

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

HERNANI BATISTA DA CRUZ

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: MEDIANDO O ENSINO
DE TEMAS DE FÍSICA POR MEIO DE MICROCONTROLADORES**

TESE DOUTORADO

PONTA GROSSA

2022

HERNANI BATISTA DA CRUZ

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: MEDIANDO O ENSINO
DE TEMAS DE FÍSICA POR MEIO DE MICROCONTROLADORES**

**PROJECT-BASED LEARNING: MEDIATING THE TEACHING OF
PHYSICS ISSUES THROUGH MICROCONTROLLERS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), apresentada para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientadora: Prof. Dra. Sani de Carvalho Rutz da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva.

PONTA GROSSA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



HERNANI BATISTA DA CRUZ

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: MEDIANDO O ENSINO
DE TEMAS DE FÍSICA POR MEIO DE MICROCONTROLADORES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), apresentada para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Data de aprovação: 09 de Dezembro de 2022

Dra. Sani De Carvalho Rutz Da Silva, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Antonio Carlos De Franscisco, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Ariangelo Hauer Dias, Doutorado – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Dr. Marco Antonio Sandini Trentin, Doutorado – Universidade de Passo Fundo

Dr. Romeu Miqueias Szmoski, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 09/12/2022.

**PONTA GROSSA
2022**

Dedico este trabalho ao meu filho, Lucas Bassani Cruz.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão satisfazer a todas as pessoas que fizeram parte desta importante fase da minha vida. Desde já, peço desculpas àquelas que não estão mencionadas aqui, mas saibam que fazem parte do meu pensamento e da minha gratidão.

Agradeço a Deus pela vida e pelas inúmeras oportunidades de crescimento que tive.

Gostaria de registrar meu reconhecimento à minha família, pois sem o apoio deles, teria sido muito difícil superar esse desafio. Agradeço especialmente à minha esposa Fernanda e ao meu filho Lucas pelo carinho e apoio. Não posso deixar de agradecer também à minha mãe, Roseli, à minha irmã Camila e ao meu irmão João, que tornaram possível minha permanência no curso durante meu ingresso como aluno regular. Foi através do meu irmão que tive meu primeiro contato com o microcontrolador Arduino, quando ele me presenteou com uma placa.

Aos meus orientadores, a Professora Dra. Sani de Carvalho Rutz da Silva e ao meu coorientador, o Professor Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva, agradeço pela sabedoria e paciência com que me guiaram nesta trajetória.

Aos professores e colegas do PPGECT, agradeço pelos ensinamentos e convivência, especialmente ao Professor Marcos Gervânio de Azevedo Melo, com quem tive oportunidades de conversar bastante sobre ciência, mesmo à distância.

Agradeço também a um grande amigo que conheci em 2017, Márcio José Kloster, que se tornou um irmão mais velho e com quem já realizei projetos de grande porte e publicações de patentes.

Em 2022, tive a oportunidade de trabalhar e viajar com outro professor, Valter Luís Estevam, que se tornou um grande amigo.

Durante os anos de 2019 e 2020, tive a oportunidade de lecionar na Universidade Estadual de Ponta Grossa, onde apliquei meu produto e fiz parte do Laboratório de Ensino de Física do Bloco L, sala L28. Foi nesse período que surgiu o nome da plataforma www.labtec28.info e tive a oportunidade de receber alunos de graduação e outros pós-graduandos que vieram a contribuir em projetos no laboratório. Alguns deles se tornaram amigos e nesse momento, gostaria de

mencionar o Samuel Correa Machado e o Mateus José da Silva Gomes. Agradeço a parceria e espero que possamos trabalhar juntos novamente no futuro.

Por fim, agradeço à CAPES (número do financiamento 40006018028P7) pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida e a todos que, por algum motivo, contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Eu gosto do impossível porque lá a
concorrência é menor.”
(SKLAR, 1965)

RESUMO

Apresenta-se resultado de um conjunto de atividades de ensino, em ambiente de simulação com uso de robótica educacional, elaboradas de forma a possibilitar contato com conceitos de Física, empregando Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). O objetivo principal foi contribuir para o Ensino das áreas de Ciências e de Tecnologia. A ABP necessita de uma projeção, que culmina em um produto e que precisa de etapas metodológicas para alcançar sua realização. As atividades foram realizadas em duas com turmas da graduação em Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, sendo uma de primeiro e outra do terceiro ano. Na turma do primeiro ano o projeto escolhido foi o marco histórico dos cinquenta anos da missão Apollo 11. Cada uma das atividades desenvolvidas buscou explorar tópicos sobre áreas da Física, como Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade e Física Moderna. Para a turma do terceiro ano, os alunos foram direcionados atividades sobre lançamento de foguetes. Ambas as atividades utilizaram a Robótica Educacional, criando protótipos com Arduino e outros microcontroladores. Todas as atividades foram realizadas durante o ano de 2019. A pesquisa foi de natureza aplicada e de campo, exploratória. Buscou-se verificar se aulas utilizando metodologia ativa poderiam contribuir na formação de professores. Para realizar a verificação os objetivos traçados foram os seguintes: avaliar a potencialidade da robótica educacional na aprendizagem de conceitos físicos; desenvolver habilidades e competências de alunos de física para resolução de problemas. A análise das atividades entregues no Google Class Room e as observações sobre as respostas dos alunos sobre conceitos de física antes da aplicação do produto, demonstrou que a abordagem da APB contribuiu na aquisição de conceitos de Física e apresentou uma grande melhora na resolução de problemas. Essa melhora se mostrou desde na forma de abordar os problemas que surgiram, como também, da velocidade com que encontravam soluções. Outro ponto que se verificou também, foi a autonomia que alguns alunos mostraram ao final do projeto. O produto principal que surgiu da aplicação foi um livro que apresenta um roteiro para utilização de microcontrolador ESP32 por físicos educadores, desde a instalação de programas, aquisição de dados, por meio da internet, e visualização dos dados em gráficos de modo síncrono. Uma outra contribuição que a tese trouxe foi a construção de uma plataforma web que permite professores e alunos, interagirem com o rover, analisando os gráficos da telemetria investigar as possíveis causas para os valores observados nos gráficos. Essa plataforma está disponível através do endereço labtec28.info.

Palavras-chave: robótica educacional; aprendizagem baseada em projetos; ensino de física; microcontroladores.

ABSTRACT

This work presents the results of a set of teaching activities in a simulation environment using educational robotics designed to provide students with contact with concepts of Physics, using Project-Based Learning (PBL). The main objective was to contribute to the teaching of the areas of Science and Technology. PBL requires a projection to be carried out, culminating in a product and needs methodological steps to achieve its realization. The activities were carried out in two classes of undergraduate Physics Education at the State University of Ponta Grossa, one in the first year and the other in the third year. In the first-year class, the chosen project was the historical milestone of the fifty years of the Apollo 11 mission. Each of the activities developed sought to explore topics on the four areas of Physics, such as Mechanics, Thermodynamics, Electricity, and Modern Physics. For the third-year class, students were directed to activities on rocket launching. Both activities used Educational Robotics, creating prototypes with Arduino and other microcontrollers. All activities were carried out during the year 2019. The research was of an applied and field, exploratory nature. The aim was to verify if classes using active methodology could contribute to teacher training. To carry out the verification, the following objectives were set: to evaluate the potential of educational robotics in learning physical concepts; to develop skills and competencies of physics students for problem-solving. With the analysis of the documents submitted and observations of the students' responses about physics concepts before the application of the product, it was demonstrated that the PBL approach contributed to the acquisition of Physics concepts and showed a significant improvement in problem-solving. This improvement was demonstrated both in the way of approaching the problems that arose during the project's execution and in the speed with which solutions were found. Another point that was also verified was the autonomy that some students showed at the end of the project. The main product that emerged from the application was a book that presents a guide for the use of the ESP32 microcontroller by physics educators, from the installation of programs, data acquisition through the internet, and visualization of data in real-time graphs. Another contribution that the thesis brought was the construction of a web platform that allows teachers and students to interact with the rover, analyzing telemetry graphs to investigate possible causes for the values observed in the graphs. This platform is available through the address labtec28.info.

Keywords: educational robotics; project based learning; physics education; microcontrollers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ônibus espacial Atlantis partindo para a última missão em 2011.	15
Figura 2 - Imagem do Rover Curiosity operando desde 2012 no solo marciano.....	18
Figura 3 - Nuvem de palavras obtidas após análise de termos mais recorrentes na bibliografia em português avaliada sobre Aprendizagem Ativa.....	24
Figura 4 - Nuvem de palavras obtidas após análise de termos mais recorrentes na bibliografia em inglês avaliada sobre Aprendizagem Ativa	25
Figura 5 - Nuvem de palavras obtidas com base no filtro aplicado para Simulação e Educação.	37
Figura 6 - Representação de uma placa de desenvolvimento Arduino UNO	52
Figura 7 - Vista superior do ESP8266.	53
Figura 8 - ESP32 visualmente muito semelhante ao ESP8266 mas com poder de processamento e disponibilidades de GPIOs que permitem operar tanto com variáveis digitais como analógicas	53
Figura 9 - Nomes que as equipes escolheram para se identificar durante o projeto.	60
Figura 10 - Imagem de exemplo das aulas de introdução a programação com Arduino.....	61
Figura 11 - Imagem de uma hipótese apresentada no Vídeo em que os participantes testam se o lago realmente é plano.	62
Figura 12 - Imagem utilizada para auxiliar os alunos na primeira conexão entre protoboard, componentes e Arduino	63
Figura 13 - Código para fazer com que o LED pisque.....	63
Figura 14 - Apresentação de uma atividade na qual os alunos observaram o funcionamento de um circuito controlado com Arduino.....	64
Figura 15 - Imagem do objetivo da atividade, que foi a construção de um semáforo, incluindo a sinalização do pedestre.....	65
Figura 16 - Experimento investigativo	66

Figura 17 - Arranjo experimental, onde foi desenvolvido atividade de leitura de sensor e registro em cartão sd	67
Figura 18 - Verificação do processo de carga de bateria através de fonte solar.....	69
Figura 19 - Apresentação dos rovers durante a Semana da Física em 2019.....	70
Figura 20 - Um registro dos participantes da turma do Terceiro Ano do Curso de Licenciatura em Física da UEPG no Laboratório L28	72
Figura 21 - Registro do teste de funcionamento do paraquedas	73
Figura 22 - Registro dos alunos do terceiro ano da Licenciatura desenvolvendo atividades de programação	74
Figura 23 - Teste de lançamento e avaliação dos dados	74
Figura 24 - Teste do mecanismo de abertura do paraquedas.	75
Figura 25 - Capa do caderno didático da compilação das notas de aulas em decorrência da aplicação da APB	77
Figura 26 - Imagem do caderno didático apresentando os passos necessários para realizar o download da IDE do Arduino no site oficial	78
Figura 27 - Imagem do caderno didático apresentando os passos necessários para realizar o download da IDE do Arduino no site oficial	79
Figura 28 - Instruções para download e instalação do Xampp.....	80
Figura 29 - Instruções para instalação do Grafana.....	81
Figura 30 - Montagem do Rover sobre um chassi de tanque, contendo os sensores trabalhados em sala de aula	82
Figura 31 - Rover melhorado para transportar mais baterias e painel solar	83
Figura 32 - Página inicial da plataforma web labtec28.	84
Figura 33 - Área restrita disponível aos professores que se cadastram na plataforma labtec28.info.....	85
Figura 34 - Área disponível para cadastro de instituições de Ensino que o professor leciona.....	85
Figura 35 - Cadastro dos grupos.....	86
Figura 36 - Cadastro dos Alunos e a associação ao grupo informado pelo professor.	86

Figura 37 - Agendamento de uso da plataforma87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação das vinte (25) palavras mais relevantes na análise dos documentos referentes a Aprendizagem Ativa.....	26
Quadro 2 - Termos buscados na Base Scopus e os resultados obtidos	28
Quadro 3 - Número de ocorrência de palavras-chave nos artigos analisados	30
Quadro 4 - Relação dos Artigos filtrados com Simulação e Educação	31
Quadro 5 - Classificações da Pesquisa.....	54
Quadro 6 – Local de Realização do Ensino Médio.....	57
Quadro 7 – Incidência da realização de Feira de Ciências nas escolas	57
Quadro 8 – Levantamento de Temas.....	57
Quadro 9 – Missões tripuladas à Lua.....	58
Quadro 10 – Levantamento de experimentos durante uma missão espacial na Lua.	58
Quadro 11 – Como é realizada a medida da distância da Terra Luz	59

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
CAE	Computer Aided Engineering
Café	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
GPIO	General Purpose Input/Output
ISS	International Space Station
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NLTK	Natural Language Processing
PBL	Problem Based Learning
PCN	Parâmetros curriculares nacionais
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
NASA	National Aeronautics and Space Administration

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa.....	19
1.2 Questão-problema e objetivos	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 Análise dos resultados da pesquisa nas bases	29
3 REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADOS EM PROJETOS	38
3.1 Aprendizagem ativa.....	40
3.2 Aprendizagem baseada em projetos	43
3.3 Aprendizagem baseada em projetos e robótica educacional	46
4 ENSINO DE TEMAS DE FÍSICA POR MEIO DE MICROCONTROLADORES ..	49
4.1 Microcontroladores	50
5 METODOLOGIA	54
6 APLICAÇÃO DO PRODUTO	56
6.1 Aplicação na turma de primeiro ano de licenciatura em Física na UEPG .	56
6.2 Aplicação da ABP no terceiro ano de licenciatura em Física na UEPG	70
7 OS PRODUTOS EDUCACIONAIS	76
7.1 Guia de programação ESP32	76
7.2 Plataforma web LABTEC28.INFO	82
8 CONCLUSÕES	88
REFERÊNCIAS.....	94
ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA UTFPR	98

1 INTRODUÇÃO

Há 53 anos, o primeiro astronauta pisou na Lua e proferiu uma frase curta, mas extremamente significativa para a realização desse feito: "Este é um pequeno passo para o homem, mas um salto gigantesco para a humanidade" (Armstrong, 1969). Os efeitos desse acontecimento na humanidade são incalculáveis, já que todo o preparo e desenvolvimento tecnológico necessário para essa caminhada trouxe inúmeros avanços científicos em eletrônica, alimentação e qualidade de vida.

