



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF**

PAULO DIEGO LIMA DA SILVA

**USO DE ARDUÍNO COMO RECURSO EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA EM
ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DO MARANHÃO**

TERESINA

2021

PAULO DIEGO LIMA DA SILVA

**O USO DE ARDUINO COMO RECURSO EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA
EM ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DO MARANHÃO**

Dissertação de mestrado apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Orientadora: Prof. Dra. Janete Batista de Brito

TERESINA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Sistema de Bibliotecas da UFPI – SIBi/UFPI
Biblioteca Setorial do CCN

S586u Silva, Paulo Diego Lima da.
Uso do arduíno como recurso educacional no ensino de
física em escolas públicas estaduais no estado do Maranhão /
Paulo Diego Lima da Silva. – 2022.
150 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal
do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em
Ensino de Física, Teresina, 2022.

“Orientador: Prof. Dr. Janete Batista de Brito”.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Arduíno. 3. Robótica na
Educação. I. Brito, Janete Batista de. II. Título.

CDD 530.7

PAULO DIEGO LIMA DA SILVA

**O USO DE ARDUINO COMO RECURSO EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA EM
ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DO MARANHÃO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada em: 13 de agosto de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Janete Batista de Brito.

Janete Batista de Brito (Orientadora)

Universidade Estadual do Piauí – UESPI

Paulo Henrique Ribeiro Barbosa

Paulo Henrique Ribeiro Barbosa

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Agmael Mendonça da Silva

Agmael Mendonça da Silva

Universidade Estadual do Piauí – UESPI

Célio Aécio Medeiros Borges

Célio Aécio Medeiros Borges

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Antônio de Macêdo Filho

Antônio de Macêdo Filho

Universidade Estadual do Piauí - UESPI

TERESINA, AGOSTO DE 2021

A uma pequena flor que nasceu em uma rocha...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por nos dar saúde, força e sabedoria necessárias para as conquistas pessoais, acadêmicas e profissionais.

Aos meus familiares pelos momentos de paciência e compreensão, e que sempre se mantiveram perto apoiando em todas as decisões fáceis e difíceis.

Aos colegas de trabalho no Instituto Dom Barreto e no Colégio Sagrado Coração de Jesus pelo apoio e discussões que me ajudaram a crescer profissionalmente.

A diretora do Colégio Sagrado Coração de Jesus, Terezinha Gomes, pelas excelentes discussões e intervenções pedagógicas que foram importantíssimas pela escolha do mestrado, e pela visão bem à frente do que conseguimos enxergar em todo um processo complexo chamado educação.

A minha orientadora, a professora Dra. Janete Batista de Brito, pela paciência e apoio desde a graduação, por orientar com sabedoria e oportunizar muito não apenas desse trabalho, com sugestões importantíssimas que me levaram ao trabalho final esperado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFPI pelos conhecimentos compartilhados ao longo desses dois anos.

Ao professor Dr. Neuton Alves de Araújo, pelas contribuições e conhecimentos que foram importantíssimos para o desenvolvimento de todo o trabalho.

Aos amigos e companheiros de turma no MNPEF pelos construtivos 2 anos que trabalhamos, estudamos e pesquisamos juntos à procura de um objetivo único e realizador que ora encerramos, mas que deixaram concretizadas ótimas amizades que durarão para sempre.

À CAPES e à SBF que possibilitaram a realização deste sonho que permitiu a professores como eu e meus amigos nos tornar mestres através do MNPEF.

A uma pessoa que conheci a pouco tempo, e que se tornou muito importante para mim, obrigado pelas boas conversas, críticas e cobranças, agente de boas mudanças que ocorreram nesses últimos meses.

A todos, o meu muito obrigado!

...você trabalha muito e merece essa pausa. Aproveite cada momento... não esqueça do Sol e principalmente da Lua. Ahhh como a Lua é linda. Será sempre nosso ponto de encontro. Se alimente bem, não beba muito álcool, beba muita água e não esqueça de usar o protetor solar. Se cuida rapaz, ainda temos muito o que conversar...

Uma pessoa me disse...

RESUMO

Atualmente o ensino de Física nas escolas enfrenta muitos desafios, sendo o maior deles a falta de motivação dos alunos. Como disciplina escolar, ela não é atrativa para a maioria dos alunos pois a dinâmica das aulas de física se limita à introdução de materiais curriculares por meio da resolução de problemas, muitas vezes sem relação com a vida cotidiana. Enquanto isso, o uso da tecnologia no ensino de ciências aumentou nos últimos anos, e os alunos estão aprendendo por meio de projetos colaborativos que usam estratégias proativas baseadas no ensino para aumentar a atenção e a participação dos alunos. Neste trabalho, propomos uma sequência de ensino organizada na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino dos conceitos de Termologia usando Arduino como elemento motivador potencializando a aprendizagem dos alunos por meio da abordagem pedagógica estruturada, permitindo que os alunos desenvolvessem a capacidade de formular hipóteses, explorar soluções, edificar relações e tirar conclusões, tornando-os ativos no processo de aprendizagem, intervindo e edificando conhecimento, aproximando-os da Física como Ciência. Para este estudo optamos por utilizar microcontroladores Arduino para a aplicação da sequência didática. pela facilidade de obtenção combinado com a disponibilidade de links e ferramentas de desenvolvimento fornecidas como software livre. Os resultados demonstram que o ensino de sequências em conjunto com experimentos baseados em Arduino formam uma unidade de aprendizagem significativa e desempenha um papel importante como elemento motivador no processo de ensino e aprendizagem de Física.

Palavras-Chave: Robótica Educacional. Arduino. Ensino de Física. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

Currently, physics teaching in schools faces many challenges, the greatest of which is the lack of motivation among students. As a school subject, it is not attractive to most students because the dynamics of physics classes is limited to the introduction of curricular material through problem solving, often unrelated to everyday life. Meanwhile, the use of technology in science education has increased in recent years, and students are learning through collaborative projects that use proactive teaching-based strategies to increase student attention and participation. In this paper, we propose a teaching sequence organized in the form of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) for the teaching of Thermology concepts using Arduino as a motivating element, enhancing student learning through a structured pedagogical approach, allowing students to develop the ability to formulate hypotheses, explore solutions, build relationships and draw conclusions, making them active in the process of learning, intervening and building knowledge, bringing them closer to Physics as Science. For this study we chose to use Arduino microcontrollers for the application of the didactic sequence. for the ease of obtaining combined with the availability of links and development tools provided as free software. The results demonstrate that teaching sequences together with Arduino-based experiments form a meaningful learning unit and plays an important role as a motivating element in the teaching and learning process of Physics.

Keywords: Educational Robotics. Arduino. Physics Teaching. Meaningful Learning.
a. Arduino. Physics Teaching. Meaningful Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 01 - Arduino UNO
- Figura 02 – Arduinos diversos
- Figura 03 – Exemplo de um projeto de Arduino para controlar LEDs
- Figura 04 – Principais partes do Arduino
- Figura 05 – Protoboard de 400 pontos
- Figura 06 - Resistor
- Figura 07 – Extremidade dos jumpers tipo macho (direita) e tipo fêmea (esquerda)
- Figura 08 – Modelos de LEDs
- Figura 09 – Sensor de temperatura Termistor NTC 10K
- Figura 10 – Ambiente para download do Arduino IDE
- Figura 11 - Ambiente do Arduino IDE
- Figura 12 – Comunicação do Arduino com o computador
- Figura 13 – Botão para verificar se o código possui algum erro de edição
- Figura 14 – Botão monitor serial para monitoramento dos dados
- Figura 15 - Sensação de quente e frio com o tato
- Figura 16 - Relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit
- Figura 17 - Movimentos moleculares
- Figura 18 - Energia interna e temperatura
- Figura 19 - Amendoim de 10 Calorias
- Figura 20 – Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação.
- Figura 21 – Características da pesquisa ação
- Figura 22 – Centro de Ensino Albert Einstein na cidade de Coelho Neto - MA
- Figura 23 – Idade dos Alunos
- Figura 24 – Número total de retenções
- Figura 25 – Pretensões de Sequência nos Estudos
- Figura 26 – Hábito de estudo diário
- Figura 27 – Gosto pelo estudo
- Figura 28 – Momento dos estudos
- Figura 29 – Razões pelas quais gostam/não gostam de ir à escola
- Figura 30 – Tipos de atividades preferidas pelos alunos
- Figura 31 – Laboratório e kits onde ocorreu o desenvolvimento do trabalho

Figura 32 – Concepções a respeito do tato como meio de medir temperatura antes do desenvolvimento da UEPS

Figura 33 – Concepções a respeito do tato como meio de medir temperatura depois do desenvolvimento da UEPS

Figura 34 – Concepções iniciais dos alunos a respeito do conceito de temperatura

Figura 35 – Concepções posteriores dos alunos a respeito do conceito de temperatura

Figura 36 – Concepções posteriores dos alunos a respeito do conceito de equilíbrio térmico

Figura 37 – Concepções iniciais dos alunos a respeito do conceito de calor.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP – Aplicativos para celulares e tablets

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CCN – Centro de Ciências da Natureza

DF – Departamento de Física

LED – Light Emitting Diode – Diodo emissor de Luz

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Motivação.....	14
1.2 Estrutura do Trabalho.....	16
2 ENSINO DE FÍSICA	17
2.1 O Ensino de Física Tradicional e Suas Limitações	17
2.2 A Importância da Experimentação no Processo de Ensino e Aprendizagem.....	19
3 BASE NACIONAL COMUM	23
3.1 A Proposta da Base Nacional.....	23
3.2 A Base e o Ensino de Ciências	32
3.3 Considerações e Sugestões.....	35
4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	37
4.1 Considerações Iniciais.....	37
4.2 Condições Essenciais para Aprendizagem Significativa	38
4.3 Aprendizagem Significativa	41
4.4 A Perspectivas Construtivistas, Robótica e Sequências Didáticas.....	42
5 ROBÓTICA EDUCACIONAL	46
5.1 Robótica Educacional.....	47
5.2 Robótica Educacional no Ensino de Física	50
5.3 Robótica Educacional com o Uso do Arduino	53
6. CONCEITOS INICIAIS DE TERMOLOGIA	66
6.1 INTRODUÇÃO	66
6.2 TEMPERATURA	67
6.3 CALOR	70
7 METODOLOGIA	74
7.1 Contextualização e Objetivo do Estudo.....	74

7.2 Caracterização do Estudo	75
7.3 Local e Público Envolvido.....	78
7.4 Descrição das Atividades Desenvolvidas	83
7.5 O Produto Educacional.....	87
8 RESULTADOS.....	88
8.1 Análise da Sondagem Inicial e Final Sobre Conceitos de Termologia	88
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS.....	94
APÊNDICES	99
10.1 A – Questionário Socioeducacional dos Estudantes	99
10.2 B – Questionário sobre o uso da Sequência Didática e do Arduino	101
10.3 C - Produto Educacional.....	104

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

O ensino de Ciências no Brasil se encontra defasado, currículos desatualizados, falta de materiais educacionais consistentes com novas formas de aprender e ensinar compatíveis com as tecnologias atuais, carências de recursos e de infraestrutura de laboratórios e a baixa carga horária tornaram as aulas monótonas e reduzidas a mera exposição da teoria dos livros.

Atualizar o ensino de ciências no Brasil de acordo com as novas demandas da sociedade tornou-se o grande desafio nos últimos 20 anos, nossas diretrizes educacionais apontam para novos objetivos educacionais e ganharam um novo sentido com as diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), com o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), e atualmente com a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) e o Novo Ensino Médio, este último em fase de construção e implementação no ambiente escolar.

De fato, as mudanças curriculares são necessárias, porém, a busca por um o ensino de ciências que atenda as novas demandas sociais e os anseios dos educandos, se faz necessário contornar dificuldades relacionadas a fatores, sociais, políticos e formativos. Em relação ao aspecto social a escola deve buscar formas de garantir a presença da família no processo de educação do aluno. No aspecto político, a escola deve ter suporte estrutural e financeiro suficiente que garanta um ambiente propício para o desenvolvimento do processo educativo. Em relação ao aspecto formativo, os professores devem passar por um processo de capacitação e atualização para o uso de novas tecnologias educacionais.

Com relação às novas tecnologias educacionais, na última década pesquisas e investigações têm se desenvolvido com a intenção de subsidiar a construção de práticas pedagógicas pautadas em um processo de ensino que favoreça a aprendizagem dos estudantes de modo qualitativo, essas perspectivas emergentes no ensino de ciências, podemos citar alguns exemplos como o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), ensino por pesquisa, aprendizagem baseada em

problemas (PBL), aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em jogos, gamificação e pensamento computacional, ensino híbrido, sala de aula invertida e a Cultura Maker que envolve muito da programação e da robótica, em todas essas perspectivas de ensino, também chamadas de metodologias ativas, o aluno tem um papel ativo na construção do conhecimento com apoio do docente que age como mediador, interagindo com o aluno quando necessário de maneira a facilitar o aprendizado, dessa maneira, o aluno tem a oportunidade de buscar soluções por si mesmo, eles são estimulados a resolverem problemas usando a criatividade, e com o uso de recursos tecnológicos, tem um aumento significativo no interesse e engajamento dos estudantes, e conseqüentemente na aprendizagem de conceitos científicos e no desenvolvimento de diversas habilidades alinhadas com as diretrizes curriculares em vigor, BNCC, e com as propostas do Novo Ensino Médio.

Como professor em algumas redes de ensino, tive contato com novas metodologias de ensino, em específico, a Cultura Maker e o Ensino de Robótica, o crescente avanço dessas tecnologias nos meios educacionais têm permitido novas abordagens no ensino de ciências, porém, ainda se fazem ausentes materiais didáticos engajados com as propostas de ensino de temas de ciências com um viés mais experimental. Entre essas novas tecnologias educacionais, a plataforma Arduino mostrou ser uma ferramenta com grandes potencialidades, por ser versátil e de simples utilização por professores e alunos, de código aberto, com hardware e software fáceis de usar, e de custo relativamente baixo. O seu uso como recurso didático nas aulas de Física apresenta grandes potencialidades, com muitas referências de suas aplicações na internet, e com muitos trabalhos acadêmicos expressando resultados da aplicação do Arduino no ensino de Física, acredita-se que a plataforma aliada a uma sequência didática bem planejada possa trazer resultados satisfatórios na aprendizagem de novas competências científicas e de conhecimentos de fenômenos baseados nas leis da natureza.

Situado nessa problemática do atual cenário do ensino médio e baseado nas perspectivas de mudanças nas diretrizes curriculares em processo de elaboração e implementação e com as potencialidades do uso do Arduino como recurso educacional com um baixo custo a ser implementado em escolas públicas na construção de laboratórios de Física e Robótica, o presente trabalho consiste na elaboração de uma sequência didática que faz o uso do Arduino no desenvolvimento

de práticas na área de Física Térmica que consolida conceitos e relações estabelecidas nas aulas teóricas.

1.2 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em oito capítulos, no capítulo dois é apresentado as limitações do ensino tradicional de Física e a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizagem. No capítulo três é discutida a implementação dos conteúdos de Ciências da Natureza da BNCC, especificamente, os conteúdos de Física. No capítulo quatro é feita uma análise sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e as perspectivas construtivistas da robótica educacional. No capítulo cinco se discute as potencialidades da robótica educacional com o uso do Arduino. No capítulo seis descreve-se a metodologia utilizada para desenvolver o trabalho com o desenvolvimento de uma sequência didática aliada ao uso do Arduino para se ensinar conceitos de termologia. No capítulo sete são apresentadas as conclusões. O capítulo oito contém as considerações finais e o produto educacional resultado dessa pesquisa.

2 ENSINO DE FÍSICA

2.1 O Ensino de Física Tradicional e Suas Limitações

A Física possui um papel relevante no desenvolvimento da nossa sociedade e nas nossas vidas e isso desperta o interesse das pessoas. É o que mostra um levantamento inédito sobre a percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil, com foco no público jovem, realizado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação no ano de 2019 no Distrito Federal. A maioria dos jovens brasileiros gostam de ciência e acha que o governo deveria investir mais no setor, por outro lado, são poucos os que buscam ativamente informações sobre ciência e tecnologia em instituições de pesquisa. A maioria se informa sobre o assunto pela internet, e confessa ter dificuldade para saber se uma notícia é verdadeira.

Esse interesse dos jovens por ciências vem desde criança, fase da vida em somos cientistas natos, tiramos conclusões com base em experimentação, na vida escolar primária muitas atividades e experimentos instigam a nossa curiosidade tornando-se uma das disciplinas preferidas dessa etapa escolar. Essa metodologia de ensino que estimula a curiosidade deveria persistir por toda sua vida escolar, porém ela é abruptamente interrompida no Ensino Médio tornando as disciplinas de ciências especificamente a Física uma das piores disciplinas no ciclo final da educação básica.

Essa discrepância entre a curiosidade nata de nossas crianças e o ensino de Física atual se justifica pela falta de elementos motivadores no processo de aprendizagem. A dinâmica das aulas é restrita a uma mera exposição de conteúdos programáticos por meio de resolução de problemas, muitas vezes de caráter matemático. Os conhecimentos que não se ajustam ao mundo do estudante, que não se enquadram na realidade dele, problemas esses apontados nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM)

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas

também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. (BRASIL, 1999, p.22).

Essa metodologia chamada de Ensino Tradicional, não leva os estudantes a se apropriarem do conhecimento, muitos dos alunos não compreende o que está sendo discutido, e os poucos que compreendem conseguem resolver certas situações problema que foram abordadas nas aulas, mas ficam sem iniciativa diante de novos problemas, eles percebem isso também, e buscam estratégias para contornar essa situação, estudam apenas para realizar uma prova ou passar de ano, o conteúdo é momentaneamente memorizado e não compreendido, ainda nos PCNEM, é ressaltado que nesse cenário, o ensino de Física

Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo. (BRASIL, 1999, p.22).

A Física apresentada na escola está muito distante da Física que os estudantes vivenciam, para eles existe uma Física que é ensinada na escola e outra Física que explica os fatos do mundo real. Essa metodologia tradicional de ensino não permite ao aluno fazer essa associação da Física escolar com a sua realidade.

Devemos ressaltar aqui que nossa sociedade mudou, se tornou mais exigente em relação a uma gama nova de competências, porém nosso sistema de ensino prioriza apenas uma, a capacidade de armazenar informações. Muitos professores não estão conscientes do seu papel processo de ensino em que eles estão envolvidos, segundo Ferreira e Villani (2002),

Em geral, os professores fecham o círculo de possibilidades de explicações ao que eles conhecem de sua prática, pois acreditam ser essa a única forma para ter um certo domínio em sua interação com os alunos. Ainda hoje fórmulas e resolução de exercícios constituem atividades preferidas, ao passo que laboratório didático, simulações, história da ciência, filmes e outros recursos metodológicos raramente são utilizadas. O resultado é que os

alunos se convencem da extrema dificuldade da Física e poucos investem na tentativa de aprender.

Não podemos apenas culpar o professor, ele também é resultado desse processo de educação tradicional que reflete na sua prática pedagógica, viemos de muitos anos em que as diretrizes anteriores embasam essa prática tradicional, ainda nos PCNEM

Esse quadro não decorre unicamente do despreparo dos professores, nem de limitações impostas pelas condições escolares deficientes. Expressa, ao contrário, uma deformação estrutural, que veio sendo gradualmente introjetada pelos participantes do sistema escolar e que passou a ser tomada como coisa natural. Na medida em que se pretendia ou propedêutico ou técnico, em um passado não muito remoto, o Ensino Médio possuía outras finalidades e era coerente com as exigências de então. “Naquela época, o ensino “funcionava bem”, porque era propedêutico. Privilegia-se o “desenvolvimento do raciocínio” de forma isolada, adiando a compreensão mais profunda para outros níveis de ensino ou para um futuro inexistente.

Atualmente, em um período de transição de diretrizes, a prática do professor no Ensino Médio ainda é voltada para uma prova ao fim desse ciclo escolar, o ENEM, que apesar de ter evoluído bastante no quesito avaliação e causado mudanças nos materiais didáticos e algumas metodologias, ainda é um processo avaliativo com garras cravadas no ensino tradicional. Isso faz com que se tenha uma resistência às mudanças necessárias uma vez que aluno, professor e escola são julgados por esses resultados embasados no modelo tradicional.

Percebe-se que existem várias problemáticas relacionadas e que precisam ser adequadas em conjunto para que se possa causar as mudanças almejadas na educação. Todas essas dificuldades observadas implicam em um problema central, **a falta de motivação dos alunos**. Nossos jovens gostam de desafios, porém nossa prática impõe um comportamento passivo impedindo que eles construam qualquer tipo de conhecimento, a capacidade criativa e o espírito crítico não são incentivados, na verdade são bloqueados.

2.2 A Importância da Experimentação no Processo de Ensino e Aprendizagem

No ensino tradicional a Física é considerada uma ciência abstrata, leis e teorias que explicam apenas fenômenos que ocorrem em laboratórios, o aluno não consegue perceber a presença da Física no seu dia a dia, isso é contraditório, já que muitas descobertas nas ciências tornaram nossa sociedade tecnológica e presente em nossas vidas, e apesar dos objetivos serem incluir o aluno no saber científico, com essa metodologia tradicional acabamos por excluir o aluno desse conhecimento. Isso se reflete no baixo desempenho de nossos alunos e falta de interesse generalizada.

Ainda no ciclo primário, muitos experimentos são conduzidos pelos professores de ciências, decorrentes da facilidade de execução e apreciação dos conceitos pelas crianças, no ciclo médio, é fácil perceber que as atividades experimentais são raramente utilizadas pela maioria dos professores, e são várias as justificativas, tais como: pouco tempo para planejar e montar experimentos, falta de materiais orientadores, recursos insuficientes para a aquisição de equipamentos e materiais de laboratório, número excessivo de alunos por sala, despreparo do docente etc., problemas que enraízam as deficiências existentes no ensino de Física.

Apesar dos aspectos teóricos e matemáticos, a Física é uma ciência experimental, e no contexto educacional, a utilização de experimentos para o ensino da Física tornam-se essenciais, de acordo com Araújo e Abib (2003)

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO, ABIB, 2003, p.177).

Dessa forma, a utilização de experimentos no ensino de Física tem sido desenvolvida nessa última década, e nesse sentido, todas elas são consensuais ao fato que a atividade experimental é uma poderosíssima ferramenta pedagógica, **desde que bem conduzida**, por desperta o interesse dos alunos para os temas propostos pelos professores, contribuem significativamente para a aprendizagem das

leis e conceitos, além de desenvolver diversas habilidades pessoais, sociais e habilidades relacionadas ao conhecimento científico, e tem sido apontada como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar física de modo significativo e consistente.

Uma reflexão importante quanto a realização de experimentos é que eles não podem se tornar receitas a serem executadas reforçando o dogma das aulas expositivas e confirmando a verdade explanada nos livros didáticos, nem tão pouco serem apenas exposições de fenômenos realizadas pelo professor, o experimento deve oportunizar situações de construção e investigação realizadas pelos próprios alunos, eles devem delimitar, testar, coletar e registrar dados, interpretar e se tudo isso se tornar bastante oneroso para o desenvolvimento da aula, você pode apenas desenvolver situações problemas que os alunos possam resolver por investigação e construção, em todo caso, as leis e teorias físicas se tornam significativas muito além de uma verdade explanada no livro didático.

Se é bem explícito o uso do experimento como importante ferramenta de ensino em ciências, por que os professores não fazem o uso dessa metodologia? Das dificuldades apontadas anteriormente, a maioria dos professores argumentam que a inserção das práticas experimentais em suas aulas não gerou resultados satisfatórios diante do grande trabalho destinado à sua execução, outros podem dizer que não existe carga horária suficiente para se executar o ensino teórico e experimental em concordância e alguns ainda afirmam a falta de laboratórios e equipamentos que em geral são muito caros para aquisição em escolas públicas.

Sobre o primeiro argumento podemos destacar que as práticas não devem ser centradas no professor, isso trará para si enorme trabalho e não desenvolverá as competências que se almeja nos alunos, o uso das tecnologias educacionais deve ser centrado na prática do aluno e deve-se ter bastante cuidado com a avaliação, realizar uma atividade prática que desenvolva certas habilidades e aplicar avaliações tradicionais, claramente não trará resultados satisfatórios.

O segundo argumento é um problema pontual, sabemos que a carga horária de Física diminuiu drasticamente nos últimos anos e isso tem a ver com o péssimo desempenho no ensino dessa disciplina, em grande parte dos casos, se resume a 100 minutos semanais, existe uma tendência de que a educação básica se torne integral, e isso pode resolver o problema, porém é algo com o que não podemos contar de

imediatamente, porém existem vários materiais disponíveis em que tratam de atividades a serem desenvolvidas em 50 ou 100 minutos, o professor deve ter em mente que nem toda semana será necessário realizar uma atividade prática, o ideal é que exista uma atividade por tema ou capítulo trabalhado em sala, a discussão teórica é importante no mesmo peso que a atividade prática.

O argumento de que a ausência de um laboratório de Física representa um entrave para realização de atividades práticas é bem superficial, isso porque o professor pode investir em uma atividade mediada por um projeto sem a necessidade de um laboratório completo, onde se faz necessário apenas o material a ser utilizado na prática.

Um computador pode ser usado como recurso didático através do uso de vários aplicativos e simulações em oposição ao método tradicional. Segundo a pesquisa TIC Educação 2013, sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileira, 99% das escolas possuem computador em seu ambiente físico. Desta forma, os professores têm a sua disposição uma ferramenta que possa ser utilizada como instrumento de laboratório.

O professor deve ter em mente que o uso de tecnologias não é mais uma perspectiva e sim uma realidade, muitas escolas particulares já fazem uso dessas tecnologias, nossas diretrizes curriculares vigentes afirmam com ênfase que a educação deve ser mediada por esse caminho, muitas pesquisas na área de educação mostram resultados satisfatórios, a educação mesmo a passos lentos caminha nesse sentido, em muitas escolas o uso de tecnologia é realidade, é questão de tempo para a educação sofrer mudanças de acordo com as competências exigidas na era da tecnologia e informação.

3 BASE NACIONAL COMUM

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é resultado de 4 anos de discussão e elaboração de normas que orientam os rumos da educação brasileira, ela consiste em um documento que normatiza a formação dos currículos educacionais e quais são as aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas nos alunos das escolas brasileiras públicas e particulares em todos os níveis do ensino básico.

Uma das maiores dificuldades em sua implementação como ação pedagógica se encontra na ausência de um delineamento dessas ações nas diversas áreas do conhecimento, como essas ações ainda não foram bem definidas, acreditamos que o uso da robótica e microcontroladores pode ser um caminho para o desenvolvimento de algumas dessas competências no âmbito das ciências da natureza, em especial a Física.

3.1 A Proposta da Base Nacional

A implantação da BNCC, regida como política de Estado, é parte de um grande processo de reformulação das políticas educacionais. Apesar de ser uma discussão atual, ela já vem sendo discutida e elaborada a 4 anos e sua implantação atende aos anseios de políticas educacionais que vem se consolidando a quase 30 anos, desde sua menção na no artigo 210 da Constituição Federal (CF) de 1988 onde se menciona a necessidade de se estabelecer um currículo nacional comum como estratégia de democratização do ensino

“Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais”. (artigo 210 CF/1988, p.122, 350 edição, 2012).

e posteriormente reforçada pelo artigo 26 da Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB) 9394/96.

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (artigo 26 LDB 9394/96)

Esses dois artigos deixam bem claros dois conceitos importantes para o desenvolvimento da BNCC, o primeiro delimita o que é básico comum e o que é diverso em matéria curricular, o segundo, que o currículo deve fomentar o desenvolvimento de competências ou aprendizagens essenciais e não de conteúdos mínimos.

Além da regulamentação na Constituição Federal e na Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, ela é consoante com o Plano Nacional da Educação (PNE), com a Conferência Nacional da Educação (CONAE), com o Ensino Médio Inovador (EMI), com o Pacto Nacional de Fortalecimento do Ensino Médio (PNFEM), embasada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e em acordo com Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) e implantação do Sistema Nacional de Ensino (SNE).

O objetivo das propostas é democratizar o ensino estendendo o direito a todos os estudantes brasileiros de se apropriar de habilidades e competências por meio de conteúdos significativos e motivadores, superando a fragmentação das políticas educacionais anteriores, fortalecendo o regime de colaboração entre as três esferas de governo garantindo assim o acesso e permanência dos alunos na escola, diminuindo assim a evasão escolar que se justifica pela desmotivação dos estudantes pela escola que trabalha com conteúdo distantes da sua realidade, e deixando claro que o Ensino Médio deve desenvolver habilidades para a inserção do jovem na sociedade atual.

A estrutura da Base no Ensino Médio contempla separadamente as áreas de conhecimento e dentro de cada uma delas se destaca competências gerais da área,

unidades temáticas com suas competências específicas e as habilidades a serem desenvolvidas a partir dessas competências. Apesar das especificidades das competências em cada área, a fundamentação pedagógica da BNCC é focada em 10 competências gerais da BNCC que acompanhará o desenvolvimento dos alunos em toda a educação básica são:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, além de produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais, apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que

respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, suas identidades, suas culturas e suas potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Todas as competências indicam o que deve ser aprendido pelos estudantes e especificando com que finalidade determinada competência deverá ser desenvolvida, elucidando a sua importância para a formação do estudante ao longo da Educação Básica. Essas competências se desdobram em habilidades que devem ser desenvolvidas em cada área do conhecimento.

