

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL**

JANINHA APARECIDA PEREIRA

**UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ENERGIA BASEADO
NA PLATAFORMA ARDUINO**

DISSERTAÇÃO

**PONTA GROSSA
2018**

JANINHA APARECIDA PEREIRA

**UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ENERGIA BASEADO
NA PLATAFORMA ARDUINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ponta Grossa, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin.

Coorientador: Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski.

PONTA GROSSA

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa
n.55/18

P436 Pereira, Janinha Aparecida

Um recurso didático para o ensino de energia baseado na plataforma Arduino. /
Janinha Aparecida Pereira. 2018.
148 f.; il. 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin
Coorientador: Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Ponta Grossa, 2018.

1. Ciências - Estudo e ensino. 2. Energia - Estudo e ensino. 3. Arduino (Controlador
programável). 4. Aprendizagem baseada em problemas. I. Miquelin, Awdry Feisser. II.
Szmoski, Romeu Miqueias. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº **144/2018**

UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ENERGIA BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO

por

Janinha Aparecida Pereira

Esta dissertação foi apresentada às **14 horas** do dia **14 de setembro de 2018**, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves
(UEM)

Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho
(UTFPR)

Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski
(UTFPR)

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin (UTFPR) -
Orientador(a)

Visto do (a) Coordenador (a):

Prof^a. Dr^a. Eloiza Aparecida Silva Avila de Matos
Coordenador do PPGECT- Mestrado Profissional

- A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE ARQUIVADA NO
DEPARTAMENTO DE REGISTROS ACADÊMICOS -

Dedico este trabalho à minha família, em especial,
aos meus amados filhos
Luiza, Luiz Guilherme e Davi.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida, por me fortalecer, amparar e ajudar a reconhecer, que toda tarefa árdua em busca de realizações pessoais e profissionais, nos transformam em seres humanos melhores.

Ao meu orientador Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin, grande pessoa, exemplo de mestre, amigo e professor, pela competência e por entender minhas limitações e dificuldades em todo o processo. Muito obrigada, por acreditar no meu potencial e me fazer trilhar caminhos para o desenvolvimento deste trabalho, que levaram ao crescimento, não só acadêmico, mas pessoal e profissional.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski, pessoa e profissional admirável, paciente, dedicado. Nos momentos de maiores dificuldades na parte técnica do processo de construção e reconstrução do trabalho, me ensinou que é preciso calma e que para todos os problemas existem caminhos que levam à solução. Minha eterna gratidão por me proporcionar tanto aprendizado.

Aos meus filhos Luiza, Luiz Guilherme e Davi que me ensinam todos os dias, lições de amor, partilha, humildade e doação.

A minha mãe Neuza, mulher guerreira, pilar inabalável de oração, amor e cuidados com nossa família. Minha eterna gratidão, pois na minha ausência, desempenhou muito bem o papel de Pai e Mãe das nossas crianças.

Ao meu pai Nelso, mesmo com pouco conhecimento foi ele que me alfabetizou, pois na época não existia professor nas comunidades rurais. Meu muito obrigado, pela companhia nas viagens, por me incentivar, apoiar e acreditar que o conhecimento é a maior herança que se pode deixar para um filho.

À equipe técnica, Taynara e Fernando, pelo apoio na construção, paciência e ajuda na solução de problemas para o funcionamento do APP.

As minhas queridas amigas, Márcia e comadre Danieli, pela amizade, apoio e pela ajuda no transporte das crianças até a escola.

A minha comadre Valéria, pela amizade, orações, apoio emocional e correções ortográficas e gramaticais do texto.

A minhas amigas Bianca, pela ajuda no Inglês e Nicolle pelas discussões e apoio nos momentos de desespero com o trabalho.

As minhas comadres Marcela, Terli e Zenita, pela amizade, oração, apoio emocional e carinho com meus filhos. Obrigada, vocês serão para sempre minhas irmãs de coração!

Ao Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves, por todas as sugestões e apontamentos no momento da qualificação e defesa, as quais foram muito importantes nas correções e análises dessa pesquisa.

Ao Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra, por todas as dicas, sugestões, análises e no momento da qualificação e defesa, deixo registrado aqui o meu respeito, carinho e admiração. Muito obrigada!

Ao Prof. Dr. Alvaro Emilio Leite (orientador_PDE), obrigada por me ensinar o caminho de professora pesquisadora, grande mestre e profissional, terá sempre o meu respeito e admiração.

Aos estudantes do segundo período do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais da UTFPR, campus de Ponta Grossa, pelos momentos de interação e aprendizagem.

Aos professores do programa de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia da UTFPR – Ponta Grossa – PR. Obrigada, pelas oportunidades de interação e aprendizado.

Aos meus grandes amigos e companheiros de batalha que o mestrado me proporcionou, Alessandra, André, Anderson e Camila, obrigada por todos os momentos de diálogos, conversas, risos, interações, frustrações, medo e crescimento. Vocês irão morar para sempre no meu coração.

Às equipes diretivas dos Colégios CEMAG e PROHERF, pelo apoio e ajuda nas trocas de horários, facilitando a reposição de aulas nos momentos em que eu precisava me ausentar da escola para compromissos de estudo e estágios, para o desenvolvimento desta pesquisa.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para essa dissertação.

RESUMO

PEREIRA, Janinha Aparecida. **Um recurso didático baseado na plataforma Arduino para o ensino de energia**. 2018. 148 p. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

Esta dissertação apresenta uma pesquisa de abordagem qualitativa, exploratória e descritiva permeada pela pesquisa-ação e norteada por uma MDP (Matriz Dialógica-Problematicadora) que orienta o caminho percorrido pelo pesquisador na delimitação do tema, ação, coleta e análise de dados. Investiga-se as possibilidades de ensino-aprendizagem usando a plataforma Arduino e a metodologia PBL (Problem Based Learning) para o Ensino de Ciências, em particular para os professores em formação, tendo como temática da disciplina APCC2 o conceito Energia. Objetivou-se desenvolver um processo de ensino aprendizagem para a promoção de habilidade tecnológica com o Arduino e investigar/desenvolver projetos utilizando-se da metodologia PBL e da mediação do Arduino com os estudantes de licenciatura. O trabalho realizou-se obedecendo as seguintes etapas: aplicação de questionário investigativo inicial; aplicação da metodologia PBL: apresentação do problema global (notícia de jornal); divisão dos estudantes em oito grupos com temáticas diferentes atreladas ao problema global; pesquisa das temáticas; apresentação de seminários; aula expositiva sobre a plataforma Arduino; oficinas práticas com aulas direcionadas sobre Energia utilizando a plataforma Arduino; construção e apresentação de relatórios das práticas realizadas nas oficinas; pesquisa, reelaboração e construção de pequenos projetos/produtos automatizados apresentando possíveis soluções/possibilidades de produção de Energia; apresentação dos projetos/produtos em formato de feira de ciências; reaplicação do questionário investigativo e gravação de vídeos e áudios com depoimentos para avaliação da prática docente e da disciplina. O produto final desta dissertação consiste na elaboração de um guia para professores de Ciências no formato de aplicativo para celular baseado no processo investigativo desta dissertação para o Ensino e aprendizagem do conteúdo Energia, unindo PBL e ARDUINO. Os resultados sinalizam que a ferramenta Arduino e a metodologia PBL amparados pela MDP, ajudam o professor na mediação dos conceitos científicos e tecnológicos, favorece a aprendizagem complexa, cooperativa e colaborativa entre os estudantes, dando abertura para a pesquisa, reelaboração e criação de projetos em torno da temática Energia.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Arduino. Metodologia PBL. Energia.

ABSTRACT

PEREIRA, Janinha Aparecida. **A didactic resource based on the Arduino platform for the teaching of energy.** 2018. 148 p. Dissertation (Master Degree in Teaching in Science and Technology) - Federal University of Technology - Paraná. Ponta Grossa, 2018.

This dissertation presents a research of qualitative, exploratory and descriptive approach permeated by action research and guided by an DPM (Dialogic-Problem Matrix) which guides the path taken by the researcher in the delimitation of the theme, action, data collection and analysis. Investigated as teaching-learning possibilities using an Arduino platform and a PBL (Problem Based Learning) for science teaching, in particular for teachers in training, having as theme of the APCC2 discipline the Energy concept. The objective was to develop a teaching learning process to promote technological ability with Arduino and to investigate/develop projects using the PBL methodology and Arduino mediation with undergraduate students. presentation of the global problem (newspaper news); division of students into eight groups with different themes linked to the global problem; division of students into eight groups with different themes linked to the global problem; research on themes; presentation of seminars; lecture on the Arduino platform; practical workshops with classes directed on Energy using the Arduino platform; construction and reporting of workshop practices; research, re-elaboration and construction of small projects/automated products presenting possible solutions/possibilities of production of Energy; presentation of projects/products in the form of science fair; reapplication of the investigative questionnaire and recording of videos and audios with testimonials for evaluation of teaching practice and discipline the final product of this dissertation consists in the elaboration of a guide for teachers of Sciences in the format of mobile app based on the investigative process of this dissertation for Teaching and learning of the content Energy, joining PBL and ARDUINO. The results indicate that the Arduino tool and the PBL methodology supported by the MDP, help the teacher in the mediation of scientific and technological concepts, favors complex, cooperative and collaborative learning among students, opening up research, re-elaboration and creation of projects in around the Energy theme.

Keywords: Science Teaching. Arduino. PBL Methodology. Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arduino Uno	31
Figura 2 - Arduino Mega.....	32
Figura 3 - Esquema da distribuição dos temas pela Tríade: MDP- PBL- ARDUINO.	36
Figura 4 - Esquema de Integração Metodologia+Tecnologia+Energia.....	37
Figura 5 - Led na porta digital 13+GND.....	45
Figura 6 - Print do Sketch do Arduino	46
Figura 7 - Construção do semáforo.....	47
Figura 8 - Print do Sketch do Arduino _Semáforo	47
Figura 9 - Circuito com Massinha de Modelar	49
Figura 10 - Print do Sketch do Arduino _ massa de modelar	50
Figura 11 - Circuito sensor de luminosidade	51
Figura 12 - Print do Sketch do Arduino_ Sensor de luminosidade	51
Figura 13 - Circuito sensor de temperatura.....	54
Figura 14 - Print do Sketch do Arduino construção de um termômetro.....	54
Figura 16 - Print Programação S4A: Semáforo	57
Figura 17 - Print Programação S4A: Lei de Ohm	57
Figura 18 - Print Programação S4A: Sensor de luminosidade	58
Figura 19 - Print Programação S4A: Termômetro	58
Figura 20 - Esquema dos projetos elaborados.....	88
Figura 21 - Girassol automatizado	89
Figura 22 - Arduino+ Medidor Geiger	90
Figura 23 - Painel Fotovoltaico	91
Figura 24 - Biodigestor pronto	92
Figura 25- Painel Solar pronto.....	93
Figura 26- Maquete Usina Hidrelétrica Pronta	94
Figura 27- Montagem da Maquete com um Mini Gerador Eólico	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Conhecimentos sobre Energia.....	61
Gráfico 2 - Fontes de Energia	62
Gráfico 3 - O uso da Energia no cotidiano	63
Gráfico 4 - Tecnologias para a Produção de Energia.....	64
Gráfico 5 - Conhecimento sobre Programa de Automatização	65
Gráfico 6 - Conhecimentos sobre Componentes Eletrônicos	66
Gráfico 7 - Uso diário do Celular	67
Gráfico 8 - TIC na Aprendizagem.....	68
Gráfico 9 - Experiência com TIC	69

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - MDP	41
Quadro 2 - Relações didáticas para o ensino de Ciências e Tecnologias.....	70
Quadro 3 - Provocação da Complexidade do tema Energia.	71
Quadro 4 - Relações de complexidade do conceito Energia mediadas pelo Arduino.....	72
Quadro 5 - Favorecimento do aprendizado do conceito Energia pela Metodologia PBL.	73
Quadro 6 - Concepção do conceito de Energia pelos Estudantes.	74
Quadro 7 - Interações e discussões entre os estudantes	76
Quadro 8 - Limitações dos estudantes o Arduino.....	77
Quadro 9 - Avanços e dificuldades dos estudantes com a metodologia PBL.	77
Quadro 10 - Processos educacionais mediados pelo Arduino para a aprendizagem.	78
Quadro 11 - Desenvolvimento de habilidades tecnológicas com o Arduino.	79
Quadro 12 - O uso do Arduino nas mediações no Ensino de Ciências.....	80
Quadro 13 - Valoração dos projetos criados com o Arduino.	81
Quadro 14 - Estratégias de Ensino do conceito Energia focado em PBL.	82
Quadro 15 - Construção de conhecimento interdisciplinar pela Metodologia.....	83
Quadro 16 - O Arduino e a metodologia PBL como recurso didático.....	84
Quadro 17 - A metodologia PBL na proficiência da aprendizagem dos conceitos científicos e tecnológicos.....	85

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
APCC2	Atividade Prática como Componente Curricular 2
DCE	Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná
IDE	<i>Integrad Development Environment</i>
MDP	Matriz Dialógica-Problematizadora
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
PDE	Plano de Desenvolvimento da Escola
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 A COMPLEXIDADE DA TEMÁTICA ENERGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	21
3 ARDUINO COMO MEDIAÇÃO TECNOLÓGICA E A METODOLOGIA PBL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	29
3.1 ARDUINO COMO MEDIAÇÃO TECNOLÓGICA, SEUS CONCEITOS0 BÁSICOS, POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES	29
3.2 A METODOLOGIA PBL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS	34
3.3 MDP (MATRIZ DIALÓGICA PROBLEMATIZADORA)	39
4 CAMINHO METODOLÓGICO.....	40
4.1 DESENHO DA PESQUISA	40
4.2 OFICINAS DA TEMÁTICA ENERGIA UTILIZANDO O ARDUINO	43
4.2.1 Prática 01_Corrente Elétrica	44
4.2.2 Prática 02_Leis de Ohm	48
4.2.3 Prática 3_ Física Térmica.....	52
4.3 OFICINAS DA TEMÁTICA ENERGIA UTILIZANDO O S4A (SCRATCH+ARDUINO)	56
5 A ANÁLISE E A DISCUSSÃO DOS DADOS DA INVESTIGAÇÃO.....	60
5.1 CATEGORIAS ELEGIDAS NA COMPARAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO INICIAL E FINAL.....	60
5.2 ESTUDO DOS DADOS PERMEADOS PELO TRIPÉ: MDP- PBL- ARDUINO..	70
5.2.1 Categoria Conceito de Energia	70
5.2.2 Categoria Estudantes de Licenciatura.....	74
5.2.3 Categoria Mediação com o Arduino	78
5.2.3 Categoria Metodologia PBL.....	82
6 DISCUSSÃO DAS PROPOSTAS DOS ALUNOS APRESENTADAS NA APCC287	
6.1 GRUPO FUNÇÕES ORGÂNICAS – CONSTRUÇÃO DE UM GIRASSOL AUTOMATIZADO UTILIZANDO UM SENSOR DE LUMINOSIDADE.....	88
6.2 GRUPO ENERGIA QUÍMICA – CONSTRUÇÃO DE UM DETECTOR DE ENERGIA IONIZANTE	89
6.3 GRUPO ENERGIA RENOVÁVEIS – PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE UMA PLACA SOLAR.....	90

6.4 BIOCOMBUSTÍVEIS – CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR - PRODUÇÃO DE BIOGÁS	91
6.5 ECONOMIA – SISTEMA DE COLETOR CASEIRO DE ENERGIA SOLAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA.....	92
6.6 GRUPO MEIO AMBIENTE – AUTOMATIZAÇÃO DE UMA USINA HIDRELÉTRICA.....	93
6.7 GRUPO TECNOLOGIA – MODELO DE UM SISTEMA INTELIGENTE DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA UM CONDOMÍNIO ATRAVÉS DE GERADOR EÓLICO.....	95
6.8 ENERGIA NÃO RENOVÁVEL- SISTEMA DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA EM ELÉTRICA	96
6 CONCLUSÃO.....	98
REFERENCIAS.....	102
APÊNDICE A - Produtos construídos pelos alunos.....	106
ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).....	134
ANEXO B - Questionário Investigativo Inicial e Final.....	141
ANEXO C - Programação e conteúdo das aulas.....	144
ANEXO D - Termo de Autorização para a Publicação do Produto.....	147

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa investiga as possibilidades de ensino-aprendizagem com o uso do Arduino com atividades norteadas pela metodologia Problem Based Learning (PBL)¹ para o Ensino de Ciências em particular para os professores em formação, tendo como temática da disciplina de Atividades Práticas como Componente Curricular (APCC2) o conceito Energia. Essa disciplina tem como objetivo trabalhar e construir projetos em formato de rede de aprendizagem no Ensino de Ciências com estudantes do segundo período do curso do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), Campus de Ponta Grossa. Tendo como propósito também, desenvolver um processo de ensino aprendizagem para proficiência tecnológica com o Arduino.

Arduino é uma plataforma que permite a inserção de vários dispositivos e componentes eletrônicos ampliando a possibilidade de problematizar os conceitos e religar os saberes entre os conteúdos das variadas disciplinas. Também chama atenção, por ser uma ferramenta tecnológica de automação que permite controlar, simular e visualizar os fenômenos físicos, químicos e biológicos.

A metodologia PBL de ensino busca, através de problemas reais da vida, estimular e desenvolver o raciocínio, a imaginação, a criatividade. O estudante é desafiado a buscar conhecimentos, conceitos e teorias para estudar as questões problemáticas levantadas, encontrando soluções e interligações em variadas áreas do conhecimento.

A MDP (Matriz dialógico-Problematizadora) permeia e delimita o estudo e a análise dos dados desta pesquisa por meio de questionamentos que orienta o processo investigativo fundamentado em quatro elementos - Conceito de Energia (Complexidade da temática Energia); Estudantes de Licenciatura (Estudantes do Curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais); Mediação com o Arduino (Ferramenta Tecnológica); Metodologia PBL (Metodologia Baseada na Resolução de Problemas).

A tríade MDP-PBL-ARDUINO estabelece relações entre si e delimita caminhos e escolhas para que o processo de investigação sobre a complexidade da temática Energia ofereça novos caminhos para o processo de ensino aprendizagem

¹ Aprendizagem baseada em problemas.

no Ensino de Ciências. Dos oito grupos formados no início deste estudo, apenas dois grupos não incorporam como significativo o processo de pesquisa, participação nas oficinas, realização das práticas e relatórios. Esses grupos não entram na análise da amostra para categorização de aprendizagem da temática Energia utilizando a metodologia MDP- PBL e a plataforma ARDUINO. Porém, nos outros grupos houve interação e comprometimento entre os componentes, buscaram aprender sobre a plataforma Arduino, apresentando dificuldades de construção e interligações de conceitos e teorias com a temática Energia.

Esta pesquisa está diretamente relacionada com minha trajetória acadêmica e profissional. Ingressei na Universidade Estadual de Ponta Grossa em 1997, no curso de Licenciatura em Física, essa escolha foi devido ao gosto e aptidão para a área de ciências exatas e naturais. Em 1998, comecei a trabalhar no Ensino Médio como professora substituta na mesma escola em que estudei o Ensino Fundamental e Médio, sem experiências e vista com olhos de desaprovação pelos colegas de trabalho. Porém, o sistema permitia que eu começasse minha trajetória no trabalho docente, mesmo achando que as pessoas tinham razão pela minha insuficiente formação e pouca idade, mas eu financeiramente precisava.

Em 2004, fiz Especialização em Pedagogia Escolar pela FACINTER, o que me fez aprender a gostar ainda mais da arte de ensinar. Em 2005, passei no concurso de 20 horas da SEED/Educação Básica/Ensino Médio, passando trabalhar somente com a disciplina de Física, pois antes devido a classificação por tempo de serviço a maioria das aulas de Física eram distribuídas para os matemáticos.

Em 2009, fui aprovada no segundo concurso de 20 horas. Entre 2003 e 2014 fiz variados cursos de aperfeiçoamento em diversas áreas tais como: gestão escolar, educação inclusiva, diversidade, currículo, prática docente e inserção de novas tecnologias na escola. Destacam-se na minha trajetória profissional os cursos: Educação Digital, Mídias na Educação, Aplicação Pedagógica de Tecnologias, Formação de Tutores para EaD, Novas perspectivas no Ensino de Ciências, PIC (plano inovador de capacitação tecnológica) e Mapas Conceituais. Enfim, sempre procurei por cursos sobre TIC, pois como professora de Ensino Médio sempre senti a necessidade da inserção de aparatos e ferramentas tecnológicas em minha prática educativa.

Em 2014, tive o privilégio de poder fazer o Curso de Aperfeiçoamento/PDE em duas instituições de Ensino UEPG e UTFPR/CURITIBA tendo como produção a

unidade didática com o título Produção e Socialização de vídeos de experimentos sobre o eletromagnetismo construídos pelos alunos e o artigo Projeto de Ensino e sua contribuição para a aprendizagem dos fenômenos físicos relacionados ao eletromagnetismo. Vale ressaltar que o PDE fez despertar o meu interesse pela pesquisa em Ensino de Física em especial pelo Ensino de Ciência e Tecnologia.

Com apoio do orientador/ PDE Álvaro Emilio Leite em 2015, participei do evento /EDUCERE, com o artigo: Projeto de Ensino sobre transformação de energia nas usinas hidrelétricas. Essa oportunidade impulsionou-me a fazer a inscrição em dois cursos de Mestrado Profissional: Fcet/UTFPR/Curitiba e PPGECT/PG.

Os motivos que me levaram a escolher o Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia foram: possuir habilidades com o uso das novas tecnologias; proximidade da minha residência; adaptação do tema de estudo com a linha de pesquisa do meu orientador; vontade e interesse em ampliar meus conhecimentos já que o programa permite a heterogeneidade de formações o qual nos enriquece como pessoa e como profissional.

Meu primeiro contato com a plataforma Arduino ocorreu no dia da entrevista de seleção para o mestrado. Meu possível orientador me perguntou se aceitaria trabalhar com esta plataforma. Aceitei a proposta porque instigava a aprimorar meus conhecimentos relacionados a inserção das tecnologias no Ensino de Ciências. Confesso que quando me deparei com o tema da pesquisa que surgiu depois de muitas conversas e discussões com o orientador e coorientador, fiquei com medo de não dar conta, pois além de ser um mundo desconhecido “a programação e automação”, trabalhar com a Metodologia PBL num Curso de Formação de professores foi uma tarefa desafiadora.

Durante a pesquisa, a questão problema norteadora de todo o processo foi: *Como um processo de mediação tecnológica com o Arduino através da metodologia PBL (Problem Based Learning) potencializa a aprendizagem do conceito de Energia na formação de professores de Ciências Naturais?*

Os recursos tecnológicos possibilitados pela plataforma Arduino em conjunto com a metodologia MDP-PBL, foram âncoras e ferramentas para melhor conduzir o processo de ensino aprendizagem do conceito Energia. Com a intenção de responder à questão problema dessa pesquisa definiu-se como objetivo geral:

Investigar a aprendizagem do conceito de Energia dos estudantes de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais mediada pela ferramenta

tecnológica Arduino e conduzida pela metodologia PBL (Problem Based Learning) e pela MDP (Matriz Dialógica-Problematizadora).

E como objetivos específicos tem-se:

- **Desenvolver** um processo de ensino aprendizagem para a promoção de habilidades tecnológica com o Arduino.
- **Investigar/desenvolver** projetos utilizando-se da metodologia PBL e da mediação do Arduino com os estudantes de licenciatura.
- **Elaborar** um guia para professores no formato de aplicativo para celular baseado no processo investigativo da dissertação para o Ensino e aprendizagem do conteúdo Energia, usando PBL e Arduino.

De acordo com o exposto acima, o estudo em questão foi de abordagem qualitativa, exploratória e descritiva permeada pela pesquisa-ação e norteado por uma MDP (Matriz Dialógica-Problematizadora) que orienta o caminho percorrido pelo pesquisador na delimitação do tema, ação, coleta e análise de dados, resultando nessa dissertação de Mestrado profissional que mostra as possíveis articulações entre MDP-PBL-Arduino. Tendo como estrutura os seguintes capítulos.

O capítulo um traz uma discussão sobre a complexidade da temática Energia no Ensino de Ciências fundamentada por Morin, bem como as dificuldades de compreender a interligação dos conceitos com questões e problemas do cotidiano apresentadas na tríade MDP- PBL - ARDUINO.

No capítulo dois é apresentada a ferramenta Arduino como mediação tecnológica, seus conceitos básicos, potencialidades e limitações para o uso no Ensino de Ciências Naturais. Discute também, a utilização da metodologia PBL como uma alternativa na formação de professores de ciências. E o caminho metodológico utilizado nesta pesquisa é descrito no capítulo três, evidenciando as inter-relações entre MDP- PBL- ARDUINO.

O capítulo quatro, mostra a análise e discussão dos dados da investigação coletados por meio de interações, áudios, vídeos, relatórios. E no capítulo cinco é apresentado e discutido cada produto dentro das propostas exibidas pelos alunos, na feira de ciências na disciplina de APCC2, do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais do segundo período, o qual será parte do produto desta dissertação de mestrado profissional apresentado como um guia para professores para o ensino baseado em PBL e Arduino para Ciências naturais no formato de aplicativo para celular.

Por fim, depois do estudo e análise dos dados colhidos pela pesquisa-ação por meio da Tríade MDP- PBL- Arduino, dissertamos os resultados que a mediação tecnológica trouxe para o Ensino de Ciências articulada com a metodologia PBL. Em especial, para o desenvolvimento da aprendizagem do conceito Energia e da proficiência tecnológica com o Arduino nos estudantes da disciplina APCC2 do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais. Neste contexto, a pesquisa aqui apresentada tem a finalidade de atrelar os problemas reais por meio da Metodologia PBL com a temática Energia utilizando a plataforma Arduino como recurso didático, que busca o desenvolvimento da autonomia do estudante tornando-o responsável pela sua aprendizagem e, conseqüentemente, um cidadão comprometido com a sociedade.

2 A COMPLEXIDADE DA TEMÁTICA ENERGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Complexidade é um conceito atual nos meios educacionais, veio com a intenção de minimizar os problemas de ensino e aprendizagem visualizados na abordagem disciplinar tradicionalmente fragmentada do conhecimento científico. Ao ensinar apenas os conteúdos específicos, sem margens para uma prática educativa que construa os conhecimentos fundamentados na história da ciência, impedem-se as discussões mais amplas do conhecimento que são influenciados por fatores sociais, culturais, políticos e ambientais. De acordo com Morin (2010, p.69) “*o ensino tem duas funções: uma profissional e técnica, outra cultural e formadora de cidadania*”. O mesmo autor destaca:

A um primeiro olhar, a complexidade é um tecido (*complexus*: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Num segundo momento, a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem nosso mundo fenomênico (MORIN, p.13, 2015).

A complexidade pode ser entendida, portanto, como uma tomada de posição epistemológica de forma trançada, enroscada, entrelaçada, aprendido pelo pensamento, que perpassa e privilegia um conhecimento organizado seguindo parâmetros de evidência e transparência à espera da simplificação. De acordo com Souza (2015, p.07):

O conceito de energia é um dos mais centrais das ciências naturais. Ele é empregado em praticamente todas as áreas das ciências naturais, como a física, a química e a biologia. Para a Física, em particular, possui uma importância fundamental: grande parte dos modelos e teorias da física são fundamentados nesse conceito.

O conceito Energia segundo o mesmo autor, parte do grego que significa trabalho, surge pela primeira vez em 1807 sendo adotada por Thomas Young (1773-1829) fazendo referência ao produto ($m.v^2$) associando ao que ele acreditava ser a Energia: a capacidade para realizar um trabalho. Houve também polêmicas entre os seguidores de René Descartes (1596-1650) e de Gottfried Leibniz (1646-1716) em relação à tentativa de se medir o movimento de um corpo e quantidade conservada

no processo. Para Descartes o momento seria $(m.v)$ e a Energia Cinética segundo Leibniz $(m.v^2)$. (Souza, 2015)

No início do século XIX, o termo energia passou a ser chamado “calórico” e “vis-viva” produto $(m.v^2)$. Em 1853, William Rankine (1820-1872) utilizou o termo “energia potencial” como o diferente de “energia atual” mais tarde chamada de “energia cinética” (1870). (SOUZA, 2015). *Nenhuma História Natural pode ser interpretada na ausência de pelo menos algum corpo implícito de crenças metodológicas e teóricas interligadas que permita a seleção, avaliação e a crítica.* (KUNH, 1962, p.37). Assim, existem muitas diferenças na conceituação apresentada nos livros sobre Energia:

A lei é chamada de conservação de energia. Afirma que há uma certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas múltiplas mudanças que a natureza sofre. Essa é uma ideia muito abstrata, porque é um princípio matemático; diz que há uma quantidade numérica que não muda quando algo acontece. Não é uma descrição de um mecanismo ou algo concreto; é apenas um fato estranho que podemos calcular um certo número. (FEYNMAN; LEIGHTON e SANDS, 2011, 4.1).

A conservação da Energia é um princípio físico que expressa matematicamente os fenômenos naturais, portanto, o conceito de Energia é complexo e quando transposto para a Educação Básica se apresenta com segmentações, simplificações e fragmentações. Os saberes sintetizados e especializados não permitem a compreensão das ligações e interligações de conceitos, teorias, fenômenos científicos e tecnológicos que se apresentam nos aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais da sociedade. Como destaca o autor: *“se quisermos um conhecimento pertinente, precisamos reunir, contextualizar, globalizar nossas informações e nossos saberes, buscar, portanto, um conhecimento complexo”*. (MORIN, 2010, p.566). Logo, a Energia é um conceito que permeia várias áreas do conhecimento com interligações complexas estando associado a variadas transformações ou manifestação da energia existentes, mas regida por uma lei de conservação.

Campos (2014) apresenta as relações para a construção do conceito de trabalho por Lazare Carnot, relacionando as forças moventes com as forças externas que eram obtidas na natureza pela exploração dos recursos disponíveis. Sendo levadas em consideração as analogias existentes entre a *vis viva* $(m.v^2)$ e a *vis viva latente* (PH) estabelecendo afinidades entre a força exercida, a altura e o peso. ...

podemos ainda comparar o resultado do trabalho realizado com o efeito do peso. Para isso é natural avaliar esse trabalho ou pelo peso levantado num tempo dado ou numa altura para que o peso seja levantado (L. Carnot, apud Campos, 2014, p.78).

No que tange às transformações de Energia nas máquinas térmicas, segundo Campos (2015, p.84), *Sadi Carnot buscava a generalização do equivalente mecânico do calor com a intenção de calcular o máximo equivalente do calor, teoricamente supôs que a quantidade de calor transferido durante o ciclo era proporcional à diferença de temperatura entre os corpos quente e frio.* Feynman, Leighton e Sands (2011) e Campos (2015) traz o argumento de Sadi Carnot sobre os motores a vapor, que não existe movimento perpétuo com máquinas simples, pois é violada a lei de conservação de energia. Gomes (2015) traz o estudo de Ernest Mach (1838-1916) da relação entre o *moto-perpétuo* e as raízes do princípio da conservação da Energia, defende que um fenômeno depende do outro, porém entre a impossibilidade do movimento perpétuo e a formulação científica da conservação da energia existe uma grande distância.

As contribuições de Galileu (1632) segundo Gomes (2015, p.415) *era demonstrar que o impetus fornecido a um corpo por uma força, fica constante ao longo do seu movimento, ao menos que ele sofra algum tipo de resistência.* Galileu, mesmo tentando fugir das concepções de Aristóteles sobre o movimento dos corpos, não tinha uma teoria da gravitação que fosse consistente. Aristóteles defendia que *o movimento dos corpos que se encontram no mundo sublunar relaciona-se com a natureza dos seus materiais, sendo de dois tipos: o movimento natural e o movimento forçado ou violento.* (Gomes, 2015, p.416). No entanto Galileu acreditava que os corpos tinham a tendência de permanecer em repouso, movimento retilíneo uniforme e movimento circular uniforme, assim intuitivamente utiliza a conservação da energia mecânica em suas considerações. (Gomes, 2015).

Descartes também contribui para o estudo do princípio da conservação da energia: *ele afirmava que o movimento teria duas causas distintas: a causa primária e universal, que produz todos os movimentos que existem no mundo, e as causas secundárias e particulares, que fazem com que cada parte da matéria adquira o movimento que antes não possuía* (GOMES, 2015. p. 419). Para compreender as transformações de Energia é necessário conhecer as interações de cada pequena parte, Morin (2010) discute a complexidade dos princípios que foram abalados e questionados por desenvolvimentos científicos durante o século XX, porém a

termodinâmica desde o século XIX traz a ideia de irreversibilidade, de degradação da energia liberada pelo calor, o calor segundo Boltzmann era uma agitação molecular, podendo ser calculado estatisticamente no interior de sistemas fechados, entretanto sem prever os movimentos específicos de cada molécula.

A complexidade para a escolha do caminho da investigação utilizando a ferramenta Arduino conectada às metodologias MDP-PBL esteve presente em todas as etapas. A falta de conhecimento da ferramenta Arduino e das diferentes interligações e conexões de variados fenômenos científicos com a temática Energia por parte dos estudantes dificultaram o desenvolvimento do trabalho. No entanto, a complexidade da temática Energia mostra a possibilidade de trabalhar o conceito Energia utilizando apenas as interrelações da MDP-PBL, portanto a plataforma Arduino foi uma escolha para inserção de uma ferramenta tecnológica livre de fácil manuseio e acesso aos estudantes.