Nas escolas, aprendemos sobre diversos assuntos através das disciplinas, mas nem sempre são feitas contextualizações apropriadas para cada tema. Por exemplo, em Física, a Velocidade de Escape é definida como a velocidade na qual a energia cinética de um corpo é igual em magnitude à sua energia potencial em um campo gravitacional, permitindo que um objeto escape da força gravitacional e siga em direção ao espaço. Embora livros de Física frequentemente apresentem imagens de lançamentos de ônibus espaciais, como a figura mostrada na Figura 1, muitas vezes não fica claro qual a quantidade de energia necessária para acelerar um objeto tão grande quanto o ônibus espacial Atlantis.

Figura 1 - Ônibus espacial Atlantis partindo para a última missão em 2011



Fonte: BBC (2011).

Durante o meu ensino fundamental, frequentei exclusivamente escolas públicas que tinham salas de laboratório. No entanto, durante os oito anos em que estive matriculado, só tive a oportunidade de ir ao laboratório duas vezes, já que a

maior parte do tempo as salas ficavam fechadas e eu só podia ver o seu interior pela janela.

Mais tarde, quando estava pronto para ingressar no ensino médio, ingressei em uma instituição privada como bolsista, que oferecia cursos técnicos integrados com foco no vestibular. Durante os três anos de estudo, nunca tivemos a oportunidade de realizar práticas em laboratório. O foco era exclusivamente no conteúdo teórico.

Como mencionado nos parágrafos anteriores, durante todos os anos em que frequentei as séries iniciais, tive pouco contato com experimentação. Talvez os professores que tive nessa época tenham tido uma formação predominantemente teórica, mas isso não deveria impedir que fossem utilizados métodos práticos para trazer os tópicos de ciência para o cotidiano dos alunos.

Lembro-me de quando recebi meu extrato de matrícula e descobri que teria duas aulas semanais de Física experimental. Foi só quando comecei a frequentar as aulas que tive meu primeiro contato com a experimentação. Vi vários experimentos automatizados de Mecânica no laboratório, mas na época não entendia por que não os utilizávamos para realizar as práticas.

Algum tempo depois, entendi que as atividades que envolviam o uso correto de instrumentos de medida eram essenciais para me preparar para lidar com diferentes situações. Compreendi que a capacidade de um físico dominar ferramentas e instrumentos é crucial para a construção adequada de equipamentos de pesquisa e, no meu caso, para a automação de experimentos nos quais posso calibrar os equipamentos e determinar sua precisão. Dessa forma, me tornei, não apenas um usuário comum de tecnologia, mas alguém que é capaz de avaliar corretamente as medidas realizadas.

Embora o ensino médio não apresente o mesmo nível de profundidade e rigor dos tópicos abordados na graduação, atividades experimentais poderiam proporcionar uma maior compreensão sobre a natureza dos fenômenos observáveis.

Essa compreensão é crucial para entender os eventos atuais na área de ciência, como a capacidade de empresas privadas de levar astronautas à Estação Internacional com a “Space X” e a “Blue Origin”, que realizou passeios espaciais, além da viagem do “Capitão Kirk” (William Shatner), em 13 de outubro de 2021, tornando-se a pessoa mais velha a ir ao espaço aos 90 anos. Durante as transmissões dessas missões, podemos acompanhar em tempo real a telemetria

(medição de dados de maneira remota) de variáveis como velocidade, aceleração gravitacional, altitude, entre outras.

Os dados foram transmitidos em tempo real e serviam como meio de informar sobre o comportamento das naves durante o trajeto realizado possibilitando compará-los com as trajetórias teóricas. Compreender as grandezas envolvidas, por exemplo, a velocidade necessária para um voo sub orbital ou para chegar até a Estação Espacial Internacional (ISS), a aceleração, a temperatura, a taxa de consumo de combustível que gera o empuxo necessário para que um foguete realize seu movimento, as leis da Física que explicam o movimento em parábola observado na trajetória do foguete da Blue Origin e porque há um valor limite para escapar da gravidade terrestre.

É algo fascinante acompanhar e observar a grandiosidade desse feito da engenharia, permitindo que novas empresas possam levar pessoas ao espaço. Infelizmente, é algo que acaba sendo muito restrito, devido aos altos custos envolvidos em uma viagem como essa.

O meu gosto pela ciência é algo que carrego desde a infância, quando tive a oportunidade de crescer assistindo ao “O Mundo de Beakman”, um programa divertido que explicava os fenômenos científicos que vivenciamos. Certamente, isso influenciou a forma como apresento minhas aulas hoje e também em eventos de divulgação científica por meio de projetos de extensão universitária, onde apresento as explicações científicas por trás dos fenômenos observados.

Durante a graduação, descobri que Beakman não foi o primeiro a se aventurar na divulgação e explicação dos fundamentos científicos por trás dos fenômenos observados e outros previstos por meio de modelos matemáticos. Alguns cientistas se propuseram a levar esse conhecimento científico à população em geral. Esse tipo de transposição didática remonta a 1855, com Michael Faraday, quando assumiu o laboratório do Royal Institution de Humphry Davy. Ele iniciou um conjunto de palestras anuais sobre ciência para jovens, que continua até os dias atuais.

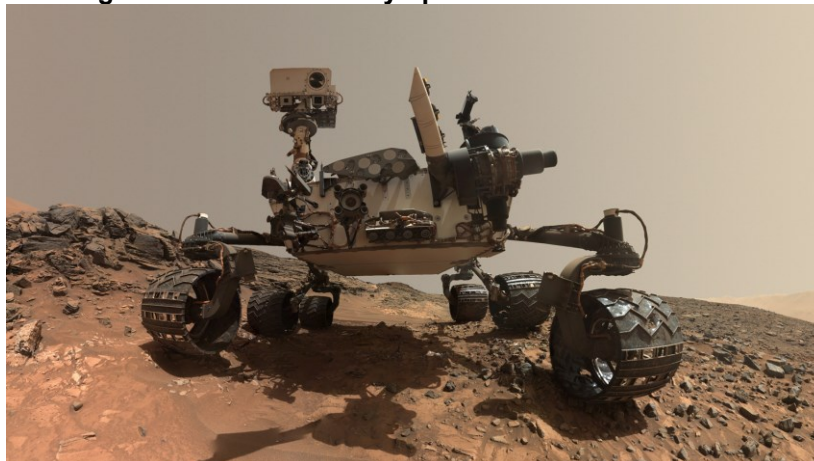
Na década de 70, Carl Sagan e sua esposa Ann Druyan produziram, por meio da KCET e da Carl Sagan Productions, em associação com a BBC e a Polytel International, a série Cosmos, que foi transmitida na PBS em 1980. Um exemplo da amplitude e eficácia que a divulgação científica pode alcançar por meio audiovisual, quando é construída por uma personalidade carismática como Carl Sagan e com os meios técnicos adequados. Essa série inspirou muitos jovens a seguir a carreira

científica, incluindo outros grandes cientistas, como o astrônomo Neil de Grasse Tyson, que teve a oportunidade de conhecer Carl Sagan e, atualmente, apresenta a nova versão da série Cosmos. Em um dos episódios, Neil de Grasse Tyson conta uma história sobre como teve a oportunidade de passar um dia com Carl Sagan e como esse momento, pequeno, mas intenso, definiu o futuro que escolheu para si.

Muitos de nós, professores, temos o poder de criar situações semelhantes àquela descrita por Neil de Grasse Tyson quando ouvimos e acolhemos um aluno com alguma dúvida ou desejo de construir um experimento. É por meio desse trabalho que podemos levar conteúdos importantes sobre ciência à população que não teve contato com os conceitos envolvidos. Essas ações também possibilitam despertar o interesse de crianças e adultos por conteúdos científicos.

Acredito que muitas pessoas já se perguntaram como funciona a comunicação entre um Rover, como o Curiosity, projetado para explorar a cratera Gale em Marte como parte da missão Mars Science Laboratory, operada pela NASA. Lançado em 26 de novembro de 2011, o equipamento ainda está em atividade até hoje, percorrendo a superfície marciana a uma velocidade máxima de 0,14 Km/h e custando 2,5 bilhões de dólares em 2012. A Figura 2 reproduz o Rover Curiosity, disponível no site da NASA.

Figura 2 - Imagem do Rover Curiosity operando desde 2012 no solo marciano



Fonte: NASA (2020).

No entanto, a comunicação entre a NASA e o Rover não ocorre em tempo real. Leva aproximadamente 15 minutos ou 900 segundos para que as instruções enviadas da equipe em solo cheguem ao computador de bordo do Rover e sejam processadas. Isso torna impossível controlar o Rover em tempo real, como se fosse um carro de controle remoto aqui na Terra.

Para que o Rover possa se mover e realizar as medições necessárias, a equipe em solo envia um conjunto de instruções recebidas e processadas pelo computador de bordo. Com a ajuda de sensores e câmeras, o Rover analisa o terreno em frente para evitar obstáculos. Mesmo com instruções detalhadas, o Rover ainda precisa verificar se a instrução enviada é possível de ser executada com base no que ele pode receber de telemetria.

Em sala de aula, questionei meus alunos sobre essa comunicação, e muitos não imaginavam que havia essa demora na transmissão. Eles não entendiam por que a comunicação não era instantânea, já que a velocidade da luz é “grande”. Quando explicamos a eles a distância entre os planetas e o tempo que leva para um sinal viajar até lá e voltar à Terra, a realidade da situação os assustou.

A tese teve origem na necessidade de introduzir uma abordagem de ensino que permitisse aos estudantes experimentar tarefas como a construção de um dispositivo experimental capaz de realizar tarefas à distância, respondendo a valores de sensores ou executando instruções por meio de controle remoto. Dessa forma, todas as atividades realizadas durante a implementação do projeto possibilitaram incentivar os alunos a propor soluções para os problemas enfrentados tanto em programação quanto na compreensão da física envolvida nos sensores.

Além disso, os alunos do primeiro ano do curso de Licenciatura em Física da UEPG tiveram a oportunidade de ter contato com as quatro grandes áreas da Física, construindo um conjunto de medidas experimentais com o uso de um microcontrolador e registrando esses dados para análises posteriores.

1.1 Justificativa

Quando estava no Ensino Médio, senti falta de atividades que mostrassem onde as equações que estávamos estudando eram aplicadas no cotidiano, e até mesmo me desafiassem a resolver problemas práticos. Havia uma desconexão entre a teoria apresentada em sala de aula e sua aplicação contextualizada.

Com a criação do produto e sua aplicação com alunos de graduação, pude mostrar a importância de contextualizar a teoria em atividades nas quais os estudantes trabalhavam em equipe em projetos de desenvolvimento. A Física é uma área fundamental da ciência, pois além de explicar fenômenos, é uma área de

pesquisa básica e aplicada que traz avanços significativos em dispositivos e na qualidade de vida.

Muitos estudantes de graduação, ao ingressar no curso, não têm uma visão geral sobre todas as áreas em que o físico pode atuar, além do que está por vir durante a graduação. Quando vão lecionar, muitas vezes não conseguem realizar uma transposição didática que possa contribuir para a melhor compreensão dos fenômenos estudados.

No primeiro ano, foi proposto um contato com todas as áreas da Física, não com a profundidade que cada tópico requer, mas com abordagens em Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade e Física Moderna. O objetivo foi de trazer aos alunos perspectivas sobre as disciplinas que estão por vir e despertar sua curiosidade para compreender mais amplamente como a Física interpreta um determinado fenômeno.

Para tornar essa abordagem possível, propôs-se uma atividade relacionada aos 50 anos da missão Apollo XI para os alunos da primeira série, por meio da teoria de Aprendizagem Baseada em Projeto, que será apresentada em um capítulo posterior, e um projeto relacionado ao lançamento de foguetes para os alunos do terceiro ano de Licenciatura em Física.

O projeto, criado com o objetivo de utilizar sensores e microcontroladores de baixo custo, como o Arduino e o ESP32, possibilitou abordar a programação por meio de plataformas open source (código aberto), como a IDE do Arduino, e entender como a física torna possível que o dispositivo estabeleça um valor que possa ser comparado com situações reais para tomadas de decisão.