Assim, a BNCC indica as orientações voltadas para o desenvolvimento dessas competências, deixando bem claro o que os alunos devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), superando a fragmentação do conhecimento e estimulando a sua aplicação na vida real. Devemos compreender que a BNCC não é o currículo, mas um norteador dele, e ambos têm papéis complementares para assegurar o desenvolvimentos dessas competências, essas ações devem levar em consideração os aspectos locais e as autonomias das redes e instituições de ensino, envolvendo família e comunidade, entre elas segundo a Base:

➤ Contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas;

- Decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem;
- Selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares, se necessário, para trabalhar com as necessidades de diferentes grupos de alunos, suas famílias e cultura de origem, suas comunidades, seus grupos de socialização etc.;
- Conceber e pôr em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens;
- Construir e aplicar procedimentos de avaliação formativa de processo ou de resultado que levem em conta os contextos e as condições de aprendizagem, tomando tais registros como referência para melhorar o desempenho da escola, dos professores e dos alunos;
- Selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender;
- Criar e disponibilizar materiais de orientação para os professores, bem como manter processos permanentes de formação docente que possibilitem contínuo aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem;
- Manter processos contínuos de aprendizagem sobre gestão pedagógica e curricular para os demais educadores, no âmbito das escolas e sistemas de ensino.

Essas ações devem ser consideradas na organização de currículos e propostas adequados às diferentes modalidades de ensino, atendendo-se às orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais, o próprio documento da BNCC explicita as competências que devem ser desenvolvidas em cada etapa do ensino básico e esclarece como as aprendizagens estão organizadas em cada etapa.

Com relação ao Ensino Médio, a BNCC enfatiza que essa etapa do ciclo básico representa um gargalo na educação, diante do expressivo número de evasão escolar que tem causa no desempenho insuficiente dos alunos nos últimos anos do ciclo fundamental e é agravado pela péssima organização curricular do Ensino Médio com componentes curriculares com abordagens pedagógicas distantes da cultura juvenil e do mundo do trabalho. Com esse enfoque o Ensino Médio segundo a BNCC visa

garantir a permanência e aprendizagem dos estudantes suprimindo suas aspirações presentes e futuras, fato que a Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), explicitam

Com a perspectiva de um imenso contingente de adolescentes, jovens e adultos que se diferenciam por condições de existência e perspectivas de futuro desiguais, é que o Ensino Médio deve trabalhar. Está em jogo a recriação da escola que, embora não possa por si só resolver as desigualdades sociais, pode ampliar as condições de inclusão social, ao possibilitar o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho (BRASIL, 2011, p. 167).

Para responder a essa necessidade a BNCC reconhece que se deve considerar a dinâmica social contemporânea marcada pelo rápido desenvolvimento tecnológico, e que essa fluidez relacionada às mudanças no mundo do trabalho e nas relações sociais representam o grande desafio na organização curricular para a educação básica, em específico do Ensino Médio.

O documento alerta ainda para a caracterização do público juvenil, aspirações e a sua importância nas definições dos rumos da sociedade, enfatizando a juventude como interlocutor legítimo do seu currículo, ensino e aprendizagem, assegurando a eles uma formação que lhes faculte definir seus **projetos de vida** no que diz respeito ao estudo e ao trabalho. A escola deve contribuir para a formação crítica e autônoma do estudante, abandonando a formação de conceitos prontos e apresentando-lhes um campo aberto para investigação e intervenção em aspectos sociais, produtivos, ambientais e culturais.

Por fim, a BNCC reinterpreta as finalidades do Ensino Médio estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, Art. 35). A finalidade de **prosseguir nos estudos**, promovendo uma **educação integral** dos estudantes em relação aos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais por meio:

- da firme convicção na capacidade que todos os estudantes têm de aprender e de alcançar objetivos que, à primeira vista, podem parecer além das suas possibilidades;
- da construção de “aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea”.

- do favorecimento à atribuição de sentido às aprendizagens, por sua vinculação aos desafios da realidade e pela explicitação dos contextos de produção e circulação dos conhecimentos;

- do estímulo ao desenvolvimento de suas capacidades de abstração, reflexão, interpretação, proposição e ação, essenciais à autonomia pessoal, profissional, intelectual e política e do estímulo ao protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem e na construção de seus projetos de vida; e

- da promoção de atitudes cooperativas e propositivas para o enfrentamento dos desafios da comunidade, do mundo do trabalho e da sociedade em geral.

A finalidade de **preparação básica para o trabalho**, em que se deve promover competências que os estudantes possam ser inseridos de forma crítica, criativa e responsável no mundo do trabalho, os currículos devem contemplar:

- explicitar que o trabalho produz e transforma a cultura e modifica a natureza;

- relacionar teoria e prática ou conhecimento teórico e resolução de problemas da realidade social, cultural ou natural;

- revelar os contextos nos quais as diferentes formas de produção e de trabalho ocorrem, sua constante modificação e atualização nas sociedades contemporâneas, em especial no Brasil; e

- explicitar que a preparação para o mundo do trabalho não está diretamente ligada à profissionalização precoce dos jovens – uma vez que eles viverão em um mundo com profissões e ocupações hoje desconhecidas, caracterizado pelo uso intensivo de tecnologias –, mas à abertura de possibilidades de atuação imediata, a médio e a longo prazos e para a solução de novos problemas.

Sobre a finalidade de **aprimoramento do educando como pessoa humana**, as escolas devem se constituir em espaços que permitam aos estudantes valorizar:

- a não violência e o diálogo, possibilitando a manifestação de opiniões e pontos de vista diferentes, divergentes ou conflitantes;

- o respeito à dignidade do outro, favorecendo o convívio entre diferentes;

- o combate às discriminações e às violações a pessoas ou grupos sociais;

- a participação política e social; e

➤ a construção de projetos pessoais e coletivos, baseados na liberdade, na justiça social, na solidariedade e na sustentabilidade.

Por fim a finalidade do Ensino Médio deve explicitar seu compromisso com os **fundamentos científico-tecnológicos da produção dos saberes**, promovendo, por meio da articulação entre diferentes áreas do conhecimento:

➤ a compreensão e a utilização dos conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico, e dos procedimentos metodológicos e suas lógicas;

➤ o reconhecimento da necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus próprios conhecimentos;

➤ a apropriação das linguagens das tecnologias digitais e a fluência em sua utilização; e

➤ a apropriação das linguagens científicas e sua utilização na comunicação e na disseminação desses conhecimentos.

Com essas reinterpretações das finalidades no Ensino Médio, o currículo passa a ser composto por uma **Base Comum** e por **Itinerários Formativos** que deverão ser organizados conforme o contexto local e as possibilidades do sistema de ensino, são elas:

- I. Linguagens e suas tecnologias;
- II. Matemática e suas tecnologias;
- III. ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV. Ciências humanas e sociais aplicadas;
- V. Formação técnica e profissional.

Entende-se por Itinerário Formativo a maneira que se organiza os sistemas de formação profissional ou ainda, as formas de acesso às profissões. Nesse modelo se valoriza o protagonismo juvenil, uma vez que com a oferta de vários itinerários se atende à multiplicidade de interesses dos estudantes sem referência direta a todos os componentes que tradicionalmente atendem o currículo. Resumindo, teremos um conjunto curricular que será universal e múltiplas formações por onde o estudante pode optar e seguir de acordo com suas necessidades, habilidades e anseios.

Sobre os itinerários formativos, as competências gerais da BNCC orientam como deve acontecer a oferta pelas diferentes redes de ensino. A BNCC pressupõe que essa organização por áreas de conhecimento não exclui necessariamente a disciplina com suas especificidades e saberes próprios, na verdade se busca um

fortalecimento das relações entre elas requerendo um trabalho conjunto entre os professores no planejamento e execução dos planos de ensino. Como citado anteriormente, cada área do conhecimento tem suas competências específicas que orientam a construção dos itinerários, a cada uma dessas competências são descritas habilidades a serem desenvolvidas durante cada etapa.

Conforme citamos anteriormente, a BNCC norteia a elaboração dos currículos do Ensino Médio definindo as aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas, cada sistema de ensino deverá construir seu currículo e suas propostas pedagógicas, os itinerários formativos devem ser reconhecidos como estratégias flexibilização do currículo escolar possibilitando escolhas para os estudante, sempre assegurando as competências e habilidades definidas na BNCC, ficando a cargo da escola a organização que responda aos seus contextos e suas condições, desde que se crie situações de trabalho que atendam ao interesse do aluno e favoreçam seu protagonismo, como as apresentadas pela BNCC:

- Laboratórios: supõem atividades que envolvem observação, experimentação e produção em uma área de estudo e/ou o desenvolvimento de práticas de um determinado campo (línguas, jornalismo, comunicação e mídia, humanidades, ciências da natureza, matemática etc.).

- Oficinas: espaços de construção coletiva de conhecimentos, técnicas e tecnologias, que possibilitam articulação entre teorias e práticas (produção de objetos/equipamentos, simulações de “tribunais”, quadrinhos, audiovisual, legendagem, fanzine, escrita criativa, performance, produção e tratamento estatístico etc.).

- Clubes: agrupamentos de estudantes livremente associados que partilham de gostos e opiniões comuns (leitura, conservação ambiental, desportivo, cineclube, fã-clube, fandom etc.).

- Observatórios: grupos de estudantes que se propõem, com base em uma problemática definida, a acompanhar, analisar e fiscalizar a evolução de fenômenos, o desenvolvimento de políticas públicas etc. (imprensa, juventude, democracia, saúde da comunidade, participação da comunidade nos processos decisórios, condições ambientais etc.).

- Incubadoras: estimulam e oferecem condições ideais para o desenvolvimento de determinado produto, técnica ou tecnologia (plataformas digitais,

canais de comunicação, páginas eletrônicas/sites, projetos de intervenção, projetos culturais, protótipos etc.).

➤ Núcleos de estudos: desenvolvem estudos e pesquisas, promovem fóruns de debates sobre um determinado tema de interesse e disseminam conhecimentos por meio de eventos – seminários, palestras, encontros, colóquios –, publicações, campanhas etc. (juventudes, diversidades, sexualidade, mulher, juventude e trabalho etc.).

➤ Núcleos de criação artística: desenvolvem processos criativos e colaborativos, com base nos interesses de pesquisa dos jovens e na investigação das corporalidades, espacialidades, musicalidades, textualidades literárias e teatralidades presentes em suas vidas e nas manifestações culturais das suas comunidades, articulando a prática da criação artística com a apreciação, análise e reflexão sobre referências históricas, estéticas, sociais e culturais (artes integradas, videoarte, performance, intervenções urbanas, cinema, fotografia, slam, hip hop etc.).

Com esse breve panorama sobre a BNCC e sua implementação como uma realidade dos caminhos que estamos tomando em relação à educação, percebemos que diferentemente dos PCNs que apontava problemas e possíveis soluções sem ação imediata, a BNCC aliada a reforma do ensino médio prometem revolucionar o ensino e contam com fortes investimentos do governo federal, muito ainda se discute sobre os caminhos de sua implementação, pois como vem sendo discutida e encaminhada, ela também pode vir a ser um marco de grande retrocesso na educação, discutiremos a seguir aspectos positivos e negativos a respeito da proposta para o ensino de ciências, em específico a Física.

3.2 A Base e o Ensino de Ciências

O ensino de Ciências sempre esteve condicionado a efêmeras políticas públicas de governo, muitas vezes isoladas, essas ações se mostraram ineficientes em melhorias nos aspectos globais do ensino na área. Essas ações isoladas as vezes privilegiam a formação do professor, ora privilegiam a estrutura física e em outro momento o currículo, se mostram fora de sintonia de maneira que isoladas não apresentam resultados, apresentando-se como políticas ineficazes. A instabilidade de

políticas educacionais juntamente com pedagogias negativas e o próprio caráter epistemológico das Ciências desfavorecem o trabalho do professor que se sente perdido. Apesar da nova base ter bons prognósticos sobre os caminhos da educação, em muitos aspectos ela ainda é vaga sobre sua implementação, e deficiente sobre a aproximação da Universidade com a Escola e sobre a capacitação continuada dos professores.

A BNCC prevê que “a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza.” (BRASIL, 2016, p.537). Os estudantes devem ter uma visão crítica do mundo, com base em modelos abstratos, tomar decisões éticas e responsáveis, consistentes com a resolução de situações-problema. Nesse cenário, ela propõe ampliar e sistematizar aprendizagens desenvolvidas no ciclo fundamental, aprendizagens relacionadas às temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. No Ensino Médio, essas temáticas podem ser unificadas de modo que os estudantes compreendam de modo mais amplo os processos relacionados a elas, a BNCC propõe também que haja uma ampliação das habilidades investigativas desenvolvidas no Ensino Fundamental e que aprendam a estruturar linguagens argumentativas que permitam comunicar para diversos públicos e contextos variados por meio de mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), conhecimentos produzidos e propostas de intervenção com base em conhecimentos científicos e princípios éticos. E finalmente ela estabelece que os estudantes aprofundem seus conhecimentos a respeito das tecnologias e seu papel na sociedade e em relação às perspectivas futuras do desenvolvimento tecnológico.

Com essas orientações em articulação com as competências gerais, o Ensino de Ciências da Natureza deve garantir o desenvolvimento de competências específicas e as habilidades relacionadas a cada uma delas, as competências são:

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações

individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Pode-se notar que a BNCC em sua segunda versão apresenta seus eixos formativos e suas unidades curriculares vinculadas a competências e habilidades mostrando-se assim apenas como um rascunho dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Nota-se também a ausência de Física Moderna e História das Ciências, tópicos considerados positivos na primeira versão. O uso dos termos “desenvolver”, “participar”, “relacionar”, “debater”, “produzir”, “apropriar-se” se apresentam-se ausentes de significados, e rompe com os PCNs ao apresentar uma desvinculação entre os conteúdos e as competências em que antes eram articulados. Nota-se ainda a ausência de um fomento quanto à organização escolar no que diz respeito a interdisciplinaridade que é instituída em lei pelas Diretrizes Curriculares Nacionais no Ensino Médio.

Considerando as orientações da BNCC a respeito do ensino de ciências, pode-se perceber uma normatização em temas gerais sobre as competências que os alunos devem desenvolver, porém acaba reiterando algumas ideias previstas nos PCNs sem fomentar com mais detalhes os caminhos sobre como os alunos devem adquirir essas competências e os conhecimentos a respeito das ciências, deixando em aberto os meios que os professores deverão usar para atingir os objetivos. Isso é um grande entrave em sua real implementação, os documentos norteadores dizem o que deve ser feito sem fornecer as ferramentas necessárias para que o processo seja realmente efetivado, deixando a cargo dos professores a importante tarefa de definir os

caminhos dessa implementação o que pode gerar incoerências e a fragmentação educacional.

Em outro aspecto da BNCC e sua implementação em relação a Física, se faz necessário um amplo programa de formação inicial e continuada de professores em números suficientes para atender a demanda atual. Além da formação inicial dos professores de Física, é imprescindível criar mecanismos de incentivar e garantir a formação continuada dos professores ao longo de suas carreiras. E, obviamente, o sucesso na melhoria da formação dos professores passa, necessariamente, pela valorização profissional e econômica da profissão.

Ainda se faz necessário a discussão no contexto da BNCC a sua relação com a Política Nacional do Livro Didático, que precisa ser alinhada com a proposta de uma nova base curricular comum.

E por fim, a BNCC deve nortear os sistemas de avaliação sistemáticas em nível federal (ENEM e Prova Brasil), estadual ou regional. Se faz necessário definir tópicos que constituem o núcleo comum e que devem constituir as indicações para as matrizes de referências dos sistemas de avaliação citados, de tal forma que os alunos, professores e escolas sejam submetidos a avaliações mais igualitárias frente às diversas realidades de ensino do país. Apenas assim, os resultados dessas avaliações devem permitir uma reflexão sobre o ensino no país.

3.3 Considerações e Sugestões

Diante das considerações citadas, se faz necessário reformulações na BNCC que não podem ser resumidas a definições pontuais de conteúdo ou objetivos de aprendizagem. Sendo assim, alguns dos aspectos centrais devem ser analisados e contemplados para uma maior clareza na implementação da base:

➤ Reafirmação da importância da Física como Componente Curricular no Ensino Médio, integrante da Área de Ciências da Natureza, explicitando possíveis formas de diálogo com outros campos de conhecimento. Da mesma forma, sinalizar espaços para a construção da interdisciplinaridade no interior da própria área de ciências da natureza.

- Apresentar um número reduzido de ideias e conceitos chave em Física e suas aplicações, articulado com temas de ciência e tecnologia na sociedade contemporânea.

- Fortalecer o Eixo de Processos e práticas de investigação, deixando mais claro os objetivos e caminhos relacionados às questões da experimentação e investigação em Física.

- Definir níveis de abordagem dos conteúdos sinalizando se possível o tratamento pretendido nas unidades.

- Revisar as unidades de conhecimento no Ensino Fundamental e tornar mais claro a integração dos conteúdos trabalhados nessa etapa do ensino e suas progressões no ensino médio.

Considerando o estágio atual de implementação da Base Nacional, deve-se desde já articular propostas com ações de formação de professores, inicial e continuada, no sentido de permitir seu próprio aprimoramento ao longo do processo de construção.

Em síntese, sendo reconhecido e valorizado os esforços de criação e implementação da Base Comum, cabe apontar o enorme cuidado em sua implementação evitando medidas precipitadas que possam desgastar o nosso fragilizado sistema de educação pública, e que nesse processo de implementação, ela possa ser refinada continuamente para que possa contemplar todos os anseios da educação esperada.

4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

4.1 Considerações Iniciais

Considerando as perspectivas das novas tecnologias da educação, percebemos a forte tendência de ensino baseada no protagonismo do aluno, almeja-se que este seja ativo em todo o processo educacional e para fundamentar esta perspectiva nos baseamos na teoria cognitiva de David Paul Ausubel sobre a aprendizagem significativa. Publicados inicialmente em 1963 (*The Psychology of Meaningful Verbal Learning*) e que se desenvolveu-a durante as décadas de 1960 e 1970. No final da década de 1970, os trabalhos de Ausubel receberam contribuições de Joseph Novak, que progressivamente incumbiu-se de refinar e divulgar a teoria da

aprendizagem significativa modificando o foco do ensino do modelo estímulo → resposta → reforço positivo para o modelo aprendizagem significativa → mudança conceitual → construtivismo.

Um dos aspectos importantes dessa teoria é que a aprendizagem significativa ocorre quando há um processo de interação entre os novos conceitos e os conceitos que já foram aprendidos, isto é, novos conhecimentos são incorporados ou assimilados para que modifique estruturas prévias resultando em um novo ponto de ancoragem na estrutura cognitiva do aluno.

A aprendizagem significativa se desenvolve quando o educando tem a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou, diferentemente da aprendizagem mecânica, em que a carência de pontos de ancoragem, o indivíduo obtém uma aprendizagem por memorização, gerando novas estruturas cognitivas desconectadas das demais existentes e que não consegue associar essas aprendizagens em contextos diferentes.

4.2 Condições Essenciais para Aprendizagem Significativa

No contexto escolar, a teoria de Ausubel leva em consideração os conhecimentos previamente existentes no cognitivo do aluno, sejam baseados em aprendizagens mecânicas de sua vida escolar anterior ou baseadas em sua vivência, e o papel dos docentes na proposição de situações que favoreçam novas aprendizagens. De acordo com ele, há duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra: o conteúdo a ser ensinado deve ser **potencialmente revelador** e o **estudante precisa estar disposto a aprender**. Percebemos então que em uma situação de ensino potencialmente significativa, planejada pelo professor, deve-se levar em conta o contexto no qual o estudante está inserido e o uso social do objeto a ser estudado.

Os conhecimentos prévios dos alunos constituem a variável isolada que mais influencia a aprendizagem. Incorretos ou incompletos, esses conhecimentos prévios trazem a informação de como eles pensam. Em análise, só podemos aprender a partir daquilo que já conhecemos. Somente com essas informações o docente consegue

propor situações de aprendizagens mais adequadas para que os educandos atribuam significados à nova informação e, se for o caso, romper com seus conhecimentos anteriores.

Em relação a ação do professor, deve-se planejar o processo tendo em mente que o aprendiz deve deixar de ser um receptor passivo, e passar a fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e organizada, para poder se apropriar dos novos significados dos materiais educativos. Esses materiais educativos devem criar possibilidades de o aprendiz transformar as informações soltas e aleatórias em conhecimento, é preciso que o estudante tenha disponibilidade e interesse para relacionar o novo material educativo com a sua estrutura cognitiva.

Para que o processo ideal ocorra, o aspecto motivacional é de extrema importância. Motivado por uma situação proposta pelo professor e que faz sentido, o aluno avalia, amplia, atualiza e reconfigura a informação anterior, transformando-a em uma nova, quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento. Considerando as questões levantadas nos parágrafos anteriores, o ambiente escolar deve ser repensado de maneira a abordar aspectos motivacionais, sabemos que a justificativa mais recorrente ao rendimento dos alunos é a falta de interesse em aprender.

Promover conscientemente um ambiente educacional que motiva requer o domínio de certas competências, como compreender certos aspectos da natureza humana e das relações entre os indivíduos. As teorias cognitivistas da motivação apresentam propriedades importantes referentes àqueles aspectos, apontando que “algumas alternativas para conseguir o envolvimento dos estudantes são representadas pela motivação intrínseca e pelas formas de autorregulação da motivação extrínseca” (Ribeiro, 2011).

Para Ausubel, a aprendizagem somente ocorre quando o processo de ensino faz algum sentido para o aluno, essa aprendizagem se verifica quando o aluno revela seu plano mental a respeito de determinado assunto. Essa tarefa de mapear os conhecimentos prévios dos alunos não é tarefa fácil para o professor, averiguar o que os alunos já sabem, tentando expor conceitos, ideias, proposições disponíveis na mente dos indivíduos e sua organização. Da mesma forma, o processo de ensinar um aluno considerando o que ele já sabe também pode ser complexo, pois o professor precisa identificar os conceitos organizadores básicos do que vai ser ensinado e lançar mão de recursos que facilitem a aprendizagem de maneira significativa. Para

tanto, Ausubel sugere para esse processo, a utilização de **organizadores prévios** para, de fato, ancorar a nova aprendizagem, levando o aluno ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, de modo a facilitar a aprendizagem subsequente.

Os organizadores prévios são informações e recursos introdutórios, que devem ser apresentados antes dos conteúdos da matriz curricular, uma vez que tem a função de servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber para que o conteúdo possa ser realmente aprendido de forma significativa. Os organizadores se tornarão mais eficazes se forem apresentados no início das tarefas de aprendizagem para que suas propriedades possam integrar-se como elemento atrativo para o aluno, visando provocar o interesse e desejo de aprender. Sua formulação deve contar com um vocabulário bastante familiar ao aluno, de modo que, sua organização, bem como a aprendizagem sejam consideradas como material de valor pedagógico.

Para que a aprendizagem significativa ocorra, Ausubel destaca em suas ideias duas condições essenciais: 1) disposição do aluno para aprender; 2) O material didático desenvolvido, que deve ser, sobretudo, significativo para o aluno. Apenas dessa forma é que ocorrerá a verdadeira compreensão dos conceitos e estruturas que possam se tornar significados claros e intransferíveis. Para a avaliação consistente da aprendizagem significativa, o método válido e prático, segundo Ausubel, consiste em buscar soluções de problemas diversos através de testes de compreensão, utilizando-se de recursos diferentes daqueles, utilizados anteriormente no material instrucional. Para que se possa constatar, de fato, se o aluno desenvolveu ou não, as habilidades necessárias à aquisição da aprendizagem significativa.

Em sua teoria da aprendizagem, Ausubel ancora suas ideias em facilitar a aprendizagem do aluno, afirmando que “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fato isolado mais importante que informação na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1968, p. 31).

A aprendizagem significativa é elemento essencial ao processo de aquisição do conhecimento do aluno, fundamental para o novo papel do professor e a função social da escola.

4.3 Aprendizagem Significativa

Moreira define a aprendizagem significativa de Ausubel como:

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-literal) 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, p.7).

Essas aprendizagens, segundo Moreira, devem ser expressas em termos de comportamentos observáveis “o que deveriam ser capazes de fazer e explicar, em quanto tempo e sob que condições após o processo de ensino-aprendizagem (MOREIRA, 1999).

Para Moreira e Masini (2006), os materiais introdutórios, apresentados antes do material a ser aprendido, são os organizadores prévios que devem construir o caminho, pela mediação do professor, entre o que o aluno sabe e o que ele deve saber, a fim de que os conceitos possam ser aprendidos de forma significativa. A partir da formação de conceitos, na percepção de Ausubel, a maioria dos novos conhecimentos é adquirida por meio da assimilação de conceitos, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

A assimilação de conceitos é a forma como jovens e adultos aprendem novos conceitos por recepção, segundo seus próprios critérios e pelo relacionamento desses com as ideias relevantes já estabelecidas em sua estrutura cognitiva” (MOREIRA e MASINI, 2006, p. 20).

Outra possibilidade é a diferenciação de ideias relacionadas, mas não idênticas, ou que identifiquem os elementos de um conceito ou proposição de uma lista que contenha outros conceitos ou proposições similares. Outra maneira de verificação da aprendizagem significativa pode ser com a proposição de uma tarefa de aprendizagem sequencialmente dependente de outra precedente (AUSUBEL, 2003). Quando a aprendizagem significativa ocorre, novos conceitos são desenvolvidos e diferenciados em novas interações, esse processo é facilitado quando elementos gerais de um conceito são introduzidos inicialmente e progressivamente se avança em detalhes e especificidades.

Esse processo deve ser planejado de modo que as ideias gerais sejam apresentadas e em seguida as ideias específicas sejam diferenciadas levando em consideração o explorar das relações entre proposições e conceitos, destacando diferenças e similaridades reais ou aparentes. Segundo os conceitos de Ausubel, esse processo é denominado reconciliação integrativa. A reconciliação ocorre entre os conceitos, relacionando seus significados para integrar um novo conceito de maior generalização; parte-se de conceitos mais específicos que se integram a conceitos mais gerais (AUSUBEL, 2003).

Ao fazer uso dos princípios da aprendizagem significativa durante a elaboração de suas atividades, o educador deve ter como referência os quatro princípios apresentados. Propor situações problema que proporcionem a descoberta do conteúdo pelo próprio estudante, que deve elaborar hipóteses, proposições, relações entre outras. O processo deve ser gradativo partindo de ideias gerais para as específicas de forma não arbitrária e não literal, diferenciação progressiva. Os conceitos novos devem ser ancorados nas concepções prévias do estudante, reconciliação integradora. A organização da atividade deve sempre que possível atender aos dois primeiros princípios, organização sequencial. Finalmente, na consolidação, deve-se verificar se a sequência didática é significativa para o estudante antes de iniciar novas etapas.

Podemos notar que a apreciação de muitos conceitos científicos pode seguir por um caminho traçado por uma sequência didática fundamentada nos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa de Ausubel. Aprimorar a seleção, organização e abordagem dos conteúdos são questões essenciais na busca de uma conexão indispensável entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que ele precisa aprender, além de prepará-lo para a aprendizagem, estimulando o querer aprender e estabelecendo os subsunçores necessários à continuidade de sua aprendizagem.

4.4 A Perspectivas Construtivistas, Robótica e Sequências Didáticas

As Teorias Construtivistas de Aprendizagem surgiram no século XX baseadas em estudos da psicologia cognitiva do sujeito. Estas teorias propunham o conhecimento como uma construção do sujeito ou como uma organização das

experiências resultando em uma reconstrução das estruturas cognitivas. Essa reconstrução realizada pela linguagem demonstra a importância de um sujeito com mais experiência, mediar o conhecimento do aluno (senso comum) com o conhecimento acadêmico (conhecimento científico).

O uso da robótica quando aliada a uma sequência didática bem planejada traz à aula elementos importantes da aprendizagem significativa de Ausubel. Ela entra como elemento motivador desenvolvendo atividades relacionadas ao cotidiano do aluno e ainda permite o protagonismo do aluno na construção do seu conhecimento. Através de componentes, o aluno constrói, testa hipóteses, desenvolve habilidades cognitivas variadas muito enfatizadas na BNCC, desenvolve o pensamento crítico na solução de problemas, aplicação, análise e síntese.

Para que isso ocorra de forma linear, o uso da robótica deve ser adaptado à realidade de cada faixa etária, o papel do professor nessa mediação é importantíssimo para que a atividade se desenvolva dentro da realidade de conhecimentos dos alunos. O professor deve fazer a conexão entre o senso comum e o conhecimento científico, ele deve se preocupar em dar atenção aos aspectos conceituais das situações bem como à análise delas nas quais os alunos desenvolvem suas formas de pensar nos diversos ambientes e explicitar as concepções prévias dos alunos e esclarecer e mediar as ideias entre os alunos. Também, o professor pode promover conflitos cognitivos e construir novas ideias. Assim, além de resolver os problemas curriculares, os alunos passam a reconhecer que tais situações são reais e a aprendizagem contextualizada pode se tornar significativa e, portanto, duradoura.

De acordo com Moreira e Masini (2006), para que a aprendizagem seja significativa, o material deve ser potencialmente significativo, fazer sentido para o estudante e estabelecer uma relação do que já se sabe com o novo conhecimento. Todavia, organizar um material de ensino que seja potencialmente significativo, requer que a estrutura lógica do conhecimento e a estrutura psicológica do conhecimento sejam consideradas (LEMOS e MOREIRA, 2011).

Segundo Santana (2014) as sequências didáticas são possibilidades viáveis, pois têm sido uma forma de organizar os conteúdos e dinamizar as atividades e estratégias de ensino de maneira sistematizada, obedecendo a uma sequência lógica, vinculada aos objetivos desejados. As unidades de ensino podem ser significativas quando estão voltadas ao ensino de conceitos relacionados com a aprendizagem

significativa. Para Zabala (1998), “as sequências didáticas são atividades ordenadas, estruturadas e articuladas a fim de atingir certos objetivos educacionais, com princípio e fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos estudantes”.

As teorias de aprendizagem sugerem abordagens que diferem da forma clássica de ensinar e de aprender, baseada apenas na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno. Com a intenção de contribuir nesse novo cenário educacional, surge a proposta de construção das unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS (MOREIRA, 2011).

A construção de uma sequência didática com o uso da robótica como elemento motivador contribui significativamente em um novo cenário educacional com maior potencial de êxito na ocorrência de aprendizagem significativa. Conforme Moreira (2011), alguns princípios devem ser relevantes na construção dessa UEPS.