Morin (2010) defende que, ao se tratar de conteúdos complexos, é preciso encontrar o seu significado na origem, ordenando e articulando concepções. Portanto, ao se tratar da complexidade da temática Energia é necessário compreender a história da concepção do calor. *O desenvolvimento torna-se o processo gradativo através do qual a reunião de fatos, teorias e métodos reunidos nos textos foram adicionados, isoladamente ou em combinação, ao estoque sempre crescente que constitui o conhecimento e a técnica científica.* (KHUN, 1962, p.20).

Segundo Morin (2010) toda a ação precisa ser contextualizada, pois quando as informações aparecem fora de contextos não são compreensíveis. Os alunos precisam aprender a construir para si representações ricas daquilo que se ouve ou se faz, pois assim serão cidadãos com condições de analisar e tomar decisões em qualquer situação em que se encontrem. Souza (2015, p.07) *“O conceito de energia é um dos mais centrais das ciências naturais. Ele é empregado em praticamente todas as áreas das ciências naturais, como a física, a química e a biologia”*. Em consonância Gomes traz:

A energia permite uma nova visão do universo, encarando-o como um todo, como um devir. “As palavras, as coisas e os seres não existem se não em relação, em tensão e em mutação. A língua e a literatura, a natureza, a vida humana são concebidas como outros tantos processos de transformação” [...]. A ideia de transformação começa, assim, a aparecer associada à energia (VALENTE, 1993 apud GOMES, 2015, p.411).

A temática Energia é muito abrangente e deveria ser tratada na escola com um caráter complexo, o que justifica o trabalho da temática Energia na disciplina APPC2 em curso de formação de professores.

Gomes (2015, p.412) ” *acreditamos que, desde o seu emprego na filosofia aristotélica, a ideia de transformação já estava associada à energia. Implícita à transformação estavam as ideias de atividade e movimento*”. Porém, a maior dificuldade apresentada pelos professores ao ensinar conceitos interligados, em especial aqui relatada a temática Energia, de acordo com Delizoicov et. al. (2011) é devido à fragmentação e especificidade do ensino nos cursos de formação de professores, onde a Ciência em sua grande maioria é apresentada de forma neutra, linear, fundamentada na lógica e na racionalidade, ignorando a complexidade dos fenômenos nas situações estudadas.

As Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (DCE, 2008) recomendam que os conhecimentos físicos, químicos e biológicos no Ensino de Ciências do Ensino Fundamental devem ser estudados envolvendo os processos de transferência e transformação de Energia nos alimentos, nos diversos combustíveis, na energia eólica, solar, elétrica, hidrelétrica, térmica, química, cinética, potencial e gravitacional entre outras. Assim, a fragmentação nos currículos de Ensino de Ciências desarticula os conteúdos de matéria e Energia dos demais conteúdos estruturantes. Nesse contexto é importante ressaltar uma prática educativa que promova interações de conceitos, mostre as relações de interdependência dos seres humanos com os demais seres vivos no ecossistema bem como as implicações ambientais, sociais, políticas, econômicas e éticas nas produções e consumo de Energia.

Logo, as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (DCE, 2008) validam a abordagem do conteúdo Energia de maneira articulada com as demais disciplinas, onde os conceitos, teorias e práticas se interligam, enriquecendo e favorecendo a compreensão e a construção do conhecimento dos educandos.

DCE (2008), Gomes (2015) e Valente (1999) defendem o Ensino de Energia através da discussão e apresentação da construção histórica, pois permite compreender os diferentes tempos e conceitos historicamente construídos, ajudando a estabelecer relações e interações que favorecem o entendimento de conceitos interligados. Angotti (1993, p.195) diz que “*a grandeza Energia é uma ponte segura que conecta os conhecimentos específicos de Ciência e Tecnologia. Conecta, também, esta área a outras esferas de conhecimento, às contradições do cotidiano*”

permeado pelo natural, tanto fenomênico como tecnológico". Os autores citados neste parágrafo amparam que o ensino de Energia tenha como ponto de partida os conceitos historicamente construídos interligados com outras áreas do conhecimento e contextualizado com problemáticas que fazem parte do mundo real do estudante para que o conhecimento adquira coerência e utilidade em sua vida.

Morin (2010, p. 531) relata *"nosso sistema pedagógico, essencialmente baseado no consumo de saberes, não permite que o sentido desses saberes seja suficientemente interiorizado e que o indivíduo tenha uma capacidade de descentralização"*. Nesse sentido, as DCE (2008) também se preocupam com o processo pedagógico em que, além dos conhecimentos científicos desvinculados da prática social e desarticulados dos saberes de outras disciplinas, o excesso de conceitos fragmentados compromete a aprendizagem e desestrutura o processo educativo, dando sucesso para a minoria e organizando inconscientemente o fracasso dos outros. É preciso incluir estratégias de ensino em que todos possam participar do processo educativo, no qual os estudantes poderão ter contato e visualização dos conceitos em variados formatos e contextos.

Ao tratar a complexidade da temática Energia num curso de formação de professores, oportuniza-os a compreender que os fenômenos naturais não ocorrem isoladamente na natureza e no cotidiano. Reduzir o conceito de Energia "na capacidade de realizar trabalho" além de simplificar e fragmentar, dificulta a compreensão das relações, interligações, aproximações e diferenciações na construção do conhecimento sobre a temática Energia. Segundo, Angotti (1993, p.195):

Energia (E) é um sutil "camaleão" do conhecimento científico. Transforma-se, espacial e temporalmente, na dinâmica mutável dos objetos, fenômenos e sistemas. Ainda, conserva-se na totalização das distintas formas e degrada-se, porque uma de suas formas - o calor - é menos elástica ou reversível do que as outras.

O ensino de Energia contextualizado levando em consideração a sua complexidade em um curso de formação de professores, permite que estudantes e professor experimentem novas abordagens, outros caminhos e maneiras de aprender, não sendo futuros profissionais reprodutores de práticas que inibam a criatividade, o diálogo, a autonomia e a criação dos educandos.

Angotti (1993) defende que ao trabalhar o conceito unificador Energia, os professores em formação têm a oportunidade de ir em direção às totalidades, de conhecer as estruturas de conhecimentos articulado e dinâmico, se colocando contra as fragmentações exageradas que consideram apenas nomenclaturas, fórmulas e memorizações. Nesse sentido Morin (2000, p.53) destaca “... *integrar qualquer conhecimento é uma necessidade epistemológica fundamental*”. Portanto, se faz necessário uma formação, segundo Morin (2000), que traduza e reconstrua o mundo exterior que integra conhecimentos da complexidade das realidades humanas, pois aprender é fácil, difícil é reaprender e mudar estruturas do pensamento.

De acordo com Silva e Pacca (2012) o conceito de calor sofre algumas alterações ao longo da história da Ciência, para Carnot o calor é uma substância que fluía de forma inalterada através do motor, passando de um corpo quente para um corpo frio devido a uma diferença de temperatura. Clausius fundamentado nos experimentos de Rumford e Joule considera que a natureza do calor está associada ao princípio da conservação da energia e em suas transformações em outras formas de energia. No Ensino de Ciências, o conceito Energia é apresentado com fragmentações dificultando a compreensão das interligações com os fenômenos mecânicos, termodinâmicos e eletromagnéticos.

Morin (2010) afirma que ao trabalhar um conceito em rede, tecendo considerações históricas, mostrando conflitos e alterações se estabelece relações importantes para que o estudante reconheça e compreenda a importância do tempo e do processo histórico para a compreensão dos fenômenos. Silva e Pacca (2012) trazem as concepções conflitantes sobre calor como substância ou energia que desencadeia no desenvolvimento da termodinâmica. Assim, esta investigação parte de uma situação real, norteadas por uma notícia de jornal que traz relações da produção de Energia no Brasil com questões históricas, culturais, políticas e sociais, o que justifica a escolha da metodologia PBL.

O problema global sobre a questão energética do Brasil apresentado pelos pesquisadores aos estudantes por meio de uma notícia de jornal carrega a intencionalidade de levar os estudantes a pesquisarem sobre as produções de energia mais viável, econômica e sustentável. No entanto, a produção de Energia está relacionada com a tecnologia. Logo, percebe-se a articulação Arduino-MDP-PBL, podem ser ferramentas interligadas para a aprendizagem dos conceitos científicos tecnológicos que permeiam a temática Energia.

No próximo capítulo é apresentada a ferramenta Arduino, seus conceitos básicos, suas potencialidades e limites para o uso no Ensino de Ciências. Discute também, a utilização da metodologia PBL como alternativa na formação de professores de ciências.

3 ARDUINO COMO MEDIAÇÃO TECNOLÓGICA E A METODOLOGIA PBL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

3.1 ARDUINO COMO MEDIAÇÃO TECNOLÓGICA, SEUS CONCEITOS BÁSICOS, POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica de software e hardware livres que oferece uma variedade de ferramentas de software, plataformas de hardware, tutoriais, vídeos e livros, permitindo que qualquer pessoa seja criativa com a tecnologia. Iniciou-se como um projeto de pesquisa de Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis no Interaction Design Institute de Ivrea em 2000, baseando-se no processamento de um idioma para aprender a codificar algoritmos no contexto das artes visuais desenvolvido por Casey Reas e Ben Fry e na tese de Hernando Barragan sobre o quadro de fiação. O primeiro quadro do Arduino foi introduzido em 2005 para ajudar os estudantes de design, os quais não tinham experiência prévia em eletrônicos ou microcontroladores a criar protótipos de trabalho que conectam o mundo físico ao mundo digital.²

Com o passar dos anos, o Arduino como plataforma dá suporte para milhares de projetos, desde os mais comuns, até instrumentos científicos complexos. Estudantes, artistas, programadores e profissionais se apropriaram desta plataforma de código aberto e suas contribuições somam uma incrível quantidade de conhecimento acessível que podem ser de grande ajuda para novatos e especialistas. Todas as placas Arduino são completamente *open-source*, capacitando os usuários para construí-las de forma independente e eventualmente adaptá-las às suas necessidades particulares. O software é de código aberto e está crescendo através das contribuições de usuários em todo o mundo, pois além do baixo custo é fácil de usar.³

A ferramenta Arduino tendo, portanto, como suporte a metodologia PBL torna-se uma aliada para a minimização da fragmentação dos conteúdos presentes nos currículos escolares, onde a postura e os discursos dos professores apresentam o reflexo da formação acadêmica. Neste contexto, Morin (2010) alerta que a separação dos saberes nos impede de perceber os problemas globais e fundamentais que

² Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>>. Acesso em: 26 set.2017.

³ Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 26 set.2017.

reúnem os conhecimentos das variadas áreas envolvendo os processos econômicos, psicológicos, religiosos e migratórios. É muito difícil pensar a globalização, pois tudo está interligado, surgindo a complexidade que tenta achar uma forma de reunir os conhecimentos da Ciência para estudar e compreender os problemas globais que afetam a humanidade.

Em minha experiência pedagógica como professora de Ensino Médio, percebi inúmeras dificuldades para ensinar. Todo professor acredita estar agindo corretamente, mesmo que as avaliações externas, desistências, reprovações, falta de motivação, desinteresse, indisciplina e falta de perspectiva dos alunos apontem para o fracasso escolar, em especial, na disciplina de Ciências, a qual é estigmatizada pelos alunos como difícil e que somente os “gênios” podem assimilar esses conhecimentos. Surge assim a necessidade de uso de outros recursos tecnológicos que ajudem os alunos a compreender os conteúdos e suas interligações no Ensino de Ciências. Neste contexto, destaca o autor:

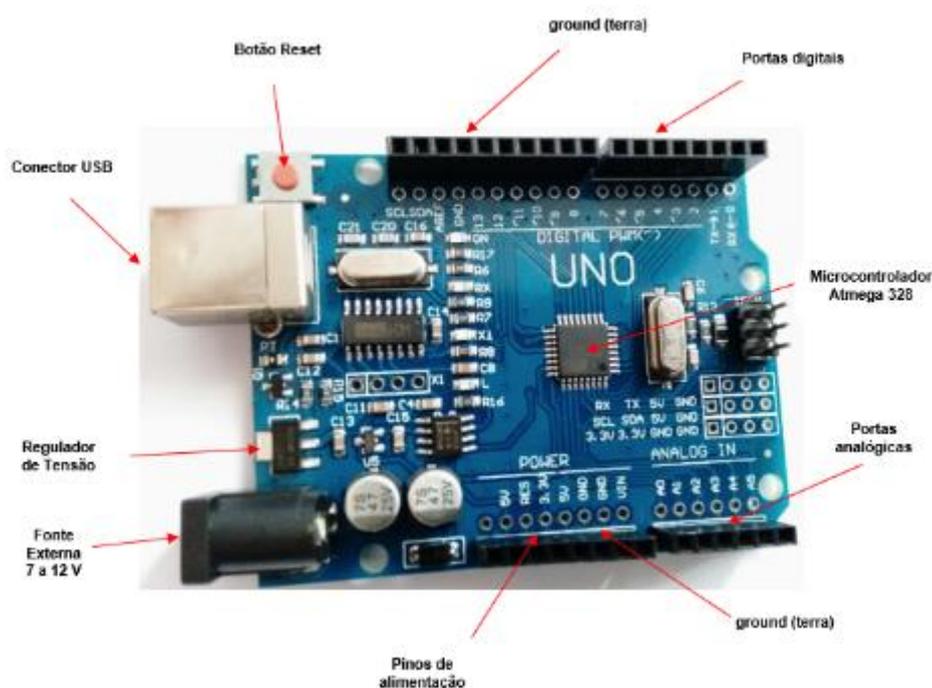
Não basta dizer que os paradigmas epistemológicos aos quais referimos nossos sistemas de ensino têm todos eles defeitos e vícios. É preciso ser capaz de propor lealmente, sem impor, outros paradigmas epistemológicos e alguns procedimentos que legitimem os conhecimentos que transmitimos – quer se trate de informática, de enfermagem, de física, de biologia, de economia et. (MORIN, 2010, p.542)

Portanto, o Arduino é uma ferramenta que pode ajudar professores e acadêmicos a criarem seus próprios projetos interativos e complexos. McRoberts (2011) defende que o Arduino, por possuir preço acessível e código-fonte aberto de um software, pode ser adaptado para diferentes finalidades e deixa o usuário livre para criação e modificações de projetos.

A programação do Arduino é baseada na linguagem Wiring, a qual lembra muito a linguagem C++ e pode ser feita através de um aplicativo próprio o IDE - Integrated Development Environment (Ambiente Integrado de Desenvolvimento). É baseado no Processing que é uma linguagem de programação de código aberto e ambiente de desenvolvimento integrado (IDE). Foi construído para as artes eletrônicas e comunidades de projetos visuais com o objetivo de ensinar noções básicas de programação de computador em um contexto visual e para servir como base para cadernos eletrônicos. Tanto o hardware como o ambiente de programação do Arduino são livres, ou seja, qualquer pessoa pode modificá-los e reproduzi-los.

A placa Arduino UNO R3, representada na figura 1, é uma placa básica com 6 portas analógicas e 14 portas digitais, sendo 6 PWM. A placa pode ser alimentada com 5 Vcc por meio da interface de gravação por USB ou por uma bateria ou fonte externa de 7 a 12 V (recomendável). As portas digitais (conexões elétricas externas) bidirecionais podem ser utilizadas como entrada ou saída, dependendo da programação. Seis desses pinos podem ser utilizados como saída PWM (do inglês, Modulação por Largura de Pulso), o que permite controlar a luminosidade de um LED. Essa placa também possui 6 portas analógicas que aceitam conectar sensores como potenciômetros, termistores, LDRs (do inglês, Resistor Dependente de Luz) e outros (DA SILVA; MATHIAS, 2015).

Figura 1-Arduino Uno

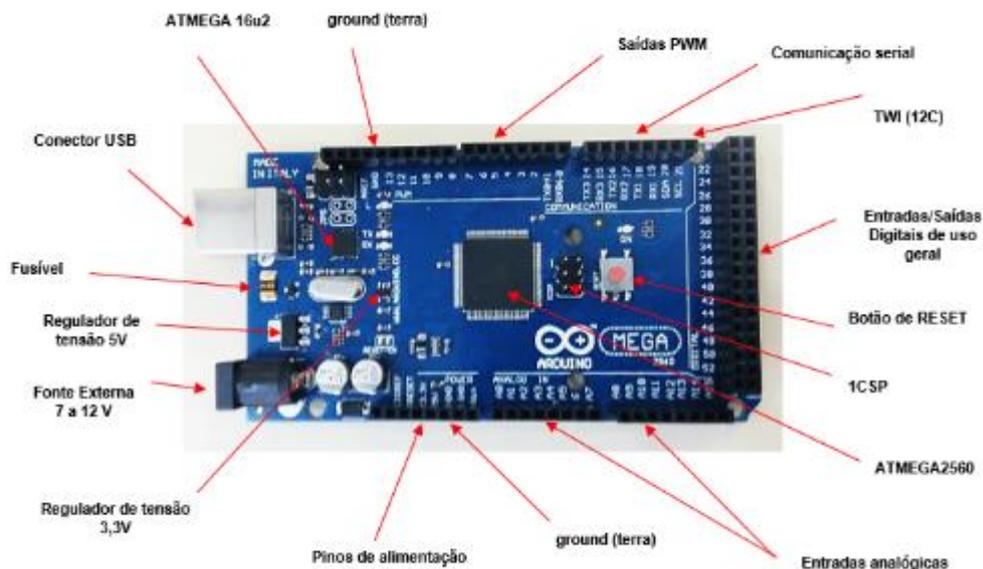


Fonte: Autoria própria

A figura 2 apresenta a placa Arduino Mega 2560 tendo como microcontrolador a Atmel ATmega 2560, contém 54 pinos digitais de E / S (Entrada / saída), dos quais 15 pinos podem ser usados como saídas PWM, 16 entradas analógicas e 4 portas seriais. Ela pode ser alimentada pela porta USB de um computador ou por uma fonte de energia externa. A conexão Arduino com o computador é geralmente feita pela

porta USB, a qual recebe informações por portas analógicas e digitais e opera com uma tensão de 5 V (VARANIS, 2016).

Figura 2-Arduino Mega



Fonte: Autoria própria.

As placas Arduino permitem a leitura simultânea de vários sensores, podendo ser digitais ou analógicos dependendo dos componentes eletrônicos acoplados e da programação. Além disso, pode ser associado ao software Processing para apresentação de resultados e automatizações na forma gráfica ou em tempo real (MARTINAZZO, et. al. 2014). Nessa pesquisa utilizamos placas Arduino Uno R3/ Arduino Mega 2560, os modelos utilizados de Arduino foram escolhidos pela disponibilidade de placas existentes no laboratório com o intuito de tornar o ambiente de aprendizagem mais interativo e informatizado.

O Arduino enquanto conhecimento livre e aberto possui versatilidade de uso, pois além do seu baixo custo, possui uma linguagem acessível para iniciantes. É um software livre que pode ser construído, modificado e compartilhado pelos seus usuários.

O projeto Arduino, nascido na Itália em 2005, constitui uma plataforma de hardware e de software com o objetivo de possibilitar que pessoas não especialistas em programação e/ou em eletrônica possam desenvolver aplicações de objetos e ambientes interativos. Para isso, a proposta do projeto visa tanto a criação de um hardware fácil de manusear e com os recursos necessários para trabalhar com os "mundos" digital e analógico, quanto um software de desenvolvimento acessível para a programação dos projetos interativos. Uma vez programado, o Arduino controla uma gama de componentes eletrônicos como LEDs, motores, displays com base nas instruções recebidas através de sensores como os de luminosidade e temperatura, acoplados a um dos modelos de hardware (ALVES, et al.,2013, p.165.

Em paralelo esse hardware livre, assim como o software livre segundo Miquelin (2009, p.22), proporciona:

O conceito de software livre abraça quatro tipos de liberdades aos seus usuários que combatem o domínio de conhecimento e promovem a colaboração entre seus pares: a) a liberdade de usar um programa para qualquer propósito; b) a liberdade para estudar como um programa funciona e adaptá-lo para suas necessidades, tendo acesso irrestrito ao seu código fonte; c) a liberdade de redistribuir cópias para também disseminar conhecimento e ajudar a outros usuários; d) a liberdade de melhorar o programa e lançar esses melhoramentos (e versões modificadas em geral) para o público com todos os seus benefícios.

A eficiência do uso do Arduino para automatização de experimentos no Ensino de Ciência é defendida por (DA SILVA; MATHIAS, 2015); (MARTINAZZO, et. al. 2014); (VARANIS, 2016), pois além de ser uma ferramenta livre e de baixo custo, apresenta facilidade para alterar a configuração de funcionamento do software.

Após a leitura de alguns trabalhos sobre o uso da ferramenta Arduino, se detendo à análise das metodologias utilizadas nas seguintes dissertações Rodrigues (2014); Santos (2014); Pereira Júnior (2014); Barbosa e Silva (2012); Pontes (2014); Fetzner Filho (2015); Pinto (2011); Garcia (2015); Hirdes (2015) percebe-se que os autores trazem e discutem experimentos automatizados que se concentram na Física, especificamente em eletricidade, óptica e relações termodinâmicas. Estas pesquisas trazem atividades experimentais que obedecem a um receituário pronto para o uso do aparelho/instrumento no qual o aluno segue uma sequência fornecida pelo professor. Assim, o aluno/professor não participa da construção/automatização do experimento, apenas visualiza e discute as situações, dados, conceitos e fenômenos visualizados. Outra observação é que a plataforma Arduino é uma ferramenta tecnológica que está presente recentemente no meio educativo.

3.2 A METODOLOGIA PBL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Observa-se que na maioria das vezes, os métodos, técnicas e práticas de ensino inibem a capacidade cognitiva dos professores e estudantes enaltecendo a lógica imediata e o formalismo matemático. Surgindo a necessidade de novas abordagens e metodologia de ensino, assim optou-se pela metodologia de ensino ativa chamada PBL, na qual o aluno participa ativamente do processo de ensino aprendizagem.

De acordo com Hung et. al (2008), a aprendizagem baseada em problemas (PBL) é um método de ensino que possui a necessidade de criação de um problema autêntico e durante o processo de resolução, os alunos constroem conhecimento de conteúdos e desenvolvem habilidades de resolução de problemas, bem como competências de aprendizagem direcionada para a solução do problema.

Outros autores como Cabral e Almeida (2014), Berbel (1998) conceituam a metodologia PBL como inovação na forma de pensar, organizar e desenvolver seus cursos, ela surge em 1960 no Canadá na Universidade Mc Master, em seguida foi sendo disseminada pelo mundo, principalmente nos currículos das escolas médicas. Essa metodologia não é somente uma proposta de metodologia ativa de ensino, é também uma proposta curricular, podendo ser associadas a outros métodos de ensino e aprendizagem.

A utilização da plataforma Arduino como mediadora, articuladora e organizadora do conteúdo Energia ligada com a metodologia PBL, abre caminho para aprendizagem que vai do concreto à imaginação e da imaginação ao concreto. Isso acontece, devido a plataforma Arduino possuir uma interface de interação que permite a criação e recriação de projetos interativos e inovadores para o processo de ensino aprendizagem dos conceitos interligados com a temática Energia. Morin (2010) alerta que a educação necessita conhecer e compreender o pensamento complexo, pois a sequenciação apenas de conteúdos impede o reconhecimento das conexões das teorias, a compreensão torna-se desorganizada e os conceitos aprendidos separados do todo impede a significação e contextualização dos fatos e fenômenos. Logo, saber ensinar não é apenas elencar conteúdos e nem usar variados recursos, aparatos tecnológicos e métodos, e sim utilizar-se dessas ferramentas para a mediação, construção e desenvolvimento da argumentação e investigação contextualizada e problematizada de professores e alunos.

A metodologia PBL na formação de professores de Ciências ajuda no desenvolvimento de práticas educativas instigativas e investigadoras, onde o processo é levado a contextualizar conceitos, teorias e práticas educativas inovadoras. A aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou Problem-Based Learning, de acordo com o autor:

[...] é uma metodologia de ensino-aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada, na qual situações-problema são utilizadas para iniciar, direcionar e motivar a aprendizagem de conceitos, teorias e o desenvolvimento de habilidades e atitudes no contexto de sala de aula, isto é, sem a necessidade de conceber disciplinas especialmente para esse fim" (RIBEIRO, 2010, p.10).

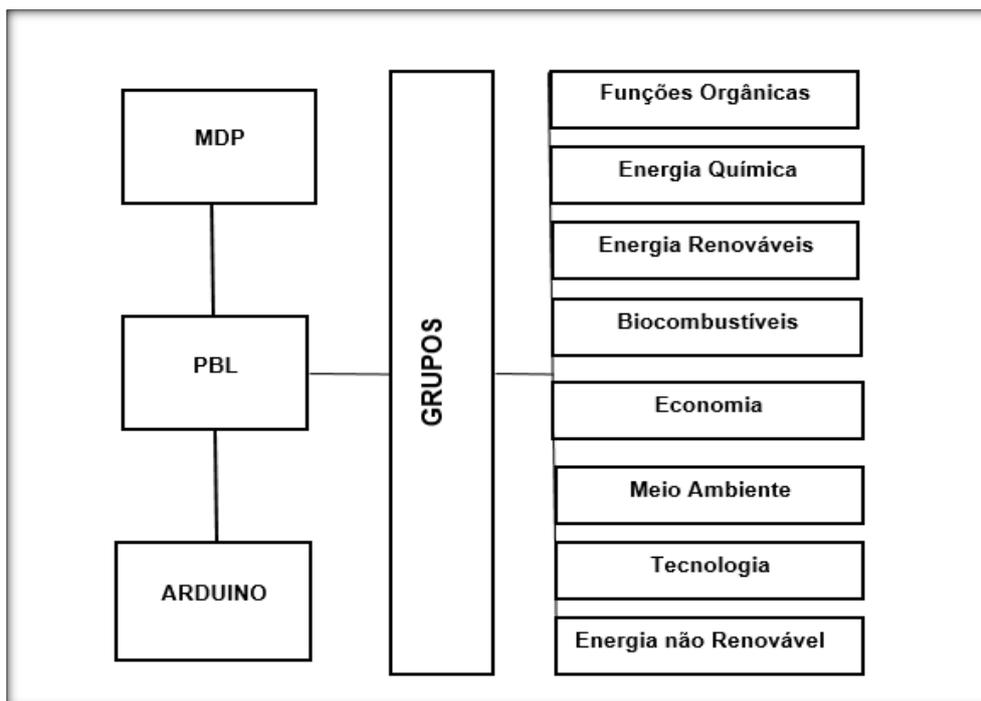
A metodologia PBL é fundamentada na resolução de um problema de uma situação real vivenciada ou observada pelo aluno/professor, em que o aluno é responsável pela pesquisa, discussões, levantamento de hipóteses e apresentação do caminho para a resolução do problema apresentado pelo professor que faz o papel de mediador do processo de ensino aprendizagem. O uso dessa metodologia motiva a participação do aluno no estudo e nas reflexões para a aproximação do objeto de estudo com a realidade.

Essa metodologia teve origem na Escola de Medicina da Universidade McMaster no Canadá, no final dos anos de 1960, inspirada no método de casos de ensino da escola de Direito da Universidade de Harvard nos Estados Unidos em 1920 e no modelo desenvolvido na Universidade Case Western Reserve também nos Estados Unidos para o ensino de medicina em 1950.

A implementação no contexto educacional veio ajudar na formação médica uma vez que os estudantes reclamavam que os cursos apresentavam muitos conceitos com poucas estratégias de prática reais aplicadas. Atualmente a Metodologia PBL está sendo utilizada em diversos países, incluindo o Brasil, para fundamentar vários currículos e práticas docentes em diversas áreas do conhecimento. (Ribeiro, 2010).

A figura 3 mostra a organização e distribuição dos temas para os grupos direcionados pela tríade: MDP- PBL- Arduino.

Figura 3- Esquema da distribuição dos temas pela Tríade: MDP- PBL- ARDUINO



Fonte: Autoria própria

Dessa forma, Ribeiro (2010) defende que a metodologia PBL além de usar problemas reais da vida que estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades para solucionar problemas que possam surgir em sua vivência profissional, possibilita a aquisição de conceitos fundamentais que integram teoria e prática promovendo o domínio do conhecimento específico bem como a ampliação de habilidades e atitudes profissionais éticas, responsáveis e cidadãs.

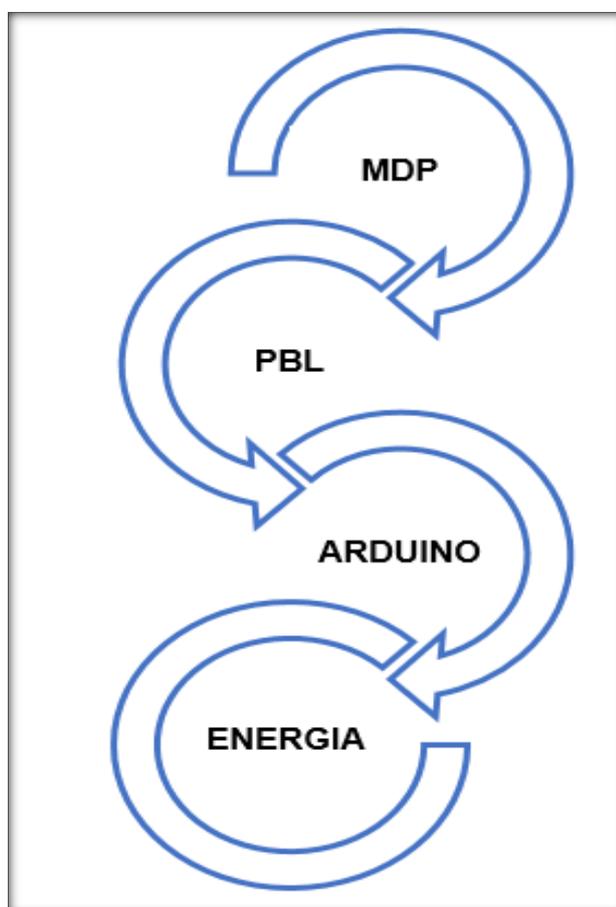
O pensamento complexo de Morin (2010) que propõe a interligação de conceitos e saberes é favorecido pela metodologia PBL, pois coloca o estudante na presença de uma situação/problema real, no qual o caminho para a possível solução exige a compreensão e reflexão das partes essenciais que compõem o todo, colocando o estudante em formação em contato com a realidade profissional, responsabilizando-o pela construção do conhecimento em rede, buscando o desenvolvimento do comportamento ético para as relações pessoais, profissionais e sociais.

Como destaca Berbel (1998, p. 144) *“a realização do propósito maior é preparar o estudante/ser humano para tomar consciência de seu mundo e atuar*

intencionalmente para transformá-lo, sempre para melhor, para um mundo e uma sociedade que permita uma vida mais digna para o próprio homem”.

Miquelin (2009) defende que o problema que relaciona a inserção e uso das novas tecnologias na escola, não é domínio do conhecimento para manipulação dos instrumentos tecnológicos, trata da necessidade de interações entre o conhecimento técnico tecnológico com as teorias educacionais, as quais possibilitam a investigação, a colaboração e a construção do conhecimento. A figura 4 apresenta essa integração entre metodologia, tecnologia e Energia.

Figura 4-Esquema de Integração Metodologia+Tecnologia+Energia



Fonte: Autoria própria

No entanto, a metodologia PBL pode ser uma opção para a minimização e extinção da fragmentação dos conteúdos, conceitos e teorias trabalhados com a temática Energia. Berbel (1998) define as etapas da Metodologia PBL como:

- a) No primeiro momento, os alunos observam a realidade social orientados pelo professor, o qual a partir de um tema de estudo, leva-os a olhar

minuciosamente para essa realidade e registrar as observações permeadas por questões investigativas. Assim os alunos identificam dificuldades, problemas, carências que serão estudadas e discutidas pelo grupo, sendo referência para os próximos momentos.

- b) No segundo momento, os alunos buscam as causas da existência do problema, percebendo as relações sociais, culturais, histórica e política do problema analisado, identificando a complexidade e a interligação dos saberes necessários para compreender as causas e os efeitos dessa problemática.
- c) No terceiro momento, os alunos partem para a investigação, teorização e buscam informações e fundamentações necessárias para o estudo e análise das contribuições para as possíveis resoluções do problema.
- d) No quarto momento, o estudo realizado levará os alunos a formularem hipóteses para a solução do problema que são construídas por meio da compreensão e da investigação profunda do problema estudado.
- e) No quinto momento é a aplicação à realidade, que é um treinamento que ultrapassa o exercício intelectual, pois nessa etapa as decisões precisam ser tomadas. É a prática a serviço do compromisso e da responsabilidade assumida com a realidade social.

