se fosse uma rede de modelos que descrevem toda a Física. Por isso, os modelos são importantes, pois permitem a sua compreensão e o

seu entendimento. O ensino com modelagem permite a busca da retomada da autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem, momento em que os conceitos possam ter um significado e façam sentido para o estudante, permitindo a contextualização do ensino (HEIDEMANN, ARAUJO e VEIT, 2012).

Utilizando a modelagem, o educador pode desenvolver habilidades e construir um caráter mais autônomo nos estudantes, corroborando como a possibilidade de explicar e esclarecer a física de modo mais claro, prático e objetivo. Torna-se um momento ou ciclo em que os alunos passam a enxergar que a Física não é um assunto imutável, que não apresenta um simples começo com final e não possui respostas para tudo, por isso existe a necessidade da experimentação, discussões e confronto e construção de ideias.

O ciclo de modelagens de David Hestenes (1996) é feito sempre em grupos, a divisão dos grupos fica a critério do educando, apenas foram delimitados que o mínimo em cada grupo fosse de quatro estudantes e no máximo de seis estudantes. Neste caso os alunos tiveram total liberdade para escolher o grupo que iriam trabalhar conforme a relação pessoal que possuíam. O estudo foi dividido em duas fases: a elaboração (pré – laboratorial) e a sua respectiva aplicação (investigação), que estão detalhadas parte por parte ao longo dos capítulos três e quatro.

Com relação a investigação dos dados brutos para as confecções das críticas dos resultados, utilizamos a análise de conteúdo da autora Laurence Bardin (2011) que é uma forma para compreender e tratar os resultados que estão por trás dos fragmentos de respostas obtidas em pesquisas qualitativas e quantitativas.

Por se tratar de pesquisa que envolve o estudo de seres humanos, o projeto inicial da pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo, em que foi detalhado e explicado cada fase da pesquisa, identificado os objetivos, procedimentos e riscos. Foram também anexados os questionários e termos de consentimento e assentimento para assinatura dos alunos e dos responsáveis. O projeto foi aceito, sem a necessidade de efetuar modificações, com o seguinte número do parecer de aprovação: 1.905.835.

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos. Inicia-se com a introdução, seguido pelo capítulo dois que aborda a fundamentação teórica, descrevendo sobre os documentos oficiais, sobre os ciclos de modelagens de David Hestenes (1996) e a abordagem do Arduino no ensino de Física. Engloba também o uso e a temática da tecnologia no ensino de física, desenvolvendo as suas ramificações e possibilidades. Aborda ainda a literatura sobre os computadores, softwares e os apoios teóricos que a pesquisa foi baseada e alicerçada à aprendizagem significativa sob a teoria de David Ausubel.

O capítulo três retrata a proposta didática. Neste capítulo encontra-se a justificativa da pesquisa e os objetivos gerais e específicos, além da sequência detalhada de aulas utilizadas e planejadas nesta pesquisa.

O capítulo quatro é sobre o ensaio empírico. Este descreve as características da pesquisa, o formato que foi seguido e sobre a análise de conteúdo. Além disso, contextualiza o Colégio da Polícia Militar, local onde foi feita a pesquisa, os instrumentos de coletas de dados, questionários, anotações e fotografias seguidas da sua análise.

Por fim, a última parte, o capítulo cinco, contém as considerações finais que encerram esta monografia de dissertação de Mestrado, do curso de pós-graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, com o objetivo de retomar e responder a questão inicial da pesquisa

2 APORTE TEÓRICO

Neste capítulo abordamos as concepções teóricas utilizadas nesta pesquisa para elaborar e defender a justificativa, o apoio teórico do projeto, os autores que discorrem sobre o uso e o desenvolvimento dos ciclos de modelagens, especificadamente com o uso do Arduino.

Inicialmente entende-se que o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) não pode substituir integralmente o cotidiano real do estudante, por isso o seu uso em sala de aula exige muita cautela e muita reflexão. A formação continua do professor é um dos requisitos para que as atividades sejam bem elaboradas, baseadas na TIC. Ao longo dos capítulos são abordadas as vantagens e apontadas as desvantagens de se usar esta metodologia. Contudo, a preocupação de preparar bem uma sequência didática é fundamental pois da mesma forma que traz ótimos resultados, uma atividade mal elaborada ou mal fundamentada traz péssimos resultados, possíveis traumas e pode levar a queda da motivação e da participação dos estudantes. Medeiros e Medeiros (2002) relatam sobre os cuidados a serem tomados:

É preciso estar em alerta para o fato de que essa arma poderosa (tecnologia digital) pode servir, paradoxalmente, também, para comunicar imagens distorcidas da realidade com eficiência igualmente maior do que a das figuras estáticas. Uma animação não é, jamais, uma cópia fiel do real. Toda animação, toda simulação está baseada em uma modelagem do real. Se essa modelagem não estiver clara para professores e educandos, se os limites de validade do modelo não forem tornados explícitos, os danos potenciais que podem ser causados por tais simulações são enormes (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, pág. 81).

Em diversos componentes curriculares, a educação está sofrendo com o baixo desempenho, desmotivação, desinteresse e indisciplina. Quase todas as salas de aulas passaram ou passam por esses problemas pedagógicos. No ensino de física não é diferente, tendendo a se intensificar se for um ensino apenas baseado na teoria, sem experimentação e aulas práticas, tornando-se extremamente abstrato; e não apresentará sentido algum para o estudante que estará totalmente passivo no

processo de ensino e ficará descontextualizado, deslocado, desmotivado e desconectado do mundo (DIAS; NOVIKOFF; SOUZA, 2011).

Como estratégia, os professores de Física têm a opção de utilizar o laboratório didático, mas em muitas escolas não há espaço físico, e quando há, às vezes, não comporta todos os alunos de uma sala de aula, faltam materiais e apoio técnico para o professor, escassez de tempo para preparar, montar e desmontar cada experiência.

Os educadores também usam como estratégia os kits experimentais prontos devido à grande variedade que existe no atual mercado para serem usados em sala de aula sobre determinado assunto pré-definido. Contudo, o educador não possui liberdade para alterar ou modificar o roteiro experimental, já que estes kits são de experiências pontuais, por exemplo kits experimentais de: eletricidade, de termodinâmica ou de óptica.

Nestes equipamentos existem peças contadas e selecionadas para determinadas experiências que, de modo exclusivo, permitem seguir a experiência a partir de um roteiro previamente elaborado e fechado, sem a possibilidade de realizar mudanças no decorrer do procedimento pelo professor e não permitem novas abordagens de acordo com cada turma e a cada momento.

Segundo *Laudares et al* (2014):

A utilização de kits experimentais prontos, em laboratórios de Ensino de Física, diminui a interação do aluno com o experimento, já que o processo ensino/aprendizagem se dá também com a interpretação entre a atividade prática e o aluno (LAUDARES et al, 2014, pág. 51).

Outra característica determinante na situação atual das escolas é o valor monetário desses conjuntos comerciais, que podem apresentar um valor extremamente alto, fora do orçamento real da escola e do professor. Como Souza (2011) relata:

Contra o uso destes equipamentos (kits) em nossas salas de aula está o custo, em geral, muito alto. Como alternativa, tem sido proposto soluções de baixo custo envolvendo diferentes portas de comunicação e periféricos do PC (SOUZA, 2001, pág. 1702).

Apesar de muitas escolas não possuírem ainda o laboratório físico de Física, a maior parte das escolas tem à sua disposição, às vezes pouco usados, os computadores, conforme afirma a pesquisa TIC Educação 2013 - Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras, realizada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil. A pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileira apontou que 99% das escolas possuem computador em seu ambiente físico. Desta forma, os professores conseguem usar o computador como instrumento de laboratório mesmo quando não possuem o laboratório.

Diante destas situações, o professor necessita procurar por novas metodologias inovadoras, propostas diferentes de ensino - aprendizagem, novos usos para ferramentas existentes e possíveis caminhos para substituir parcialmente a metodologia tradicional do giz e lousa que compõe uma aula expositiva. Vale ressaltar que a aula tradicional foi importante, é importante e será importante. Ela possui um grande histórico na pedagogia, mas somente a sua metodologia pode não ser suficiente.

A sociedade e os estudantes estão em constante mudança e avanço, os alunos de cinco anos atrás não são os mesmos de hoje em dia e não serão os que estarão daqui a cinco anos. Analisamos a substituição e a incorporação de novas metodologias e práxis docentes perante a novas situações.

Fiolhais e Trindade (2003) apontam a necessidade de mudar o método usual para superar o fracasso escolar das aulas tradicionais. Ou seja, o uso de computadores e softwares podem melhorar a aprendizagem, e passam a ser um recente apoio pedagógico para se estruturar como uma nova ferramenta no ensino, uma vez que os computadores estão cada vez mais aperfeiçoados, rápidos e potentes, surgindo como uma nova oportunidade para que o educador use e abuse das TIC como forma de ensino e aprendizagem em suas aulas, cursos ou apresentações.

2.1. Documentos Oficiais Norteadores

Ao se tratar de leis e documentos oficiais podem-se gerar algumas dúvidas quanto aos usos das TIC estarem legalmente aprovados e se existe algum documento oficial para que o educador esteja amparado e consciente que a sua aplicação não poderá trazer algum incômodo ou inconveniente para o seu trabalho pedagógico. Com relação as leis e ao caráter legal, o ensino de Física para a educação básica, especificamente no Ensino Médio, está legalmente amparado para o uso e inserção de novas tecnologias didáticas. Para deixar claro, estes amparos são abordados ao longo destes parágrafos, incluindo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +).

Inicialmente apresenta-se a Lei em que a educação está respaldada e amparada: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, que abrange toda a educação básica e superior em todo o país, as escolas públicas e as privadas, as municipais, as estaduais e as federais. O foco estará na educação básica, especialmente no que diz respeito ao ensino de Física. De acordo com a LDB, a educação básica deve ser pública e gratuita, com garantia de qualidade, dos quatro aos dezessete anos, vinculada ao mundo de trabalho e à prática social, com responsabilidade dos país e do Estado como figura governamental. No artigo 35, da LDB, na seção do Ensino Médio, destaque-se que: “a compreensão dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”, ou seja, a participação do professor é de caráter fundamental no processo de ensino e aprendizagem, além de ser mediador, não poderá deixar de incluir ou utilizar a tecnologia em suas aulas.

Nas Diretrizes Curriculares Nacionais (2013), um dos objetivos de Formação de Professores é que sejam atualizados nos cursos a teoria e a metodologia o uso de tecnologias de comunicação e informação nos processos educativos, isto é, possuir acesso e condições para analisar, buscar e usar novas tecnologias

adequadas para que dominem os procedimentos básicos de investigação e produção de conhecimentos científicos. Para que os alunos tenham acesso, os educadores devem ser formados inicialmente ou continuamente com objetivo de que os alunos sejam os maiores beneficiados em todas as etapas.

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Brasil (2010):

A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. (BRASIL, pág. 05).

O aluno terá de ser capaz de: compreender, reconhecer e saber utilizar as diversas tecnologias digitais, que a cada vez estão mais presentes, e em maior número. Para isso, o estudante necessita que a sua formação básica seja de qualidade, dependendo diretamente do trabalho profissional docente.

A separação do PCN foi em três grandes áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias, com a intenção de possibilitar a interdisciplinaridade e aumentar a contextualização. O processo de compreender e apreciar a tecnologia, não é pontual ou rápido, possibilita a conexão de diversos conhecimentos e suas aplicações na sociedade, transcendendo a área da Ciências da Natureza. Dessa forma, a tecnologia no Ensino Médio, está diretamente associada a aplicação de conhecimentos e habilidades desenvolvidas na educação infantil e fundamental.

O fato do PCN não ser claro especificadamente para cada componente curricular, como a Física, o Ministério da Educação (MEC) desenvolveu o PCN+ (2002), para a área da Matemática e as Ciências da Natureza com objetivo de ampliar e destacar os objetivos com um ensino compatível com as pretensões educativas. Nas competências de Física, destaca-se: “analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciências e tecnologia”.

O estudante ao fim da educação básica deve ser capaz de compreender, criticar e argumentar sobre as mídias digitais e informações sobre a temática da tecnologia, entender que a tecnologia tem o seu lado bom e o lado ruim. Não existe a metodologia perfeita e o sucesso de atingir cem por cento dos alunos. Contudo, para isso, sua formação básica deve envolver globalmente as tecnologias: seus

objetivos, funções e aplicações, e assim, o professor deve saber como trabalhar, como aprender de modo que o estudante seja plenamente capaz de elaborar seus próprios juízos e obter suas devidas conclusões individualmente e com ajuda dos colegas e dos professores da classe.

2.2. Ciclos de Aprendizagem

A aprendizagem significativa está diretamente relacionada com a estrutura cognitiva do estudante que associa o conhecimento prévio com o novo conhecimento. O conhecimento prévio específico em uma determinada área de interesse é um conceito chamado de subsunçor, parte principal para que a nova aprendizagem seja de fato significativa. (Ronca, 1996)

Assim, quando a nova aprendizagem fornece novas concepções que não conseguem ser relacionadas com o conhecimento antigo, isto é, na falta de subsunçores, a aprendizagem torna-se mecânica e as novas informações não fazem sentido para o estudante, e conseqüentemente o mesmo não aprendeu de maneira significativa.

Como forma de alterar esse resultado o professor deve estar ciente que ao preparar o seu curso e sua aula tem que ser levado em conta o que os alunos conhecem e sabem previamente, porque as novas informações serão ancoradas ao subsunçores já existentes. E, então pergunta-se “como o educador pode fazer para promover a aprendizagem significativa?”.

Não existe uma única resposta para esta pergunta, mas um conjunto de fatores que permitem que a aprendizagem deixe de ser mecânica, e passe a ser significativa. A primeira atitude é refletir sobre como as aulas são estruturadas, ou seja, o professor ministra aula como fonte detentora do conhecimento e os alunos em silêncio escutam sem demonstrar interesse. (Ronca, 1996)

Pode-se instigar o aluno a procurar por respostas a perguntas ou questionamentos feitos pelo próprio educador ou por ele mesmo, ao invés de simplesmente fornece-las como um produto final invariável. Cabe aqui estimular a criatividade, incentivar novas perguntas e novos meios para procura de respostas, o

papel do professor é guia-los neste processo de aprendizagem, desafiando-os. Ao preparar uma aula significativa, saímos do tradicional professor falando e aluno escutando, e partimos para uma aprendizagem desafiadora, criativa e estimuladora, buscando que o próprio educando faça parte do seu aprendizado.

Nas aulas os alunos não precisam ficar seguindo ordens ou se atentar a um manual com procedimentos numerados, é importante saber guia-los e mostrar onde devem chegar, permitindo diversos métodos para isto. Conforme Santos,

Quanto mais instruções dermos, mais seguidores de instruções formaremos. Não que as instruções tenham sido banidas do mundo atual, o uso da tecnologia deixa-nos “atados” aos manuais, por exemplo. Falo da pouca presença da autonomia na sala de aula. Quando um professor detalha minuciosamente as orientações as orientações que acompanham uma tarefa e faz um acompanhamento passo-a-passo de cada etapa para que todos possam caminhar juntos, ele está favorecendo a dependência dos alunos e não sua autonomia. Nesses casos, os alunos não se preocupam muito em compreender o que fazem, mas sim em seguirem as instruções do professor, o que lhes vai garantir êxito (SANTOS, 2008, pág. 6).

É importante ressaltar sobre a valorização da capacidade do aluno. O professor mediador do conhecimento pode ao longo das atividades e das aulas, estimular os alunos proporcionando um ambiente agradável em que possam ser autônomos, que seus avanços e conquistas sejam reconhecidos e disponibilizar espaço para que trabalhem em grupo. A característica de desenvolverem atividades em grupos permite a compreensão do espaço e das ideias dos colegas, para que cresçam juntos e o apoio e ajuda seja mútuo.

Em relação aos materiais utilizados é importante notar que devem estar atualizados, contextualizados e que permitam diferentes recursos simultâneos, como o computador e outras TIC, segundo Ausubel, Novak e Hanesian apontam:

A Educação Auxiliada por Computadores (CAE) mostra-se promissora onde o aluno desempenha um papel proeminente na determinação do ritmo do novo aprendizado. Os erros são corrigidos à medida que ocorrem, e a associação entre conceitos (ou tarefas) subordinados são feitas explicitamente com conceitos ou tarefas mais gerais, mais inclusivas, quando o auxílio impresso e\ou tutelar relacionado está disponível (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, pág. 293).

O computador oferece inúmeros métodos de uso, além de estar presente diariamente na maior parte da vida dos estudantes, o que talvez pode fazer com eles se sintam confortáveis e seguros referente ao seu uso.

2.2.1. Modelagem e Ciclos

De modo a estruturar esta pesquisa e nortear, usa-se a metodologia de modelos de ciclos de modelagem propostas por David Hestenes (1996) com o objetivo de que o ensino de ciências desenvolva e trabalhe habilidades com os respectivos alunos, para que os mesmos compreendam o mundo em que vivem na prática e associem de uma forma simples a teoria com a prática. A modelagem corrobora no ensino de física, como destaca Pietrocola (1999):

Ao introduzirmos a modelização como objeto do ensino de Física estaremos instrumentalizando os alunos a representarem a realidade a partir das teorias gerais. A preocupação com o contexto de construção do conhecimento científico não deve ser deixado de lado, mas submetido ao objetivo maior da educação científica que é o de assegurar ao indivíduo uma melhor relação com o mundo em que vive. A explicitação e explicação das teorias Físicas como capazes de nos fornecer um quadro da realidade, mesmo que ele seja pintado em diversos estilos diferentes, gera competição (no aspecto positivo do termo) entre as concepções científicas e as concepções alternativas. A possibilidade de comparação e a tomada de decisões sobre qual forma representar a realidade tornará os alunos mais críticos e mais capazes de desfrutar dos insights que tem apaixonados cientistas ao longo dos tempos (PIETROCOLA, 1999, pág. 225).

Brewe (2008), autor que se baseia nas ideias de David Hestenes (1996), em sua pesquisa de ensino de física com modelagem mostrou que apenas dez por cento dos professores de ensino médio sabiam como articular seu uso no aprendizado, diferentemente dos professores do ensino superior, que trabalhavam com maior frequência. O ensino com modelagem pode ser usado tanto para educação básica quanto para a educação superior, desde que sejam feitas as suas devidas adequações e adaptações, ou seja, não se pode aplicar a mesma atividade e esperar os mesmos resultados do ensino superior na educação de nível básico.

De maneira análoga, os cientistas usam a modelagem para a elaboração da uma teoria e para a realização de uma pesquisa experimental, realidade que pode

ser trazida para o ambiente escolar. Os estudantes podem conhecer este método, caso contrário pode ser explicado que a metodologia da modelagem permite que os pesquisadores diante de um conhecimento primário possam obter um desenvolvimento da teoria por meio de elaboração de modelos. Além de permitir que seja feita a compreensão, o entendimento e a resolução de problemas. Vemos, então, que esta metodologia pode e deve ser utilizada em sala de aula para mostrar como é que o desenvolvimento e o aprimoramento da ciência acontecem.

A abordagem didática por modelagem pode diversificar e desmitificar o ensino tradicional por blocos, ou seja, o conteúdo didático da Física deixa de ser um ensino por setor ou área e passa a ser mostrado como uma rede enorme de ligação, e não como se apresenta atualmente em sala de aula. Queremos dizer que por exemplo, a óptica não se relaciona com o eletromagnetismo ou o conteúdo de ondulatória não se relaciona com o de mecânica. São tópicos estudados modularmente na Física, o que gera uma física estática e generalizada elaborada por pouquíssimas pessoas. Brewer (2008) elabora um quadro sobre as diferenças entre o ensino tradicional e o ensino com modelagem:

Quadro 01 – Diferenças entre Ensino com Modelagem e Ensino Tradicional.

Ensino com Modelagem	Ensino Tradicional
Modelos são construções baseadas em leis físicas	Leis são dadas por equações e aplicadas para resolução de problemas
Modelos são construídos para representação de ferramentas que podem ser usadas para resolução de exercícios	As equações são usadas primeiramente para resolver problemas
Modelos são temporários e precisam ser validados, refinados e aplicados	Conteúdo é permanente e sua validação já foi feita
Modelos são aplicados para situações específicas	Leis são aplicadas para situações específicas
Modelagem é um processo aprendido por meio do acúmulo de experiências	Resolução de problemas exige truques e são aprendidas em resolução de vários problemas
Modelos são diferentes dos fenômenos, podem incluir elementos de causa, descrição e prescrição.	O conteúdo é indistinguível do fenômeno

Fonte: Adaptado de Brewe (2008, pág. 1156).

De acordo com Heidemann e Veit (2012) os modelos teóricos não conseguem contextualizar o ensino de Física, e o computador executa uma função primordial entre atrelar a realidade e a teoria com os modelos. Os modelos ajudam os alunos a compreenderem melhor a ciência, especificamente a Física, por permitirem que os estudantes participem ativamente no seu aprendizado, que compartilhem seus resultados, dividam as experiências, construam seu conhecimento de modo autônomo, e possibilita a compreensão que a física não foi criada do dia para noite, e nem por um grupo seleto de pensadores. Conforme afirma Heidemann e Veit,

O ensino de Física por meio de ciclos de modelagem parte do princípio de que os alunos aprendem de forma mais significativa a partir de atividades que os envolvam ativamente na construção e na utilização de modelos e que os façam comunicar seus resultados aos colegas. Para otimizar a aprendizagem, essas atividades devem ser cuidadosamente planejadas e gerenciadas pelo professor (HEIDEMANN e VEIT, 2012, pág. 973).

Os autores acima destacam explicitamente que para o desenvolvimento dos ciclos, que são explicados no capítulo quatro mais profundamente, é necessário a divisão em duas partes: o desenvolvimento e a implementação do modelo.

Na primeira etapa do desenvolvimento (discussão pré - laboratorial), subdivididas em três etapas, requer que se contextualize a questão com cotidiano dos estudantes e a natureza, para que os alunos sejam separados livremente em grupos e possam discutir, debater, utilizando de diversas ferramentas digitais como simulações computacionais, vídeos, sequências de fotos, experimentos de laboratório, etc. Neste momento os grupos podem criar ou recriar modelos teóricos para a situação física abordada, verificando sua validade.

Na segunda etapa, chamada de investigação, os grupos elaboram novas ferramentas, experimentos para representar os modelos criados. O professor deve estar plenamente capacitado e preparado para inserir e trabalhar novas ferramentas para que tenha o melhor desenvolvimento, sejam equações, tabelas, gráficos, diagramas e os termos técnicos.

Na última parte da primeira fase (discussão pós-laboratorial) os grupos mostram e justificam seus resultados e possíveis conclusões. A discussão precisa ser clara, os alunos terão tempo e liberdade para apontar seus resultados,

destacando que os modelos não estarão completos e não precisam estar, já que os modelos apresentam uma validade para cada fenômeno físico, isto é, não existirá um certo ou errado. O professor será o mediador e analisará criticamente as questões apresentadas, apontando os equívocos e discutindo com os grupos.

No segundo estágio, que é a implantação dos modelos, os grupos utilizam os modelos criados e novas situações para aprimorar, aprofundar e refinar seu entendimento. Os alunos trabalham em pequenos grupos e depois apresentam para a sala inteira. Esquemáticamente, Heidemann, Veit e Araújo (2012) elaboram a seguinte figura:

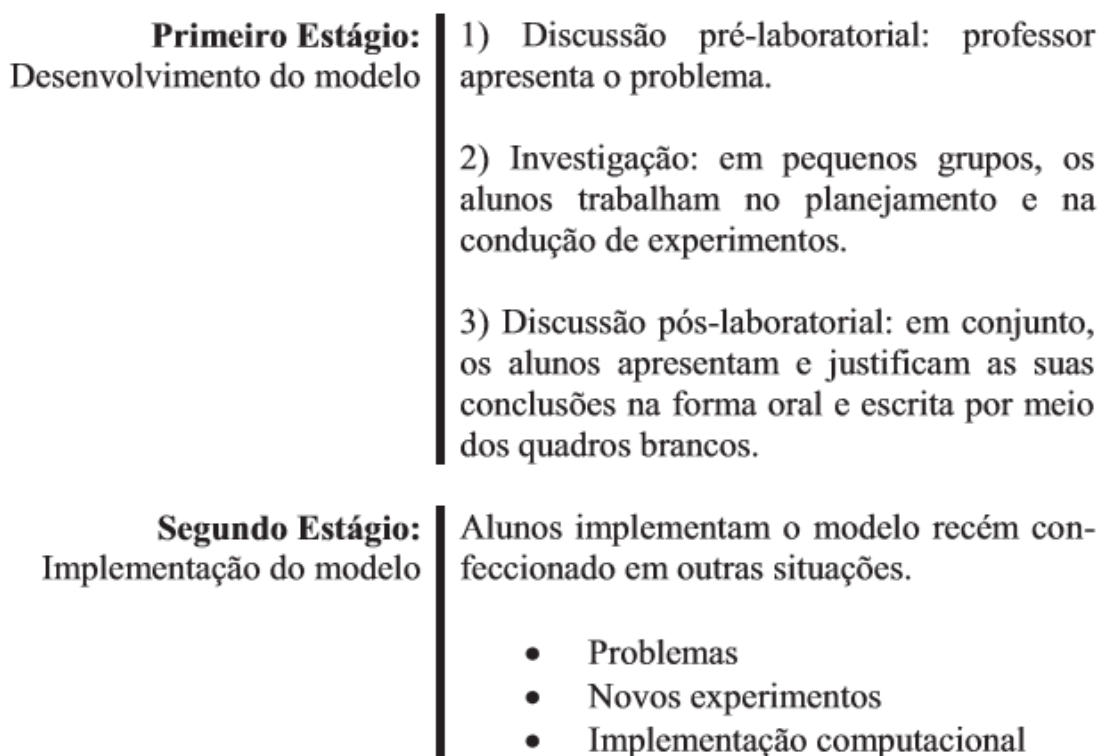


Figura 01 – Resumo dos estágios e das fases dos ciclos de modelagem propostos por Hestenes.