- o que mais interfere na aprendizagem significativa é o conhecimento prévio;
- quando a aprendizagem é significativa, a integração entre pensamentos, sentimentos e ações é positiva em quem aprende;
- quem aprende decide se quer aprender significativamente;
- a relação entre os novos conhecimentos e os prévios é revelada pelos organizadores prévios;
- as situações-problema, papel do professor, dão sentido aos novos conhecimentos, despertam a intencionalidade de quem aprende, podem ser organizadores prévios e devem ser apresentadas em níveis crescentes de complexidade;
- devem ser consideradas a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação;
- a busca de evidências deve ser feita de forma progressiva para avaliação da aprendizagem significativa;
- um episódio de ensino envolve uma relação entre quem aprende, o professor e materiais educativos, com o objetivo de que o estudante capture e compartilhe significados aceitos;
- o processo de aprendizagem não deve ser mecânico, mas sim significativo e crítico;

➤ a busca por respostas, o uso de diferentes materiais e estratégias e o abandono da narrativa, estimulam a aprendizagem significativa crítica, considerando assim, o ensino centrado em quem aprende.

Assim, Moreira (2011) define alguns passos essenciais na construção da UEPS:

1. definição do tópico específico;
2. criação e proposta de situações em que o estudante possa expressar seu conhecimento prévio;
3. proposição de situações-problema em nível introdutório, preparando a introdução do conhecimento que se pretende ensinar;
4. apresentação de aspectos gerais do conhecimento a ser ensinado, levando em conta a diferenciação progressiva, começando com aspectos mais gerais, com uma visão geral do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, por exemplo: uma exposição oral, seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos e complementada com uma atividade de apresentação;
5. retomada dos aspectos mais gerais e estruturantes em uma nova apresentação em nível mais alto de complexidade;
6. para conclusão da unidade, retomada das características mais relevantes do conteúdo em questão sob uma perspectiva integradora, em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores, buscando a reconciliação integrativa. Isso consiste no fato de relacionar conceitos e apontar similaridades e diferenças relevantes, possibilitando a descrição de uma nova realidade perceptível;
7. avaliação da aprendizagem;
8. avaliação da UEPS.

Em relação aos aspectos transversais na elaboração da UEPS, Moreira (2011) destaca que

- i. Em todos os passos da construção devem ser utilizados materiais e estratégias de ensino diversificado. O questionamento, por sua vez, deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e deve haver estímulos ao diálogo e à crítica.
- ii. Em determinadas atividades desenvolvidas ao longo da unidade, pode-se solicitar aos estudantes que proponham situações-problema relativas ao conteúdo em estudo, como tarefa de aprendizagem.

iii. Mesmo que a unidade privilegie as atividades colaborativas, as individuais também podem ser consideradas.

Com base nos referenciais teóricos e nos princípios norteadores descritos acima, o uso de uma sequência didática orientada pelo professor e aliada ao uso da robótica educacional potencializam a aprendizagem significativa contemplando o desenvolvimento nos alunos de habilidades e conceitos amplamente destacados na BNCC.

5 ROBÓTICA EDUCACIONAL

O uso de robótica como recurso didático é realidade em escolas no Brasil. Ela é um recurso tecnológico bastante rico e interessante uma vez que contempla vários aspectos de abordagens educacionais importantes além de despertar o interesse do aluno em aprender e ampliar o envolvimento nas discussões sobre o que se está

ensinando, e ainda contribui de maneira interdisciplinar em diversas áreas do conhecimento e promovem uma aprendizagem mais significativa por meio da experimentação. Neste capítulo abordaremos as potencialidades educacionais relacionadas dessa tecnologia, as dificuldades em sua implementação e as saídas em face dessas dificuldades. Será explanado ainda sobre uma das plataformas mais usadas atualmente, o Arduino.

5.1 Robótica Educacional

O uso da robótica na educação tem se tornado uma excelente aliada no processo de ensino e aprendizagem. Quando bem orientada, estimula aspectos diferenciados e traz ganhos significativos para os processos de aprendizagem, reúne uma gama de aspectos educacionais amplamente sugeridos na literatura e defendidos por teóricos da educação, professores e pesquisadores, fazendo uso de uma prática pedagógica instigadora e motivadora de aprendizagem.

O termo robótica educacional pode ser definido, segundo o Dicionário Interativo da Educação Brasileira, como um ambiente de aprendizagem que reúne materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados.

Esta tecnologia contribui para a multidisciplinaridade da educação, desenvolvendo as habilidades de cada disciplina durante a criação dos projetos. Com ela, os alunos assumem o protagonismo e se tornam ativos na construção do seu conhecimento. A sua aplicação permite a criação de uma grande quantidade de situações problema com um grande potencial educativo no desenvolvimento de aprendizagens baseadas em solução de problemas. A robótica educacional proporciona momentos em que os estudantes são estimulados a trabalhar com resolução de problemas no desenvolvimento de seus projetos de Robótica (CHELLA, 2002; CAMPOS, 2005; MALIUK, 2009; FURLETTI, 2010; SANTOS, 2010).

A Robótica Educacional é uma forte aliada no processo de construir conceitos e testar conhecimentos, ela incentiva o aluno a construir os próprios conhecimentos por meio da realização de uma ação. Com o uso de materiais mesclados não

estruturados, como sucatas, ou com kits comerciais voltados para educação como da Lego Mindstorm, ou como kits Open Source de grande aplicabilidade, como o Arduino, com a composição de diversas peças, sensores e motores, controlados por uma placa que permite programar o funcionamento dos modelos montados, garantem ao aluno a oportunidade de desenvolver sua criatividade com a montagem de seu próprio projeto.

É importante destacar que a robótica está próxima e presente em nosso dia a dia, e isso também é um aspecto interessante ao trazer mais significado para o aluno em seu processo de aprendizagem. Segundo Zilli (2004), a robótica está muito mais próxima da vida das pessoas do que é possível imaginar, cada eletrodoméstico, cada aparelho eletrônico tem o seu lado robô. Uma máquina de lavar, tão comum nos lares, é um robô que executa uma tarefa doméstica que costuma ser árdua para a maioria das pessoas – lavar roupas. As máquinas – cada vez mais automatizadas – facilitam o trabalho do homem. Nas indústrias, cada vez é mais comum a presença de robôs.

Nossa sociedade atualmente exige o conhecimento de competências no uso da tecnologia e atividades em grupos como condições fundamentais. Nesse aspecto, a robótica também contribui de maneira eficaz no desenvolvimento dessas competências, pois ela possibilita uma aprendizagem ativa, promovendo o diálogo e a participação dos estudantes. As atividades envolvendo robótica constituem espaços ricos de possibilidades para a emergência da criatividade e de novas habilidades do estudante, do professor e da instituição. Com a aplicação dos conhecimentos previamente adquiridos pelos estudantes, esses espaços dão a oportunidade para que eles aprendam fazendo, não apenas decorando conteúdos que não serão aplicados no cotidiano. A robótica educacional ganha força por se tratar da aplicação da Robótica na área pedagógica com o objetivo de disponibilizar aos estudantes a oportunidade de criar soluções voltadas ao mundo real, de forma a possibilitar o aprendizado de forma dinâmica e estimulante.

Além das competências citadas, o ambiente que faz uso da robótica educacional que é caracterizado pela tecnologia e pela criatividade, proporciona aos estudantes a aplicação intuitiva de conceitos de Matemática e de Física aumentando o engajamento deles em relação a essas disciplinas que hoje são consideradas problemáticas pela maioria dos alunos. Outra competência associada à robótica educacional é o desenvolvimento de habilidades para resolver problemas do mundo

real. O estímulo da criatividade para resolver problemas propostos pelo professor, fazem com que o estudante pense no contexto do problema, essa visão do problema é uma habilidade essencial para resolver situações complexas do dia a dia. Na busca pela solução de um problema em equipe, os alunos interagem, trocam ideias, testam hipóteses, constroem e desconstruem possíveis soluções em busca de uma solução final. Com essa socialização, desenvolvem o trabalho cooperativo tanto na contribuição com ideias como na divisão de tarefas. Segundo Azevedo (2009), a Robótica proporciona o trabalho de equipe, integração do grupo, superação das dificuldades, da timidez, redução das diferenças sociais e estimula o respeito, a compreensão e a amizade entre os discentes.

O desenvolvimento da autonomia do estudante também é um aspecto que podemos verificar com o uso dessa tecnologia. Na busca pela solução de um problema os alunos se sentem desafiados, os jovens em sua maioria gostam de desafios, eles recorrem a pesquisar, aprender, consultar outras pessoas, adquirir outros conhecimentos, e em diversos momentos, encontram a solução por um caminho diferente do que o professor a princípio havia pensado. Ao recorrer a novos conhecimentos, o raciocínio lógico é uma das linhas bastante requisitada, conceitos de eletricidade, circuitos elétricos e mecânica também são bastante requisitados, aprendem a encontrar soluções por tentativa e erro, aprendem a organizar dados, comparar os aspectos teóricos e práticos, a fazer experimentos.

Os currículos e as metodologias tradicionais no ensino de ciências são na sua maioria afastadas da realidade dos estudantes, passando a ideia de que os conhecimentos relativos a essa área foram desenvolvidos por pessoas distantes do mundo real e sem objetivo algum. Se cria uma lacuna enorme entre o que o aluno é, e o que ele quer ser. A ideia que se passa é que profissões comuns, como médicos, engenheiros projetistas, programadores e pesquisadores são futuros a qual o aluno não poderá se apegar, e isso é cruel. Quando se ensina ciência com aplicabilidade real, onde o aluno entende que ele pode construir, consegue-se diminuir essa lacuna e o aluno em um aspecto motivacional compreende que ele pode ser mais do que ele se limita. Quando as atividades de robótica são trabalhadas em um currículo das Ciências, os alunos passam a ter oportunidades ricas de envolver os conhecimentos antes distantes, agora aplicáveis no mundo real e isso tem grande importância na compreensão de conceitos de Física. Isso desenvolve a confiança e amplia as

habilidades de trabalho desses alunos, com a apropriação da capacidade de solucionar problemas usando a lógica de forma eficaz e compreender os conceitos por meio da sua experiência.

O professor, por meio de sua prática, conhecimento e formação, pode proporcionar atividades baseada na solução de situações problemas com práticas interdisciplinares e envolver outras áreas do conhecimento, encontrando assim condições para diversificar sua didática trabalhando com diferentes materiais. A Robótica pode facilmente levar o estudante a pensar na essência do problema, promovendo o estudo de conceitos multidisciplinares, estimulando sua criatividade e a sua inteligência, além de tentar motivá-lo aos estudos. O professor também deixa de ser o único e exclusivo provedor de informações para tornar-se o parceiro no processo de aprendizagem (ALMEIDA, 2007).

Outra habilidade que o professor deve estimular nos estudantes é a maneira de se comunicar e expressar suas ideias e opiniões sobre o trabalho desenvolvido. O professor pode solicitar ao final de cada atividade que os grupos apresentem os caminhos ou metodologia desenvolvida na busca de solucionar o problema proposto. Essas habilidades são essenciais para a vida e para melhorar as relações interpessoais no dia a dia. O professor deve sugerir caminhos por onde o aluno possa realizar sua apresentação, com o tempo, esses caminhos se tornam naturais na expressão das ideias realizadas pelos alunos.

Podemos notar, que o uso da robótica trás em muitos aspectos de conhecimentos e de habilidades essenciais não apenas para a vida escolar, mas também para a vida futura do aluno. Essas competências e habilidade são facilmente destacadas nos documentos curriculares de destaque como os PCNs e a própria BNCC.

5.2 Robótica Educacional no Ensino de Física

A Física é uma ciência em que os seus diversos conceitos e teorias exigem muita abstração para sua compreensão. Em seu vasto campo de estudo, desde o mundo atômico até a própria estrutura do universo, muitas vezes o estudante não consegue interpretar ou entender esses conceitos e teorias por não fazerem parte da

sua realidade. Não conseguem enxergar onde aplicar ou até mesmo utilizar conceitos físicos importantíssimos na sua realidade.

Como em outras áreas o ensino de Física sofre com o baixo desempenho, desmotivação, desinteresse e indisciplina, problemas pedagógicos resultados de um ensino apenas baseado na teoria, sem experimentação e/ou aulas práticas, tornando-se extremamente abstrato e conseqüentemente sem sentindo algum para o estudante que se torna passivo, descontextualizado, desmotivado e desconectando do mundo. 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 inquietos com as aulas tradicionais (MARTINAZZO, 2014, p.22).

Na busca por uma metodologia de ensino que facilite a aquisição do conhecimento e atender as necessidades do mundo atual o uso de tecnologias na educação tem sido uma prática constante em escolas privadas e algumas escolas públicas de destaque. Escolas estão investindo na aquisição de tecnologias para que sejam utilizadas como elementos mediadores no processo de ensino e aprendizagem. Dentre as tecnologias utilizadas na educação, a robótica educacional tem se tornado frequente nas escolas.

O uso dessas tecnologias é previsto nos PCNs, onde o laboratório didático deve preconizar a utilização de objetos educacionais que simulem situações problema ou tentativas de solução, e não apenas uma proposta realizada com o intuito de verificar através de atividades experimentais apenas as leis e teorias previamente determinadas, onde muitas vezes o aluno não possui tempo de entender ou de relacionar o significado das atividades:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (PCN+, 2013, p.81)

Atividade práticas tradicionais com o uso de laboratórios didáticos muitas vezes encontrados no mercado, não são recomendados pelos PCNs no sentido de que não

trazem bons resultados uma vez que o aluno é passivo no processo em que ele deve usar um roteiro pronto sem a possibilidade de se usar em uma nova abordagem de acordo com o seu nível e momento. Segundo Laudades (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 (LAUDADES, 2004, p.51).

O uso de equipamentos prontos nem sempre garantem bons resultados, pois estão, muitas das vezes, distantes da vivência dos alunos:

As abordagens mais tradicionais precisam, portanto, ser revistas, evitando-se “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. É tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros e osciloscópios. A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas. (PCN +, 2013, p.81).

A realização de experimentos de baixo custo são muito presentes em atividades práticas. A razão financeira que os caracteriza, a facilidade de montagem e exemplificação de fenômenos físicos em ambientes desprovidos de um laboratório didático são interessantes, mas limitam-se a aspectos qualitativos, sendo incapazes de realizar medições com a precisão adequada.

Em face a essas dificuldades, o uso da robótica para ensinar conceitos físicos tem possibilitado melhorias no processo de ensino e aprendizagem como elemento facilitador, alinhado ao projeto pedagógico da escola. As atividades experimentais como momento de sedimentação dos conceitos e modelos apresentados durante as aulas teóricas, os alunos passam a ver, através da utilização de experimentos, a Física como algo presente no cotidiano, promovendo o interesse pela investigação e solução de problemas, tornando o ensino significativo e consistente. A oportunidade de conhecer, de manipular e de controlar os experimentos, acaba por facilitar o aprendizado dos conceitos e despertar o interesse do aluno. A robótica educacional também pode ser usada em experimentos que necessitam da aquisição de dados. Através de seus sensores, os alunos podem coletar dados essenciais no entendimento de leis e na comprovação de leis e teorias.

Devemos ter consciência que o uso da robótica por si só poderá não acarretar melhoras no processo de ensino e aprendizagem. O professor deve organizar sua prática na busca de soluções de problemas do dia a dia e que podem ser alinhadas com outras áreas do conhecimento ampliando em alguns momentos, o ensino para um âmbito interdisciplinar. O uso da robótica permite que o professor possa instigar seus alunos a se envolverem nas atividades, apresentando a proposta experimental e seus objetivos, os deixando interagir na busca de soluções para as possíveis dificuldades que aparecerão. À medida que novas ideias surgem e desafios são solucionados, o potencial motivacional se mantém. se a intenção do aluno é compreender bem os conteúdos, e não apenas concluir a atividade estipulada pelo professor, irá com certeza dedicar-se ao estudo (Ribeiro, 2011).

5.3 Robótica Educacional com o Uso do Arduino

O uso de laboratórios didáticos em escolas públicas encontra dificuldades como falta de espaço físico ou falta de suporte técnico, na maioria das vezes em uma atividade prática simples, o professor fica sobrecarregado com a preparação, montagem e desmontagem das experiências. Outra estratégia que contorna as dificuldades apresentadas é o uso de kits comerciais de laboratórios didáticos, porém o uso desses kits encontra problemas pedagógicos por não apresentarem a liberdade de serem modificados, ficando restritos ao uso de um roteiro fechado. Outro problema determinante na situação real das escolas públicas é o alto custo monetário desses conjuntos comerciais, 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, 2011).

Em face a essas dificuldades o Arduino se apresenta como uma ferramenta com grande potencial de aplicabilidade nas escolas públicas devido ao seu baixo custo, que pode ser levado para qualquer lugar e à grande gama de referências sobre sua utilização em projetos educacionais ou como ferramenta de ensino nas aulas. Como é uma placa de programação livre, os envolvidos no processo educacional

possuem uma gama de possibilidades de programação e de montagens de experimentos para o seu determinado objetivo, o professor será apenas o mediador de sua utilização, alinhados os conceitos físicos com o problema a ser resolvido pelos alunos, guiando-lhes na abordagem experimental.

Comparada a outros kits de robótica educacional o Arduino juntamente com seus sensores e atuadores permitem a criação das mais diversas situações de aprendizagem que muitas vezes ainda são limitadas em kits robóticos comerciais pode-se criar atividades qualitativas e quantitativas, que permitam a interação entre os estudantes e sua participação ativa na construção do próprio conhecimento. além disso, os alunos adquirem diversas outras competências e conhecimentos relacionados à eletrônica e programação, podendo ter seus interesses despertado nessas áreas a fim de seguir na vida acadêmica.

Aproximando-se de algo bem usual, podemos dizer que o Arduino, mostrado na figura 01, é um pequeno computador residente em um único circuito integrado, contendo uma unidade central de processamento (CPU), memória, portas de entrada e saída de dados, sendo mais preciso, é um microcontrolador que depois de programado, pode ser usado de forma independente para controlar diversos equipamentos e até criar outros. Com o Arduino podemos controlar um robô, automatizar a sua casa controlando o acender e apagar das luzes, ligar e desligar diversos sistemas eletrônicos, coletar e processar medidas das diversas grandezas físicas com diversos sensores e atuadores, a possibilidade de aplicações é infinita.

Figura 01 - Arduino UNO



Fonte: <https://cdn.awsli.com.br/600x700/101/101615/produto/3119516/d2eab175db.jpg>

Diversos microcontroladores fazem parte de nossa rotina, como no funcionamento de um elevador ou porta automática, no controle de tráfego de um

semáforo, no funcionamento dos nossos eletrodomésticos que podem ser programados, como micro-ondas, ar-condicionado, geladeira e TVs são controlados por microcontroladores semelhantes ao Arduino.

Criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores italianos, o Arduino foi desenvolvido com a proposta de ser um dispositivo barato, funcional e fácil de programar, sendo acessível a estudantes e projetistas entusiastas. Além disso, a proposta incluía o dispositivo ser de hardware livre podendo outros projetistas montar, modificar e personalizar o Arduino partindo do hardware básico, e por isso, atualmente encontramos no mercado diversos tipos de Arduino como mostrado na figura 02, as placas se diferenciam por número de portas, capacidade de armazenamento e processamento, podendo você escolher qual Arduino da família será mais rentável para seu projeto.

Figura 02 - Arduinos diversos



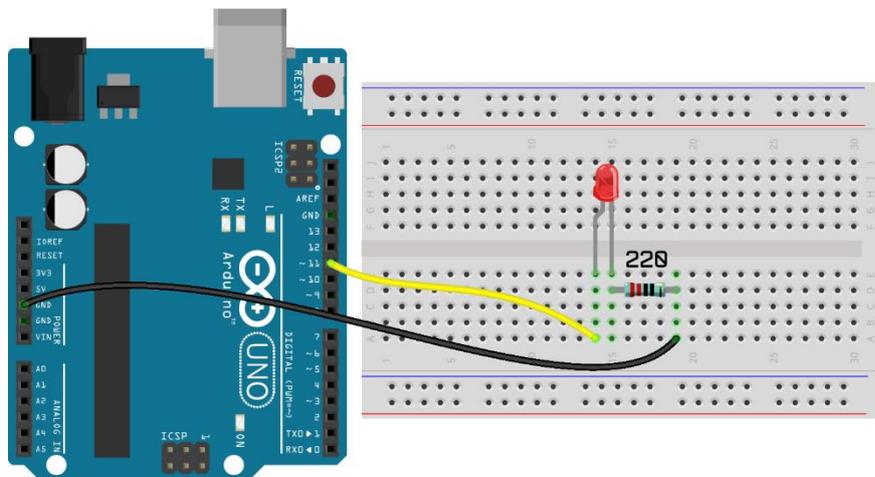
Fonte: <https://mundotudofacil.com/wp-content/uploads/2020/11/FiguraCapa.png>

Em uma placa do microcontrolador Arduino, podemos incorporar, **sensores**, que servem para coletar dados de grandezas físicas como luminosidade, radiação, temperatura, umidade, e transformar essas grandezas em sinais elétricos ou dados, podemos incorporar os **atuadores**, como motores, emissores de luz, geradores de campos magnéticos, que transformam sinais elétricos em grandezas físicas, e podemos incorporar ainda os shields, que são expansões que podem ser acopladas ao Arduino aumentando suas capacidades ou funcionalidades, como shields de conexão bluetooth ou wifi.

A placa consiste em um circuito com entradas e saídas, que permitem a captação de informações provenientes de sensores e o envio de comandos a outros sistemas. Possui processador e memória que executam uma programação específica

que pode acionar por exemplo um simples LED (light-emitting diode) (Figura 03) ou um sistema de automação residencial. Se comparada aos outros microcontroladores possui baixo custo e sua programação é mais acessível a pessoas que desconhecem linguagens de programação. Na internet, podemos encontrar diversas montagens, exemplos de como usar a placa, projetos educacionais, tirar dúvidas com a comunidade em fóruns ou sites relacionados.

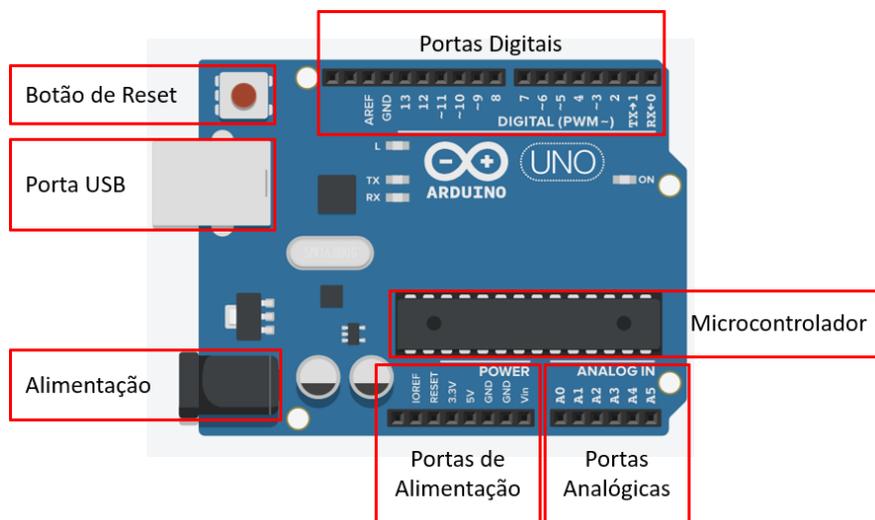
Figura 03 - Exemplo de um projeto de Arduino para controlar LEDs



Fonte: https://uploads.filipeflop.com/2018/12/projeto_01_bb.png

As principais partes do Arduino que devemos conhecer para os desenvolvimentos de diversos projetos são apresentados na figura 04

Figura 04 - Principais partes do Arduino



Fonte: Arquivo do autor

Microcontrolador: É o cérebro do Arduino, é o dispositivo programável que roda o código que enviamos para a placa.

Porta USB: É por onde o Arduino se comunica ao computador com o auxílio de um cabo USB, além de ser uma opção de alimentação da placa. Em sua extensão temos o conversor Serial-USB e os LEDs TX e RX que piscam quando o Arduino recebe ou transmite dados.

Portas Digitais: Conhecidos como pinos de entrada e saída, são as portas em que o Arduino interage com o mundo externo, através delas podemos comandar sensores e atuadores ou receber informações deles. Essas portas podem assumir dois estados, HIGH e LOW, ou seja, 5 V e 0 V.

Portas Analógicas: São as portas onde o Arduino traduz sinais analógicos, como temperatura, pressão, luminosidade em sinais digitais.

Portas de Alimentação: Fornece alguns valores de tensão que podem ser utilizados para alimentar continuamente alguns componentes do projeto.

Botão de Reset: Botão que reinicia a placa, reiniciando assim o código armazenado nela.

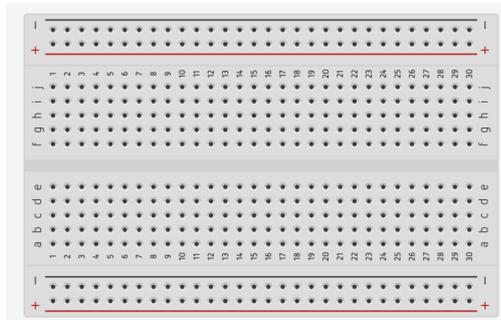
Alimentação: Entrada onde podemos alimentar o Arduino com uma fonte de energia externa que não seja através do USB ligado ao computador. Apesar de aceitar uma faixa de alimentação de 6 V a 20 V, recomenda-se usar tensões de 7 V a 12 V, no caso podemos usar uma fonte 9 V - 1 A Bivolt encontrada facilmente em lojas de eletroeletrônicos ou variedades.

Além das principais partes citadas, o Arduino também possui três locais de memórias, que são usadas durante o armazenamento e manipulação de variáveis durante o processamento de um sketch (programa a ser executado no Arduino).

Para o desenvolvimento de projetos usando o Arduino, a gama de sensores e atuadores é imensa, alguns exemplos são essenciais para todos os projetos como:

Protoboard: Como mostra a figura 05, a protoboard uma pequena placa de prototipagem onde você conecta os componentes eletrônicos sem a necessidade de solda, ela possui furos e conexões condutoras interligadas onde podemos associar os componentes eletrônicos. A versatilidade de uma protoboard se justifica pela necessidade de se montar circuitos eletrônicos que necessitam de rapidez de montagem, modificações constantes e ao final, o circuito pode ser desmontado e os componentes usados em outras montagens.

Figura 05 - Protoboard de 400 pontos



Fonte: Arquivo do autor

Resistor: É um dos componentes mais importantes e mais comum que podemos encontrar em quase todos os circuitos eletrônicos, eles não possuem polaridade e podem ser usados em correntes contínuas e correntes alternadas. A função básica de um resistor no circuito elétrico é limitar a passagem de corrente elétrica em um ramo do circuito.

Figura 06 - Resistor



Fonte: Arquivo do autor

Jumpers: São pequenos fios condutores que podem ser conectados a uma protoboard para interligar dois pontos do circuito em projetos eletrônicos, suas extremidades podem ser do tipo macho-macho, fêmea-fêmea ou macho-fêmea.

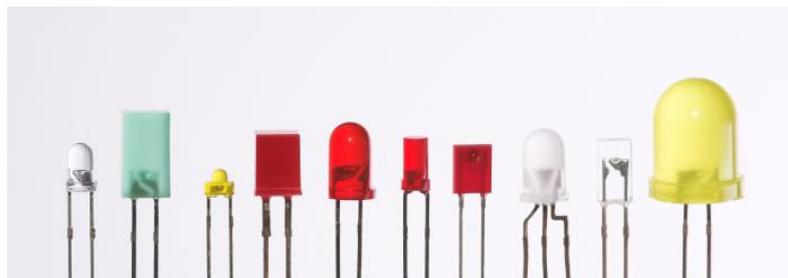
Figura 07 - Extremidade dos jumpers tipo macho (esquerda) e tipo fêmea (direita)



Fonte: <https://d3ugyf2ht6aenh.cloudfront.net/stores/198/075/products/jumper-macho-femea-x101-c43eb747e1722286c615447489206480-1024-1024.jpg>

Light Emissor Diode - LED: Diodos emissores de luz, mais conhecidos como *Light-Emitting Diodes*, os famosos LEDs, são um dos, senão o modelo de diodo mais conhecido na eletrônica.

Figura 08 = Modelos de LEDs



Fonte: https://www.robocore.net/upload/tutoriais/265_img_11_M.png?712

Sensores: Atualmente, o mercado dispõe de diversos sensores com diversas aplicações, por exemplo, sensores de luminosidade, sensores de chuva, sensores de umidade etc.

Figura 09 - Sensor de temperatura Termistor NTC 10K



Fonte: Arquivo do autor

Para programar o Arduino de maneira a ele executar comandos, coletar dados e tomar decisões com base nesses dados, se faz uso da Arduino IDE (Integrated Development Environment), que é o ambiente de desenvolvimento integrado. Trata-se de um software que permite a criação e compilação dos códigos, chamados de **sketches**, e carregamento na memória do Arduino. Para o desenvolvimento de nossas práticas é aconselhável o uso da versão mais atual, em nosso caso, trabalharemos com a versão 1.8.13 apresentado na figura 10.

O download pode ser feito por uma pesquisa rápida no google pelo termo **Arduino IDE**, será o primeiro resultado da pesquisa, onde você será redirecionado para o link <https://www.arduino.cc/en/software>, você pode baixar o arquivo em Zip, extrair os arquivos em uma pasta e executar a IDE sem precisar de instalação, ou caso esteja usando o Windows 10, poderá instalar direto pelo Microsoft Store, e ainda tem a opção de trabalhar com o **Arduino Web Editor** que se encontra no mesmo endereço.