A princípio, adquiriu-se um chassi de tanque para automação, empregado para construir o rover em sala de aula. Alternativamente poder-se-ia utilizar um carrinho de controle remoto desmontável e ajustado para reproduzir um Rover com telemetria. Caso essa abordagem não seja possível, o mesmo conjunto de sensores possibilita construir, por exemplo, uma central meteorológica de baixo custo.

Todas as demais interações para análises de dados podem ser realizadas utilizando uma grande quantidade de ferramentas, como a plataforma Cayenne Devices, na qual os alunos podem habilitar uma conta gratuita e acompanhar os dados enviados pelos microcontroladores em modo síncrono, nos mesmos moldes do aplicado no produto desta tese. Dessa forma, sua aplicação e reprodução em ambientes educacionais são viáveis.

1.2 Questão-problema e objetivos

Com base no que foi apresentado nos parágrafos anteriores, o problema de pesquisa é o seguinte: qual é a potencialidade do uso de metodologias ativas na formação de professores e na utilização da ABP na pesquisa e resolução de problemas em Física e Computação?

Para responder ao problema apresentado, a proposta é o desenvolvimento de uma sequência didática que tem como base a aprendizagem baseada em projetos (ABP) para o ensino de conceitos de Física, tendo como sujeitos da pesquisa os estudantes dos cursos de Física da UEPG. A ABP é um processo com enorme potencial de aplicação no ensino de Física e Ciências, permitindo um trabalho interdisciplinar.

Para efetivar a abordagem ABP, propôs-se como projeto desenvolvido pelos sujeitos da pesquisa um Rover ou uma Sonda, inspirada no fato histórico dos 50 anos da missão Apollo 11, que permitiu a primeira caminhada humana na lua. A partir da Apollo 15, começou-se a utilizar Rovers para auxiliar na exploração. Outros veículos controlados à distância já haviam sido enviados para outros corpos celestes.

Nesse contexto, temos as seguintes afirmações:

- Uma metodologia de ensino ativa contribui para a aquisição de habilidades e competências de futuros professores e cientistas relacionadas à resolução de problemas.
- A aprendizagem baseada em projetos com temáticas focadas na tecnologia e na ciência é um método de ensino efetivo para tratar de temas que envolvem interdisciplinaridade.

Assim, o objetivo principal do presente trabalho foi avaliar a efetividade do método ABP para a aprendizagem de conceitos de Física pelos sujeitos da pesquisa, bem como despertar habilidades computacionais por meio da construção de um rover.

Como objetivos específicos complementares ao trabalho desenvolvido, temos:

- Avaliar a potencialidade da robótica educacional na aprendizagem de conceitos físicos;
- Desenvolver competências e habilidades em alunos dos cursos de Física para a resolução de problemas;
- Avaliar se o uso de recursos tecnológicos permite que os sujeitos da pesquisa se apropriem de novos conhecimentos de física, informática e eletrônica com base nas atividades desenvolvidas.

No Capítulo 2, é realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, abordando conceitos de aprendizagem ativa e ensino baseado em projetos, além de discutir a importância do uso de tecnologias no ensino de ciências.

No Capítulo 3, é feita uma revisão da literatura sobre o ensino aprendizagem baseada em projetos, apresentando estudos sobre a metodologia e sua aplicação em diferentes áreas do conhecimento. Ainda no capítulo é discutido o conceito de aprendizagem ativa, destacando sua importância para o desenvolvimento de habilidades dos estudantes e o papel do professor como facilitador do processo de aprendizagem.

No Capítulo 4, é apresentado o uso do microcontrolador Arduino como ferramenta para o ensino de temas de física, apresentando a importância da tecnologia na educação e a aplicação prática do uso do dispositivo em sala de aula.

No Capítulo 5, é apresentada a metodologia utilizada na pesquisa, que envolveu a aplicação de projetos educacionais com o uso do microcontrolador Arduino.

No Capítulo 6, é realizada a aplicação do produto, ou seja, a aplicação prática dos projetos educacionais em sala de aula, com o objetivo de verificar sua eficácia no processo de aprendizagem dos estudantes.

No Capítulo 7, são apresentados os produtos educacionais desenvolvidos durante a pesquisa, incluindo materiais didáticos e projetos educacionais para o ensino de física com o uso do microcontrolador Arduino.

Por fim, no Capítulo 8, são apresentadas as conclusões da pesquisa, destacando a importância do ensino baseado em projetos e da utilização de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem de física, além de apresentar as contribuições e limitações da pesquisa realizada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o intuito de estabelecer um referencial teórico sólido que destacasse a natureza inovadora da presente tese de doutorado, optei por empregar duas ferramentas. A primeira delas consistiu no desenvolvimento de um programa em Python que visava extrair termos específicos da área de Aprendizagem Ativa, utilizando um conjunto de livros e artigos como entrada.

Ao longo do processo de análise, os documentos foram convertidos em arquivos de texto e, por meio de bibliotecas especializadas em processamento de linguagem natural, foi possível identificar os termos mais frequentes através de nuvens de palavras. Uma das vantagens dessa abordagem foi a capacidade do programa escrito em Python em analisar textos em português e inglês, direcionando a escolha das palavras utilizadas na pesquisa nas bases científicas. Cabe ressaltar que, apesar de ambos os textos abordarem a Aprendizagem Ativa, houve diferenças na frequência de palavras relacionadas ao tema nos dois idiomas.

Os termos mais frequentes obtidos a partir da nuvem de palavras foram utilizados para compor um conjunto de palavras que empregado nas bases de pesquisa e analisado pela segunda ferramenta, o Bibliometrix¹.

Bibliometrix é uma ferramenta de análise bibliométrica que utiliza a linguagem de programação R para auxiliar na análise de dados bibliográficos. A bibliometria é uma área da ciência da informação que se dedica a quantificar e analisar a produção científica e suas características, por meio da análise de publicações e citações em artigos, livros, entre outros.

Com o Bibliometrix, é possível realizar análises de redes de coautoria, identificar os principais autores e instituições em determinada área de pesquisa, analisar a evolução temporal da produção científica, além de outras análises bibliométricas. A ferramenta pode ser útil para pesquisadores que desejam compreender melhor a produção científica em determinada área, identificar tendências e direcionar suas próprias pesquisas de forma mais estratégica.

¹ <https://www.bibliometrix.org/home/>

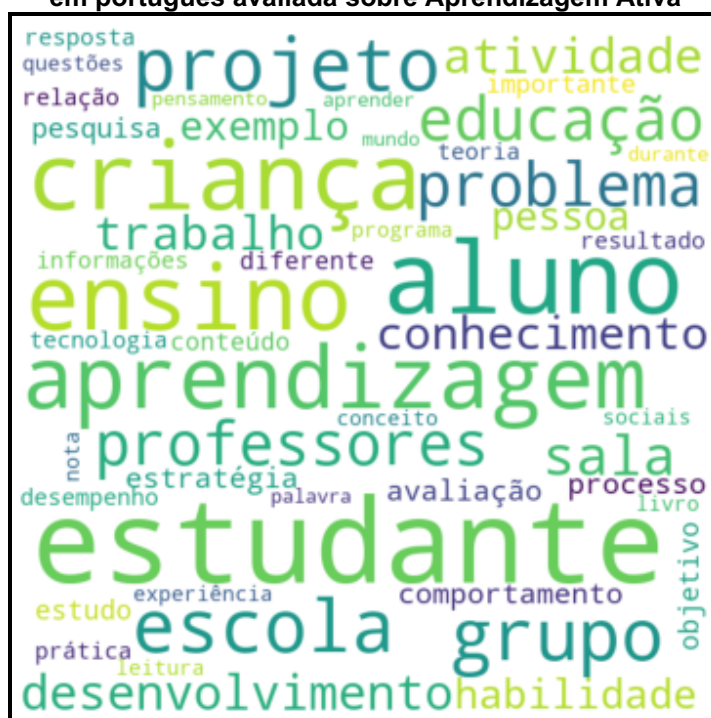
Com isso, foi possível realizar uma busca consistente nas bases de pesquisa, tomando cuidado para utilizar o mesmo conjunto de palavras em todas as pesquisas. Os valores obtidos são mostrados em Quadros nos próximos tópicos.

Além disso, outra abordagem utilizada para definir as palavras-chave nas buscas nas bases científicas e construir um referencial teórico consistente com a pesquisa foi analisar o conteúdo de e-books e artigos sobre “Aprendizagem Ativa” por meio de uma ferramenta em Python para análise de textos. A análise buscou identificar conjuntos de palavras-chave mais relevantes que surgem em análises de bibliografias nacionais e internacionais. As bibliotecas utilizadas foram as seguintes:

- nltk (Natural Language Processing) - Processamento de Linguagem Natural
- wordcloud - Nuvem de palavras
- matplotlib - Biblioteca de softwares para criação de gráficos e visualizações de dados em geral
- tqdm - Barra de progresso

O resultado a seguir, na Figura 3, mostra através de uma nuvem de palavras o resultado obtido para a literatura em português, a fim de evidenciar a relevância das palavras obtidas para o idioma português.

Figura 3 - Nuvem de palavras obtidas após análise de termos mais recorrentes na bibliografia em português avaliada sobre Aprendizagem Ativa

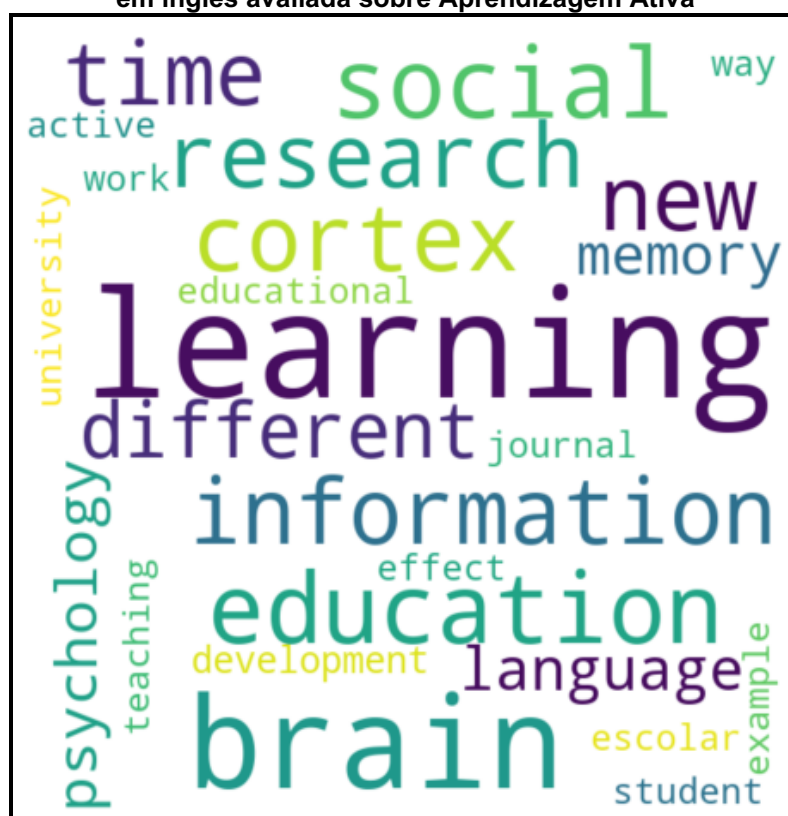


Fonte: Autoria própria (2022).

Com base nos resultados apresentados na Figura 3, em forma de nuvem de palavras, é possível observar que as palavras mais recorrentes quando se busca por Aprendizagem Ativa são "estudantes", "ensino", "aprendizagem", "problema" e "projeto". Além disso, surgem em menor intensidade palavras como "comportamento", "processo", "avaliação", "trabalho", "habilidade" e "desenvolvimento".

De maneira análoga, foi realizado o mesmo procedimento para a literatura em inglês. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 4.

Figura 4 - Nuvem de palavras obtidas após análise de termos mais recorrentes na bibliografia em inglês avaliada sobre Aprendizagem Ativa



Fonte: Autoria própria (2022).

A partir dela, é possível observar que "learning", "brain", "education" e "research" são exemplos de palavras mais recorrentes na literatura. O conjunto de palavras com menor intensidade, porém, ainda bastante significativo devido à quantidade de vezes que aparecem, diverge bastante do obtido em português.

O conjunto analisado contém 66 documentos, entre ebooks e artigos, e, dessa forma, foi possível identificar possíveis combinações para pesquisa nas bases

científicas. No Quadro 1, são apresentadas, lado a lado, as 25 primeiras palavras mais relevantes encontradas, na primeira coluna as palavras encontradas e na segunda coluna o percentual de relevância de cada uma.