Fonte: Heidemann e Veit (2012, pág. 977).

A Figura 01 esquematiza e sintetiza as etapas dos ciclos de modelagens de David Hestenes (1996) para facilitar a sua compreensão e o seu entendimento visual. A figura separa visualmente, mais detalhado, genericamente as etapas que aplicamos com o Segundo ano em dois estágios, o primeiro com três fases

(discussão pré-laboratorial, investigação e discussão pós-laboratorial) o segundo com duas fases (construção do modelo e implementação do modelo).

2.2.2. Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa desenvolve-se na Teoria de David Ausubel (1963), segundo Moreira define:

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-litera) e não arbitrária, a um aspecto relevante a estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com sua estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2009, pág. 7).

Observa-se que para o educador, para a ação de planejar e preparar aula ou atividade é necessário que se tenha conhecimento sobre o que estudante já sabe, pois será a base para que o aluno aprenda. O conhecimento prévio é a ancora para que novas informações encaixem nos subsunçores existentes nas estruturas cognitivas dos estudantes (AUBUBEL, NOVAK, HANESIA, 1980).

Para que a aprendizagem significativa ocorra, há um processo de interação entre os novos conceitos e os conceitos que já foram aprendidos, isto é, as novas informações ou são incorporados ou assimiladas para que modifique a estrutura prévia. Caso este processo não ocorra, Ausubel define como aprendizagem mecânica ou automática: “Na ausência de subsunções relevantes, a aprendizagem se torna mecânica e a nova informação fique retida de forma arbitrária” (SANTOS, 2014).

Diante do proposto, o professor apresenta papel fundamental como nos mostra Santos:

O papel do professor na promoção de uma aprendizagem significativa tem início na clareza que ele tem a respeito da concepção social da Educação e, conseqüentemente do seu própria papel social. Somente a consciência e o compromisso com esse papel vão dar forma a um projeto real de sociedade, no qual se inserem e se inter-relacionam cidadãos mais ou menos críticos, mais ou menos engajados, enfim, mais ou menos conscientes. (SANTOS, 2009, pág. 13).

A aprendizagem significativa não acontece em qualquer lugar ou a qualquer instante. Para que ocorra de fato, a estrutura e configuração do assunto a ser aprendido e a estrutura cognitiva do estudante devem convergir para apresentar um sentido lógico e ser logicamente significativo. O material educacional adotado pelo professor em suas aulas deve estar disponível para criar a possibilidade do aprendiz transformar as informações soltas e aleatórias em conhecimento. Adicionando outro fator, é preciso que o estudante tenha disponibilidade e interesse para relacionar o novo material educativo com a sua estrutura cognitiva, vale destacar que a memorização e uso mecânico do mesmo, está geralmente associado ao ensino tradicional conteudista.

2.2.3. Arduino no Ensino de Física

Até este momento falamos sobre o Arduino, mas não houve o detalhamento do que é o Arduino e como propriamente funciona. Inicialmente a placa pode trazer alguma insegurança sobre o seu uso, principalmente se o leitor nunca ouviu ou nunca utilizou a mesma. Queremos mostrar que apesar de poder ser a primeira vez que o educador passe a utilizar a placa de livre prototipagem (Arduino) em sala de aula, os alunos podem inicialmente sentirem curiosos, inseguros e ansiosos em saber como utiliza-la. Contudo, basta lembrar que nas primeiras aulas é de extrema importância discorrer sobre a placa, mostrar como funciona e realizar pequenos testes para que os alunos se sintam mais seguros e confiantes e para estarem livres para montar, programar ou reutilizar.

Deixamos claro que para o professor iniciante ou para o professor que conheça pouco sobre o Arduino a sua prática inicial pode gerar dificuldade ao manuseá-lo pela primeira ou segunda vez. Entretanto, seu uso contínuo envolvendo novas experiências faz com o professor passe a fazer desta atividade um hábito e consiga facilmente ministrar suas próximas aulas com o Arduino de modo seguro e com suporte para os educandos.

O Arduino destaca-se por ser uma plataforma eletrônica de livre programação (projeto *Hardware Open – source*) como forma de automatização de coletas de

dados através de um computador, de maneira livre e de baixo custo. É constituído por uma única placa, que contém um micro controlador AVR. Seu surgimento foi na Itália na cidade de Ivrea, na província de Turim, para servir de material para os alunos do Instituto Ivrea como alternativa para as ferramentas e modelos de alto custo financeiro que estavam disponíveis no mercado. E, diante de diversos problemas administrativos e econômicos que poderiam resultar no fechamento do Instituto, os criadores tornaram o projeto livre (projeto *Hardware Open-Source*) para que mesmo após o fechamento do projeto continuasse existindo de modo livre para não ser esquecido ou descartado - o projeto do Arduino.

O significado do Arduino é apontado por Cavalcante, Tavoraro e Molisani, que definem o Arduino da seguinte forma:

A Arduino é uma plataforma que foi construída para promover a interação física entre o ambiente e o computador utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples e baseada em softwares e hardwares livres. Resumidamente, a plataforma consiste em uma placa de circuitos com entradas e saídas para um microcontrolador AVR, um ambiente de desenvolvimento e o bootloader que já vem gravado no microcontrolador (CAVALCANTE, TAVOLARO e MOLISANI, 2011, pág. 4503-2).

E afinal, o que seria um microcontrolador? De maneira análoga, os autores acima o definem:

O microcontrolador é constituído de um microprocessador, memória e periféricos de entrada/saída e pode ser programado para funções específicas, como, por exemplo, o controle de máquinas e diferentes automações (CAVALCANTE, TAVOLARO e MOLISANI, 2011, pág. 4503-2).

A seguir temos a figura de um Arduino utilizado no trabalho, sendo apenas um dos diversos modelos que existem no mercado atual.



Figura 02 – Placa Genuino Uno Utilizada na Pesquisa.
Fonte em < <http://arduino.cc> >

Atualmente encontram-se diversos modelos de diferentes marcas, feitos por outros fabricantes da placa Arduino, que são usados em diversas áreas como engenharia, medicina e principalmente, nos últimos anos, uma farta literatura tem pesquisado o seu uso na educação por um baixo custo comparado os kits educacionais prontos e compostos por roteiros fixos que não permitem novos procedimentos no decorrer das aulas.

O Arduino encontra-se na licença denominada de Licença *Creative Commons* (*Creative Commons Attribution Share-Alike license*), com o significado de que permite a adaptação, reformulação, reestruturação ou reelaboração para todos os fins, seja lucrativo ou não, desde que o mérito e o crédito sejam dados ao autor e as obras publicadas sejam licenciadas sob os mesmos termos. A programação também é *open-source*, utilizando o Java.



Figura 03 - Creative Commons Attribution Share-Alike license
Fonte em < <https://creativecommons.org/licenses/> >

Como a placa é de livre programação, o educador e educando possuem uma gama de possibilidades de programação e de montagens de experimentos para o seu determinado objetivo, e neste caso o professor fica responsável por guiar o conteúdo físico que irão abordar e saber como irá utilizar o experimento. Precisa-se definir a metodologia em sala de aula, realizar a programação e de como tornar a atividade proposta suficiente para que desenvolva uma aprendizagem significativa.

Nas atividades propostas e realizadas neste trabalho, utilizamos seis placas “Arduino Uno” que foram fáceis de serem adquiridas em lojas físicas e também nas virtuais. A placa é utilizada para os fins didáticos, projetos financeiros ou para *hobbies*. Sua alimentação e/ou ligação é por meio da saída USB do computador ou *notebook*. A placa funciona com 5 Volts contínuo, que podem ser fornecidos pelo próprio computador ou por baterias externas. As baterias externas são utilizadas caso o sistema seja autônomo ou não puder estar sempre conectado diretamente a porta serial do computador.

A plataforma de prototipagem Arduino apresenta cinco saídas analógicas e treze saídas digitais. As diferenças entre as saídas digitais e analógicas são que as portas digitais apresentam valores definidos em um intervalo, geralmente 0 Volt ou 5 Volts (recebe um pulso com 5 Volts ou não com 0 Volt), já as saídas analógicas podem apresentar valores compreendidos entre o intervalo de 0 e 5 Volts. As saídas são usadas conforme o tipo de circuito e características do projeto, principalmente dos sensores, pois cada sensor apresenta uma ligação característica, a montagem irá depender de cada circuito proposto e dos componentes usados. Não listaremos todas as ligações ou usos devidos aos grandes números de possibilidades que encontramos em cada montagem ou circuito.

Além dessas saídas, a placa possui três *Ground* (GND), duas próximas as saídas analógicas e uma próxima a saída digital, que é popularmente conhecida como Terra. As saídas e entradas não necessitam ser todas ligadas ou associadas, podem funcionar com apenas uma, depende substancialmente do circuito e podem funcionar com mais de uma saída.

Os principais aspectos da plataforma ficam mais bem representadas pela figura a seguir.



Figura 04 - Placa Arduino e suas ligações de alimentação.
 Fonte: Extraído de Fabri Junior (2014, pág. 9).

O software para o Arduino, apresentado na Figura 05, encontra-se livremente para ser baixado diretamente do site <https://www.arduino.cc>, e funciona nos sistemas operacionais mais utilizados atualmente como: Windows, MacOS e Linux. Atualmente vemos o uso do Arduino em diversas áreas do conhecimento, com diferentes objetivos, alguns para fins comerciais, outros para lazer, *hobby* e projetos ou para fins educativos e didáticos como aborda este trabalho.

No próprio software é possível encontrar programações já feitas e testadas. Na maior parte dos casos, essas programações estão disponíveis em bibliotecas digitais, que são acessadas gratuitamente e podem ser baixadas livremente por meio das licenças. A escrita no programa é baseada em C/C++ e existe a opção da programação pelo software *Scratch*, elaborada em blocos interativos, coloridos e dedutivos de programação como forma alternativa do software.

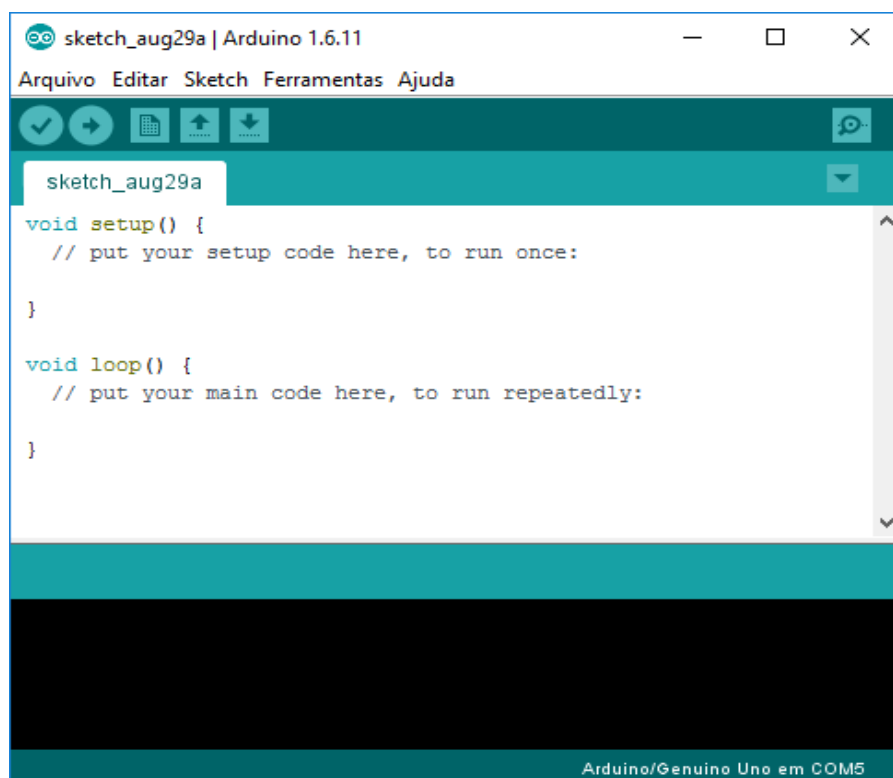


Figura 05 – Software do Arduino.

O layout do programa é bem claro e simples, dificilmente foi preciso efetuar uma função que exigisse alta complexidade neste projeto. O software apresenta os botões de verificar (função de analisar a programação e verificar se não existe algum erro em alguma linha de comando), carregar (transmite a programação feita e verificada para memória da placa Arduino), abrir (carregar alguma programação salva no computador) e novo (executar uma nova programação) bem claramente em sua interface.

Encontram-se diversos usos para a placa, e a aplicação para o ensino didático também está em expansão. Os docentes que utilizam o Arduino disponibilizam suas aplicações e o número de trabalhos acadêmicos sobre propostas de uso da placa está aumentando. A seguir serão listados alguns usos didáticos do Arduino para o ensino de física.

Inicialmente apresentamos um artigo de 2012, propostos por Fodor e Peppard, na Universidade de Cleveland, nos Estados Unidos da América sobre a demonstração da Lei de Lenz, usando um sensor de posição ultrassônico:

One of very popular demonstrations used in introductory physics courses to illustrate Lenz's law in the "slowly falling magnet". In its simplest version it requires only a powerful cylindrical magnet and a metal tube, typically of copper or aluminum (FODOR e PEPPARD, 2012, pág. 344) .

A sua utilização revela uma outra forma de demonstrar a Lei de Lenz sem o costume rotineiro das mesmas experiências de eletromagnetismo. A montagem utiliza um sensor de posição colocado ao final de um tubo de trinta centímetros de comprimento colocado verticalmente em uma mesa e no começo do tubo foi instalado um sensor magnético que liberaria um ímã para percorrer o tubo. Os autores utilizaram três diferentes tubos: um de cobre, um de alumínio e um de latão; e através dos sensores coletaram dados para calcular a velocidade do ímã durante a queda.

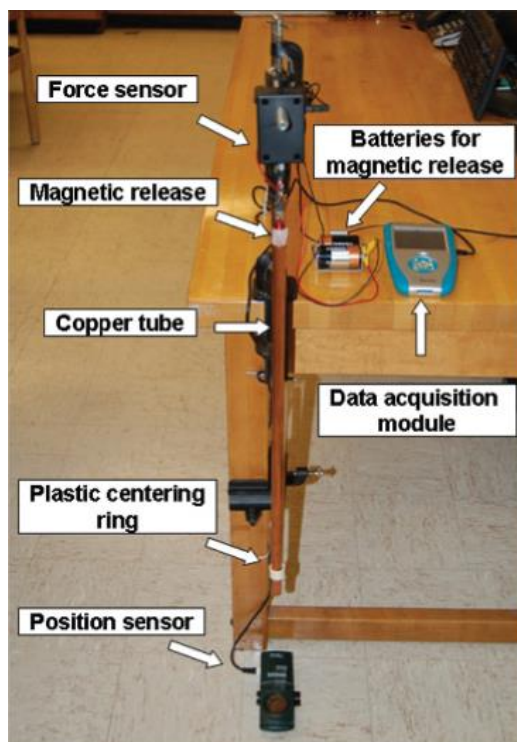


Figura 06 – Demonstração do aparato experimental com sensor de posição.
Fonte: Extraído de Fodor e Peppard (2012, pág. 344).

A estratégia em utilizar o sensor de movimento e magnético é para aumentar a precisão dos dados, porque é minimizado os erros humanos de reação para

medidas com um cronometro e régua. Com os cálculos dos resultados da velocidade e da força é possível perceber a diferença entre os diferentes tubos.

Outros dois pesquisadores, Rocha e Guadagnini (2014), elaboraram um projeto com o Arduino e um sensor de pressão manométrica para ensino de física sobre pressão de um gás. Este sensor, que é um transdutor MPX4250GP, efetua instantaneamente a medida da pressão em um sistema gasoso (uma bexiga) em uma transformação gasosa comparando com a pressão atmosférica local em tempo real, e transcreve automaticamente para o computador os resultados obtidos. Os dados coletados foram transportados diretamente para uma planilha eletrônica Excel, para montar gráficos, fazer cálculos de erros e tabular os mesmos. O dispositivo entra em contrapartida para oferecer as mesmas características de um laboratório didático experimental em uma sala comum, com o objetivo de demonstrar os fenômenos físicos da pressão em balões de látex e baixo custo (ROCHA e GUADAGNINI, 2014, pág. 124).

A estratégia do experimento consiste em monitorar em tempo real a pressão de um gás dentro de um balão comum durante uma transformação gasosa e simultaneamente com a pressão do gás fora do balão em intervalos de um segundo. O intervalo total do tempo é muito curto para que um ser humano possa perceber o valor em um sensor e anotar o mesmo vinte vezes valores diferentes durante apenas vinte segundos, além de permitir uma rápida aquisição de dados.

Na temática de ondas sonoras, a autora Cavalcante (ANO) publicou sobre a possibilidade do estudo de ondas estacionários e tubos sonoros na construção de um Tubo de Kundt com o uso do Arduino para ensino de Física. O Tubo de Kundt permite a visualização da formação de ondas estacionários em seu interior, que continha pó de serra ou cortiça e ar de acordo com as frequências e a ressonância das ondas. A sua montagem contou com o Arduino, um amplificador de áudio CI LM 36 associados em uma placa de fenolite (CAVALCANTE, 2013, pág. 579).

A estratégia abordada aqui foi divergente das outras. Diferentemente dos conteúdos vistos nas outras experiências, o Arduino foi utilizado para demonstrar fenômenos ondulatórios. Em sua montagem utilizaram um amplificador de som e um receptor sonoro para automatizar o envio e coleta de dados com o Arduino. O

sensor sonoro captava automaticamente as ondas e transcrevia para um software chamado *SimPlot*, que fazia o desenho das ondas estacionárias. Os estudantes podiam fazer o experimento, ouvir o som e ver como se comportava graficamente conforme a teoria estudada. Além das ondas estacionárias, foram estudados também os tubos sonoros abertos e fechados com os respectivos formatos de ondas em cada harmônico por meios de aparatos de baixo custo.

O Arduino esteve presente também na interdisciplinaridade com o ensino de Física e Química propostos por Cachichi, Untem e Simoni (2014), com experimentos de monitoração de destilação fracionada entre misturas de água, acetona e álcool etílico. Utilizou-se um sensor de temperatura LM35 para medir a temperatura de destilação de cada substância e os dados coletados foram enviados via *Bluetooth* para um *tablet* e depois transferidos para um computador.

O diferencial neste experimento está na interdisciplinaridade de Física e Química, situação que são raras na maioria das escolas em que cada professor fica centralizado em sua matéria sem interação com as outras disciplinas. Para o aluno em sua aprendizagem é importantíssimo saber que o conhecimento está interligado em todas as áreas de conhecimento e que podem se juntar para explicar da melhor forma um fenômeno científico. O Arduino desempenhou um papel fundamental no experimento por oferecer várias leituras de temperatura no sistema com as misturas em um mesmo segundo com a precisão de uma casa decimal após a vírgula.

Na parte da mecânica newtoniana foi possível utilizar o Arduino para calcular e obter um valor aproximando para a gravidade local, como o pesquisador Cordova e Tort em 2015 propuseram: pegaram uma esfera de 9mm de diâmetro de aço, entre duas alavancas metálicas, uma fixa e outra móvel e dois sensores, um no momento que a esfera era liberada e outra assim que a esfera chegasse ao solo. O experimento iniciava a partir do momento que a saída do Arduino indicasse 5 Volts: a alavanca soltava a esfera, a placa registrava o instante de liberação e impacto com o chão. Para facilitar a compreensão da experiência pelo leitor existe uma figura a seguir para representar o sistema:

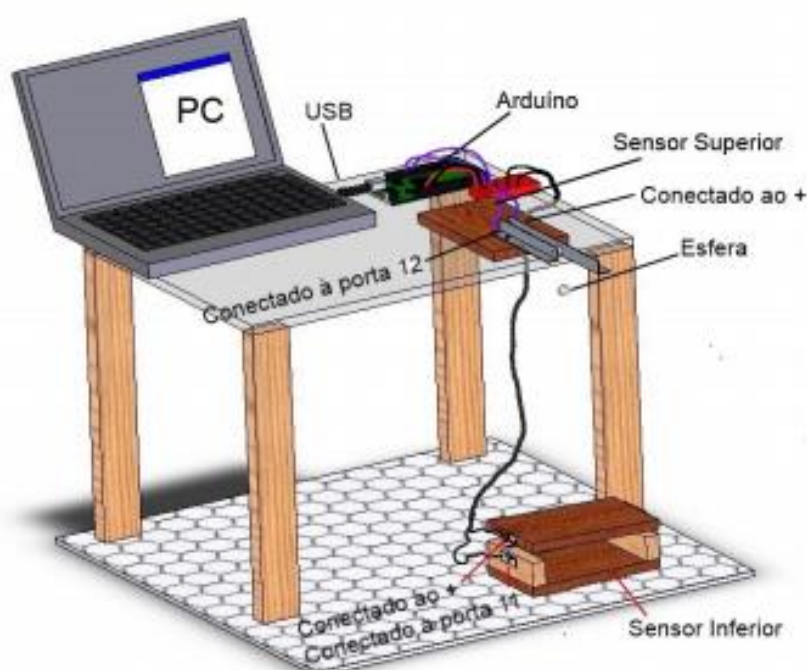


Figura 07 – Montagem do experimento do cálculo da gravidade.
 Fonte: Extraído de Cordova e Tort (2015, pág. 3).

O Arduino conseguiu registrar medidas de tempo de queda em menos de um intervalo de 0,5 segundo com precisão de três casas decimais após a virgula. Sabemos que esta precisão é impossível ao reflexo e ao olho humano. Se não existisse o Arduino nesta experiência seria inviável calcular o tempo de queda e conseqüentemente calcular a gravidade no local da pesquisa. A experiência apresenta um caráter simples de montagem e de baixo custo, aliás, todas as experiências mostradas relatam ser de baixo custo e podem ser feitas em salas de aulas para o ensino de física e apresentam precisão de milissegundos.

Na parte da Óptica geométrica física, os pesquisadores Cavalcante, Teixeira e Balaton (2016) propuseram o uso simultâneo dos softwares *Scratch* e o *Tracker* para o estudo das cores. O *Scratch* é um tipo de linguagem desenvolvida no *Massachusetts Institute of Technology* para crianças com o intuito de aprimorar o raciocínio lógico e matemático, enquanto que o *Tracker* é um *software* gratuito que permite a análise de vídeo e fotos feitos pelos estudantes quadro a quadro, ou conforme a preferência. A montagem foi feita com o Arduino e utilizou um LED RGB que possui três cores: vermelha, verde e azul, formadas de acordo com a corrente

fornecida. A programação foi feita no *Scratch* e foi filmado e fotografado cada momento da emissão de luz de acordo com a corrente elétrica desejável, a montagem não exige soldas ou placas.

O objetivo do experimento era observar o comprimento de onda para cada cor emitida e recebida: vermelho, verde e azul; e investigar a formação de novas cores com a junção das cores envolvidas. Sabemos que a olho nu não é possível distinguir nanometricamente os comprimentos de ondas de cada cor, mas com o auxílio dessa montagem com o Arduino foi permitido a sua observação. O aparato experimental foi de rápida montagem com materiais de fácil aquisição que apresenta baixo custo e pode ser trabalhado interdisciplinarmente com Biologia a respeito do olho humano e o enxergar das cores.