Berbel (1998, p. 144) destaca que o PBL é *“uma verdadeira metodologia, entendida como um conjunto de métodos, técnicas, procedimentos ou atividades intencionalmente relacionadas e organizadas em cada etapa de acordo com a natureza do problema em estudo e as condições gerais dos participantes”*. Como defende Morin (2010), o ensino por complexidade privilegia o conhecimento organizado, é um ensino entrelaçado que parte de um sistema/ problema global para ensinar as pequenas partes, portanto existem ligações e propriedades específicas do todo que se encontram conectadas e que acabam passando despercebidas num ensino simplificado e tradicional que se detêm apenas nas partes.

A Metodologia PBL pode ser, deste modo, uma grande aliada para a formação de professores de Ciências, pois além de ser uma estratégia de aprendizagem que integra a teoria e a prática, estimula o pensamento criativo, favorece a pesquisa contextualizada, desenvolve habilidades cognitivas de autonomia e capacita o estudante para o trabalho colaborativo e cooperativo e interliga conceitos e teorias, favorecendo o estudo complexo.

3.3 MDP (MATRIZ DIALÓGICA PROBLEMATIZADORA)

Uma MDP é definida por Bagetti, et al. (2014) como uma orientação metodológica da pesquisa-ação que tem por objetivo auxiliar na preocupação temática, no planejamento, na organização e execução das atividades, na coleta e na análise dos dados ajudando a definir os problemas vinculados às orientações educativas.

A Construção da Matriz Dialógica-Problematizadora (MDP), cuja origem está na Tábua de Invenção, constitui um quadro de 16 questões para organização da temática em estudo, sendo elaboradas a partir da definição de quatro aspectos que compõem uma ação educativa: professor (es), estudante (s), tema de estudo e contexto (KEMMIS; MCTAGGART, 1988).

Para este estudo foram eleitas quatro categorias que orientaram todo o processo investigativo desta dissertação: Conceito de Energia; Estudantes de Licenciatura; Mediação com o Arduino; Metodologia PBL, pois a organização temática para uma ação educativa pode ser adaptada e reestruturada conforme as questões pensadas pelo pesquisador (a).

O conceito de Energia foi escolhido porque é o alicerce desta investigação, em que os estudantes foram desafiados a buscar fundamentos e interligações de conceitos que mostram a complexidade da temática Energia, os quais permeiam e se inter-relacionam com as demais disciplinas da grade curricular.

A categoria estudantes de Licenciatura foi escolhida devido ao público do Curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais possuir uma grade curricular interdisciplinar de conteúdo, e a temática Energia é um dos conceitos que interliga variadas áreas do conhecimento desses estudantes.

A categoria mediação com o Arduino foi selecionada para compor esta MDP por ser a ferramenta tecnológica utilizada em todas as atividades realizadas neste processo de investigação.

A metodologia PBL foi escolhida por ser a teoria de ensino-aprendizagem que norteou o caminho investigativo das práticas realizadas das oficinas até a elaboração do produto final apresentado por cada grupo de estudantes.

O próximo capítulo descreve o caminho metodológico delimitado pela tríade MDP-PBL- Arduino, sendo a pesquisa-ação a principal ferramenta tecnológica para a coleta e estudo dos dados da investigação.

4 CAMINHO METODOLÓGICO

4.1 DESENHO DA PESQUISA

O trabalho desenvolveu-se com aproximadamente 32 alunos do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais do segundo período, disciplina APPC2 (Atividade Prática como Componente Curricular 2) - UTFPR-PG, no período de abril a julho de 2017. Sendo a MDP, o Arduino e a metodologia PBL as norteadoras de todo o processo de planejamento e execução das práticas educativas sobre a temática Energia.

De acordo com Pimenta e Franco (2008), a metodologia de pesquisa-ação permite ao pesquisador a criação permanente de um espaço que possibilita a reflexão e análise das práticas educativas, sendo que os dados investigados e estudados são decorrentes de ações em que o pesquisador e participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo durante todo o processo de investigação.

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 o mesmo se envolva ativamente e participe da situação estudada.

A MDP que permeia esta investigação está fundamentada nos quatro aspectos que compõe uma pesquisa-ação: professor e estudante como sujeitos parceiros, tema de estudo e contexto. (KEMMIS; MCTAGGART, 1988). No entanto essas categorias não são fechadas, permitem que o pesquisador elabore suas categorias de investigação de acordo com sua contextualização de estudo.

Os sujeitos professor-estudante nesta MDP são aliados na utilização da ferramenta tecnológica Arduino junto com a Metodologia PBL para a promoção da aprendizagem dos conceitos que entornam a temática Energia no Ensino de Ciências. No quadro 1 é apresentada a MDP que norteou e delimitou este estudo:

Quadro 1– MDP

MATRIZ DIALÓGICA- PROBLEMATIZADORA				
MDP	A-Conceito de Energia	B-Estudantes de Licenciatura	C-Mediação com o Arduino	D-Metodologia PBL
1. Conceito de Energia	Como o conceito Energia pode desencadear relações didáticos metodológicas para o ensino de Ciências e Tecnologias?	Como os estudantes concebem o conceito de Energia?	Quais os processos educacionais que o Arduino pode mediar para a aprendizagem do conceito Energia?	Quais estratégias em torno do Conceito Energia potencializam um trabalho investigativo focado em PBL?
2. Estudantes de Licenciatura	De que forma o conceito Energia e a complexidade dessa temática provoca os estudantes de Licenciatura?	Como ocorre as interações e discussões entre os estudantes de licenciatura nas intervenções em sala de aula?	Quais habilidades tecnológicas a mediação com o Arduino pode desenvolver nos estudantes de licenciatura?	De que maneira a metodologia PBL favorece a construção de conhecimento interdisciplinar dos estudantes de Licenciatura?
3. Mediação com o Arduino	Quais as relações de complexidade do conceito de Energia são favorecidas com a mediação Arduino?	Quais as limitações que os estudantes de licenciatura apresentam ao trabalhar com o Arduino?	De que forma o uso do Arduino pode potencializar as mediações no Ensino de Ciências?	De que maneira a metodologia PBL permeia o processo de ensino e aprendizagem utilizando-se como recurso didático o Arduino?
4. Metodologia PBL	Como o ensino aprendido do conceito de Energia é favorecido baseado numa metodologia PBL?	Quais os avanços e dificuldades que os estudantes apresentam quando trabalhados com a metodologia PBL?	Quais os indícios apresentados nos projetos criados pelo Hardware livre Arduino que o valoram como ferramenta potencializadora no ensino de Ciências e Tecnologias utilizando-se da metodologia PBL?	De que forma a Metodologia PBL ajuda na proficiência da aprendizagem dos conceitos científicos e tecnológicos problematizados por meio de situações reais sociais que interligam os saberes da temática Energia?

Fonte: Autoria própria

O trabalho de pesquisa com a temática Energia utilizando-se da tríade MDP-PBL-ARDUINO obedeceu as seguintes etapas: aplicação de questionário

investigativo inicial; apresentação e discussão dirigida sobre as questões políticas, sociais e tecnológicas explicitadas no documentário Power (O poder por traz da Energia); aplicação da metodologia PBL: apresentação do problema global (notícia de jornal); divisão dos estudantes em oito grupos com temáticas diferentes atreladas ao problema global; pesquisa das temáticas; apresentação de seminários; aula expositiva sobre a plataforma Arduino; oficinas práticas com aulas direcionadas sobre Energia; construção e apresentação de relatórios das práticas com o Arduino; pesquisa, reelaboração e construção de pequenos projetos/produtos automatizados apresentando possíveis soluções/ possibilidades de produção de Energia; apresentação dos projetos/produtos em formato de feira de ciências; reaplicação do questionário investigativo e gravação de vídeos e áudios com depoimentos para avaliação da prática docente e da disciplina APCC2. Nessa pesquisa a organização ocorreu da seguinte forma:

- a) Divisão da turma em oito grupos, dinâmica com balas energéticas, estando fixada na bala a temática proposta para cada equipe: meio ambiente; economia; fontes de energia não-renováveis; fontes renováveis de energia; tecnologia; biocombustíveis; energia química e funções Biológicas. Essas temáticas foram escolhidas após a aplicação do questionário inicial investigativo, o qual foi fundamentado pela tríade MDP-PBL-Arduino.
- b) Distribuição do Problema Central: notícia *“Energia no Brasil: problemas e oportunidades”*.⁴
- c) Em seguida o professor distribuiu para cada tema uma questão suporte estando vinculada ao problema central apresentado. Nesse momento o estudante foi desafiado a fazer outras questões problemas relacionadas ao tema do seu grupo com situações do cotidiano.
- d) Pesquisa, discussão e estudo das temáticas.
- e) Apresentação de seminários em grupo obedecendo a temática e as questões problemas.
- f) Aula expositiva dialogada para a apresentação e conceituação da plataforma Arduino pelo professor com ajuda do coorientador.

⁴ Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/opiniaio/artigos/energia-no-brasil-problemas-e-oportunidades-eelj6y5x3l05vffv93z8l5ji>>. Acesso em: 25 agos. 2017.

- g) Oficinas práticas junto com o coorientador com aulas direcionadas sobre Energia envolvendo os seguintes conceitos: Circuito em série; construção e automatização de um semáforo; lei de Ohm; sensor de luminosidade e construção e automatização de um termômetro. Esses experimentos foram planejados de acordo com as dificuldades que os alunos apresentaram no questionário inicial sobre: conceitos básicos de eletrônica, circuitos elétricos, confusão de conceitos e interpretações do conceito Energia com suas transformações e falta de conhecimento da plataforma Arduino.
- h) Elaboração e apresentação de relatórios das práticas realizadas com o Arduino nas oficinas.
- i) Pesquisa, reelaboração e construção de pequenos projetos/ produtos automatizados apresentando possíveis soluções/ possibilidades de produção de Energia.
- j) Apresentação dos projetos/ produtos automatizados com o Arduino em formato de feira de ciências.

4.2 OFICINAS DA TEMÁTICA ENERGIA UTILIZANDO O ARDUINO

Após o estudo dos conceitos básicos sobre a plataforma Arduino (hardware, portas/conectores de entrada e saída, software, linguagem de programação, explicação sobre os terminais de um led e o funcionamento de uma protoboard), foi distribuído um kit Arduino (placa Arduino Uno/Mega+led+protoboard+fios conectores) para cada grupo, também foram instalados os drivers nos notebooks e feitos testes de funcionamento. Os experimentos escolhidos para serem trabalhados nas oficinas foram escolhidos de acordo com a MDP que buscava investigar os processos educacionais que o Arduino pode mediar para a aprendizagem do conceito Energia; desenvolver habilidades tecnológicas com o Arduino nos estudantes de licenciatura; potencializar o uso do Arduino para as mediações no Ensino de Ciências; apresentar projetos criados pelo Hardware livre Arduino que valora-o como ferramenta potencializadora no ensino de Ciências e Tecnologias através da metodologia PBL.

O questionário inicial mostra que a maioria dos estudantes além de não conhecer a ferramenta Arduino, não possuía conhecimentos sobre os componentes

eletrônicos: led, protoboard, resistores, capacitor, placas Arduino e outros. Também não sabiam montar circuitos elétricos básicos na protoboard.

As práticas introdutórias escolhidas além de discutir o conceito de Energia interligando a mecânica, termodinâmica e o eletromagnetismo apresentam conceitos básicos de componentes eletrônicos necessário para estudante aprender a manipular a ferramenta tecnológica Arduino.

Há complexidade da temática Energia presente na tríade MDP-ARDUINO-PBL, pois as atividades partem de situações/ experimentos simples que articulam os processos de transformação e conservação de Energia com o problema real das questões energéticas de produção de Energia elétrica. Essa articulação de conceitos básicos do eletromagnetismo e da termodinâmica presentes nas partes específicas de cada experimento realizado na oficina usando a plataforma Arduino, só se evidencia devido as questões suporte que os grupos elaboraram a partir da situação problema levantada pela metodologia PBL.

Morin (2010) alerta que a complexidade não é uma reforma e nem uma revolução de procedimentos e de conhecimentos, é uma nova forma de organização do conhecimento, mostrando que por trás de uma situação problema tem muitos conceitos emaranhados e embrulhados à espera da simplificação.

O tema desta primeira atividade foi acender um led – comunicação entre o computador e o Arduino. A principal dificuldade observada, desde a montagem à discussão e execução da atividade, foi relacionada à linguagem de programação C++. Tal dificuldade foi contornada nas atividades posteriores e também repetindo - se esta com o uso do software S4A (Scratch for Arduino).

As oficinas realizadas em laboratório com o Arduino em união com a Metodologia PBL, obedeceram a sequência de revisão dos conceitos básicos sobre a plataforma Arduino, componentes eletrônicos, conceitos básicos de eletromagnetismo e termodinâmica. O formato, apresentação e explicação de cada atividade prática estão descritas a seguir.

4.2.1 Prática 01_Corrente Elétrica

A corrente elétrica num circuito consiste no fluxo ordenado de elétrons devido a uma diferença de potencial.

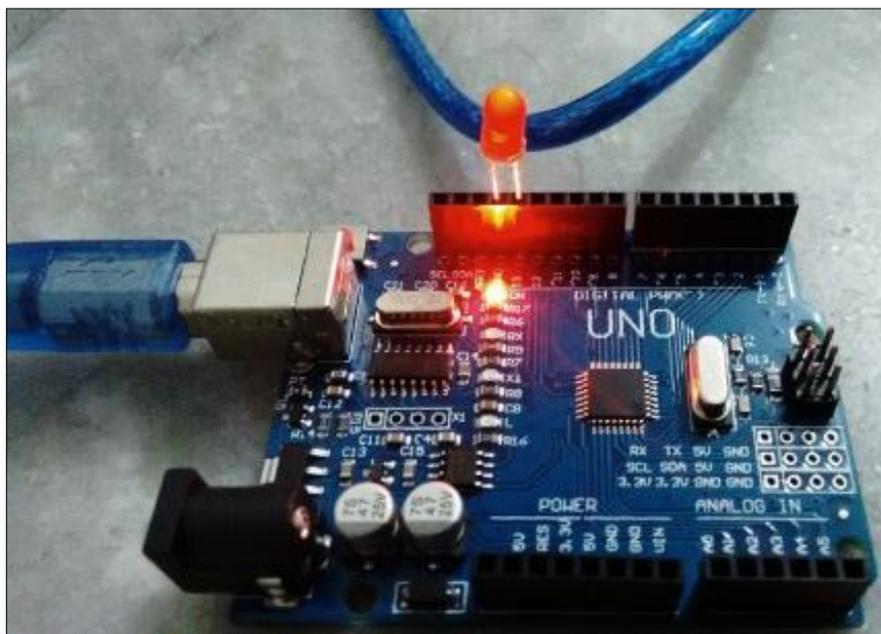
Objetivos

- Compreender o funcionamento de um LED.
- Entender o que é corrente elétrica.
- Compreender a função de um resistor num circuito elétrico.
- Visualizar a relação entre a corrente elétrica com a diferença de potencial.
- Visualizar um circuito incrementado com componentes eletrônicos.

Atividade I:

- Utilizar o programa para piscar um Led – Comunicação entre o computador e o Arduino.
- Questões problematizadoras: O que é um Led? O que faz o Led acender? Quais os benefícios dos leds para o seu cotidiano? O que é corrente elétrica? Qual é a diferença de potencial fornecida para o circuito pela placa Arduino?
- Materiais: 1 led; 1 protoboard; 1cabo USB; 1 resistor de 100Ω; 1 computador com a IDE do Arduino instalada e 1 microcontrolador Arduino, fios de conexão.
- Montagem dos Circuitos:

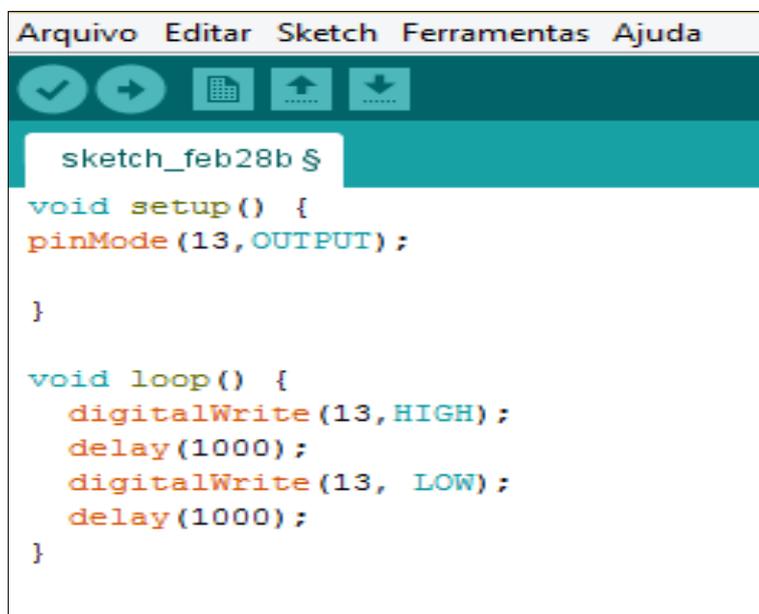
Figura 5- Led na porta digital 13+GND



Fonte: Autoria própria

e) Programação

Figura 6- Print do Sketch do Arduino



```
Arquivo  Editar  Sketch  Ferramentas  Ajuda
sketch_feb28b $
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

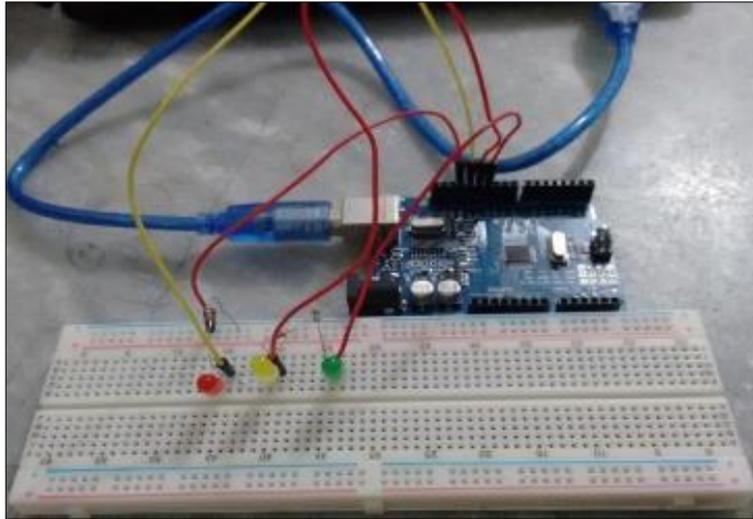
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(1000);
}
```

Fonte: Autoria própria

Atividade II:

- Construção de um semáforo – Automatização de circuito elétrico.
- Materiais: 1 protoboard; 3 leds: vermelho, amarelo e verde; 4 fios jumper; 3 resistores de 100 ohms; 1 cabo USB, 1 computador com a IDE do Arduino instalada; 1 microcontrolador Arduino.
- Questões problematizadoras: Qual é a função do resistor num circuito elétrico? Por que as lâmpadas incandescentes foram abolidas do mercado? Por que os Leds possuem cores diferentes?
- Montagem do Circuito:

Figura 7- Construção do semáforo



Fonte: Autoria própria

e) Programação:

Figura 8- Print do Sketch do Arduino _Semáforo

```
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sketch_feb28c
void setup() {
  pinMode (13, OUTPUT);
  pinMode (12, OUTPUT);
  pinMode (11, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite (13, HIGH);
  delay (1000);
  digitalWrite (13, LOW);
  digitalWrite (12, HIGH);
  delay (1000);
  digitalWrite (12, LOW);
  digitalWrite (11, HIGH);
  delay (1000);
  digitalWrite (11, LOW);
}
```

Fonte: Autoria própria

Avaliação, em grupo faça um relatório contendo:

- Introdução (resumo teórico do assunto sobre o qual se realizou as práticas).
- Objetivos (descrever os objetivos das práticas de forma clara e sucinta).
- Material utilizado (descrição do material usado em cada prática).
- Metodologia (indicar a descrição exata de como foi feita a experiência, numa sequência correta).
- Resultados e discussão (registrar todas as leituras/observações e as respostas das questões problematizadoras).
- Considerações finais (discutir as relações entre a parte teórica e as atividades práticas realizadas no laboratório com a plataforma Arduino, bem como as relações do uso das tecnologias no processo de ensino aprendizagem).

4.2.2 Prática 02_Leis de Ohm

A resistência de um resistor é a grandeza que determina a sua capacidade de resistir à passagem da corrente elétrica.

Objetivos

- Compreender os conceitos das Leis de Ohm com auxílio da plataforma Arduino.
- Identificar as grandezas que influenciam na resistência elétrica.
- Entender a relação existente entre a resistência elétrica, a corrente elétrica e a tensão.
- Verificar a dependência da resistência com outros fatores externos, como temperatura, tensão elétrica e intensidade luminosa.

Atividade I - Circuito_Led_grafite

a) Verificando a influência da corrente elétrica sobre a luminosidade de um Led associado a um resistor grafite e a dependência da resistência com o comprimento e a área do grafite.

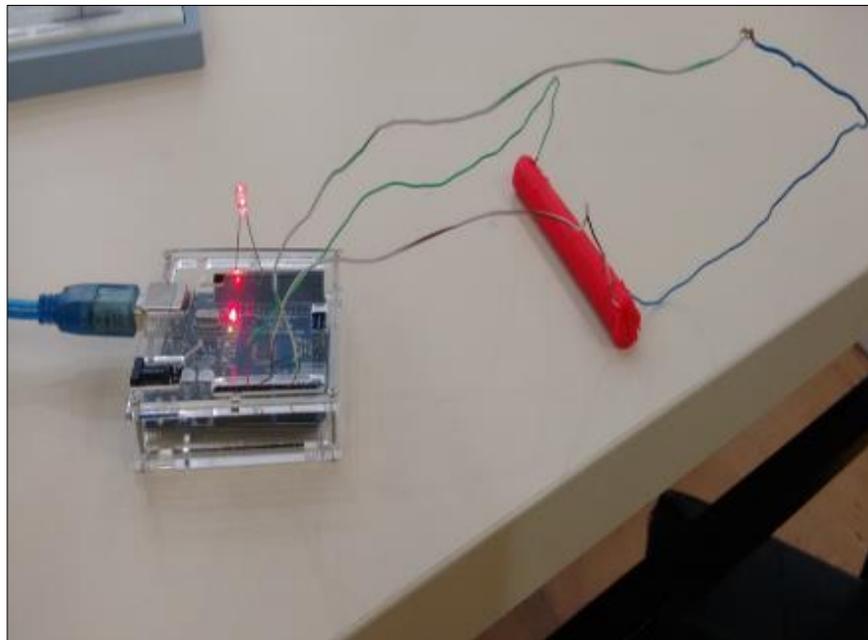
b) Materiais: 1 protoboard; 1 Led vermelho; 3 fios conectores; 4 grafites de variados tamanhos e espessuras ou lápis 6B ou massinha de modelar; 1

cabo USB; 1 computador com a IDE do Arduino instalada; 1 microcontrolador Arduino.

c) Questões problematizadoras: Por que aparelhos como ferro elétrico, chuveiro, torradeira aquecem? Enquanto outros, não destinados para aquecerem, mesmo assim sofrem aquecimento, como a lâmpada incandescente? Quanto menor a resistência do chuveiro esquentam menos ou mais?

d) Montagem do circuito:

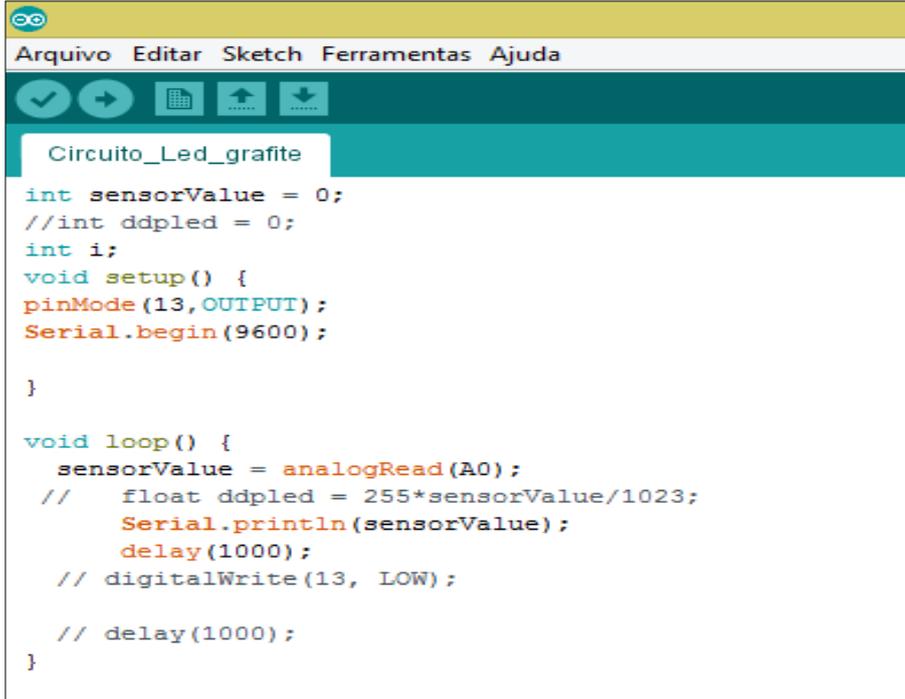
Figura 9- Circuito com Massinha de Modelar



Fonte: Autoria própria

e) Programação

Figura 10- Print do Sketch do Arduino _ massa de modelar



```
Arquivo  Editar  Sketch  Ferramentas  Ajuda

Circuito_Led_grafite

int sensorValue = 0;
//int ddpled = 0;
int i;
void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  sensorValue = analogRead(A0);
  // float ddpled = 255*sensorValue/1023;
  Serial.println(sensorValue);
  delay(1000);
  // digitalWrite(13, LOW);

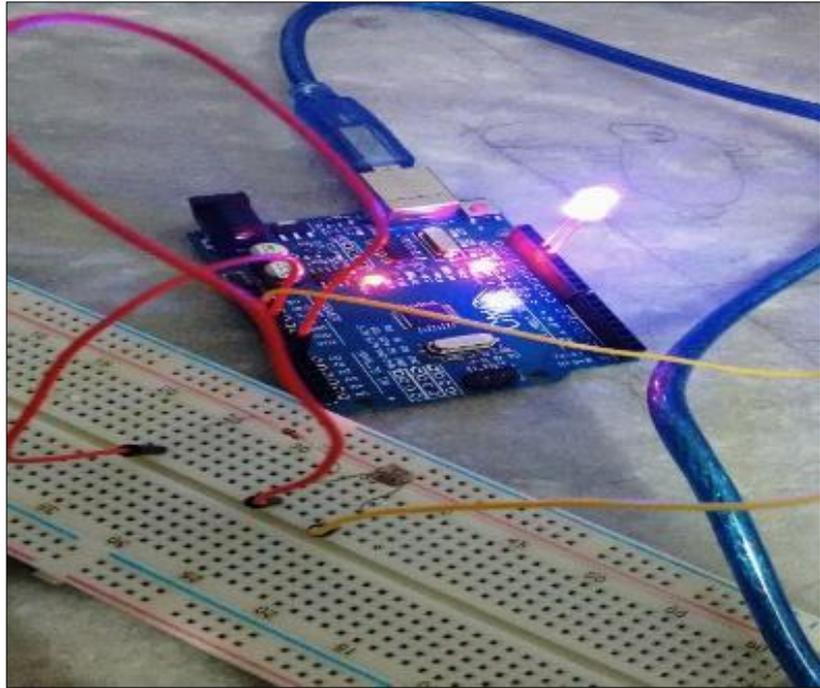
  // delay(1000);
}
```

Fonte: Autoria própria

Atividade II_ Resistor LDR_ Sensor

- Verificar a dependência da resistência com a temperatura e a intensidade luminosa.
- Materiais: 1 protoboard; 1 led; 1 resistor de 10K; 1 resistor LDR; 1 cabo USB; 1 computador com a IDE do Arduino instalada; 1 microcontrolador Arduino;
- Questões problematizadoras: Existe dependência da resistência com outros fatores externos como a tensão elétrica e intensidade luminosa? Como funciona um sensor?
- Montagem do Circuito:

Figura 11- Circuito sensor de luminosidade



Fonte: Autoria própria

f) Programação

Figura 12- Print do Sketch do Arduino_ Sensor de luminosidade

```
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
luminosidade-ldr
const int PinLed = 13;
int sensor = 0;

void setup() {
  pinMode(PinLed, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  sensor = analogRead(A0);
  if (sensor < 500)
    digitalWrite(PinLed, HIGH);
  else
    digitalWrite(PinLed, LOW);
  // Serial.println(sensor);
  delay(1000);
}
```

Fonte: Autoria própria

Avaliação, em grupo faça um relatório contendo:

- Introdução (resumo teórico do assunto sobre o qual se realizou as práticas).
- Objetivos (descrever os objetivos das práticas de forma clara e sucinta).
- Material utilizado (descrição do material usado em cada prática).
- Metodologia (indicar a descrição exata de como foi feita a experiência, numa sequência correta).
- Resultados e discussão (registrar todas as leituras/observações e as respostas das questões problematizadoras).
- Considerações finais (discutir as relações entre a parte teórica e as atividades práticas realizadas no laboratório com a plataforma Arduino, bem como as relações do uso das tecnologias no processo de ensino aprendizagem).

4.2.3 Prática 3_ Física Térmica

A energia é uma grandeza particularmente importante, porque está relacionada com os mais diversos fenômenos. Portanto, todos os fenômenos que ocorrem na natureza envolvem transformações de energia. Enquanto caminhamos ou lemos um livro, estamos transformando energia. Para o nosso organismo manter as funções vitais, como, por exemplo, pulsar o coração, respirar ou manter a temperatura corporal constante, estamos também transformando energia. Até o momento, o termo energia foi usado várias vezes sem uma definição específica. Mesmo sendo um dos conceitos mais importantes da Física, ele é abstrato, o que torna difícil sua definição, isto porque ele abrange fenômenos extremamente diferentes entre si. A energia afeta tudo que existe na natureza e as leis que governam seu comportamento estão entre as mais importantes e abrangentes da Ciência. Podemos pensar em energia como algo que se transforma continuamente e que pode ser usado para realizar trabalho.

Sensores de temperatura NTC e PTC são tipos de sensores onde a relação entre resistência elétrica e a temperatura é conhecida, mensurável e possuem uma

boa tolerância e precisão. Por terem variações na resistência elétrica com a variação da temperatura, estes componentes também levam o nome de termistores.

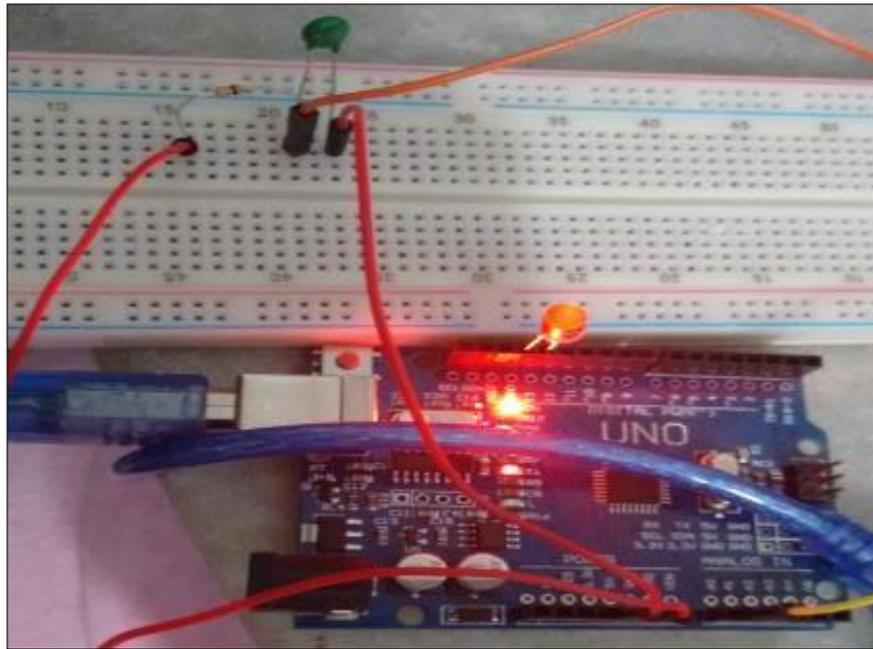
Objetivos

- Compreender os conceitos de transformação de energia, calor e temperatura, equilíbrio térmico e o funcionamento do termômetro com auxílio da plataforma Arduino.
- Visualizar o funcionamento de um termômetro utilizando sensores de temperatura.
- Verificar a relação entre a resistência elétrica e a temperatura.