Quadro 1 - Relação das vinte (25) palavras mais relevantes na análise dos documentos referentes a Aprendizagem Ativa

	<i>Total de palavras únicas português:</i>	65769	<i>Total de palavras únicas inglês:</i>	13591
1	Estudantes	15%	learning	38%
2	Ensino	10%	Brain	25%
3	aprendizagem	9%	education	14%
4	Alunos	9%	Social	14%
5	Crianças	7%	Córtex	13%
6	Professores	6%	information	13%
7	Educação	6%	research	12%
8	desenvolvimento	5%	Also	12%
9	Sala	5%	New	12%
10	Escola	5%	different	11%
11	Problemas	4%	language	11%
12	Trabalho	4%	memory	10%
13	Avaliação	4%	psychology	10%
14	Projeto	4%	development	10%
15	Habilidades	4%	Time	10%
16	Exemplo	4%	University	9%
17	Grupo	4%	Teaching	9%
18	conhecimento	4%	Active	9%
19	Criança	3%	Jornal	8%
20	Aluno	3%	Student	8%
21	Atividades	3%	Escolar	8%
22	comportamento	3%	educational	8%
23	Pesquisa	3%	Example	8%
24	Estratégias	3%	Behavior	8%
25	Informações	3%	Work	8%
26	Estudante	3%	Cognitive	8%

Fonte: Autoria própria (2022).

O Quadro apresenta a frequência de palavras-chave mais utilizadas em textos relacionados a educação, tanto em português quanto em inglês. É possível observar que as palavras "learning" e "education" são as mais presentes na língua inglesa, representando 38% e 14%, respectivamente. Já em português, a palavra "estudantes" é a mais frequente, representando 15% das palavras únicas, seguida por "ensino" com 10% e "aprendizagem" com 9%.

Os resultados indicam uma diferença na forma como as línguas abordam a temática educacional, sendo que a língua inglesa possui uma ênfase maior em aprendizagem e educação, enquanto em português há uma maior presença de palavras relacionadas a estudantes e ensino. É possível observar ainda a presença de palavras relacionadas a desenvolvimento, habilidades, estratégias, pesquisa e avaliação em ambas as línguas, o que sugere uma abordagem mais abrangente sobre a educação.

O levantamento bibliográfico sobre o tema abordado na tese foi realizado por meio de uma pesquisa nas bases científicas da CAPES, utilizando o acesso CAFE. A elaboração das atividades com os alunos foi baseada na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

Para isso, o conjunto de palavras-chave utilizado evoluiu durante as pesquisas, de acordo com a análise dos resultados obtidos a cada grupo de palavras testadas. A pesquisa foi realizada nas seguintes bases: Scopus e Web of Science. A seguir, serão apresentadas as palavras-chave testadas, lembrando que os termos foram traduzidos para o inglês para a correta utilização nas bases. A escolha das bases para pesquisa baseou-se na possibilidade de análise por meio da biblioteca Bibliometrix, que está disponível para instalação no IDE RStudio².

O produto planejado é um ambiente que apresente em tempo real os dados obtidos da telemetria de sensores, permitindo que os alunos que participam da atividade analisem os valores apresentados por meio de um dashboard e identifiquem questões importantes relacionadas ao clima, radiação e outros dados. Portanto, todos os termos utilizados na pesquisa para levantamento de publicações que envolvam essa forma de trabalho foram pesquisados nas principais bases de conhecimento.

No Quadro 2, temos os resultados obtidos para um grupo de palavras-chave nas bases Scopus e Web of Science.

² Pacote para a linguagem R para pesquisa quantitativa e bibliométrica. Permite o mapeamento científico através de análises quantitativas e estatísticas de publicações.

Quadro 2 - Termos buscados na Base Scopus e os resultados obtidos

Pesquisa na base	Tradução	Scopus	Web of Science
"PBL" and "physics" and "Space Exploration"	"ABP" e "Física" e "Exploração espacial"	0	3
"PBL" and "Space Exploration"	"ABP" e "Exploração espacial"	2	14
"Project-Based Learning" and "physics" and "exploration"	"Aprendizagem baseada em projetos" e "Física" e "exploração"	3	0
"Project-Based Learning" and "physics" and "exploration" and "space"	"Aprendizagem baseada em projetos" e "física" e "exploração" e "espaço"	0	0
"Physics" and "simulation" and "PBL"	"Física" e "simulação" e "ABP"	201	448
"physics" and "simulation" and "PBL" and "rover"	"Física" e "simulação" e "ABP" e "rover"	0	0
"simulation" and "PBL" and "rover"	"Simulação" e "ABP" e "rover"	0	1

Fonte: Autoria própria (2022).

O Quadro apresenta os resultados de busca de quatro termos-chave em diferentes bases de pesquisa: Scopus e Web of Science. A primeira coluna indica a pesquisa realizada, a segunda coluna apresenta a tradução dos termos-chave utilizados, a terceira e quarta colunas apresentam o número de resultados encontrados na base Scopus e na Web of Science, respectivamente.

Observando os resultados, pode-se perceber que a busca por "PBL" e "physics" e "Space Exploration" na base Scopus não retornou nenhum resultado, enquanto na Web of Science foram encontrados três resultados. Já a busca por "PBL" e "Space Exploration" resultou em dois resultados na base Scopus e 14 na Web of Science.

Na terceira pesquisa, "Project-Based Learning" and "physics" and "exploration", a tradução dos termos-chave foi utilizada em português e retornou três

resultados na base Scopus e nenhum resultado na Web of Science. Na última pesquisa, que incluiu o termo "space", não foram encontrados resultados em nenhuma das bases.

Por fim, a busca por "physics" and "simulation" and "PBL" resultou em 201 resultados na base Scopus e 448 na Web of Science, enquanto a inclusão do termo "rover" não retornou resultados em nenhuma das bases. A última pesquisa, que incluiu apenas os termos "simulation", "PBL" e "rover", resultou em um resultado na Web of Science.

Em geral, os resultados sugerem que a combinação de termos-chave utilizados pode influenciar significativamente os resultados de uma pesquisa, e que a escolha da base de pesquisa também pode afetar os resultados obtidos. Além disso, a presença ou ausência de resultados em determinada base não significa necessariamente que o assunto pesquisado não é relevante ou não tem sido estudado.

Os resultados obtidos na pesquisa nas bases comprovam que uma abordagem como a desenvolvida na presente tese não existe, o que demonstra o caráter inovador e principalmente, inédito do produto desenvolvido.

2.1 Análise dos resultados da pesquisa nas bases

Com os resultados obtidos nas bases de dados da Scopus e Web of Science, podemos extrair as seguintes observações descritas nos próximos parágrafos.

Na base Scopus, o primeiro conjunto de palavras que obteve resultado foi "PBL" e "Space Exploration" (ABP e Exploração Espacial), com dois resultados. O primeiro, "University-based Interdisciplinary Space Lab: Designing for Astronaut Health and Wellbeing", refere-se a projetos relacionados ao bem-estar dos astronautas. O segundo resultado, "Effect of Hindlimb Suspension Simulation of Microgravity on In Vitro Immunological Responses", trata do efeito da simulação de suspensão dos membros posteriores na microgravidade.

O conjunto de palavras "Project-Based Learning", "Physics" e "Exploration" obteve três resultados. O primeiro resultado, "An Innovative Low-Cost Educational Underwater Robotics Platform for Promoting Engineering Interest among Secondary

School Students", aborda uma plataforma de robótica educacional de baixo custo para promover o ensino das engenharias. O segundo resultado, "Exploration on Ethnomathematics Phenomena in Kudus Regency and its Optimization in Mathematics Learning", pode ser traduzido para o português como "Exploração de Fenômenos Etnomatemáticos na Regência de Kudus e sua Otimização no Ensino da Matemática". O terceiro resultado está relacionado também à exploração subaquática e STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática).

O conjunto de palavras que obteve a maior quantidade de resultados foi "Physics", "Simulation" e "PBL", com 201 resultados. Utilizando o Bibliometrix para investigar os temas presentes nos documentos, podemos apresentar as seguintes informações:

Os números obtidos são mostrados no Quadro 3.

Quadro 3 - Número de ocorrência de palavras-chave nos artigos analisados

Words	Tradução	Ocorrências
30 eather forecasting	previsão do tempo	104
boundary layer	camada limite	87
parameterization	Parametrização	78
boundary layers	camadas limite	63
planetary boundary layers	camadas limite planetárias	47
computer simulation	simulação de computador	45
sensitivity analysis	análise sensitiva	37
air quality	qualidade do ar	31
simulation	Simulação	31
China	China	29
weather research and forecasting models	modelos de pesquisa e previsão do tempo	29
Article	Artigo	28
atmospheric thermodynamics	termodinâmica atmosférica	28
Ozone	Ozônio	22
Aerossol	Aerossol	20
climate modeling	modelo climático	20
numerical model	modelo numérico	20
meteorology	Meteorologia	19
Wind	Vento	18
education	Educação	17

Fonte: Autoria própria (2022).

Aplicando um filtro nos resultados de simulação e educação, restaram 17 referências dos 201 resultados iniciais. Como o objetivo da tese é ser um

instrumento de ensino, os critérios de inclusão para análise foram a presença de palavras-chave relacionadas ao ensino, simulação em física ou informática, e metodologias ativas ou aprendizagem baseada em projetos.

Os trabalhos excluídos não tinham relação direta com o ensino, sendo principalmente pesquisas aplicadas. O resultado obtido está apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Relação dos Artigos filtrados com Simulação e Educação

<i>Título Original</i>	Tradução	Ano
<i>Sensitivity of typhoon lingling (2019) simulations to horizontal mixing length and planetary boundary layer parameterizations</i>	Sensibilidade das simulações de tufoon lingling (2019) para comprimento de mistura horizontal e parameterizações de camada de limite planetária	2021
<i>Effect of the problem-based learning (pbl) method with the integration of interactive simulation on the physical sciences conceptual understanding of</i>	Efeito do método de aprendizagem baseada em problemas (pbl) com a integração de simulação interativa no entendimento conceitual de ciências físicas de	2020
<i>Development of e-handout assisted by phet simulation with problem-based learning (pbl) model about momentum conservation law and collision to train st</i>	Desenvolvimento de e-handout assistido por simulação phet com modelo de aprendizagem baseada em problemas (pbl) sobre lei de conservação de momentum e colisão para treinar st	2020
<i>Numerical rainfall simulation of different wrf parameterization schemes with different spatiotemporal rainfall evenness levels in the ili region</i>	Simulação numérica de prejuízos de diferentes esquemas de parametrização wrf com diferentes níveis de equivalência espaciotemporal na região do ili	2019
<i>A different way of level measurement for pbl in education of students using ni-labview, multism and myrio</i>	Uma forma diferente de medição de nível para pbl na educação de estudantes usando ni-labview, multism e myrio	2019
<i>Project-based learning applied in turbopump discipline at ita using 1d and 3d numerical simulations of a booster turbine installed in the space shuttl</i>	Aprendizagem baseada em projetos aplicada na disciplina turbopump no ita utilizando simulações numéricas 1d e 3d de uma turbina booster instalada no space shuttl	2017
<i>Wrf simulation of the heavy rainfall over metropolitan manila, philippines during tropical cyclone ketsana: a sensitivity study</i>	Simulação wrf da chuva forte sobre manila metropolitana, filipinas, durante o ciclo tropical ketsana: um estudo de sensibilidade	2016
<i>The use of problem-based learning in game environments for engineering students</i>	O uso da aprendizagem baseada em problemas em ambientes de jogo para estudantes de engenharia	2014
<i>Development and implementation of an objective structured clinical examination (osce) in cmf-surgery for dental students</i>	Desenvolvimento e implementação de um exame clínico estruturado objetivo (osce) em cmf-cirurgia para estudantes de odontologia	2013
<i>Exploration and implementation of visible simulation the innovative practice teaching on field and wave of electromagnetics</i>	Exploração e implementação da simulação visível a prática inovadora do ensino em campo e onda de eletromagnética	2013
<i>Impacting middle school students' science knowledge with problem-based learning simulations</i>	Impactando o conhecimento de ciências de estudantes do ensino médio com simulações de aprendizagem baseada em problemas	2011

<i>Instructional design and assessment, physical assessment experience in a problem-based learning course</i>	Design instrucional e avaliação, experiência de avaliação física em um curso de aprendizagem baseado em problemas	2011
<i>Development of a severe sand-dust storm model and its application to northwest china</i>	Desenvolvimento de um modelo de tempestade de areia severa e sua aplicação ao noroeste da china	2003
<i>Use of a physical linear cascade to teach systems modelling</i>	Uso de uma cascata linear física para ensinar a modelagem de sistemas	2003
<i>Measuring the effects of problem-based learning on the development of veterinary students' clinical expertise</i>	Medindo os efeitos da aprendizagem baseada em problemas no desenvolvimento da experiência clínica de estudantes de veterinária	1997

Fonte: Autoria própria (2022).

O artigo "Sensitivity of typhoon lingling (2019) simulations to horizontal mixing length and planetary boundary layer parameterizations" aborda a sensibilidade das simulações do tufão Lingling em 2019 à mistura horizontal e às parametrizações da camada limite planetária. O estudo utilizou o modelo de previsão do tempo WRF e analisou a influência de diferentes esquemas de mistura horizontal e parametrizações da camada limite planetária na previsão do tufão. Os resultados mostraram que a escolha desses esquemas afeta significativamente a previsão da trajetória e intensidade do tufão, e que o esquema de mistura horizontal e a parametrização da camada limite planetária devem ser ajustados adequadamente para melhorar a precisão da previsão de ciclones tropicais. Este estudo contribui para a compreensão da dinâmica dos ciclones tropicais e para o aprimoramento das técnicas de previsão de tempo e clima, o que é importante para mitigar os riscos e impactos causados por esses eventos extremos.