Percebemos que apesar de não possuir um único material totalmente fixo e com roteiros de passo a passo, é possível encontrar diversos artigos, relatos de experiências e trabalhos científicos com o uso e aplicação do Arduino no ensino de Física com seus respectivos materiais e a disponibilidade da programação. A sua prática envolve e aborda assuntos do cotidiano do século XXI, que podem ser interdisciplinares entre a Física e Biologia, Química, Geografia e Matemática, contextualizando o ensino e a aprendizagem.

Não transcrevemos todos os trabalhos, artigos e pesquisas divulgados, apenas trouxemos alguns comentários. Eles demonstram uma certa preocupação em relação a sua montagem que mostra como objetivo transparecer a facilidade e rapidez para os leitores, e se preocupam também em utilizar materiais de fácil acesso com baixo custo financeiro para tentarem ser acessíveis a população interessada.

Dentre as suas diversas aplicações no ensino de física com o Arduino, as atividades revelaram possuir certo potencial didático, pois envolve a sala de aula em um fator de compromisso com a montagem do aparato experimental e os deixam que assumam a responsabilidade com o aprendizado e com o material que utilizaram que era compartilhado com outras turmas e outros grupos.

Busca-se despertar o um maior interesse nos estudantes para que os tornem mais ativos e autônomos em seu aprendizado. As atividades experimentais com

Arduino pretendem e almejam elevar o aprendizado dos estudantes frente aos conteúdos físicos abordados e buscar trazer uma maior motivação dos estudantes para efetuarem a montagem, estruturar a programação, compilar o *software*, coletar dados brutos, analisa-los e apresentar os resultados com propriedade e conhecimento.

3 A PROPOSTA DIDÁTICA

Após serem abordados, conceituados e descrito de modo qualitativo a placa Arduino e os ciclos de modelagens propostos por David Hestenes (1996), este capítulo descreve os objetivos e justificativa da pesquisa. Discorreremos sobre a ligação dos assuntos, como eles estão associados explorando os pontos fortes. Apresentamos também, os planos de aulas elaborados e como foram desenvolvidos e aplicados no colégio.

Na elaboração dos ciclos de modelagens, David Hestenes (1996) sugere que o educador possa nas etapas entre a confecção e os testes dos modelos permitir e deixar os grupos de estudantes utilizarem ferramentas tecnológicas do cotidiano. Dentre as diversas metodologias tecnológicas que o professor pode inserir no desenvolvimento dos ciclos, elas podem possibilitar que o cotidiano fique o mais próximo possível do estudante, uma vez que, atualmente se vê em um mundo globalizado tecnologicamente. Vale lembrar que esta tecnologia não é necessariamente uma ferramenta de última geração, mas que pode ser o próprio smartphone ou a sala de informática da instituição educacional.

3.1. Pressupostos Teóricos e Educacionais

Encontramos diferentes realidades em cada uma das escolas públicas ou particulares de determinadas regiões em uma mesma cidade, e essa realidade tende a ser mais acentuada ao longo do Estado e até mesmo ao longo do país. Entretanto elas convergem em sua grande maioria para um mesmo problema educacional: dificuldade no ensino e na aprendizagem de física. Por isso que é possível aplicar a sequência de aulas em colégios públicos e privados, sem distinção, e para qualquer nível de estudo, basta que estejam disponíveis: os Arduino, os computadores, os sensores e os outros componentes eletrônicos.

Nota-se na maior parte das escolas, como já relatado na introdução, o baixo rendimento escolar acadêmico, a indisciplina, a falta de interesse, a falta de motivação, o estudante passivo na sala de aula, o desrespeito com o educador e os demais funcionários da escola e a desmotivação por parte dos alunos. E, visando

superar estes obstáculos educacionais, apresentamos uma metodologia diferenciada para que o educador faça uso no ensino de física.

Destacamos que a questão da pesquisa buscava responder se a utilização do Arduino contribuía e permitia o desenvolvimento da aprendizagem significativa dos estudantes no em uma situação de Ensino de Física., com os objetivos de pesquisar e analisar as contribuições que o uso do Arduino oferece para o desenvolvimento da aprendizagem significativa no ensino de Física por meio de construção de modelos e ciclos de modelagem proposto por David Hestenes (1996), especificamente no componente curricular de Física, para os alunos do Segundo Ano do Ensino Médio.

3.2. Apresentação da sequência de aulas

A sequência de aulas apresentada foi aplicada ao longo de um bimestre no ano letivo de 2017. Nesta pesquisa os alunos do segundo Ano do Colégio da Polícia Militar – Unidade Centro, onde o pesquisador também foi professor, responderam dois questionários: um inicial diagnóstico e outro final. Os questionários, que eram semiestruturados, serviram para toda a estrutura trabalhada (sequência de aulas). O resultado do questionário inicial era o suporte primordial para nos mostrar o início do iria ser desenvolvido e trabalhado, fornecia dados para conhecer quais conceitos eles sabiam e analisar intrinsicamente o quanto no assunto específico eles tinham conhecimento.

Todos os trinta alunos envolvidos assinaram ao Termo de Assentimento e Livre Esclarecimento, porque eles eram menores de dezoito anos, e os respectivos pais assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecimento concordando com a participação dos filhos, cientes dos objetivos, riscos e sobre todas as características da pesquisa. Ambos os termos se encontram nos anexos deste trabalho e as cópias originais assinadas pelos estudantes e os pais estão sob responsabilidade do pesquisador e serão armazenados, da mesma forma com os dados coletados, com segurança, por cinco anos.

Algumas aulas e as atividades foram filmadas e/ou fotografadas, mas em nenhum momento houve alguma identificação do estudante em nenhuma fase ou

etapa. Igualmente ao material coletado e os dados, sua divulgação nunca acontecerá sem a prévia autorização de ambas as partes envolvidas. Os estudantes se sentiram bem confortáveis quanto aos registros e em muitas situações não percebiam que estavam sendo gravados ou fotografados. Os vídeos não foram utilizados por apresentaram dificuldade para ser ouvidos por conta do barulho de estudantes de outras salas em um mesmo corredor ou por alunos menores que estavam no intervalo, de avisos de monitores ou até mesmo do sinal para troca de aula.

Inicialmente os alunos responderam o questionário inicial diagnóstico anexado ao fim do texto, para servir de conhecimento para o pesquisador, professor e o orientador de quais seriam os conteúdos iniciais abordados para as futuras atividades e aulas. Nesta etapa o professor-pesquisador analisou o questionário e trabalhou conceitos mal compreendidos pelos alunos aproveitando para fazer um aprofundamento em determinados conceitos científicos que foram de extrema importância para o desenvolvimento das atividades.

O questionário inicial apresentou a função de nortear o trabalho. As primeiras perguntas foram para conhecer o quanto os estudantes utilizavam as tecnologias digitais presente no dia a dia, se conheciam como realizava uma programação e se reconheciam ou sabiam o que eram componentes eletrônicos. Em um segundo momento, o questionário abordava conceitos físicos sobre temperatura, calor, eletrodinâmica e sobre montagem de circuitos elétricos simples com resistores, baterias e lâmpadas.

É importante ressaltar que cada turma no ensino de qualquer matéria apresenta suas características e suas peculiaridades. Algumas turmas podem conhecer mais sobre as tecnologias digitais do que as próprias definições de conceitos físicos, outras conhecem mais conceitos físicos do que tecnologia, o que torna um fator delimitante para se estabelecer um ponto de partida e onde será necessário fazer uma maior ênfase nos conhecimentos prévios dos estudantes para o avanço do conteúdo. É fundamental ressaltar que não se pode começar um curso sem antes estar consciente do nível da sala em questão, por isso entende-se que este questionário se faz mais que necessário.

Brevemente, após o questionário inicial ou questionário um, os alunos participaram das aulas expositivas e experimentais para compreender o funcionamento e o uso básico do Arduino, isto é, de como fazer a programação e saber utilizar o software do Arduino, de como fazer pequenas montagens de circuitos elétricos e como realizar pequenos testes para compreender sua montagem e funcionamento, manusear e programar os sensores, como coletar dados e compreender melhor o que é o método científico. As aulas iniciais utilizadas foram de extrema importância para os estudantes, uma vez que os ciclos de modelagens eram baseados no uso do Arduino. Consequentemente, os alunos teriam que ser inseridos na prática de como ele funciona, como fazer a montagem elétrica e como realizar a sua programação.

Estas aulas estavam diretamente associadas aos conteúdos de Eletricidade do setor A (divisão do material didático em dois setores, que ocorrem simultaneamente em sala de aula) que corroboravam com os conteúdos de Termodinâmica e Termologia do setor B que ocorriam simultaneamente. Eram duas aulas para Física do setor A e duas para o setor B. Em meados do bimestre foram aplicadas as etapas propostas por David Hestenes (1996) sobre os ciclos de modelagens com o uso do Arduino para os alunos do segundo ano do ensino médio.

Para esta pesquisa foi escolhida apenas uma sala de Segundo Ano do Ensino Médio Regular entre quatro aleatoriamente sem distinção entre as classes. A classe escolhida apresentava a figura do pesquisador como também professor de Física da turma.

De acordo com a metodologia de Hestenes (1996) os alunos foram separados em grupos de 4 a 6 alunos, de acordo com a sua afinidade e preferência, essa escolha foi pelos próprios estudantes e se iniciava o primeiro estágio do ciclo de modelagens: o desenvolvimento do modelo. Sua primeira parte era a discussão pré-laboratorial proposta pelo professor-pesquisador, que elaborou em conjunto com o orientador. Uma questão problema (apresentada no próximo capítulo), que envolvia os conceitos de Termodinâmica na natureza, foi elaborada e tinha que ser cotidiana para os alunos tentarem encontrar um modelo que solucionasse a questão em conjunto com seus colegas.

Os alunos previamente divididos em pequenos grupos começaram a realizar a investigação e trabalharam o método de pesquisa para elaborar o modelo. Para tentarem responder a esta questão os alunos precisariam elaborar um planejamento para o desenvolvimento de algum experimento com o Arduino para explicar o que foi proposto e solicitado pelo professor de modo que houvesse uma resposta teórica e a comprovação prática com análise de dados.

Abaixo está a sequência de aulas utilizadas na pesquisa.

Aula 1

Tema: Levantamento do Conhecimento Prévio dos Estudantes.

Duração: 01 aula.

Objetivo – Geral: Compreender o que os alunos conhecem sobre a Física, Tecnologia e o sobre o Arduino.

Estratégias Utilizadas: Utilização do Questionário para investigar o conhecimento prévio.

Materiais Utilizados: Questionários, folhas e caneta.

Desenvolvimento da Aula: Neste momento foi que ocorreu a inserção da Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: foi realizado o levantamento do conhecimento prévio, ou subsunçores, por meio da aplicação do Questionário Inicial. Após a aplicação o questionário foi recolhido imediatamente depois do término de cada estudante.

Após a aula, o professor realizou o levantamento das respostas das questões, tabulou o que conheciam, quais as noções sobre os temas e definiu o ponto de partida perante a sala de aula.

Aulas 2 – 3

Tema: Introdução ao Arduino.

Duração: 02 aulas.

Objetivo Geral: Compreender e Utilizar o Arduino.

Estratégias Didáticas: Trabalho em grupo, exposição oral, atividades práticas e uso de laboratório.

Materiais Utilizados: 1 Computador, 1 Arduino, 1 fio USB, 6 fios “jumpers”, 3 *leds* de 3 Volts, 3 Resistores de 100K Ω e 1 *protoboard*, todos os materiais são para um grupo.

Desenvolvimento da Aula: Primeiramente o educador explicou o que é o Arduino, quais as suas funções no cotidiano em geral e, especialmente no ambiente escolar. Mostrou como são feitas as suas ligações, como deve ser feita a alimentação, as portas digitais e analógicas e o micro controlador. Explicou como diferenciar as conexões entre o Arduino e os componentes elétrico, e explicou também sobre os componentes eletrônicos: *leds*, resistores e baterias. O professor explicou como funciona e como deveriam ser feitas as ligações em uma placa *protoboard*. Em seguida, no laboratório de informática o professor mostrou e explicou o software Arduino, como adquiri-lo caso o utilizassem em outro ambiente senão o escolar.

O software estava previamente instalado, e o professor mostrou como realizar e montar uma programação para acender e piscar um *led*, sem esquecer de mostrar as opções de verificar a programação e a de compilar (transferir a programação do computador para o Arduino). Ainda neste momento o professor mostrou como fazer a ligação de um *led* com um resistor, no *protoboard* e quais são os fios para a alimentação do circuito.

Após a explicação, o professor pediu para que os grupos fizessem a programação, montassem o circuito e utilizassem na prática o Arduino. Ao longo deste processo o professor ficou à disposição dos grupos, circulando pela sala e supervisionou as conexões para que fosse feitas de maneira correta.

Para encerrar a aula, o professor ofereceu como segundo exercício e como forma de desafio, para que os alunos acendessem os três *leds*, e os fizessem piscar na forma de um semáforo.

Aulas 4 – 5

Tema: Calor e Temperatura.

Duração: 02 Aulas.

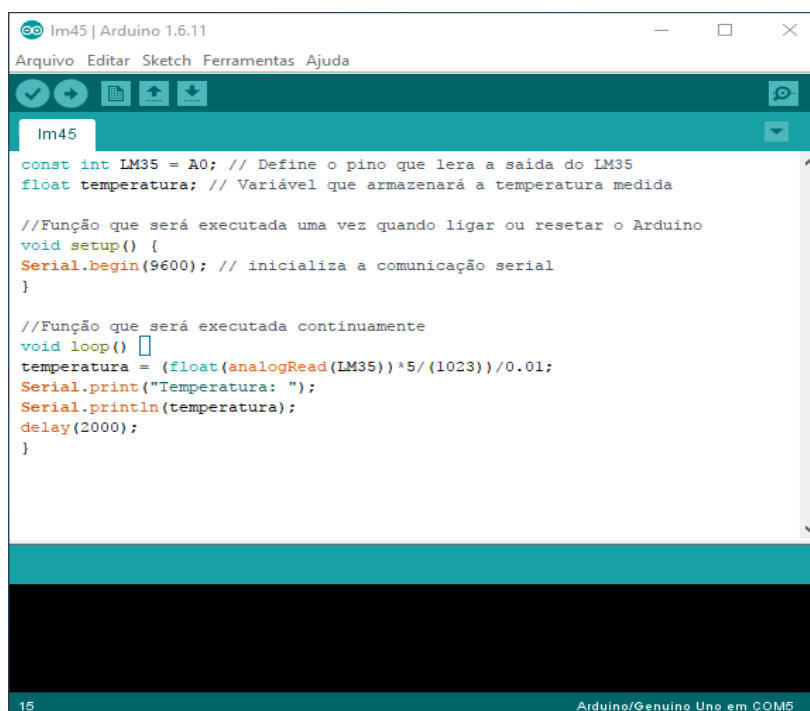
Objetivo – Geral: Compreender e diferenciar os conceitos de temperatura e calor. Saber associar a teoria física com o cotidiano.

Estratégias Utilizadas: Aula expositiva, exercícios e experiências.

Materiais Utilizados: Caderno, 1 Arduino, 1 sensor LM35 e 1 placa *protoboard* por grupo.

Desenvolvimento da Aula: O professor iniciou a aula explicando e abordando as diferenças entre calor e temperatura, exemplificou cotidianamente os conceitos e a sua aplicabilidade; recordou as escalas termométricas Celsius, Fahrenheit e Kelvin, explicou e mostrou como são feitas as transformações entre as escalas termométricas, como calcular a variação de temperatura nas diferentes escalas e os seus respectivos usos mundialmente. O professor mostrou e explicou os conceitos de quantidade de calor, calor sensível e calor latente, trouxe as equações e exercícios problemas para ser resolvidos em sala e como lição de casa.

Por fim, o professor levou os estudantes ao laboratório de informática para explicar o que era o sensor de temperatura LM35, como era feita a sua ligação e sua devida programação. Detalhe importante, ao usar o sensor LM35 é que as ligações elétricas estejam revestidas com um tubo termo retrátil para isolar possíveis contato com líquidos e evitar que o mesmo queime ou entre em curto-circuito. O professor deixou, então, que os grupos realizassem alguns testes simples com o sensor para coletarem e monitorarem informações da temperatura de um determinado ambiente e de algum corpo específico. Como é feita a programação do sensor de temperatura LM35 é apresentada na Figura 08.



```
Arduino IDE - Im45 | Arduino 1.6.11
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Im45
const int LM35 = A0; // Define o pino que lera a saída do LM35
float temperatura; // Variável que armazenará a temperatura medida

//Função que será executada uma vez quando ligar ou resetar o Arduino
void setup() {
  Serial.begin(9600); // inicializa a comunicação serial
}

//Função que será executada continuamente
void loop() {
  temperatura = (float(analogRead(LM35)) * 5 / (1023)) / 0.01;
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.println(temperatura);
  delay(2000);
}

15 Arduino/Genuino Uno em COM5
```

Figura 08 – Programação do sensor de temperatura LM35

Aulas 6 – 7

Tema: Troca de Calor e Equilíbrio Térmico.

Duração: 02 aulas.

Objetivo – Geral: Entender e compreender o que é o equilíbrio térmico e como são feitas as trocas de calor.

Estratégias Utilizadas: Aulas expositivas, Aula Invertida (Ensino Híbrido) e experiências.

Materiais Utilizados: Lousa, giz ou canetão e exercícios.

Desenvolvimento da Aula: O professor iniciou a aula conceituando as diferentes formas de propagação de calor: condução, convecção e irradiação térmica. Ele também exemplificou e abordou o cotidiano para associar a teoria de cada forma de propagação com um exemplo prático, conceituou e exemplificou o equilíbrio térmico, questionou quais são os fatores que influenciam no equilíbrio térmico, sem responder esta pergunta, que será o tópico do nosso ciclo de modelagem. O questionamento serviu de base para que os alunos pesquisassem e fossem atrás na literatura de possíveis respostas para questão. Além disso, o professor realizou quatro exercícios do material didático.

Nestas aulas ocorreram o primeiro estágio e a fase um do ciclo de modelagens, a discussão pré – laboratorial.

Aulas 7 – 9

Tema: Elaboração do Modelo

Duração: 02 aulas

Objetivo – Geral: Elaboração dos modelos em grupos, com formulação de hipóteses, desenvolvimento de estratégias para confecção do modelo e verificação da sua validade.

Estratégias Utilizadas: Modelagem, atividades em grupos.

Materiais Utilizados: Livros, Internet, folha e material para escrever.

Desenvolvimento da Aula: Dado que a questão anterior (das Aulas 6 - 7) sobre o equilíbrio térmico não foi respondida, e não deveria ser respondida, os grupos deveriam pensar em modelos que estejam de acordo com os ciclos de modelagem de David Hestenes (1996) para justificarem a questão do equilíbrio térmico. Lembrando, os grupos, deveriam pensar em fatores que interferiam e influenciavam no equilíbrio térmico entre corpos, e esquematizar um experimento que utiliza obrigatoriamente o Arduino para comprovar esta teoria ou hipótese formulada pelo grupo. Os grupos poderiam utilizar livros, apostilas, pesquisar na internet, mas aqui deve haver cautela sobre a veracidade das informações e fontes confiáveis. Eles poderiam até mesmo discutir com outros grupos, pois aqui não existia uma competição ou disputa, mas construção de uma aprendizagem significativa.

Vale destacar que não existiam modelos corretos ou errados, apenas deve-se estipular um conjunto de validade que seja verdadeiro para o que foi planejado. A verificação da validade depende do grupo e do professor.

O professor exerceu o papel de mediador nos grupos, sem fornecer respostas prontas, mas ajudarem a pensar, fornecer mais perguntas e dúvidas e deixarem que os grupos de maneira autônoma busquem por respostas.

Aqui ocorreu a fase dois do primeiro estágio do ciclo de modelagens, a investigação.

Na próxima etapa (discussão pós-laboratorial), os alunos em grupos, apresentaram as suas ideias e modelos para classe e para o professor de forma oral e escrita, justificando suas conclusões, lembrando que os outros grupos podem acrescentar ou questionar ideias apresentadas. Neste caso, os alunos podem modificar seus trabalhos de acordo com a discussão e a mediação do professor.

Aula 10

Tema: Apresentação dos Modelos.

Duração: 01 aula.

Objetivo – Geral: Apresentar o modelo feito pelo grupo, aceitar críticas e debater ideias, conhecer os diversos modelos e questionar sobre os mesmos.

Estratégias Utilizadas: Apresentação oral e escrita, discussão de ideias e atividades em grupo.

Materiais Utilizados: Folha, livros, internet e cadernos.

Desenvolvimento da Aula: Ao longo desta aula os grupos apresentaram os modelos, um de cada vez, para a sala e para o professor. Caso não haja algum grupo que queira apresentar o modelo pela primeira vez para a sala, ou seja, não queria começar o ciclo de apresentações, o professor realiza um sorteio para definir a ordem de apresentação dos grupos. Os grupos podiam questionar, debater, criticar os modelos dos outros grupos, só é importante que deixem primeiro o grupo apresentar, para então surgirem as dúvidas e as críticas. Neste momento o professor exerce o papel de mediador para organizar estas ideias e definir a sequência de apresentações.

Aqui ocorreu o encerramento do primeiro estágio, a fase três do ciclo de modelagens.

Em seguida, os alunos implementaram o modelo recém-confeccionado, construíram seus experimentos obrigatoriamente com o Arduino, elaboraram o experimento, desenvolveram a programação e compreenderam o que era para ser mensurado. Desta forma coletaram dados e fariam as possíveis conclusões sobre o que foi investigado, elaborando ao final um modelo que abrange o que foi questionado pelo professor no começo da atividade.

Aulas 11 – 12

Tema: Confeção dos modelos.

Duração: 02 aulas

Objetivo – Geral: Confeccionar a experiência criada no modelo e desenvolver a autonomia dos alunos.

Estratégias Utilizadas: Laboratório e atividade em grupo.

Materiais Utilizados: 1 Arduino, sensores, computador e materiais escolhidos pelos grupos.

Desenvolvimento da Aula: Os grupos, selecionaram previamente os materiais necessários para a experiência para que o professor pudesse providenciar para a aula. Com os materiais, os grupos montaram as experiências e iniciaram a coleta de dados, anotando se foi necessária alguma mudança no experimento durante seu procedimento, e salvaram os dados coletados. Cada grupo apresentou sua individualidade, criou-se maneiras diversas de estruturar as experiências. Coube ao professor compreender essas diferenças e auxiliá-los da melhor forma possível.

Aqui ocorreu o início do segundo estágio e a fase um do ciclo de modelagens.

Após realizarem a experiência os alunos em grupos apresentaram seus modelos para toda a sala mostrando como foi feito o procedimento, passando por todas as etapas para atingirem os resultados. Os grupos podiam comparar os resultados e debater sobre possíveis convergências ou divergências abertamente com o professor que foi mediador e tomou notas sobre os acontecimentos. Por fim, os alunos responderam individualmente a um questionário final que abordava a

teoria, a metodologia e o experimento elaborado, as respostas eram solicitadas extrema clareza, opinião e veracidade.

Aula 13

Tema: Análise dos dados e Gráficos feitos no Excel

Duração: 01 aula

Objetivo – Geral: Verificar a validade do modelo e construir gráfico no Excel.

Estratégias Utilizadas: Trabalho em grupo, construção de gráficos

Materiais Utilizados: Computador e dados coletados anteriormente.

Desenvolvimento da Aula: Com os dados coletados salvos, os grupos deveriam analisar e verificar se o resultado obtido estava dentro do esperado ou se foi obtido um resultado totalmente divergente, e tentaram encontrar uma justificativa para os resultados. Os grupos discutiram e analisaram a validade do modelo, e debateram se o modelo precisava ser refeito, reelaborado ou se estava dentro do que foi planejado inicialmente. Nesta aula, os grupos também fizeram a montagem de um gráfico utilizando o *software* da *Microsoft*, o Excel. Sua elaboração foi bastante simples, necessitava de atenção para definir eixos, intervalos, curvas e erros.

Os grupos apresentaram uma dificuldade inicial em montar o gráfico, mas para solucionar isso, foram feitos dois exercícios antes da elaboração do gráfico final, para então, eles praticarem com os próprios dados obtidos. Os gráficos poderiam ser salvos no computador e enviados por e-mail.

Ainda ocorreu, neste momento, o início do segundo estágio e a fase um do ciclo de modelagens.

Aulas 14 – 15

Tema: Confeção dos Modelos Finais e Apresentações.

Duração: 02 aulas.

Objetivo – Geral: Construir o modelo final, analisar a construção do modelo e discutir os modelos da sala.

Estratégias Utilizadas: Modelagem e atividades em grupos.

Materiais Utilizados: Folha, computador e material para escrever.