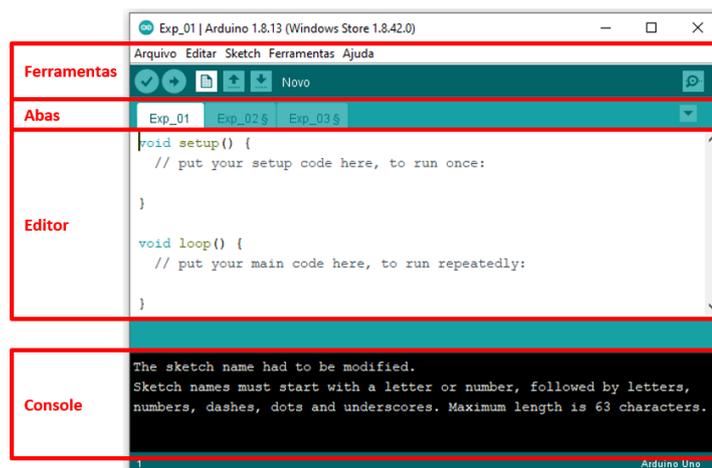
Figura 10 - Ambiente para download do Arduino IDE



Fonte: Arquivo do autor

Após a instalação e execução da IDE, você será levado ao ambiente do programa como mostrado na figura a seguir.

Figura 11 - Ambiente do Arduino IDE



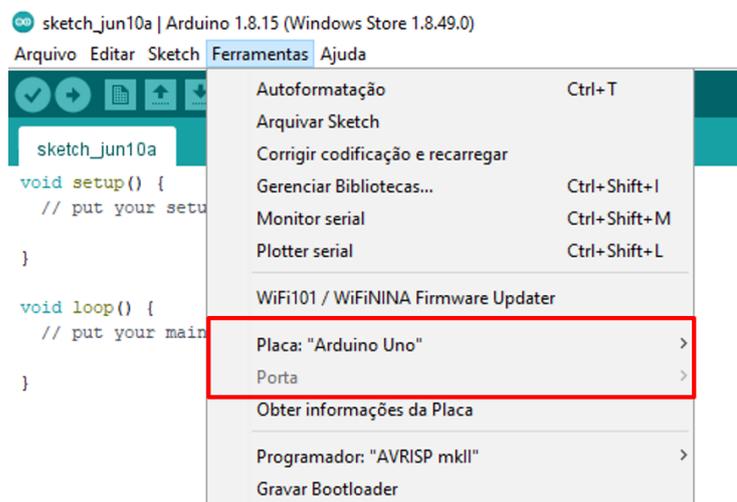
Fonte: Arquivo do autor

Na barra de **Ferramentas** você pode salvar, abrir, editar e realizar outras funcionalidades que serão discutidas assim que necessárias. Você pode visualizar ainda alguns botões rápidos, como **verificar**, **carregar**, **novo**, **abrir**, **salvar** e **monitor serial**. Na barra de **abas**, temos os sketch abertos na janela do Arduino IDE, você pode navegar pelas abas ou criar abas, mas fique atento, ao criar uma aba você deve salvá-la para não perder o código.

O painel **Editor** é o espaço reservado para escrever o código que o Arduino deverá receber, e após a verificação, a IDE compila o código enviando para o Arduino. No painel **Console**, a IDE comunica se o código está correto, se, e onde apresenta erros, se foi compilado e algumas outras informações referentes ao código.

A comunicação com o computador é realizada através de um cabo USB, esta linha de comunicação é capaz de receber os programas desenvolvidos pelo usuário e de estabelecer uma comunicação bidirecional de dados entre o Arduino e o computador. Ao conectar seu Arduino a uma porta USB do computador onde a IDE se encontra instalada, seu sistema operacional deverá atualizar alguns drivers. Após a atualização você deve configurar seu sketch para se comunicar com seu Arduino, para isso, vá em **Ferramentas > Placa >** e selecione o modelo do seu Arduino, no nosso caso, **Arduino Uno**, em seguida selecione a porta em que aparece o seu Arduino. Após verificado se as configurações de **Placa e Porta** estão corretas.

Figura 12 - Comunicação do Arduino com o computador



Fonte: Arquivo do autor

Então com o Arduino reconhecido e se comunicando com o computador podemos analisar o ambiente de programação ou sketches do Arduino que são divididos em três partes básicas, estrutura, variáveis e funções. A estrutura apresentada ao criar um sketch é a seguinte:

```
void setup() {
```

```
// put your setup code here, to run once:
```

```
}
```

```
void loop() {
```

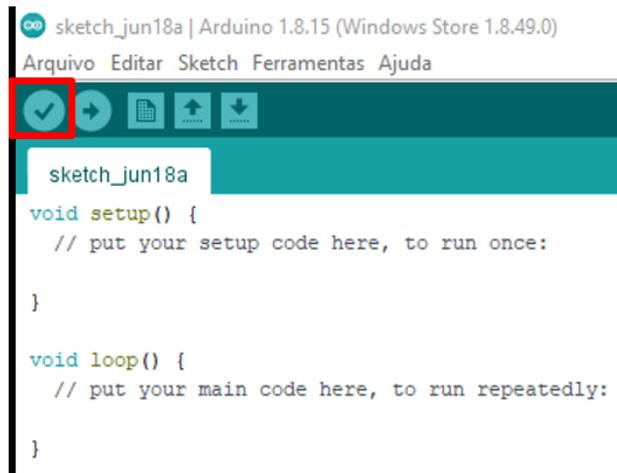
```
// put your main code here, to run repeatedly:
```

```
}
```

As estruturas `setup()` e `loop()` sempre deverão aparecer na programação. Quando o Arduino for iniciado a função `setup()` será executada uma única vez, nela se define as variáveis, se inicia as variáveis e se define as configurações dos pinos digitais ou inclusão de bibliotecas. Logo em seguida, a função `loop()` inicia e se repete executando seu conteúdo. Muitas estruturas de controle bem recorrentes em programação podem ser usadas como os comandos `if` e `if...else`, por exemplo. Ao final de cada linha de definições ou comando, se exige o uso de um “ponto e vírgula”. Para inserir comentários deve-se fazer após o `//` para uma linha ou `/* */` para comentários multilinhas. O professor não deve se apegar aos conceitos de programação mais íntimos, esse ambiente se torna familiar apenas com o seu uso. A programação para o uso de sensores pode ser facilmente encontrada na internet cabendo apenas ao professor fazer alguns ajustes à sua metodologia.

Após criar um sketch ou colar um já pronto pode ser feito um teste que verifica se há algum erro de edição, clicando no “v” na barra de menu, como mostra a figura a seguir.

Figura 13 - Botão para verificar se o código possui algum erro de edição

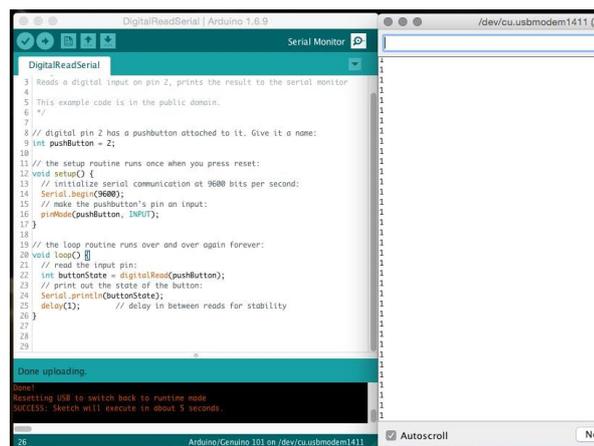


Fonte: Arquivo do autor

Após essa verificação, caso não haja erro, basta carregar o código na placa Arduino devidamente conectada no computador, clicando na seta ao lado do botão verificar indicado na figura anterior. A conexão entre o Arduino e o computador é feita por meio de um cabo USB simples. Evidentemente, mesmo para quem não tem tanta familiaridade com programação e conhecimento sobre eletrônica é possível montar e executar algum projeto com sucesso.

Para monitorar e coletar os dados em um experimento o botão monitor serial que fica no canto superior direito na figura de uma lupa pode ser iniciado enquanto a placa está conectada ao computador.

Figura 14 - Botão monitor serial para monitoramento dos dados



Fonte: https://hackster.imgix.net/uploads/cover_image/file/171982/Screenshot%20of%20the%20Serial%20Monitor%20window%20on%20the%20Arduino%20IDE%20interface%20showing%20the%20Serial%20Monitor%20button%20highlighted%20with%20a%20red%20box

Muitas práticas educacionais envolvendo o Arduino se constituem de propostas didáticas, e que consistem essencialmente na coleta e análise de dados, para estudo de fenômenos físicos tanto no ensino médio como no ensino superior. Além da acessibilidade na aquisição de dados, presentes em várias atividades, o Arduino destaca-se pela precisão nos experimentos, pela aplicabilidade em diversas áreas dos conhecimentos que trata desde a abordagens de problemas ambientais, a automação de casas e cidades inteligentes, automação de robôs e por fazer uso de metodologias fundamentadas em teorias da aprendizagem.

Para o desenvolvimento deste trabalho, usaremos a plataforma Arduino como elemento motivador, como plataforma de coleta de dados mediante a operação dos sensores ligados ao Arduino. Apesar do aspecto experimental, a estrutura didática se desenvolverá na resolução de problemas com o uso dos dados coletados por essa interface. Podemos afirmar que essa plataforma é um recurso extremamente relevante no ensino de Física, vez que faz uso da ciência na identificação de problemas ambientais com auxílio de sensores acoplados ao Arduino e trabalha o aspecto investigativo dos estudantes envolvidos no processo, a busca pelo entendimento do problema e possíveis soluções permite uma rica interdisciplinaridade, e que quando bem planejada, faz uso de uma linha pedagógica no ensino baseada em teorias da aprendizagem bastante conceituadas.

6. CONCEITOS INICIAIS DE TERMOLOGIA

6.1 INTRODUÇÃO

Um dos principais ramos da Física e da engenharia é a termodinâmica, o estudo da energia térmica (também conhecida como energia interna) dos sistemas. Um dos conceitos centrais da termodinâmica é o de temperatura. Desde a infância, temos um conhecimento prático dos conceitos de temperatura e energia térmica. Sabemos, por exemplo, que é preciso tomar cuidado com alimentos e objetos quentes e que a carne e o peixe devem ser guardados na geladeira. Sabemos, também, que a temperatura no interior de uma casa e de um automóvel deve ser mantida dentro de certos limites e que devemos nos proteger do frio e do calor excessivos.

Os exemplos de aplicação da termodinâmica na ciência e na tecnologia são numerosos. Os engenheiros de automóveis se preocupam com o superaquecimento dos motores, especialmente no caso dos carros de corrida. Os engenheiros de alimentos estudam o aquecimento de alimentos, como o de pizzas em fornos de micro-ondas, e o resfriamento, como no caso dos alimentos congelados. Os meteorologistas analisam a transferência de energia térmica nos eventos associados ao fenômeno El Niño e ao aquecimento global. Os engenheiros agrônomos investigam a influência das condições climáticas sobre a agricultura. Os engenheiros biomédicos estão interessados em saber se a medida da temperatura de um paciente permite distinguir uma infecção viral benigna de um tumor canceroso. Para uma ampla compreensão dos fenômenos térmicos e das aplicações da termodinâmica, os conceitos iniciais como temperatura, energia térmica, equilíbrio térmico e calor, são essenciais para a formação de um alicerce teórico científico que são estruturantes para o desenvolvimento dos conhecimentos na termodinâmica.

6.2 TEMPERATURA

Toda matéria – sólida, líquida ou gasosa – é composta por átomos ou moléculas em constante agitação. Em virtude desse movimento aleatório, os átomos ou moléculas da matéria possuem energia cinética. A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente. Porém o tato não é um bom meio de determinar se um corpo está quente ou frio, já que nossa sensação apresentará um conceito relativo. Um experimento bem simples que ilustra essa afirmação é de que ao mergulhar uma das mãos em água fria e a outra em água quente por um tempo, em seguida mergulhar as mãos em água morna, teremos sensações diferentes em relação à água morna.

Figura 15 – Sensação de quente e frio com o tato



Fonte: Livro Física Conceitual – Paul Gewitt

A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de temperatura. O primeiro “medidor térmico”, o termômetro, foi inventado por Galileu, em 1602 (a palavra térmico é o termo grego para “calor”). O termômetro comum com mercúrio dentro de um tubo de vidro veio a ser usado amplamente apenas nos últimos 70 anos. (Os termômetros de mercúrio irão cair em desuso nos próximos anos, por causa do perigo que o mercúrio representa.) Expressamos a temperatura da matéria por meio de um número que corresponde à quantidade de graus de aquecimento ou de esfriamento em alguma escala escolhida.

Praticamente todos os materiais sofrem dilatação quando suas temperaturas se elevam, e contraem-se quando as temperaturas diminuem. De modo que a maioria dos termômetros medem a temperatura por meio da dilatação ou contração de um líquido, normalmente o mercúrio ou álcool colorido, dentro de um tubo de vidro dotado de uma escala.

Na escala mais utilizada mundo afora, a escala internacional, o número 0 é assinalado à temperatura na qual a água congela, e o número 100, à temperatura na qual a água entra em ebulição (numa pressão atmosférica normal). O espaço entre esses dois números é dividido em 100 partes iguais, chamadas de graus; daí um termômetro calibrado dessa maneira ter sido chamado de termômetro centígrado (de centi, que significa “centésimo”, e gradus, que significa “grau”). Entretanto, ele é atualmente chamado de termômetro Celsius, em homenagem ao homem que primeiro sugeriu tal escala, o astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744).

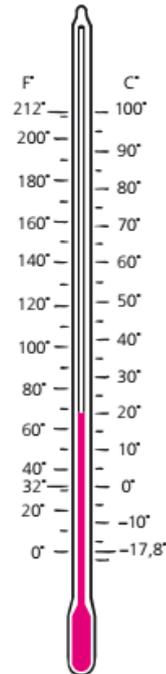
Outra escala de temperatura é popular nos Estados Unidos. Nessa escala, o número 32 é assinalado como a temperatura na qual a água congela, e o número 212 como a temperatura na qual a água ferve. Essa é a escala que forma um termômetro Fahrenheit, assim denominado em homenagem a seu ilustre criador, o físico alemão Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736). Essa escala tornar-se-á obsoleta nos Estados Unidos se e quando o país adotar o sistema métrico.

A escala de temperatura escolhida pelos cientistas é a escala Kelvin, uma homenagem ao físico escocês William Thomson, Primeiro Barão Kelvin (1824-1907). Essa escala é calibrada não em termos dos pontos de congelamento e de ebulição da água, mas em termos de energia mesmo. O número zero é assinalado como a mais baixa temperatura possível – o zero absoluto, na qual qualquer substância não tem absolutamente qualquer energia cinética para fornecer. O zero absoluto corresponde a -273°C na escala Celsius. As divisões da escala Kelvin possuem o mesmo tamanho que os graus da escala Celsius, de modo que a temperatura de fusão do gelo é 273 K. Não existem números negativos na escala Kelvin, por isso ela é chamada de escala absoluta.

Fórmulas aritméticas são usadas para fazer a conversão de Fahrenheit para Celsius e de Celsius para Fahrenheit, e são muito populares em exames escolares. Esses exercícios aritméticos não são realmente físicos, sendo pequenas as chances de você ter a necessidade de realizar tal tarefa em outro lugar além daqui. Portanto,

não nos preocuparemos com isso. Além disso, essa conversão pode ser bem estimada simplesmente lendo-se a correspondente temperatura na outra escala a partir das marcações feitas lado a lado no termômetro na figura a seguir.

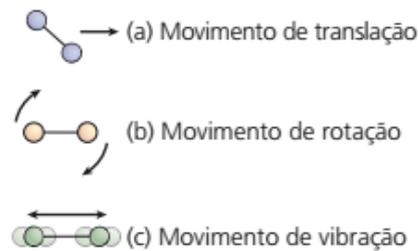
Figura 16 – Relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit



Fonte: Livro Física Conceitual – Paul Hewitt

A temperatura está relacionada ao movimento aleatório dos átomos ou moléculas de uma substância, mais especificamente, a temperatura é proporcional à energia cinética média “translacional” do movimento molecular (pelo qual as moléculas se movimentam de um lugar a outro). As moléculas podem também rodar e vibrar, com energia cinética rotacional e vibracional correspondentemente associadas – mas esses movimentos não são de translação, e não definem temperatura.

Figura 17 – Movimentos moleculares



Fonte: Livro Física Conceitual – Paul Gewitt

O efeito da energia cinética translacional versus a energia cinética rotacional e vibracional é verificado drasticamente em um forno de micro-ondas. As micro-ondas que bombardeiam sua comida fazem com que determinadas moléculas da comida, principalmente as de água, oscilem invertendo sua orientação de um sentido para o outro, com uma energia cinética rotacional considerável. Porém, as moléculas que oscilam não cozinham de fato a comida. O que eleva a temperatura e cozinha efetivamente a comida é a energia cinética translacional comunicada às moléculas vizinhas, que ricocheteiam nas moléculas oscilantes de água. Se as moléculas vizinhas não interagissem com as moléculas oscilantes da água, a temperatura da comida não seria diferente do que era antes do forno de ser ligado.

Curiosamente, o que o termômetro de fato revela é sua própria temperatura. Quando um termômetro está em contato térmico com algo cuja temperatura desejamos conhecer, a energia fluirá entre os dois corpos até que suas temperaturas se igualem e o equilíbrio térmico se estabeleça. Se conhecemos a temperatura do termômetro, então conhecemos a temperatura do corpo em contato. Um termômetro, portanto, deveria ser suficientemente pequeno, de modo a não alterar consideravelmente a temperatura do corpo em contato, a qual se quer medir. Se você está medindo a temperatura do ar em uma sala, então seu termômetro comum é adequadamente pequeno. Mas se fosse para medir a temperatura de uma gota d'água, o simples contato entre a gota e o termômetro poderia alterar a temperatura da gota – um caso clássico de alteração no que se deseja medir pelo próprio processo de medição.

6.3 CALOR

Quando você toca numa estufa aquecida, a energia passa para sua mão, porque a estufa está mais quente do que ela. Por outro lado, quando você encosta sua mão num pedaço de gelo, a energia sai de sua mão para o gelo, que é mais frio. O sentido da transferência espontânea de energia é sempre do corpo que está mais quente para um vizinho mais frio. A energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada de calor. É importante observar que a matéria não contém calor. Isso foi descoberto por Rumford em seus experimentos entediantes com canhões. Um canhão é feito iniciando-se com a moldagem de uma grande peça metálica cilíndrica em uma fundição. Essa peça é colocada, então, sobre um torno, onde é gradualmente perfurada por uma broca estacionária que pressiona a peça de cima para baixo. O torno usado por Rumford era girado por cavalos, como era usual naquela época. Rumford ficou intrigado com as enormes quantidades de calor liberadas no processo. A noção de calor que se tinha naquela época, concebido como um fluido hipotético chamado calórico, não se ajustava às evidências. Se a broca estava cega, a quantidade de calor liberado era ainda maior. E, desde que os cavalos mantivessem a broca em movimento, mais e mais calor era liberado. A fonte de calor não era algo dentro do metal, mas o movimento dos cavalos. Essa descoberta ocorreu antes que o atrito fosse considerado uma força, e antes que o conceito de energia e sua conservação fossem compreendidos. As medições cuidadosamente feitas por Rumford convenceram-no de que a teoria do calor como calórico era falsa. Apesar disso, a teoria do calórico para o calor manteve-se em uso por muitos anos. Durante esse tempo, seus experimentos foram repetidos, e levaram à conexão entre calor e trabalho.

Rumford, e pesquisadores que seguiram seus passos, perceberam que a matéria contém energia cinética molecular e possivelmente energia potencial, não calor. Calor é energia em trânsito de um corpo a uma temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa. Uma vez transferida, a energia deixa de ser calor. Anteriormente denominamos a energia resultante de fluxo de calor de energia térmica, para deixar claro o vínculo entre calor e temperatura. Empregaremos a partir de agora o termo preferido pelos cientistas, energia interna.

A energia interna é a soma total de todas as energias no interior de uma substância. Além da energia cinética translacional da agitação molecular em uma substância, existe energia em outras formas. Existe a energia cinética rotacional das

moléculas e a energia cinética devido ao movimento interno dos átomos dentro das moléculas. Existe também a energia potencial devido às forças entre as moléculas. De modo que uma substância não contém calor – ela contém energia interna. Quando uma substância absorve ou cede calor, a sua energia interna, correspondentemente, aumenta ou diminui. Em alguns casos, como quando o gelo se derrete, o calor absorvido de fato não aumenta a energia cinética molecular, mas transforma-se em outras formas de energia.

Para dois objetos em contato térmico, o calor flui de uma substância a uma temperatura mais alta para outra a uma temperatura mais baixa. Mas não necessariamente flui de uma substância com mais energia interna para outra com menor energia interna. Existe mais energia interna em uma tigela de água morna do que em uma tachinha incandescente; se ela for imersa em água, o fluxo de calor não ocorrerá da água morna para a tachinha. Pelo contrário, o calor fluirá da tachinha quente para a água mais fria. O calor jamais flui espontaneamente de uma substância a uma temperatura mais baixa para outra substância a uma temperatura mais alta.

Quanto flui de calor depende não apenas da diferença entre as temperaturas das substâncias, mas também da quantidade de material que existe. Por exemplo, um barril cheio de água quente transferirá mais calor para uma substância mais fria do que uma xícara cheia com água à mesma temperatura. Existe mais energia interna na porção de água maior.

Figura 18 – Energia interna e temperatura



Fonte: Livro Física Conceitual – Paul Gewitt

Uma vez que calor é um trânsito de energia, ele é medido em joules. No Brasil, uma unidade mais comum de calor é a caloria. A caloria é definida como a quantidade

de calor requerida para alterar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius.

O conteúdo energético dos alimentos e dos combustíveis é determinado por meio de sua queima e da medição da energia liberada. A unidade de calor usada nos rótulos de alimentos industrializados é realmente a quilocaloria, que equivale a 1.000 calorias (o calor requerido para elevar a temperatura de 1 quilograma de água em 1°C). Para diferenciar essa unidade da caloria de menor valor, a unidade de calor empregada em alimentos é chamada de uma Caloria (escrita com a letra maiúscula C). É importante lembrar que a caloria e a Caloria são unidades de energia. Esses nomes são reflexos da antiga ideia de que o calor fosse um fluido invisível chamado de calórico. Essa visão persistiu, mesmo depois dos experimentos de Rumford em contrário, até o século XIX. Agora sabemos que o calor é uma forma de transferência de energia, e não uma substância com sua própria existência, de maneira que não é necessário que ela tenha sua própria unidade. Algum dia, a caloria poderá dar lugar à unidade do SI, o joule, como a unidade usual para medir calor. (A relação entre calorias e joules é 1 caloria = 4,184 joules.) Usualmente usamos as calorias para falar de calor, é uma unidade conceitualmente mais simples – porém, no laboratório, você poderá usar o equivalente em joules, em que uma entrada de 4,184 joules eleva em 1°C a temperatura de 1 grama de água. Para uma pessoa que é um “vigilante do peso”, o amendoim contém 10 Calorias; para o físico, ele libera 10.000 calorias (ou 41.840 joules) de energia quando é queimado ou consumido.

Figura 19 – Amendoim de 10 Calorias



Fonte: Livro Física Conceitual – Paul Gewitt

7 METODOLOGIA

Esse capítulo aborda o percurso metodológico utilizado para caracterizar a pesquisa, o método utilizado, o tipo de pesquisa, os participantes da pesquisa, os instrumentos de produção de dados, a análise dos dados e a caracterização do produto educacional.

7.1 Contextualização e Objetivo do Estudo

Este estudo surgiu da necessidade de intervenção no processo educacional em escolas públicas caracterizadas pela significativa distância de grandes centros urbanos, e que acabam não sendo atingidas por iniciativas públicas educacionais diferenciadas. O elemento motivante foi a necessidade de proporcionar aos alunos uma abordagem diferente, algo que lhes captasse a atenção e o interesse de modo a ressignificar a motivação para os estudos. O corpo de alunos escolhido é bastante caracterizado por problemas no núcleo familiar muitas vezes associados a baixa renda familiar, problemas psicológicos também associados a fatores familiares, baixo rendimento escolar e evasão. Em muitos casos a escola entra apenas como refúgio para um convívio social menos problemático que o ambiente familiar e foge da sua real importância para o aluno.

Pelo exposto, é necessário proporcionar o acesso a tecnologias atuais bem como permitir um aprendizado de forma ativa e participativa. Se faz necessário inovar nas aulas, proporcionando-lhes um processo motivador, o que acaba sendo bastante motivador para o professor. Na direção das orientações da legislação vigente e sobretudo relevando as especificidades dos alunos, decidiu-se avançar com este estudo com o objetivo de avaliar as potencialidades do uso do Arduino no ensino de Física em escolas públicas caracterizadas acima.

7.2 Caracterização do Es

tudo

Este trabalho é caracterizado por uma pesquisa do tipo pesquisa-ação com enfoque qualitativo. De acordo com Kemmis e McTaggart (1988), uma pesquisa-ação é uma forma de investigação baseada em uma autorreflexão coletiva empreendida pelos participantes de um grupo social, de maneira a melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas sociais e educacionais, como também o seu entendimento dessas práticas e de situações em que essas práticas acontecem.

A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos. Através de uma reflexão é possível fazer com que o professor melhore sua prática e a partir dela, possa gerar conhecimento.

Devemos reconhecer a pesquisa-ação como um dos inúmeros tipos de investigação-ação, que é um termo genérico para qualquer processo que siga um ciclo no qual se aprimora a prática pela alternância sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela.

Figura 20 - Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação.



Fonte: <https://www.researchgate.net/profile/Anna-Cautela-Gouvea/publication/345943063/figure/fig1/AS:958501316739074@1605535930346/Figura-2-Representacao-em-quatro-fases-do-ciclo-basico-da-pesquisa-acao.ppm>

A pesquisa-ação tende a ser pragmática, distinguindo-se claramente da prática e, embora seja pesquisa, também se distingue claramente da pesquisa científica tradicional, principalmente porque a pesquisa-ação ao mesmo tempo altera o que está sendo pesquisado e é limitada pelo contexto e pela ética da prática. Podemos notar que a pesquisa-ação requer ação tanto nas áreas da prática quanto da pesquisa, de modo que, em maior ou menor medida, terá características tanto da prática rotineira quanto da pesquisa científica. Podemos notar essas relações e diferenças na tabela a seguir

Figura 21 - Características da pesquisa ação

Linha	Prática rotineira	Pesquisa-ação	Pesquisa científica
01	habitual	inovadora	Original / financiada
02	repetida	contínua	Ocasional
03	Reativa contingência	Pro-ativa estrategicamente	Metodologicamente conduzida
04	individual	participativa	Colaborativa / colegiada
05	naturalista	intervencionista	Experimental
06	Não questionada	problematizada	Contratual (negociada)
07	Com base na experiência	deliberada	Discutida
08	não-articulada	documentada	Revisada pelos pares
09	pragmática	compreendida	Explicada / teorizada
10	Específica do contexto		Generalizada
11	privada	disseminada	publicada

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/286373/1/images/5/Caracter%C3%ADsticas+da+pesquisa-a%C3%A7%C3%A3o.jpg>

Levando em consideração essas características, podemos delinear a pesquisa ação como um processo que deve ser contínuo e não repetido ou ocasional, a ação para se melhorar a prática de alguém deve ser trabalhada regularmente. A pesquisa-ação fica entre os dois (a prática e a pesquisa científica), porque é proativa com respeito à mudança, e sua mudança é estratégica, no sentido a ação é baseada na compreensão alcançada por meio da análise de informações de pesquisa, por outro lado, contrapõe-se à ação que é limitada por protocolos de pesquisa. Ela deve ser ainda participativa na medida em que inclui todos os que, de um modo ou outro, estão envolvidos nela e é colaborativa em seu modo de trabalhar. A pesquisa-ação tem um aspecto menos formal do que a pesquisa científica uma vez que tem mais um aspecto

intervencionista do que mais estritamente experimental. A pesquisa-ação sempre começa a partir de algum tipo de problema e não considera o exame de seus procedimentos, valores e eficácia, mas como processo de aprimoramento, a pesquisa-ação sempre começa a partir de algum tipo de problema e muitas vezes se aplica o termo “problematizar”. A pesquisa-ação é sempre deliberativa, é rotineiramente corrente e geralmente só é vivenciada pelos participantes, porém quando se torna necessário algum julgamento profissional importante, a deliberação ocorre e o processo se desloca mais na direção da investigação-ação, uma vez que o prático comumente seguirá os resultados do julgamento a fim de aprender com ele. A pesquisa-ação fica em algum ponto entre o não-registro da maior parte do que acontece na prática rotineira e a rigorosa revisão, nesse sentido, a pesquisa-ação tende a documentar o progresso, tanto por meio da compilação de um portfólio, do tipo de informações regularmente produzidas ou pela prática rotineira. Se faz necessário que a pesquisa-ação se preocupe com que a prática rotineira funcione bem e que deve ser individualizada, agindo em determinado grupo, realidade ou problemática. E por fim, tendo em vista que o conhecimento obtido na prática rotineira tende a permanecer com a prática individual, o obtido na pesquisa-ação destina-se a ser compartilhado e disseminado por meio de rede de ensino e não de publicações como acontece com a pesquisa científica. Levando em consideração esses aspectos, essa metodologia foi escolhida por trabalhar a relação entre as pessoas e os saberes envolvidos em uma prática social.

Com relação ao aspecto qualitativo, o trabalho se desenvolveu por um caminho exploratório com um interesse prático, a escolha por esse aspecto metodológico se justifica também pelas características das dimensões e natureza da amostra, e os aspectos impactados pela natureza da aplicação do trabalho. Segundo Lüdke e André (1986), o principal instrumento da coleta de dados na abordagem qualitativa é a observação, pois a experiência e conhecimentos anteriores ajudam no processo de compreensão e interpretação do problema estudado. Esta forma de investigação permite que o pesquisador utilize questionários, análise de situações, entrevistas, participação e observação direta e indireta dos participantes, possibilitando que ele se envolva ativamente e participe da situação estudada. Durante o desenvolvimento dos trabalhos, foram realizadas observações, anotações e aplicações de questionários com perguntas de natureza qualitativa.