Atividade Prática I _ Construção de um termômetro

- a) Visualizando o funcionamento de um termômetro utilizando sensores de temperatura e verificando a relação entre a resistência elétrica e a temperatura.
- b) Materiais: 1 placa Arduino; Resistor de 10k; Termistor de 10K; Jumpers para conexão; 1 cabo USB; 1 computador com a IDE do Arduino instalada; 1 microcontrolador Arduino.
- c) Questões problematizadoras: Quanto maior a temperatura de um corpo, mais energia ele possui? Pode-se dizer que a temperatura é a medida da quantidade de calor de um corpo? O que são os termistores? Onde são usados? Qual a diferença entre o termistor PTC (Positive TemperatureCoefficient) e o termistor NTC (Negative TemperatureCoefficient)?
- d) Montagem do circuito:

Figura 13- Circuito sensor de temperatura



Fonte: Autoria própria

e) Programação:

Figura 14- Print do Sketch do Arduino construção de um termômetro

```

Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
termometro

const int PinLed = 13;
int valor_sensor = 0;
float Resistencia = 0;
float Temp = 0;
void setup() {
  pinMode(PinLed, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  valor_sensor = analogRead(A0);

  // Temperature in Kelvin = 1 / {A + B[ln(R)] + C[ln(R)]^3}
  Resistencia = ((10240000/valor_sensor) - 10000);
  Temp = log(Resistencia);
  Temp = 1 / (0.001129148 + (0.000234125 * Temp) + (0.0000000876741 * Temp * Temp * Temp));
  Temp = Temp - 273.15; // Convert Kelvin to Celsius
  Serial.println(Temp);
  if(Temp>36)
    digitalWrite(PinLed, HIGH);
  else
    digitalWrite(PinLed, LOW);
  delay(1000);
}

```

Fonte: Autoria própria

Avaliação, em grupo faça um relatório contendo:

- a) Introdução (resumo teórico do assunto sobre o qual se realizou as práticas).
- b) Objetivos (descrever os objetivos das práticas de forma clara e sucinta).
- c) Material utilizado (descrição do material usado em cada prática).
- d) Metodologia (indicar a descrição exata de como foi feita a experiência, numa sequência correta).
- e) Resultados e discussão (registrar todas as leituras/observações e as respostas das questões problematizadoras).
- f) Considerações finais (discutir as relações entre a parte teórica e as atividades práticas realizadas no laboratório com a plataforma Arduino, bem como as relações do uso das tecnologias no processo de ensino aprendizagem).
- g) Relate:
 - As dificuldades encontradas pelo professor e estudantes para a realização das atividades propostas com o Arduino.
 - As potencialidades do uso da plataforma Arduino no Ensino de Ciências.
 - As limitações encontradas para trabalhar as atividades proposta pelo professor.
 - Como a plataforma Arduino pode favorecer a aprendizagem cooperativa entre estudantes, dando abertura para a pesquisa e para a reelaboração e criação de projetos em torno da temática Energia?

As oficinas realizadas oportunizaram aos estudantes o primeiro contato com a ferramenta Arduino. Inicialmente ninguém a conhecia, poucos tinham noção de programação, além disso, usando a IDE do Arduino e o sistema Windows, ocorreram diversas vezes erros de comunicação na porta USB durante a gravação do programa na placa. Então, para evitar tais problemas e, ao mesmo tempo, facilitar o entendimento de programação dos alunos, mudamos nossas práticas para o S4A (Scratch + Arduino), que é uma interface modificada do Scratch que permite a interação com o hardware Arduino gratuito. O S4A foi criado pela equipe de Smalltalk

de Citalab em 2010, e implementa blocos específicos para o gerenciamento de sensores e atuadores com o Arduino.⁵ Segue as programações utilizadas.

4.3 OFICINAS DA TEMÁTICA ENERGIA UTILIZANDO O S4A (SCRATCH+ARDUINO)

- a) *Prática I_ Piscando um Led: Led+resistor+fios de conexão+ protoboard (circuito em série).*

Figura 15- Print Programação S4A: Piscar um Led

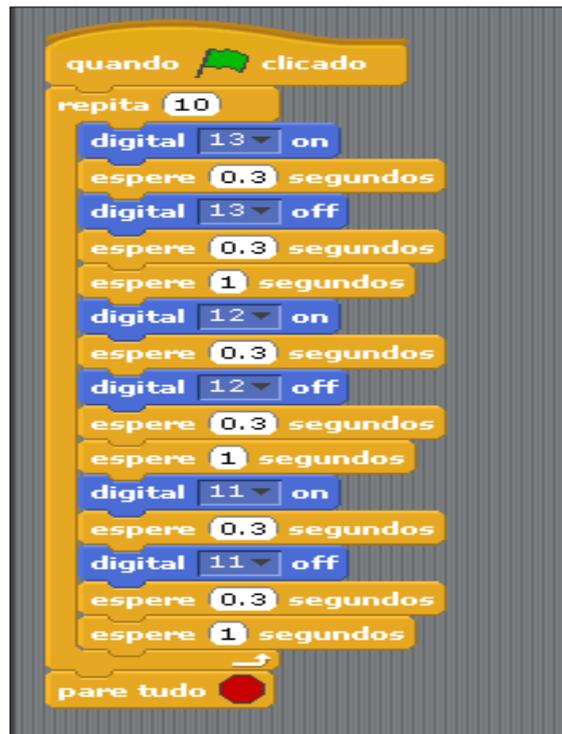


Fonte: Autoria própria

- b) *Prática II_ Construção de um semáforo – Automatização de circuito elétrico.*

⁵ Disponível em:< <http://codigo21.educacion.navarra.es/autoaprendizaje/scratch-para-arduino-s4a-configuracion-inicial/>>. Acesso em: 26 set. de 2017.

Figura 15- Print Programação S4A: Semáforo



Fonte: Autoria própria

c) *Prática III – Lei de Ohm: Circuito_Led_Massinha de Modelar* (grafites de variados valores).

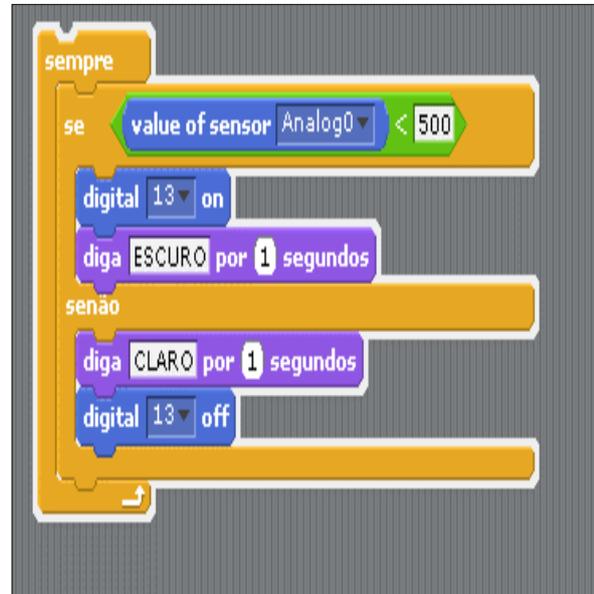
Figura 16- Print Programação S4A: Lei de Ohm



Fonte: Autoria própria

- d) *Prática IV_ Resistor LDR_ Sensor*: Dependência da resistência com a intensidade luminosa.

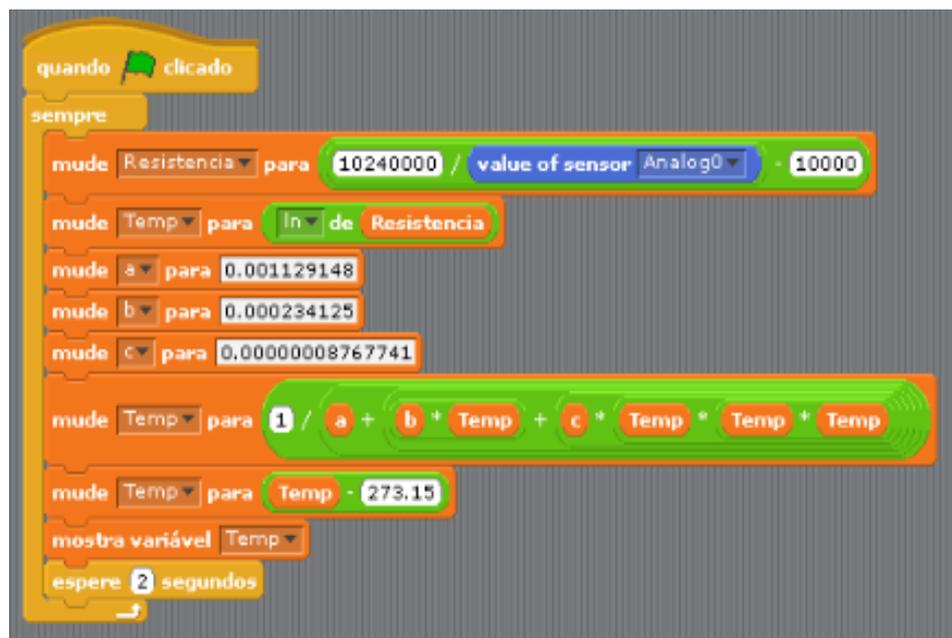
Figura 17- Print Programação S4A: Sensor de luminosidade



Fonte: Autoria própria

- e) *Atividade Prática V _construção de um termômetro*: visualizar o funcionamento de um termômetro utilizando sensores de temperatura.

Figura 18- Print Programação S4A: Termômetro



Fonte: Autoria própria

O S4A ajudou muito na realização das atividades propostas nas oficinas, sendo uma ótima opção para automatização de experimentos no Ensino de Ciências, principalmente para estudantes e professores que apresentam dificuldades na linguagem de programação utilizada na IDE Arduino. Segundo Angotti (2015, p.25) *“As tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC ou TIC) têm apontado mais chances de superação do desenvolvimento humano, nas suas relações e no conhecimento”*.

O capítulo 5, apresenta a análise e a discussão dos dados presentes em todo o processo de investigação coletados por meio de interações, áudios, vídeos, relatórios e direcionados pela MDP.

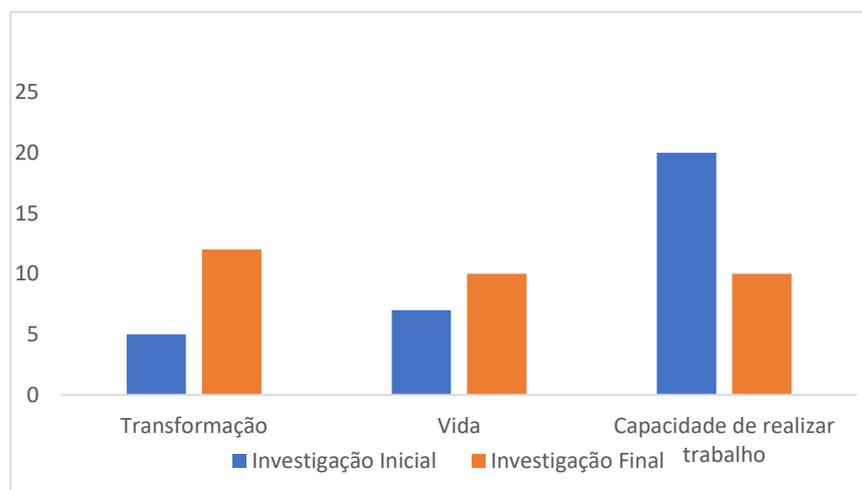
5 A ANÁLISE E A DISCUSSÃO DOS DADOS DA INVESTIGAÇÃO

Os procedimentos metodológicos dessa pesquisa foram nas formas qualitativa, exploratória e descritiva, norteadas pela pesquisa-ação. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram: registros por meio de questionário investigativo, fotos, gravações em áudios e vídeos. A investigação constitui-se numa abordagem qualitativa na forma de pesquisa-ação norteadas por um tripé MDP-PBL-ARDUINO, essa articulação permite o estudo e a observação direta e indireta dos participantes tendo um envolvimento ativo da situação estudada pelo pesquisador.

5.1 CATEGORIAS ELEGIDAS NA COMPARAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO INICIAL E FINAL

Os conhecimentos sobre a temática Energia elencados no questionário inicial/ final construído a partir da MDP (Conceito de Energia; Estudantes de Licenciatura; Mediação com o Arduino; Metodologia PBL). Nas respostas os estudantes fazem relações do conhecimento de eletricidade, movimento, vida e a capacidade de realizar trabalho com a conceituação sobre Energia, observa-se as ligações e interligações dos conceitos no decorrer do trabalho com a metodologia PBL e a mediação Arduino, porém muitos deles possuíam uma definição simplista que permaneceu enalacrada em seu cognitivo.

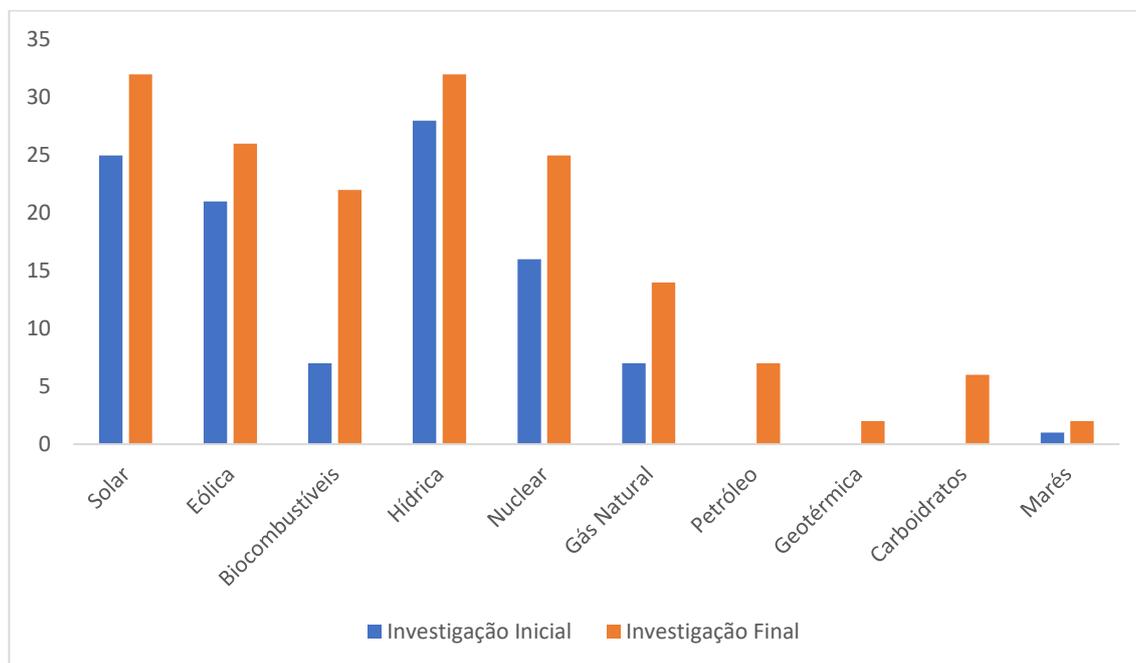
O gráfico 1 apresenta uma frequência relativa de estudantes em formação que define Energia como forma de Vida, apresentando a complexidade do conceito Energia. Morin (2010) diz que o emaranhado de conceitos apresenta uma pluralidade de elementos diferentes, organizados, especificados e interligados por diferentes estruturas que levam às novas significações e à percepção de outros elos interativos, provocando uma espécie de revolução da representação da realidade.

Gráfico 1- Conhecimentos sobre Energia

Fonte: Autoria própria

Houve, portanto, uma parcela significativa de novas interações dos conhecimentos sobre Energia, 50% dos alunos apresentaram a concepção de Energia como a capacidade de realizar trabalho, no entanto os outros estudantes apresentaram um conhecimento conectado com transformações, interações, movimento e princípios de vida.

No gráfico 2, os estudantes apresentam as fontes de Energia trazendo outros elementos que no questionário inicial não foram elencados. Ribeiro (2010, p. 17) “... o *PBL* ajuda a desenvolver a capacidade dos alunos de acessar conhecimentos na memória, a qual depende de sua contextualização”.

Gráfico 2- Fontes de Energia

Fonte: Autoria própria

Ribeiro (2010) defende que a metodologia PBL tem a capacidade de promover a elaboração de estruturas cognitivas que facilitam e estimulam a recuperação de conhecimentos relevantes e necessários para a resolução de problemas. Os estudantes foram pesquisar e estudar outras formas de produção de Energia, para apresentarem uma possível solução da problemática apresentada sobre a produção de Energia no Brasil.

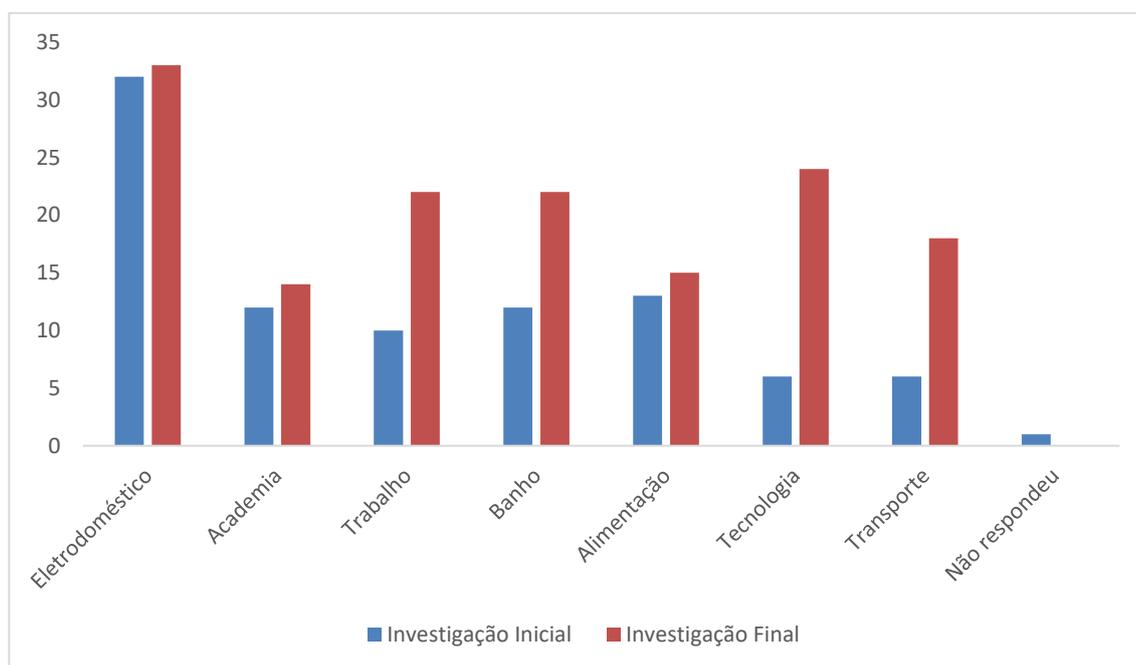
As fontes de Energia explicitadas no gráfico 2, em sua grande maioria, eram conhecidas pelos alunos mesmo que superficialmente, outras desconhecidas como biocombustíveis, carboidratos, geotérmica, assim ressalta-se que os conteúdos trabalhados separadamente em disciplinas isoladas não promovem interligações, apenas favorecem a memorização que facilmente serão esquecidos.

É evidente que as pesquisas, o trabalho em grupo, as questões suportes para o problema global apresentado pela notícia de jornal, ampliaram a curiosidade dos estudantes, levando à ampliação das conectividades dos conceitos. Em todas as fontes de Energia houve uma melhoria na aprendizagem, mostrando o favorecimento da contextualização interligação de conceitos. Assim as relações de fontes de Energia mencionadas pelos estudantes estão ligadas com as novas descobertas

tecnológicas, mostrando um caminho para a possível solução do problema da produção de energia.

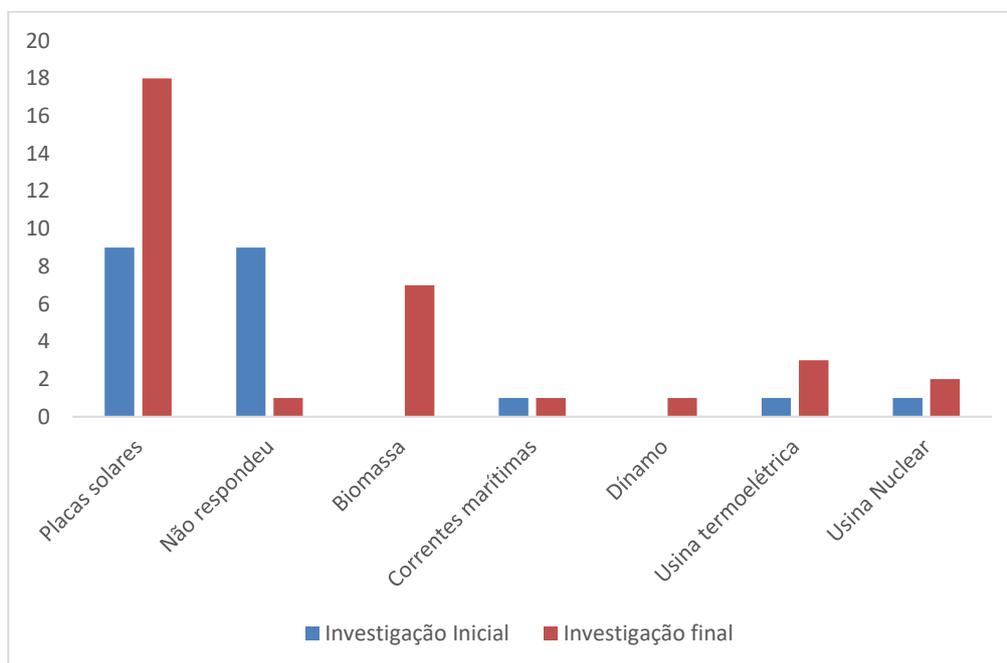
O gráfico 3 apresenta uma afirmação do gráfico 1, que trata da Energia como “vida”, pois os seres humanos são dependentes da Energia para sua sobrevivência. A produção de Energia está interligada com qualidade de vida, com tecnologias, aspectos políticos, culturais, históricos, econômicos e social.

Gráfico 3- O uso da Energia no cotidiano



Fonte: Autoria própria

No gráfico 4, aparece o conhecimento de novas tecnologias utilizadas para a produção de Energia como placas solares, biomassa, dínamo que não foram identificados no questionário inicial. Percebe-se que a proposta para o processo de ensino aprendizagem dos conceitos em torno da temática Energia com a união da metodologia PBL e a plataforma Arduino favorecem as interligações dos conceitos. As relações com as inovações tecnológicas contribuem para a produção de Energia limpa e sustentável, podendo ser uma solução para o problema energético brasileiro.

Gráfico 4 - Tecnologias para a Produção de Energia

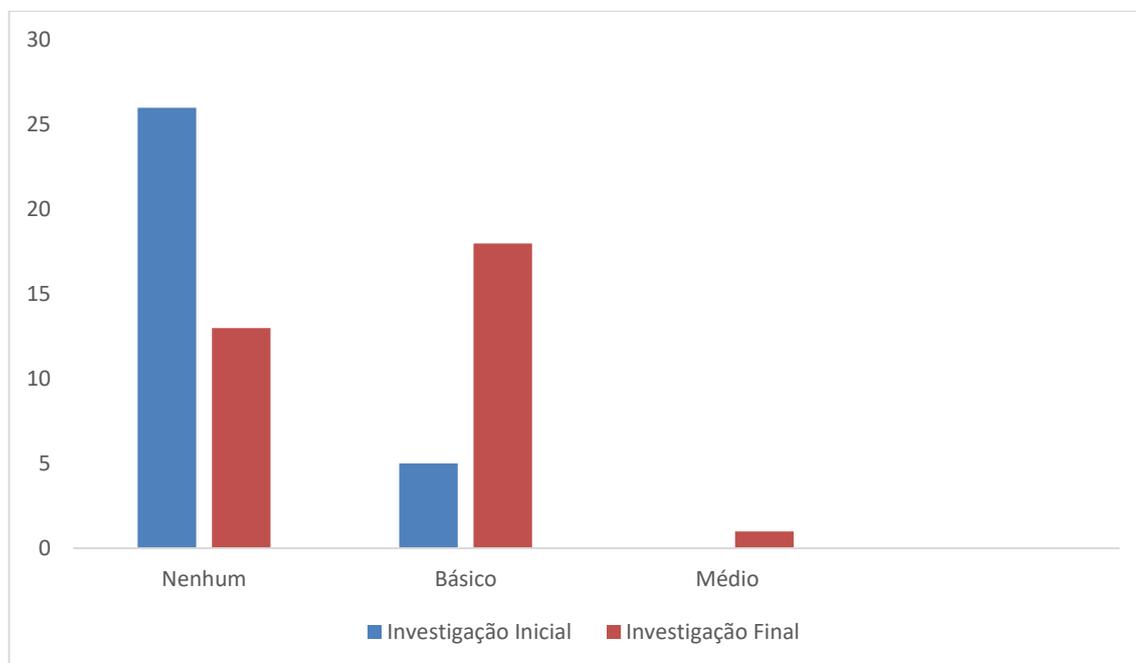
Fonte: Autoria própria

Desde o problema global apresentado até a confecção e reelaboração dos produtos, percebe-se certa curiosidade de conhecer mais sobre a utilização das placas solares e da biomassa para produção de energia. Na metodologia PBL, o professor não precisa decidir o que os estudantes devem aprender, os problemas reais orientam a busca de novos conhecimentos. *“Os problemas do mundo real levam professores e alunos a descobrir novos conhecimentos”* (ARAÚJO; SASTRE, 2016, p.18).

Um dos objetivos específicos deste trabalho é desenvolver habilidades para o uso da ferramenta Arduino, compreendendo as programações necessárias para enviar comandos à placa para automatização. No gráfico 5, está explicitado que a maioria dos estudantes não possuíam nenhum conhecimento sobre programação para automatização antes do desenvolvimento do projeto (oficinas e trabalhos em grupos) com a ferramenta Arduino. Segundo (DE RODRIGUES; CUNHA, 2015) os estudantes em sua grande maioria não possuem conhecimentos sobre a plataforma Arduino e nem de eletrônica, por isso é necessária a explicação dos conceitos de: diferença de potencial elétrico (tensão), corrente elétrica, resistores e código de cores. Os comandos de programação do Arduino são fáceis de aprender, podendo ser

aprimorados com seu uso contínuo em aplicação simples e por tentativa e erro que com o passar do tempo vão melhorando os seus projetos.

Gráfico 5- Conhecimento sobre Programa de Automatização



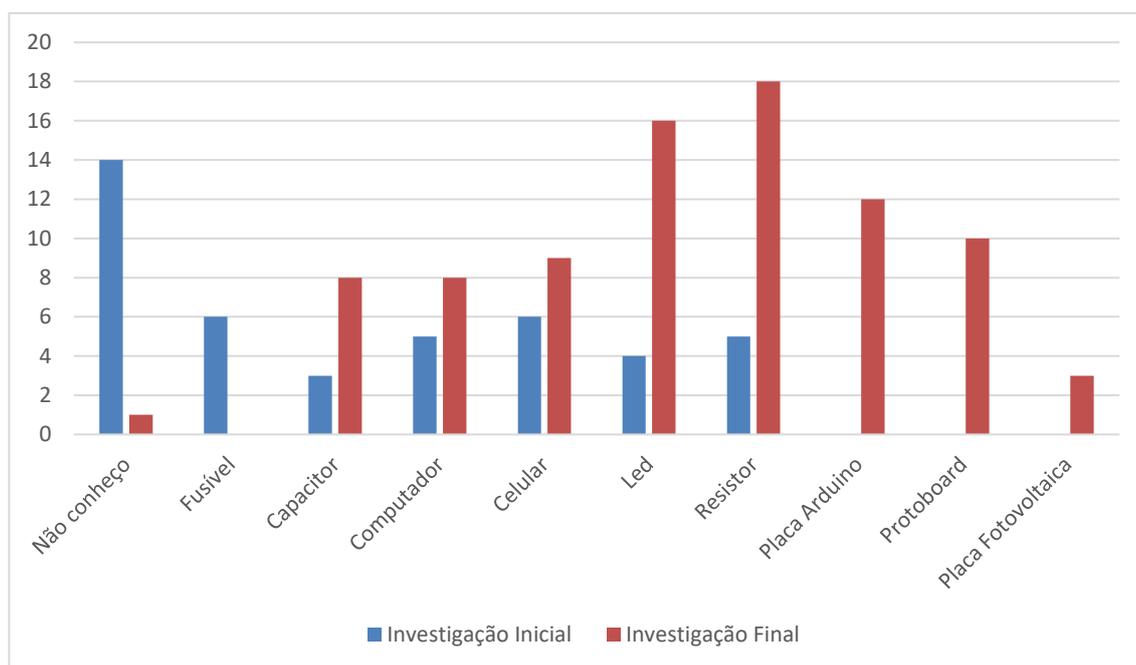
Fonte: Autoria própria

Mesmo alguns estudantes possuindo um conhecimento básico de programação, era um conceito isolado, mas a partir das práticas com automatização, apenas 13 estudantes disseram não possuir conhecimento sobre a programação Arduino, enquanto que antes de ser trabalhado este projeto, a maioria não possuía nenhum conhecimento. Nesse contexto, a metodologia PBL de acordo com Araújo e Sastre (2016) ajuda os estudantes a adquirirem conhecimentos básicos necessários para a resolução do problema, sejam por meio de pesquisas, cursos, atitudes que desenvolvem a capacidade de formular, analisar e solucionar as questões, garantindo que os estudantes universitários tenham capacidades de resolver problemas/situações no futuro que ainda não foram conhecidas.

O gráfico 6 destaca que a maioria dos estudantes antes da realização deste trabalho não tinham conhecimento ou não lembravam o que era um componente eletrônico, muitos nunca tinham ouvido falar em plataforma Arduino, protoboard, placa fotovoltaica. É visível que a aprendizagem foi adquirida, por alguns mais, por

outros menos, porém é marcante o crescimento sobre o conhecimento de componentes eletrônicos. *“Aprender não é como encher um copo de água, é um processo ativo de pesquisa e criação baseado no interesse, na curiosidade e na experiência do aprendiz e deve traduzir-se em ideias, conhecimentos e habilidades mais abrangentes”* (ARAÚJO; SASTRE, 2016, p.25).

Gráfico 6 - Conhecimentos sobre Componentes Eletrônicos

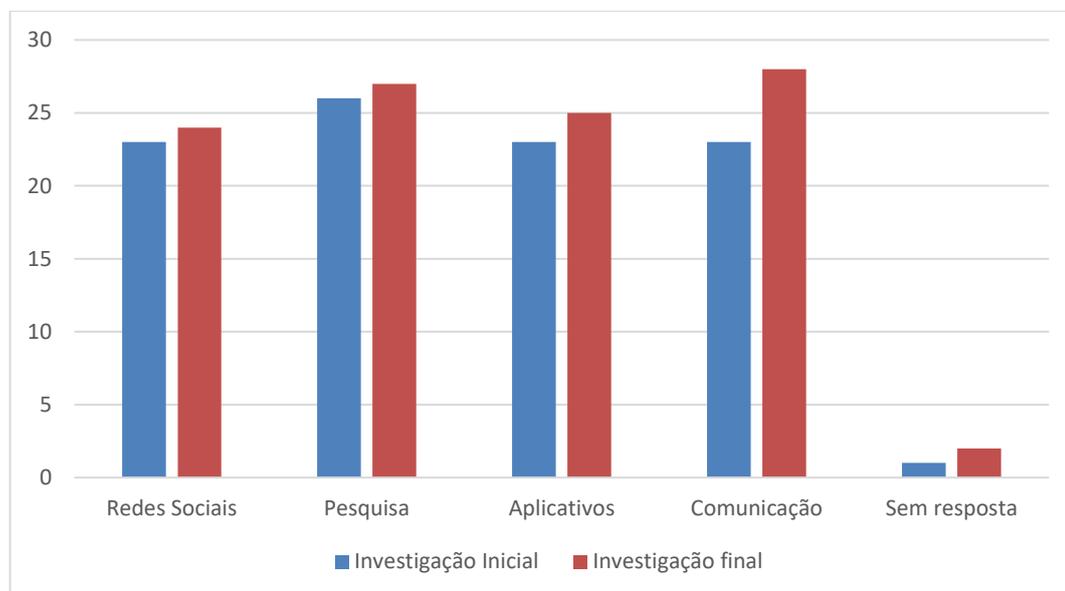


Fonte: Autoria própria

A metodologia PBL segundo Araújo e Sastre (2016), afasta a compreensão de conceitos comuns e se situa na capacidade de desenvolver novos conhecimentos, tem como objetivo o “aprender fazer”, o “aprender na ação”, pode ser organizada na perspectiva do “saber como” para favorecer a formação de habilidades profissionais, como na perspectiva “do saber para que serve”, para aquisições metodológicas de análise, aplicação e resolução de problemas. Assim, os professores em formação têm a oportunidade de aprender vivenciando a utilização dos componentes eletrônicos nos circuitos elétricos, podendo ser profissionais com grandes capacidades de resolver situações reais de uso dos componentes eletrônicos e das Tecnologias em sua vida social e profissional.

O Gráfico 7 mostra que as tecnologias mais utilizadas e que fazem parte diariamente da vida dos estudantes são os smartphones.