Desenvolvimento da Aula: Nestas aulas os grupos se reuniram e discutiram sobre o modelo construído; se estava como deveria, se era necessário realizar algumas modificações, e explicarem porque mudaram o modelo ou porque não fizeram nenhuma alteração. O professor os auxiliou neste processo questionando sobre os modelos, sobre os erros, sobre o desenvolvimento e se realmente estava delimitado dentro da validade estipulada inicialmente. Após a construção do modelo final, eles iniciaram as apresentações novamente, seguindo a primeira ordem dos modelos iniciais, para ajudar a comparar com os modelos antigos e verificar as mudanças. Lembrando que os alunos só poderiam interferir após a apresentação do modelo para tirar dúvidas, fazer perguntas ou apontar questionamentos.

Aqui ocorreu encerramento do segundo estágio e a fase dois do ciclo de modelagens

A utilização dos ciclos de modelagens de David Hestenes (1996) propõe que os alunos sejam ativos em todo o processo de construção, elaboração, confecção e utilização destes modelos. Esta medida foi tomada para que os mesmos possam aprender de maneira mais significativa com as atividades em sala propostas pelo professor e com a finalidade de desenvolver habilidades de elaboração, confecção, e utilização de modelos e que principalmente discutam, aprendam e socializem em grupos.

Os grupos permitem que os integrantes possam discutir e elaborar os seus procedimentos, criar e apontar argumentos e pensar em contra-argumentos diferentemente do planejar o modelo totalmente sozinho. Em grupos eles conseguem pensar e compartilhar os possíveis erros e possíveis resultados em um todo com a junção de várias ideias de cada integrante. Caso fosse somente um estudante pensando não ocorreria esse confronto de ideias e a variedade de respostas.

4 ENSAIO EMPÍRICO

Neste capítulo serão abordadas as características da pesquisa que coloca o leitor dentro do contexto da escola (Colégio da Polícia Militar – Unidade Centro), da turma (segundo ano do ensino médio) e do material (sistema e apostilas anglo de ensino); e como foram coletados os dados bem como foi a sua análise dos resultados conforme a análise de conteúdo de Bardin (2011).

4.1. Fundamentação Teórica

Esta é uma pesquisa de caráter qualitativo, que tem o objetivo de contemplar e analisar como a tecnologia digital, por meio do uso da placa do Arduino pode ajudar no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa no Ensino de Física. É uma pesquisa-ação que ocorreu no Colégio da Polícia Militar com os alunos do próprio pesquisador do segundo ano do ensino médio. Thiollent define pesquisa-ação como:

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação da realidade a ser investigada estão envolvidos de modo cooperativo e participativo (THIOLLENT, 2009, pág. 47).

A pesquisa-ação envolve a ação contínua do pesquisador com os envolvidos, requer reciprocidade e transformação social. É uma ação mútua, na qual o pesquisador precisa conhecer o contexto social e real dos participantes e promover a participação constante e ativa.

O pesquisador deve se apresentar autônomo e com a seguinte participação na pesquisa:

A participação dos pesquisadores é explícita dentro da situação de investigação, com os cuidados necessários para que haja reciprocidade por parte das pessoas e grupos implicados nesta situação. Além disso, a participação dos pesquisadores não deve chegar a substituir a atividade própria dos grupos e suas iniciativas (THIOLLENT, 2009, pág. 18).

A pesquisa-ação foi escolhida como forma de metodologia de pesquisa diante da situação proposta. O professor como pesquisador pode facilmente interagir com a turma, sem a necessidade de marcar outros encontros ou utilizar de momentos prévios para outros assuntos, isto é, sem utilizar ou atrapalhar a aula de outro professor da turma.

Em relação a fundamentação teórica da análise de conteúdo de Bardin (2011), a autora divide sua obra em quatro partes. A primeira que é a história e teoria, a segunda dada por Práticas, a terceira que é o Método e a final que é a quarta, as Técnicas. Como afirma Bardin,

A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações. Não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos; ou, com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo muito vasto: as comunicações (BARDIN, 2011, pág. 31).

A terceira parte do livro aborda os métodos. Bardin (2011) destaca as fases da análise de conteúdo em três pólos cronológicos: i) a pré – análise, ii) exploração do material e iii) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Na pré – análise são feitas as escolhas dos materiais, formula-se as hipóteses e a elaboração de indicadores que fundamentam à interpretação final. Para tanto é preciso seguir algumas regras de exaustividade (esgotar todo o material, sem esquecer nenhum elemento, a regra da representatividade (as amostras devem representar todo o universo), regra da homogeneidade (relacionados ao mesmo tema) e a regra da pertinência (adequação dos documentos para corresponderem ao objetivo).

Ao tratar o material, está fazendo a sua codificação, segundo Bardin(2011):

A codificação corresponde a uma transformação – efetuada segundo regras precisas – dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo, ou da sua expressão, susceptível de esclarecer o analista acerca das características do texto (BARDIN, 2011, pág. 103).

Bardin (2011) considera o processo de enumeração e categorização. O processo de enumeração seleciona a contagem da presença dos elementos nos registros que são significativos. A categorização é uma operação de classificação dos elementos de um conjunto, sendo rubricas ou classe, que reúnem um grupo de

elementos de características comuns. Para classificar o critério pode ser semântico (tema), sintático (verbos, adjetivos e pronomes), léxico (palavras quanto ao sentido) e expressivo (variação na linguagem e na escrita).

Seguindo a ordem, Bardin (2011) aponta a interferência, que é uma técnica de tratamento de dados guiada por polos de comunicação: emissor (produtor da mensagem), receptor (pode ser um indivíduo, grupo ou massa de indivíduos), mensagem (qualquer análise de conteúdo que passa pela análise da própria mensagem).

Em relação a interpretação de dados, a autora Bardin (2011) contempla as técnicas de análise de conteúdo. As inferências servem para investigar o significado que as palavras recebidas, em suma, analisar os discursos dados pelos estudantes ao longo da pesquisa.

4.2. Contexto da Pesquisa

A escola escolhida, por ser onde o pesquisador também é professor, ofereceu espaço e se dispôs a disponibilizar a oportunidade de aplicar os ciclos de modelagem foi o Colégio da Polícia Militar – Unidade Centro, que possui a Educação Infantil, o Ensino Fundamental I e II e Ensino Médio, localizado no bairro Canindé, na cidade de São Paulo, onde o autor do trabalho lecionou. É uma instituição filantrópica e particular, isto é, oferece bolsas proporcionais e integrais para o público em geral e não somente para os filhos de pais militares. Esclarecendo também o quesito das mensalidades: existem bolsas integrais que são concedidas integralmente aos filhos órfãos de pais ou mães militares que faleceram em serviço, e também são concedidas de acordo com a renda das famílias. As bolsas parciais podem variar de acordo com a hierarquia dentro da polícia militar que o responsável está para obter porcentagem do desconto. Em nenhum momento esses alunos são tratados diferencialmente dos outros em sala de aula, e não são identificados. Assim os colegas de salas e os professores ficam incapacitados de diferenciá-los perante a turma, evitando a possibilidade de tratamento privilegiado ou benefícios.

A escola apresentou, no ano de 2017, todas as salas do ensino médio no período matutino, primeiro, segundo e terceiro anos do ensino médio, e possuía também o ensino fundamental que era de manhã e no período vespertino. A infraestrutura da escola apresenta dois laboratórios de informática e dois laboratórios de Ciências para Física, Química, Biologia e Ciências no ensino fundamental. Possui três quadras poliesportivas, três pátios, um setor de psicologia e um de assessoria técnica que define as normas, avaliações, proporcionalidade dos trabalhos e regimento para a área educacional.

O sistema de ensino para todos os anos é o material apostilado do sistema Anglo, da empresa “Somos Educação”, para todas as unidades da instituição. O material didático Anglo se baseia nas apostilas diárias utilizadas em sala de aula, que são quatro ao longo do ano. Em relação a Física, existe dois setores A e B, com doze aulas em cada um, possui também um livro texto que apresenta as explicações sobre as teorias e as suas explicações, e por fim um caderno de exercícios com várias questões de diversos níveis sobre os assuntos, especialmente com questões de vestibulares. Destacamos aqui que a apostila precisa ser usada em sala de aula, e é a mesma em todos os colégios que utilizam o sistema “Somos Educação (Anglo)”.

Nas apostilas as aulas apresentam ao fim, na última página, uma tabela com a tarefa mínima e a tarefa complementar para que o estudante faça de acordo com o solicitado pelo professor ou pelo seu interesse. O professor possui a autonomia para modificar como as aulas seriam abordadas, desde que seguisse os tópicos trazidos pela apostila. O professor podia escolher o tema e como seria solicitado o trabalho bimestral, desde que seu planejamento não saísse do conteúdo proposto e utilizasse a apostila do sistema didático.

Este trabalho foi apresentado na forma de projeto para a Direção e Coordenação Escolar do Ensino Médio, e recebeu total apoio da Diretora da Unidade (DU) e das coordenadoras, bem como o colégio forneceu autorização para ser aplicado nas séries que o pesquisador era docente da turma de modo liberal, sem nenhuma restrição.

No ensino médio, o ensino de Física é dividido em dois setores: A e B, com duas aulas cada um, totalizando quatro aulas por semanas, e que podem ser ministrados por dois professores diferentes ou apenas um, como o que aconteceu neste trabalho, apenas um docente para os dois setores. Estes dois setores abordam conteúdos diferentes, de uma mesma apostila, e não apresentam uma convergência entre os assuntos, sem relacionar os tópicos do setor A com o setor B. Para a direção e coordenação do colégio não faria diferença em qual dos setores seria aplicado, o professor possuía total autonomia para escolher o setor, o tema, e qual a melhor forma de desenvolvê-los com as suas turmas, igualmente como escolher a metodologia que mais agradava os estudantes.

O segundo ano foi escolhido pela diversidade dos conteúdos presentes na apostila de Física e por ser a primeira vez que os temas de Calor, Temperatura, Eletricidade e Eletrodinâmica seriam abordados, ensinados e discutidos com os estudantes. Por saber que o primeiro ano do ensino médio sofreria com a mudança de conteúdo para mais complexo e são cobrados diariamente, foi optado o Segundo Ano, por estarem mais acostumados e cientes de suas responsabilidades. No terceiro ano desta escola, era feita uma revisão durante o ano inteiro, com oito apostilas que desenvolvem assuntos abordados no primeiro e no segundo ano. Conseqüentemente apresentavam um ritmo mais rápido para trabalhar a apostila e por isso não foram utilizados nesta pesquisa. Os conteúdos precisavam estar dentro do prazo pois o sistema didático Anglo elabora uma avaliação externa, simulado, para todas as séries e escolas que utilizam o sistema para treiná-los para o Enem e os mais famosos vestibulares. Com a opção dos três anos acabamos preferindo aplicar o ciclo de modelagens com o segundo ano, contudo não é uma escolha fixa, e pode ser escolhida qualquer série do médio ou fundamental.

Porém destacamos aos docentes que porventura utilizarão os ciclos de modelagens com o Arduino em suas futuras aulas, a escolha do ano em que o docente/pesquisador irá escolher não é primordial, e pode ser feito com qualquer ano, em qualquer escola e em qualquer nível de ensino, apenas certifique-se de planejar cautelosamente cada detalhe e não esqueça de estruturar os ciclos de modelagens conforme propostos e explicados neste trabalho.

Como o segundo ano foi o escolhido, listamos os conteúdos disponibilizados e classificados pelo sistema de ensino Anglo, ao longo dos dois primeiros bimestres letivos, por semana conforme os quadros a seguir.

APOSTILA 1

Quadro 02 – Setor A – 1º Bimestre.

Semana	Aula	
1	1	Eletricidade e Sociedade
1	2	O modelo de átomo de Rutherford e Carga elétrica
2	3	Condutores e Isolantes
2	4	Mecanismos de eletrização
3	5	Mecanismos de eletrização
3	6	Força elétrica
4	7	Força elétrica
4	8	Campo Elétrico
5	9	Campo Elétrico
5	10	Campo Elétrico Uniforme
6	11	Energia Potencial elétrica e diferença de potencial (ddp)
6	12	Um estudo particular de energia potencial elétrica

Quadro 03 – Setor B – 1º Bimestre.

Semana	Aula	
1	1	Estática: equilíbrio de um corpo extenso
1	2	Estática: equilíbrio de um corpo extenso
2	3	Estática: equilíbrio de um corpo extenso
2	4	Estática: equilíbrio de um corpo extenso
3	5	Termometria: temperatura e escalas
3	6	Termometria: temperatura e escalas
4	7	Calor e mecanismos de transferência: condução convecção e irradiação
4	8	Calor e mecanismos de transferência: condução convecção e irradiação
5	9	Dilatação (contração) térmica dos sólidos
5	10	Dilatação (contração) térmica dos sólidos
6	11	Dilatação anômala da água
6	12	Quantidade de calor sensível

APOSTILA 2

Quadro 04 – Setor A – 2º Bimestre.

Semana	Aula	
7	13	Um estudo particular de energia potencial elétrica
7	14	Mapeamento do Campo Elétrico
8	15	Trabalho e energia no Campo Elétrico
8	16	Trabalho e energia no Campo Elétrico
9	17	Corrente elétrica
9	18	Potência Elétrica e Quilowatt-hora
10	19	Resistência Elétrica e 1ª lei de Ohm
10	20	2ª lei de Ohm
11	21	Associação de resistores em série
11	22	Associação de resistores em série
12	23	Associação de resistores em paralelo
12	24	Associação de resistores em paralelo

Quadro 05 – Setor B – 2º Bimestre.

Semana	Aula	
7	13	Quantidade de calor sensível
7	14	Mudança de estado
8	15	Sistema Termicamente Isolado
8	16	Sistema Termicamente Isolado
9	17	Introdução à Termodinâmica
9	18	Variáveis de Estado de uma amostra de gás e Transformações
10	19	Variáveis de Estado de uma amostra de gás e Transformações
10	20	Variáveis de Estado de uma amostra de gás e Transformações
11	21	Energia Interna de um gás ideal
11	22	Trabalho da força de pressão do gás
12	23	Trabalho da força de pressão do gás
12	24	1ª lei da Termodinâmica

O conteúdo planejado e estruturado varia de acordo com a escola onde o docente leciona. O conteúdo acima é da escola onde aconteceu a pesquisa. Cabe ao professor adaptar ou realizar mudanças nos ciclos de modelagens que foram utilizados nesta pesquisa. A forma como foi aplicado o ciclo de modelagens depende do planejamento prévio do docente, contanto em maneira alguma excluimos qualquer outro conteúdo não abordado nas atividades, foi de total responsabilidade para o pesquisador e ao mesmo tempo professor adaptar e modificar conforme seus

objetivos e necessidades. Como visto, a apostila um se refere ao primeiro bimestre e a dois ao segundo bimestre, em um total de quatro apostilas ao ano.

Como visto nas tabelas, os conteúdos abordados na pesquisa foram de termologia, termodinâmica, eletrostática e eletromagnetismo. As atividades propostas foram baseadas nestes conteúdos, juntamente o setor A e o setor B, para mostrar que os assuntos são relacionados e não separados, erro que pode acontecer quando existem dois professores ministrando cada setor e os alunos não compreendem como podem estar conectados.

Com os assuntos em mãos foi estipulado, conforme a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, quais eram os conhecimentos prévios e conceitos subsunçores obtidos através do questionário inicial para definir e estipular qual era o ponto de partida para o desenvolvimento e elaboração dos ciclos de modelagem.

A própria placa Arduino, os seus componentes e seus sensores englobaram a parte de eletricidade e eletrodinâmica, abordando conceitos de energia, corrente elétrica, resistência, tensão elétrica, circuitos e análise de circuitos. Termologia e termodinâmica englobaram as variáveis medidas por meio do uso de sensores de temperatura, umidade e pressão sobre os assuntos de temperatura, calor, calor específico, trocas de calor, capacidade térmica, pressão, volume, estudos de gases, transformações gasosas e energia interna.

Após o início das aulas, foram entregues aos alunos os dois termos de pesquisa: o termo de assentimento livre e esclarecido e o termo de consentimento livre e esclarecido para ser assinado por eles e pelos os respectivos responsáveis legais. Em sala foi explicado toda a pesquisa, a temática, título, mostrando as fases e as etapas, os procedimentos, os riscos e o aguardo para saber os possíveis resultados.

4.3. Instrumentos de coleta de dados

Quando a pesquisa foi apresentada para a sala houve todo o preparo e cautela para ser o mais claro e esclarecido com os estudantes. Foram apresentados os objetivos, as etapas e os procedimentos. Caso ocorresse algum questionamento,

ou desconforto quanto as atividades, o educador esteve sempre disponível para sanar as dúvidas, os apontamentos e receber ou discutir as críticas.

A participação de cada estudante era totalmente livre, e eles possuíam a opção de não participar e poderiam retirar a sua autorização a qualquer momento e por qualquer motivo, seja por eles mesmos ou pelos responsáveis que possuíam diretamente o contato do professor-pesquisador e poderiam notifica-lo. As atividades não compuseram nota, apenas participação no projeto e não interfeririam na nota bimestral, nas avaliações ou na média final.

As fotos e filmagem possuem total sigilo e só iriam ser divulgadas pelos estudantes e pelos responsáveis que autorizassem a sua divulgação para fins educacionais e propostas didáticas. Na sala de aula onde foi aplicado os ciclos de modelagens, todos os alunos participaram e não ocorreram problemas em relação os termos ou entrega de atividades solicitadas.

4.3.1. Questionário Inicial

Inicialmente todos os termos envolvidos na pesquisa, que estão nos anexos dessa pesquisa, devem estar assinados por todos os responsáveis e todos os estudantes que participaram ativamente da pesquisa. A etapa número um era o preenchimento pelos alunos do questionário inicial sobre o uso de tecnologias, especialmente se sabiam sobre o que era o Arduino, investigando também qual o conhecimento que tinham sobre conceitos físicos e programação.

Este questionário foi aplicado em uma sala do segundo ano, que é denominada neste trabalho como classe X. A classe X é composta de 30 alunos sendo uma sala mista com equilíbrio de números de estudantes do sexo masculino e do sexo feminino.

4.3.1.1. Parte Um

Foi questionado quais plataformas digitais eles possuíam para serem utilizadas, e o resultado foi de acordo com o quadro abaixo:

Quadro 06 – Quantidade de estudantes que utilizam equipamentos tecnológicos.

APARELHOS	CLASSE X	(%)
Computadores	22	64,71
Notebooks	24	72,72
Tablets	14	42,42
Sem Computados, Notebooks ou Tablet	2	6,06
Smartphones	31	93,93
Sem Smartphones	2	6,06
Sem nenhum equipamento	0	0

O Quadro 06 mostra que um percentual pequeno não apresenta computadores ou *notebooks* e *smartphones*. Pelo menos um dos equipamentos eletrônicos digitais eles possuem acesso, assegurando que estão conectados digitalmente e que são ativos perante as tecnologias que nos rodeiam.

Para saber a familiaridade com os equipamentos foi perguntado quantas horas por dia, em médias, eles utilizavam. O resultado é apresentado no quadro a seguir.

Quadro 07 – Horas usadas em Computadores e Smartphones.

HORAS	CLASSE X
Notebooks / Computadores	2,5 horas
Smartphones	9,5 horas

A familiaridade que os alunos mostraram ao manusear os instrumentos aponta para a facilidade em relação a poder utilizar uma ferramenta completamente digital diariamente e constantemente. Os alunos utilizam os sistemas operacionais em computadores e *notebooks* como: Windows, Linux e Macintosh, respectivamente nesta ordem. Os computadores nas escolas foram configurados previamente com o sistema Windows, que é o sistema que apresenta maior familiaridade de uso pelos estudantes.

Em relação ao uso do computador, todos na sala o utilizavam para acessar a internet, e o restante da sala a utilizava conforme Figura 09.

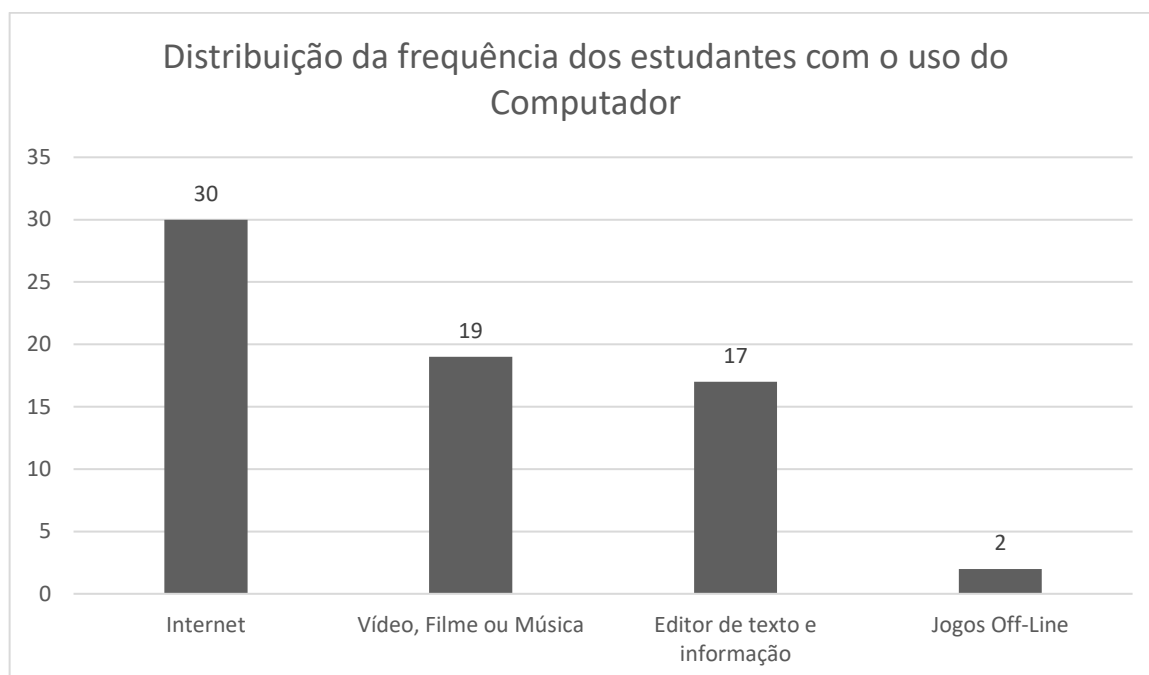


Figura 09 – Gráfico de distribuição das atividades dos estudantes com o computador.

Os estudantes também utilizam programas de edição de textos, *Photoshop*, *Adobe*, e softwares de edição de vídeos e músicas.

Já em relação à internet, destaca-se que todos os estudantes têm acesso a internet e a utilizam conforme apresenta a Figura 10.

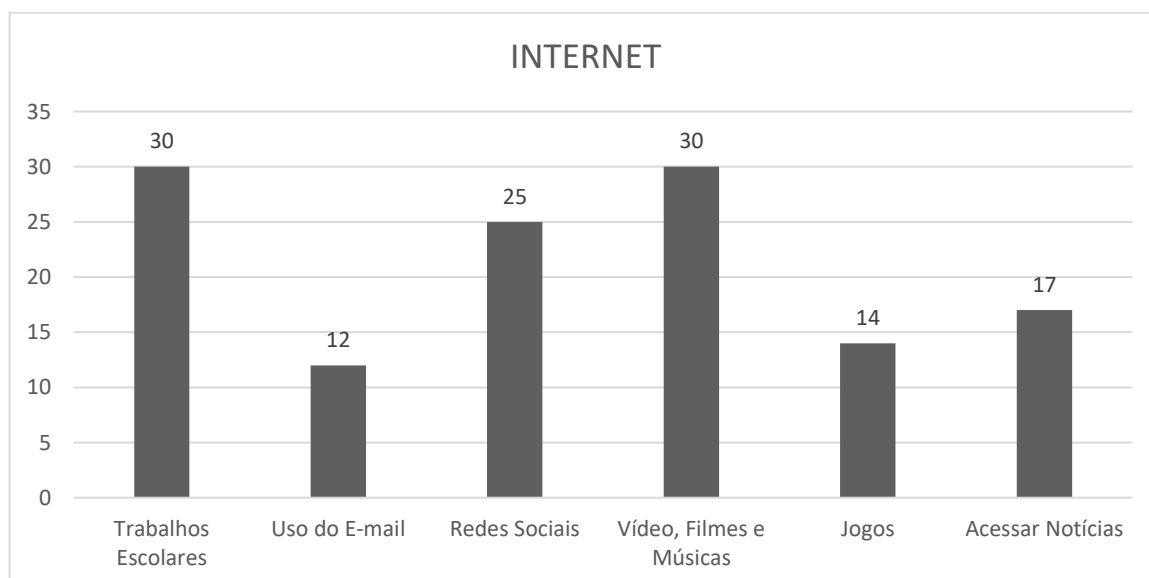


Figura 10 – Gráfico de distribuição de como os estudantes utilizam a internet.