7.3 Local e Público Envolvido

A construção da sequência didática e aplicação da UEPS segundo o modelo apresentado por Moreira (2011), com o tema **SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE FÍSICA TÉRMICA COM O USO DO ARDUINO** foi realizado no decorrer do ano letivo de 2019 com um grupo de 20 alunos do 2º ano do Ensino Médio da escola estadual Centro de Ensino Albert Einstein (antes conhecido como C.E. Dr. Carlos Magno Duque Bacelar) na cidade de Coelho Neto no estado do Maranhão e que foi transformada em escola de tempo integral Centro Educa Mais Albert Einstein em meados de 2020.

Figura 22 - Centro de Ensino Albert Einstein na cidade de Coelho Neto - MA



Fonte: Arquivo do autor

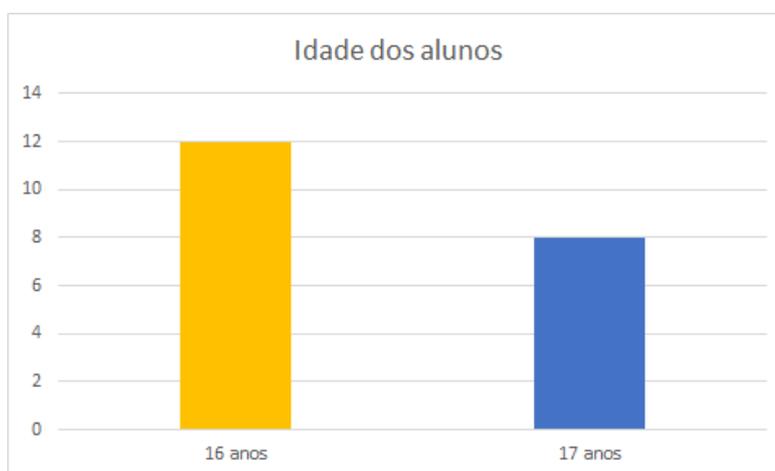
A escola está localizada na avenida Santana s/n, bairro Centro com alunos caracterizados com uma maior estrutura familiar e educacional comparada ao corpo discente das outras duas escolas estaduais de ensino médio da cidade. No entanto, no período da pesquisa, a escola sofria com pouquíssima infraestrutura em relação às outras escolas o que dificultou a realização de um bom trabalho pela ausência de espaço para a execução das atividades e ausência de computadores essenciais para as atividades experimentais com o uso do Arduino. Outro fator que depreciou a execução dos trabalhos foi o fechamento da escola antes do fim do ano letivo de 2019

para a implementação de uma nova estrutura física e curricular com a transformação do Centro de Ensino Tradicional em Escola de Tempo Integral, que se deu de forma linear e remota no decorrer dos anos de 2020 e 2021 em decorrência da pandemia do Coronavírus.

Para um melhor enquadramento do estudo se fez necessário a aplicação de um questionário socioeducacional para caracterizar a realidade do aluno e tendo por base a informação recolhida através dos questionários aplicados inicialmente aos alunos, os resultados se encontram em valores absolutos.

Em relação à idade, os alunos se distribuem entre dezesseis e dezessete anos.

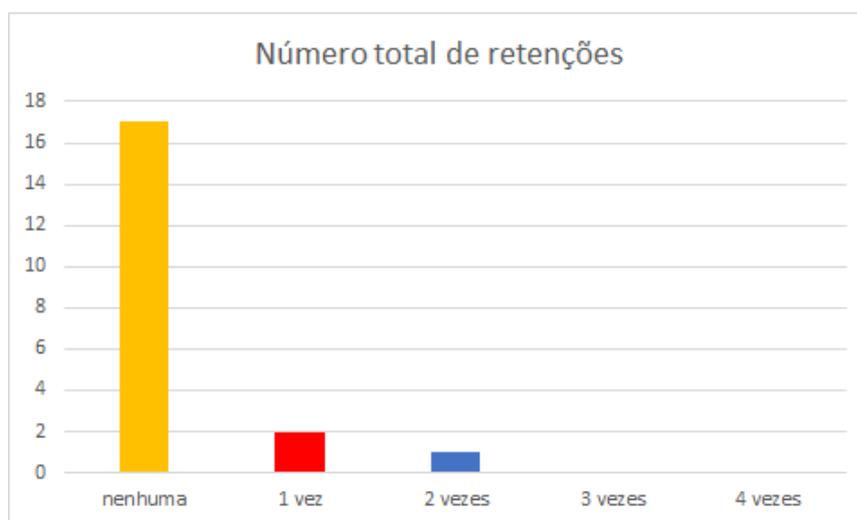
Figura 23 - Idade dos Alunos



Fonte: Arquivo do autor

Com relação às retenções em anos anteriores, apenas um aluno ficou retido duas vezes e dois alunos ficaram retidos uma vez. Essa baixa quantidade de retenções não representam um bom indicativo educacional uma vez que no sistema público os alunos em sua grande maioria avançam de série sem os conhecimentos básicos adquiridos na série atual.

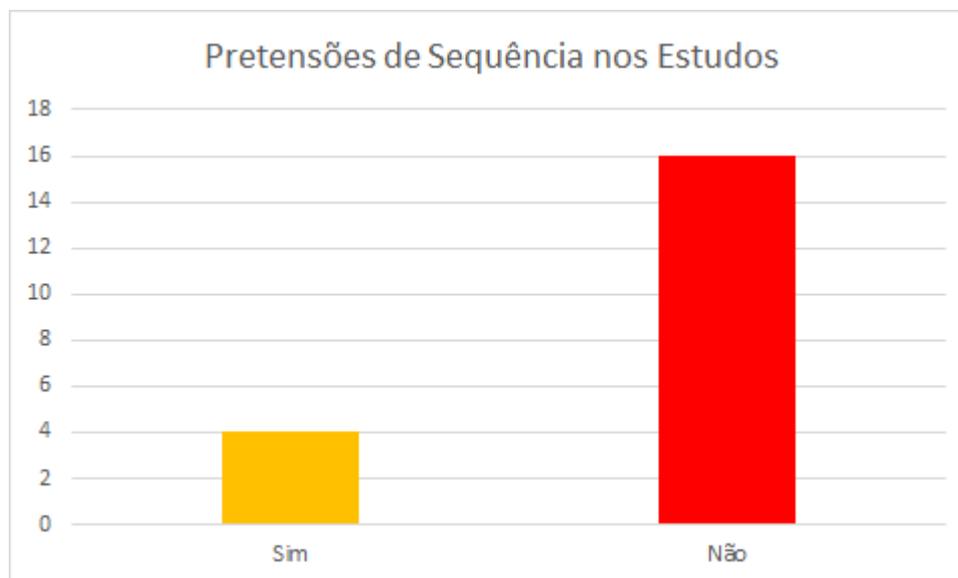
Figura 24 - Número total de retenções



Fonte: Arquivo do autor

Em relação às expectativas de prosseguir nos estudos em nível acadêmico, apesar do desejo, muitos não esperam prosseguir devido às dificuldades de se manter em outras cidades sem o apoio do núcleo familiar.

Figura 25 - Pretensões de Sequência nos Estudos



Fonte: Arquivo do autor

Os alunos selecionados, considerados os mais estudiosos entre os demais, se caracterizam pela ausência de uma rotina diária de estudos.

Figura 26 - Hábito de estudo diário



Fonte: Arquivo do autor

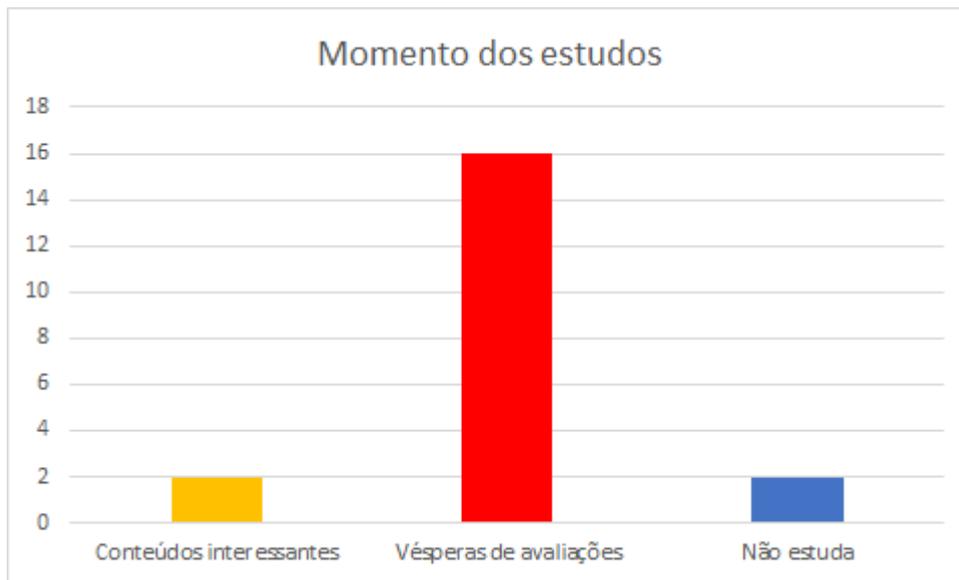
Da análise dos gráficos seguintes pode concluir-se que os alunos que compõem a amostra não gostam de estudar, e só admitem fazê-lo quando os conteúdos são interessantes ou na véspera das avaliações.

Figura 27 - Gosto pelo estudo



Fonte: Arquivo do autor

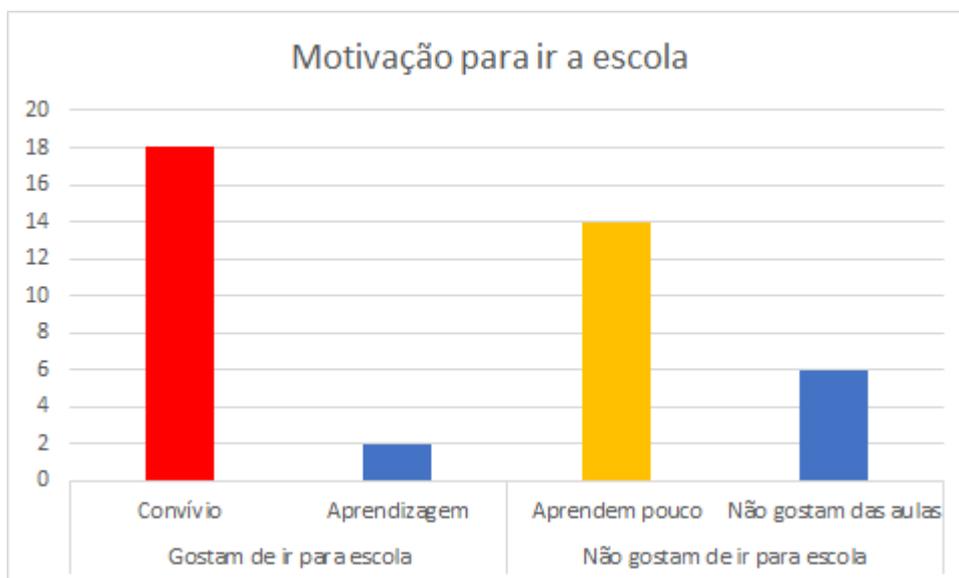
Figura 28 - Momento dos estudos



Fonte: Arquivo do autor

Com relação a motivação de ir à escola, a maioria dos alunos afirmam gostar da escola pela socialização que encontram no ambiente escolar. Uma minoria se refere à aprendizagem como razão principal do seu gosto pela escola.

Figura 29 - Razões pelas quais gostam/não gostam de ir à escola

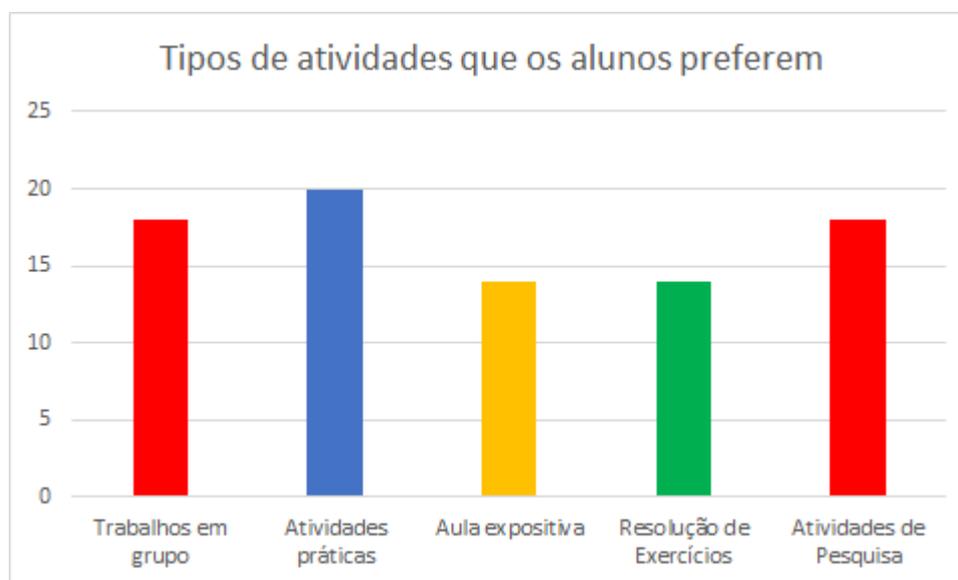


Fonte: Arquivo do autor

Com relação ao tipo de atividades que gostam de desenvolver nas aulas, os alunos são muito inclinados a atividades em grupo e aulas práticas, porém também

acreditam que as aulas teóricas são importantes no processo de aprendizagem. Nesse quesito, os alunos puderam marcar mais de uma opção.

Figura 30 - Tipos de atividades preferidas pelos alunos



Fonte: Arquivo do autor

Com esses dados percebemos que os alunos compreendem que o conhecimento é algo importante para a vida deles, gostam de ir para a escola, porém a dinâmica das aulas e os desenvolvimentos de poucas atividades se revelam como o lado não atrativo do ambiente escolar. Essas informações serviram de referência para o desenvolvimento das atividades subsequentes com a aplicação da sequência didática aliada ao Arduino como elemento motivador.

7.4 Descrição das Atividades Desenvolvidas

Devido às condições estruturais da escola, o desenvolvimento e a aplicação de toda a pesquisa se desenvolveram em 3 etapas. Na primeira etapa ocorreu a adequação da infraestrutura do local de execução das atividades, limpeza do local, instalação de lâmpadas, restauração do piso cerâmico, instalação de ar-condicionado, aquisição de mesas, cadeiras e armários para ambientação do laboratório.

Na segunda etapa ocorreu a constituição de uma amostra intencional dos alunos do 2º ano do Ensino Médio, os estudantes escolhidos tinham disponibilidade

para o desenvolvimento das atividades no contraturno, nunca tiveram contato com robótica ou Arduino e que tiveram contato nas aulas teóricas com conhecimentos relativos aos principais conceitos em Termologia. A amostra composta por 20 alunos participou ativamente de todas as atividades que se desenvolveram nos dias de quinta e sexta-feira durante 2 horas em cada dia no contraturno. Nessa etapa ainda, foi realizada a caracterização da amostra através da aplicação de um questionário socioeducacional para identificar as concepções dos estudantes em relação à sua realidade escolar. Essa coleta de dados foi realizada a partir do questionário que se encontra no apêndice A. Os dados coletados neste encontro foram analisados e constituíram o ponto de partida para o desenvolvimento da pesquisa e da UEPS através da aplicação da sequência didática com o uso do Arduino.

Na terceira etapa onde ocorreram os encontros no laboratório, transcorreu a iniciação dos alunos no uso do Arduino e o desenvolvimento da UEPS com a aplicação da sequência didática como produto educacional desta pesquisa. É importante ressaltar que o produto educacional em sua versão final é resultado dos esboços iniciais com as alterações que se fizeram necessárias decorrente dos diversos encontros em que se aplicou o mesmo

No primeiro encontro efetivamente feito no laboratório foi aplicado um questionário com o objetivo de verificar as concepções dos alunos em relação a conhecimentos de Física e o cotidiano, eletrônica, robótica, microcontroladores e Arduino. Ainda nesse encontro foi apresentado aos alunos os kits com vários componentes eletrônicos, sensores e o Arduino. Foi realizada uma explanação sobre as aplicações dos microcontroladores no nosso dia a dia, e foi apresentado as principais ideias sobre circuitos elétricos e sobre as principais partes do Arduino. Muitos desses conceitos serviram apenas como um vislumbre do que seria realizado futuramente, visto que muitos conceitos relacionados ao uso do Arduino somente são compreendidos com a prática.

No segundo encontro, foi colocado em prática uma simples atividade da aplicabilidade do Arduino no controle de diodos emissores de luz (Light Emitter Diode - LED) para que os alunos se familiarizassem com o material e com o ambiente de programação. Nessa etapa, os alunos desenvolveram a atividade lentamente por ser o primeiro contato com o material, a familiarização com os componentes eletrônicos e

com o uso do Arduino tornaram as atividades subsequentes mais rápidas no aspecto de montagem e programação.

No terceiro encontro foi realizada uma atividade com o uso de sensores de umidade e temperatura com o objetivo de familiarizar os alunos com a coleta de dados com o uso do Arduino. Esses três encontros foram dedicados à introdução dos alunos no mundo dos microcontroladores, como elemento motivador para a aprendizagem de conceitos relevantes na Física. Os encontros seguintes foram destinados ao desenvolvimento da sequência didática com o uso do Arduino no ensino de conceitos de Termologia.

Figura 31 – Laboratório e kits onde ocorreu o desenvolvimento do trabalho



Fonte: Arquivo do autor

Baseando-se na fundamentação teórica da aprendizagem significativa de Ausubel e nos pressupostos de Moreira (2011), a construção da UEPS é dividida em 8 momentos. Essa etapa foi desenvolvida a partir dos encontros na terceira semana em que se iniciou a aplicação da sequência didática.

No primeiro encontro no desenvolvimento da sequência didática foram definidos os objetivos de aprendizagem e foi aplicado um questionário realizado de forma individual e sem consulta com o objetivo de identificar os conceitos prévios dos estudantes acerca de conceitos importantes no estudo da Termologia. Esse momento é importante para propor discussões que levem o aluno a externalizar seu

conhecimento relevante para o desenvolvimento da aprendizagem significativa. Ainda nesse encontro, foi realizado o terceiro passo da UEPS que se baseia na proposta de uma situação problema baseada em uma atividade experimental sobre as ideias relacionadas ao tato e a sensação térmica como medida de temperatura. Essa atividade tem importância fundamental na quebra de alguns conceitos baseados no senso comum, criados pelos estudantes ao longo da vida.

No segundo encontro no desenvolvimento da UEPS que o professor realizou a introdução superficial de conceitos, por meio da mediação das respostas das questões do momento anterior. Foi realizada a mediação das colocações dos estudantes, agora em grupo, com a intenção de verificar as respostas convergentes e divergentes. Os alunos tiveram a oportunidade de externar seus conhecimentos com o professor desempenhando apenas um papel de um organizador prévio e dando sentido aos novos conhecimentos por eles reconstruídos a partir da opinião e discussão com os colegas. Ainda nesse encontro, foi desenvolvido o momento 4 da UEPS. Nesse momento foi realizada uma apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, utilizou-se o capítulo 15 do livro Física Conceitual de Paul G. Hewitt, que trata inicialmente do tema, buscando dar continuidade da mediação do momento 1. Iniciou-se com aspectos mais gerais, dando uma visão inicial do todo e do que é mais importante nessa unidade, mas exemplificando e abordando também aspectos específicos. Os alunos foram divididos em 5 grupos de 4 alunos e realizaram a leitura dos tópicos iniciais do capítulo referentes aos conceitos de temperatura, energia interna, equilíbrio térmico e calor. Ainda nesse encontro foi realizada uma atividade prática com o uso do Arduino e do sensor de temperatura NTC 10K com o objetivo de consolidar as ideias discutidas durante a mediação do professor e exposição o das ideias dos alunos relacionadas a esses conceitos.

Após a realização da atividade prática, o quinto passo do desenvolvimento da UEPS, foi solicitado aos estudantes a resolução de questionamentos com um nível de complexidade maior envolvendo os conceitos de energia interna, temperatura e equilíbrio térmico através da aplicação de um questionário com os alunos divididos em grupos, buscando levantar os tópicos mais gerais em um nível mais elevado de complexidade propiciando situações-problema que fizeram surgir diferenciações com o que já tinha sido trabalhado.

O terceiro encontro foi dedicado à etapa seis do desenvolvimento da UEPS dando continuidade a diferenciação progressiva retomando as características que foram mais marcantes nos conteúdos desenvolvidos, idealizando sempre uma visão integradora. Desta forma o professor deve buscar a reconciliação integrativa, disponibilizando o tempo para os alunos divididos por equipes, prepararem apresentações através de exposições orais das equipes com o uso de materiais impressos ou recursos audiovisuais e/ou computacionais onde eles devem expor as principais ideias relacionadas aos conceitos trabalhados. Ainda nesse encontro foi aplicado um questionário individual indicado como o sétimo passo do desenvolvimento da UEPS. O oitavo passo da UEPS que corresponde à avaliação da própria UEPS foi realizada pelos alunos fora do horário escolar, apresentada no anexo C.

7.5 O Produto Educacional

O produto educacional é caracterizado por uma sequência didática que faz o desenvolvimento de uma UEPS para ensinar conceitos iniciais de termologia com o uso do Arduino como elemento motivador no desenvolvimento dessas atividades.

O produto educacional está dividido em duas partes.

➤ A primeira parte consiste em uma planificação sobre o microcontrolador Arduino, as principais partes, os principais elementos e sensores. Discute-se ainda alguns conceitos básicos de programação de maneira introdutória e prática para que o professor que nunca teve contato com essa tecnologia possa desenvolver as atividades sem necessitar de conhecimentos avançados sobre o microcontrolador Arduino, sem conhecimentos de prototipagem ou programação.

➤ A segunda parte do produto educacional consiste em uma sequência didática que faz uso de uma sequência que caracteriza uma UEPS, segundo Moreira (2011) em seu artigo UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS - UEPS, usando como material de referência o livro Física Conceitual do autor Paulo Gewitt e usando como elemento motivador, o microcontrolador Arduino nas atividades práticas ao final de cada encontro.

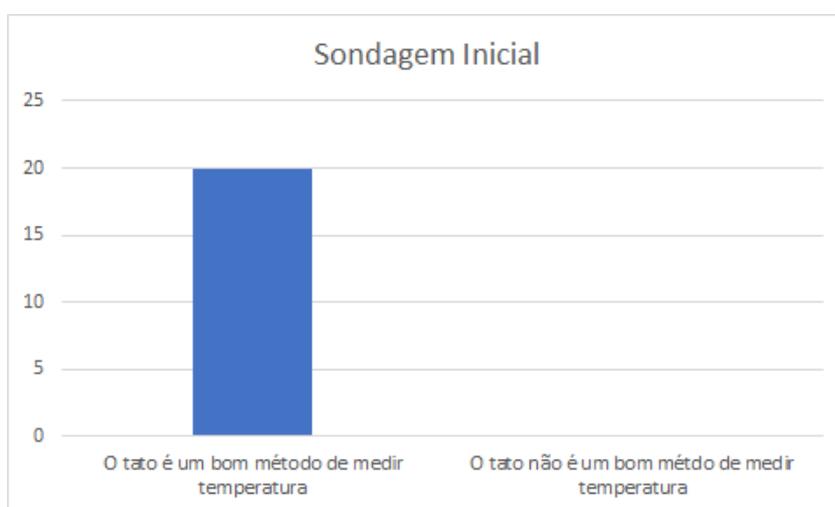
8 RESULTADOS

Para a análise dos resultados obtidos, consideraram-se os questionários aplicados durante o desenvolvimento da sequência didática e o questionário final sobre a avaliação da sequência didática com o intuito de verificar o nível de satisfação dos alunos ao participarem da pesquisa. Apesar de ser difícil verificar a ocorrência da aprendizagem significativa em um curto intervalo de tempo, os questionários têm como objetivos elencar indícios dessa aprendizagem. No que tange ao uso do Arduino, vale ressaltar que a pesquisa desencadeou situações motivacionais que formam o campo necessário para que essa aprendizagem ocorra, apoiando-se nas situações problemas propostos e nos debates gerados. Sempre que necessário recorreu-se aos conceitos e respectivos significados para o entendimento das atividades propostas. Por fim, destaca-se que a sondagem final ocorreu sem que os alunos fossem informados da data, com o intuito de evitar memorizações.

8.1 Análise da Sondagem Inicial e Final Sobre Conceitos de Termologia

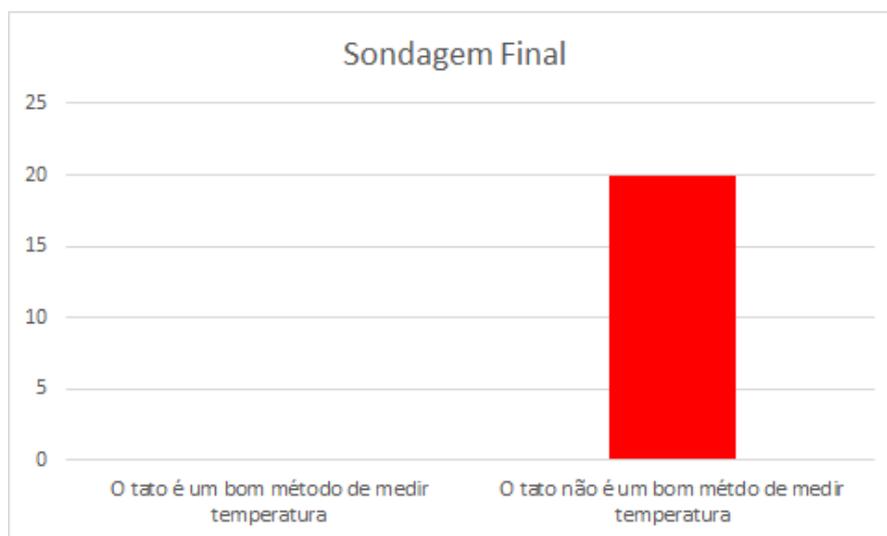
A primeira questão a ser analisada foi sobre o tato ser um método preciso de se medir a temperatura de um corpo.

Figura 32 - Concepções a respeito do tato como meio de medir temperatura antes do desenvolvimento da UEPS



Fonte: Arquivo do autor

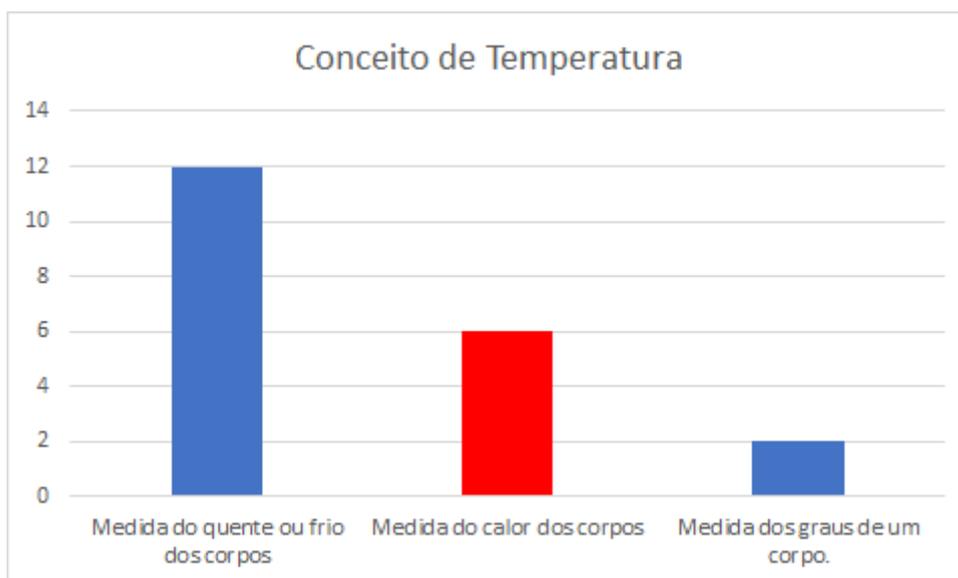
Figura 33 - Concepções a respeito do tato como meio de medir temperatura depois do desenvolvimento da UEPS



Fonte: Arquivo do autor

Podemos perceber pela sondagem inicial a respeito de sensação térmica de que muito das ideias dos alunos estão presas à vivência deles, de que o tato pode ser considerado um bom instrumento para medir a temperatura dos corpos, percebe-se ainda que apesar de terem visto os conceitos de temperatura nas aulas teóricas, esse conceito não foi bem assimilado bem assimilados como mostra o resultado abaixo.