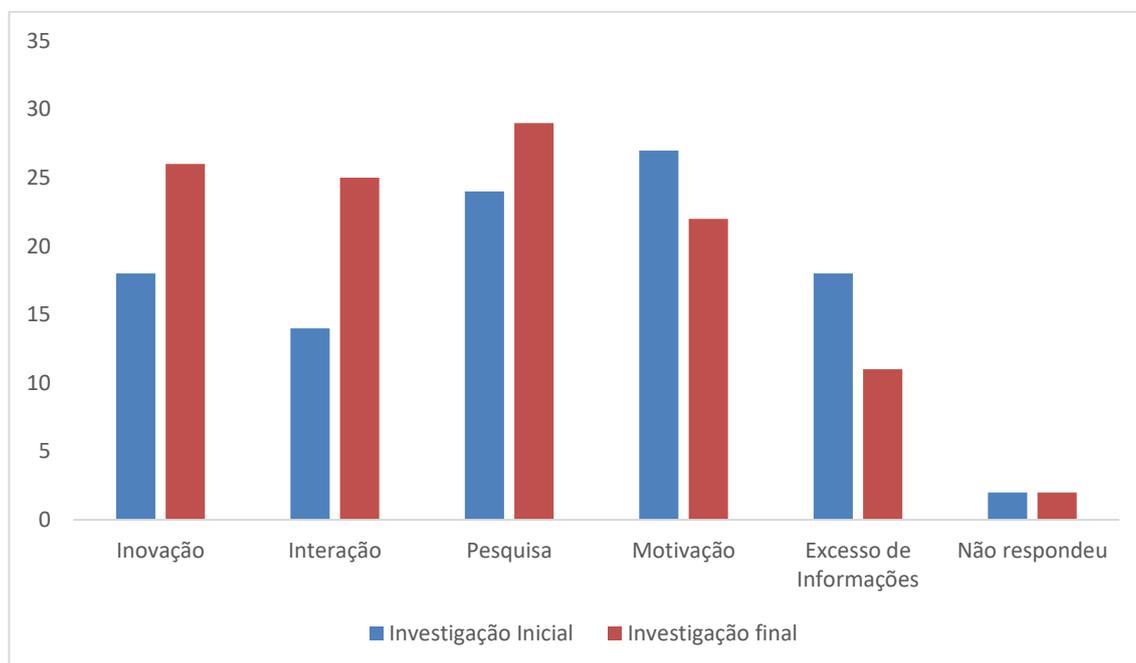
Gráfico 7- Uso diário do Celular



Fonte: Autoria própria

É notório que as tecnologias da informação e comunicação permeiam as atividades diárias dos estudantes, assim a sua utilização por meio de ações educativas como ferramenta pode ser uma potente aliada para o processo de ensino aprendizagem.

O gráfico 8 apresenta as percepções dos estudantes quanto ao uso das TIC na Aprendizagem depois de trabalhar a temática Energia com a ferramenta Arduino atrelada à metodologia PBL.

Gráfico 8 - TIC na Aprendizagem

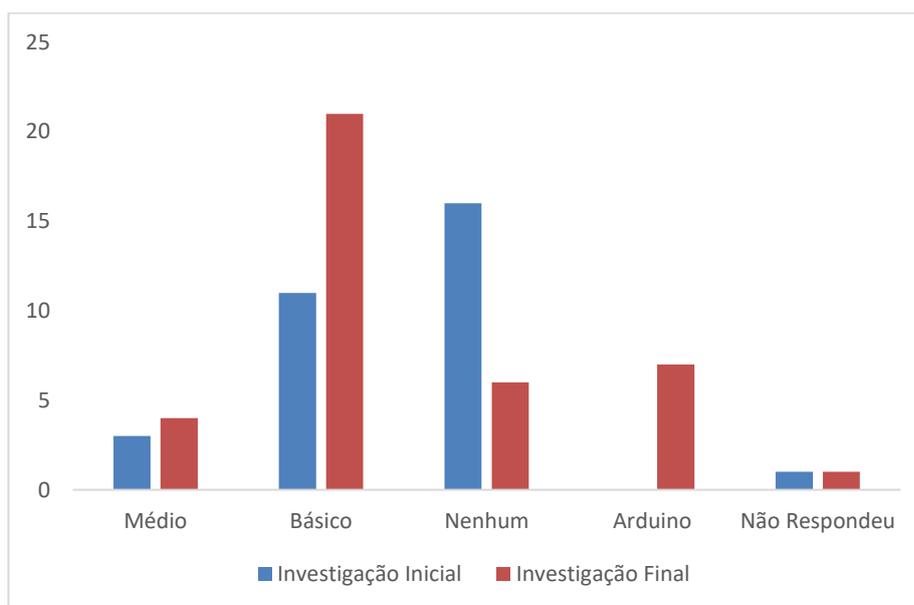
Fonte: Autoria própria

Os alunos destacam que as tecnologias permitem inovação, interação, desenvolvem a pesquisa e promovem a motivação. Destaca Ribeiro (2010) que o uso da metodologia PBL no ensino superior aumenta a possibilidade de simulação da prática cotidiana dos profissionais, as situações-problema além de focar e motivar a aprendizagem de novos conceitos, promove habilidades de pesquisa. O estudo independente ajuda os estudantes a adotarem metodologias que aprendam na prática a lidarem com conhecimentos científicos e tecnológicos em constante evolução para o seu futuro exercício profissional.

O gráfico 9 mostra a diminuição da porcentagem de estudantes que não possuíam experiências práticas com o uso das TIC, porém 6 estudantes dos 30 alunos que participaram desta investigação não adquiriram os conceitos básicos para manipulação e programação da placa Arduino. Logo, mostra que não houve tempo suficiente de trabalho prático com oficinas para que todos pudessem desenvolver habilidades para a automatização de projetos/produtos, também traz à tona as dificuldades enfrentadas pela metodologia PBL. Morin (2010) e Ribeiro (2010) apontam para uma complexidade do trabalho em grupo, pois para trocar experiências, dialogar com o outro é preciso apropriar-se de habilidades do saber, compartilhar,

ouvir, interagir, cooperar para que o estudante possa reconstruir a si mesmo. A metodologia PBL obriga a respeitar o espaço do outro, a estabelecer parcerias a trabalhar no ritmo do grupo, sendo frustrante para estudantes que possuem dificuldades em trabalhar dessa maneira.

Gráfico 9 - Experiência com TIC



Fonte: Autoria própria

Também na categoria tecnologia, vale destacar que mesmo os estudantes que não possuíam nenhum ou pouco conhecimento da ferramenta Arduino, conseguiram construir e reelaborar produtos automatizados com eficiência, e além de demonstrarem conhecimento sobre a temática Energia, apresentaram possíveis soluções para as questões energéticas do Brasil. Ribeiro (2010) defende que a metodologia PBL favorece a aquisição de conhecimentos de maneira mais significativa e duradoura, desenvolve atitudes e habilidades profissionais nos estudantes, motiva o educando a pesquisar para aprender e desenvolver a afetividade. Facilita o trabalho colaborativo, cooperativo, interativo e contextualizado.

Além dos questionários investigativos finais e iniciais direcionados pela MDP, foram elaboradas 16 questões que ajudaram a trilhar o processo investigativo e a análise dos dados desta pesquisa fundamentados pela tríade MDP-PBL-ARDUINO, as possíveis respostas para cada questão estão sendo discutidas na próxima seção.

5.2 ESTUDO DOS DADOS PERMEADOS PELO TRIPÉ: MDP- PBL- ARDUINO

A análise dos dados foi delimitada e orientada por uma Matriz Dialógica-Problemática (MDP), descrita no quadro 1. O processo investigativo e de análise dos dados é construído a partir da prática para a prática, que além da participação dos professores pesquisadores exige um envolvimento colaborativo em todas as fases do processo de investigação e da análise crítica das situações vivenciadas e observadas em sala de aula. Logo, o planejamento, a ação, a observação e a reflexão possibilitam o desenvolvimento da argumentação e da criticidade favorecendo o estudo criterioso a favor das práticas educativas em sala de aula que delimita e enriquece o trabalho educativo investigativo.

O direcionamento desta pesquisa pela MDP-PBL-ARDUINO oportunizou os estudantes de licenciatura articulações diferenciadas da temática Energia. Assim as estratégias de ensino usadas para a promoção da aprendizagem do conceito Energia e das habilidades com a ferramenta Arduino por meio da metodologia PBL estão descritas nos quadros a seguir.

5.2.1 Categoria Conceito de Energia

As relações didáticas e metodológicas do conceito energia que os estudantes identificaram e reelaboraram para o ensino de Ciências e Tecnologias, presentes no conjunto de gráficos 1,2,3 e 4 estão em consonância com as construções propostas pelos estudantes tais como: biodigestor, girassol e produção de energia elétrica por diferentes fontes estão evidenciadas no quadro 2.

Quadro 2-Relações didáticas para o ensino de Ciências e Tecnologias

A-Conceito de Energia	
Estudante	A1- Como o conceito de Energia pode desencadear relações didáticas metodológicas para o ensino de Ciências e Tecnologias?
E1	Construção de um Biodigestor para a produção do Biogás (fonte: vídeo, feira de ciências, 26/06/2017).
E2	Construção de Girassol automatizado -Interligação de conceitos de física, química e biologia (fonte: áudio, entrevista, 26/06/2017).
E3	A transformação de Energia utilizando o dínamo – Conservação da Energia (fonte: vídeo, feira de ciências, 26/06/2017).
E4	Energia e Radiação – Construção de um detector de Energia Ionizante (fonte: vídeo, feira de ciências, 26/06/2017).

E5	Construção e funcionamento de uma usina hidrelétrica automatizada com o Arduino (fonte: vídeo, feira de ciências, 26/06/2017).
E6	Relação da produção e consumo da energia elétrica – Placas solares (fonte: vídeo, feira de ciências, 26/06/2017).
E7	Tecnologias utilizada para a produção de energia – Placas fotovoltaicas (fonte: vídeo, feira de ciências, 26/06/2017).
E8	Construção e automatização de um mini gerador eólico para abastecimento de um condomínio (fonte: vídeo, feira de ciências, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

Percebe-se que todos os grupos conseguiram criar, modificar ou reelaborar um produto /projeto sobre a temática Energia utilizando a ferramenta Arduino e a metodologia PBL, vinculando conteúdos e conceitos com as tecnologias de produção e fontes de energia.

O quadro 3 apresenta as provocações identificadas pelos estudantes relacionadas à complexidade da temática Energia.

Quadro 3- Provocação da Complexidade do tema Energia

A- Conceito de Energia	
Estudante	A2- De que forma o conceito Energia e a complexidade dessa temática provoca os estudantes de Licenciatura?
E9	O aprendizado de Ciências com a temática Energia, pode ir muito além de escritas, textos e teoria que os alunos memorizam para reproduzirem e depois podem esquecer (fonte: relatório 12/05/2017).
E10	Aqueles que pretendem seguir carreira na área da pesquisa terão grandes oportunidades, com o atual conhecimento da física térmica e o auxílio do Arduino (fonte: relatório, 12/05/2017).
E11	Através de pesquisa e estudo sobre as inovações tecnológicas utilizadas na produção de Energia (fonte: diário de bordo seminário, 31/03/207).
E12	Por meio de projetos interdisciplinares com a plataforma Arduino, que ligam variados conteúdos de outras áreas do conhecimento a temática Energia (fonte: vídeo, feira de ciências, 26/06/2017).
E13	Energia é um tema amplo, não sabia que existia tantas ligações e interações com outras áreas do conhecimento (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).

E14	Usando as tecnologias, prende a atenção dos alunos, a pesquisa leva a compreender as muitas relações do conceito Energia (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).
E15	As aulas práticas proporcionaram de maneira simples e sucinta mostrar como ocorre a corrente elétrica (fonte: relatório, 12/05/2017).
E16	O trabalho em grupo permitiu interações e ampliou nossos conhecimentos sobre Energia (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

A provocação da complexidade do conceito Energia iniciou-se com a proposta da situação/problema global, que conduziu todas as etapas dessa proposta. Além disso, no decorrer das atividades realizadas: pesquisa, apresentação de seminário, oficinas com Arduino, a criação e reelaboração de produtos automatizados permitiu que os alunos visualizassem as inúmeras ligações e interações de conteúdos e conceitos presentes na temática Energia.

O quadro 4 traz os depoimentos dos estudantes, os quais assinalam o favorecimento do uso da ferramenta Arduino como mediadora na compreensão da complexidade do conceito Energia. Ressaltam que mesmo sendo pouco o contato com a plataforma Arduino nas oficinas foi suficiente aprender o básico, possibilitando a criação e recriação de projetos interdisciplinares interativos sobre o conceito Energia com aplicabilidade no cotidiano dos estudantes.

Quadro 4-Relações de complexidade do conceito Energia mediadas pelo Arduino

A- Conceito de Energia	
Estudante	A3 - Quais as relações de complexidade do conceito de Energia é favorecido com a mediação Arduino?
E17	O Arduino tem uma capacidade de permitir a ampliação do conhecimento (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).
E18	O Arduino demonstra o conteúdo de forma dinâmica (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).
E19	As oficinas com o Arduino ajudaram o aluno aprender além do conteúdo abordado em sala de aula (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).
E20	O Arduino possibilita a utilização de várias variáveis, podendo ser utilizadas em várias automatizações para ensinar Energia (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).
E21	Não conhecíamos o Arduino, partir de uma questão problema sobre a temática energia e chegar num produto final é muito aprendido (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).

E22	Pelo pouco tempo de contato com a plataforma Arduino, aprendemos o básico, suficiente para criar projetos interativos inovadores e interdisciplinares sobre o conceito Energia (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).
E23	Notamos como é importante o uso da tecnologia no ensino, o Arduino possibilita desenvolver projetos sobre o conceito de Energia que podem ser aplicados no nosso cotidiano (fonte: relatório, 12/05/2017).
E24	O uso do Arduino foi uma ótima e dinâmica maneira de fazer a demonstração das Leis de Ohm (fonte: relatório, 12/05/2017).

Fonte: Autoria própria

Segundo Miquelin (2009) software livre é uma tecnologia favorável para o Ensino de Ciências, pois fornece liberdade ao usuário para desenvolvimento e aprimoramento de atividades desenvolvidas em sala de aula, em paralelo também ao hardware livre. A complexidade do conceito energia está interligada com a tecnologia como destaca Morin (2010), o ensino com tecnologia não deve ser um ensino científico subordinado, mas um ensino que desenvolva o pensamento próprio com valores, inovações que levem em consideração a constituição de um sistema, sendo reveladoras, mobilizadoras e incitadoras, objetivando novas descobertas de modelos de uso.

O quadro 5 apresenta depoimentos favoráveis para o uso da Metodologia PBL para o ensino de Energia.

Quadro 5- Favorecimento do aprendizado do conceito Energia pela Metodologia PBL

A- Conceito de Energia	
Estudante	A4 - Como o ensino aprendizado do conceito de Energia é favorecido baseado numa metodologia PBL?
E25	O trabalho em equipe faz com que cada um deixe o individualismo de lado e comece a cooperar e colaborar com o outro no processo de ensino aprendizagem (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E26	A Metodologia PBL dá autonomia de estudo, de escolha, de interações e de elaboração de projetos pelo grupo (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).
E27	A metodologia PBL deu a possibilidade de interligação do conceito Energia com os conteúdos de variadas disciplinas do nosso curso (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).

E28	Esse projeto provocou mudanças na forma de interligação do conceito Energia, que vamos levar para nossa prática de vida e de sala de aula quando atuarmos como professores (fonte: áudio entrevista 26/06/2017).
E29	Usando a Metodologia PBL para o ensino de Energia, o aluno aprende para a vida (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E30	As interações e as oficinas com o Arduino permeadas pela Metodologia PBL deixou o conteúdo de Energia mais atrativo, fugiu dos moldes tradicionais (fonte: relatório, 05/05/2017).
E31	Através da pesquisa, pois a metodologia PBL instiga o aluno e permite que ele estude e trace estratégias para a aprendizagem do conceito de Energia (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E32	A metodologia PBL fornece oportunidades para o aluno criar, o professor é apenas o mediador e orientador de todas as ações para o desenvolvimento dos projetos interdisciplinares da temática Energia (áudio entrevista, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

Os depoimentos apresentados mostram que a Metodologia PBL favoreceu a aprendizagem do conceito Energia. Em consonância com os dados apresentados, Araújo e Sastre (2016) defendem que a Metodologia PBL por trabalhar com questões relevantes e atuais, que não foram encontradas soluções, leva os alunos a utilizarem conceitos e teorias de outras disciplinas consideradas necessárias para a possível resolução do problema. Os alunos além de adquirirem conhecimentos básicos por meio de bibliografia e curso correspondente, desenvolvem a capacidade de formular, analisar e solucionar questões relevantes, capacitando-os também para resolver problemas futuros em sua profissão.

5.2.2 Categoria Estudantes de Licenciatura

O quadro 6 mostra a concepção do conceito Energia apresentadas pelos estudantes.

Quadro 6- Concepção do conceito de Energia pelos Estudantes

B- Estudantes de Licenciatura	
Estudante	B1 - Como os estudantes concebem o conceito de Energia?

E33	É uma forma de transformação (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).
E34	Energia é produzida pelo movimento das águas (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).
E35	O conceito de Energia envolve relações históricos, físicos, ambientais, políticos e sociais (fonte: vídeo apresentação APCC, 26/06/2017).
E36	A produção de energia envolve interligações de conceitos físicos, químicos, ecológicos e biológicos – Biomassa ((fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).
E37	O conceito de energia é muito amplo surge com o fogo, depois a máquina a vapor, pode ser produzida por combustíveis, matéria orgânica, e na atualidade e atrelado as inovações tecnológicas em todos os setores da sociedade (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).
E38	A energia pode ser produzida por reações nucleares (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).
E39	Energia são transformações podendo ser renováveis e não renováveis, interligam relações de poder político, econômico e social (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).
E40	Energia é a capacidade de realizar trabalho, é transformação, ação e movimento (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

As falas dos alunos nas apresentações finais estão de acordo com os resultados presentes no gráfico 1, onde 50% dos estudantes responderam que a Energia é a capacidade de realizar trabalho, o restante apresentou um conhecimento conectado com transformações, interações, movimento e princípios de vida. Nesse quadro, também aparecem os estudantes que concebem a Energia como um conceito fruto de processos históricos, que apresenta interligações de conceitos físicos, químicos, ecológicos, biológicos e sociais influenciados pelo poder político, econômico. Essas relações e caminhos percorridos pelos estudantes foram influenciados pelo problema global energético apresentado no primeiro contato com os estudantes em formação. De acordo com Ribeiro (2010) é o problema que inicia, direciona, motiva e foca na aprendizagem. A representação de um conceito ou conteúdo fica dependente da capacidade dos estudantes integrarem conceitos de várias disciplinas para dar conta de uma possível solução para o problema

O quadro 7, apresenta as formas de interação e discussões entre os estudantes nas intervenções em sala de aula.

Quadro 7- Interações e discussões entre os estudantes

B- Estudantes de Licenciatura	
Estudante	B2 - Como ocorre as interações e discussões entre os estudantes de licenciatura nas intervenções em sala de aula?
E41	Resistência para aceitação das pessoas que foram sorteadas para a formação dos grupos (fonte: diário de bordo, 17/03/2017)
E42	As interações no início foram poucas, devido à dificuldade de aceitação dos membros do grupo (fonte: diário de bordo 17/03/2017)
E43	Alguns alunos migraram de grupo, pois não conseguiram interagir e desenvolver a pesquisa proposta para o seminário (diário de bordo, 24/03/2017).
E44	Mesmo com desavenças, discussões, excesso de trabalho para alguns integrantes do grupo, os seminários cumpriram seu objetivo (fonte: diário de bordo, 31/03/2017)
E45	As interações e discussões nas oficinas foram mais produtivas nos grupos que apresentaram uma certa admiração pela ferramenta Arduino (fonte: diário de bordo, 07/04/ 2017).
E46	Alguns grupos não conseguiam elaborar seus projetos sozinhos, pediram os links de pesquisa para o professor (fonte: diário de bordo, 19/05/2017)
E47	Me assustei no início, por ser uma prática desconhecida, com muita pesquisa, um foi ajudando o outro para que o projeto final fosse (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E48	Os componentes do grupo foram dialogando, lapidando as ideias, um foi colaborando, descobrimos e aprendemos juntos (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

O quadro 8 mostra as discussões, conflitos que acontecem nos trabalhos em grupos, porém aqueles que superam o individualismo e conseguem dialogar e colaborar com outro apresentam sucesso no processo de ensino aprendizagem. Como defende Araújo e Sastre (2016), quando o aluno participa ativamente do desenvolvimento de um projeto em grupo, aprende a comunicar suas ideias, experiências e seus valores aos colegas permitindo encontrar soluções criativas e inovadoras para o problema apresentado.

Quadro 8-Limitações dos estudantes o Arduino

B-Estudantes de Licenciatura	
Estudante	B3 - Quais as limitações que os estudantes de licenciatura apresentam ao trabalhar com o Arduino?
E49	Nossa maior limitação foram as dificuldades apresentadas pelo nosso grupo para aprender a programação Arduino (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E50	Trabalhar com o Arduino foi uma novidade, muito difícil no começo, com as oficinas fomos nos ambientando e aprendendo a manipular (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E51	Erros de compilação ao carregar a placa, isso ocorre no sistema Windows com frequência (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E52	Não conhecíamos o Arduino, ficamos assustados, as oficinas não foram suficientes para aprendermos sobre a plataforma, logo tanto para os relatórios, tanto para a criação do produto, exigiu muita pesquisa, dedicação e estudo (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E53	A maior dificuldade enfrentada pelo grupo foram os desentendimentos, o que ocasionou a migração de integrantes (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E54	Aprender algo novo e diferente do que estávamos acostumados (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E55	Falta de conhecimento sobre componentes eletrônicos (fonte: diário de bordo, 05/05/2017)
E56	A maioria dos estudantes de licenciatura encontraram dificuldades para fazer circuitos em série e em paralelo (fonte: diário de bordo 05/05/2017).

Fonte: Autoria própria

As limitações dos alunos para trabalharem com o Arduino está nas dificuldades com programação, ou ainda por não terem um conhecimento prático sobre conceitos básicos de eletrônica, no início assustou os estudantes, mas com as oficinas e pesquisas foram vencendo o medo.

Quadro 9- Avanços e dificuldades dos estudantes com a metodologia PBL

B-Estudantes de Licenciatura	
Estudante	B4 - Quais os avanços e dificuldades que os estudantes apresentam quando trabalhados com a metodologia PBL?
E57	Os avanços observados foram: habilidades para pesquisa, escrita, observação, criação, trabalho cooperativo e colaborativo e desenvolvimento da oralidade (diário de bordo, 26/06/2017).
E58	O PBL exige muita pesquisa e autonomia (áudio entrevista, 26/06/2017).

E59	O aluno ter a oportunidade de criar, crescer e chegar junto com o grupo a um produto final é maravilhoso (áudio entrevista, 26/06/2017).
E60	É uma oportunidade de aprender mais, a metodologia PBL estimula a pesquisa, o estudo, leva o aluno a adquirir novos conhecimentos (áudio entrevista, 26/06/2017).
E62	Nenhum professor utilizou essa metodologia de busca e de total autonomia do estudante (áudio entrevista, 26/06/2017).
E63	A pesquisa é a principal meio de aprendizagem da PBL, aprendemos muito em apenas 6 meses (áudio entrevista, 26/06/2017).
E64	Liberdade de aprender, a pesquisa leva a perceber a interligação dos conteúdos (áudio entrevista, 26/06/2017).
E65	Dificuldades de interação com pessoas diferentes (áudio entrevista, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

O quadro 9 nos traz as dificuldades apresentadas principalmente no que tange ao trabalho cooperativo e colaborativo no grupo, porém destaca o valor da pesquisa no processo de aprendizagem. Nesse contexto, destaca Ribeiro (2010), a metodologia PBL objetiva uma aprendizagem de base de conhecimentos integrada e estruturada em problemas reais, promovendo o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem autônoma e de trabalho em equipe.

5.2.3 Categoria Mediação com o Arduino

O quadro10 apresenta os processos educacionais utilizados pelos estudantes de licenciatura para a aprendizagem do conceito Energia.

Quadro 10-Processos educacionais mediados pelo Arduino para a aprendizagem

C- Mediação com o Arduino	
Estudante	C1 - Quais os processos educacionais que o Arduino pode mediar para a aprendizagem do conceito Energia?
E66	O movimento do girassol e controlado pelo LDR (sensor de luminosidade), utilizando-se uma programação Arduino (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017)
E67	Transformação de energia mecânica em elétrica, através de um sistema automatizado pelo Arduino de uma bicicleta com um dínamo (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017)
E68	Detector da radiação ionizante para a verificação de material radioativo na camisinha de lampião pelo contador Geiger Arduino (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).

E69	Produção de Biogás sendo controlado por sensor de temperatura e pressão acoplado a placa Arduino (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017)
E70	Sistema automatizado com o Arduino de captação de energia solar com placas fotovoltaicas e capacitores para a produção de energia elétrica (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017)
E71	Automatização de Usina hidrelétrica com o Arduino, sensor de fluxo e uma bomba de aquário (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).
E72	Aquecedor solar caseiro com materiais recicláveis para produção de energia elétrica, gerando uma economia (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017)
E73	Tecnologia na produção de Energia elétrica através de um mini gerador eólico (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017)

Fonte: Autoria própria

Os processos educacionais mediados pelo Arduino foram muitos, desde as oficinas até a construção e apresentação dos produtos. Mesmo que todos os integrantes do grupo não tenham conseguido dominar os conhecimentos sobre a plataforma como apresentado no gráfico 8, pelo menos dois integrantes de cada grupo conseguiram aprender e usar como ferramenta num produto aplicável para o Ensino de Ciências. Como destaca o autor:

A maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização; pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto (MCROBERTS,2011, p.20).

O quadro 11 mostra as habilidades tecnológicas desenvolvidas nos estudantes de licenciatura com a mediação Arduino.

Quadro 11-Desenvolvimento de habilidades tecnológicas com o Arduino

C- Mediação com o Arduino	
Estudante	C2 - Quais habilidades tecnológicas a mediação com o Arduino pode desenvolver nos estudantes de licenciatura?
E74	O uso do Arduino desperta o interesse pela tecnologia de automatização, melhora o intelecto, aumenta a capacidade de pensar e criar e solucionar problemas por tentativa e erro (fonte: relatório, 12/05/2017).
E75	O Arduino como ferramenta tecnológica possibilita novos conhecimentos, expande a criatividade auxilia aprendizagem pessoal e profissional (fonte: relatório, 05/05/2017).

E76	É uma ótima ferramenta para o desenvolvimento de novas ideias (fonte: relatório, 05/05/2017).
E77	O Arduino no processo educacional aparece junto com outras tecnologias como um grande recurso para que o aluno atue na construção do próprio conhecimento, aumentando as possibilidades de aprendizagem (fonte: relatório, 05/05/2017).
E78	Ajuda a imaginação e criação de projetos interdisciplinares (fonte: relatório, 05/05/2017).
E79	Possibilita a construção conjunta entre educadores e educando de novas formas de conhecimento auxiliando para que os futuros professores se tornem multiplicadores do conhecimento (fonte: relatório, 12/05/2017).
E80	A ferramenta Arduino indaga a curiosidade e a imaginação dos alunos ((fonte: relatório, 12/05/2017).
E81	Possibilita o desenvolvimento de projetos simples e complexo fazendo com que tenha mais interação com o conceito Energia (fonte: relatório, 12/05/2017).

Fonte: Autoria própria

Os depoimentos dos alunos expressam as habilidades tecnológicas que os estudantes podem desenvolver desde a criação, interação, programação até a execução do projeto/ produto automatizado. Defende, McRoberts (2011, p.22) “*O Arduino foi projetado como uma forma simples e barata de você se envolver com eletrônica de microcontroladores, e nada é difícil demais, desde que você esteja disposto, ao menos, tentar*”.

O quadro 12 apresenta as potencialidades das mediações com o Arduino para o Ensino de Ciências.

Quadro 12-O uso do Arduino nas mediações no Ensino de Ciências

C- Mediação com o Arduino	
Estudante	C3 - De forma o uso do Arduino pode potencializar as mediações no Ensino de Ciências?
E74	As oficinas serviram como forma de aprendizado interativo tanto do conceito Energia, como de programação e funcionamento da placa Arduino (fonte: relatório, 05/05/2017).
E75	Produção de experimentos e produtos automatizados para um projeto de feira de ciências na escola (fonte: relatório, 12/05/2017).
E76	O Arduino é algo instigador, interessante e inovador (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017)
E77	O Arduino envolve, instiga os alunos em formação a buscar e conhecer ferramentas diferentes para o Ensino de Ciências (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E78	O Arduino possibilita o trabalho com projetos inovadores no Ensino de Ciências (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E79	O Arduino permite aos alunos visualizar o funcionamento das coisas, ajuda a aprender conceitos que podem ser

	utilizados em seu dia a dia (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E80	A ferramenta Arduino além de ser interativa permite a criação e reelaboração de práticas educativas para o Ensino de Ciências interligando conteúdos de várias disciplinas (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E81	O Arduino permite que professores e alunos criem situações de aprendizagem com visualização de fenômenos físicos, químicos e biológicos para o Ensino de Ciências (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

As mediações de construção, criação, interação, inovação e reelaboração do conhecimento oportunizada pela ferramenta Arduino no Ensino de Ciências estão expressas nas falas dos estudantes. De acordo com o autor *“Com um pouco de entusiasmo para aprender como programar um Arduino e fazê-lo interagir com outros componentes, assim como tendo um pouco de imaginação, você poderá construir tudo que quiser”* (MCROBERTS, 2011, p.25).

Quadro 13-Valoração dos projetos criados com o Arduino

C- Mediação com o Arduino	
Estudante	<i>C4 - Quais os indícios apresentados nos projetos criados pelo Hardware livre Arduino que o valoram como ferramenta potencializadora no ensino de Ciências e Tecnologias utilizando-se da metodologia PBL?</i>
E82	O Arduino permite criação, construção, interação, visualização e reelaboração de produtos/projetos interdisciplinares automatizados (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E83	Os alunos gostam de tecnologias, o Arduino é uma ótima ferramenta para a inserção das tecnologias no Ensino de Ciências (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E84	O Arduino é uma ferramenta de automação que pode ser usada em qualquer série, não é caro, é fácil de aprender a programação (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017)
E85	A ferramenta Arduino dá suporte, chama atenção dos alunos, exemplifica os conceitos na prática (fonte: relatório, 05/05/2017).
E86	A apresentação dos projetos tanto esteticamente, quanto pelo envolvimento da maioria dos estudantes com a criação e reelaboração de projetos/produtos automatizados com fins educativos para o Ensino de Energia para no ensino fundamental (fonte: diário de bordo 09/06/2017)
E87	Os grupos que não sofreram desintegração, tiveram um envolvimento maior com o processo de ensino aprendizagem, tendo um produto final mais criativo, inovador (fonte: vídeo apresentação APCC2 26/06)

E88	Os grupos que aproveitaram todos os momentos de aprendizagem, a criação e reelaboração apresentaram um produto final interativo, criativo e educativo (fonte: vídeo apresentação APCC2 26/06)
E89	Os grupos que deixaram para improvisar os projetos finais, tiveram dificuldades na programação, na apresentação oral e o seu produto não sinalizou uma solução para a problemática da Energia no Brasil apresentados no início dessa investigação (fonte: vídeo apresentação APCC2 26/06)

Fonte: Autoria própria

A valoração da ferramenta Arduino atrelada à metodologia PBL para o Ensino de Ciências está interligada com a dedicação, pesquisa, responsabilidades, discussão, diálogo permanente entre estudantes/estudantes e estudantes/professor. A ferramenta por si só não relaciona os conceitos disciplinares, é preciso que tenha um planejamento e uma articulação didático-pedagógica para promover a aprendizagem.

5.2.3 Categoria Metodologia PBL

O quadro 14 apresenta algumas estratégias de Ensino para a temática Energia fundamentado na metodologia PBL.

Quadro 14-Estratégias de Ensino do conceito Energia focado em PBL

D-Metodologia PBL	
Estudante	<i>D1 - Quais estratégias em torno do Conceito Energia potencializam um trabalho investigativo focado em PBL?</i>
E90	A situação problema em torno do Conceito Energia precisa estar atreladas a situações reais do cotidiano (fonte: diário de bordo, 17/03/2017)
E91	O professor deve interagir com os grupos dando pistas para discussão, contextualização, mediando todas as situações de aprendizagem e de conflitos (fonte: diário de bordo, 24/03/2017)
E92	O professor pode dividir em subtemas a temática Energia solicitando pesquisas e apresentação de seminários em grupos com pistas para a discussão e possíveis soluções para o problema central apresentado (fonte: diário de bordo, 31/03/2017).
E93	Realização de oficinas com conceitos e interligados utilizando-se de ferramentas tecnológicas (fonte: diário de bordo, 05/05/2017).
E94	Pesquisa de um produto final interdisciplinar utilizando o Arduino (fonte: diário de bordo, 13/05/2017).

E95	Apresentação e discussão dos projetos pesquisados e reelaborados pelos alunos (fonte: diário de bordo, 19/05/2017).
E96	Construção, reestruturação dos produtos automatizados com o Arduino (fonte: diário de bordo, 09/06/2017).
E97	Apresentação em forma de feira de ciências dos projetos interdisciplinares (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

Na metodologia PBL, o mais importante é o processo em que as interações, as colaborações e o crescimento dos estudantes favorecem uma aprendizagem reflexiva, colaborativa. Os oito produtos automatizados apresentados fizeram sucesso, cumprindo o objetivo de apresentar possíveis soluções para o problema central apresentado pela notícia de jornal. Alguns produtos sobressaíram porque o grupo trabalhou de forma organizada e interativa, aproveitou todos os momentos para aprender. Ribeiro (2010) diz que a metodologia PBL contribui para a formação de docentes, pois a experiência de vivenciar uma nova metodologia pode sensibilizar os estudantes, sendo uma alternativa pedagógica que ajuda a promover uma atitude reflexiva sobre o processo de ensino aprendizagem.