Já em relação ao aparelho celular (*smartphone*), os alunos utilizam para fazer ligações telefônicas, acessar as redes sociais (*Whatsapp, Facebook, Instagram, Twitter*), e utilizam a internet para pesquisa e como bloco de anotações / rascunho, conforme Figura 11.

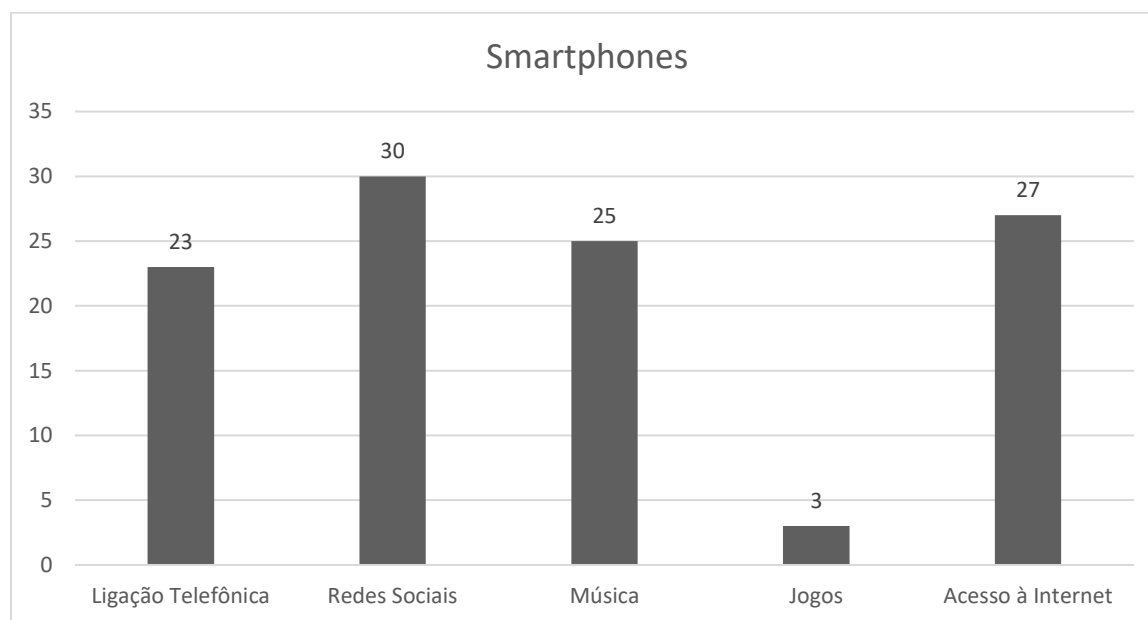


Figura 11 – Gráfico de distribuição de como os estudantes usam os Smartphones.

Em relação a linguagem de programação, na sala do segundo ano, apenas um aluno sabia utilizá-las porque criou um jogo de edição de personagem em sua atividade no curso que fez. Percebe-se, então que quase cem por cento da sala não conhecia a programação, não faziam a nenhuma ideia de como programar, e desconheciam qualquer linguagem de programação.

Foi questionado também sobre qual o conhecimento que possuíam sobre o Arduino, dentre os alunos vinte e quatro não sabiam o que era, nem como utilizá-lo ou como funcionava. Os outros seis tinham noção bem básica do Arduino, como por exemplo o seguinte relato das respostas transcritas retiradas do questionário, que apresenta o Quadro 08.

Quadro 08 – Relato dos estudantes sobre o Arduino

ESTUDANTES	RELATO
A2, A3, A5 a A18, A20 a A22, A25, A27 a 29.	“Nada”, “não sei”, “não tenho conhecimento sobre”, “não conheço”
A19, A23, A26 e A30	“é uma placa eletrônica”, “plataforma digital”, “uma placa”
A1 e A24	“plataforma para criar programação”
A4	“Arduino não é humano”

As respostas indicavam que os alunos precisariam aprender sobre o que era o Arduino, para que serve a placa, como programar e utilizar, bem como entender os componentes eletrônicos, por exemplo resistores, *leds*, fonte e sensores. Não sabiam como efetuar a montagem no *protoboard*.

4.3.1.2. Parte Dois

A segunda parte do questionário inicial, foi abordado intencionalmente o conteúdo específico da Física. Os alunos foram questionados para definir e explicar a diferença entre calor e frio. Os resultados encontram-se na Figura 12.

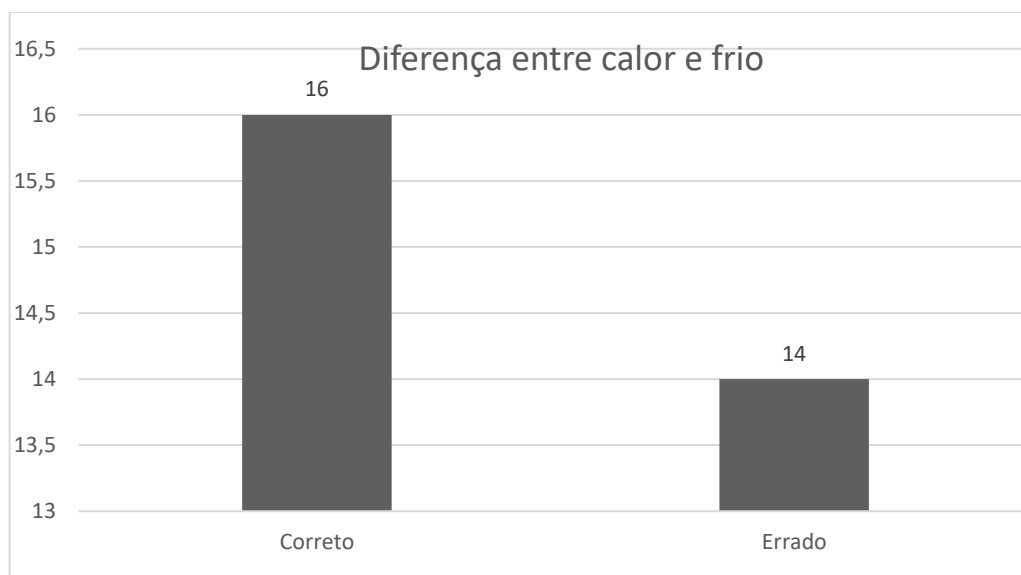


Figura 12 – Quantidade de acertos sobre a diferença entre calor e frio.

Alguns exemplos de respostas que foram consideradas corretas estão a seguir:

- A1: “Calor é uma forma de energia em trânsito e frio significa a ausência de calor”.
- A6: “Frio é a falta de calor e calor transferência de energia térmica entre corpos com temperaturas diferentes”.
- A25: “Calor é uma forma de energia em trânsito e frio significa a ausência de calor”.
- A29: “O calor é a transferência de energia de um corpo para o outro ou do ambiente para um corpo (é uma fonte de energia em trânsito), o frio pode ser entendido como uma sensação térmica.”.
-

Alguns exemplos de respostas que foram consideradas erradas são:

- A7: “Frio = uma corrente de ar gelada // Calor = uma corrente de ar quente”.
- A12: “calor é a energia sem transito, frio é o mesmo que pouco calor.”
- A18:” quando ta quente,quanto ta gelado”.
- A23: “Frio é quando as temperaturas dispencam para abaixo de 19°C e calor é quando a temperatura sobe para mais de 25°C”.

Percebemos que apesar da maioria da sala saber e conseguir diferenciar os conceitos e explicá-los, quatorze alunos ainda apresentaram dificuldade quanto a sua teoria física que mesmo após a aula teórica, como professor-pesquisador não conseguimos atingir mais de setenta por cento da sala.

Na próxima pergunta foi questionado o porquê de nas geladeiras o congelador ficar na parte de cima e não na parte inferior da mesma, o resultado obtido é apresentado na Figura 13.

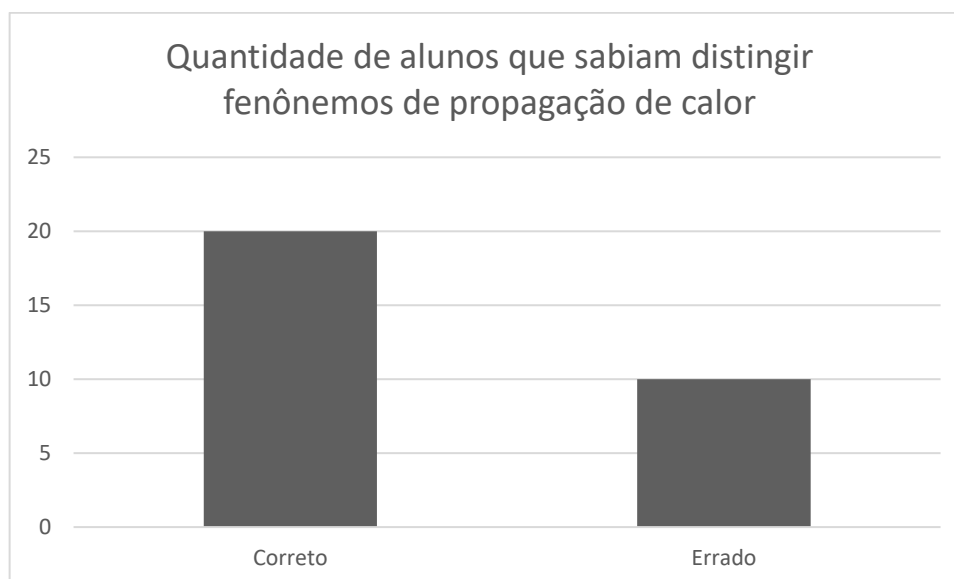


Figura 13 – Quantidade de acertos sobre o fenômeno físico da convecção.

Alguns exemplos de respostas consideradas corretas:

- A2: “O sistema da geladeira funciona com trocas de ar entre o mais denso (frio) e o menos denso, o congelador fica em cima pois as trocas do ar permitem que o ar frio suba e desça, fazendo com que congele a parte de cima e apenas resfrie a parte de baixo”.
- A13: “Devido a densidade do ar frio ser maior que a do ar quente, quando colocado acima ele desce refrigerando o restante do espaço e se colocado na parte de baixo, não aguentaria subir para exercer essa função de resfriamento.”.

Alguns exemplos de respostas consideradas incorretas:

- A9: “as ondas frias do congelador descem pela ação da gravidade enquanto as ondas quentes sobem”.
- A23:” Porque o ar frio circula melhor”.

Em seguida a questão era: “Em noites muito frias, quando nos deitamos, usamos cobertor para nos cobrir e nos proteger do frio. Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, como o cobertor deixa a pessoa aquecida e protegida do frio nessa situação?”. O resultado é apresentado na Figura 14.

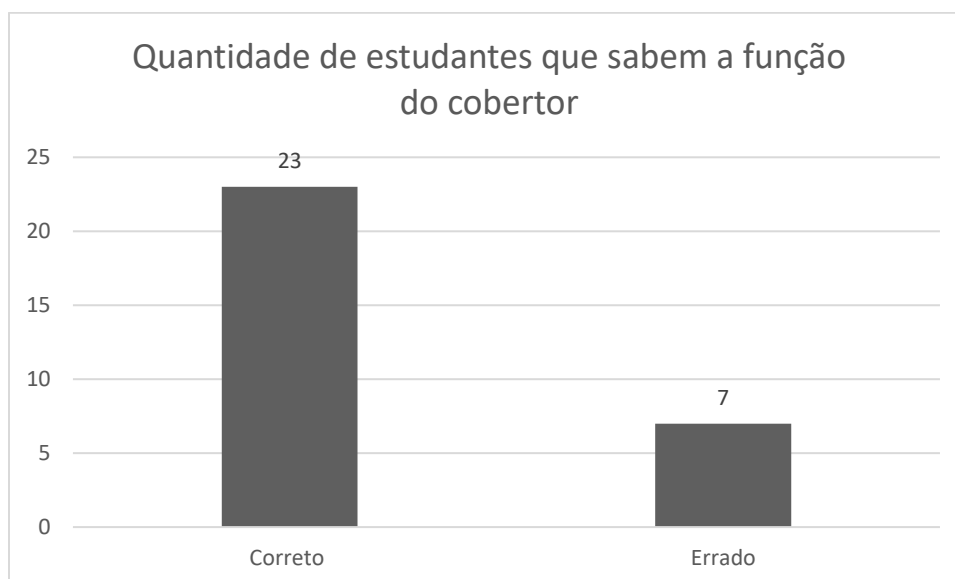


Figura 14 – Quantidade de acertos sobre a explicação do uso e função do cobertor

Alguns exemplos de respostas consideradas corretas:

- A3: “O cobertor é usado com isolante térmico, quando está frio e fazemos uso dele para manter nossa temperatura corporal normal, e não para eleva-la.”.
- A11: “O cobertor funciona como isolante térmico mantendo a temperatura do corpo constante.”

Alguns exemplos de respostas consideradas incorretas:

- A4: “O cobertor transmite calor para o corpo, assim deixando a pessoa aquecida e protegida do frio.”.
- A28: “o cobertor "prende" o calor do corpo e do cobertor esquenta a pessoa ou algo que está debaixo dele”.

Na temática de termologia os alunos apresentam bastante concepções do senso comum, confundindo conceitos físicos, trocando explicações e se baseando no cotidiano para responder. Observa-se que uma parte da sala responde corretamente as questões, entretanto foi preciso retomar alguns conceitos e explicá-los novamente junto com as discussões e experimentos.

Já em relação a parte elétrica, os alunos foram questionados sobre quais componentes de um circuito elétrico eles conheciam. O resultado é apresentado na Figura 15.

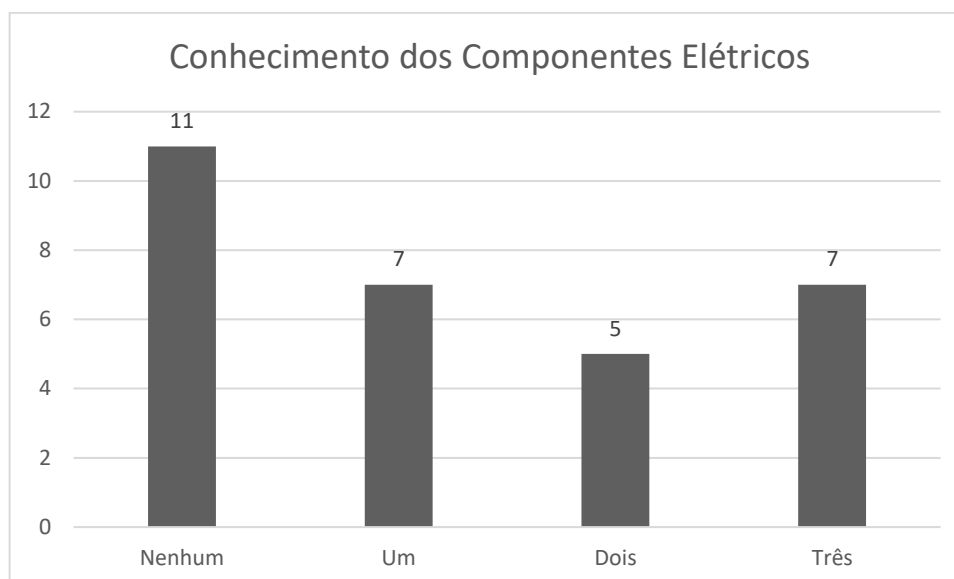


Figura 15 – Quantidade de componentes elétricos que os estudantes conheciam.

Foi solicitado também que os alunos explicassem o que era corrente elétrica. O resultado é apresentado na Figura 16.

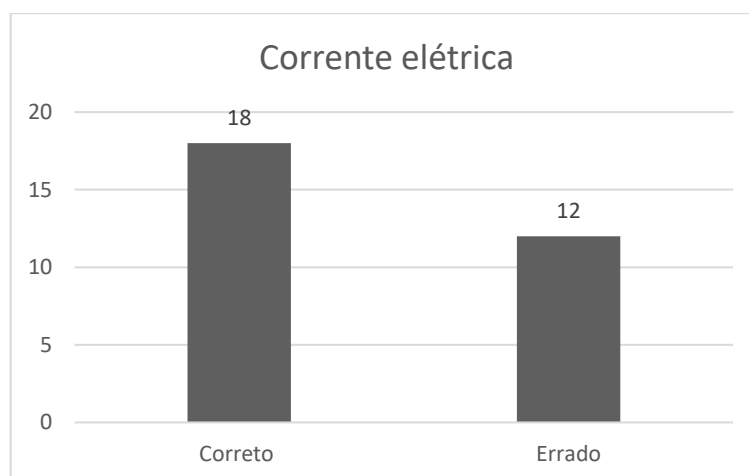


Figura 16 – Quantidade de respostas corretas sobre o que é a corrente elétrica.

Alguns exemplos de respostas consideradas corretas:

- A10: “é o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica, ou também, é o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. A unidade de corrente é o ampere (A).”
- A15: “é um movimento ordenado de partículas portadoras de cargas elétricas”.

Alguns exemplos de respostas consideradas incorretas:

- A8: “é uma coisa que conduz muita energia”.
- A20: “corre eletrica é o conjunto por ode se é tranportado energia”.

Na temática da eletricidade os alunos se dividem em conhecer alguns circuitos elétricos e seus comentários, e na outra parte que não conhece como é feito ou realizado ligações elétricas ou seus componentes. Diante desta situação foi preciso começar a explicar os componentes, mostra-los, evidenciar suas funções e justificar os esquemas elétricos, conceituando as grandezas físicas envolvidas: corrente elétrica, tensão elétrica e o próprio circuito com o Arduino.

Na pergunta sobre se já haviam realizado alguma experiência, o resultado é apresentado na Figura 17.



Figura 17 – Gráfico de quantos estudantes já realizaram alguma experiência.

E por fim, foi perguntado: “Quando um cientista desenvolve uma nova teoria para explicar um fenômeno, ou um conjunto de fenômenos, como a ciência verifica se a teoria funciona ou não? Tente explicar, usando suas próprias palavras, como seria um procedimento científico para fazer essa verificação da nova teoria.” O resultado é apresentado na Figura 18.

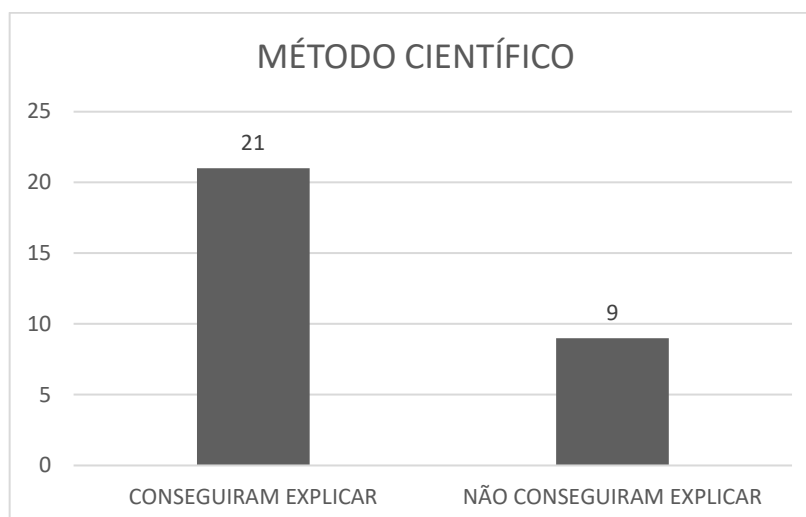


Figura 18 – Gráfico da quantidade de estudantes que conseguiram explicar o método científico.

Verificamos que dentre os trinta estudantes, vinte um conseguiram esclarecer claramente o método científico e nove alunos não conseguiram.

4.3.2. Modelos

A sala do segundo ano, na qual foi feita a pesquisa, apresenta trinta alunos. Houve a formação de seis grupos, e por consequência, elaboração de seis modelos sobre a questão do equilíbrio térmico, foram previamente planejados, elaborados, apresentados e entregues para o professor/pesquisador. Neste capítulo apresentamos os seis modelos obtidos pelos estudantes.

Apenas para recordar, os grupos precisavam elaborar um modelo que justificasse a seguinte questão:

Elabore um modelo, utilizando o Arduino, que explique quais variáveis estão envolvidas em um equilíbrio térmico entre dois corpos.

Este momento, referente a etapa dos ciclos de modelagens, corresponde ao primeiro estágio e terceira etapa, momento em que os alunos construíram os modelos e discutiram com os outros grupos, inclusive com o professor, para explicar e mostrar o modelo elaborado.

O primeiro modelo (Figura 19) constituía a seguinte lista das seguintes variáveis:

- diferença de temperatura entre o corpo e o meio;
- superfície de contato;
- calor específico;
- condições do ambiente;
- tempo em que o objeto fica em contato com o ambiente.

O experimento foi elaborado em um recipiente não isolante, com a mistura entre duas partes iguais de massas de água que apresentavam temperaturas diferentes. Para verificar essa mudança, o grupo decidiu utilizar um carrinho que mudasse a cor de acordo com a temperatura do ambiente. A escolha foi por encontrarem o que era material do cotidiano dos estudantes e de fácil acesso, e o Arduino para monitorar a temperatura da mistura com o sensor LM35.

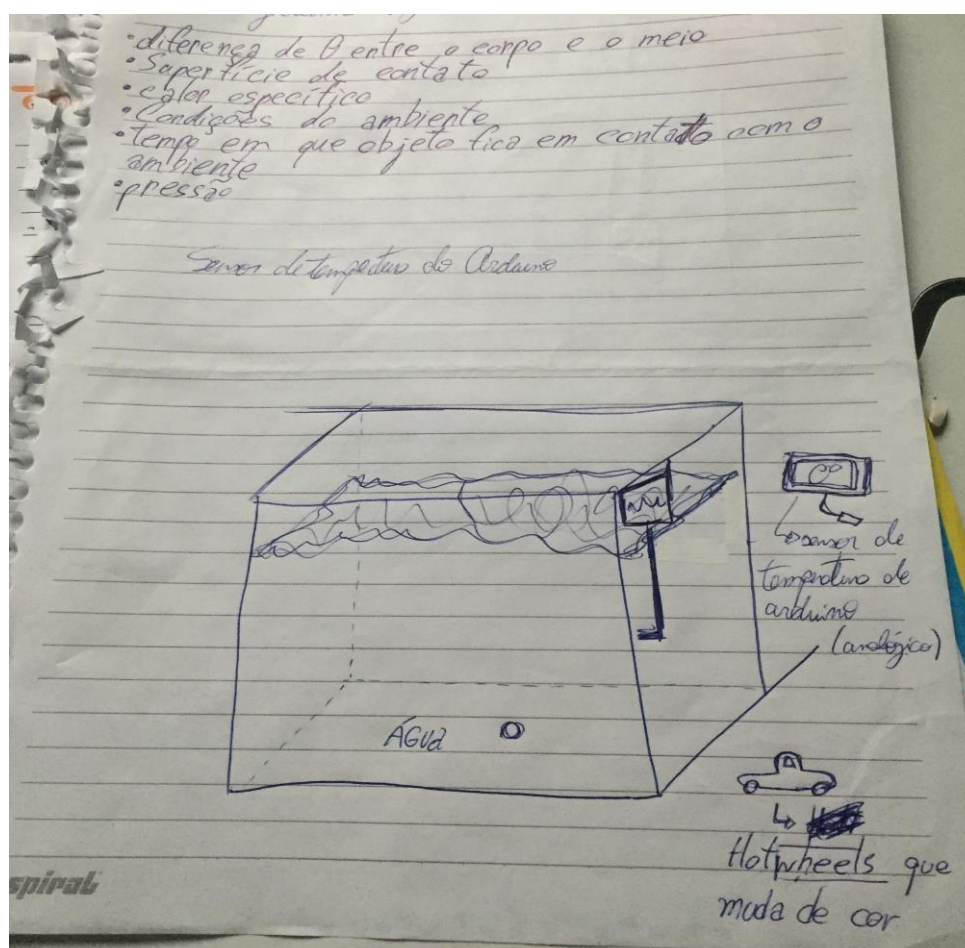


Figura 19 – Modelo feito pelo grupo 01.

O segundo modelo (Figura 20) listou:

- superfície de contato;
- superfície exposta;
- ambiente;
- calor específico;
- características do meio.

O experimento foi proposto para ser feito em um copo de alumínio com água líquida a temperatura ambiente (25 °C) e vapor de água, sendo liberado por uma fonte externa uma quantidade de calor para continuar a aquecer a água até a evaporação, e com a placa Arduino por meio dos sensores LM35 realizar a medição da temperatura do sistema.