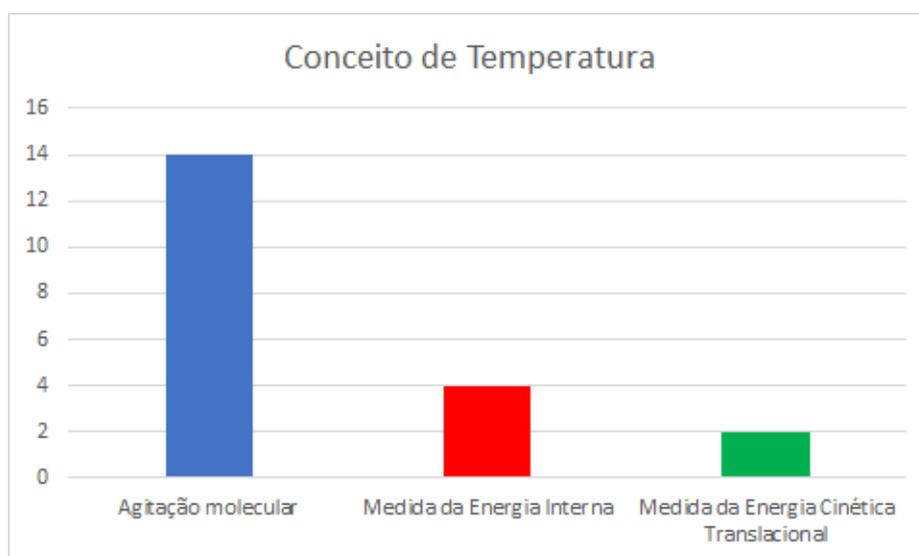
Figura 34 - Concepções iniciais dos alunos a respeito do conceito de temperatura



Fonte: Arquivo do autor

A realização de uma atividade experimental em que se fez necessário realizar medidas de temperatura foi o ponto de partida para que houvesse um maior interesse dos alunos em compreender esse conceito. A compreensão do conceito durante a discussão teórica se tornou mais significativa, onde os alunos se empenharam em entender a diferença entre energia interna e energia cinética translacional. Apesar de muitos dos alunos não conseguirem definir a temperatura de maneira precisa com os conceitos de energia interna e energia térmica, todos eles conseguiram relacionar a temperatura de um corpo à agitação molecular. As respostas apresentadas em um teste posterior foram classificadas e estão representadas no gráfico da figura abaixo.

Figura 35 - Concepções posteriores dos alunos a respeito do conceito de temperatura.

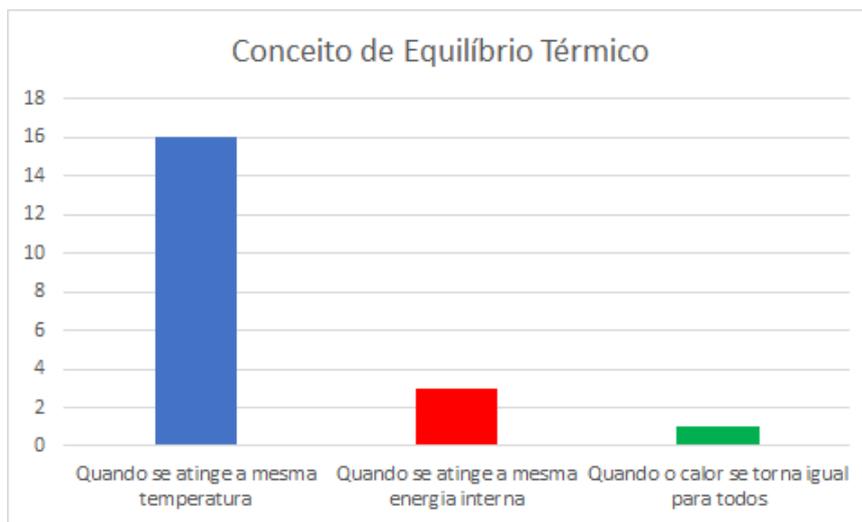


Fonte: Arquivo do autor

Um fator que dificulta a concepção mais precisa do conceito de temperatura, é o fato da ideia molecular e dos conceitos corretos das formas de energia não fazerem parte da bagagem de conhecimento ou da vivência deles. Uma das maiores dificuldades para o entendimento desses conceitos durante a explanação inicial feita pelo professor é a ideia da sensação de frio como uma perda de energia térmica do nosso corpo. Os alunos são em grande parte, presos à ideia de que o frio passa para o nosso corpo quando tocamos em algo gelado.

Em relação à ideia de equilíbrio térmico, os alunos têm um bom aporte teórico ou vivencial relacionado a esse conceito, como mostram os resultados no gráfico abaixo

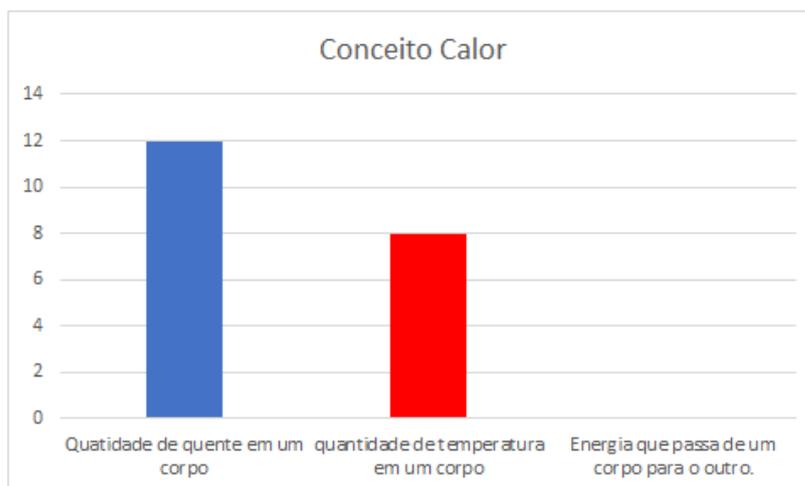
Figura 36 - Concepções posteriores dos alunos a respeito do conceito de equilíbrio térmico.



Fonte: Arquivo do autor

Com relação ao conceito de calor, nos testes iniciais os alunos em sua totalidade conceituaram calor como uma quantidade de quente contida em um corpo ou como uma quantidade de temperatura contida também contida no corpo. Percebe-se uma falha imensa na aprendizagem do conceito durante as aulas teóricas, onde podemos associar à falta de interesse pelo conteúdo no decorrer discursivo do professor, os resultados estão expressos no gráfico abaixo

Figura 37 - Concepções iniciais dos alunos a respeito do conceito de calor.



Fonte: Arquivo do autor

Após o desenvolvimento da UEPS, as concepções dos alunos mudaram significativamente, apesar de não ter sido realizada uma atividade experimental para

desenvolver esse conceito, na etapa da diferenciação progressiva onde o aluno deverá expor suas ideias em uma apresentação, eles buscaram compreender bem o conceito para explicar suas ideias nessas apresentações.

Com relação ao uso do Arduino, os alunos a princípio foram receosos, pela quantidade de informações iniciais, porém conseguiram no decorrer das atividades conhecer melhor a plataforma e executar as atividades sugeridas na sequência didática com praticidade e fizeram a ampliação das atividades relacionadas à robótica e automação com recursos posteriores à sequência didática, como controlar um braço com garras montar um robô seguidor de linha e desenvolver aplicações com a utilização de outros sensores adquiridos posteriormente. O uso do Arduino segundo os alunos, tornaram as atividades envolventes criando um ambiente interessante para se compreender bem os conceitos relacionados à física e com aplicações no dia a dia.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho contribuiu para a prática docente no sentido de promover meios que facilitem uma aprendizagem de conceitos importantes de terminologia por parte dos estudantes que anteriormente, possuíam concepções erradas sobre esses conceitos mesmo depois de aulas teóricas relacionadas a eles, em especial o conceito de temperatura.

Embasado no referencial teórico adotado partimos do pressuposto de que o conhecimento prévio e a predisposição em aprender são condições essenciais para a aprendizagem significativa. Por isso, nas atividades propostas houve a preocupação em relacionar o conteúdo abordado com situações que já fossem de conhecimento do aluno e relacionadas à tecnologia, durante a execução das situações: problemas, no aprofundamento do conteúdo, nas avaliações etc. A nosso ver, esse vínculo entre o conteúdo estudado e a sua vivência diária, favorece na predisposição do aluno em aprender, ou seja, motiva o aluno a querer aprender.

Essa proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa pode contribuir na ocorrência de aprendizagem significativa, porque neste enfoque os conceitos são abordados de maneira progressiva em nível de complexidade, a avaliação é feita durante toda a implementação e não somente ao final do processo de ensino/aprendizagem, com estratégias que estimulam a criatividade do aluno, relacionando os conceitos com assuntos presentes no cotidiano do aluno. Ressaltamos que apesar da UEPS construída ser potencialmente significativa, esta deve ser adaptada ao público e aos conhecimentos iniciais deste. Essa metodologia, que engloba diversas e diversificadas atividades, desde individuais até colaborativas (em grupo), favorece a participação dos alunos de forma mais ativa no processo de ensino/aprendizagem, propiciando a construção de conhecimentos mais ricos em significados. Por fim, consideramos que as UEPS em geral são um importante recurso que pode ajudar o professor a fomentar a aprendizagem significativa em seus alunos quando aliada à uma tecnologia que crie um ambiente de motivação para o desenvolvimento desse recurso.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes? São Paulo: Paulus, 2007.

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.25, n.2, p. 176-194, jun. 2003.

AZEVEDO, J. G. D. I. O. I. B. D. A Tessitura do Conhecimento em Redes. Pesquisa no do cotidiano das escolas sobre redes de saberes. Rio de Janeiro: DP&A: [s.n.], 2001.

BRASIL, Ministério da educação. Base Nacional Comum Curricular. 2ª versão. Brasília: MEC, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

CAMPOS, F. R. Robótica pedagógica e inovação educacional: uma experiência no uso de novas tecnologias na sala de aula. 2005.145 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2005.

CHELLA, M. T. Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo. 2002. 139 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

KEMMIS, Stephen; McTAGGART, Robin. Cómo planificar la investigación-acción. Barcelona: Laertes, 1988.

LIEBERKNECHT., Eduardo Augusto. Robótica Educacional. 2009. Disponível em: <http://www.portalrobotica.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=2>. Acesso em: 29 ago. 2010.

LÉVY, P. Cibercultura. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo, SP: 34 Ltda., 1999. 250 p.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

SANTOS, M. F. A Robótica educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa. 2010. 99 fl. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

FERREIRA, Doralice Bortoloci; VILLANI, Alberto. Uma reflexão sobre prática e ações na formação de professores para o ensino de Física. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 63-76, 2002. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iiienpec/Atas%20em%20html/o125.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

FURLETTI, S. Exploração de tópicos de matemática em modelos robóticos com utilização do software Slogo no ensino médio. 2010. 134f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GOMES, A. P. et al. Ensino de Ciências: dialogando com David Ausubel. Revista Ciências & Ideias, v.1, n.1, out/mar 2009-2010.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. Tradução de Trieste Freire Ricci. 12. ed. Porto Alegre. Bookman, 2015.

LEMOS, E. S.; MOREIRA, M. A. (2011). A Avaliação da aprendizagem significativa em Biologia: Um exemplo com a disciplina Embriologia. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 15-26. Acesso em 07 dez., 2020.

http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID8/v1_n2_a2011.pdf.

MALIUK, K. D. Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática. 2009. 90 fl. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

MOREIRA, M.A. (1993b). Mapas conceituais no ensino de Física. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, Monografias do Grupo de Ensino, Série Enfoques Didáticos, nº 2.

MOREIRA, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB.

Moreira, M.A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora.

MOREIRA, M.A.; Masini, E.A.F.S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo, Editora Moraes. Moreira, M.A.; Masini, E.A.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora.

MOREIRA, M.A.; Sousa, C.M.S.G. (1996). *Organizadores prévios como recurso didático*. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, Monografias do Grupo de Ensino, Série Enfoques Didáticos, nº 5.

MOREIRA, Marco A. *Aprendizagem significativa crítica*. 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2013.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo - SP: Editora Gen, 2011.

NUNES, C. A. Educação matemática: processos formativos e a sua interface com as mídias. 2010. 297 fl. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

PEREIRA, P. H. C.; Robótica pedagógica: uma aplicação em sala. 2004. 97 fl. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações, Três Corações, 2004.

PERUZZO, J. Experimentos de Física Básica: Mecânica. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, jul. 2001 – jul. 2002.

RIBEIRO, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. Profforma, 20(3), 1-5.

ROBILOTTA, Manoel Roberto. O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física (Florianópolis), 5 (Número Especial): p. 7-22, 1988. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10071/14902> >. Acesso em: 24 nov. 2016.

SANTANA, I. S. (2014). Elaboração de uma unidade de ensino potencialmente significativa em química para abordar a temática água. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SOUZA, Anderson R. de. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, v.33, n.1, mar. 2011.

ZABALA, Antoni. A Prática Educativa. Como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZILLI, S. R. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. 2004. 87 fl. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

APÊNDICES

10.1 A – Questionário Socioeducacional dos Estudantes

C.E. ALBERT EINSTEIN

SÉRIE: 2º Ano **DISCIPLINA:** Física

Questionário Sócio-Educacional

01. Indique sua idade?

- a) 15 anos
- b) 16 anos
- c) 17 anos
- d) 18 anos

02. Você já ficou retido algum ano?

- a) Sim
- b) Não

03. Você pretende ingressar no ensino superior?

- a) Sim
- b) Não

04. Qual a maior dificuldade de ingressar no ensino superior?

- a) Não tem disponibilidade na cidade.
- b) Não me sinto capacitado
- c) outro motivo

04. Você estuda diariamente?

- a) Sim
- b) Não

05. Você lê sobre ou estuda alguma das disciplinas que gosta?

- a) Sim
- b) Não, apenas em vésperas de provas
- c) Não, de jeito algum.

06. O que lhe motiva mais para ir à escola?

- a) Encontrar os amigos
- b) Estudar
- c) Sair de casa.

06. Que tipos de atividades você gosta de realizar na escola?

C.E. ALBERT EINSTEIN
SÉRIE: 2º Ano DISCIPLINA: Física

CONCEPÇÕES PRÉVIAS SOBRE O ENSINO, CONHECIMENTOS SOBRE COMPONENTES ELETRÔNICOS, MICROCONTROLADORES E TERMOLOGIA

01. Você gosta de ciências?

02. Você gosta de estudar física?

03. O que justifica a sua resposta (SIM ou NÃO) no item anterior?

04. Liste 2 aspectos que tornam a Física interessante e desinteressante.

05. Você teve alguma aula experimental ou contato com laboratório de Física?

06. Qual sua opinião sobre o uso de experimentos para aprender conceitos nas aulas de Física?

07. Qual sua opinião sobre o livro didático?

08. Entre baixo, razoável e alto, qual o seu nível de conhecimentos de eletricidade e em relação ao funcionamento de equipamentos eletroeletrônicos?

09. Conhece ou já ouviu falar em microcontroladores?

10. Cite eletrodomésticos em sua casa que podem ser programados.

11. Já ouviu falar em Arduino?

12. O que são sensores?

13. Um termômetro é um sensor?

14. Você já usou um termômetro alguma vez na vida?

15. O tato é um bom modo de medir a temperatura dos corpos?

16. Dê exemplos em que você conhece a temperatura (em °C) de situações que fazem parte do nosso dia a dia.

17. Cite a importância sobre o controle de temperatura em certos ambientes? Dê exemplos.

18. Você consegue conectar os conteúdos estudados em Física com situações do dia a dia?

19. Você acha que fará uso de muitos conceitos e ideias estudados em Física, na sua vida ou no seu futuro?

20. Qual a sua opinião sobre como melhorar o ensino de Física na sua escola?

21. Qual o diferencial a respeito da utilização do Arduino durante as aulas de Física?

10.3 C - Produto Educacional



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF**

PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE FÍSICA TÉRMICA
COM O USO DO ARDUINO**

PAULO DIEGO LIMA DA SILVA

ORIENTADOR(A): JANETE BATISTA DE BRITO

TERESINA

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus professores, colegas de profissão e aos meus alunos, todas as orientações, discussões e dúvidas serviram como fonte de inspiração para a edição deste trabalho.

APRESENTAÇÃO

Essa sequência didática sobre tópicos de termologia é um material de apoio aos professores que desejam fazer uso de metodologias ativas de ensino-aprendizagem em nível médio com a utilização de atividades experimentais em suas aulas baseado na aquisição e interpretação de dados por meio de sensores da interface Arduino.

A princípio parece ser um grande desafio para você professor, por ser algo novo, e que exigirá estudar alguns assuntos que não foram abordados na vida acadêmica como programação, eletrônica e prototipagem, exigirá preparar um ambiente para realizar essas atividades, adquirir os materiais. E é justamente orientar você nesse desafio, apresentando alternativas, que esse material foi desenvolvido baseado em nossa experiência em uma escola pública no interior do Maranhão, onde encontramos uma ampla gama de dificuldades, muitas delas enfrentadas por escolas públicas por todo o Brasil.

A proposta é que este material seja utilizado preferencialmente em aulas duplas, uma vez que atividades de termologia exigem aquecimento e resfriamento, práticas que necessitam de tempo. Tanto professor e aluno serão exigidos ao executarem atividades de montagem, programação e coleta de dados, as habilidades adquiridas tornarão as práticas mais rápidas com o passar do tempo, e poderão desenvolver outras atividades e adquirir novos conhecimentos que não foram abordados aqui, a grade de aplicações do Arduino é imensa, e que esse trabalho sirva como um gatilho para essa nova campo de conhecimento, desejo que esse material torne as aulas e a ciência mais atrativas, bom trabalho!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	1
APRESENTAÇÃO	2
1. INTRODUÇÃO	4
2. CONHECENDO O ARDUINO	6
2.1 O MICROCONTROLADOR ARDUINO	6
2.2 COMPONENTES ELETRÔNICOS	10
2.3 ARDUINO IDE	16
3. KIT BÁSICO DE ARDUINO	19
4. TRABALHANDO COM O ARDUINO - LED QUE PISCA	21
6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA	32
6.1 OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	33
6.2 O PAPEL DO PROFESSOR	33
6.3 A AVALIAÇÃO	33
6.4 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	34
REFERÊNCIAS	38
ANEXOS	39

1. INTRODUÇÃO

Em nossa sociedade a tecnologia faz parte das nossas vidas, e infelizmente não faz parte da educação, modernizar o processo de educação tornou-se um grande desafio, ensinar Física de maneira tradicional, tornaram as aulas monótonas e reduzidas a mera exposição da teoria dos livros básicos. Dentre a falta de motivação por parte dos alunos e professores, as maiores causas estão relacionadas a desatualização de currículos, falta de materiais educacionais consistentes com novas formas de aprender e ensinar compatíveis com as tecnologias atuais, carência de recursos e de infraestrutura de laboratórios. A maior dificuldade em realizar atividades experimentais nas aulas de Física reside na aquisição de materiais de laboratório, que em geral são muito caros para a aquisição por escolas públicas, e no outro extremo, materiais alternativos ou de baixo custo, não reproduzem uma abordagem mais “científica” dos experimentos, se tornado apenas uma reprodução de fenômenos.

Entre esses dois extremos, o Arduino se apresenta como solução em parte desses problemas, um microcontrolador de plataforma open source (livre), de preço mais acessível e versátil que muitos kits comerciais de laboratório ou plataformas de robótica. Com a ampla gama de sensores de excelente precisão, os alunos podem realizar diversos experimentos científicos que necessitam da coleta e processamento de dados, além disso, por ser open source, podemos encontrar uma ampla literatura na internet com sugestões de montagens, bibliotecas e tutoriais, além de suporte da comunidade na página oficial do Arduino ou em outras páginas de entusiastas.

Esse trabalho é parte de um projeto que extrapola os limites dessa pesquisa, nosso objetivo maior está relacionado a construção de uma estrutura literária que dê embasamento para a **criação de um laboratório de Física e realização de experimentos** com um âmbito mais científico em **escolas públicas** no estado do Maranhão, usando a **plataforma Arduino**, ao mesmo tempo motivando e aproximando os jovens dessa tecnologia que pode ser utilizada tanto em automação e robótica, como em coleta e processamento de dados que é nosso maior interesse.

Nosso objetivo não é substituir o currículo atual, e sim mesclar essas práticas ao que é trabalhado em sala de aula dando aplicabilidade aos conceitos discutidos durante a exposição dos conteúdos. Além de aprender física, esses jovens estarão sujeitos a se apropriar de outras competências científicas como eletrônica e

programação, e sujeitos a desenvolver várias outras competências no âmbito socioemocional, aproximando assim o ensino de Física das propostas curriculares que vigoram atualmente no Brasil.

Em um primeiro momento, caso você professor nunca tenha tido contato com robótica, programação, eletrônica ou com o Arduino, estaremos dedicando alguns capítulos para que você mergulhe nesse ambiente. É importante a dedicação de algumas aulas para que o Arduino, seus sensores, atuadores, componentes eletrônicos e suas funcionalidades sejam apresentados aos alunos como elemento motivador. Algumas práticas sugeridas devem ser realizadas antes da sequência didática para que os alunos possam também se ambientar com essa tecnologia. Os capítulos seguintes serão dedicados ao planejamento da sequência didática, aos materiais de apoio utilizados e aos experimentos de termologia associados a cada encontro.

2. CONHECENDO O ARDUINO

Esse capítulo é dedicado para que você professor possa conhecer um pouco sobre o microcontrolador Arduino. Você não precisa se limitar a conhecer a plataforma apenas por esse material, existem muitas referências na internet, livros digitais gratuitos, livros físicos a um bom preço, fóruns, grupos de telegram e vários outros meios por onde os entusiastas interagem e trocam conhecimentos sobre a plataforma. Você pode utilizar esse capítulo como referência sintetizada para apresentar o microcontrolador para seus alunos, mas não espere que eles saiam expert sobre o assunto nesse primeiro encontro, a aprendizagem é efetiva apenas quando eles manipulam o material e se tornam práticos com o tempo.

2.1 O MICROCONTROLADOR ARDUINO

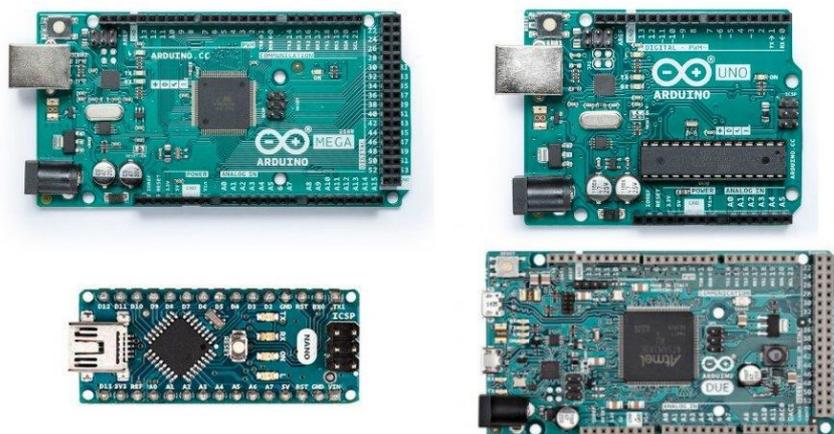
Se esse material é seu primeiro contato com essa plataforma, você deve estar se perguntando, **o que é o Arduino?** Aproximando-se de algo bem usual, podemos dizer que o Arduino é um pequeno computador residente em um único circuito integrado, contendo uma unidade central de processamento (CPU), memória, portas de entrada e saída de dados, sendo mais preciso, é um microcontrolador que depois de programado, pode ser usado de forma independente para controlar diversos equipamentos e até criar outros. Com o Arduino podemos controlar um robô, automatizar a sua casa controlando o acender e apagar das luzes, ligar e desligar diversos sistemas eletrônicos, coletar e processar medidas das diversas grandezas físicas com diversos sensores e atuadores, a possibilidade de aplicações é infinita.



Arduino UNO

Diversos microcontroladores fazem parte de nossa rotina, como no funcionamento de um elevador ou porta automática, no controle de tráfego de um semáforo, no funcionamento dos nossos eletrodomésticos que podem ser programados, como micro-ondas, ar-condicionado, geladeira e TVs são controlados por microcontroladores semelhantes ao Arduino.

Criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores italianos, o Arduino foi desenvolvido com a proposta de ser um dispositivo barato, funcional e fácil de programar, sendo acessível a estudantes e projetistas entusiastas. Além disso, a proposta incluía o dispositivo ser de hardware livre podendo outros projetistas montar, modificar e personalizar o Arduino partindo do hardware básico, e por isso, atualmente encontramos no mercado diversos tipos de Arduino, as placas se diferenciam por número de portas, capacidade de armazenamento e processamento, podendo você escolher qual Arduino da família será mais rentável para seu projeto.



Arduinos diversos

Em uma placa do microcontrolador Arduino, podemos incorporar, **sensores**, que servem para coletar dados de grandezas físicas como luminosidade, radiação, temperatura, umidade, e transformar essas grandezas em sinais elétricos ou dados, podemos incorporar os **atuadores**, como motores, emissores de luz, geradores de campos magnéticos, que transformam sinais elétricos em grandezas físicas, e podemos incorporar ainda os shields, que são expansões que podem ser acopladas ao Arduino aumentando suas capacidades ou funcionalidades, como shields de conexão bluetooth ou wifi.

Uma das placas mais encontradas no mercado, é o **Arduino Uno R3**, onde você pode comprar as **placas oficiais**, produzidas pelo Projeto Arduino, encontradas na loja oficial na internet ou em algumas lojas aqui no Brasil, custam em média R \$120,00.

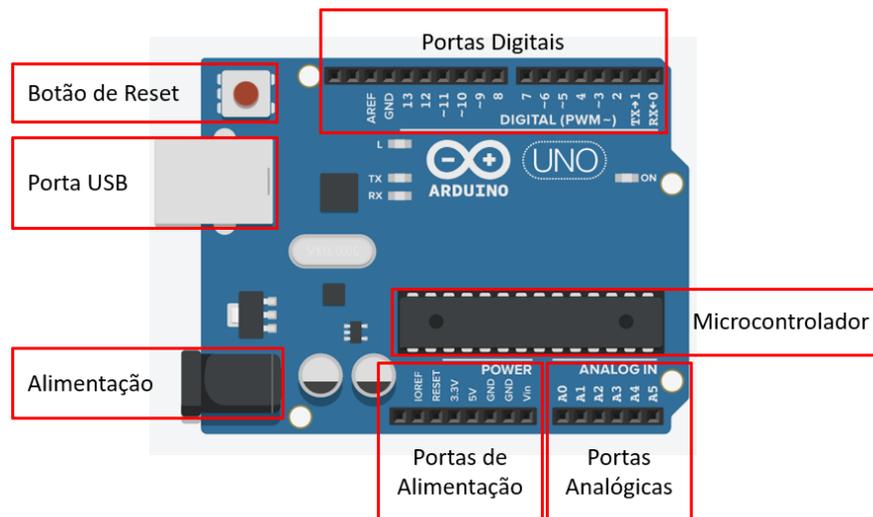
Existem também as **placas clones**, que não participam do Projeto Arduino, mas tem seu espaço no mercado pelo fato de que são comercializadas de acordo com as regras da marca Arduino, possuem um preço variado dependendo da qualidade que são fabricadas. Na maioria dos casos, você encontrará as **falsificações**, também chamadas de **compatíveis**, que não tem nenhum compromisso financeiro ou participação no Projeto Arduino, e que diferentemente das placas clones, elas violam os termos da marca Arduino por serem fabricadas de maneira semelhantes às originais muitas vezes para tentar enganar o cliente, essas placas geralmente são vendidas com o cabo USB (as placas originais não acompanham o cabo USB) e tem preço médio em torno dos R\$ 50 reais.



Arduinos compatível a esquerda e original a direita

Você deve estar se perguntando, posso comprar a placa compatível por ser mais barata? O que eu posso lhe responder é, nunca tive problemas ao trabalhar com placas compatíveis, a diferença em relação as originais estão relacionadas a qualidade de fabricação, e além do mais, não possuem garantia de funcionar corretamente e com alguns componentes, então, dependendo do projeto a ser desenvolvido, levando-se em conta os custos, a resposta é sim, você pode assumir os riscos.

Vamos analisar agora as principais partes do microcontrolador Arduino que você deve conhecer.



Principais partes do Arduino

Microcontrolador: É o cérebro do Arduino, é o dispositivo programável que roda o código que enviamos para a placa.

Porta USB: É por onde o Arduino se comunica ao computador com o auxílio de um cabo USB, além de ser uma opção de alimentação da placa. Em sua extensão temos o conversor Serial-USB e os LEDs TX e RX que piscam quando o Arduino recebe ou transmite dados.

Portas Digitais: Conhecidos como pinos de entrada e saída, são as portas em que o Arduino interage com o mundo externo, através delas podemos comandar sensores e atuadores ou receber informações deles. Essas portas podem assumir dois estados, HIGH e LOW, ou seja, 5 V e 0 V.

Portas Analógicas: São as portas onde o Arduino traduz sinais analógicos, como temperatura, pressão, luminosidade em sinais digitais.

Portas de Alimentação: Fornece alguns valores de tensão que podem ser utilizados para alimentar continuamente alguns componentes do projeto.

Botão de Reset: Botão que reinicia a placa, reiniciando assim o código armazenado nela.

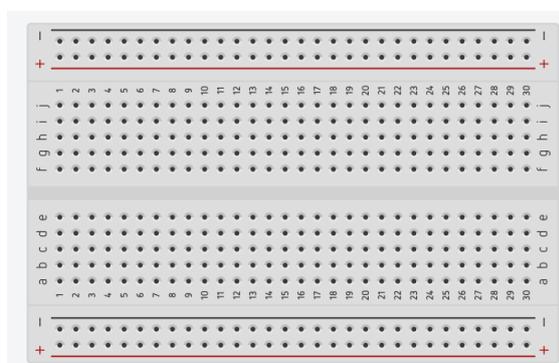
Alimentação: Entrada Jack onde podemos alimentar o Arduino com uma fonte de energia externa que não seja através do USB ligado ao computador. Apesar de aceitar uma faixa de alimentação de 6 V a 20 V, recomenda-se usar tensões de 7 V a 12 V, no caso podemos usar uma fonte 9 V - 1 A Bivolt encontrada facilmente em lojas de eletroeletrônicos ou variedades.

Além das principais partes citadas, o Arduino também possui três locais de memórias, que são usadas durante o armazenamento e manipulação de variáveis durante o processamento de um sketch (programa a ser executado no Arduino).

2.2 COMPONENTES ELETRÔNICOS

Para o desenvolvimento de projetos usando o Arduino, alguns componentes são de ampla utilização na maioria das montagens. Vamos listar os principais, e hora ou outra, durante as práticas, apresentar algum componente específico para aquela montagem.