O trabalho "Efeito do método de aprendizagem baseado em problemas (PBL) com a integração de simulação interativa na compreensão conceitual das ciências físicas" descreve um estudo que investigou o efeito do método de aprendizagem baseado em problemas (PBL) com a integração de simulação interativa no ensino das ciências físicas. O estudo envolveu alunos do ensino médio e utilizou um questionário para avaliar a compreensão conceitual dos alunos antes e depois da intervenção do PBL. Os resultados indicaram que o PBL com a integração de simulação interativa teve um efeito significativo na melhoria da compreensão conceitual dos alunos em relação às ciências físicas. Isso sugere que a inclusão de PBL e simulação interativa pode ser uma abordagem eficaz para melhorar a compreensão conceitual dos alunos nas ciências físicas.

O artigo "Desenvolvimento de e-handout assistido pela simulação PhET com modelo de aprendizagem baseado em problemas (PBL) sobre a lei de conservação de momento e colisão para treinar estudantes de engenharia" descreve um estudo em que foi desenvolvido um material educacional eletrônico, utilizando a simulação PhET, para o ensino da lei de conservação de momento e colisão em um modelo de aprendizagem baseado em problemas. O estudo foi realizado com estudantes de engenharia, e os resultados mostraram que o material educacional eletrônico e o modelo de aprendizagem baseado em problemas são eficazes para melhorar a compreensão conceitual dos estudantes sobre o tema.

O artigo "Simulação numérica de precipitação pluviométrica de diferentes esquemas de parametrização WRF com diferentes níveis de uniformidade espacial e temporal de precipitação na região de Ili" apresenta um estudo sobre a simulação de precipitação pluviométrica na região de Ili, na China, utilizando diferentes esquemas de parametrização no modelo WRF (Weather Research and Forecasting). Os resultados mostraram que a escolha do esquema de parametrização afeta significativamente a precisão da simulação de precipitação, e que a uniformidade espacial e temporal da precipitação é um fator importante a ser considerado na escolha do esquema de parametrização. Os autores sugerem que é necessário realizar mais estudos para aprimorar a precisão da simulação de precipitação pluviométrica na região de Ili.

O artigo "Project-based learning applied in turbopump discipline at ITA using 1D and 3D numerical simulations of a booster turbine installed in the space shuttle" descreve a aplicação da aprendizagem baseada em projetos (ABP) no ensino de engenharia aeroespacial, especificamente na disciplina de turbo bombas no ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). A ABP foi aplicada em conjunto com simulações numéricas 1D e 3D de uma turbina instalada em um ônibus espacial. Os resultados mostram que a ABP melhorou significativamente o desempenho dos alunos e sua compreensão dos conceitos teóricos, além de ter estimulado o trabalho em equipe e a motivação.

O artigo "Simulação WRF da chuva intensa sobre a região metropolitana de Manila, Filipinas, durante o ciclone tropical Ketsana: um estudo de sensibilidade" trata da análise da sensibilidade das simulações de chuvas intensas na região metropolitana de Manila, Filipinas, durante a passagem do ciclone tropical Ketsana em 2009. Para isso, foi utilizado o modelo de simulação Weather Research and

Forecasting (WRF) com diferentes configurações de parâmetros. Os resultados mostraram que a modelagem com diferentes parâmetros pode afetar significativamente a previsão de chuvas intensas e a distribuição espacial das mesmas. O estudo destaca a importância de se escolher cuidadosamente os parâmetros do modelo de simulação para obter resultados mais precisos em previsões de eventos extremos de chuva.

O trabalho discute o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) em ambientes de jogos para estudantes de engenharia. Os autores afirmam que a PBL pode ser uma abordagem eficaz para melhorar a aprendizagem dos estudantes e sua capacidade de resolver problemas reais no campo da engenharia. O estudo apresenta um jogo específico que foi desenvolvido para ajudar os estudantes a entender e aplicar conceitos de engenharia, bem como melhorar suas habilidades de solução de problemas. Os resultados indicaram que os estudantes que participaram do jogo apresentaram uma melhor compreensão dos conceitos e uma melhoria nas habilidades de solução de problemas em comparação com aqueles que não participaram. Os autores concluem que o uso de jogos para a PBL pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a educação em engenharia e preparar os estudantes para enfrentar os desafios do mundo real.

O artigo "Development and implementation of an objective structured clinical examination (OSCE) in CMF-surgery for dental students" descreve o desenvolvimento e implementação de um exame clínico objetivo estruturado (OSCE) na área de cirurgia crânio-maxilo-facial (CMF) para estudantes de odontologia. O objetivo do estudo foi avaliar a eficácia do OSCE na avaliação da habilidade clínica dos alunos em relação ao conhecimento teórico adquirido. O estudo foi realizado em duas fases: a primeira fase consistiu na elaboração das estações do OSCE e a segunda fase foi a implementação do exame. O estudo concluiu que o OSCE é uma ferramenta eficaz na avaliação da habilidade clínica dos alunos em relação ao conhecimento teórico adquirido e que deve ser utilizado como um método complementar de avaliação no processo de ensino e aprendizagem em odontologia.

O estudo apresenta um estudo sobre o uso de simulações visuais como uma abordagem inovadora no ensino de campo e ondas eletromagnéticas em disciplinas de engenharia. O objetivo é explorar e implementar as simulações visuais no ensino e avaliar sua eficácia em comparação com os métodos tradicionais de ensino. A pesquisa foi realizada com estudantes de engenharia elétrica, que foram divididos

em dois grupos: um que utilizou as simulações visuais e outro que seguiu o método tradicional de ensino. Os resultados mostraram que o grupo que utilizou as simulações visuais obteve os melhores resultados nas avaliações e apresentou maior interesse e participação nas aulas. Conclui-se que as simulações visuais são uma ferramenta eficaz para a aprendizagem de campo e ondas eletromagnéticas em disciplinas de engenharia.

O artigo "Impactando o conhecimento científico de alunos do ensino fundamental com simulações de aprendizagem baseada em problemas" tem como objetivo investigar o impacto do uso de simulações de aprendizagem baseada em problemas no conhecimento científico de alunos do ensino fundamental. Foram realizados experimentos com alunos de escolas públicas dos Estados Unidos, onde os participantes foram divididos em dois grupos: um que recebeu aulas tradicionais de ciências e outro que recebeu aulas com a metodologia de aprendizagem baseada em problemas. Os resultados mostraram que os alunos que receberam a metodologia de aprendizagem baseada em problemas obtiveram um desempenho significativamente melhor no conhecimento científico do que aqueles que receberam aulas tradicionais. Além disso, os alunos que usaram as simulações apresentaram um maior envolvimento e interesse nas aulas de ciências. O estudo sugere que a aprendizagem baseada em problemas com simulações pode ser uma estratégia eficaz para melhorar o ensino de ciências no ensino fundamental.

O artigo "Instructional design and assessment, physical assessment experience in a problem-based learning course" descreve a implementação de um curso de aprendizagem baseada em problemas para ensinar avaliação física em enfermagem. O curso foi desenvolvido seguindo um modelo de design instrucional que incluiu a definição de objetivos de aprendizagem, a criação de casos clínicos baseados em problemas, o desenvolvimento de tarefas para os alunos e a elaboração de um instrumento de avaliação. Os resultados da avaliação indicaram que os alunos que participaram do curso tiveram melhor desempenho nos exames práticos de avaliação física, comparados com os alunos que participaram do curso tradicional de ensino. Além disso, a maioria dos alunos considerou a abordagem de aprendizagem baseada em problemas mais eficaz do que a abordagem tradicional de ensino. O artigo sugere que a aprendizagem baseada em problemas pode ser uma abordagem eficaz para o ensino de habilidades clínicas em enfermagem.

O artigo apresenta o desenvolvimento de um modelo para simular tempestades severas de areia e poeira na região noroeste da China. O modelo foi criado com base em observações de tempestades anteriores e em dados meteorológicos e ambientais. Foram realizados testes para verificar a precisão do modelo, e os resultados foram comparados com dados reais de tempestades. Os autores concluíram que o modelo é capaz de prever com precisão a intensidade e a duração das tempestades, bem como sua área de cobertura. O modelo pode ser útil para prever e gerenciar os impactos ambientais e econômicos das tempestades de areia e poeira na região.

O artigo "Use of a physical linear cascade to teach systems modelling" aborda o uso de um experimento físico de cascata linear para ensinar modelagem de sistemas. O objetivo do experimento foi ilustrar conceitos de dinâmica de fluidos e transferência de calor, permitindo que os estudantes entendam como as equações matemáticas são usadas para descrever o comportamento do sistema. O experimento foi realizado com estudantes de graduação em engenharia mecânica, e os resultados mostraram que o uso da cascata linear física pode ajudar a melhorar a compreensão dos alunos sobre modelagem de sistemas, além de fornecer uma experiência prática e visual para a teoria.

Este artigo tem como objetivo avaliar o impacto da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no desenvolvimento da expertise clínica de estudantes de medicina veterinária. A pesquisa foi realizada com estudantes de dois grupos, um que utilizou a metodologia PBL e outro que utilizou a metodologia tradicional de ensino. Os resultados mostraram que os estudantes que foram submetidos ao ensino baseado em PBL apresentaram um desenvolvimento mais significativo de suas habilidades clínicas em comparação com o outro grupo. Os autores concluem que o PBL pode ser uma metodologia eficaz para o ensino e desenvolvimento da expertise clínica de estudantes de medicina veterinária.

A análise dos trabalhos relacionados ao Quadro 4 permitiram obter um novo conjunto de palavras para contribuir na análise dos artigos selecionados. O conjunto de palavras mais relevantes obtidos dessa análise é mostrada na Figura 5 abaixo.

3 REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADOS EM PROJETOS

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+), a Física possui um conjunto de competências específicas que se espera que o aluno desenvolva ao se formar (PCN+ Ensino Médio, 2006). Essas competências devem permitir a percepção e o manejo dos fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos estabelecidos pela Física.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (PCN+ ENSINO MÉDIO, 2006, p.2).

Mais adiante, o documento estabelece a necessidade de compreensão da linguagem específica da Física e de suas formas de expressão, que incluem quadros, gráficos e relações matemáticas. É importante também que a Física seja vista como um processo histórico, moldado por contribuições culturais, econômicas e sociais, que resultaram no desenvolvimento de diferentes tecnologias.

Além dos conhecimentos que um aluno do Ensino Médio deve adquirir, as teorias de aprendizagem também fornecem subsídios sobre como a aprendizagem deve ocorrer. Entre as teorias de aprendizagem, o autor se identifica com a teoria socioconstrutivista de Vygotsky e as metodologias ativas.

Com essas teorias, busca-se que os alunos possam sentir, observar e validar os conceitos de Física e de métodos computacionais abordados, e principalmente aplicá-los em atividades práticas em sala de aula.

Para Carvalho (1989), é fundamental conhecer como os alunos percebem e compreendem o mundo físico que os cerca, ou seja, como eles veem e explicam os fenômenos fundamentais e qual é a lógica usada por eles na formação espontânea dos conceitos.

Um dos aspectos fundamentais do ensino de Física é conhecer como os alunos percebem e compreendem o mundo físico que os cerca. Isto, em outras palavras, significa conhecer como eles veem e explicam os

fenômenos fundamentais e qual é a lógica usada por eles na formação espontânea dos conceitos. (1989, p. 3).

Moreira (2011) define teoria de aprendizagem como uma forma de organizar sistematicamente o conhecimento, sendo a construção humana que interpreta sistematicamente a área do conhecimento chamada de aprendizagem.

[...] uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem e porque funciona como funciona. (MOREIRA, 2011, p.12).

Ele tenta explicar o que é aprendizagem e por que ela funciona da forma como funciona. Moreira aponta que, embora algumas teorias da aprendizagem, como a teoria de Piaget, não sejam centradas na aprendizagem, elas têm muitas implicações importantes para ela, e muitas vezes são rotuladas como teorias da aprendizagem.

Por exemplo, a teoria de Piaget [...] é uma teoria do desenvolvimento cognitivo, na qual aprendizagem não é um conceito central. Mas esta teoria tem tantas implicações para a aprendizagem que é muitas vezes rotulada, sem maiores objeções, como teoria de aprendizagem. (MOREIRA, 2011, p. 12).

Entre as teorias de aprendizagem, as metodologias de aprendizagem ativa são as que melhor representam a forma como o autor busca trabalhar, já que as atividades que mais o prendem são aquelas que envolvem a construção de algo, ou, no caso de atividades computacionais, a criação.

As metodologias ativas têm reunido uma variedade de profissionais no contexto da educação, desde o ensino infantil ao superior. Isso resulta em atividades que envolvem o aprendizado com dinamicidade.

No livro "Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora", os autores Bacich e Moran descrevem que uma metodologia ativa se caracteriza pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem.

Uma metodologia ativa se caracteriza pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de

métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018, p. IX).

Esses princípios já compõem as teorias de aprendizagem e podem ser observados desde a Escola Nova de John Dewey, segundo Bacich e Moran.