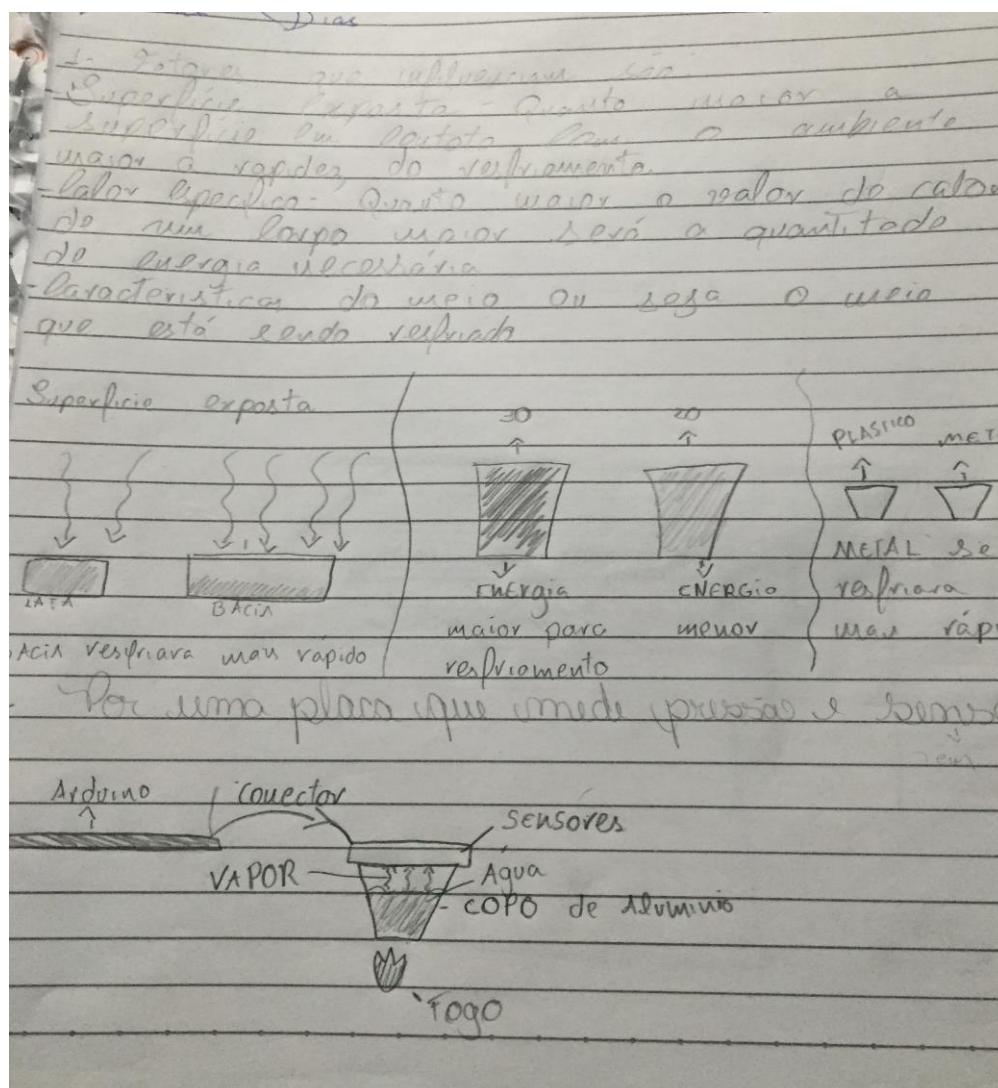


Figura 20 – Modelo feito pelo grupo 02.

O terceiro modelo (Figura 21) listou:

- dois corpos com massas diferentes, e um deles com menor quantidade;
- ambientes frios;
- superfície do corpo exposta;
- calor específico do corpo.

O experimento elaborado contava com água, em diferentes temperaturas, para que pudessem ser misturadas e com o Arduino e os sensores LM35 monitorar essa variação de temperatura do sistema.

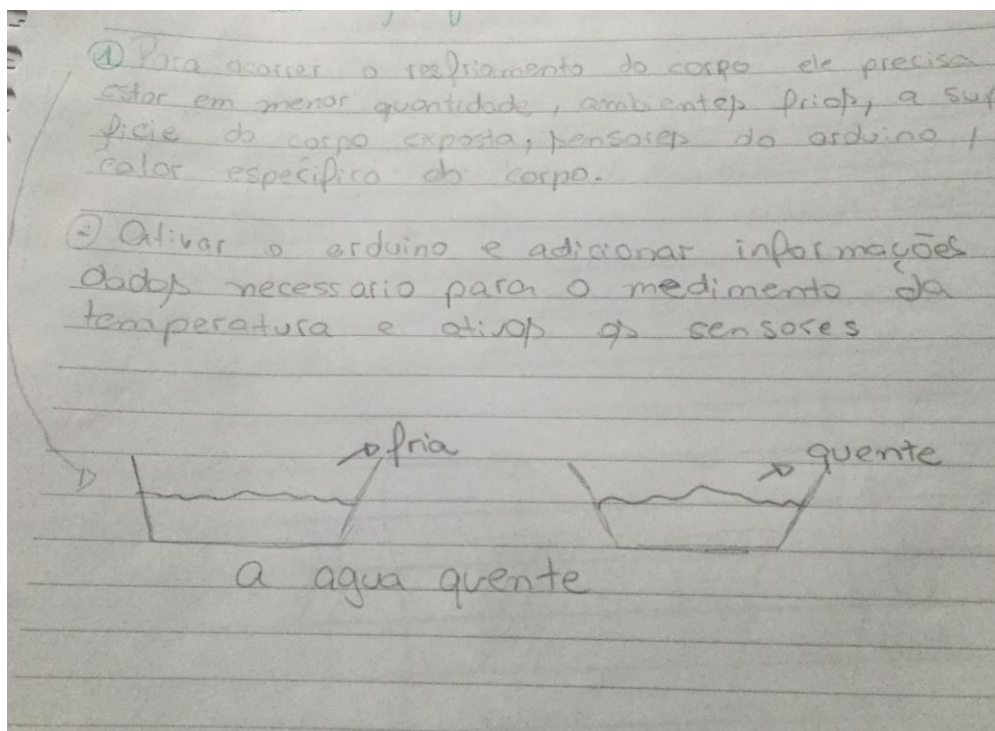


Figura 21 – Modelo feito pelo grupo 03.

O quarto grupo montou um modelo (Figura 22) e listou:

- ambiente frio;
- exposição ao ambiente;
- pouca quantidade.

Em relação ao experimento o grupo estruturou um recipiente para colocar água a temperatura ambiente, e com o Arduino e o sensor LM35 monitorar a temperatura do sistema para que então possa inserir um bloco de água congelada, abaixo do zero grau centígrado. Sucessivamente verificaram o processo de fusão do gelo enquanto ele absorve calor da água, e a água diminui a temperatura até o equilíbrio térmico.

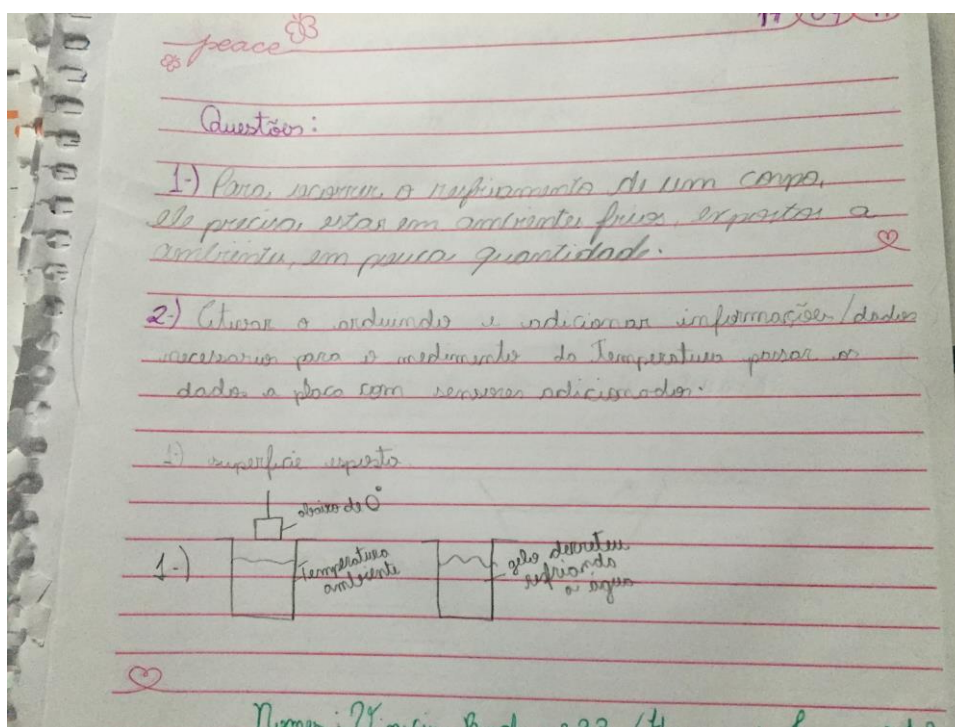


Figura 22 – Modelo feito pelo grupo 04.

O quinto modelo (Figura 23) foi listado:

- calor específico dos materiais;
- superfície de contato dos materiais;
- meio em que estão inseridos;
- umidade do ambiente;
- massa;
- temperaturas finais e iniciais;

- capacidade térmica;
- tempo de contato.

Este grupo foi um pouco adiante e entregaram a programação do experimento que utilizaria cem gramas de água a temperatura do ambiente e 100g gramas de gelo a zero grau centígrado colocados em um recipiente isolante. O Arduino junto com o sensor LM35 iria monitorar a temperatura do sistema que receberia calor de uma fonte externa para acelerar o processo de fusão do gelo.

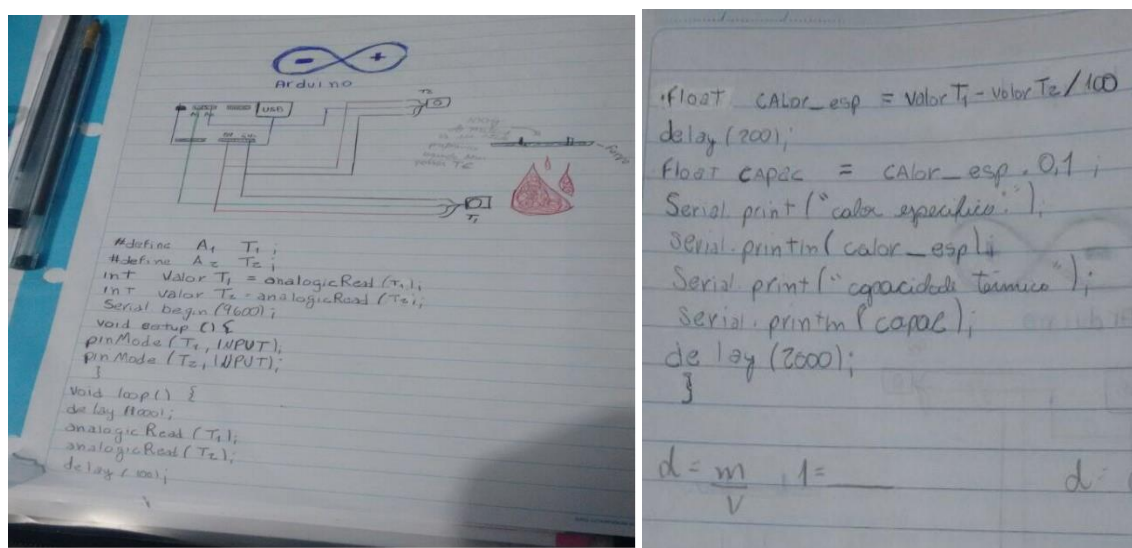


Figura 23 – Modelo feito pelo grupo 05.

E por fim o último modelo (Figura 24), listaram:

- a diferença de temperatura entre o corpo e o meio externo;
- a superfície exposta;
- o calor específico da substância;
- a condição do ambiente em que foi colocado;
- o tempo que o objeto fica em contato com o ambiente
- uma constante de proporcionalidade.

O experimento foi elaborado para ser montado em um copo de vidro que estaria inicialmente a temperatura ambiente, e adicionaria água líquida a 50 °C no

nível máximo do copo. O Arduino e o sensor LM35 monitorariam as temperaturas do sistema até entrar em equilíbrio térmico.

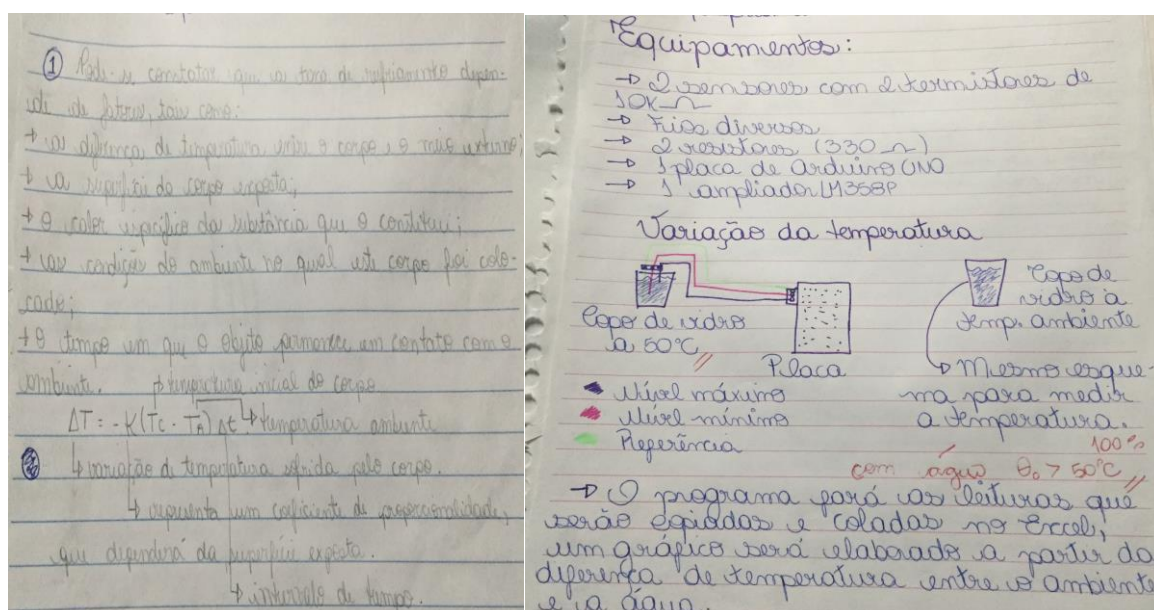


Figura 24 – Modelo feito pelo grupo 06.

4.4. Análise de dados

Conforme a descrição desta pesquisa, foram elaborados e aplicados os ciclos de modelagens de David Hestenes (1996) com o segundo ano do ensino médio, em uma turma com trinta alunos, que foi dividida em exatos seis grupos, elaborando um total de seis modelos na sala inteira.

O modelo proposto por David Hestenes (1996) separado em estágios e etapas foi fundamental para nortear a pesquisa e fornecer subsídios para o desenvolvimento dos modelos na ordem cronológica. A separação em etapas possibilitou que a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980) fosse contemplada na pesquisa desde a avaliação diagnóstica, para nos mostrar os conhecimentos prévios (subjuncões), até o questionário final. O questionário final permitiu compararmos o desenvolvimento dos estudantes antes e depois dos ciclos de modelagens e forneceu ferramentas acompanhar o seu desenvolvimento ao longo da criação, implementação e validação dos modelos.

Primeiramente, percebemos na pesquisa que ocorreu a total participação dos grupos - os trinta alunos do segundo ano participaram integralmente, mesmo sabendo que as atividades não eram parte da composição da nota, nem acarretariam perda percentual em suas médias bimestrais e anuais. Os alunos ao longo da pesquisa possuíam a opção de não participar ou de retirar sua autorização da pesquisa, entretanto não houve nenhum ocorrido ao longo da pesquisa.

De modo geral os modelos foram feitos bem parecidos, todos utilizam água, o Arduino (que era obrigatório) e o sensor LM35 para monitorar a temperatura do sistema até o equilíbrio térmico.

Os grupos apresentaram para a sala, juntamente com o professor, um de cada vez, e discutiram as dúvidas e críticas da sala, sempre debatendo acerca do modelo criado. Os grupos dos modelos dois e quatro que utilizavam uma fonte de calor externa para fornecer calor ao sistema, decidiram após as discussões, não utilizar nenhuma fonte de calor. O grupo do modelo dois havia inicialmente pensado em vapor de água, mas decidiu trocar por um bloco de gelo. E o grupo do modelo seis, que utilizava o copo como corpo a entrar em equilíbrio térmico, decidiu trocar pelo gelo também. O grupo do modelo quatro foi o único que se preocupou com o recipiente que seria colocado a água e o gelo e alertaram que era necessário usar um recipiente que fosse o máximo isolante possível, porém teria que ser de fácil acesso. Os grupos entraram em um consenso e seguiram uma única ideia de todos os modelos realizarem a montagem em um copo de isopor de 300 mililitros sem tampa.

A partir das aulas de apresentações dos modelos e possíveis modificações que ocorressem, os grupos foram ao laboratório e efetuaram a montagem com os materiais previamente requisitados (o professor listou os materiais por grupo/modelo que precisavam e os levou no dia em que fizeram a montagem).

Os dados foram analisados conforme a análise de conteúdo de Bardin (2011), que define da seguinte maneira: a análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados (BARDIN, 2011,

pág.15). Esta análise passa a ser um método de tratamento da informação contidas nas mensagens.

As autoras Silva e Fossá (2015) sintetizaram de maneira ordenada e linear, em fases, o método da análise de conteúdo:

- 1) Leitura geral do material coletado (entrevistas e documentos);
- 2) Codificação para formulação de categorias de análise, utilizando o quadro referencial teórico e as indicações trazidas pela leitura geral;
- 3) Recorte do material, em unidades de registro (palavras, frases, parágrafos) comparáveis e com o mesmo conteúdo semântico.
- 4) Estabelecimento de categorias que se diferenciam, tematicamente, nas unidades de registro (passagem de dados brutos para dados organizados). A formulação dessas categorias segue os princípios da exclusão mútua (entre categorias), da homogeneidade (dentro das categorias), da pertinência na mensagem transmitida (não distorção), da fertilidade (para as inferências) e da objetividade (compreensão e clareza);
- 5) Inferência e interpretação, respaldadas no referencial teórico (SILVA e FOSSÁ, 2015, pág. 4).

A análise foi baseada e desenvolvida com base nos modelos feitos e entregues, no desenvolvimento ao longo das aulas e sustentado pelo questionário final, este, que está nos apêndices ao final da dissertação.

Com relação ao Arduino foi feita uma pergunta para saber se os estudantes conseguiriam explicar claramente a função da placa e se conheciam as suas funções. Queríamos identificar como estava o conhecimento dos alunos em relação o nosso material de pesquisa, a tecnologia didática do Arduino, com a seguinte pergunta: *Quais as possíveis funções e usos da placa Arduino que você pode listar abaixo?*

No questionário os estudantes possuíam um espaço de quatro linhas para preencher a resposta, e poderiam utilizar o verso caso quisessem complementar com outras funções ou usos. Os resultados são apresentados no Quadro 09.

Observamos que mais da metade da turma consegue identificar a função do Arduino e quais são seus respectivos usos, vinte e oito alunos acabaram identificando perfeitamente o uso ou a função, o que mostrou que grande parte da sala compreendeu o que é o Arduino e seu funcionamento. Apenas dois alunos após todas as atividades ainda não compreendiam o seu uso ou função, caracterizando uma parcela pequena em relação ao total da sala.

Quadro 09 – Análise das respostas sobre o Arduino.

CATEGORIAS	SUB - CATEGORIAS	QUANTI - DADE	PORCENTAGEM (~%)
ARDUINO	Sabe identificar perfeitamente qual a sua função e o seu uso	17	57
	Sabe identificar perfeitamente sua função mas não o seu uso	7	23
	Sabe identificar perfeitamente o seu uso mas não a sua função	4	13
	Identifica parcialmente o seu uso e/ou função	1	3
	Não sabe identificar o uso ou função	1	3

Ao perguntar se: “O uso da tecnologia por meio de computadores e do Arduino facilitou sua aprendizagem em Física?”, obtemos cem por cento das respostas sim, e ao questionar o porquê, ficou tabulado como apresenta o Quadro 10.

Quadro 10 – Análise da Aprendizagem com Arduino e Computador.

CATEGORIAS	SUB-CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
MELHORIA NA APRENDIZAGEM COM O ARDUINO E OS COMPUTADORES	Metodologia Diferenciada com o uso da tecnologia digital cotidiana	23
	Facilidade com a utilização de objetos tecnológicos digitais	3
	Uso na prática	10
	Criação e montagem pelos estudantes	14
	Estudantes autônomos e que buscam a aprendizagem	7
	Estudaram por fora / Cursos Extracurriculares	0
	Sem justificativa	2

Diante das respostas fornecidas pelos estudantes, a que apareceu como moda (a que mais aparece no quadro) foi o uso da metodologia diferenciada com o uso da tecnologia digital cotidiana, em vinte e três respostas de uma sala com trinta alunos, mais que setenta por cento da sala.

Outra resposta em evidência foi a criação feita por eles mesmos. Eles elaboraram os modelos, escolheram os materiais e montaram conforme haviam esquematizado nas conversas em grupos. O resultado mostra que quase metade da sala aprovou que o próprio estudante fique responsável pela construção do seu próprio conhecimento e que possuem responsabilidade para realizar pesquisas e mostrarem um caráter mais autônomo, diferentemente de uma postura passiva encontrada atualmente na sala de aula tradicional.

Outro fator diferencial em ordem de recorrência foi respectivamente o conhecimento construído na prática. As respostas mostraram que a melhoria na aprendizagem foi dedicada a teoria associada com a prática - a teoria se fazer presente e contextualizada com o que eles realmente podem fazer na hora.

Sabemos que não existem somente resultados positivos, portanto foram solicitados que no questionário apontassem os pontos negativos também (Quadro 11).

Quadro 11 – Análise dos Pontos Negativos.

CATEGORIA	SUB-CATEGORIA	FREQUÊNCIA
PONTOS NEGATIVOS	Programação	6
	Ligação elétrica / montagem	4
	Lentidão	3
	Tecnologia Digital	2
	Trabalho em equipe	0
	Sem apontamento	15

Em todos os questionários foi feito apenas um apontamento dentre os pontos negativos que os alunos poderiam listar. Inclusive a pergunta já estava no plural para apontarem mais de um, todavia só listaram um ou como na maior parte dos casos, nenhum. Destacamos aqui que para metade dos estudantes não houve nenhum ponto negativo.

O ponto negativo que mais foi citado dentre as respostas, foi a dificuldade e a complexidade em realizar a programação pelo motivo da sintaxe, isto é, as linhas de programação ao ser feitas no *software* Arduino precisam estar totalmente corretas, não pode existir uma vírgula ou ponto errado, os comandos precisam ter um começo e um fim, bem como a lógica da programação.

Seguindo pelos pontos negativos, foi apontada a dificuldade da ligação dos componentes eletrônicos juntamente com a placa Arduino e com os sensores, pois por ser um circuito elétrico é preciso tomar cuidado e fazer com bastante cautela as ligações de maneira correta.

Uma outra pergunta no questionário final era relacionada também ao Arduino e questionava se os alunos gostariam de utilizar novamente o Arduino em outras atividades, o que houve cem por cento das respostas como sim. Vemos que apesar dos pontos negativos, os pontos positivos passam a ser sobressalente e conquistam a aprovação para novas e futuras experiências ou atividades.

Solicitamos que individualmente no questionário final, classificassem a aprendizagem ao longo dos ciclos de modelagens, e as respostas ficaram distribuídas como mostra a Figura 25.

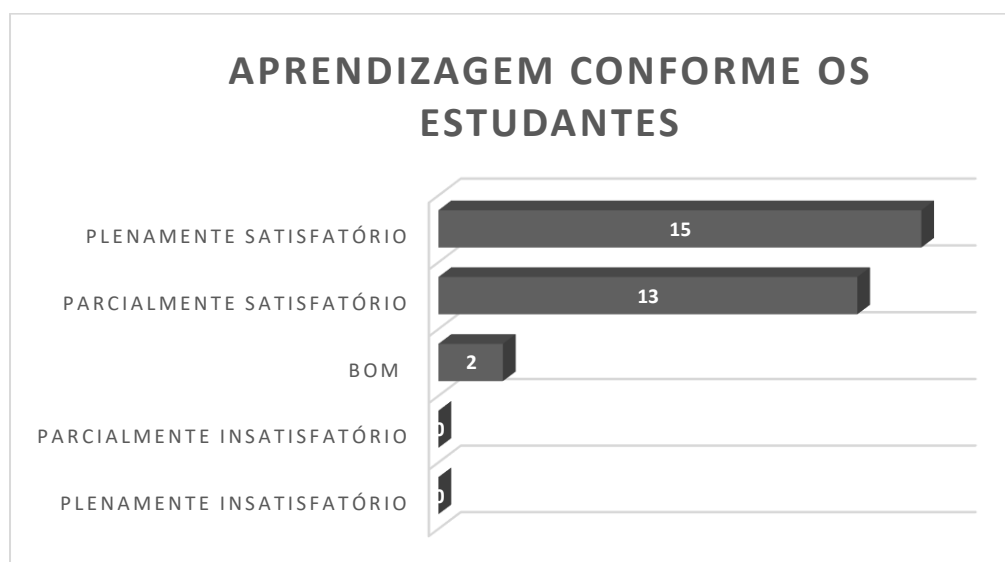


Figura 25 – Gráfico da satisfação da aprendizagem pelos estudantes.