Protoboard: É uma pequena placa de prototipagem onde você conecta os componentes eletrônicos sem a necessidade de solda, ela possui furos e conexões condutoras interligadas onde podemos associar os componentes eletrônicos, sua versatilidade se justifica pela necessidade de se montar circuitos eletrônicos que necessitam de rapidez de montagem, modificações constantes e ao final, o circuito pode ser desmontado e os componentes usados em outras montagens.

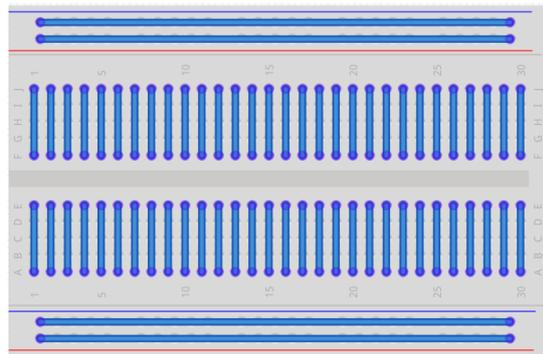


Protoboard de 400 pontos

Esse modelo de 400 pontos é capaz de atender às nossas necessidades, mas nada lhe impede de usar protoboards maiores com 800 ou 1600 pontos e até modelos compactos como as minis protoboards.

As sequências de furos laterais, entre as linhas pretas e vermelhas, são destinadas a ligar a alimentação do circuito. Como os pinos são conectados horizontalmente, muitos componentes podem ser alimentados ao mesmo tempo,

sendo apenas ligados nas linhas onde a placa está sendo alimentada conforme ilustrado na figura a seguir.



Ligação entre os pinos de uma protoboard

A faixa de terminais tem seus pinos ligados verticalmente, isso possibilita, ligar componentes como circuitos integrados, associar resistores, alimentar LEDs de maneira prática entre outras possibilidades.

Resistor: É um dos componentes mais importantes e mais comum que podemos encontrar em quase todos os circuitos eletrônicos, eles não possuem polaridade e podem ser usados em correntes contínuas e correntes alternadas. A função básica de um resistor no circuito elétrico é limitar a passagem de corrente elétrica em um ramo do circuito.

Existem diversos tipos de resistores, porém vamos nos limitar a explicar sobre o modelo mais famoso, o resistor axial que é bem conhecido nas placas de circuitos eletrônicos, ele pode ser constituído de carbono ou de um material cerâmico.



Resistores Axiais

Em esquemas de circuitos elétricos, o resistor é representado pelo símbolo na imagem a seguir.



Símbolo do Resistor

O aspecto mais importante que devemos ter em mente para utilização de resistores nos nossos projetos é o valor de sua resistência elétrica que depende da sua quantidade de carbono ou da quantidade de um filme espiral envolto do material cerâmico, esse valor de resistência elétrica, que é medido em ohms (Ω), é informado ao usuário através de um código de cores que resulta no número da resistência ôhmica.

Eles podem ter de 4 a 6 faixas de cores, sendo os de 4 faixas os mais baratos e mais comuns possuem uma precisão menor suprem bem as nossas necessidades, os de 6 faixas, menos comuns e mais caros, possuem uma precisão maior, porém comercialmente mais difíceis de serem encontrados. A imagem a seguir mostra como é feita a escala de leitura da resistência elétrica nos resistores de 4 a 6 faixas.

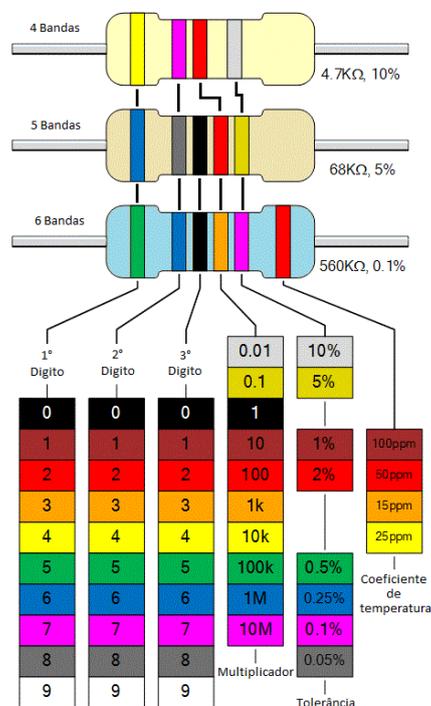


Tabela de Cores de Resistores

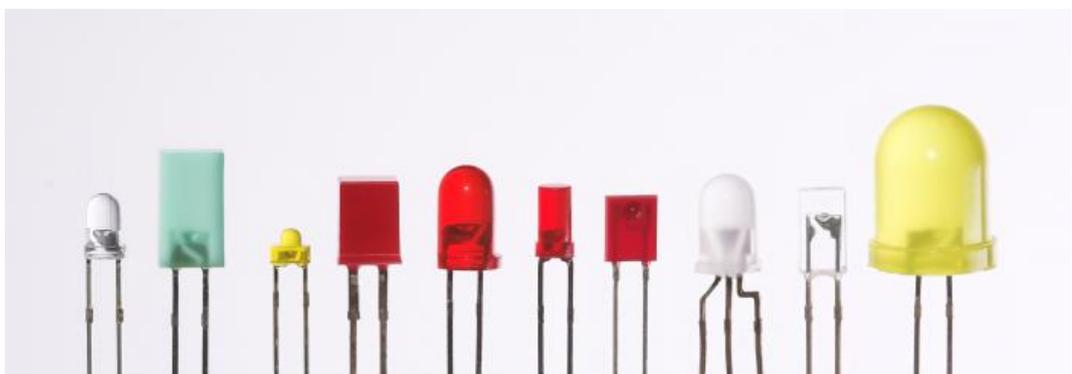
Analisando o resistor de 4 faixas, podemos verificar que as duas primeiras faixas, amarelo e violeta, correspondem aos números 4 e 7 respectivamente, formando assim o valor 47, em seguida temos a faixa vermelha que é o fator multiplicativo 100 e a última faixa, o cinza corresponde a sua precisão, sendo assim, a sua resistência elétrica é de $47.100 \Omega \pm 10\%$ ou $4700 \Omega \pm 10\%$.

Jumpers: São pequenos fios condutores que podem ser conectados a uma protoboard para interligar dois pontos do circuito em projetos eletrônicos, suas extremidades podem ser do tipo macho-macho, fêmea-fêmea ou macho-fêmea.



Extremidade dos jumpers tipo macho (esquerda) e tipo fêmea (direita)

Light Emitter Diode - LED: Diodos emissores de luz, mais conhecidos como *Light-Emitting Diodes*, os famosos LEDs, são um dos, senão o modelo de diodo mais conhecido na eletrônica.



Modelos de LEDs

apresenta em duas formas, o modelo em encapsulamento TO92 (modelo mais comum que também se assemelha a um transistor) e o modelo a prova d'água do sensor de temperatura Arduino DS18B20:



Sensores de temperatura DS18B20

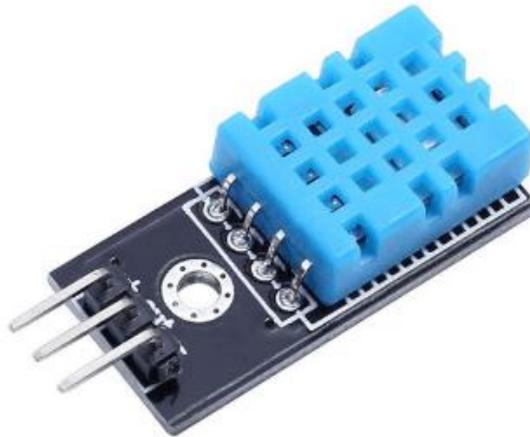
Uma das vantagens do DS18B20 é que, quando a temperatura ultrapassar um determinado valor programado pelo usuário, um LED, um emissor sonoro ou qualquer outro componente pode ser configurado para ser acionado para alertar o usuário.

Os sensores do tipo NTC, também chamados de termistores, possuem resistência inversamente proporcional à temperatura. São mais utilizados por possuírem incrível sensibilidade ao aumento de temperatura e por serem facilmente fabricados. São utilizados em equipamentos como condicionadores de ar, sistemas de refrigeração, calendários e outros dispositivos. O Termistor NTC 10K é um dos sensores de temperatura mais utilizados em projetos com microcontroladores, realizando medições na faixa de -40 a 125°C.



Termistor NTC 10K

Sensores de Umidade: Esses componentes são ótimos medidores não só de umidade, mas também de temperatura. Seguem abaixo as variações existentes desses sensores de temperatura DHT11, DHT21 e DHT22.



Sensor de Umidade e Temperatura DHT11

2.3 ARDUINO IDE

A Arduino IDE (Integrated Development Environment), ou ambiente de desenvolvimento integrado, é um software que permite a criação e compilação dos códigos, chamados de **sketches**, e carregamento na memória do Arduino. Para o desenvolvimento de nossas práticas é aconselhável o uso da versão mais atual, em nosso caso, trabalharemos com a versão 1.18.13.

 **Arduino IDE 1.8.13**

The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. This software can be used with any Arduino board.

Refer to the [Getting Started](#) page for Installation instructions.

SOURCE CODE

Active development of the Arduino software is [hosted by GitHub](#). See the instructions for [building the code](#). Latest release source code archives are available [here](#). The archives are PGP-signed so they can be verified using [this](#) gpg key.

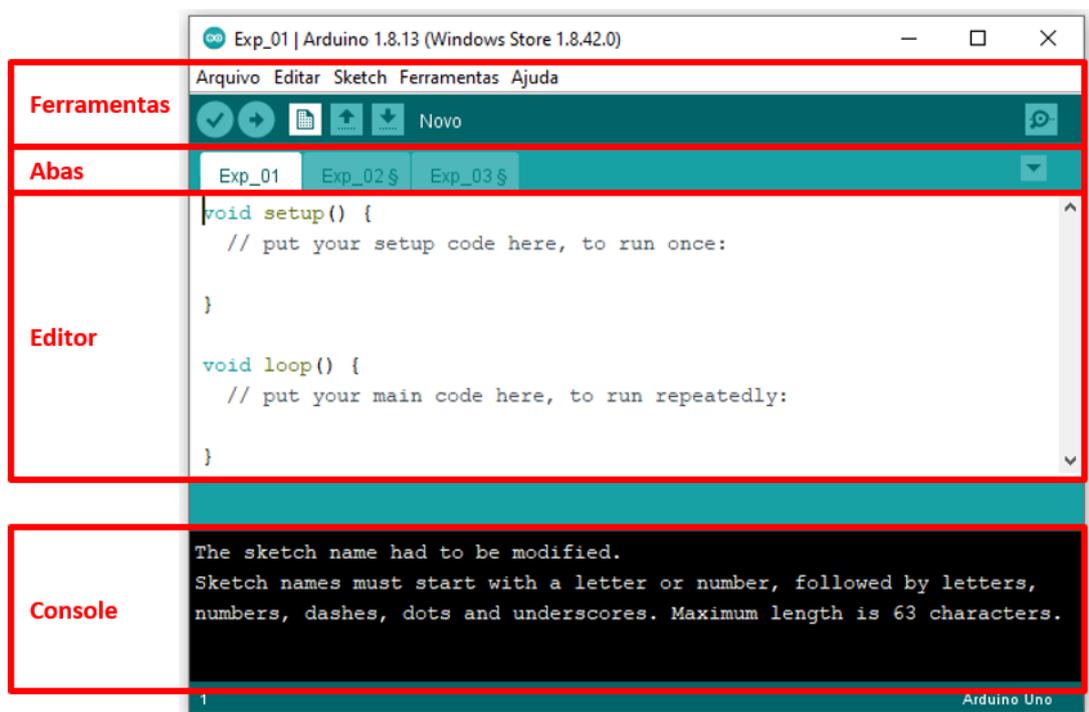
DOWNLOAD OPTIONS

- Windows** Win 7 and newer
- Windows** ZIP file
- Windows app** Win 8.1 or 10 
- Linux** 32 bits
- Linux** 64 bits
- Linux** ARM 32 bits
- Linux** ARM 64 bits
- Mac OS X** 10.10 or newer

[Release Notes](#)
[Checksums \(sha512\)](#)

Ambiente para download do Arduino IDE

O download pode ser feito por uma pesquisa rápida no google pelo termo **Arduino IDE**, será o primeiro resultado da pesquisa, onde você será redirecionado para o link <https://www.arduino.cc/en/software>, você pode baixar o arquivo em Zip, extrair os arquivos em uma pasta e executar a IDE sem precisar de instalação, ou caso esteja usando o Windows 10, poderá instalar direto pelo Microsoft Store, e ainda tem a opção de trabalhar com o **Arduino Web Editor** que se encontra no mesmo endereço. Após a instalação e execução da IDE, você será levado ao ambiente do programa como mostrado na figura a seguir.



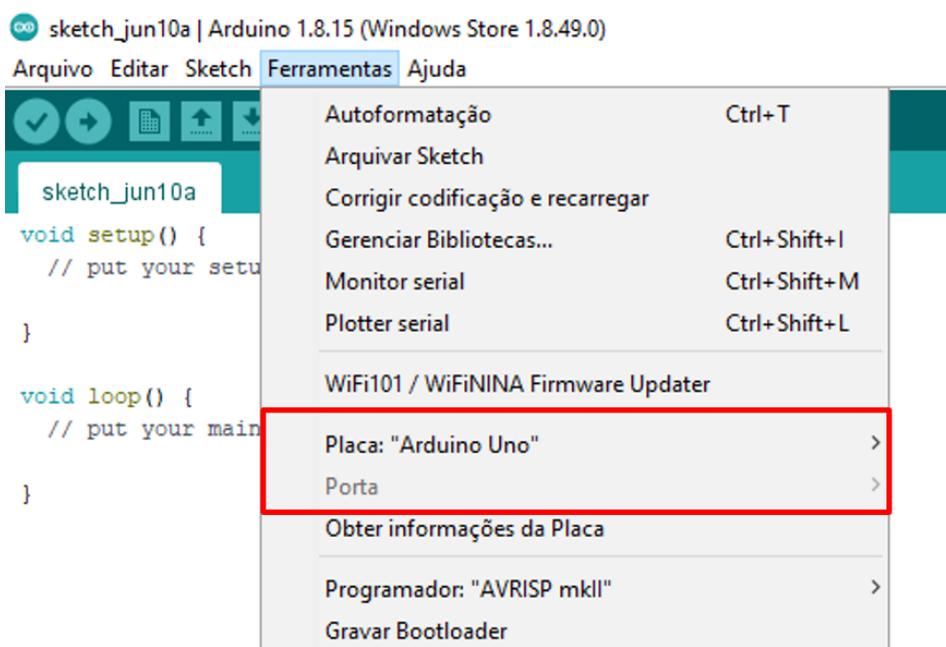
Ambiente do Arduino IDE

Na barra de **Ferramentas** você pode salvar, abrir, editar e realizar outras funcionalidades que serão discutidas assim que necessárias. Você pode visualizar ainda alguns botões rápidos, como **verificar**, **carregar**, **novo**, **abrir**, **salvar** e **monitor serial**.

Na barra de **abas**, temos os sketch abertos na janela do Arduino IDE, você pode navegar pelas abas ou criar abas, mas fique atento, ao criar uma nova aba você deve salvá-la para não perder o código.

O painel **Editor** é o espaço reservado para escrever o código que o Arduino deverá receber, e após a verificação, a IDE compila o código enviando para o Arduino. No painel **Console**, a IDE comunica se o código está correto, se, e onde apresenta erros, se foi compilado e algumas outras informações referentes ao código.

A comunicação com o computador é realizada através de um cabo USB, esta linha de comunicação é capaz de receber os programas desenvolvidos pelo usuário e de estabelecer uma comunicação bidirecional de dados entre o Arduino e o computador. Ao conectar seu Arduino a uma porta USB do computador onde a IDE se encontra instalada, seu sistema operacional deverá atualizar alguns drivers. Após a atualização você deve configurar seu sketch para se comunicar com seu Arduino, para isso, vá em **Ferramentas > Placa >** e selecione o modelo do seu Arduino, no nosso caso, **Arduino Uno**, em seguida selecione a porta em que aparece o seu Arduino. Após verificado se as configurações de **Placa e Porta** estão corretas.

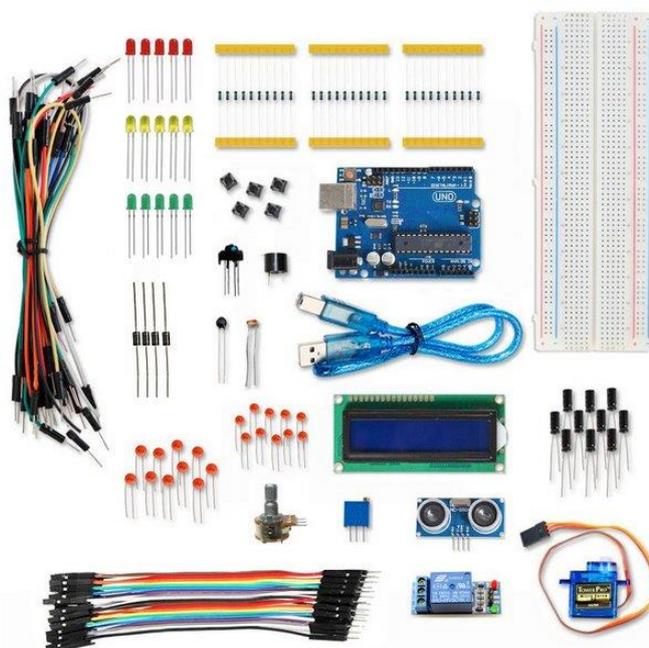


Comunicação do Arduino com o computador

Então com seu Arduino reconhecido e se comunicando com o computador, vamos conhecer alguns elementos necessários para montagem de um kit de Arduino e os elementos necessários para a aplicação no desenvolvimento da nossa sequência didática.

3. KIT BÁSICO DE ARDUINO

Talvez você já tenha pesquisado um pouco sobre o Arduino e tenha se deparado com várias lojas virtuais ou físicas vendendo kits de Arduino com preços que variam de R\$120 reais a R\$450 reais. Não se assuste, os kits iniciais mais baratos são muito interessantes para o desenvolvimento de diversas atividades, e mesmo que você não ache o preço atrativo, você poderá obter apenas os elementos essenciais para o desenvolvimento de nossas atividades com custo médio em torno dos R\$60 reais. Caso deseje adquirir vários kits, uma sugestão é organizar um pequeno projeto e partir em busca da iniciativa pública da sua cidade para a realização do mesmo. Em decorrência dos baixos valores, facilmente você encontrará aporte financeiro público para adquirir os kits.



kit básico de Arduino encontrado em diversas lojas virtuais

O kit para desenvolvimento de nossas atividades consiste em uma coleção de peças que permitem praticar com os temas mencionados acima. Ao usar o kit, tome cuidado para não perder peças, elas são muito pequenas e facilmente se perdem. Oriente os alunos a utilizarem de forma rigorosa segundo as orientações do manual ou de seu professor. Cada conjunto de elementos será usado em diferentes

experimentos, algumas práticas serão necessárias para tornar os alunos familiarizados com o material antes de iniciarmos propriamente a sequência didática.

3.1 MATERIAL DO KIT

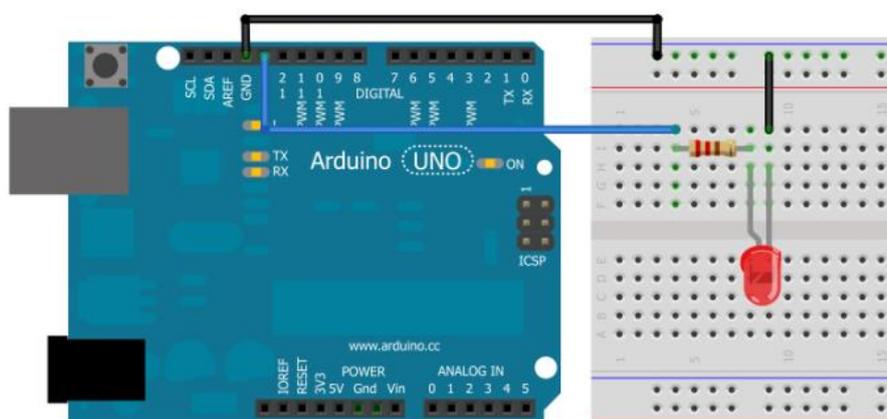
A seguir, listamos os materiais essenciais para a realização de nossas atividades práticas. Você pode adquirir componentes extras e realizar outras atividades que não estejam limitadas a esse trabalho.

- 1 x placa Arduino Uno e cabo USB
- 1 x protoboard - 400 Pontos com Base Acrílica
- 30 x jumper macho-macho
- 10 x resistores 10 k Ω
- 10 x resistores 470 Ω
- 10 x resistores 120 Ω
- 30 x LEDs (vermelho, verde e amarelo)
- 1 x sensor de temperatura NTC 10K à prova d'água
- 1 x sensor de temperatura DBS18B20 à prova d'água
- 1 x sensor de umidade e temperatura DHT11
- 1 x ebulidor (voltagem adequada para a região)
- 4 x Béqueres com volume de 250 mL ou mais.

O ideal é que sejam adquiridos kits suficientes para que você possa dividir a turma em equipes com 4 alunos para que todos possam manipular o material de maneira satisfatória. A maioria das escolas possuem laboratórios de informática com computadores de mesa ou notebooks, o importante é que você tenha acesso a computadores. Como os experimentos fazem uso do aquecimento de água, é necessário que você tenha uma mesa com fonte de energia (uma extensão por exemplo) para realizar os procedimentos de aquecimento. Uma recomendação de extrema importância é que o ebulidor deve ser sempre manuseado pelo professor, quando ligado deve estar sempre imerso em água evitando assim dele sofrer um grande aquecimento e dilatação irregular se quebrando em vários pontos.

4. TRABALHANDO COM O ARDUINO - LED QUE PISCA

Um exemplo bem simples para iniciar os alunos na montagem e programação do Arduino, é controlar um LED através de uma saída digital. Os alunos devem realizar a montagem a seguir com o uso de um resistor de 470 Ω onde LED será controlado pela saída digital 13 do Arduino. É importante indicar alguns conceitos simples de circuitos elétricos para os alunos, como por exemplo que todo circuito a corrente elétrica deve fluir pelos elementos do circuito. Essa corrente deve vir do pino digital 13, o resistor deve diminuir a intensidade dessa corrente para que ela não possa queimar o LED, e que essa corrente elétrica deve retornar, no caso ao algum pino com a abreviação GND (ground ou terra), conforme ilustra a figura a seguir.



Controlando um LED com o Arduino

Vamos descrever alguns comandos recorrentes e suas funções para configurar o pino como saída digital utiliza-se a função `pinMode()`. Inicialmente definiu-se uma variável do tipo `int` com o valor correspondente ao pino que se deseja ligar o LED, no caso o pino 13. Para definir o pino como saída usa-se a constante `OUTPUT`, conforme instrução abaixo:

```
pinMode(led, OUTPUT);
```

As saídas digitais podem ser acionadas ou desligadas com os comandos `HIGH` e `LOW` no ambiente de programação. Para acionar a saída utiliza-se a função

digitalWrite(). Para escrever nível lógico 1 (LIGAR), usa-se a constante HIGH e para um nível lógico 0 (DESLIGAR) usa-se a constante LOW, conforme instruções abaixo.

```
digitalWrite(led, HIGH); // liga led  
digitalWrite(led, LOW); //desliga led
```

A função delay() é utilizada para aguardar 1 segundo entre a mudança de estados. Como a função delay() aguarda por x milissegundos são necessários 1000 ms para se ter 1 segundo:

```
delay(1000); // aguarda 1 segundo
```

O sketch para a programação do ARDUINO é apresentado em seguida:

```
/*  
Atividade - Pisca LED  
Ligar um LED por 1 segundo e depois desliga por mais 1 segundo através  
da porta digital 13  
*/  
  
// agora se iniciar a definição das variáveis  
int led = 13; //cria uma variável inteira chamada led com o número do pino  
  
// agora se inicia a rotina de configuração  
void setup() {  
pinMode(led, OUTPUT); // inicializa pino do led como saída digital,  
a porta led enviará informações para o meio externo, no caso o componente eletrônico  
LED.  
}  
  
void loop() {  
digitalWrite(led, HIGH); // liga led  
delay(1000); // aguarda 1 segundo  
digitalWrite(led, LOW); //desliga led  
delay(1000); //aguarda 1 segundo
```

}

Finalizado a escrita do programa, agora o aluno deve verificar se está tudo correto no botão **verificar**. Um dos erros mais comuns cometidos pelos alunos é a falta do **ponto e vírgula (;)** depois de uma linha de comandos, em caso de erro, o console mostrará em qual linha se localiza esse erro. Depois de verificado o programa deve ser enviado para o Arduino através do botão **carregar**. Um led do Arduino ficará piscando rapidamente acusando o recebimento do programa e em seguida iniciará a execução dele. O LED usado na montagem será ligado e desligado sequencialmente em intervalos de 1 segundo. Os alunos devem ser incentivados a realizar alterações no sketch para verificar que mudanças ocorrem com o LED e assim tornar habitual encontrarem um resultado desejado por testagem.

Outra atividade que deve ser desenvolvida é a da utilização de um sensor de temperatura para coletar dados da temperatura dos corpos com o uso do Arduino. Nessa atividade os alunos serão iniciados na coleta de dados para que nos experimentos de Física possam interpretar situações de acordo com os dados coletados. Para essa atividade, devemos usar o termistor NTC 10K à prova d'água e um resistor de 10 K Ω . O princípio de funcionamento deste sensor parte da resistência elétrica que é alterada termicamente, isto é, apresenta um valor de resistência elétrica para cada temperatura absoluta. Esse modelo diminui sensivelmente a sua resistência elétrica com o aumento da temperatura e sua faixa de medição é de -20° a 105° celsius.

Para fazer a comunicação com o computador, será usada a comunicação serial que provê um caminho fácil e flexível para a placa ARDUINO interagir com um computador ou outro dispositivo. A IDE do Arduino, possui um Monitor serial que exhibe os dados enviados pelo Arduino ou envia dados para o Arduino. Esse monitor pode ser utilizado para exhibir as temperaturas durante as medições. Para exhibir textos e números enviados do Arduino, no computador, deve-se inicialmente configurar a comunicação serial através da função `Serial.begin()` na função `setup()`, e usar a função `Serial.print()` para enviar o texto ou valores para o computador.

A função `Serial.begin()` determina quantos bits por segundo é enviado na transmissão de um dado para o computador, por exemplo, para uma comunicação de 9600 bits por segundo, definimos a função como:

Serial.begin(9600);

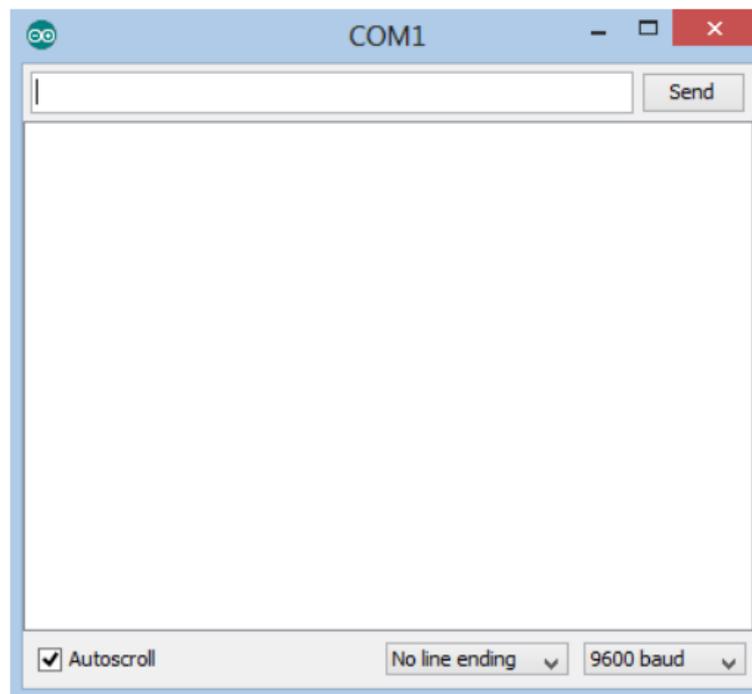
A função print envia textos pela serial. O texto deve ser colocado dentro de aspas duplas, por exemplo:

Serial.print(" Celsius");

Para enviar números, o valor exibido dependerá do tipo da variável. Por exemplo, para enviar uma variável do tipo int, chamada **temperatura**, usa-se a seguinte função:

Serial.print(temperatura);

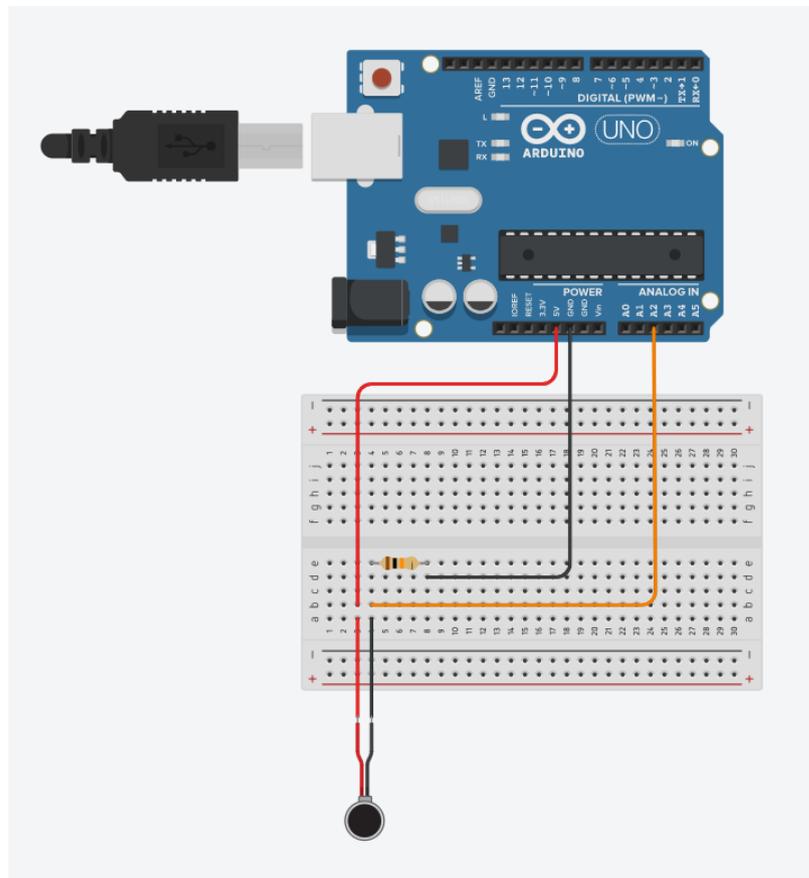
Para monitorar e coletar os dados em um experimento o botão monitor serial que fica no canto superior direito na figura de uma lupa pode ser iniciado enquanto a placa estiver conectada ao computador e quando acionado apresentará a caixa de diálogo conforme a figura abaixo.