O Quadro 15 traz as formas em que a metodologia PBL favorece a construção do conhecimento complexo.

Quadro 15-Construção de conhecimento interdisciplinar pela Metodologia

D-Metodologia PBL	
Estudante	<i>D2 - De que maneira a metodologia PBL favorece a construção de conhecimento interdisciplinar dos estudantes de Licenciatura?</i>
E98	Gostei muito da metodologia PBL pela liberdade do estudo interligado do conceito Energia (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E99	Eu aprendi de verdade com a interligação dos conteúdos, a metodologia PBL leva o estudante a descobrir e aprender novos conteúdos (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E100	A metodologia PBL é muito interessante nos deu autonomia, fez com que a gente amadurecesse, pelas responsabilidades que ela delimita para cada componente do grupo (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E101	O processo por meio de seminários, aulas expositivas, oficinas, pesquisa, programação e montagem do produto contribuíram significativamente para o nosso aprendizado (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E102	A metodologia PBL não abandona o aluno, ele está sendo instigado a buscar conteúdos para solução de um problema real (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).

E103	A metodologia PBL é uma forma inovadora de conduzir o processo de ensino aprendizagem (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E104	A metodologia PBL é muito interessante e aplicável no Ensino de Ciências pela possibilidade de interligação de conteúdos de várias disciplinas (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E105	O uso do Arduino atrelado a Metodologia PBL, permite que os estudantes vivenciar situações de aprendizagem que interliga conceitos científicos e tecnológicos facilitando as práticas interdisciplinares no Ensino de Ciências (fonte: relatório 12/05/2017).

Fonte: Autoria própria

As falas e relatos dos estudantes defendem o uso da metodologia PBL devido a sua facilidade de interligar conteúdos de outras disciplinas do curso, favorecendo a compreensão e a relação dos conceitos. O problema de acordo com Ribeiro:

Deve ter um grau de complexidade condizente com os conhecimentos prévios dos alunos, favorecer a interdisciplinaridade e cobrir uma área extensa do conteúdo, satisfazendo os objetivos de conhecimentos, habilidades e atitudes almejadas pelo currículo ou disciplina. (RIBEIRO, 2010, p.30)

O quadro 16 apresenta maneiras eficientes que permeiam o processo de ensino e aprendizagem tendo como recurso didático o Arduino e metodologia PBL.

Quadro 16- O Arduino e a metodologia PBL como recurso didático

D- Metodologia PBL	
Estudante	<i>D3 - De que maneira a metodologia PBL permeia o processo de ensino e aprendizagem utilizando-se como recurso didático o Arduino?</i>
E106	A metodologia PBL utilizando do Arduino como recurso didático representa uma aplicação da tecnologia na educação de forma interdisciplinar (fonte: relatório 12/05/2017).
E107	O Arduino é uma ferramenta necessária para promover oficinas interdisciplinares nos laboratórios de Ensino de Ciências (fonte: relatório 12/05/2017).
E108	Esse tipo de tecnologia simples e barata pode ser usada no Ensino de Ciências, pois permitem que os alunos aprendam a importância da Energia em nossas vidas (fonte: relatório 12/05/2017).
E109	Com o Arduino podemos programar, entender o funcionamento das coisas (fonte: relatório 05/05/2017).
E110	O Arduino facilita a compreensão dos conceitos de forma lúdica e prática (fonte: relatório 05/05/2017).
E111	A prática com o Arduino permitiu nos levou a conhecer meios, técnicas e ferramentas de ensino inovadoras (fonte: relatório 05/05/2017).

E112	O Arduino é uma ferramenta de baixo custo pode ser utilizada para desenvolver vários projetos com experimentos para o Ensino de Ciência (fonte: relatório 12/05/2017).
E113	O Arduino junto a metodologia PBL ajudou a desenvolver projetos para produção de Energia possível de ser implementado por qualquer pessoa (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

O Arduino e a metodologia PBL são recursos didáticos que podem promover estratégias de ensino inovadoras, interativas e complexas por estarem centrados no estudante. Segundo o autor:

O PBL é uma metodologia educacional centrada no aluno; e por ser “centrada no aluno” entende-se que as oportunidades de aprendizagem devam ser relevantes aos alunos e que seus objetivos sejam, ao menos parcialmente, determinados pelos próprios alunos. Este “empoderamento” (empowerment), ou seja, delegação aos alunos de autoridade com responsabilidades sobre a aprendizagem, prepara-os para que se tornem aprendizes por toda a vida (RIBEIRO, 2010, p.35).

No quadro 17 são apresentados as falas, depoimentos e relatos dos estudantes que acreditam na proficiência de conceitos científicos e tecnológicos por meio da metodologia PBL.

Quadro 17- A metodologia PBL na proficiência da aprendizagem dos conceitos científicos e tecnológicos

D- Metodologia PBL	
Estudante	<i>D4 - De que forma a Metodologia PBL ajuda na proficiência da aprendizagem dos conceitos científicos e tecnológicos problematizados por meio de situações reais sociais que interligam os saberes da temática Energia?</i>
E114	A metodologia PBL instiga a curiosidade e descoberta da aplicação dos saberes da temática Energia (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).
E115	A metodologia PBL une conceitos científicos e tecnológicos oportunizando os estudantes de licenciatura a realizar atividades com suas próprias mãos o que desperta o sentimento de desafio (fonte: relatório 05/05/2017).
E116	O produto final chamou atenção, porém para nós estudantes, o processo de pesquisa, estudo e interações é o que mais influenciou nossa ampliação de conhecimento da temática Energia (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E117	Trabalhar com pessoas desconhecidas em grupo ensina você a crescer, para desempenhar um bom trabalho como professor no futuro (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).

E118	É possível fazer mudanças no Ensino de Ciências através da inserção de novas metodologias e tecnologias na escola (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E119	Não conhecia a metodologia PBL e nem a ferramenta Arduino, esse contato ampliou as possibilidades de conhecimento sobre a temática Energia (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E120	Muitos alunos da nossa turma no início não aprovaram a metodologia PBL, pois se sentiam abandonados pela professora, porque estavam acostumados com um ensino passivo e tradicional (fonte: áudio entrevista, 26/06/2017).
E121	As relações dos conceitos explicados e apresentados sobre a Energia através do produto final automatizado, mostrou ricas interações e indicou possíveis soluções para a problemática da Energia no Brasil (fonte: vídeo apresentação APCC2, 26/06/2017).

Fonte: Autoria própria

As falas descritas na tabela acima destacam as vantagens de trabalhar uma ferramenta tecnológica atrelada a uma teoria de ensino, pois o estudante percebe uma aplicação real do conteúdo estudado. Nesse contexto defende o autor:

As vantagens atribuídas a esta metodologia são geralmente relacionadas ao favorecimento da aquisição de conhecimentos de forma mais significativa e duradoura e ao desenvolvimento de habilidades e atitudes profissionais positivas por parte dos alunos (Ribeiro, 2010, p.41).

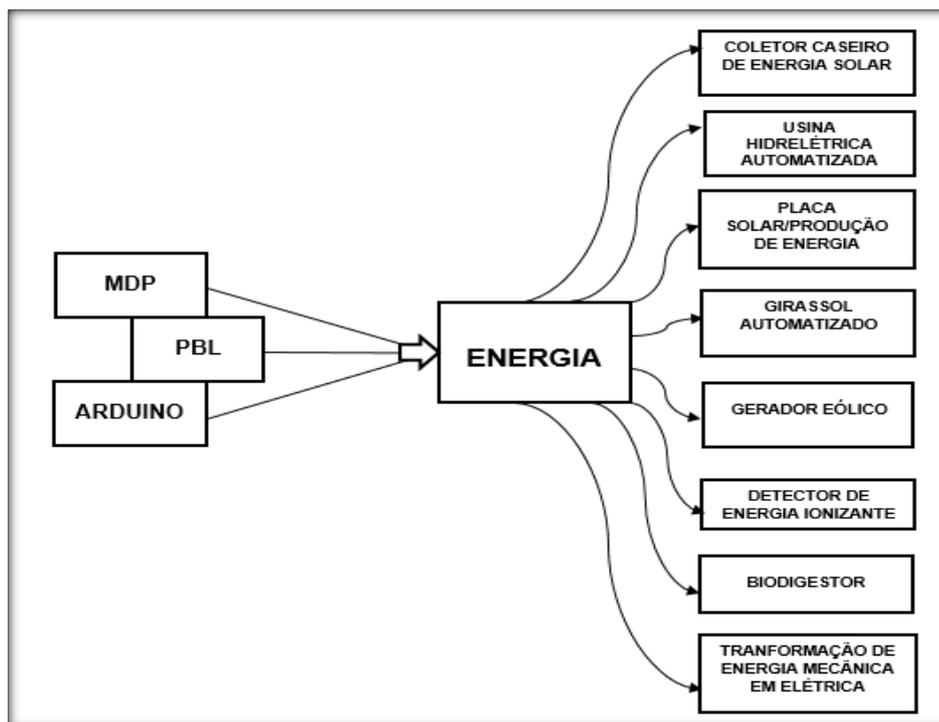
Mesmo que alguns alunos tenham se mantido resistentes no início da investigação, a metodologia PBL interligada à ferramenta Arduino pode ser considerada uma potente aliada para o processo ensino aprendizagem da complexidade no Ensino de Ciências.

6 DISCUSSÃO DAS PROPOSTAS DOS ALUNOS APRESENTADAS NA APCC2

O produto final desta dissertação consiste na elaboração e construção de um App para celular para fins de divulgação dos produtos/projetos finais desenvolvidos e apresentados na feira de ciências da disciplina de APCC2 do curso de Licenciatura em Ciências Naturais, fundamentado pela tríade: MDP-PBL-ARDUINO. Nesta disciplina os alunos pesquisaram, reelaboraram e criaram experimentos automatizados com o Arduino tendo como objetivo principal mostrar pistas de soluções ou intervenções para ajudar na problemática da situação energética do Brasil.

O problema central apresentado e trabalhado por meio da tríade MDP-PBL-ARDUINO, permeou e deu suporte para que os produtos fossem criados ou reelaborados, tendo como enfoque o Ensino de Energia para estudantes do Ensino Fundamental. Os experimentos automatizados pelo Arduino foram planejados para aplicação no Ensino Fundamental, com ênfase no ensino de energia. A figura 20 apresenta as interligações dos produtos criados/reelaborados pelos estudantes em formação.

Figura 19- Esquema dos projetos elaborados



Fonte: Autoria própria

Sabe-se que na metodologia PBL, o mais importante é o processo em que as interações, as colaborações e o crescimento dos estudantes favorecem uma aprendizagem reflexiva, colaborativa. Porém, dos oito produtos automatizados, seis fizeram sucesso nas apresentações, cumprindo o objetivo de enumerar possíveis soluções para o problema central apresentado pela notícia de jornal sobre a problemática da produção de Energia no Brasil.

6.1 GRUPO FUNÇÕES ORGÂNICAS – CONSTRUÇÃO DE UM GIRASSOL AUTOMATIZADO UTILIZANDO UM SENSOR DE LUMINOSIDADE

O resultado deste produto elaborado pelos alunos em todas as etapas foi permeado pela metodologia PBL, nesse grupo desde o primeiro momento, os componentes preocuparam – se com as pesquisas, em fazer aula de Arduino fora da disciplina APCC2. Além da Problematização: “O que são carboidratos, qual a sua importância para as plantas? O que é fotossíntese e como ocorre? Qual a importância da fotossíntese? Quais os benefícios do girassol? O que pode ser produzido com o

girassol?”⁶ O girassol automatizado apresenta uma riqueza de complexidade de conceitos sobre energia, os alunos conseguiram aplicar um aparato tecnológico automatizado com o Arduino fazendo emergir e interligar conceitos físicos, químicos e biológicos. Foi um dos mais completos produtos elaborados pelos alunos, porém isso não é o mais importante, pois a metodologia PBL valoriza e favorece a aquisição de conhecimentos no processo de construção e do trabalho em grupo, o que também foi vivenciado colaborativamente pelos componentes do grupo.

Figura 20- Girassol automatizado



Fonte: Autoria própria

6.2 GRUPO ENERGIA QUÍMICA – CONSTRUÇÃO DE UM DETECTOR DE ENERGIA IONIZANTE

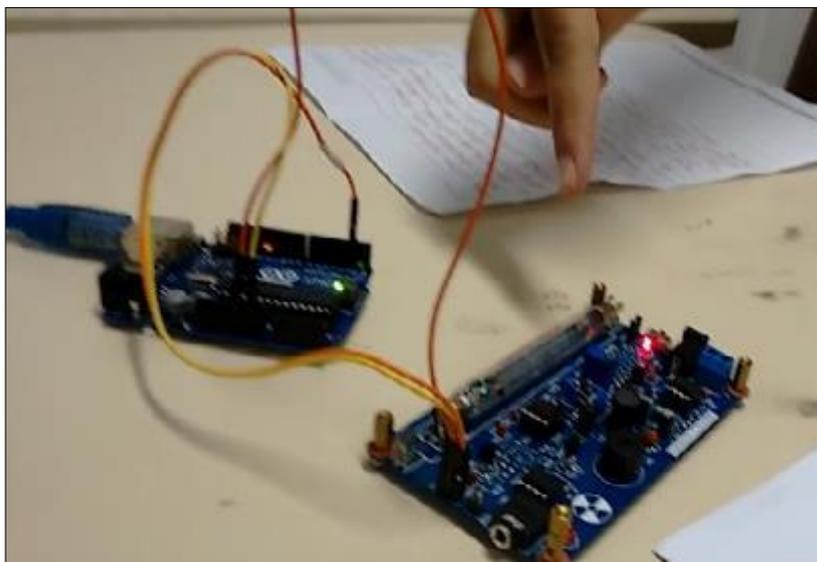
Este produto elaborado pelos alunos além de favorecer o aprendizado da radioatividade de forma dinâmica e interativa, mostra a relação entre o ensino de Energia nas disciplinas de física, química, biologia e história. Este grupo também desenvolveu um excelente trabalho interativo e colaborativo, mostrou que compreenderam a metodologia PBL e conseguiram fazer conexões da temática Energia com conteúdo de outras disciplinas.

A utilização da tecnologia e a problematização estiveram sempre presentes em todas as etapas de pesquisa, construção e execução deste produto. Tais como:

⁶ Consultar Apêndice A, produto 1_Girassol automatizado.

“A grande preocupação em relação à energia nuclear é a radioatividade emitida pelas substâncias utilizadas na produção da energia em questão, mas, por que ninguém se preocupa em diferenciar a radiação ionizante da não ionizante? Até onde se sabe em relação ao tempo de meia-vida dos elementos químicos e sua decomposição em outros elementos? A quantidade de radiação emitida pelos materiais utilizados no cotidiano pode fazer mal para a saúde? ”⁷

Figura 21- Arduino+ Medidor Geiger



Fonte: Autoria própria

6.3 GRUPO ENERGIA RENOVÁVEIS – PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE UMA PLACA SOLAR

Este produto, mesmo apresentando consonância com a temática Energia e energias renováveis, mostrou muitas falhas no processo da construção, faltou comprometimento por parte de alguns integrantes do grupo emergindo as lacunas da metodologia PBL. Para que essa metodologia seja efetiva e conduza a aprendizagem, o grupo deve estar interagindo, refletindo, tomando decisões, fazendo escolhas e colaborando um com outro em todo o processo.

⁷ Consultar Apêndice A, produto 2_Detector de Energia Ionizante.

Portanto, vale lembrar que mesmo com todas as dificuldades apresentadas pelos integrantes do grupo, houve problematização: “*O que é célula fotovoltaica? Qual o impacto ambiental da célula fotovoltaica? Qual o benefício de se utilizar a energia produzida pelas placas fotovoltaica? Qual o benefício do produto apresentado no projeto?*”. E na apresentação do produto final conseguiram vencer as dificuldades de vivência e aprendizagem no grupo, bem como os obstáculos da programação para o Arduino.⁸

Figura 22 – Painel Fotovoltaico



Fonte: Aatoria própria

6.4 BIOCOMBUSTÍVEIS – CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR - PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Este produto final construído pelos alunos mostrou a complexidade da temática Energia, problematizando os conceitos desde a pré-história, interligando com a fisiologia do sistema digestório e as reações químicas no processo de formação do biogás para a liberação de energia. Portanto, percebe que além dos conceitos interligados das disciplinas de física, química e biologia, discute a produção desse tipo de energia historicamente.

⁸ Consultar Apêndice A, produto 3_ Painel Fotovoltaico.

O sucesso deste grupo está no aproveitamento de cada etapa que a metodologia PBL proporciona, bem como no comprometimento, na pesquisa, na dedicação e interação efetiva e colaborativa dos componentes do grupo. A problematização leva os alunos a discutirem conceitos interligados, se preocupando com o meio ambiente: *“O que é energia? Quais os tipos que você conhece? Qual é a energia mais utilizada no Brasil? Por quê? Qual é a energia produzida através das fezes de animais? Onde o biogás pode ser utilizado? Quais suas vantagens?”*⁹

Figura 23 - Biodigestor pronto



Fonte: Autoria própria

6.5 ECONOMIA – SISTEMA DE COLETOR CASEIRO DE ENERGIA SOLAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA.

Este produto dá enfoque às energias limpas e sustentáveis usando um sistema de aquecimento caseiro através da Energia Solar com o intuito de verificar uma economia considerável na conta de luz. O Arduino foi utilizado para verificar a temperatura da água e medir a luminosidade emitida. Esse sistema de produção de Energia possui acesso aos variados níveis da sociedade, pode ser implantado com

⁹ Consultar Apêndice A, produto 4_ Construção de um Biodigestor e produção de Biogás.

poucos recursos financeiros, pois os materiais utilizados são de fácil acesso sendo a maioria recicláveis.

O resultado apresentado por este grupo de estudantes foi satisfatório, pois além das trocas e do trabalho coletivo e colaborativo, foi possível perceber um grande avanço de conhecimentos tanto nos conceitos que permeiam a temática Energia, quanto no domínio da programação e utilização da plataforma Arduino. O que comprova a eficiência da metodologia PBL atrelada ao uso da tecnologia.

A complexidade do conhecimento da temática Energia está presente nas problematizações utilizadas pelos estudantes para apresentação do sistema coletor de energia solar. São elas: *Por que devemos pensar em uma fonte alternativa de energia? Vimos no nosso projeto que podemos ter uma fonte de energia secundária em casa, o que essa fonte poderá trazer de benefícios? Existem outras formas de energias renováveis? Quais são? E sobre a energia solar, como poderia se tornar mais conhecida? Você acha que a energia solar, ajudaria na economia? Por quê?*¹⁰

Figura 24- Painel Solar pronto



Fonte: Autoria própria

6.6 GRUPO MEIO AMBIENTE – AUTOMATIZAÇÃO DE UMA USINA HIDRELÉTRICA

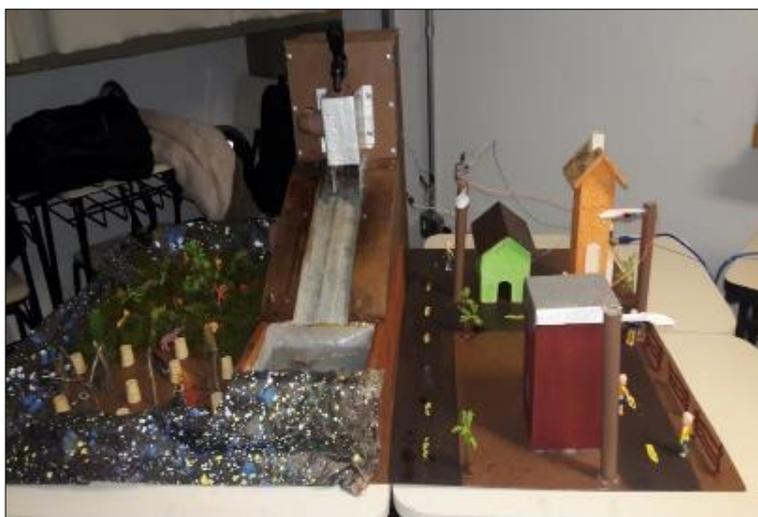
Este grupo construiu uma maquete de uma Usina Hidrelétrica automatizada tendo como objetivos mostrar vantagens, desvantagens e compreender o funcionamento da Usina Hidrelétrica, bem como conceituar os aspectos que

¹⁰ Consultar Apêndice A, produto 5_ Construção de um sistema coletor de Energia Solar.

englobam a ligação interdisciplinar com as disciplinas que estão relacionadas com a temática produção e consumo de energia elétrica. O Arduino foi utilizado para automatizar e controlar a vazão de água na usina.

Este produto se destacou por trazer aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais que relacionam a produção de Energia elétrica pelas hidrelétricas. A relação de complexidade da temática Energia associada aos problemas reais e atuais de nossa sociedade estava sempre presente na apresentação desse produto. Para isso os estudantes trabalharam com as seguintes questões problematizadoras: *Como a produção e consumo de energia afeta o planeta? Nenhuma forma de produzir energia é 100% limpa, pois de alguma forma sempre afeta a natureza. Quais os avanços que podemos encontrar nas pesquisas dessa época? Quais delas estão sendo colocadas em prática? Quanto é o consumo médio de energia por brasileiro? Quais são os benefícios e malefícios para o meio ambiente apresentados pela produção de energia elétrica pelas hidrelétricas?*¹¹

Figura 25- Maquete Usina Hidrelétrica Pronta



Fonte: Autoria própria

¹¹ Consultar Apêndice A, produto 6_ Construção de maquete automatizada de uma Usina Hidrelétrica.

6.7 GRUPO TECNOLOGIA – MODELO DE UM SISTEMA INTELIGENTE DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA UM CONDOMÍNIO ATRAVÉS DE GERADOR EÓLICO

Este grupo de estudantes abordou o uso de novas tecnologias para produção de Energia elétrica por geradores eólicos mostrando que é uma fonte de energia natural, renovável, inesgotável, limpa, distribuído globalmente, e também auxilia na redução do efeito estufa. O Arduino foi utilizado para a verificação da tensão elétrica gerado pela turbina eólica para acender os led's, e dar ligação ao display, qual mostrará o desenvolvimento da tensão sobre as hélices. A maquete mostrava o funcionamento do mini gerador eólico para transmitir energia para as casas representadas.

Os objetivos deste produto eram levar os estudantes a compreender o processo e transformação de Energia utilizada para a produção de sua própria energia limpa e renovável utilizando a placa Arduino e observar a tensão trazida pelo vento, bem como os componentes utilizados numa turbina eólica. Percebe-se que apesar de ter migração de integrantes de outros grupos para este, o trabalho cooperativo e colaborativo oportunizado pela metodologia PBL foi um sucesso. O comprometido e a segurança com os conteúdos na hora da apresentação sinalizou que todos compreenderam a proposta, bem como tiveram um avanço significativo na aprendizagem tanto dos conceitos da temática Energia o quanto dos conhecimentos para a manipulação, organização e programação do Arduino.

Para a problematização foram utilizados os seguintes questionamentos: *Como é medida a energia dos ventos? Este tipo de tecnologia é nova? Quais são os componentes de uma turbina eólica para geração de energia elétrica? Como saber quanta energia elétrica será gerada em determinado local? É possível instalar turbinas eólicas em centros urbanos? É economicamente viável a utilização de energia eólica para estas aplicações?*¹²

¹² Consultar Apêndice A, produto 7_ Construção de maquete de um Mini gerador Eólico para condomínio.

Figura 26- Montagem da Maquete com um Mini Gerador Eólico



Fonte: Autoria própria

6.8 ENERGIA NÃO RENOVÁVEL- SISTEMA DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA EM ELÉTRICA

Neste produto os estudantes tentaram fazer uma ligação entre as energias renováveis e energia mecânica utilizando da força, movimento, para geração de energia. Sendo os principais objetivos montar um sistema básico com o dínamo e o farol em uma bicicleta comum, medindo com o Arduino a intensidade de luz formada a partir do seu esforço físico que movimenta os pedais das bicicletas.

Esse produto mostrou as dificuldades e lacunas que apresentam a metodologia PBL, pois como o estudante é responsável por todo o processo de construção de sua aprendizagem e o professor é apenas o orientador, alguns alunos não se esforçam para aproveitar a oportunidade para o seu crescimento. Outro contraponto são os problemas de afinidades e de relacionamentos entre os

componentes do grupo, o que dificulta o processo de aprendizagem. Portanto, como o estudante não aceita o diálogo e está acostumado a ser passivo, não consegue produzir um bom trabalho, comprometendo o desenvolvimento e aprendizagem do grupo. Assim o produto foi apresentado com lacunas, sem estruturação, a utilização da programação Arduino não teve novidades, apenas reprodução das oficinas.

A ideia apresentada pela dupla é excelente, faltou apenas uma estruturação, o que atrapalhou a construção, o estudo do conteúdo abordado afetando a apresentação. No entanto se for reestruturada a proposta, poderá ser aproveitada para o ensino de Energia. Para a problematização foram feitos os seguintes questionamentos: *Por que a exploração das fontes de energias renováveis é menor do que as fontes não-renováveis? Qual a relação da Energia Mecânica com a energia potencial elástica (Epe) e gravitacional (Epg)? É correto dizer que o corpo possui uma ótima Eficiência Mecânica?*¹³

¹³ Consultar Apêndice A, produto 7_Sistema de transformação de Energia Mecânica em Elétrica com o Dínamo.

6 CONCLUSÃO

Esta dissertação teve a intenção de investigar as relações, interações e interligações de aprendizagem da temática Energia proposta pela tríade MDP-PBL-ARDUINO, num curso de formação de professores de Ciências Naturais. A teoria do ensino complexo defendida por Morin (2010) ampara a união de recursos tecnológicos com metodologias diferenciadas. O Arduino como mediação tecnológica e a metodologia PBL delimitada por dezesseis questões investigativas presente na MDP sinalizam caminhos, interações, potencialidades e dificuldades para a construção da aprendizagem tecnológica e científica que entornam a temática Energia.

Os resultados desta investigação presentes nos quadros 5, 7 e 9 sinalizam relações de ensino e aprendizagem que a ferramenta Arduino pode mediar ao ser utilizada com a metodologia PBL para a compreensão das relações de transformação e conservação da Energia nos sistemas complexos. No entanto, percebe-se muitas dificuldades dos estudantes na compreensão dos aspectos históricos que fundamentam a evolução do conceito Energia. Essas limitações apresentadas no quadro 6, estão presentes devido as simplificações e fragmentações emergentes de um sistema de ensino fundamentado em disciplinas que os conteúdos são programados individualmente por cada professor.

As interligações de aprendizagem evidenciadas pelos estudantes de licenciatura nos produtos finais e citadas no quadro 10, 11, 12, 13 e 14 mostram rede conceituais de movimentos, força, velocidade presente nos processos de transformação e conservação da energia nos sistemas que permeiam a produção de Energia. Portanto, a tríade MDP-PBL-ARDUINO mostra-se como uma conexão relevante e potencializadora para o processo ensino aprendizagem da complexidade da temática Energia. Se neste estudo fosse utilizado a MDP com a metodologia PBL sem a mediação tecnológica do Arduino, as automatizações não estariam presentes nas maquetes/produtos construídos e reelaborados pelos estudantes de licenciatura. Assim a ferramenta tecnológica permitiu que estudantes e professores visualizassem transformações, produção e entrelaçamentos de fenômenos, conteúdos e conceitos que se fazem presentes na temática Energia.

A tríade proposta neste estudo oportunizou os estudantes em formação a experimentarem novas formas, abordagens, caminhos e práticas para o processo de ensino e aprendizagem de Energia como retrata o quadro 14, 15, 16 e 17. Neste contexto foram induzidos a perceberem que a simplificação e fragmentação de conteúdos inibe a criatividade, a pesquisa, o diálogo dificultando a percepção das ligações e interrelações de conceitos, leis e teorias que permeiam as questões políticas, econômicas, sociais, tecnológicas, culturais e sociais presentes na sociedade.

Percebe-se que apenas a utilização de ferramentas tecnológicas nos ambientes de aprendizagem não é suficiente para a promoção de uma aprendizagem inovadora, coerente e com significados, se faz necessário metodologias que favoreçam a formação integral do estudante.

As dificuldades encontradas pelo professor na realização das atividades desse projeto de dissertação foram as poucas interações entre os estudantes no grupo nas primeiras atividades. Mesmo as práticas experimentais sendo estruturadas de acordo com a tríade MDP- PBL- ARDUINO, os estudantes ficavam presos na descrição, desejando a automatização fosse visualizada rapidamente. Os erros de compilação ao se comunicar com a placa, as dificuldades em linguagem de programação e na construção de circuitos em série e em paralelo estiveram presentes em todas as etapas desta investigação.

As limitações apresentadas para o uso no Ensino de Ciências são a falta de recursos para compras de materiais para execução de projetos mais elaborados. Outro problema é que as práticas ficam delimitadas quando há pouco tempo e mais de trinta alunos no laboratório, prejudicando o atendimento individual. O fato de a ferramenta Arduino ser novidade tecnológica gerou bastantes perguntas dos alunos. Eles questionam e têm curiosidades com conceitos, além dos apresentados naquele momento em sala de aula, faltando tempo e espaço para que todas as dúvidas fossem sanadas. Desta forma, utilizou-se também das redes sociais e e-mails para o contato com os professores fora de sala de aula.

Ficou evidente que mesmo diante do desconhecimento da plataforma Arduino, esse grupo de alunos tem condições de aprimorar seus conhecimentos com automatização de projetos. Embora não se tenha atingido a proficiência da aprendizagem da ferramenta Arduino, e o questionário final apresente dados que vários alunos não conseguiram aprender a manipular e executar projetos mais elaborados com o Arduino, os alunos tiveram o contato com a ferramenta e não apresentaram dificuldades no desenvolvimento de projetos simples. O fato do grupo ter conseguido desenvolver o projeto final, mais complexo que os trabalhados nas oficinas, seja por si só ou com a ajuda de terceiros, revela o potencial destes em buscar respostas/soluções aos desafios que lhes são propostos.

As atividades propostas pela tríade MDP-PBL-ARDUINO, além de promoverem uma aprendizagem colaborativa e cooperativa nos grupos, ajudou os estudantes a perceberem problemas diários da temática Energia, como mostra os quadros 2, 3, 4 e 5. Logo, a interligação de saberes das disciplinas, promove uma formação de profissionais criativos e pesquisadores preocupados com a ética, estando aptos para o exercício da docência com responsabilidades inovadoras que promovam em seus futuros estudantes desejos de preocupação com o outro, com o mundo em que vivem, buscando justiça, coerência e reflexão em suas ações.

A tríade MDP-PBL-ARDUINO dialoga entre si e ao mesmo tempo se complementa como defende Morin (2010) o conhecimento tecnológico deve ser entrelaçado com as teorias educacionais, pois além de favorecer a aprendizagem das técnicas de manipulação da ferramenta sinaliza relações com situações problemas simples do cotidiano para a compreensão de conceito/fenômeno global, sendo exemplificado, neste estudo, por uma notícia de jornal que evidencia a problemática da produção e consumo da Energia no Brasil.

As oficinas programadas levando em consideração o tripé MDP-PBL-ARDUINO, levaram os alunos a utilizarem a ferramenta tecnológica de maneira interativa, lúdica e atrativa desafiando os estudantes a buscarem mais conhecimentos por meio do diálogo em grupo e por pesquisas fora do ambiente da sala de aula. Mostrou também que os recursos tecnológicos são potentes aliados para a aprendizagem complexa, pois indaga a curiosidade e a imaginação dos estudantes em formação, desafiando a serem futuros profissionais inovadores compreendendo a difícil tarefa do ser professor.

Nos relatórios das atividades práticas, os estudantes destacaram que as atividades são desafiadoras, instigativas, investigativas, promovem a participação em todo o processo de ensino e aprendizagem, desenvolvem o raciocínio lógico, a capacidade crítica e de criação em diferentes situações.

Pelos registros em áudios, relatos, diário de bordo e vídeos das atividades desenvolvidas percebeu-se que os estudantes aceitaram muito bem a proposta, sentiram-se motivados e participaram ativamente das atividades de ensino proposta pelos professores investigadores. Logo, a ferramenta Arduino ajuda o professor na mediação dos conceitos científicos e tecnológicos, levando os alunos a problematizarem e sentirem-se desafiados a compreender o funcionamento e a aplicação dos conceitos de Energia em sua vida cotidiana.

Os produtos construídos, automatizados e apresentados pelos alunos conseguiram fazer conexões de saberes da temática Energia com as outras disciplinas, assim as potencialidades apresentadas pela plataforma Arduino para a construção de saberes oportunizou a discussão dos conceitos, favorecendo a aprendizagem cooperativa e colaborativa entre estudantes, deu abertura para a pesquisa e para reelaboração e criação de projetos em torno da temática Energia.