Com relação aos conteúdos físicos foi perguntado para os alunos diferenciarem os conceitos de temperatura e calor, e em outra questão para diferenciar um material isolante e condutor térmico. Os resultados são apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 – Análise do conhecimento físico.

CATEGORIAS	SUB-CATEGORIAS	QUANTI-DADE	PORCENTAGEM (~%)
CONCEITOS FÍSICOS: CALOR TEMPERATURA ISOLANTE CONDUTOR	Sabe diferenciar corretamente calor e temperatura	25	84
	Sabe diferenciar parcialmente calor e temperatura	4	13
	Não sabe diferenciar calor e temperatura	1	3
	Sabe diferenciar perfeitamente condutor e isolante térmico	24	80
	Sabe diferenciar parcialmente condutor e isolante térmico	4	13
	Não sabe diferenciar condutor e isolante térmico	2	7

Por fim, destacamos e relatamos a seguir, as habilidades que foram desenvolvidas por cada um dos seis grupos ao logo da aplicação dos ciclos de modelagens (Quadro 13).

Quadro 13 – Habilidades Desenvolvidas.

Habilidades Desenvolvidas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Total
Utilizar conhecimentos prévios	X	X	X	X	X	X	6
Formular questões	X	X		X			3
Elaborar argumentos e usar em sua fala	X	X	X	X	X	X	6
Pesquisar e realizar buscas na literatura existente	X	X	X	X	X	X	6
Levantamento de hipóteses	X	X	X	X	X	X	6
Produzir Modelos	X	X	X	X	X	X	6
Estabelecer comunicação entre os integrantes e a sala	X	X	X	X	X	X	
Planejamento	X	X	X	X	X	X	6
Limitar a veracidade do modelo	X	X	X	X	X	X	6

Verificamos que dentre todas as habilidades listadas no Quadro 13, não atingimos o desenvolvimento de todas elas inteiramente por todos os grupos. Entretanto, em todas as outras oito habilidades tivemos o aproveitamento total em todos os grupos. Destacamos que a habilidade de formular questões não apareceu, até o fim da pesquisa, em três grupos. Podemos atribuir essa lacuna nos grupos pelo fato deles sempre estarem passivos em seu processo de aprendizagem, dado que foi uma das primeiras vezes em que o professor não fornecia respostas e esperava que os estudantes fossem em busca da resposta. Os grupos não estavam acostumados a perguntar ou questionar para outros grupos ou colegas da sala, e não possuíam o hábito de elaborar questões durante o seu entendimento, estavam acostumados a apenas ouvir e tentar decorar para futuras avaliações.

Os ciclos de modelagem se apresentam como uma nova proposta. Eles propõem uma metodologia que reposiciona o aluno da figura passiva para ativa, sendo o estudante aquele que passa a ser construtor do seu conhecimento, o que modificou como eles se enxergavam em sala de aula e como estavam aprendendo. Este é um processo diferente da tradicional aula com lousa e giz. Sua elaboração e aplicação não é simples e não ocorre rapidamente, muito pelo contrário, ele requer tempo, preparo e prática. Por isso que nas próximas utilizações dos ciclos de modelagens os grupos já estarão familiarizados e conhecerão todo o procedimento, os estágios e as etapas, o que poderá tornar a sua aplicação mais rica em debates e questionamento, e apresentará uma maior variedade de modelos elaborados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É impossível mensurar o tamanho do aprendizado que o autor desta pesquisa desenvolveu e as extraordinárias trocas de experiências que obteve ao longo do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática no IFSP, juntamente com os auxílios dos ótimos professores e dos colegas de classe que permitiram o máximo aproveitamento. Esta experiência acadêmica possibilitou uma enorme satisfação intrapessoal e profissional. Além de transformar e melhorar positivamente as aulas ministradas, possibilitou o aumento da aprendizagem dos alunos e desenvolveu o hábito da pesquisa como um professor que é também pesquisador.

Sabemos que não existe a tal sonhada perfeição, e como qualquer outra pesquisa, apesar de fornecermos o nosso melhor, o trabalho pode adquirir diferentes interpretações por parte de cada leitor. Cada um pode trazer novas críticas, sugestões e comentários. Então deixamos explícito que, estamos abertos para as mesmas para futuras modificações afins de melhorarmos nosso trabalho.

Diante da realidade que vivemos nos deparamos com diversos problemas educacionais no ensino de física, ou até mesmo, de qualquer outra disciplina: a desmotivação e o desinteresse por parte dos estudantes, as faltas de materiais e a falta de espaço físico para laboratórios, a falta de novas metodologias e a carência de professores dispostos a inovarem no processo de ensino e aprendizagem. Apontamentos estes que são rotinas em muitos ambientes escolares e que se não houver mudanças este quadro apenas tende a piorar.

Infelizmente, não existe uma única solução milagrosa para todos os problemas ou dificuldades, entretanto existe um conjunto de medidas que podem ser feitas progressivamente para que possamos reverter essa situação atual. Algumas delas são: a incorporação das tecnologias digitais nas salas de aula e a possibilidade de novas metodologias educacionais que se diversificam da aula tradicional com lousa e giz.

O Arduino entra como salvador de todos os problemas na educação? Não, e está longe de ser. O Arduino não é peça fundamental para todas as queixas no

ensino ou na aprendizagem, mas ele serviu como objeto de pesquisa e se caracterizou como um novo material didático para o estudante para verificarmos se haveria um aumento na aprendizagem por meio da metodologia de ciclos de modelagens de David Hestenes (1996) como forma de inserir a TIC e se caracterizar como uma nova metodologia ativa a ser aplicada em sala de aula, amparados pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Neste contexto retomamos a questão norteadora da pesquisa: O Arduino permite e contribui para o desenvolvimento da aprendizagem significativa para os alunos do segundo ano do ensino médio no ensino de física? Para respondê-la vamos listar alguns tópicos.

Vimos que o Arduino, como forma de material didático e acessível, fez sentido para o estudante, conforme a aprendizagem significativa, pois o mesmo possui características que são digitais como notebooks e smartphones, e é utilizado atualmente em diversos projetos na sociedade, o que para o aluno não representa nenhum atraso em relação ao que está acontecendo na escola simultaneamente com o seu cotidiano. O Arduino apresenta os seus pontos fortes e pontos fracos, e se faz necessário um tempo de preparo e um treinamento prévio para o professor referente ao uso do mesmo, assim como para os estudantes nas suas primeiras aulas, caso não o conheçam, como aconteceu nesta pesquisa. Experimentalmente, neste caso em particular, os estudantes foram extremamente rápidos quanto ao quesito de envolvimento, foram ágeis para se familiarizarem, programarem e utilizarem o Arduino, além do que se esperava.

Não houve ocorrência de quebras, queimas ou ferimentos, todos os equipamentos continuaram funcionando perfeitamente, e poderão continuar a serem utilizados em outras aulas ou novas experiências. Destaca-se que existe um investimento monetário inicial, mas que possibilita novos usos com diversas turmas e com novas experiências, o que gera uma diminuição nos gastos financeiros por ser um único aparelho para várias experiências.

Foi surpreendente saber que a maioria efetiva dos estudantes na sala de aula onde foram aplicados os ciclos de modelagens conseguiu compreender o uso correto do Arduino e gostaria de utiliza-lo mais vezes em novas futuras experiências.

Os alunos classificaram o seu conhecimento entre plenamente satisfatório e bom, excluindo o insatisfatório e o parcialmente insatisfatório. De modo geral, todos eles ficaram satisfeitos com a aprendizagem.

Em relação aos conteúdos físicos, abordando a própria Física em questão, no questionário inicial havia algumas lacunas em sua compreensão, mesmo após a aula expositiva sobre os assuntos, e ainda os estudantes apresentavam dificuldades referentes a estes conceitos. Contudo, no questionário final vemos que mais de noventa e cinco por cento já conseguiram definir e explicar os conteúdos físicos trabalhados. Podemos afirmar que ocorreu um aumento no percentual dos alunos que conheciam conceitos físicos na avaliação diagnóstica em relação aos que sabiam no questionário final, caracterizando um aumento na aprendizagem significativa conforme a teoria de David Ausubel (vista no capítulo dois).

A experiência nesta pesquisa, mesmo que tenha sido relativamente rápida, sob a minha visão, evidenciou que os alunos não precisam de respostas prontas e que seu o estado de aprendizagem pode ser facilmente alterado do passivo para o ativo ao longo de todo o processo. Os estudantes, e até mesmo os educadores, podem inicialmente se sentir desconfortáveis e desconfiados em não seguirem um roteiro pré-fixado, como um manual que vem com o sistema apostilado de ensino, ao pararem de fornecer facilmente as respostas e solicitarem que eles mesmos busquem por essas respostas. Para o estudante é muito cômodo ouvir a resposta de um educador, ele não fez esforço para respondê-la, mas a partir do momento em que ele percebe que conhecimento não está pronto e que é preciso esforço para a sua construção, o estudante pode desenvolver a sua própria autonomia.

Sob o olhar desta pesquisa, foi possível obter experiências educacionais para analisar que foi possível os estudantes aprenderem de uma maneira diferenciada, e que pudessem aprender significativamente com a metodologia utilizada dos ciclos de modelagens com o Arduino. Para isso bastou que propuséssemos novos desafios, inserindo novos questionamentos que fizessem os próprios estudantes irem em busca das respostas, sem fornecer respostas padrões facilmente. Conseguimos enxergar que a busca pelas respostas foi mediada pelo professor que

apenas guiou o caminho juntamente com o auxílio e o envolvimento essencial dos colegas da sala de aula.

O conhecimento não é construído sozinho, e nesta etapa fundamental da educação básica foi fundamental mostrar e proporcionar a interação entre os colegas. O convívio e participação em grupos aumentaram a interação e a proximidade entre os estudantes, eles se ajudavam e demonstraram estar dispostos a discutir os assuntos levados pelo professor para atingir uma resposta única. A interação ocorreu inicialmente nos grupos ao elaborarem os modelos, cada grupo com sua particularidade, seguido pela montagem e finalização dos modelos. A sala de aula inteira compartilhou o aprendizado de compreender o tempo de cada grupo e o momento exato de interferir, criticar ou apontar durante as apresentações inicial e final dos modelos.

Conseguimos notar que ocorreu a total participação dos estudantes e dos grupos em realização, apresentação e entrega dos modelos solicitados pelo professor mesmo existindo a opção de não participarem sem algum prejuízo de nota em provas ou nas médias. Presencialmente, os estudantes estavam interessados em fazer, em colocar a mão na massa, e em momento algum cogitaram em não participar.

Os grupos desenvolveram habilidades ao longo da construção dos modelos, vistos no quadro 13, habilidades que não poderiam ser construídas caso fossem apenas feitas aulas tradicionais conteudista com como ocorreram com as turmas anteriores.

Por fim, em relação aos resultados obtidos nesta pesquisa, eles apontam que ao se utilizar o Arduino com a metodologia dos ciclos de modelagens de David Hestenes (1996) existem melhoras na aprendizagem significativa proposta por David Ausubel que permitem aumentar a autonomia do estudante frente a sala de aula na busca e desenvolvimento do entendimento em Física, possibilitando o aumento da interação do estudante com a classe e inserção de tecnologia digital, o Arduino, no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela; MOREIRA, Marco Antonio. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência, Belo Horizonte, v. 4, n.3, pág. 5-18, 2004.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Hanesian. **Psicologia Educacional**. 2 ed. Rio de Janeiro, Interamericana, Tradução para o português: Eva Nick, 1980.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70 Brasil. São Paulo, 2011.

Brasil. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

_____. Secretária da Educação Média e Tecnologia. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologia. Brasília: Ministério da Educação, Secretária da Educação Básica, 2002.

_____. Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2014. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2013**. São Paulo, 2014.

BREWE, Eric. **Modeling theory applied: Modeling Instruction in introductory physics**. American Journal of Physics, Melville, v. 76, n. 12, pág. 1155-1160, 2008.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. **Física com arduino para iniciantes**. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, v.33, n.4, pág. 4503, 2011.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TEIXEIRA, Anderson de Castro; BALATON, Mariana. **Estudo das cores com o Arduino Scratch e Tracker**. Revista Física na Escola, São Paulo, v. 10, n.1, pág. 27 - 34, 2016.

CAVALCANTE, Marisa Almeida. **Novas Tecnologias no Estudo de Ondas Sonoras**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Santa Catarina, v.30, n.3, pág. 579 – 613, 2013.

CACHICHI, Ricardo Cenamo; UNTEM, Marcelo Seiju Guglielmetti; SIMONI, Jose de Alencar. **Uma Nova Proposta para experimentos clássicos de Físico – Química utilizando microescala e placa Arduino**. 54 Congresso Brasileiro de Química. Novembro, 2014.

CORDOVA, Hercilio; TORT, Alexandre Carlos. **Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre**. Produto Educacional. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Novembro, pág. 1- 15, 2015.

DIAS, Ângela Maria Mendes; NOVIKOFF, Cristina; SOUZA, Luiz Eduardo Silva Souza. **Laboratórios de aprendizagem de física: resultados de uma experiência pedagógica sustentável**. A Física na Escola. Sociedade Brasileira de Física, São Paulo, v. 12. n.2, Outubro, pág. 250 -270, 2011.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. **Física no Computador: o Computador como Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.25, n.3, Setembro, pág. 259 – 272, 2003.

FODOR, Petru; PEPPARD, Tara. **Lenz's Law Demonstration Using an Ultrasound Position Sensor**. The Physics Teacher, Cleveland State University, Cleveland, Ohio. Estados Unidos da América, 2012.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia, saberes necessários à prática educativa**. 25 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra Coleção Leitura, 2002.

LAUDARES, Francisco Antonio Lopes; CRUZ, Frederico Alan de Oliveira Cruz, CRUZ, Tessie Gouvêa da; BIGANSOLLI, Antonio Renato. **Instrumentação para Ensino de Física da UFRuralRJ: experiências docentes para a introdução tecnológica.** Revista de Formación e Innovación Educativa Universitária. Vol.7, 51-58, 2014.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Ciclos de Modelagem: Uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Santa Catarina, v.29, n. 2, pág. 965 – 1007, 2012.

HESTENES, David. **Modeling Methodology for Physics Teachers** .In: International Conference on Undergraduate Physics Education. College Park, Estados Unidos da América, pág. 935-958, 1996.

JUNIOR, Luiz Ariovaldo Fabri. **O uso de Arduino na criação de Kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas.** Universidade Estadual de Campinas. Limeira, São Paulo, 2014.

MARTINAZZO, Clodomir Antonio; TRENTIN, Débora Suelen; FERRARI, Douglas; PIAIA, Matheus Matiasso. **Arduino: uma tecnologia no Ensino de Física.** Revista Perspectiva. Erechim, Rio Grande do Sul, v.38, n.143, Setembro, pág.1- 34, 2014.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino de Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n. 2, pág. 77-86, Julho, 2002.

PIETROCOLA, Maurício. **Construção e Realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o ensino de ciências através dos modelos.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 4, n. 3, pág. 213 – 227, Setembro, 1999.

SANTOS, Elio Molisani Ferreira. **Arduino: Uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório**

didático de Física no Ensino Médio. Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, 2014.

SANTOS, Júlio César Furtado. **O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa.** Revista Científica UNIABEU, v.1, n.1, pág.1 – 9, Junho. 2008.

SILVA, Andressa Henning; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisa. **Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos.** Qualitas Revista Eletrônica, UEPB, v.17, n.01, pág.1-13, 2015.

SOUZA, Anderson de.; PAIXÃO, Alexsander; UZÊDA, Diego; Dias, Marco; DUARTE, Sergio. e AMORIM, Helio. **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, pág. 1702 – 1705, 2011.

ROCHA, Fábio Saraiva; GUADAGNINI, Paulo Henrique. **Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Santa Catarina, v.31, n.1, pág. 124-148, Abril, 2014.

RONCA, Paulo Caruso. **A prova operatória.** Editora Finep. São Paulo, 1996.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** 18 ed, São Paulo: Editora Cortez, 2009.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Fernando José de Almeida. **Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor.** Revista Brasileira de informática na Educação, v.1, n.1, pág. 57, 1997.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

Roteiro Didático

O presente material elaborado ao final curso de Mestrado consiste em oferecer um novo suporte, juntamente com novas ideias para que o professor possa se referenciar de forma parecida com a pesquisa realizada na dissertação. Consiste em um roteiro didático com o uso do Arduino no Ensino de Física, e com várias atividades ordenadas afins de investigar e aprofundar os temas de termologia, termodinâmica e eletrodinâmica. Destacamos que nesse documento visamos o professor no papel de mediador em todo o processo de aprendizagem, ele irá guiar os estudantes com questionários, atividades, montagens, modelagens, discussões e coleta de dados.

Segundo Zabala (1998), a definição de sequência didática é da seguinte forma:

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

A sequência didática tem como objetivo facilitar a inserção e o uso do Arduino com os ciclos de modelagens de David Hestenes (1996) no ensino de Física para os docentes que enfrentam dificuldade na sua elaboração para a sala de aula ou que não encontram um material de fácil acesso. Esta envolve a elaboração de modelos e a sua construção é algo muito particular para cada grupo e para cada sala, não existe um roteiro pronto ou uma lista de procedimentos com os respectivos materiais a serem utilizados. A modelagem surge para poder fazer o estudante sair de um modo passivo para um modo ativo, aumentar a compreensão do conteúdo físico, desenvolver habilidades e melhorar a sua aprendizagem.

A cada aula e a cada momento o professor com papel de mediador apresenta uma função primordial no desenvolvimento e sugere-se tomar notas e resumos do que aconteceu durante as aulas.

Os grupos são delimitados conforme propõe David Ausubel para facilitar a interação dos integrantes dos grupos e dos grupos com a sala. Os grupos não

precisam possuir um número fixo de membros, é importante apenas limitar de 3 a 5 estudantes por grupo. A escolha dos grupos pode ser feita pelo professor ou pelos próprios estudantes conforme a afinidade e empatia.

Os materiais fixos são:

- os computadores para a instalação do *software* Arduino, onde será feita e editada a programação (para as plataformas *Windows*, *MacOs* e *Linux*) através do seguinte link: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>;
- as placas Arduino (recomenda-se uma placa por grupo).

Os acessórios (por grupo) são:

- 1 Protoboard
- 3 Resistores de 100 k Ohms.
- 3 Leds;
- 1 sensor de posição ultrassônico;
- 1 sensor de temperatura LM35;
- Fios Jumpers.
- E solicitação de materiais fornecidas pelos grupos.

Como cada turma apresenta suas características e seus conhecimentos prévios é necessária a aplicação do questionário diagnóstico para levantar informações sobre o conhecimento tecnológico digital e conhecimento físico sobre terminologia e eletrodinâmica. Segue o questionário:

Questionário Diagnóstico

Parte 1

1) Assinale os equipamento(s) eletrônico(s) que você possui:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Computador | <input type="checkbox"/> Notebook |
| <input type="checkbox"/> Smartphone | <input type="checkbox"/> Relógios com sistemas operacionais |
| <input type="checkbox"/> Tablet | <input type="checkbox"/> Outros: _____ |

2) Se possui ou utiliza o computador, notebook ou netbook, qual(is) a(s) plataforma(s) que você utiliza?

- Windows Macintosh c) Linux d) Outro.

Qual(is)? _____

3) Se você possui ou usa computador, notebook ou netbook, quantas horas por dia, em média, você utiliza esses equipamentos? _____ horas por dia

4) Se você acessa computadores ou notebooks, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:

Internet

Programas para assistir vídeos, filmes ou ouvir músicas

Programas para edição de textos e informações (como excel, word, etc)

Outros. Indique _____

5) Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:

pesquisa para trabalhos de escola Ver vídeos, filmes ou ouvir música

Ler e enviar emails Jogos

Acesso a redes sociais Acessar notícias, revistas e jornais

outros. Indique: _____

6) Se você possui ou utiliza smarphone, quantas horas por dia, em média, você usa esses equipamentos? _____ horas por dia.

7) Em caso de utilizar um smarphone, que recursos você utiliza:

Ligações telefônicas Jogos

Redes Sociais (Whatsapp, Facebook, Instagram, Twitter, etc)

Ouvir música Conexão com internet

Outros. Indique: _____

8) Você já criou algum jogo eletrônico, aplicativo ou programa usando linguagem de computadores?

Não

Sim. Neste caso, descreva o que você criou:

9) Comente abaixo o que você sabe sobre o Arduino:

10) Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, o que é o frio e o que é o calor?

11) Nas geladeiras usadas em casa, o congelador fica normalmente na parte de cima do aparelho. Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, o motivo do congelador ficar na parte de cima?

12) Em noites muito frias, quando nos deitamos usamos cobertor para nos cobrir e nos proteger do frio. Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, como o cobertor deixa a pessoa aquecida e protegida do frio nessa situação?

13) Escreva nomes de componentes que você poderia encontrar em um circuito elétrico qualquer:

14) Você poderia escrever, usando suas próprias palavras, o que é corrente elétrica?

A análise dos dados do questionário deve ser feita o quanto antes para dar início a sequência de aulas abaixo. Lembramos que é possível pular algumas aulas e prolongar outras, este critério fica a par do educador que decidirá o que é melhor para a turma. Os resultados dos questionários servem para oferecer suportes e guiar o professor para quais pontos precisam de mais atenção e cautela, bem como quais pontos os estudantes possuem mais facilidade e podem exigir menos tempo de aplicação ou explicação. A sequência abaixo é uma sugestão de aplicação que podem sofrer modificações conforme a sala e os estudantes. Tentamos deixar o roteiro o mais aberto possível para que as atividades não fiquem engessadas ou unificadas para todas as turmas.

Roteiro Didático

Aula 1

Tema: Levantamento do Conhecimento Prévio dos Estudantes.

Duração: 01 aula.

Objetivo – Geral: Compreender o que os alunos conhecem sobre a Física, Tecnologia e o sobre o Arduino.

Estratégias Utilizadas: Utilização do Questionário para investigar o conhecimento prévio.

Materiais Utilizados: Questionários, folhas e caneta.

Desenvolvimento da Aula: Aplicar com os estudantes na sala de aula os questionários diagnósticos. Após a aplicação, o questionário deverá ser recolhido. O professor realizará o levantamento das respostas das questões, tabulará o que os estudantes conhecem, quais as noções básicas sobre os temas e definirá o ponto de partida para a sala de aula.

Observação: Não existem respostas certas ou erradas, não é o momento de julgá-los em capazes ou incapazes, este é o momento fundamental para o início das atividades.

Aulas 2 – 3

Tema: Introdução ao Arduino.

Duração: 02 aulas.

Objetivo Geral: Compreender e Utilizar o Arduino.

Estratégias Didáticas: trabalho em grupo, exposição oral, atividades práticas e uso de laboratório.

Materiais Utilizados: 1 Computador, 1 Arduino, 1 fio USB, 6 fios “jumpers”, 3 leds 3 Volts, 3 resistores 100K Ω e 1 *protoboard* por grupo.

Desenvolvimento da Aula: Primeiramente o educador deve explicar o que é o Arduino, qual a sua função no ambiente escolar, como é feita suas ligações, e como diferenciar as conexões e explicar, caso seja necessário, os componentes

eletrônicos leds e resistores. O professor deve explicar como funciona e como deve ser feitas as ligações em uma placa *protoboard*. Em seguida, no laboratório de informática o professor mostra e explica o software Arduino, que previamente já estava instalado, como realizar e montar uma programação para acender e piscar um led, sem esquecer de mostrar as opções de verificar a programação e a de compilar (transferir a programação do computador para o Arduino). Ainda neste momento o professor mostra como fazer a ligação de um led com um resistor e quais são os fios para a alimentação do circuito. Após a explicação, o professor pode pedir para que os grupos façam uma programação, montem o circuito elétrico e que utilizem na prática, o Arduino. Ao longo deste processo o professor fica à disposição dos grupos, circulando na sala e supervisiona as conexões para que ocorram de maneira correta. Para encerrar a aula, o professor pode oferecer como segundo exercícios ou como forma de desafio, para que os alunos acendam os três leds, e os façam piscar, ou até mesmo que elaborem um semáforo.