Aprendemos o que nos interessa, o que encontra ressonância íntima, o que está próximo do estágio de desenvolvimento em que nos encontramos. Dewey (1950), Freire (1996), Ausubel et al. (1980), Rogers (1973), Piaget (2006), Vygotsky (1998) e Bruner (1976), entre tantos outros e de forma diferente, têm mostrado como cada pessoa (criança ou adulto) aprende de forma ativa, a partir do contexto em que se encontra, do que lhe é significativo, relevante e próximo ao nível de competências que possui. Todos esses autores questionam também o modelo escolar de transmissão e avaliação uniforme de informação para todos os alunos. (BACICH; MORAN, 2018, p.2).

De acordo com Bigge, em seu livro intitulado "Teorias da Aprendizagem para Professores", a maturação e a aprendizagem são os meios pelos quais ocorrem mudanças duradouras nas pessoas, ou mesmo uma combinação entre os dois. Para o autor, a maturação é uma mudança duradoura no indivíduo, que pode ser uma mudança de "insights", comportamento, percepção ou de motivação. Já a aprendizagem é básica para o desenvolvimento de habilidades. "O homem não só quis aprender como também, frequentemente, sua curiosidade o impeliu a tentar aprender como se aprende" (BIGGE, 1977, p. 3).

Na sociedade conectada ou dependente da internet em que vivemos, a alfabetização digital torna-se essencial. É um tipo de aprendizado que envolve signos, gestos e comportamentos necessários para ler e escrever no computador e em outros dispositivos digitais. No entanto, muitos professores que lecionam para turmas diversas foram formados em uma sociedade analógica.

3.1 Aprendizagem ativa

A aprendizagem ativa é um método de ensino que se concentra em envolver os alunos no processo de aprendizagem, incentivando-os a participar ativamente, em vez de simplesmente ouvir e memorizar informações. Isso pode incluir uma variedade de atividades, como discussões em grupo, projetos, estudos de caso, simulações, apresentações, entre outros.

Ao contrário do ensino tradicional, em que o professor é o centro do processo de aprendizagem, a aprendizagem ativa coloca o aluno no centro do processo. Isso significa que os alunos são encorajados a explorar, questionar, colaborar e aplicar o conhecimento que estão adquirindo em situações do mundo real.

Uma das vantagens da aprendizagem ativa é que ela ajuda a desenvolver habilidades importantes, como pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação e colaboração. Isso ocorre porque os alunos são incentivados a assumir a responsabilidade por sua própria aprendizagem, trabalhando em equipe e aplicando suas habilidades em situações do mundo real.

Além disso, a aprendizagem ativa pode ajudar a tornar a educação mais envolvente e significativa para os alunos. Em vez de simplesmente ouvir um professor falar sobre um determinado assunto, os alunos são incentivados a explorar o tema por conta própria, a fazer perguntas e a descobrir como o conhecimento se aplica em suas próprias vidas.

No entanto, a implementação da aprendizagem ativa pode ser desafiadora para alguns professores e instituições de ensino. Isso porque requer uma mudança significativa na forma como a educação é tradicionalmente abordada. Além disso, pode ser mais difícil para os alunos se adaptarem a um ambiente de aprendizagem ativa se estiverem acostumados a uma abordagem mais passiva.

Apesar desses desafios, muitos educadores estão adotando a aprendizagem ativa como uma maneira de melhorar a qualidade da educação e preparar os alunos para o sucesso em um mundo em constante mudança.

Ao incentivar os alunos a assumir a responsabilidade por sua própria aprendizagem, a colaborar e a aplicar o conhecimento de maneiras criativas e inovadoras, a aprendizagem ativa pode ajudar a equipar os alunos com as habilidades e conhecimentos necessários para prosperar em uma economia global cada vez mais competitiva.

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABPr) são abordagens pedagógicas que têm em comum a ideia de que os estudantes devem aprender fazendo. No entanto, existem diferenças importantes entre as duas abordagens.

Na ABP, os estudantes trabalham em projetos práticos que requerem a aplicação de conhecimentos e habilidades aprendidas em sala de aula. Os projetos

são geralmente conduzidos por um período de tempo mais longo, podem ser interdisciplinares e frequentemente envolvem colaboração entre os estudantes. O objetivo é proporcionar aos estudantes uma experiência mais significativa e enriquecedora de aprendizagem, na qual eles têm a oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido em um contexto realista.

Já a ABPr, os estudantes trabalham em problemas complexos, muitas vezes do mundo real, que requerem a aplicação de conhecimentos e habilidades para encontrar soluções. O objetivo é incentivar os estudantes a pensar criticamente e a desenvolver habilidades de resolução de problemas. A ABPr geralmente envolve uma abordagem colaborativa e requer que os estudantes trabalhem em equipe para encontrar soluções.

Portanto a ABP enfatiza a criação de algo, a ABPr enfatiza a resolução de um problema. Ambas as abordagens são eficazes para promover a aprendizagem significativa, mas cada uma delas pode ser mais adequada para diferentes objetivos de aprendizagem e contextos educacionais.

A aprendizagem ativa é uma abordagem educacional que coloca o aluno como o centro do processo de aprendizagem, sendo responsável por construir o próprio conhecimento através de atividades práticas e desafiadoras. Essa abordagem é fundamentada em diversas teorias da aprendizagem, que buscam explicar como o indivíduo aprende e como essa aprendizagem pode ser otimizada.

Dentre os principais teóricos da aprendizagem ativa, podemos citar John Dewey, Jean Piaget e Lev Vygotsky.

John Dewey foi um filósofo e educador americano que defendia a ideia de que a aprendizagem deve ser um processo ativo e participativo, no qual o aluno é incentivado a experimentar, explorar e construir seu próprio conhecimento. Ele acreditava que a educação deveria estar diretamente relacionada à vida real e aos interesses dos alunos, e que a aprendizagem ocorre melhor quando é significativa e relevante.

Jean Piaget, por sua vez, foi um psicólogo suíço que desenvolveu uma teoria da aprendizagem baseada na ideia de que o conhecimento é construído a partir da interação entre o indivíduo e o meio ambiente. Ele propôs uma série de estágios de desenvolvimento cognitivo, nos quais as crianças vão construindo seu conhecimento através de experiências práticas e da resolução de problemas.

Lev Vygotsky foi um psicólogo russo que desenvolveu uma teoria da aprendizagem baseada na ideia de que o aprendizado é um processo social, no qual a interação com os outros é fundamental para a construção do conhecimento. Ele propôs que a aprendizagem ocorre em zonas de desenvolvimento proximal, ou seja, em situações em que o aluno é capaz de resolver um problema com a ajuda de um colega mais experiente.

Além desses teóricos, outros nomes importantes da área da aprendizagem ativa incluem David Kolb, Carl Rogers, Paulo Freire e Seymour Papert. Cada um desses teóricos contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento de abordagens educacionais que colocam o aluno como o protagonista do processo de aprendizagem.

As atividades desenvolvidas para a criação do produto seguiram a abordagem da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e foram elaboradas com base em teorias dessa área.

3.2 Aprendizagem baseada em projetos

Segundo Fink (2010), métodos tradicionais como palestras de especialistas e demonstrações seguidas de exames têm eficácia limitada na prática docente, sendo necessária e inevitável uma mudança. No século XXI, não é suficiente ter conhecimento em sua área acadêmica, é preciso formar profissionais capazes de aplicar esse conhecimento.

No prefácio do livro "Aprendizagem Baseada em Projetos", Megendoller (2008) afirma que os alunos devem ser capazes de resolver problemas, planejar, monitorar e avaliar seu desempenho, além de comunicar suas ideias a um público variado.

O texto apresenta a Aprendizagem Ativa como forma de trabalhar habilidades no ensino, que remonta a mais de 100 anos quando John Dewey apresentou os benefícios da aprendizagem experimental, prática e dirigida pelo aluno.

John Dewey (1859-1952) foi um filósofo, educador e psicólogo norte-americano, considerado um dos mais influentes pensadores na área da educação no século XX. Dewey defendeu uma abordagem progressista à educação, que se

concentrava em uma aprendizagem ativa e colaborativa, voltada para a resolução de problemas e a aplicação prática do conhecimento.

Dewey nasceu em Burlington, Vermont, e estudou na Universidade de Vermont e na Universidade Johns Hopkins. Ele ensinou filosofia em várias universidades, incluindo a Universidade de Michigan, a Universidade de Chicago e a Universidade de Columbia.

A abordagem de Dewey à educação foi influenciada por suas crenças no pragmatismo, uma corrente filosófica que enfatiza a importância da ação e da experiência prática no processo de aprendizagem.

Ele acreditava que a educação deveria ser baseada nas necessidades e interesses dos alunos, em vez de seguir um currículo rígido e pré-determinado.

Dewey acreditava que a aprendizagem deveria ser um processo ativo e participativo, em que os alunos são encorajados a explorar, experimentar e colaborar para construir seu próprio conhecimento. Ele enfatizava a importância da aprendizagem pela experiência, onde os alunos aplicam seu conhecimento em situações do mundo real para resolver problemas concretos.

Além disso, Dewey também enfatizava a importância da aprendizagem em comunidade, em que os alunos são incentivados a colaborar uns com os outros para alcançar objetivos comuns. Ele acreditava que a educação deveria ser vista como um processo social, em que os alunos aprendem com e uns aos outros, ao invés de ser uma transmissão passiva de conhecimento por parte do professor.

Dewey escreveu vários livros influentes na área da educação, incluindo "Democracia e Educação" (1916), "Experiência e Educação" (1938) e "Arte como Experiência" (1934). Sua filosofia educacional influenciou a reforma educacional em todo o mundo, especialmente nos Estados Unidos, e continua sendo uma influência significativa na educação progressista até os dias de hoje.

Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que incluem reconhecer o impulso para aprender dos alunos, envolvê-los nos conceitos e princípios centrais de uma disciplina, destacar questões provocativas, requerer o uso de ferramentas e habilidades essenciais, especificar produtos que resolvam problemas, entre outros.

Mergendoller (2008) apresenta os benefícios da utilização da ABP, que incluem ajudar o professor a criar uma sala de aula de alto desempenho, apoiar os alunos no aprendizado e na prática de habilidades na resolução de problemas e na comunicação, incentivar o desenvolvimento de hábitos mentais associados com

aprendizagem contínua, entre outros. No Ensino Superior, é importante que o professor considere que os alunos, na grande maioria dos casos, não possuem iniciação em pesquisa e técnicas de resolução de problemas.

Alguns critérios para a ABP (Aprendizagem baseada em projetos):

- Reconhecem o impulso para aprender, intrínseco dos alunos, sua capacidade de realizar trabalho importante e sua necessidade de serem levados a sério colocando-os no centro do processo de aprendizagem.
- Envolvem os alunos nos conceitos e princípios centrais de uma disciplina. O trabalho do projeto é central em vez de periférico no programa de ensino.
- Destacam questões provocativas que levam os alunos à exploração aprofundada de tópicos autênticos e importantes.
- Requerem a utilização de ferramentas e habilidades essenciais, incluindo tecnologia para aprendizagem, autogestão e gestão do projeto.
- Especificam produtos que resolvem problemas, explicam dilemas ou apresentam informações geradas mediante investigação, pesquisa ou raciocínio.
- Incluem múltiplos produtos que permitem feedback frequente e oportunidades consistentes para que os alunos aprendam com a experiência.
- Utilizam avaliações baseadas em desempenho que comunicam altas expectativas, apresentam desafios rigorosos e requerem uma série de habilidades e de conhecimentos.
- Estimulam alguma forma de cooperação, seja mediante pequenos grupos, apresentações conduzidas pelos alunos ou avaliações dos resultados do projeto por toda a classe. (MERGENDOLLER, 2008, p.18).

Fink (2010) destaca que é imperativo que os instrutores de física percebam que, no início do ensino superior, o aluno introdutório médio não possui a mesma habilidade de resolução de problemas como um cientista profissional.

Devemos pensar em uma forma de estimular os alunos ingressantes a pensarem como cientistas e desenvolverem a aprendizagem, que não ocorre na solução, mas sim no processo, na reflexão do problema e no planejamento para a solução. Fink (2010) também faz uma reflexão sobre a resposta dos alunos quando questionados sobre uma questão:

Os alunos costumam dizer: "Se eu tivesse apenas a fórmula para a resposta, eu poderia acertar todas as vezes." Este é um problema típico de expectativa do solucionador - concentrando-se no cálculo da resposta, em vez de resolver o problema. (FINK, 2010, p.276).

Quando a formação privilegia a reprodução de situações apresentadas apenas em livros sem contextualizar ou permitir que o aluno possa testar o alcance das equações em atividades práticas, temos essa ocorrência de estimular solucionadores de cálculo em vez de resolver o problema, ou seja, habilidades

matemáticas para resolver a questão numérica, porém, sem conseguir compreender e fazer previsões.

Niemi relata em seu trabalho intitulado "Aprendizagem Ativa - Uma Mudança Cultural Necessária na Educação e nas Escolas" que desenvolver habilidades e competências são ferramentas importantes para que se alcancem os objetivos, que podem ser tanto individuais quanto organizacionais. Também relata que os métodos de aprendizagem ativa têm suscitado vários debates educacionais. A autora descreve também que, na última década, pesquisadores apresentaram conceitos sobre novos ambientes de aprendizagem. (2002, p. 763-764, tradução nossa).