Janela do botão Monitor Serial da IDE Arduino

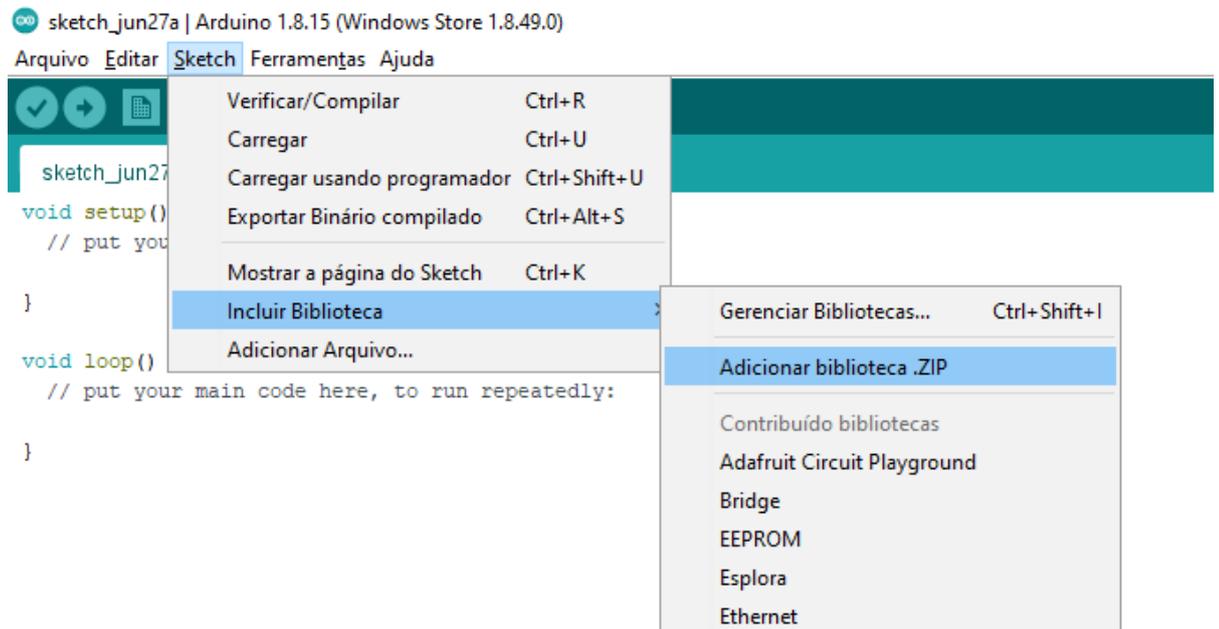
O professor deve propor para os alunos, a realização da montagem a seguir, é importante que seja indicado algumas dicas de prototipagem como por exemplo, usar

o fio vermelho para a alimentação e o fio preto para o aterramento, são convenções que a maioria das pessoas usam.



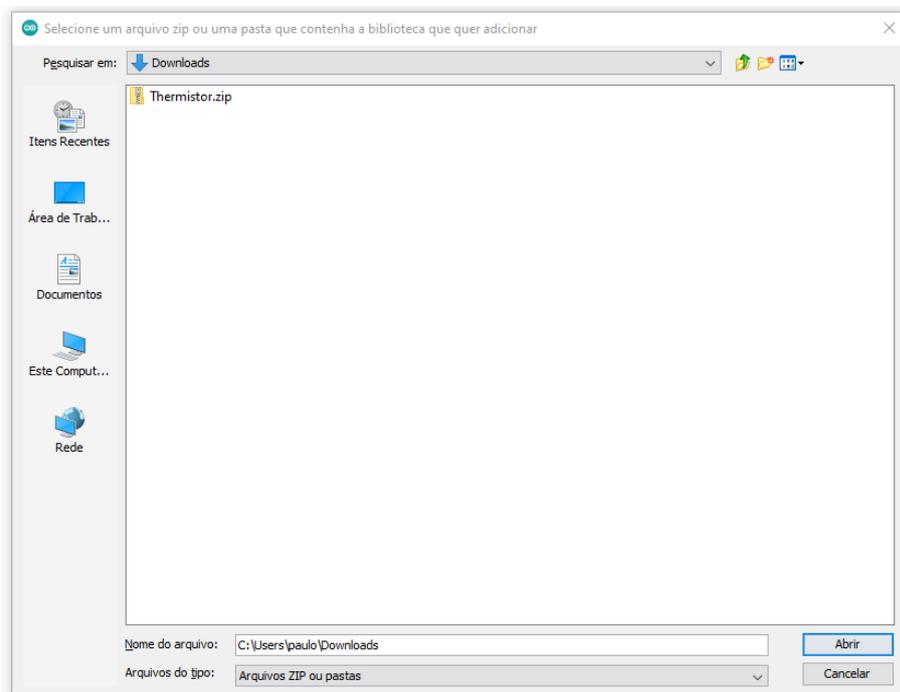
Montagem do Termistor NTC 10k com o Arduino

Após a montagem, devemos iniciar a programação para que o Arduino possa realizar as medidas de temperatura como o uso do sensor de temperatura Termistor NTC 10K. Essa prática faz o uso de uma biblioteca. Bibliotecas são subprogramas com funções desenvolvidas especificamente para executar tarefas como, configurar o acelerômetro, ler dados de aceleração, giroscópio, temperatura e etc. A utilização de uma **biblioteca** facilita o desenvolvimento, tornando o código mais simples e organizado. Para instalar a biblioteca do termistor NTC 10K, o professor poderá realizar uma busca rápida no Google com as palavras Termistor e Biblioteca ou acessar o link <https://blogmasterwalkershop.com.br/arquivos/libs/Thermistor.zip> para realizar o download direto. Em seguida, para instalar a biblioteca, ele deve abrir a IDE do Arduino, em **Sketch > Incluir Biblioteca > Adicionar Biblioteca ZIP**



Inclusão da biblioteca na IDE Arduino

procurar o arquivo e **abrir**.



Inclusão da biblioteca na IDE Arduino

O código para o funcionamento do sensor de temperatura juntamente com o Arduino está descrito a seguir.

```
#include "thermistor.h"
int pinNTC = A1;
float temperatura;
THERMISTOR thermistor(pinNTC, 10000, 3950, 10000);

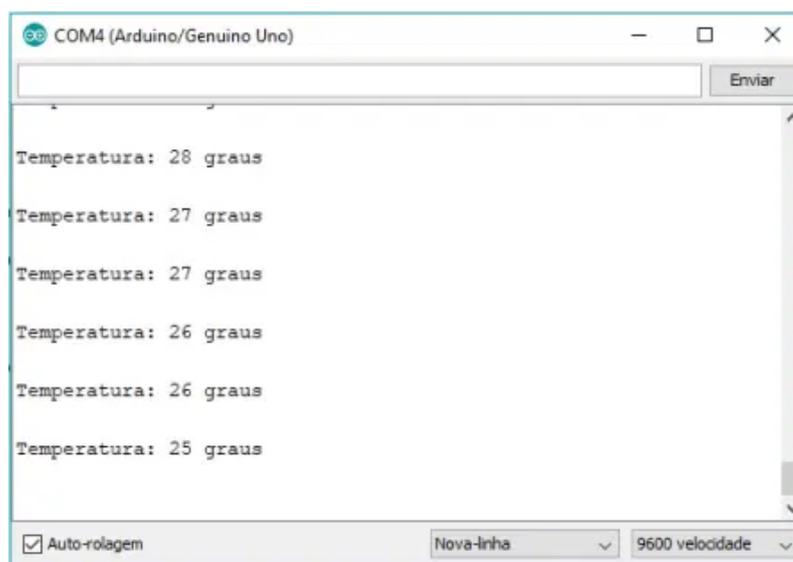
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  temperatura = thermistor.read();
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.print(temperatura);
  Serial.println(" graus");
  Serial.println("");
  delay(1000);
}
```

Nesse código, o comando `#include "thermistor.h"` faz a inclusão da biblioteca do termistor. Cria-se duas variáveis, uma para armazenar o valor da temperatura e outra para usar como identificador do pino analógico utilizado em `int pinNTC = A1;` e `float temperatura;` Cria-se o objeto “thermistor” com os seguintes parâmetros: pino utilizado para a leitura no arduino, valor da resistência do termistor, coeficiente do termistor, valor da resistência do resistor utilizado em `THERMISTOR thermistor(pinNTC, 10000, 3950, 10000);`; Habilitamos a conexão serial entre o arduino e o computador com 9600 de taxa de transferência em `Serial.begin(9600);`. É efetuada a leitura do sensor pelo comando `thermistor.read()` e é salvo na variável “temperatura”. O valor é mostrado no monitor serial e após isso, é dado um tempo de espera de 1 segundo pela sequência

```
Serial.print("Temperatura: ");Serial.print(temperatura); Serial.println(" graus");  
Serial.println(""); e delay(1000);.
```

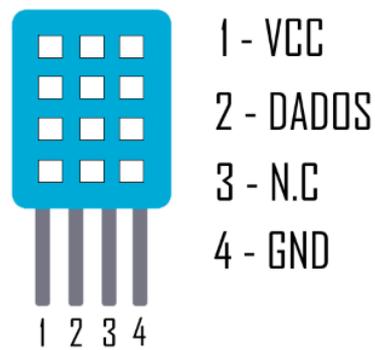
Após enviar o código para o Arduino, o sensor de temperatura inicia a realização da temperatura da ponta do sensor que deve entrar em equilíbrio térmico com o corpo do qual se deseja medir a temperatura. Abrindo o Monitor Serial, teremos a escrita das medidas realizadas de acordo com a figura abaixo.



Monitor serial exibindo medidas de temperatura

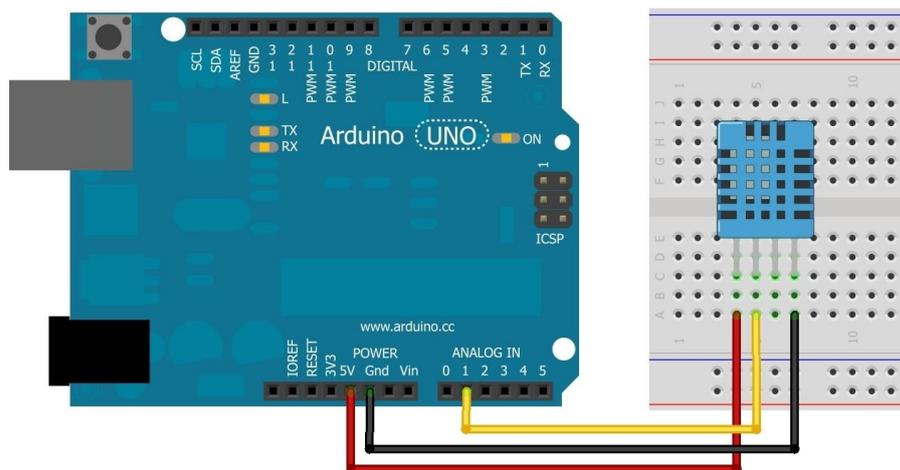
O professor deve incentivar os alunos a realizar medidas de temperaturas, podemos usar água aquecida, água com gelo, medida da temperatura corporal das pessoas ou outros corpos do ambiente.

Uma outra alternativa de atividade é usar o sensor de umidade e temperatura para monitorar a umidade relativa do ar e temperatura ambiente da sala. O DHT11 é um sensor que possui 4 terminais sendo que somente 3 são usados: GND, VCC e Dados.



Sensor de umidade e temperatura DHT11

Para realizar essa atividade, o professor deve propor aos alunos a realização da montagem da figura abaixo



Montagem do Sensor DHT11 no Arduino

Para que não seja necessário a programação e configuração do sensor, o professor poderá fazer uso da biblioteca que pode ser encontrada por uma pesquisa rápida nos motores de pesquisa ou através do link no repositório github em <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library>. Depois de instalada a biblioteca do sensor DHT, o sketch abaixo deve ser enviado ao Arduino.

```
#include "DHT.h"
```

```
#define DHTPIN A1 // pino que estamos conectado
```

```

#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
// Conecte pino 1 do sensor (esquerda) ao +5V
// Conecte pino 2 do sensor ao pino de dados definido em seu Arduino
// Conecte pino 4 do sensor ao GND
// Conecte o resistor de 10K entre pin 2 (dados)
// e ao pino 1 (VCC) do sensor
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

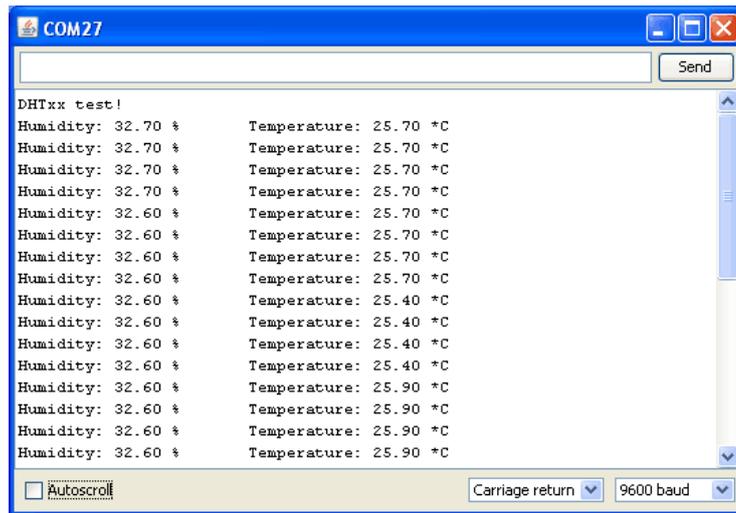
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("DHTxx test!");
  dht.begin();
}

void loop()
{
  // A leitura da temperatura e umidade pode levar 250ms!
  // O atraso do sensor pode chegar a 2 segundos.
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  // testa se retorno é válido, caso contrário algo está errado.
  if (isnan(t) || isnan(h))
  {
    Serial.println("Failed to read from DHT");
  }
  else
  {
    Serial.print("Umidade: ");
    Serial.print(h);
    Serial.print(" %t");
    Serial.print("Temperatura: ");
    Serial.print(t);
  }
}

```

```
Serial.println(" *C");  
}  
}
```

Como resultado, as leituras da umidade relativa do ar e da temperatura ambiente serão apresentadas através do monitor serial como mostra a figura a seguir.



Leitura de umidade e temperatura realizadas pelo sensor DHT11

O professor pode propor aos alunos que realizem as medidas em diferentes ambientes da escola, como locais com ar condicionado, locais expostos a luz solar e locais embaixo de árvores, para que os alunos possam verificar as mudanças nas leituras do sensor.

6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Seguindo as orientações da Diretrizes Curriculares da Educação Básica e amparado pela proposta curricular da BNCC, onde se enfatiza que o ensino de Física no Ensino Médio deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação, apresentamos uma sequência didática para o ensino dos conceitos iniciais de termologia que servem de base para o desenvolvimento de grande parte da base curricular dos conceitos que devem ser desenvolvidos no 2º ano do Ensino Médio. Esse material de apoio pode ser utilizado pelos professores de Física, que desejam trabalhar nas aulas com uma cultura tecnológica através do desenvolvimento de atividades teóricas e práticas que despertem os estudantes à compreensão desses conceitos de termologia e suas relações com a tecnologia e sociedade. Essa proposta está pautada em atividades potencialmente significativas, que serão desenvolvidas individualmente e em grupos, formadas por atividades de leitura dos capítulos do livro Física Conceitual do autor Paul Hewitt, exercícios conceituais do mesmo livro, atividades práticas com o uso de sensores de temperatura e o Arduino, e formulários de avaliação, esperamos que a utilização desta metodologia seja proveitosa no sentido da aprendizagem significativa dos principais conceitos da terminologia, no acesso à tecnologia e no desenvolvimentos de habilidades individuais e de trabalho em grupo pelos estudantes.

A escolha desse conteúdo se deve, em grande parte, à dificuldade historicamente demonstrada pelos alunos em ir além das concepções alternativas sobre os conceitos envolvidos no estudo da termodinâmica (MOREIRA, 1996). Conceitos de temperatura, calor, energia interna, são conceitos-chaves para o entendimento dos fenômenos térmicos. Em seu artigo, Moreira afirma que os conceitos da termologia como integrantes de um dos campos conceituais da Física que não podem, então, ser ensinados como conceitos isolados. É necessário, além disso, que esses conceitos sejam ensinados como ideias científicas que fazem parte do dia a dia dos estudantes, que o aprendizado tenha um significado na vida dele, e que eles possam ter meios de desenvolver a criatividade relacionada à tecnologia amplamente presente em nossas vidas.

6.1 OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

- Promover caminhos para o desenvolvimento da aprendizagem significativa de conceitos de terminologia essenciais para o estudo dos fenômenos térmicos no Ensino Médio.

- Fornecer um material instrucional para professores de Física que faz uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa que juntamente com o uso de atividades práticas aliadas ao Arduino como elemento motivador, promovam a aprendizagem e aplicabilidade tecnológica desses conceitos.

- Colaborar para o desenvolvimento de habilidades individuais e de trabalho em equipe e de competências necessárias para a formação dos estudantes como cidadãos conscientes e comprometidos com questões sociais e preparados para compreender a sociedade tecnológica em que vivem.

6.2 O PAPEL DO PROFESSOR

Para o desenvolvimento dessa proposta o professor deve agir como organizador das etapas da aplicação da sequência didática, observador das concepções prévias dos estudantes e agente instigador incentivando o diálogo e provocando as discussões por meio de questionamentos, visando que os mesmos interajam com as atividades propostas a fim de se apropriarem do conteúdo proposto, e agente norteador na busca dos alunos pelo conhecimento científico.

6.3 A AVALIAÇÃO

A avaliação será realizada de forma contínua observando a participação e envolvimento dos alunos nas atividades propostas. Também será avaliado o desenvolvimento e desempenho nas discussões e nas atividades práticas. Serão avaliados individualmente e coletivamente para que se possa verificar as diferentes formas de aprendizado.

6.4 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A implementação da sequência didática em sala de aula se baseia na construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) segundo Moreira (2011) em seu artigo UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS - UEPS, usando como material de referência o livro Física Conceitual do autor Paulo Gewitt e usando como elemento motivador, o microcontrolador Arduino nas atividades práticas ao final de cada encontro como descrito a seguir. Cada encontro é caracterizado por duas aulas em sequência ou com um intervalo de tempo semanal de 100 minutos. O desenvolvimento da UEPS deve seguir algumas etapas que buscam promover a aprendizagem significativa. Moreira (2011) recomenda que sejam seguidos oito passos sequenciais em sua elaboração e aplicação, sendo que cabe ao professor buscar a melhor forma de segui-los e adaptá-los à sua realidade escolar.

PRIMEIRO ENCONTRO

Conteúdos

Abordagem dos conceitos de sensação térmica e temperatura.

Duração

Duas aulas - 100 minutos

Objetivos

Ao final desse encontro, os alunos devem reconhecer experimentalmente que o tato é uma forma relativa de reconhecer as ideias de quente e frio, não sendo uma maneira confiável para medir a temperatura dos corpos.

Desenvolvimento Metodológico

Primeiro Passo - Definir os conceitos a serem abordados e os objetivos a serem alcançados.

Nessa etapa, o professor deve ter clareza em relação aos conceitos e objetivos que deseja alcançar, como foram definidos nos conteúdos e objetivos da sequência didática.

Segundo Passo - Criar/propor situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio (30 minutos)

Nesse primeiro encontro o professor deve aplicar o **Questionário 01** com o tempo de 20 minutos, com o objetivo de identificar os conceitos prévios dos estudantes acerca das ideias de sensação térmica e temperatura. Esse momento é importante para que o aluno possa construir seus conceitos, corretos ou errados, para que possa se externar em um momento posterior. Após a aplicação do questionário, o professor deverá usar 10 minutos da aula para avaliar as respostas e mediar o próximo passo com base nessas respostas.

Terceiro Passo - Propor situações-problema em nível introdutório que levam em conta o conhecimento prévio do aluno (50 minutos)

Nessa etapa, os alunos devem realizar o experimento para determinar a sensação térmica ao mergulhar uma das mãos em água fria e a outra mão em água quente, e por fim mergulhar as mãos em água morna. A problemática desse experimento é mostrar que as sensações térmicas que sentimos são conceitos relativos. O experimento está descrito na **Atividade Experimental 01**. Com esse experimento introduz-se o conceito de sensação térmica, e o aluno consegue compreender que o tato não é um instrumento confiável para avaliar a temperatura dos corpos.

SEGUNDO ENCONTRO

Conteúdos

Abordagem dos conceitos de energia interna, temperatura e equilíbrio térmico.

Duração

Duas aulas - 100 minutos

Objetivos

Ao final desse encontro, os alunos devem diferenciar e reconhecer os conceitos de energia interna e temperatura, conhecer as principais escalas termométricas e seus pontos fixos.

Desenvolvimento Metodológico

Quarto Passo - Aprofundando o conhecimento (70 minutos)

Nesse passo, o professor deve iniciar a introdução dos novos conhecimentos observando a diferenciação progressiva, iniciando por aspectos mais gerais do conceito de temperatura e agitação molecular e em seguida abordando os aspectos mais específicos relacionados à energia interna e energia cinética média das moléculas. Os alunos devem fazer a leitura dos tópicos 15.1 - Temperatura e 15.2 - Calor, no Capítulo 15 - Temperatura, Calor e Dilatação do livro Física Conceitual do autor Paul Gewitt. Após a leitura do texto, o professor deve dividir os alunos em grupos e aplicar o **Questionário 02** em um intervalo de 20 minutos. Após a aplicação do questionário os alunos devem realizar a montagem do Arduino junto com o sensor de temperatura NTC 10K para realizar medidas de temperatura de uma mistura de água e gelo e da temperatura da água em processo de ebulição, descritos através da **Atividade Experimental 02**.

Quinto passo - Retomar aspectos iniciais (30 minutos)

Nessa etapa o professor deve apresentar questões de complexidade maior envolvendo os conceitos de energia interna, temperatura e equilíbrio térmico através da aplicação do **Questionário 03** com os alunos divididos em grupos. Essa atividade busca levantar os tópicos mais gerais em um nível mais elevado de complexidade propiciando situações-problema que fizeram surgir diferenciações com o que já tinha sido trabalhado. Como ponto principal, o professor deve procurar propiciar a reconciliação integradora desses tópicos.

TERCEIRO ENCONTRO

Conteúdos

Abordagem dos conceitos de sensação térmica, temperatura, energia interna, calor e equilíbrio térmico.

Duração

Duas aulas - 100 minutos

Objetivos

Retomar as ideias mais dos conceitos discutidos através da reconciliação integradora.

Sexto passo - Diferenciação progressiva (60 minutos)

Dar continuidade a diferenciação progressiva retomando as características que foram mais marcantes nos conteúdos desenvolvidos, idealizando sempre uma visão integradora. Desta forma o professor deve buscar a reconciliação integrativa, disponibilizando o tempo para os alunos divididos por equipes, prepararem apresentações através de exposições orais das equipes com o uso de materiais impressos ou recursos audiovisuais e/ou computacionais onde eles devem expor as principais ideias relacionadas aos conceitos trabalhados.

Sétimo Passo - Avaliação Individual (40 minutos)

A avaliação individual é realizada pelo professor através da aplicação do **Questionário 04**.

Oitavo Passo - Avaliação da UEPS (atividade que foi realizada em casa)

Neste trabalho, as análises qualitativas sobre as atividades realizadas no desenvolvimento da UEPS foram realizadas pelos alunos fora do ambiente escolar e fazem parte da discussão dos resultados da dissertação que dá embasamento a este trabalho.

REFERÊNCIAS

GOMES, A. P. et al. Ensino de Ciências: dialogando com David Ausubel. Revista Ciências & Ideias, v.1, n.1, out/mar 2009-2010.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS, Aprendizagem Significativa em Revista, v 1, n. 2, 2011.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo-SP: Editora Gen, 2011.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, jul. 2001 – jul. 2002.

ANEXOS

Questionário 01

01. Na ausência de um termômetro, como é possível saber se uma pessoa está com febre?



02. Como fazemos para saber se os materiais abaixo estão quentes ou frios como um copo de café, Carvão, Ferro elétrico, panela?

03. O tato é um bom método de medir a temperatura dos corpos?

04. O que é temperatura?

05. Um corpo quente contém calor?

Atividade Experimental 01

1. Para a realização dessa atividade experimental, devemos pegar 4 béqueres com água, gelo e o ebulidor.
2. O ebulidor deve ser mergulhado em um dos béqueres e somente em seguida o mesmo deve ser ligado à tomada.
3. O tempo de aquecimento não pode ser muito longo para que seja permitido mergulhar a mão no béquer com água quente. Caso fique muito quente, devemos aguardar esfriar um pouco.
4. em outro béquer, devemos adicionar água e gelo em quantidade suficiente que permita inserir a mão no interior do béquer.
5. Os outros dois béqueres devem conter água em temperatura ambiente.
6. Os alunos devem mergulhar uma das mãos no béquer com água quente e a outra mão no béquer com água e gelo. Após alguns minutos retira as mãos e as coloca nos béqueres com água na temperatura ambiente.
7. Com base nas observações realizadas na atividade experimental, responda a questão a seguir



Podemos confiar em nosso senso de quente e frio? Ambos os dedos sentirão a mesma temperatura quando forem mergulhados na água morna?

Qual a maneira mais precisa de medir a temperatura de um corpo?

Questionário 02

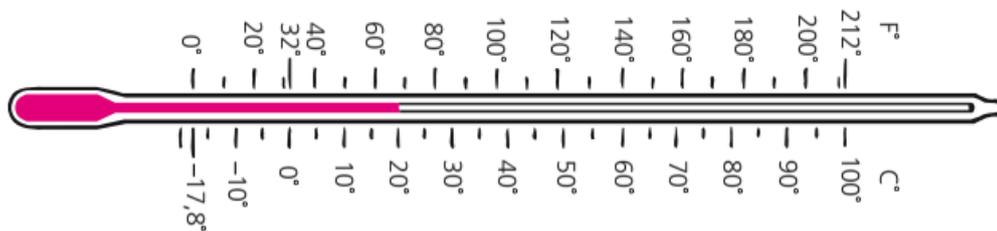
01. Têm-se dois béqueres, um com água quente e outro com água fria, visualmente, qual a diferença entre as massas de água nos béqueres?

02. Em um nível molecular, qual a diferença entre as moléculas do béquer com água quente em relação às moléculas no béquer com água fria?

03. Um objeto quente contém energia interna, ou contém calor?

Atividade Experimental 02

1. Para a realização dessa atividade experimental, devemos utilizar 3 béqueres com água, gelo, ebulidor e usar o Arduino juntamente com o sensor de temperatura NTC 10K com a programação já realizada anteriormente nas atividades envolvendo o Arduino.
2. Com o Arduino realizando as medidas de temperatura, gelo deve ser adicionado em excesso à água em um dos béqueres e aguardar até a leitura da temperatura estabilizar.
3. Realizar a anotação da temperatura em que se estabilizou a leitura feita pelo Arduino.
4. O ebulidor deve ser mergulhado em um dos béqueres e somente em seguida o mesmo deve ser ligado à tomada, na sequência o aluno deve mergulhar o sensor de temperatura na água em processo de aquecimento e aguardar a leitura da temperatura estabilizar.
5. Realizar a anotação da temperatura em que se estabilizou a leitura feita pelo Arduino e desligar o ebulidor.
6. Agora você deve pegar um pouco de água gelada do béquer com gelo e adicionar ao béquer com água fervente e com o sensor de temperatura, medir a temperatura final da mistura.
6. Com base nas observações realizadas na atividade experimental, responda a questão a seguir



Qual a temperatura de congelamento e de ebulição da água nas escalas Celsius e Fahrenheit em situações de pressão atmosférica normal?

Por que devemos aguardar a temperatura estabilizar para realizar as medidas de temperatura da água em ebulição e da mistura de água e gelo?

Qual o nome da situação final atingida quando a temperatura se estabiliza após misturarmos a água gelada com a água fervente?

O que é temperatura?

O que é calor?

Questionário 03

01. O que define a temperatura: a energia cinética translacional, a energia cinética rotacional ou a energia cinética vibracional? Ou todas essas?

02. O que se quer dizer com a afirmação de que um termômetro mede sua própria temperatura?

03. Existe alguma diferença entre energia térmica e energia interna? Qual?

04. Um objeto quente contém energia interna, ou contém calor?

Questionário 04

01. Em sua sala, existem coisas como mesas, cadeiras e pessoas. Entre elas, o que tem uma temperatura (1) mais baixa do que, (2) maior do que e (c) igual à temperatura do ar?

02. Por que você não pode ter certeza se está com febre alta tocando sua própria testa?

03. Faça distinção entre calor e energia interna ou os dois termos são a mesma coisa?

04. O que possui maior quantidade de energia interna, um iceberg ou uma xícara de café quente? Explique.