As possíveis sugestões para a melhoria das estratégias e produtos didáticos utilizados na execução das atividades seriam promover oficinas com a utilização da plataforma Arduino no decorrer de um ano, para que o estudante em formação tenha mais tempo para conhecer profundamente a ferramenta, ampliando as condições de criar e recriar projetos inovadores para o Ensino de ciências.

REFERENCIAS

ALVES, Rafael Machado et al. Uso do hardware livre Arduino em ambientes de ensino-aprendizagem. **Jornada de Atualização em Informática na Educação**, v. 1, n. 1, p. 162-187, 2013.

ANGOTTI, José André Peres. Conceitos unificadores e ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n. 1, p. 191-198, 1993. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a20.pdf>>. Acesso em: 06 agos. de 2017.

ARAÚJO, Ulisses Ferreira de; SASTRE, Genoveva. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 3 ed. São Paulo: Summus, 2016.

BAGETTI, Sabrina et al. ENSINO-APRENDIZAGEM COLABORATIVO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO-APRENDIZAGEM-AVEA. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 6, n. 4, 2014.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **A problematização e a aprendizagem baseada em problemas**. Interface Comun Saúde Educ, v. 2, n. 2, p. 139-154, 1998.

CABRAL, Hérica do Socorro Rodrigues; ALMEIDA, Kafka Kowaska Vieira Guedes. **Problem based learning: aprendizagem baseada em problemas**. Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia, v. 2, n. 4, 2014. Disponível em: <<http://www.interfaces.leaosampaio.edu.br/index.php/revista-interfaces/article/view/35/42>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

CAMPOS, Alexandre. **A conceitualização do princípio de conservação da energia mecânica: os processos de aprendizagem e a teoria dos campos conceituais**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-02122014-152425/en.php>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

DA SILVA, Djalma Nunes; DE ALMEIDA PACCA, Jesuína Lopes. **QUENTE E FRIO”, “CALÓRICO” E ”ENERGIA”. TRÊS VISÕES DISTINTAS SOBRE CALOR**. XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Maresias – 2012.

DA SILVA, Osmar Henrique Moura; MATHIAS, Luis Carlos. Possíveis Aplicações do Arduino em Equipamentos Interativos de Ambientes Planejados à Educação Não Formal: uma Proposta Equivalente nas Escolas. **RENOTE**, v. 13, n. 1. 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/57648> >. Acesso em: 19 agos. 2017.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. **Arduino para físicos**. 2015. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/rodrigues_v25_n4.pdf>. Acesso em 03 set. de 2017.

DELIZOICOV, Demétrio et al. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. Cortez Editora, 2011.

FETZNER FILHO, Gilberto. **Experimentos de baixo custo para o ensino de física em nível médio usando a placa Arduino-UNO**. 2015. 207 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127987/000973921.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew. **Six easy pieces: Essentials of physics explained by its most brilliant teacher**. Basic Books, 2011.

GARCIA, Mara Cristina de Moraes. **ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: DISCUTINDO CONCEITOS RELACIONADOS AO SISTEMA NERVOSO HUMANO**. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5301/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Mara%20Cristina%20de%20Moraes%20Garcia%20-%202015.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

GOMES, Luciano Carvalhais. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem—parte I. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 407-441, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2015v32n3p738>>. Acesso em: 21 jul.de 2017.

HUNG, Woei et al. Problem-based learning. **Handbook of research on educational communications and technology**, v. 3, p. 485-506, 2008.

KEMMIS, Stephen; MACTAGGART, Robin. **Cómo planificar la investigación-acción**. 1988.

KHUN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Ed. 1962.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli EDA. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 1986.

MARTINAZZO, Clodomir Antonio et al. **Arduíno: uma tecnologia no Ensino de Física**. 2014. Disponível em: <<http://www.arduinoetecnologia.com.br/upload/apostilas/arduino-no-ensino-de-fisica.pdf>>. Acesso em: 19 agos. 2017.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. Tradução: Rafael Zanolli: São Paulo: Novatec Editora, 2011.

MIQUELIN, Awdry Feisser. **CONTRIBUIÇÕES DOS MEIOS TECNOLÓGICOS COMUNICATIVOS PARA O ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA BÁSICA**. 2009. 216 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103224/265478.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

MORIN, Edgar, 1921- **Os sete saberes necessários à educação do futuro** / Edgar Morin; tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. – 2. ed. – São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

MORIN, Edgar. A religação dos saberes: o desafio do século XXI. In: **A religação dos saberes: o desafio do século XXI**. Bertrand Brasil, 2010.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. Ed. – Porto Alegre: Sulina, 2015.

PARANÁ, GOVERNO DO. **DIRETRIZES CURRICULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA CIÊNCIAS**. 2008. Disponível em: <<http://www.mgaunidadepolo.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/19/1530/140/arquivos/File/Diretrizes%20ciencias.pdf>>. Acesso em: 06 agos. de 2017.

PEREIRA JÚNIOR, Carlos Antônio. **ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA AO ENSINO DE QUÍMICA: COLABORAÇÃO E APRENDIZAGEM**. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4113/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Carlos%20Ant%C3%B4nio%20Pereira%20J%C3%BAnior%20-%202014.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

PIMENTA, Selma Garrido; FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Pesquisa em educação-Possibilidades investigativas e formativas da pesquisa-ação**.-vol. II. Edições Loyola, 2008.

PINTO, Marcos de Castro. **APLICAÇÃO DE ARQUITETURA PEDAGÓGICA EM CURSO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL COM HARDWARE LIVRE**. 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Informática, do Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/dissertacoes/d_2011/d_2011_marcos_de_castro.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2018.

PONTES, Aline Santos de. **Desenvolvimento de um fotômetro LED-Vis portátil e microcontrolado por Arduino**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Química, Departamento de Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/7136/1/arquivototal.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

RAMOS, Patrick Luan Pacheco; PONCZEK, Roberto Leon. A evolução histórica dos conceitos de energia e quantidade de movimento. **Caderno de Física da UEFS**, v. 1, 2011.

RIBEIRO, Luiz Roberto de Camargo. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

RODRIGUES, Rafael Frank de. **Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de física**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/108542/000948671.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

SANTOS, Elio Molisani Ferreira. **Arduino: uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório didático de física no ensino médio**. 2014. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/115456>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

SILVA, Rodrigo Barbosa e. **Abordagem crítica de robótica educacional: Álvaro Vieira Pinto e Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/388/1/CT_PPGTE_M_Silva, Rodrigo Barbosa e_2012.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/388/1/CT_PPGTE_M_Silva%2C%20Rodrigo%20Barbosa%20e_2012.pdf)>. Acesso em: 07 fev. 2018.

SOUZA, Vitor Ribeiro de. **UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ENERGIA MECÂNICA E SUA CONSERVAÇÃO ATRAVÉS DO USO DE ANALOGIAS**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2015_Vitor_Souza/dissertacao_Vitor_Souza.pdf>. Acesso: em 06 agos. de 2017.

VALENTE, Mariana de Jesus Pedreira. **Uma leitura pedagógica da construção histórica do conceito de energia: contributo para uma didática crítica**. 1999.559 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Educação, área da Teoria Curricular e Ensino das Ciências, Universidade Nova de Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 1999. Cap. 7. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/332>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

VARANIS, Marcus et al. Instrumentation for mechanical vibrations analysis in the time domain and frequency domain using the Arduino platform. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 38, n. 1, 1301, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172016000100401&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 agos. 2017.

APÊNDICE A - Produtos construídos pelos alunos

GRUPO 1_FUNÇÕES ORGÂNICAS – CONSTRUÇÃO DE UM GIRASSOL AUTOMATIZADO UTILIZANDO UM SENSOR DE LUMINOSIDADE

Integrantes: A₁, A₂, A₃, A₄, A₅¹⁴

a) Introdução

Existem várias maneiras de fazer um girassol e com os mais diferentes materiais, no nosso caso prezaremos pelo uso da impressão 3D, além da utilização do Arduino UNO.

O Arduino é uma plataforma física de computação de código aberto baseado numa simples placa micro controladora, e um ambiente de desenvolvimento para escrever o código para a placa. Pode ser usado para desenvolver objetos interativos, admitindo entradas de uma série de sensores ou chaves, controlando uma variedade de luzes, motores ou outras saídas físicas. Projetos do Arduino podem ser independentes, ou podem se comunicar com software rodando em seu computador. Os circuitos podem ser montados à mão ou comprados pré-montados.

O mais importante é manter uma boa estrutura, que permita um bom deslocamento dos eixos de inclinação e rotação, isso vai ajudar no seu equilíbrio.

O sensor de luminosidade é um equipamento eletrônico capaz de regular o funcionamento de um dispositivo elétrico/eletrônico qualquer, mediante a quantidade de luz irradiada no ambiente.

b) Objetivos

- Observar o movimento do sol ordenado pelas informações dos sensores de luz acoplado no girassol.
- Visualizar um circuito incrementado com componentes eletrônicos e entender como funciona os sensores de luminosidade.
- Compreender os conceitos sobre energia, criando uma ideia nova, fundamentado na montagem de uma estrutura.
- Identificar os benefícios do girassol para a saúde e para produção de Energia.

¹⁴ Alunos integrantes do grupo 1.

c) *Materiais utilizados:*

Um Arduino UNO; Uma protoboard; Três resistores de 1K; Três sensores de luminosidade, LDRs; Dois Servos motores; Fios flexíveis; Três tampinhas de caneta BIC; Uma tampinha de garrafa pet; Estrutura em 3D; três folhas de E. V. A (verde, marrom, amarelo).; Vaso de flor; Tintas na cor verde e amarelo; Super cola; Cola quente; Pistola de cola quente; Ferro de solda e máquina de solda; Pedrinhas brancas.

d) *Atividade Prática – Construção de um girassol*

Utilizou-se uma impressora para imprimir o corpo do girassol em 3D, para realizar as ligações dos LDRs com os resistores de 1K, fez-se estas ligações usando o ferro de solda e estanho colocando os LDRs dentro de uma tampinha de caneta Bic, assim ficando mais sensível à luz.

A estrutura em 3D, pintou-se na cor verde, onde representa o tronco do girassol, montou-se o girassol com folhas de E.V.A., usando a cor marrom para o miolo, verde para a folha e amarelo para as pétalas. Para montar o girassol usou-se a supercola e cola quente, como mostra a figura 1.

A programação serve para mover os servos motores, onde serão obedecidos pelos LDRs, dependendo da quantidade de luz que irão receber. Para que ocorra a inclinação deve ser usado as portas A0 e A2 do Arduino, para a rotação a porta A1, para os servos motores as portas 5 e 6 e para a ligação não esquecer de ligar o GND (-) e 5V (+).

Figura 1 – Ligação dos sensores de luz com os resistores / Girassol pronto



Fonte: Autoria própria

e) *Programação*

Figura 2– Print do Sketch

```

girassol | Arduino 1.8.2
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

girassol
|
#include <Servo.h>

// Instancia dos motores
Servo motorRotacao;
Servo motorInclinacao;

// Sensor de luminosidade para a Rotacao
int sensorRotacaoA = A1,
    sensorRotacaoB;

// Sensores de luminosidade para a Inclinacao
int sensorInclinacaoA = A0,
    sensorInclinacaoB = A2;

// Valor da leitura dos sensores de Rotacao
int valorRotacaoA = A1,
    valorRotacaoB;

// Valor da leitura dos sensores de Inclinacao
int valorInclinacaoA = A0,
    valorInclinacaoB = A2;

// Ajuste da velocidade de reacao dos motores, quando menor mais rapido
int deslocamento,
    reacao = 20;

// Diferenca entre a leitura dos sensores de Rotacao e Inclinacao
int diferencaLeitura;

// Controle da posicao dos motores em graus
int posicaoAtual,
    posicaoNova;

// Valor toleravel entre as diferencas nas leituras dos sensores
int tolerancia = 10;

// Calibracao dos motores, estado inicial em graus
int posicaoInicial = 90;

// Debugging
boolean debugging = true;

void setup() {
    // Definindo os sensores de Rotacao
    pinMode(sensorRotacaoA, INPUT);

    // Definindo o sensor de Inclinacao
    pinMode(sensorInclinacaoA, INPUT);
    pinMode(sensorInclinacaoB, INPUT);

    // Atribuindo os motores
    motorRotacao.attach(5);
    motorInclinacao.attach(6);
}

```

```

    }
    else {
        posicaoNova = posicaoAtual - deslocamento;
    }
}
else {
    if ( valorRotacaoA > valorRotacaoB ) {
        posicaoNova = posicaoAtual - deslocamento;
    }
    else {
        posicaoNova = posicaoAtual + deslocamento;
    }
}

motorRotacao.write(posicaoNova);

if ( debugging ) {
    Serial.print("Rotacionando: ");
    Serial.print("Grau: (");
    Serial.print(posicaoNova);
    Serial.print(") A:");
    Serial.print(analogRead(sensorRotacaoA));
    Serial.print(" | B:");
    Serial.println((analogRead(sensorInclinacaoA) + analogRead(sensorInclinacaoB)) / 2);
}
}

```

Fonte: Página Arduino Labs¹⁵

f) *Questões problematizadoras:*

O que são carboidratos, qual a sua importância para as plantas? O que é fotossíntese e como ocorre? Qual a importância da fotossíntese? Quais os benefícios do girassol? O que pode ser produzido com o girassol?¹⁶

g) *Avaliação:*

Serão entregues Girassóis - de - jardim para serem cuidados em casa, observar seu crescimento e movimento durante os dias. Fazendo anotações diariamente. O processo avaliativo é constante por meio da observação, interação, discussão e relatório em grupo.

¹⁵ Disponível em: <<http://arduinolabs.in/girasol-siga-a-luz/>>. Acesso em: 26 agos. 2017.

¹⁶ Fontes: SMIDERLE, Oscar José. **O Girassol Como Alternativa de Combustível**. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/artigos/girassol.htm>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

PATRÍCIA, Karlla. **Descubra agora porque o girassol gira acompanhando o sol**. Disponível em: <<http://diariodebiologia.com/2009/09/por-que-o-girassol-gira-conforme-o-sol/>>. Acesso em: 22 maio 2017.

GRUPO 2_ ENERGIA QUÍMICA – CONSTRUÇÃO DE UM DETECTOR DE ENERGIA IONIZANTE

Integrantes: A₆, A₇, A₈.¹⁷

a) *Introdução*

Tratando-se de energia nuclear, a primeira coisa que vem à cabeça é algo relacionado a bombas atômicas ou armas nucleares, e conseqüentemente acidentes como os que ocorreram em Chernobyl e a bomba de Hiroshima e Nagasaki, os quais geraram grande repercussão na história da humanidade. Porém, além desses pontos negativos, deve-se pensar que a radioatividade também tem seus lados benéficos, como a radiografia, que conhecemos por "raio-X", a radioterapia, que é utilizada no tratamento do câncer em estado mais avançado e a esterilização de equipamentos médicos.

Nesse projeto, veremos a diferença entre a radioatividade comum e a radioatividade ionizante, que se trata das que possuem radioatividade suficiente para ionizar os átomos e moléculas com as quais interagem. Será, portanto, medido a radiação em elementos que emitem radiação ionizante, nesse caso, será medido em uma camisinha de lampião que contém o elemento Tório, e também na areia monazítica, a qual também contém Tório, que durante a década de 1940 foi muito cobiçada, devido a descoberta que a partir desse elemento radioativo pode-se produzir Urânio.

b) *Objetivos*

- Montar um medidor de radiação ionizante, para demonstrar de forma dinâmica, o conteúdo referente à Energia Química.
- Proporcionar uma ferramenta que facilite e estimule o ensino do tema “matéria e radiação”, através de medições experimentais simples com o Arduino, obtendo o conhecimento de partículas alfa, beta e gama de uma forma interdisciplinar.
- Estimular o aprendizado da radioatividade de forma dinâmica, visando a constante relação com o ensino de física, química, biologia e história.

c) *Materiais:*

¹⁷ Alunos integrantes do grupo 2.

Lata vazia de 500 gramas; 3 Transistores; Clipe de papel; Durepoxi; 2 pedaços de fio de 30 cm; Tesoura; Estilete; Ferro de solda; Fita adesiva; 1 Resistor; Placa Arduino; Baterias (Notebook).

d) Atividade prática - Construção de um medidor de radioatividade ionizante

- Realização da montagem de um medidor de radioatividade ionizante caseiro, para avaliar a radiação da camisinha de lampião, e ao mesmo tempo verificar o tempo de meia-vida e a decomposição do elemento radioativo Tório em Radônio, mostrando a variação da radiação impressa na tela do computador.
- Na montagem do circuito foi soldado um resistor na lata e os outros transistores da seguinte forma: a base do segundo transistor soldado no emissor do primeiro, que já estará colado na lata, e a base do terceiro no emissor do segundo. Os coletores dos três transistores foram soldados entre si. Então, os dois fios negativos foram ligados na porta GND do Arduino, um dos fios positivos foi ligado em série na porta 5 volts da placa, e o outro fio positivo foi ligado na porta A₀ da placa.
- Questões problematizadoras: A grande preocupação em relação à energia nuclear é a radioatividade emitida pelas substâncias utilizadas na produção da energia em questão, mas, por que ninguém se preocupa em diferenciar a radiação ionizante da não ionizante? Até onde se sabe em relação ao tempo de meia-vida dos elementos químicos e sua decomposição em outros elementos? A quantidade de radiação emitida pelos materiais utilizados no cotidiano pode fazer mal para a saúde?

e) Programação:

Figura 3 - Print Sketch Arduino

```

Arquivo  Editar  Sketch  Ferramentas  Ajuda
medidor_apcc
*/
  AnalogReadSerial
  Reads an analog input on pin 0, prints the result to the serial monitor.
  Graphical representation is available using serial plotter (Tools > Serial Plotter menu)
  Attach the center pin of a potentiometer to pin A0, and the outside pins to +5V and ground.

  This example code is in the public domain.
*/

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0
  float sensorValue = 0.0;
  for(int i = 1;i<=100;i++)
  {
    sensorValue += analogRead(A0)*5.0/1023;
  } // print out the value you read:
  Serial.println(sensorValue/100);
  delay(1000);      // delay in between reads for stability
}

```

Fonte: Autoria própria

f) Avaliação

Pedir a realização de um esquema simplificado do conteúdo dado na aula, como se fosse um mapa conceitual/ mental.¹⁸

¹⁸ Fonte:

Pereira, Alexandre Marcelo. **A Física das Radiações em Sala de Aula: Do Projeto à Prática / Alexandre Marcelo Pereira** - Rio de Janeiro: UFRJ / IF, 2014. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2014_Alexandre_Pereira/dissertacao_Alexandre_Pereira.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2017.

GRUPO 3_ ENERGIA RENOVÁVEIS – PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE UMA PLACA SOLAR

Integrantes: A₉, A₁₀, A₁₁, A₁₂.¹⁹

Introdução

O Sistema de Luz inteligente trabalha com um conceito diferente de ativação de luz, ou seja, não é preciso utilizar-se de um interruptor de luz para que as lâmpadas sejam ativadas, e sim por meio de sensores de ausência de luminosidade, que ao detectar a falta de luz, em determinada área, faz com que haja a ativação da luz automática.

Esse mecanismo chegou ao Brasil no ano de 2010, e é utilizado por residências e prédios residenciais, por meio de sensores de presença e/ ou presença, que ativam automaticamente a luz.

Houve muitos outros projetos mais inovadores, utilizados nos dias de hoje em áreas de maior acesso de pessoas como condomínios residenciais com praças por onde circulam pessoas no período noturno, bem como em garagens de carros entre outros.

a) Objetivo

- Mostrar uma forma alternativa para o sistema de iluminação, tanto externa quanto interna, fazendo uso da energia luminosa, o sol, transformando em energia elétrica, através de placas fotovoltaicas exposta à luz solar.

a) Material

Mini Placa Solar 6V 180mA; Sensor de Luminosidade fotossensitivo LDR com Leds – P7; Placa Arduino Uno SMD; Interruptor de luz; Cabo USB; Maquete de material reciclado; Fios de conexão; Placa protoboard; Notebook com o programa Arduino instalado; Led; Resistores de 221k; Resistor de 1k.

b) Atividade Prática – Construção de um coletor solar

- Montagem

¹⁹ Alunos integrantes do grupo 3.

Utilizando um sensor de Luminosidade fotossensitivo LDR P7²⁰ com leds, ligados a dois capacitores, e expostos à luz solar que faz a captação dessa energia que se transformará em energia elétrica, e depois armazenada em dois capacitores. Todo processo de captação da energia solar (luminosa), feita no período diurno.

Após obter capacidade suficiente para o experimento em questão, serão ligados a uma placa de Arduino, uma placa protoboard, 3 resistores e um sensor de temperatura e uma chave eletrônica.

No momento do experimento, a chave será ligada dando início ao experimento. Quando atingir a capacidade de 600, que é o valor lido na porta analógica, cujo intervalo é de 0-1240, os leds permanecerão desligados, porém ao cair esse valor, os leds automaticamente devem acender, ou seja, devido o sensor de luminosidade notar a ausência de luz, automaticamente os leds acendem, e iluminam o ambiente em questão. Chamado de sistema inteligente, uma vez que entende que se houve ausência de luz, dispara imediatamente um sinal ao microcontrolador para acender uma fonte de luz (led).

Figura 4 - Painel fotovoltaico



Fonte: Autoria própria

c) Programação:

²⁰ O Módulo Sensor de Luminosidade Fotossensitivo P7 é uma placa desenvolvida para aplicação em conjunto com plataformas de prototipagem, entre elas, Arduino, ARM, AVR, PIC, Raspberry PI.

Figura 5 – Print Sketch Arduino



```

apcc_projeto

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13,OUTPUT);
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  int luz = analogRead(A1);
  Serial.println(luz);
}

```

Fonte: Autoria própria

d) *Questões Problematizadoras:*

O que é célula fotovoltaica? Qual o impacto ambiental da célula fotovoltaica? Qual o benefício de se utilizar a energia produzida pelas placas fotovoltaica? Qual o benefício do produto apresentado no projeto?

e) *Avaliação:*

Será realizada pela observação, interação, realização das atividades e de relatórios da prática.

GRUPO 4_ BIOCOMBUSTÍVEIS – CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR - PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Integrantes: A13, A14, A15, A16.²¹

Introdução

²¹ Alunos do grupo 4.

Figura 6- Torneira para controlar saída do gás e mangueira de gás GLP conectada a torneira



Fonte: Autoria própria

Com objetivo de controlar a temperatura para auxiliar a produção do gás, foi instalado um sensor de temperatura LM 35 e uma lâmpada com o intuito de aquecer o galão e manter uma temperatura constante. Porém, para controlar a temperatura foi preciso usar um microcontrolador Arduino, cuja função, com o auxílio do sensor de temperatura, é que em determinada temperatura a luz apagava e em determinada temperatura a luz acendia (isso varia de acordo com a necessidade do programador).

Figura 7 – Biodigestor pronto



Fonte: Autoria própria

a) Programação

Figura 8 - Print Sketch Arduino

```
sensor_de_temperatura_constante | Arduino 1.8.2
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sensor_de_temperatura_constante
const int sensordetemperatura = 0;
  int temperaturalida = 0;
  int ledpin = 0;
void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  temperaturalida = analogRead(sensordetemperatura);
  temperaturalida = (500 * temperaturalida) / 1023;
  Serial.print("temperatura Lida.: ");
  Serial.println(temperaturalida);
  if(temperaturalida<30)
  digitalWrite(13,HIGH);
  else
  digitalWrite(13,LOW);
}
```

Fonte: A autora, 2017

b) Questões problematizadoras:

O que é energia? Quais os tipos que você conhece? Qual é a energia mais utilizada no Brasil? Por quê? Qual é a energia produzida através das fezes de animais? Onde o biogás pode ser utilizado? Quais suas vantagens?²²

c) Avaliação

- Responder as questões problematizadoras descritas na prática em forma de relatório.
- Escolher um dos tipos de energia existente ou criar uma nova, de acordo com o que você julga ser a mais produtiva para ajudar a humanidade com os problemas que vem enfrentando. Use a criatividade e produza um desenho em folha A4 do seu projeto. Não esqueça de colorir e construir uma legenda que explique sua ideia.

GRUPO 5_ ECONOMIA – SISTEMA DE COLETOR CASEIRO DE ENERGIA SOLAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

Integrantes: A₁₆, A₁₇, A₁₈, A₁₉, A₂₀.²³

a) Introdução

A energia elétrica que chega a nossas casas é proveniente de usinas hidrelétricas que utilizam e fornecem energia através da força da vazão da água. Essa energia é a mais utilizada pela maioria das pessoas e teve início há 124 anos, em Minas Gerais, com a usina Zona da Mata, no rio Paraibuna.

A partir de então, a demanda pelo uso de energia cresce cada vez mais, as grandes empresas e fábricas dependem na maioria dos casos exclusivamente de energia elétrica para a produção de seus produtos, além do consumo elevado no comércio e o crescimento populacional, também fizeram com que as usinas surgissem em maior número para suprir as grandes necessidades.

²² EDP. **História da Energia**; Disponível em: < <http://www.edp.com.br/pesquisadores-estudantes/energia/historia-da-energia/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 18 de jun. 2017.

ANJOS, Talita Alves dos. **"Energia"; Brasil Escola**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/energia-1.htm>>. Acesso em: 18 de jun. 2017.

MATERIA, Toda. **Biogás**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/biogas/>>. Acesso em: 18 de jun. 2017.

CALDEIRA, Andréa. **Equinocultura**. Arquivo Revista Horse Business. Disponível em: <<http://www.equinocultura.com.br/2014/09/aparelho-digestivo.html>>. Acesso em: 18 de jun. 2017.

²³ Alunos integrantes do grupo 5.

A energia provém de vários elementos que às vezes nem imaginamos, podemos citar as estrelas, onde o sol tem um papel relevante sendo uma de quinta grandeza e destaca-se por emitir energia em forma de luz e calor.

As formas de energias renováveis ou não são provenientes de outras fontes, como a energia elétrica que é resultante da vazão de água em uma usina hidrelétrica, além de outras fontes que ainda são menos exploradas como a energia eólica.

Além da já conhecida energia elétrica, outras formas têm ganhado grande enfoque atualmente, as chamadas energias limpas e sustentáveis, dentre as quais podemos destacar a solar, que utilizamos em nosso projeto de economia de energia juntamente com o programa Arduino, o qual foi empregado para medirmos a temperatura da água aquecida pela energia solar e verificarmos a luminosidade emitida pela lâmpada instalada no protótipo representando o sol, a qual servirá como fonte de aquecimento.

b) Objetivos:

- Desenvolver um sistema de aquecimento caseiro através da Energia Solar com o intuito de verificar uma economia considerável em sua conta de luz.
- Utilizar o programa Arduino para verificar a temperatura da água e medir a luminosidade emitida.
- Desenvolver um sistema de aquecimento com amplo acesso dos níveis da sociedade e que seja possível de ser implantado por pessoas com pouco conhecimento.
- Usar uma forma alternativa de economia de energia utilizando materiais que sejam de fácil acesso e até mesmo recicláveis, esse aquecimento será obtido pela radiação solar, que é uma fonte de energia inesgotável.

c) Materiais

10 Tubos de cola quente; 1 Lata de cerveja vazia; 3 Caixinhas de leite vazias; 10 Canudos de refrigerantes; 1 Folha de papel cartão; 3 Pacotes de palitos de sorvete; 1 Lata de tinta preta de 500ml; 1 Lâmpada incandescente; 1 Bocal para lâmpada; 500g Pedrisco; 1 Chave para ligar a lâmpada; 1 Placa de protoboard; 1 Resistor de 10k; 1 Termistor de 10k; 1 Jumpers para conexão - c/ 65 unidades; 1 Cabo USB; 1 Computador com a IDE instalada; 1 Microcontrolador Arduino.

d) *Atividade Prática – Construção do Painel Inteligente*

- Montagem

Figura 9 - Painel Solar pronto

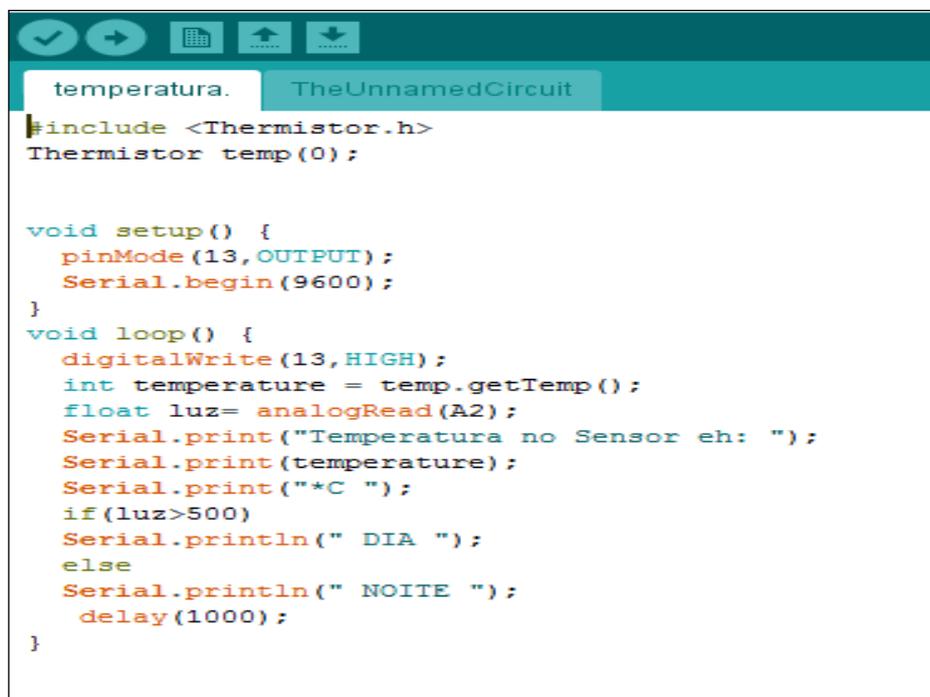


Fonte: Autoria própria

e) *Programação*

A programação que utilizamos é para aferir a temperatura da água que foi aquecida no sistema e a intensidade de iluminação através de um sensor, conforme figura 1.

Figura 10 – Print Sketch Arduino



```

temperatura. TheUnnamedCircuit
#include <Thermistor.h>
Thermistor temp(0);

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  int temperature = temp.getTemp();
  float luz= analogRead(A2);
  Serial.print("Temperatura no Sensor eh: ");
  Serial.print(temperature);
  Serial.print("*C ");
  if(luz>500)
  Serial.println(" DIA ");
  else
  Serial.println(" NOITE ");
  delay(1000);
}

```

Fonte: Autoria própria

f) *Questões Problematizadoras:*

Por que devemos pensar em uma fonte alternativa de energia? Vimos no nosso projeto que podemos ter uma fonte de energia secundária em casa, o que essa fonte poderá trazer de benefícios? Existem outras formas de energias renováveis? Quais são? E sobre a energia solar, como poderia se tornar mais conhecida? Você acha que a energia solar ajudaria na economia? Por quê?

g) *Avaliação*

Através da construção de relatório da prática realizada, propor para que cada aluno ao longo do bimestre, utilize dicas aprendidas nesta atividade para promover a economia de energia elétrica em sua residência e socialize em sala de aula os avanços e a dificuldades obtidas.²⁴

²⁴ Fonte: MINEIROS, o grande portal dos. Uai. **Primeira hidrelétrica do país foi construída em Minas há mais de 100 anos.** Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2013/05/18/interna_gerais,389704/primeira-hidreletrica-do-pais-foi-construida-em-minas-ha-mais-de-100-anos.shtml>. Acesso em: 03 de jun de 2017.
DESENVOLVIMENTO, Ministério do. **Demanda por eletricidade no Brasil vai triplicar até 2050.** Disponível em:<<http://www.pac.gov.br/noticia/13554306>>. Acesso em: 03 de Junho de 2017.

GRUPO 6_ MEIO AMBIENTE – AUTOMATIZAÇÃO DE UMA USINA HIDRELÉTRICA

Integrantes: A₂₁, A₂₂, A₂₃, A₂₄.²⁵

a) *Introdução*

O presente projeto tem como intuito principal a elaboração de uma maquete para exposição de uma Usina Hidrelétrica, abordando os principais conceitos envolvidos, bem como os principais pontos que geram discussões com o intuito de demonstrar uma maior compreensão do que será apresentado.

b) *Objetivos*

- Mostrar vantagens, desvantagens e compreender o funcionamento da Usina Hidrelétrica.
- Conceituar os aspectos que englobam o funcionamento e ligação interdisciplinar com as disciplinas que estão relacionadas com a temática produção e consumo de energia elétrica.

c) *Materiais*

Tinta guache e spray; Cano de PVC 0,5mm; Cola quente; Led; Sensor de fluxo; Colher plástica; Chapa MDF; Madeira; Bomba de aquário; Pedacos de zinco; 1 Cabo USB; 1 Computador com a IDE instalada; 1 Microcontrolador Arduino.

d) *Atividade Prática – Construção de uma Maquete automatizada de uma Usina Hidrelétrica*

- Montagem

GARAGEM, Laboratório de. **Desenvolvedores independentes de ciência e tecnologia**. Disponível em:<<http://labdegaragem.com/>>. Acesso em: 03 de Jun de 2017.