A autora separa em duas categorias o aprendizado: individual e cooperativo e que a aprendizagem ativa enfatiza as qualidades construtivas no processo do conhecimento. Como aprendizado individual, Niemi (2002) classifica como: investigação independente, estruturação e reestruturação do conhecimento. No aprendizado cooperativo, Niemi discorre sobre os elementos sociais que surgiram e como se tornam muito importantes e que aprender e compreender dependem de nossas crenças, atitudes e valores e nosso autoconceito como aluno. (IDEM, p. 765, tradução nossa).

3.3 Aprendizagem baseada em projetos e robótica educacional

A aprendizagem baseada em projetos é uma abordagem educacional em que os alunos aprendem resolvendo problemas práticos e reais, desenvolvendo projetos de pesquisa, criação e resolução de problemas. É uma metodologia que estimula o aprendizado ativo, engajando os alunos em projetos de pesquisa, construção e experimentação, que podem ser realizados em grupo ou individualmente. Os projetos podem ser sobre temas variados, como tecnologia, meio ambiente, história, arte, entre outros.

A robótica educacional é uma abordagem educacional que utiliza a construção, programação e operação de robôs como ferramenta de aprendizagem. É uma forma de aprendizagem baseada em projetos que permite aos alunos aplicar o conhecimento em tecnologia, matemática, física e outras disciplinas em um contexto real. Os alunos podem construir e programar robôs que realizam tarefas específicas, resolvem problemas, realizam desafios e participam de competições.

A combinação da aprendizagem baseada em projetos e robótica educacional pode ser uma forma poderosa de engajar os alunos em sua aprendizagem. Os alunos são incentivados a aplicar o conhecimento teórico em situações práticas e a trabalhar em equipe para resolver problemas e criar soluções. Eles também desenvolvem habilidades importantes, como pensamento crítico, resolução de problemas, trabalho em equipe e comunicação.

A robótica educacional pode ser usada em uma ampla variedade de disciplinas, como ciência, matemática, tecnologia, engenharia, entre outras. Os alunos podem usar a robótica educacional para aprender sobre mecânica, eletrônica, programação, sensores, controle, lógica, raciocínio, entre outras áreas.

Além disso, a robótica educacional pode ser uma ferramenta valiosa para ajudar a engajar alunos que têm dificuldades em áreas acadêmicas tradicionais. A robótica pode ser uma forma divertida e motivadora de ensinar conceitos acadêmicos, ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades importantes para a vida, como criatividade, resolução de problemas e perseverança.

Aprendizagem baseada em projetos e a robótica educacional são duas metodologias poderosas que podem ser combinadas para criar uma abordagem de aprendizagem ativa e prática. Essa abordagem pode ajudar a preparar os alunos para o mundo real, desenvolvendo habilidades importantes que podem ser aplicadas em suas carreiras e em suas vidas cotidianas.

O uso da robótica educacional e do pensamento computacional tem sido uma aliança na resolução de problemas e na formulação das atividades desenvolvidas pelos alunos. De acordo com Mitnik et al. (2009), é importante aplicar a robótica no ensino de física:

No cenário educacional, especialmente no ensino de física, a robótica pode ser vista como um conjunto de ferramentas dinâmicas capazes de influenciar positivamente o processo de aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas lógicos e matemáticos, criatividade e raciocínio crítico, além de promover a alfabetização científica. (apud MITNIK et al., 2009; BARAK; ZADOK, 2007, p. 2).

O desenvolvimento da criatividade e do raciocínio não está restrito apenas ao ensino de física, mas a todas as disciplinas e também ao cotidiano. O uso da robótica no ensino é uma ferramenta que pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que o aluno desenvolva a construção cultural e a

interdisciplinaridade, conforme retratado por Silveira Júnior, Coelho e Santos (2017, p. 832) no seguinte texto: “A robótica leva o aluno a pensar na essência do problema, promovendo o estudo de conceitos multidisciplinares, estimulando a criatividade e a inteligência do educando, além de tentar motivá-lo aos estudos.”

A interdisciplinaridade estimula a criatividade e pode tornar o conteúdo ensinado mais significativo. Além disso, permite que o aluno faça relações entre o problema apresentado em sala de aula e outras situações vivenciadas.

Feynman, em seu livro "Deve ser brincadeira, Feynman!", apresenta a necessidade de professores que tenham brilho nos olhos, que gostem de desafios e, assim, possam incentivar seus alunos no processo de descoberta: “Precisamos de professores que tenham sede do brilho nos olhos dos alunos em processo de descoberta - precisamos de professores que tenham esse brilho nos olhos” (FEYNMAN, 2006, p. 2).

O ensino de ciências, de maneira geral, ainda apresenta muita semelhança com o problema diagnosticado por Feynman na década de 50. Muitos colégios e universidades afirmam adotar práticas centradas no aluno em suas aulas, mas o que realmente se observa é que grande parte das atividades desenvolvidas tem um caráter predominantemente mentalista, que é o de memorizar para a avaliação.

4 ENSINO DE TEMAS DE FÍSICA POR MEIO DE MICROCONTROLADORES

O ensino de temas de física por meio de microcontroladores é uma estratégia que tem ganhado cada vez mais espaço nas escolas e universidades. Os microcontroladores são dispositivos eletrônicos que combinam um microprocessador com outros componentes, como memória, entrada e saída de dados, para controlar dispositivos e sistemas eletrônicos.

Na física, os microcontroladores podem ser usados para construir experimentos e dispositivos que ajudam os alunos a visualizar e entender conceitos físicos abstratos. Por meio dos microcontroladores, os alunos podem coletar dados em tempo real, como temperatura, pressão, aceleração, velocidade, corrente elétrica, entre outros. Com esses dados, eles podem analisar e visualizar conceitos físicos de forma mais clara e concreta.

Por exemplo, um experimento simples pode ser construir um dispositivo que mede a temperatura em uma sala usando um microcontrolador e um sensor de temperatura. Os alunos podem então programar o microcontrolador para coletar dados e exibir a temperatura em um display. Com isso, eles podem entender melhor como a temperatura varia em diferentes locais e momentos do dia e aprender conceitos como a dilatação térmica.

Além disso, os microcontroladores podem ser usados para construir dispositivos eletrônicos que demonstram conceitos físicos de forma mais visual e prática. Por exemplo, os alunos podem construir um circuito eletrônico que simula o comportamento de um capacitor ou de um resistor. Com isso, eles podem entender como esses componentes funcionam de forma mais clara e concreta.

Outra possibilidade é a construção de dispositivos robóticos que demonstrem conceitos físicos. Por exemplo, os alunos podem construir um robô que se move com base em princípios de física, como movimento uniforme, aceleração, força, entre outros. Com isso, eles podem entender melhor como esses conceitos se aplicam no mundo real.

O uso de microcontroladores no ensino de física pode ser uma estratégia poderosa para tornar a aprendizagem mais prática e concreta. Com os microcontroladores, os alunos podem visualizar conceitos abstratos de forma mais

clara e aprender física de forma mais prática e engajadora. Além disso, os microcontroladores também ajudam a desenvolver habilidades importantes, como pensamento lógico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

4.1 Microcontroladores

Para o desenvolvimento da tese e consequente elaboração do produto, que é parte fundamental da proposta de trabalho apresentada, foram escolhidos alguns dispositivos eletrônicos, bem como um conjunto de ferramentas de desenvolvimento de algoritmos e um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD), todos open source.

Inicialmente, as atividades desenvolvidas em sala com os alunos foram com o Arduino Mega 2560 e o uso da IDE do Arduino para escrever os scripts de aquisição de dados dos sensores.

O ESP32 foi o microcontrolador escolhido como placa de desenvolvimento do projeto, devido ao seu custo baixo e ser perfeito para elaboração de projetos de automação de IoT (Internet das Coisas) e a configuração e programação do microcontrolador faz parte da sequência didática elaborada.

Neste livro, descrevo pontos mais específicos sobre o uso do protocolo HTTP na comunicação do ESP32 com a internet. Também são apresentados os passos necessários para aquisição dos dados dos sensores em um sistema SGBD, que para o produto foi o MySQL, Maria DB, configurado em um sistema Windows por meio do XAMPP. Foi elaborada e disponibilizada uma API (Interface de Programação de Aplicação) em PHP para receber o pacote de dados dos sensores enviados pelo ESP32 e sua persistência no MySQL.

A automatização de processos necessitava de equipamentos com alto custo. Esses equipamentos, usualmente, são uma caixa-preta. Quando me refiro a caixa-preta, refiro-me à forma como o produto é apresentado, pois é construído para executar uma única função e, algumas vezes, o pesquisador, ao se deparar com o equipamento, percebe que com pequenos ajustes poderia obter mais informações sobre o experimento realizado.

Para entendermos os demais dispositivos que serão apresentados a seguir, é preciso compreender o que significa sistema embarcado. De acordo com Heath

(2003, p. 2), um Sistema Embarcado (SE) é um sistema baseado em microprocessador que é construído para controlar uma função ou uma gama de funções, e não foi projetado para ser programado pelo usuário final da mesma forma que um PC.

Conforme Andrade (2020), o computador pode ser entendido como uma calculadora poderosa, que realiza muitos cálculos em um intervalo de tempo curto. O autor ainda afirma que existem dois tipos de linguagens de programação: as de baixo nível e as de alto nível.

Em 2005, um grupo de pesquisadores na Itália desenvolveu um dispositivo barato, funcional e facilmente programável, que se tornou conhecido como Arduino. Esse dispositivo possibilitou inúmeros projetos, já que comunidades virtuais começaram a utilizar a ferramenta para desenvolvimento de protótipos e, com o avanço dos materiais e linguagens, foi possível a automação de processos de coleta e análise de dados, além da tomada de decisões, como vemos em Mourão (2018).

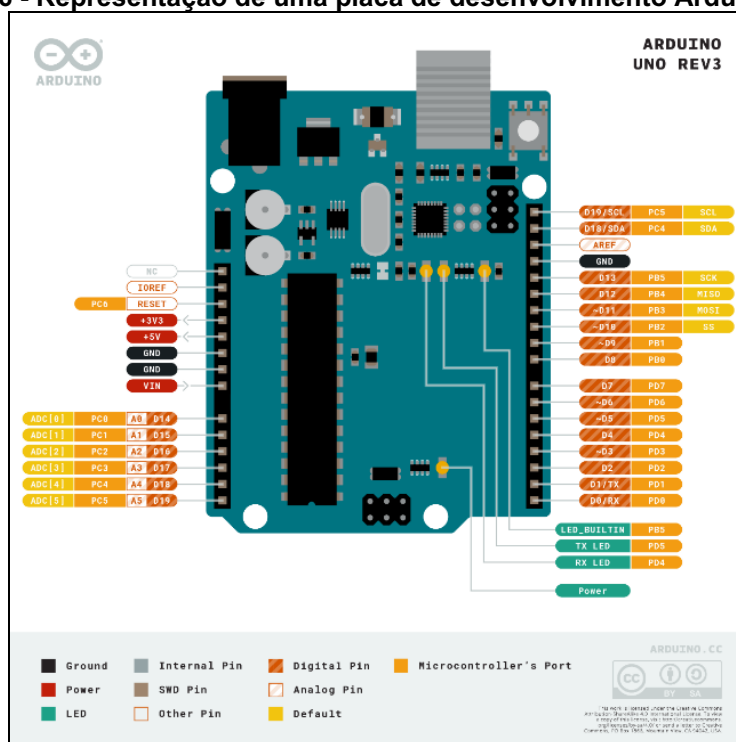
O Arduino é considerado uma multiplataforma open source, constituído por uma variedade de software, hardware e documentação livre, cujo modelo de desenvolvimento permite que hobistas, inventores, pesquisadores, professores e estudantes possam livremente desenvolver e aplicar suas ideias (MOURÃO, 2018, p. 13).

O Arduino é composto por um microcontrolador Atmel e permite o controle de entrada e saída de dados através de linguagem de programação baseada em C/C++. A Figura 6 apresenta uma representação do Arduino tipo Uno da própria plataforma de desenvolvimento da IDE Arduino. O desenvolvedor pode analisar qual Arduino é melhor para a função que está sendo programada.

Há uma grande variedade de microcontroladores que oferecem mais variáveis analógicas e digitais, bem como diferentes taxas de frequência e armazenamento de código compilado.

Os sensores e outros componentes podem ser alimentados pelo microcontrolador com valores entre 3V e +5V, junto com os pinos GND (terra ou negativo). A Figura 6 apresenta um diagrama que apresenta o arranjo esquemático de uma placa de desenvolvimento do Arduino Uno.

Figura 6 - Representação de uma placa de desenvolvimento Arduino UNO



Fonte: Arduino (2022).

O ESP, diferentemente do Arduino, foi criado pela empresa chinesa Espressif, que lançou o primeiro chip ESP8266 em agosto de 2014, 11 anos após a criação do Arduino (OLIVEIRA, 2019).

Um ponto importante que permite a grande versatilidade do ESP8266 e ESP32 é a integração com a Internet das Coisas (IoT). Com a adição de módulos de comunicação Wifi e rádio frequência de longa distância, os ESPs tornam possível a comunicação e controle de equipamentos e residências que podem ser realizados por meio de um aplicativo em seu smartphone.