Aulas 4 – 5

Tema: Calor e Temperatura

Duração: 02 Aulas

Objetivo – Geral: Compreender e diferenciar os conceitos de temperatura e calor. Saber associar a teoria física com o cotidiano.

Estratégias Utilizadas: Aula expositiva, exercícios e experiências.

Materiais Utilizados: Caderno, 1 Arduino, 1 sensor Lm35 e 1 placa *protoboard* por grupo.

Desenvolvimento da Aula: Abordar nessas aulas os conceitos físicos de temperatura, calor, escalas de temperatura, quantidade de calor sensível, quantidade de calor latente, calor específico, calor latente e mudanças de fases.

Em um segundo momento, pode levar os estudantes ao laboratório de informática para explicar o que é o sensor de temperatura LM35, como é feita sua ligação e sua devida programação. Detalhe importante, ao usar o sensor LM35 é importante que as ligações elétricas estejam revestidas com um tubo termo retrátil para isolar

possíveis contatos com líquidos e evitar que o mesmo queime ou entre em curto-circuito. E, deixá-los realizarem alguns testes simples com o sensor para coletarem e monitorarem dados de temperatura de um determinado ambiente ou de algum corpo específico.

Como é feita a ligação do sensor LM35, deve-se ficar muito atento ao lado do sensor, posicione com a parte escrita na frente do leitor e siga a sequência de ligação elétrica (Figura A.1).

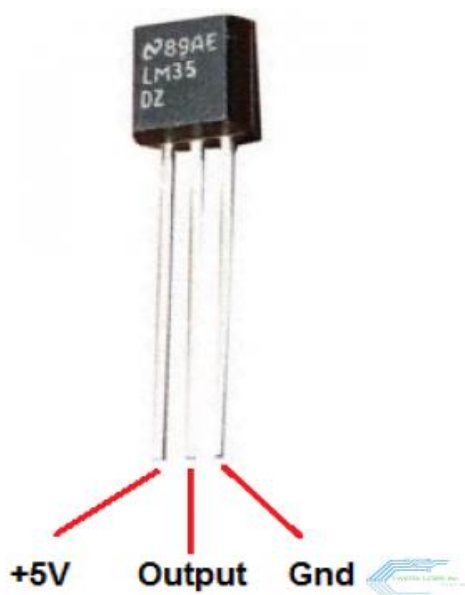


Figura A.1 – Sensor de Temperatura LM35

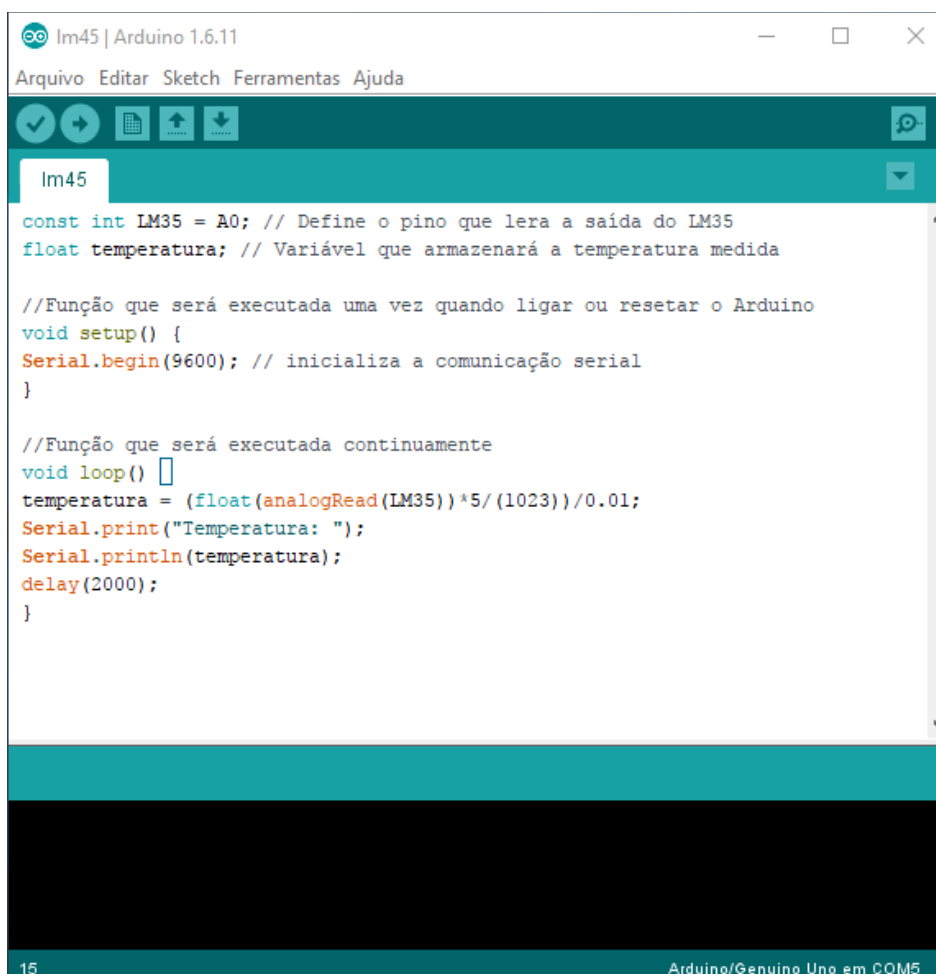
Fonte: Extraído do site < <https://elementztechblog.files.wordpress.com> >.

O leitor deve tomar muito cuidado com essas ligações porque qualquer equívoco pode afetar o funcionamento do sensor ou até mesmo queimá-lo.

A programação do sensor de temperatura LM35 é feita conforme Figura A.2.

Comandos e funções utilizados:

- *const int*, define a variável e o pino de entrada;
- *float*, armazena a variável com várias casas decimais;
- *void*, executará a função atribuída;
- *Serial.begin*, inicia a comunicação serial,
- *Serial.print*, escreve o que mandar;
- *Serial.println*, escrever o valor da variável.
- *delay*, espera o tempo para retomar a função



```
Arduino IDE - Im45 | Arduino 1.6.11
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Im45

const int LM35 = A0; // Define o pino que lera a saída do LM35
float temperatura; // Variável que armazenará a temperatura medida

//Função que será executada uma vez quando ligar ou resetar o Arduino
void setup() {
  Serial.begin(9600); // inicializa a comunicação serial
}

//Função que será executada continuamente
void loop() {
  temperatura = (float(analogRead(LM35))*5/(1023))/0.01;
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.println(temperatura);
  delay(2000);
}

15 Arduino/Genuino Uno em COM5
```

Figura A.2 – Programação do sensor LM35.

Aulas 6 – 7

Tema: Troca de Calor e Equilíbrio Térmico

Duração: 02 aulas

Objetivo – Geral: Entender o que é equilíbrio térmico e como são feitas as trocas de calor.

Estratégias Utilizadas: Aulas expositivas e experiências.

Desenvolvimento da Aula: Abordar conceitos de propagação de calor: condução, convecção e irradiação térmica. Trazer o cotidiano para exemplificar cada forma de propagação. Conceituar e exemplificar o equilíbrio térmico, questiona-los quais são

os fatores que influenciam o equilíbrio térmico, sem responder esta pergunta, que será tópica do ciclo de modelagem.

Aulas 7 – 9

Tema: Elaboração do Modelo

Duração: 02 aulas

Objetivo – Geral: Elaboração dos modelos em grupos, com formulação de hipóteses, desenvolver estratégias para confecção do modelo e verificar sua validade.

Estratégias Utilizadas: Modelagem, atividades em grupos.

Materiais Utilizados: Livros, Internet, folha e material para escrever.

Desenvolvimento da Aula: Deixar os alunos em grupos pesquisar e responder a questão sobre equilíbrio térmico, pensando em modelos nas respostas com os ciclos de modelagem de David Hestenes (1996). Para a criação dos modelos os grupos devem lembrar a teoria, montar um experimento que comprove a teoria com a utilização obrigatória do Arduino. Os grupos podem utilizar livros, apostilas, pesquisar na internet, mas aqui deve haver cautela sobre a veracidade das informações e fontes confiáveis, eles podem até mesmo discutir com outros grupos, pois aqui não é uma competição ou disputa, mas construção de uma aprendizagem significativa. Vale destacar que não existe modelo correto ou errado, apenas deve-se estipular um conjunto de validade que seja verdadeiro para o que foi planejado. A verificação da validade depende do grupo e do professor. O professor exerce o papel de mediador nos grupos, sem fornecer respostas prontas, mas ajudarem a pensar, fornecer mais perguntas e dúvidas e deixarem que os grupos de maneira autônoma busquem por respostas.

Na próxima etapa, os alunos em grupos, apresentarão suas ideias e modelos para classe e para o professor de forma oral e escrita, justificando suas conclusões, lembrando que os outros grupos podem acrescentar ou questionar ideias apresentadas. Neste caso, os alunos podem modificar seus trabalhos de acordo com a discussão e a mediação do professor.

Aula 10

Tema: Apresentação dos Modelos.

Duração: 01 aula.

Objetivo – Geral: Apresentar o modelo feito pelo grupo, aceitar críticas e debater ideias, conhecer os diversos modelos e questionar sobre os mesmos.

Estratégias Utilizadas: Apresentação oral e escrita, discussão de ideias e atividades em grupo.

Materiais Utilizados: Folha, livros, internet e cadernos.

Desenvolvimento da Aula: Apresentação dos modelos para a sala e para o professor. Não existe ordem de apresentação, fica a critério do professor. Caso não haja algum grupo que queira apresentar o modelo pela primeira vez para a sala, ou seja, não queria começar o ciclo de apresentações, o professor realiza um sorteio para definir a ordem de apresentação dos grupos. Os grupos podem questionar, debater, criticar os modelos dos outros grupos, só é importante que deixem primeiro o grupo apresentar, para então surgirem as dúvidas e as críticas. Neste momento o professor exercer o papel de mediador para organizar estas ideias e definir a sequência de apresentações.

Em seguida, os alunos implementarão o modelo recém-confeccionado, irão construir seus experimentos obrigatoriamente com o Arduino, elaborarão o experimento, desenvolverão a programação e compreenderão o que será mensurado. Desta forma coletarão dados e farão as possíveis conclusões sobre o que foi investigado, elaborando ao final um modelo que abrange o que foi questionado pelo professor no começo da atividade.

Aulas 11 – 12

Tema: Confeção dos modelos.

Duração: 02 aulas

Objetivo – Geral: Confeccionar a experiência criada no modelo.

Estratégias Utilizadas: Laboratório, atividade em grupo, desenvolver a autonomia dos alunos.

Materiais Utilizados: 1 Arduino, sensores, computador e materiais escolhidos pelos grupos.

Desenvolvimento da Aula: Os grupos, previamente, devem selecionar os materiais necessários para a experiência para que o professor os providencie para a aula. Com os materiais, os grupos montam as experiências e iniciam a coleta de dados, anotando se foi necessária alguma mudança no experimento, e salvam os dados coletados. Cada grupo apresentará sua individualidade, criando maneiras diversas de estruturar as experiências, cabe ao professor compreender essa diferença e auxiliá-los da melhor forma possível.

Após realizarem a experiência, os alunos em grupos, apresentaram seus modelos para toda a sala, mostrando como foi o procedimento, passando por todas as etapas para atingirem os resultados. Os grupos podiam comparar resultados e debater sobre possíveis convergências ou divergência abertamente, com o professor mediando e tomando notas sobre os acontecimentos. Por fim, os alunos responderam individualmente a um questionário final que abordava a teoria, a metodologia e o experimento elaborado, as respostas eram solicitadas extrema clareza, opinião e veracidade.

Aula 13

Tema: Análise dos dados e Gráficos

Duração: 01 aula

Objetivo – Geral: Verificar a validade do modelo e construir gráfico no Excel.

Estratégias Utilizadas: Trabalho em grupo e Construção de gráficos

Materiais Utilizados: Computador e dados coletados anteriormente.

Desenvolvimento da Aula: Com os dados coletados salvos, os grupos devem analisar e verificar se o resultado obtido estava dentro do esperado ou se foi obtido um resultado totalmente divergente, e tentar achar um porquê. Os grupos discutem e analisam a validade do modelo, e analisam se o modelo precisa ser refeito, ou reelaborado ou se está dentro do que foi planejado. Nesta aula, o professor também

irá fazer a montagem de um gráfico utilizando o *software* da *Microsoft*, o Excel. Sua elaboração é bastante simples, só necessita de atenção para definir eixos, intervalos, curvas e erros. É provável que os grupos sintam necessidade de montar o gráfico, mas para isso, pode ser feito um ou dois exercícios antes do gráfico final, para então, eles praticarem com os próprios dados obtidos. Os gráficos podem ser salvos no computador e enviado por e-mail.

Ainda ocorre o início do segundo estágio e a fase um do ciclo de modelagens

Aulas 14 – 15

Tema: Confeção dos Modelos Finais e Apresentações.

Duração: 02 aulas.

Objetivo – Geral: Construir o modelo final, analisar a construção do modelo e discutir os modelos da sala.

Estratégias Utilizadas: Modelagem, atividades em grupos e

Materiais Utilizados: Folha, computador e material para escrever.

Desenvolvimento da Aula: Nestas aulas os grupos deverão se reunir e discutir sobre o modelo construído se está como deveria, se podem realizar modificações, e explicar porque mudou o modelo ou porque não mudou.

O professor pode auxiliá-los neste processo questionando sobre os modelos, sobre os erros, sobre o desenvolvimento e se realmente está delimitado dentro da validade estipulada. Após a construção do modelo final, eles iniciam a apresentação novamente, podendo seguir a primeira ordem ou mudar, fica a critério da sala e do professor. Lembrando que os alunos só podem interferir após a apresentação do modelo para tirar dúvidas, fazer perguntas ou apontar questionamentos. Caso algum grupo não consiga apresentar ou após os questionamentos deseja modificar o modelo novamente, pode-se utilizar mais uma aula para completar ou modificar o modelo e fazer os ajustes finais.

Aqui ocorre encerramento do segundo estágio e a fase dois do ciclo de modelagens.

Esta última aula ficou de reserva e de segurança caso seja necessária a sua utilização de acordo com a quantidade de grupos que não apresentaram ou conforme o desenvolvimento da aula anterior gerar

Aula 16

Tema: Complementação Opcional das aulas 14 e 15

Duração: 01 aula

Objetivo – Geral: Complementar as aulas anteriores

Estratégias Utilizadas: Iguais das aulas anteriores

Materiais Utilizados: Mesmo das aulas anteriores

Desenvolvimento da Aula:

Utilizar para complementar as aulas anteriores quanto as apresentações ou modificações nos modelos.

O roteiro de atividades pode ser adaptado, modificado conforme a necessidade do professor.

Caso haja alguma dúvida, sugestão ou crítica, o professor pode entrar em contato direto comigo pelo e-mail: wiliankamada@gmail.com.

REFERÊNCIAS

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Ciclos de Modelagem: Uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Santa Catarina, v.29, n. 2, pág. 965 – 1007, 2012.

HESTENES, David. **Modeling Methodology for Physics Teachers.** In: International Conference on Undergraduate Physics Education. College Park, Estados Unidos da América, pág. 935-958, 1996.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Tradução Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ANEXO A – TERMOS



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa



TERMO DE ASSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “**Ciclo de Modelagens: Uma Proposta com Arduino no Ensino de Física**” durante o primeiro semestre de 2017. As aulas de física serão propostas de maneira diferenciada: o professor abordará o conteúdo de Termodinâmica e Eletricidade com o uso e aplicação da placa Arduino Uno, que será trabalhada presencialmente de forma individual e/ou em grupos, na sala de aula e/ou no Laboratório de Informática ou de Física. As aulas têm como objetivo a abordagem da ciência e a inserção da tecnologia nas aulas, para que os alunos sejam capazes de realizar observações, perguntas, hipóteses, compreender o método científico, analisar e coletar dados com a placa do Arduino, trabalhar em equipes, desenvolver a capacidade questionar, criticar e investigar de forma consciente para que desenvolva a aprendizagem significativa em Física, segundo David Ausubel. As aulas serão fotografadas e filmadas para serem analisadas posteriormente, bem como as atividades realizadas pelos alunos. Desta forma a participação do aluno nesta pesquisa consistirá em um questionário inicial e outro no final da sequência didática, sendo analisado a participação e a realização das atividades propostas pelo professor durante todas as aulas de física no bimestre.

A pesquisa não oferece nenhum tipo de risco, ou seja, todas as atividades realizadas pelos alunos e as informações coletadas pelos mesmos não serão identificadas nesta pesquisa com seus respectivos nomes e suas imagens serão totalmente preservadas. As imagens não serão divulgadas, exceto sob autorização prévia, por escrito dos responsáveis. A participação não é obrigatória, caso não deseje participar você terá sua imagem preservada, sentando-se na fileira que não será focada pela filmadora ou pela câmera, suas atividades não serão utilizadas como dados da pesquisa, apenas serão avaliadas para compor a nota na disciplina de Física. A qualquer momento você poderá desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo durante o decorrer das aulas, e de suas avaliações, nem em sua relação com o professor ou perante a escola. As autorizações, os questionários, as atividades realizadas, as fotografias e as filmagens ficarão em posse do professor que também é o pesquisador. Você receberá uma via deste termo com o telefone e endereço institucional do pesquisador principal e do CEP (Comitê de Ética e Pesquisa), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e participação, agora ou em qualquer momento.

Sua participação nesta pesquisa será de extrema colaboração para o ensino e aprendizagem em física, com a formação do professor especialista e com a formação do cidadão com pensamento crítico, autônomo, reflexivo e ético na sociedade.

Prof.. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira - Orientador
E- mail: acajunq@ifsp.edu.br
Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP
Telefone: (11) 2763-7583

Prof. Wilian Kamada
Estudante do Mestrado Profissional em Ensino
de Ciências e Matemática do IFSP
E- mail: wiliankamada@icloud.com
wiliankamada@hotmail.com

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
RUA Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP.
E mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br
Telefone: (11) 3775-4569

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Nome completo Responsável pelo sujeito da pesquisa.
RG:

Nome completo Sujeito da Pesquisa.
RG:



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa



TERMO DE ASSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “**Ciclo de Modelagens: Uma Proposta com Arduino no Ensino de Física**” durante o primeiro semestre de 2017. As aulas de física serão propostas de maneira diferenciada: o professor abordará o conteúdo de Termodinâmica e Eletricidade com o uso e aplicação da placa Arduino Uno, que será trabalhada presencialmente de forma individual e/ou em grupos, na sala de aula e/ou no Laboratório de Informática ou de Física. As aulas têm como objetivo a abordagem da ciência e a inserção da tecnologia nas aulas, para que os alunos sejam capazes de realizar observações, perguntas, hipóteses, compreender o método científico, analisar e coletar dados com a placa do Arduino, trabalhar em equipes, desenvolver a capacidade questionar, criticar e investigar de forma consciente para que desenvolva a aprendizagem significativa em Física, segundo David Ausubel. As aulas serão fotografadas e filmadas para serem analisadas posteriormente, bem como as atividades realizadas pelos alunos. Desta forma a participação do aluno nesta pesquisa consistirá em um questionário inicial e outro no final da sequência didática, sendo analisado a participação e a realização das atividades propostas pelo professor durante todas as aulas de física no bimestre.

A pesquisa não oferece nenhum tipo de risco, ou seja, todas as atividades realizadas pelos alunos e as informações coletadas pelos mesmos não serão identificadas nesta pesquisa com seus respectivos nomes e suas imagens serão totalmente preservadas. As imagens não serão divulgadas, exceto sob autorização prévia, por escrito dos responsáveis. A participação não é obrigatória, caso não deseje participar você terá sua imagem preservada, sentando-se na fileira que não será focada pela filmadora ou pela câmera, suas atividades não serão utilizadas como dados da pesquisa, apenas serão avaliadas para compor a nota na disciplina de Física. A qualquer momento você poderá desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo durante o decorrer das aulas, e de suas avaliações, nem em sua relação com o professor ou perante a escola. As autorizações, os questionários, as atividades realizadas, as fotografias e as filmagens ficarão em posse do professor que também é o pesquisador. Você receberá uma via deste termo com o telefone e endereço institucional do pesquisador principal e do CEP (Comitê de Ética e Pesquisa), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e participação, agora ou em qualquer momento.

Sua participação nesta pesquisa será de extrema colaboração para o ensino e aprendizagem em física, com a formação do professor especialista e com a formação do cidadão com pensamento crítico, autônomo, reflexivo e ético na sociedade.

Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira - Orientador
E- mail: acajunq@ifsp.edu.br
Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP
Telefone: (11) 2763-7583

Prof. Wilian Kamada
Estudante do Mestrado Profissional em Ensino
de Ciências e Matemática do IFSP
E- mail: wiliankamada@icloud.com
wiliankamada@hotmail.com

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
RUA Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP.
E mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br
Telefone: (11) 3775-4569

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Nome completo Responsável pelo sujeito da pesquisa.
RG:

Nome completo Sujeito da Pesquisa.
RG:

ANEXO B – QUESTIONÁRIOS



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa



Nome do Pesquisador: Wilian Kamada

Ciclo de Modelagens: Uma proposta com Arduino no Ensino de Física

Questionário Diagnóstico

Parte 1

1) Assinale os equipamento(s) eletrônico(s) que você possui:

- () Computador () Notebook
() Smartphone () Relógios com sistemas operacionais
() Tablet () Outros: _____

2) Se possui ou utiliza o computador, notebook ou netbook, qual(is) a(s) plataforma(s) que você utiliza?

- () Windows () Macintosh c) Linux d) Outro. Qual(is)? _____

3) Se você possui ou usa computador, notebook ou netbook, quantas horas por dia, em média, você utiliza esses equipamentos? _____ horas por dia.

4) Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:

- () Internet
() Programas para assistir vídeos, filmes ou ouvir músicas
() Programas para edição de textos e informações (como excel, word, etc)
() Outros. Indique: _____

5) Se você acessa a internet, para que finalidades você utiliza essa ferramenta:

- () pesquisa para trabalhos de escola () Ver vídeos, filmes ou ouvir música
() Ler e enviar emails () Jogos

- Acesso a redes sociais Acessar notícias, revistas e jornais
 outros. Indique: _____

6) Se você possui ou utiliza smarphone, quantas horas por dia, em média, você usa esses equipamentos? _____ horas por dia.

7) Em caso de utilizar um smarphone, que recursos você utiliza:

- Ligações telefônicas Jogos
 Redes Sociais (Whatsapp, Facebook, Instagram, Twitter, etc)
 Ouvir música Conexão com internet
 Outros. Indique: _____

8) Você já criou algum jogo eletrônico, aplicativo ou programa usando linguagem de computadores?

- Não
 Sim. Neste caso, descreva o que você criou:

9) Comente abaixo o que você sabe sobre o Arduino:

Parte 2

10) Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, o que é o frio e o que é o calor?

11) Nas geladeiras usadas em casa, o congelador fica normalmente na parte de cima do aparelho. Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, o motivo do congelador ficar na parte de cima?

12) Em noites muito frias, quando nos deitamos usamos cobertor para nos cobrir e nos proteger do frio. Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, como o cobertor deixa a pessoa aquecida e protegida do frio nessa situação?

13) Escreva nomes de componentes que você poderia encontrar em um circuito elétrico qualquer:

14) Você poderia escrever, usando suas próprias palavras, o que é corrente elétrica?

15) Você já realizou algum tipo de atividade experimental ou experimento numa aula de física anteriormente?



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa



Nome do Pesquisador: Wilian Kamada

Ciclo de Modelagens: Uma proposta com Arduino no Ensino de Física

Questionário Final

1) Quais as possíveis funções e usos da placa Arduino que você pode listar abaixo?

2) Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, qual a diferença entre temperatura e calor?

3) Você poderia explicar abaixo, usando suas palavras, qual a diferença entre um material condutor e isolante térmico?

4) Quais fatores que estão associadas ao resfriamento de um corpo?

5) O uso da tecnologia por meio de computadores e do Arduino facilitaram sua aprendizagem em Física?

a) Sim b) Não

Justifique.

--

6) A quantidade de aulas usadas para as atividades, você julga serem suficiente?

a) Sim.

b) Não, precisava de mais ____ aulas.

c) Não, precisava de menos ____ aulas.

7) No espaço abaixo, liste os nomes dos componentes eletrônicos que você aprendeu a usar juntamente com suas funções

8) Como você classifica sua aprendizagem ao longo das atividades propostas

() Plenamente Satisfatória () Parcialmente Satisfatória () Irrelevante

() Parcialmente insatisfatória () Totalmente insatisfatória

Relate abaixo a sua experiência ao longo deste projeto, expressando sua opinião sobre este projeto de pesquisa.