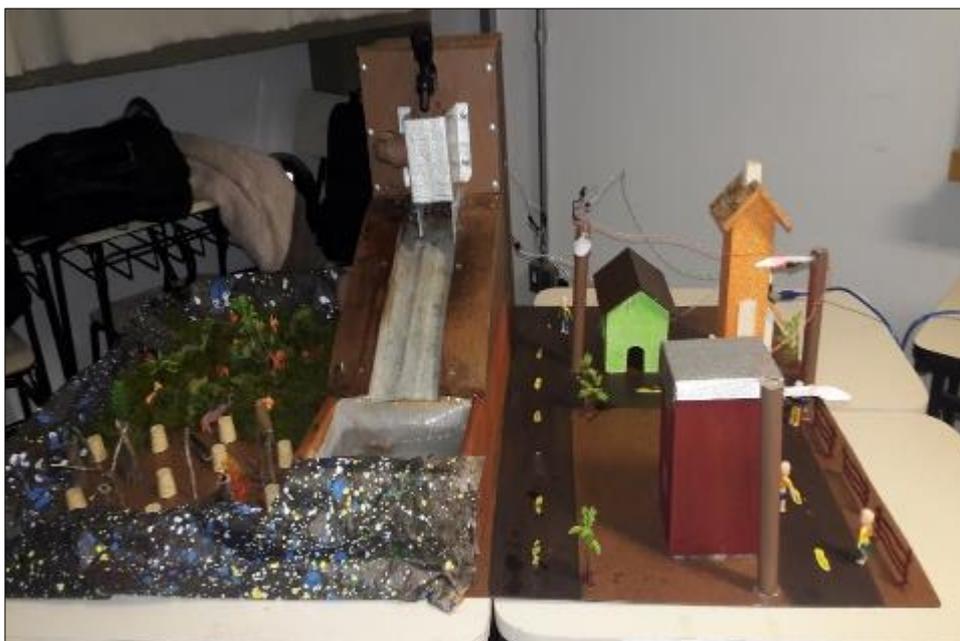
CIRCUITS, Autodesk. **Laboratório eletrônico**. Disponível em:<<https://circuits.io/lab>>. Acesso em: 23 de jun de 2017.

²⁵ Alunos do grupo 6.

O projeto foi criado com o objetivo de mostrar aos educandos o que realmente são as Usinas Hidrelétricas, como é o seu funcionamento, quais os seus benefícios e malefícios. Também relacioná-lo com a produção de energia que está ligada a vários conceitos por trás de todo esse processo e principalmente o que está ocorrendo no Meio Ambiente devido a alguns fatores não solucionados durante a produção dessas Usinas.

Será utilizada para uma maior compreensão do projeto, uma placa de prototipagem eletrônica chamada Arduino, a qual auxiliará na programação e comandos do projeto. Portanto, apresentará o estudo de onde fica armazenada a água que vai gerar toda a energia que chega em nossas casas.

Figura 11- Maquete Usina Hidrelétrica pronta



Fonte: Acervo da autora, 2017.

e) Programação

Um fio se conectará no A0 junto com o GND, na qual servirá para medirmos a quantidade de energia, ou seja, quanto maior o giro do eixo, maior será a quantidade de energia gerada. Com isso, analisaremos o controle do fluxo utilizando o sensor de fluxo de vazão e a ddp gerada usando a porta analógica do Arduino. Para isso, utilizaremos o comando dividir 1023 e multiplicar por 5.

Figura 12 – Print Sketch Arduino

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. At the top, there is a menu bar with 'Arquivo', 'Editar', 'Sketch', 'Ferramentas', and 'Ajuda'. Below the menu bar is a toolbar with icons for saving, running, uploading, and downloading. The main area displays a sketch named 'fluxo-usina' with the following code:

```
float vazao;          //Variável para armazenar o valor da vazao
float vazao_media=0; //Variável para tirar a média a cada 1 minuto
float ddp;            //Variável para armazenar o valor da ddp
float ddp_media=0;   //Variável para tirar a média da ddp a cada 1 minuto
int contaPulso;      //Variável para a quantidade de pulsos
int i=0;              //Variável para contagem

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, INPUT);
  attachInterrupt(0, incpulso, RISING); //Configura o pino 2(Interrupção 0) para trabalhar como interrupção
}

void loop ()
{
  contaPulso = 0; //Zera a variável para contar os giros por segundos
  sei();          //Habilita interrupção
  delay (1000);  //Aguarda 1 segundo
  cli();         //Desabilita interrupção

  vazao = contaPulso / 5.5; //Converte para L/min
  vazao_media += vazao; //Soma a vazão para o calculo da media
  ddp = analogRead(A0)*5.0/1023;
  ddp_media += ddp;
  i++;
```

```

Serial.print(vazao); //Imprime na serial o valor da vazão
Serial.print(" L/min "); //Imprime L/min
Serial.print(ddp); // Imprime a ddp gerada
Serial.print(" V "); //Imprime a unidade de ddp
Serial.print(i); //Imprime a contagem i (segundos)
Serial.println(" s "); //Imprime s indicando que está em segundos
if(i==60)
{
  vazao_media = vazao_media/60; //Tira a media dividindo por 60
  ddp_media = ddp_media/60; //Tira a media dividindo por 60
  Serial.print("\nMedia por minuto = "); //Imprime a frase Media por minuto =
  Serial.print(vazao_media); //Imprime o valor da vazao media
  Serial.print(" L/min "); //Imprime L/min
  Serial.print(ddp_media); //Imprime o valor da ddp media
  Serial.println(" V "); //Imprime a unidade
  vazao_media = 0; //Zera a variável media para uma nova contagem
  ddp_media = 0; //Zera a variável media para uma nova contagem
  i=0; //Zera a variável i para uma nova contagem
}
}

void incpulso ()
{
  contaPulso++; //Incrementa a variável de contagem dos pulsos
}

```

Fonte: Autoria própria

f) *Questões Problematizadoras:*

Apresentação do Vídeo²⁶ (Kika – De Onde vem a energia). Em seguida fazer os seguintes questionamentos: Como a produção e consumo de energia afeta o planeta? Nenhuma forma de produzir energia é 100% limpa, pois de alguma forma sempre afeta a natureza. Quais os avanços que podemos encontrar nas pesquisas dessa época? Quais delas estão sendo colocadas em prática? Quanto é o consumo médio de energia por brasileiro? Quais são os benefícios e malefícios para o meio ambiente apresentados pela produção de energia?

g) *Avaliação:*

Fazer um relatório explicitando as vantagens e desvantagens da produção de energia elétrica pelas hidrelétricas.

²⁶ Fonte: Vídeo: Disponível em:

<<https://www.bing.com/videos/search?q=video+da+kika+questionando+sobre+a+energia&&view=detail&mid=DC28B5B5CCAEB36A0937DC28B5B5CCAEB36A0937&FORM=VRD GAR>>. Acesso em: 24 de jun. 2017.

GRUPO 7_TECNOLOGIA – MODELO DE UM SISTEMA INTELIGENTE DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA UM CONDOMÍNIO ATRAVÉS DE GERADOR EÓLICO

Integrantes: A₂₅, A₂₆, A₂₇, A₂₈²⁷

a) *Introdução*

Neste projeto, realizamos a montagem de uma maquete sobre a geração de energia eólica, trazendo energia sustentável e limpa para a população. Utilizamos para dar movimento à prática, o Arduino, que é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, que possui entrada e saída embutida, sendo comandada por uma linguagem padrão utilizada em computador.

A energia eólica vem do vento utilizado desde tempos passados para movimentar barcos impulsionados por velas ou para fazer o funcionamento de embreagens de moinhos. Atualmente, a mesma pode ser utilizada para trazer energia para a população, podendo ser instaladas com facilidade em locais que tenham alto teor de vento. Geralmente encontra-se em forma de moinhos e cata-ventos. Considerada fonte de energia natural, renovável, inesgotável, limpo, distribuído globalmente, e também auxilia na redução do efeito estufa.

O Arduino será utilizado para a verificação da tensão elétrica gerado pela turbina eólica para acender os led's e dar ligação ao display, qual apresentará o desenvolvimento da tensão sobre as hélices.

Na prática, será utilizado uma maquete que mostrará o funcionamento do mini gerador eólico para transmitir energia para as casas representadas.

b) *Objetivos*

- Compreender o processo de transformação de Energia utilizada para a produção de sua própria energia limpa e renovável utilizando a placa Arduino.
- Observar a tensão trazida pelo vento bem como os componentes utilizado numa turbina eólica.
- Utilizar a regra da Resolução Normativa nº 482/2012 (estabelece o Sistema de Compensação de Energia Elétrica).

²⁷ Alunos do grupo 7.

c) *Materiais*

Garrafa Pet; Cano PVC; E.V.A. / Papel Cartão; Cola Quente; Hélice; Motor de corrente contínua; Isopor; Fios/ Jumpers; Resistores; LED; Placa Arduino; Protoboard; Cabo USB; Bateria 9V; Display.

d) *Atividade Prática – Construção de um Mini Gerador Eólico*

- Montagem

A maquete foi inspirada no vídeo²⁸ e em seguida feita a ligação dos fios seguindo a sequência para ligação dos fios do semáforo, a torre geradora de energia.

Figura 13 – Montagem da Maquete com um Mini Gerador Eólico



Fonte: Autoria própria

e) *Programação*

²⁸ Maquete. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=yh3xOnvSe_I >. Acesso em: 26 de jun. 2017.

Figura 14 – Print Sketch Arduino

```

energia_eolica | Arduino 1.8.3
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

energia_eolica $
#include <LiquidCrystal.h> //Biblioteca do LCD

#define tensao A0 //Pino de leitura da tensão
double v = 0; //Variável para ler a tensão

//Mapeamento dos pinos do LCD
LiquidCrystal lcd(7, //RS
                  6, //E
                  5, //D4
                  4, //D5
                  3, //D6
                  2); //D7

void setup() {
  //LCD
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2); //Ativa as linhas e colunas do display

  //SEMAFARO

  pinMode(13, OUTPUT); //5
  pinMode(12, OUTPUT); //6
  pinMode(11, OUTPUT); //7
  pinMode(10, OUTPUT); //8
  pinMode(9, OUTPUT); //9
  pinMode(8, OUTPUT); //10

```

Fonte: A autora, 2017.

f) *Questões Problematizadoras:*

Como é medida a energia dos ventos? Este tipo de tecnologia é nova? Quais são os componentes de uma turbina eólica para geração de energia elétrica? Como saber quanta energia elétrica será gerada em determinado local? É possível instalar turbinas eólicas em centros urbanos? É economicamente viável a utilização de energia eólica para estas aplicações?

g) *Avaliação:*

É feita através da observação, interação e relatório da prática realizada.²⁹

²⁹ Fonte: Energia Eólica. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/energia-eolica/>>. Acesso em: 24 de jun. 2017.

Rede Elétrica em maquete. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XsH4GaZCGmQ>>. Acesso em: 24 de jun. 2017.

GRUPO 8_ ENERGIA NÃO RENOVÁVEL- SISTEMA DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA EM ELÉTRICA

Integrantes: A₂₉, A₃₀.³⁰

a) *Introdução*

As energias renováveis são caracterizadas pela sua capacidade de regeneração, são praticamente inesgotáveis e quando utilizadas para geração de energia não causam danos ao ambiente, reduzindo as emissões de CO₂, diminuindo a quantidade de riscos como os gerados pela energia nuclear. São capazes de gerar independência energética tanto para um país, como também pode gerar mundialmente. Tem desvantagens como erosão do solo, impacto na biodiversidade e principalmente os altos custos. A Energia Mecânica é basicamente a energia que é transferida por meio de uma força ou movimento de um corpo para outro.

Nesse projeto pode-se fazer uma ligação entre as energias renováveis e energia mecânica utilizando da força e movimento para geração de energia. O movimento rotacional feito nos pedais da bicicleta gera o movimento das rodas, acionando o dínamo instalado, um alternador que converte a energia mecânica em energia elétrica, acendendo o propagador de luz instalado na bicicleta também, o farol.

Mostrando assim que até mesmo nosso esforço físico pode ser gerador de energia, pode utilizar de meios para mais de uma finalidade, como por exemplo, o dínamo quando instalado no carro, quando há o movimento das rodas pode também carregar a bateria com a energia mecânica. As hidrelétricas também utilizam o dínamo em seu sistema.

b) *Objetivos*

- Montar um sistema básico com o dínamo e o farol em uma bicicleta comum, onde de forma dinâmica, será medido, pelo programa Arduino, a quantidade de luz formada a partir do seu esforço físico utilizado para movimentar os pedais.

³⁰ Alunos do grupo 8.

- Observar a capacidade de gerar energia elétrica através de energia mecânica. Utilizando de algo que esteja no cotidiano para apresentação do conteúdo “transformação de energia” ligando-se com o material Arduino.

c) *Materiais*

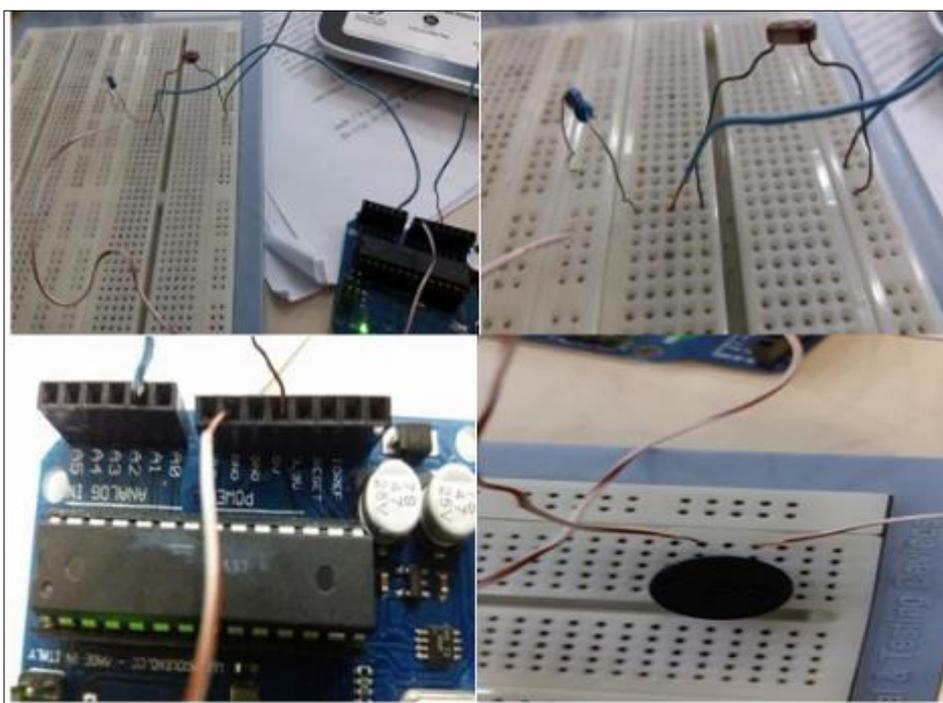
Bicicleta; Dínamo e farol (+ instalação); Fios Jumper; Resistor; Placa protoboard; Microprocessador Arduino; Cabo USB; Alto-falantes; Sensor de luminosidade LDR; Buzzer.

d) *Atividade Prática - Energia Mecânica transformada em Energia Elétrica.*

Movimentar os pedais da bicicleta até acender o farol instalado na parte da frente desta com o sensor instalado nos materiais e posicionado em frente ao farol obtém-se uma quantidade de luz. Quanto maior a força e velocidade, maior o brilho. No programa será imposto um limite de luminosidade, quando atingido este limite será propagado um som pelos alto-falantes.

- Montagem:

Figura 15 – Circuito com o Arduino



Fonte: Autoria própria

e) *Programação:*

Figura 16 – Print Sketch Arduino

```
void setup() {  
  Serial.begin (9600);  
  pinMode (13, OUTPUT);  
  // put your setup code here, to run once:  
}  
  
void loop() {  
  int luz = analogRead(A1);  
  Serial.print ("luminosidade =");  
  Serial.println(luz);  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
  if(luz>500)  
  {  
    tone (13, 200);  
    delay (500);  
    tone (13, 500);  
    delay (500);  
    tone (13, 100);  
  }  
  else  
  noTone (13);  
  delay (1000);  
}
```

Fonte: Autoria própria

f) *Questões problematizadoras:*

Por que a exploração das fontes de energias renováveis é menor do que as fontes não renováveis? Qual a relação da Energia Mecânica com a energia potencial elástica (Epe) e gravitacional (Epg)? É correto dizer que o corpo possui uma ótima Eficiência Mecânica?

g) *Avaliação*

Será iniciada a prática com a explicação do conteúdo em geral, o funcionamento do dínamo, do sensor, do programa Arduino, como ocorre a transformação de energia, etc. Em seguida iremos iniciar a prática com o sorteio de

uma cabaia para girar os pedais e testar o produto, ajudando ao decorrer da prática para a explicação de seu funcionamento por partes.

Em seguida serão discutidas juntamente com a turma as questões problematizadoras e serão tiradas todas as dúvidas. Por fim será observado se houve uma boa discussão a respeito do assunto e rendimento da aula.³¹

³¹ Fonte: Energias Renováveis. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/eletricidade/dinamo/>>. Acesso em: 25 de jun. 2017.

Energia Renovável. Disponível em: http://www.suapesquisa.com/o_que_e/energia_renovavel.htm
Como funciona um dínamo. Disponível em: < <http://www.efetojoule.com/2008/06/como-funciona-dinamo-bicicleta.html>>. Acesso em: 25 de jun. 2017.

Dínamo. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/eletricidade/dinamo/>>. Acesso em: 25 de jun. 2017.

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O Arduino como recurso didático para o Ensino de Energia.

Pesquisador: JANINHA APARECIDA PEREIRA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 65008217.9.0000.5547

Instituição Proponente: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.025.277

Apresentação do Projeto:

Segundo os autores: "RESUMO: Este trabalho tem como proposta utilizar a plataforma Arduino juntamente com a metodologia ativa PBL (Problem Based Learning) para promover a aprendizagem do conceito Energia. A metodologia PBL parte de situações problemas que estão estreitamente interligados com os problemas reais da vida em sociedade. O Arduino é ferramenta tecnológica que além do seu baixo custo e acessibilidade permite a automatização de projetos sem exigência de conhecimento aprofundado de eletrônica e robótica. O estudo em questão será de abordagem qualitativa permeada pela pesquisa-ação e norteado por uma MDP (Matriz Dialógica- Problematizadora) que orienta o caminho percorrido pelo pesquisador na delimitação do tema, ação, coleta e análise de dados. Espera-se que o Arduino como ferramenta mediadora por meio da metodologia PBL, potencialize o processo de ensino aprendizagem do conceito Energia, bem como desenvolva habilidades de criação e autonomia para que os acadêmicos desenvolvam seus próprios projetos interdisciplinares para o Ensino de Ciências. INTRODUÇÃO: A ação docente contextualizada permite mapear os conceitos interligados, onde o aluno é instigado e levado ao envolvimento com a problemática, evidenciando variadas possibilidades de aprender o mesmo conteúdo. O Ensino por projetos em particular o regulamento e a automatização com o Arduino, induz o aluno a ser responsável pela sua aprendizagem. A criação, o envolvimento, a discussão e as trocas de ideias são fatores

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.025.277

presentes em todas as etapas de desenvolvimento das aulas tais como expositiva, pesquisas na internet, oficinas, apresentação de seminários, discussão e construção de projetos com a plataforma Arduino. Segundo McRoberts (2011) a plataforma arduino foi desenvolvida inicialmente como uma ferramenta para profissionais das Artes-Plásticas devido seu fácil uso e baixo custo, e acabou sendo proliferado por possibilitar o desenvolvimento de projetos com aquisição automática de dados. A fragmentação dos conteúdos presente nos currículos escolares, a postura e os discursos dos professores apresentam o reflexo da formação acadêmica. Segundo Morin (2010) a separação dos saberes nos impede de perceber os problemas globais e fundamentais que reúnem os conhecimentos das variadas áreas envolvendo os processos econômicos, psicológicos, religiosos e migratórios. É muito difícil pensar a globalização, pois tudo está interligado, surgindo a complexidade que tenta achar uma forma de reunir os conhecimentos da Ciência para estudar e compreender os problemas globais que afetam a humanidade. Nesse mesmo contexto, na maioria das vezes, os métodos, técnicas e práticas de ensino inibem a capacidade cognitiva dos professores e alunos enaltecendo a lógica imediata e o formalismo Matemático. Surgindo a necessidade de novas abordagens e metodologia de ensino, assim optou-se pela metodologia de ensino ativa chamada Problem Based Learning (PBL) aprendizagem baseada em problemas na qual o aluno participa ativamente do processo de ensino aprendizagem. Hung et. al (2008) a aprendizagem baseada em problemas (PBL) é um método de ensino que possui a necessidade de criação de um problema autêntico e durante o processo de resolução, os alunos constroem conhecimento de conteúdos e desenvolver habilidades de resolução de problemas, bem como competências de aprendizagem direcionada para a solução para o problema. Cabral e Almeida (2014); Berbel (1998) conceituam a metodologia PBL como inovação na forma de pensar, organizar e desenvolver seus cursos, ela surge em 1960 no Canadá na Universidade Mc Master, em seguida foi sendo disseminada pelo mundo principalmente nos currículos das escolas médicas. Essa metodologia não é somente uma proposta de metodologia ativa de ensino é também uma proposta curricular, podendo ser associadas a outros métodos de ensino e aprendizagem. O principal objetivo desse trabalho é investigar as possibilidades de ensino-aprendizagem através do Arduino com atividades norteadas pela metodologia PBL (Problem Based Learning) para o Ensino de Ciências em particular para os professores em formação. Assim, a utilização da plataforma Arduino como mediador, articulador e organizador do conteúdo Energia articulada com a metodologia PBL, abre caminho para aprendizagem que vai do concreto a imaginação e da imaginação para o concreto. Morin (2010) alerta que a educação necessita conhecer e compreender o pensamento complexo pois a sequenciação apenas de

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.025.277

conteúdos impede o reconhecimento das conexões das teorias, a compreensão é desorganizada e os conceitos aprendidos separados do todo impede a significação e contextualização dos fatos e fenômenos. Logo, saber ensinar não é apenas elencar conteúdos e nem usar variados recursos, aparatos tecnológicos e métodos, e sim utilizar-se dessas ferramentas para a mediação, construção e desenvolvimento a argumentação e investigação contextualizada e problematizada de professores e alunos. HIPÓTESE: O Sistema de Ensino permite e enaltece as aulas em “gavetas” que são fechadas em cada aula, onde os alunos são levados a decorar para as avaliações e no próximo bimestre já não lembram mais de nada, isso demonstra que a memorização gera uma aprendizagem superficial, sem conexões, sem significados permitindo o rápido esquecimento. Portanto, a escolha do conteúdo curricular Energia se deve pela emergência de abordar esse assunto atrelado aos conceitos físicos, químicos e biológicos. Como um processo de mediação tecnológica com o Arduino através da metodologia PBL (Problem Based Learning) potencializa a aprendizagem do conceito de Energia na formação de professores de Ciências Naturais? A relação baseada em construção de pequenos projetos pelos acadêmicos do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais será na utilização da plataforma Arduino, para além da automatização possam visualizar e compreender os fenômenos atrelados no conceito Energia, bem como desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, tomar decisões, enaltecendo a criatividade, a pesquisa e autonomia. Assim, os aparatos tecnológicos e a metodologia PBL (Problem Based Learning) serão âncoras e ferramentas para melhor conduzir o processo de ensino aprendizagem do conceito Energia. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO: Estar matriculado e frequentando o curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais do segundo período- UTFPR-PG. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO: Não se aplica”.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os autores o objetivo geral é: “Investigar como a mediação tecnológica com o Arduino conduzida pela metodologia PBL (Problem Based Learning) potencializa a aprendizagem do conceito de Energia”

Segundo os autores os objetivos específicos são: “Desenvolver um processo de ensino aprendizagem para proficiência tecnológica com o Arduino. •Construir e promover oficinas sobre a plataforma Arduino com professores em formação de Ciência incentivando a criação de projetos interdisciplinares sobre Energia. •Investigar/desenvolver projetos utilizando-se da metodologia PBL e da mediação do Arduino com os estudantes de licenciatura. •Elaborar um livro paradidático baseado no processo investigativo da dissertação para Ensino aprendizagem da temática Energia”.

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 2.025.277

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os autores os Riscos são: "Dentre os riscos que podem acontecer é de o estudante destacar-se nas atividades, por já ter conhecimento da plataforma Arduino e outros ficarem constrangido por apresentar dificuldades".

Segundo os autores os Benefícios são: "Dentre os benefícios que espera-se deste projeto, é que os estudantes compreendam a interligação dos variados saberes entrelaçados nas disciplinas de Física, Química e Biologia da temática Energia. Professores e demais pesquisadores também poderão ser beneficiados com o material (livro paradidático) que pretende-se construir até o final da pesquisa, o qual poderá permitir uma ampla comunicação, divulgação e aproveitamento dos projetos interdisciplinares construídos com a plataforma Arduino para o Ensino de Energia utilizando-se da metodologia PBL (Problem Based Learning)".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa parece ser relevante uma vez que os autores esperam que a plataforma Arduino através metodologia PBL (Problem Based Learning) colabore efetivamente para o processo de ensino e aprendizagem do conceito Energia.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto atende as recomendações da Resolução 466/12.

Recomendações:

Os autores atenderam as solicitações descritas anteriormente.

a) Informar na Plataforma Brasil os riscos envolvidos na pesquisa, ainda que sejam de cansaço ou constrangimento para os participantes da pesquisa.

ATENDIDO.

b) Na Plataforma Brasil, na tabela "Grupos em que serão divididos os participantes da pesquisa neste centro" há o espaço "Intervenções a serem realizadas", onde a pesquisadora deve informar o tipo de intervenção e não a quantidade. Neste caso, seriam: aplicação de questionários; participação de oficinas. Informar os critérios de inclusão/exclusão na Plataforma Brasil, tal como está no TCLE;

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.025.277

ATENDIDO.

c) Sugere-se transformar o TCLE e TCUISV num documento único, mantendo os dois títulos.

ATENDIDO.

d) Todos os documentos deverão ter igual teor (todos os itens da plataforma devem constar no projeto completo). Sugere-se uniformizá-los.

ATENDIDO.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há recomendações, uma vez que todas as recomendações descritas em parecer anterior foram atendidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução no 466, de 12 de Dezembro de 2012, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-UTFPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_812950.pdf	14/03/2017 23:00:08		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_janinha_2.docx	14/03/2017 22:58:54	JANINHA APARECIDA PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TCUISV_Janinha.docx	12/03/2017 17:20:07	JANINHA APARECIDA PEREIRA	Aceito

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Telefone: (41)3310-4494

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 2.025.277

Folha de Rosto	folha_de_rosto_Janinha.pdf	19/02/2017 11:02:36	JANINHA APARECIDA PEREIRA	Aceito
Outros	Questionario_Investigativo_inicial_final.docx	19/02/2017 11:01:53	JANINHA APARECIDA PEREIRA	Aceito
Outros	MATRIZ_MDP.docx	11/02/2017 13:33:16	JANINHA APARECIDA PEREIRA	Aceito
Outros	Termo_compromisso.pdf	11/02/2017 13:28:15	JANINHA APARECIDA PEREIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_pesquisadores.pdf	11/02/2017 13:24:50	JANINHA APARECIDA PEREIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Instituicao.pdf	11/02/2017 13:23:48	JANINHA APARECIDA PEREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 20 de Abril de 2017

Assinado por:
Frieda Saicla Barros
(Coordenador)

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

ANEXO B- Questionário Investigativo Inicial e Final

Licenciatura Interdisciplinar de Ciências Naturais**Nome:** _____ **Idade:** _____

Você está sendo convidado a responder um questionário investigativo sobre a sua concepção de Energia e percepção entre tecnologia da comunicação e informação. Todas as informações que o(a) Sr.(a) nos fornecer ou que sejam conseguidas por imagens, seja por fotografias ou filmagens, dados, avaliações, questionários e observações serão utilizadas somente para esta pesquisa. Seus(Suas) respostas, dados pessoais e avaliações ficarão em segredo e o seu nome não aparecerá em lugar nenhum dos(as) questionário, observações e atividades nem quando os resultados forem apresentados.

- 1- Relate o que você sabe sobre Energia?

- 2- Cite as formas de Energia e onde ela é encontrada?

- 3- Quais as fontes de Energia que você conhece? Descreva-as brevemente cada uma delas.

- 4- Descreva as situações do seu cotidiano que você relaciona com Energia.

- 5- Que tecnologias você conhece para a produção de Energia? Descreva brevemente cada uma delas.

- 6- As tecnologias podem trazer somente benefícios para a humanidade?
 - a) Concordo perfeitamente
 - b) Não concordo
 - c) Concordo em partes
 - d) Sem opiniãoDescreva de que forma.

- 7- Você possui conhecimento em automatização?
 - a) Nenhum
 - b) Básico
 - c) Avançado
 - d) MédioSe possui, cite o programa/ Software.

- 8- Cite os componentes eletrônicos que você conhece.
- 9- Com que frequência você utiliza o celular?
 - a) Diariamente
 - b) Esporadicamente
 - c) Nenhuma

d) Raramente

Se usa, descreva para que finalidade.

10- Você concorda que as tecnologias da Comunicação e Informação pode permitir um aprendizado satisfatório para o estudante?

a) Concordo perfeitamente

b) Não concordo

c) Concordo em partes

d) Sem opinião

11- Se você concorda descreva de que maneira.

12- Você possui alguma experiência com Tecnologias da Comunicação e Informação.

a) Nenhum

b) Básico

c) Avançado

d) Médio

Se você possui, cite com quais ferramentas.

ANEXO C – Programação e conteúdo das aulas

<i>PROFESSOR</i>		TURMA
<i>Awdry Feisser Miquelin</i>		2º período

ANO/SEMESTRE	CARGA HORÁRIA (aulas)					
	AT	AP	APS	AD	APCC	Total
	85		5			90

AT: Atividades Teóricas, AP: Atividades Práticas, APS: Atividades Práticas Supervisionadas, AD: Atividades a Distância, APCC: Atividades Práticas como Componente Curricular.

DIAS DAS AULAS PRESENCIAIS						
Dia da semana	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Número de aulas no semestre (ou ano)					5	

PROGRAMAÇÃO E CONTEÚDOS DAS AULAS (PREVISÃO)		
Dia/Mês ou Semana ou Período	Conteúdo das Aulas	Número de Aulas
03/03	Aula introdutória: aplicação de questionário investigativo e exposição do tema Energia (Documentário Power) CD: Concepções espontâneas sobre Energia e tecnologias, escola e evolução da prática docente;	5
10/03	Atividade Integrada APCC de todos os períodos	5
17/03	Aplicação da Metodologia PBL para a Temática Energia: pesquisa Discussão em Grupo e Mapas conceituais: diálogo sobre o Conceito de Energia (Cmap Tools)	5
24/03	Apresentação de mapas das disciplinas e continuidade das discussões da pesquisa voltada ao PBL	5
31/03	Apresentações das pesquisas com as respostas e discussão de grande grupo. Mapa conceitual das respostas. CD: concepções de biologia, física e química e as interações relações energéticas, tecnologias e matriz energética.	5
07/04	Introdução ao Arduino CD: concepções sobre tecnologias de informação e comunicação e o ensino de ciências.	5

PROGRAMAÇÃO E CONTEÚDOS DAS AULAS (PREVISÃO)		
Dia/Mês ou Semana ou Período	Conteúdo das Aulas	Número de Aulas
28/04	Introdução ao Arduino: Trabalho prático CD: Relações tecnologias professores, estudantes e o Ensino de Ciências.	5
05/05	Pesquisa e reprodução de um projeto com Arduino CD: Relações tecnologias professores, estudantes e o Ensino de Ciências.	5
12/05	Trabalho criativo em torno do Arduino: delimitação de tema e experimento	5
19/05	Trabalho criativo em torno do Arduino: delimitação de tema e experimento	5
26/05	Trabalho criativo em torno do Arduino: delimitação de tema e experimento	5
02/06	Trabalho criativo em torno do Arduino: delimitação de tema e experimento	5
09/06	Trabalho criativo em torno do Arduino: delimitação de tema e experimento	5
23/06	Ajustes finais de experimento e apresentação	5
26/06	Apresentação do APPC 2	5
30/06	Aplicação de questionário final e retroalimentação de dados e coleta de depoimentos como avaliação da disciplina	5
07/07	Fechamento da disciplina	5

ANEXO D - Termo de Autorização para a Publicação do Produto

Eu, _____
nacionalidade, _____,
estado civil, _____,
profissão, _____, residente e domiciliado,
_____, cidade,
_____ Estado _____,
portador do documento de identidade
número, _____, CPF _____
_____, na qualidade de autor(a) do projeto intitulado:

_____.

AUTORIZO - Janinha Aparecida Pereira, pesquisadora do Tema: O Arduino como recurso didático para o Ensino de Energia, a disponibilizar, a reproduzir, a permitir a reprodução por meio eletrônico do projeto acima referido na rede mundial de computadores (internet).

Ponta Grossa, _____ de _____ de _____.

Assinatura do (a) autor (a) do projeto