O uso de ESP8266 e ESP32 permite uma implementação mais fácil do uso de redes Wifi, o que facilita a implementação de recursos computacionais para exibir os dados em forma de gráficos em tempo real, tanto por meio de uma API simples em PHP quanto por meio de algum framework como Laravel ou NodeJs, entre outros.

A Figura 7 mostra uma imagem do ESP8266 utilizado no projeto. Ele possui 11 conexões GPIO e uma conexão analógica.

Figura 7 - Vista superior do ESP8266.

Fonte: Espressif (2022).

Para permitir uma maior flexibilidade na construção dos projetos, foi utilizado também um ESP32. A Figura 8 apresenta um ESP32 semelhante ao utilizado no projeto. O ESP32 permite uma maior dinamicidade por parte das GPIOs, sendo possível configurar uma quantidade maior de variáveis analógicas.

Figura 8 - ESP32 visualmente muito semelhante ao ESP8266 mas com poder de processamento e disponibilidades de GPIOs que permitem operar tanto com variáveis digitais como analógicas



Fonte: Espressif (2022).

5 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta tese, a pesquisa é classificada de acordo com os elementos indicados no Quadro 1 - Classificações da Pesquisa:

Quadro 05 - Classificações da Pesquisa

Classificação	Tipo de Pesquisa
Do ponto de vista do objeto	Pesquisa de campo
Do ponto de vista da sua natureza	Aplicada
Do ponto de vista da forma de abordagem do problema	Qualitativa
Do ponto de vista de seus objetivos	Exploratória
Do ponto de vista dos procedimentos técnicos	Documental e Estudo de Caso.

Fonte: Autoria própria (2022).

As atividades planejadas para o desenvolvimento do produto foram criadas para que os alunos do primeiro ano do curso de Licenciatura em Física tivessem uma visão geral do que seria visto nos anos seguintes do curso, ou seja, Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo e Física Moderna e Contemporânea.

A pesquisa proposta é qualitativa e a metodologia de intervenção didática proposta é baseada em Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

Ponto importante é a formação das equipes de estudantes, que são responsáveis por um grupo de sensores para aprender sobre seu funcionamento, além de montar em um protoboard o circuito necessário para a conexão com o Arduino, e na sequência, desenvolver o algoritmo que permitiria a obtenção dos valores lidos.

Para a realização das atividades, foi criada uma sala virtual no Google Classroom onde as atividades foram postadas e os alunos submetiam as atividades na forma de imagens, códigos e outros documentos.

Cabe ressaltar que o objeto da pesquisa é a intervenção didática por meio da ABP. Os estudantes são os sujeitos dos quais serão coletados dados e indicativos de evidências de aprendizagem. Assim, a aprendizagem dos estudantes servirá como referência para a efetividade da proposta metodológica.

Portanto, serão utilizadas diferentes definições de aprendizagem com base em teorias de aprendizagem que sustentam a metodologia ABP.

Os participantes da pesquisa são selecionados entre o grupo de alunos de duas instituições públicas de Ensino Superior e Estadual. Para esta pesquisa, foram escolhidos estudantes dos cursos de Licenciatura em Física devido à temática abordada neste trabalho, que foi mediar o ensino de temas de física por meio dos microcontroladores.

Os dados coletados serão avaliados com base em procedimentos de análise de conteúdo e contexto (MORAES, 1999; BARDIN, 2011; BAUER; GASKELL, 2017).

Os instrumentos de coleta de dados incluem material instrucional, fotos, desenhos técnicos, vídeos, mapas conceituais e relatórios de uso dos sensores com base nos conhecimentos físicos dos sensores. As análises serão realizadas com o uso da ferramenta de análise Iramuteq (RATINAUD; MARCHAND, 2012). Também serão utilizadas ferramentas de análise de fotos (DONDIS, 2003).

6 APLICAÇÃO DO PRODUTO

Em 2019, comemorando os 50 anos da missão Apollo 11, que foi a primeira missão tripulada a descer na superfície da Lua, foi escolhido desenvolver um projeto de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que envolvesse os passos de um pesquisador que deseja explorar outros planetas e satélites.

O projeto foi aplicado com alunos das turmas de Licenciatura em Física do primeiro e terceiro ano. No primeiro ano, os alunos construíram um rover, enquanto no terceiro ano, foi a construção de telemetria para um foguete de garrafa phet.

As atividades foram propostas através do Google Classroom e, com base no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE-TCUISU), foi permitido o registro de fotos e vídeos dos participantes.

6.1 Aplicação na turma de primeiro ano de licenciatura em Física na UEPG

O projeto do Rover foi escolhido para a turma do primeiro ano da Licenciatura em Física da UEPG, composta por quinze alunos. Esse projeto foi escolhido devido aos potenciais que a atividade poderia fornecer, abordando temas dos quatro anos da graduação, como Mecânica, Eletricidade, Termodinâmica e Física Moderna.

Os alunos foram separados em grupos e cada grupo recebeu a incumbência de construir uma parte do rover como laboratórios independentes. No final, todos deveriam funcionar em um único projeto, com a equipe responsável pelo movimento dos motores, a equipe responsável pelo controle da energia da bateria e o grupo responsável pelos sensores de radiação, temperatura e umidade executando suas partes em um único artefato.

No primeiro dia de aplicação do projeto, foi realizada a apresentação dos professores e, em seguida, foi utilizado o site <https://app.wooclap.com/events/ROVER/0> para avaliar o conhecimento prévio dos alunos e identificar dados socio métricos, por meio de perguntas específicas.

1° - Seu ensino médio, foi em escola Pública ou Privada? (Total de 15 respostas)

Quadro 06 – Ensino Médio realizado em escola Pública ou Privada

Respostas	Total de respostas
Pública	10
Privada	5

Fonte: Autoria própria (2022).

2° - A escola oferecia algum projeto de Feira de Ciências ou algum programa semelhante? SIM ou NÃO (Total de 17 respostas)

Quadro 07 – Incidência da realização de Feiras de Ciências nas escolas

Resposta	Total de respostas
SIM	8
NÃO	9

Obs: Foi considerado qualquer tipo de atividade, como feira de ciências, torneios de ciência como Astronomia, Matemática etc.

Fonte: Autoria própria (2022).

3° - Quando você lê ou assiste alguma reportagem sobre exploração espacial, quais os conteúdos de Física que você associa? (Total de 22 respostas)

Quadro 08 – Levantamento de temas

Resposta	Total de respostas
Astronomia	6
Lei da Gravitação Universal	5
Movimento dos corpos	1
Lançamento do foguete	1
Leis de Newton	2
Cinemática	1
Mecânica	2
Eletromagnetismo	1
Aceleração	1

Termodinâmica	1
Relatividade	1

Obs: Poderiam escrever mais de um conceito.

Fonte: Autoria própria (2022).

4° - Você sabe quantas missões tripuladas foram até a Lua?

Quadro 09 – Missões tripuladas à Lua

Resposta	Total de respostas
1	4
25	1
2	3
3	1
7	1
NÃO	1
5	1
11	2

Fonte: Autoria própria (2022).

5° Se nossa turma fosse selecionada para desenvolver experimentos durante uma missão espacial na Lua, quais experimentos você imagina que poderíamos elaborar? (Total de 10 respostas).

Quadro 10 – Levantamento de experimentos durante uma missão espacial na Lua

Respostas
Coletar amostras do solo lunar
Distância da Lua até Terra
Empuxos nos fluidos
Raio da lua
Gravidade
Estudos sobre a radiação solar no vácuo
Quantidade de energia solar que é possível captar na lua
Energia solar
Captação de ondas solares
Radiação

Fonte: Autoria própria (2022).

6° Como é realizada a medida da distância da Terra Luz?

Quadro 11 - Como é realizada a medida da distância da Terra Luz?

Respostas
Regra de três
Aparelho de raio laser
Calcúlos
Olhando
Velocidade da luz
Em um eclipse

Fonte: Autoria própria (2022).

Observação: As respostas foram transcritas como foram escritas pelos alunos, incluindo eventuais erros de escrita. O questionário inicial teve como objetivo fazer uma sondagem inicial do conhecimento de Física dos alunos, bem como compreender como eles enxergam a disciplina.

A partir dos estudantes presentes, podemos notar que a maioria frequentou escolas públicas. Além disso, quase metade deles realizou atividades relacionadas à ciência durante o Ensino Médio. Ao perguntarmos sobre os conceitos de Física envolvidos na exploração espacial, a maioria das respostas mencionou Astronomia. No entanto, para a chegada do homem à Lua, foram necessários conhecimentos de todas as áreas da Física, mas nenhum dos alunos citou a radiação.

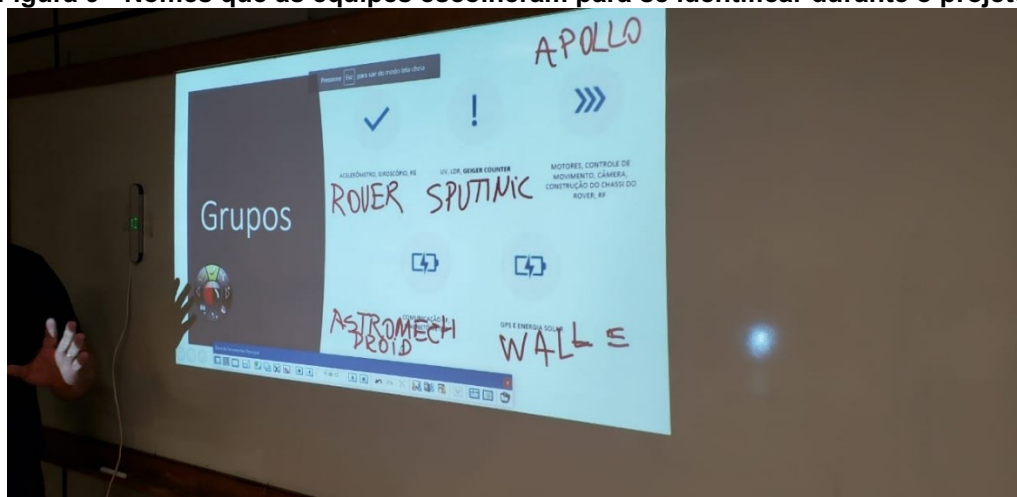
Em 2019, completaram-se 50 anos da missão Apollo 11, e uma das perguntas teve como objetivo avaliar o conhecimento dos alunos sobre essa missão. Perguntamos quantas missões espaciais pousaram na Lua e o número correto é seis. A primeira foi realizada em 21 de julho de 1969, com o astronauta Neil Armstrong, e a última foi a Apollo 17, com Harrison Schmitt, em 14 de dezembro de 1972. No entanto, a questão queria saber quantas missões tripuladas foram feitas e apenas dois alunos responderam corretamente, que foram onze missões.

Em seguida, perguntamos aos alunos que experimento eles proporiam caso nossa turma fosse escolhida para realizar pesquisas na Lua. As respostas mostraram que os alunos tinham pouco conhecimento sobre as pesquisas já realizadas na ciência espacial.

Por exemplo, coletas de amostras de solo já foram realizadas para medir a distância entre a Terra e a Lua. Espelhos foram instalados na superfície lunar para refletir o laser que é disparado da Terra, o que permite calcular a distância entre os dois astros com precisão. Além disso, discutimos o cálculo do empuxo em fluidos e como a falta de gravidade na Lua pode afetar o corpo humano. Também mencionamos que é possível produzir energia solar na Lua, mas questionamos como ela seria utilizada em uma base lunar.

Por fim, propusemos a construção de um Rover para exploração espacial e dividimos os alunos em cinco grupos, cada um com um nome escolhido por eles. Os nomes escolhidos estão na Figura 9 abaixo.

Figura 9 - Nomes que as equipes escolheram para se identificar durante o projeto.



Fonte: Autoria própria (2022).

Após a formação das equipes, o professor informou que cada uma seria responsável por uma parte dos sensores ou movimento do Rover, atuando como um laboratório. O objetivo das equipes é aprender programação, a obtenção de valores dos sensores e, principalmente, a física desses equipamentos. Durante a apresentação, o professor questionou os alunos sobre suas experiências com programação, tendo apenas dois deles manifestado alguma. Ele solicitou que, se possível, pelo menos um membro de cada equipe trouxesse um computador móvel para facilitar as atividades, mas isso não era obrigatório.

Cada equipe recebeu um kit de Arduino contendo um Arduino Mega, um cabo de conexão USB, um módulo de cartão SD e um módulo de relógio. Em uma

aula futura, o professor fará a programação desses módulos com os alunos, já que essa é uma etapa fundamental para que um físico possa realizar medições.

Na primeira atividade com as equipes, foram utilizados materiais específicos de sensores e equipamentos para todos os alunos, incluindo protoboards, jumpers de conexão, LDR (Resistor dependente de Luz), resistores, LEDs (diodos emissores de luz), um módulo de relógio RTC DS3231, um módulo de cartão Micro SD e um sensor de temperatura LM35. Esses materiais foram escolhidos para iniciar uma cultura de aquisição, registro e análise de dados obtidos pelos sensores, o que é essencial tanto para professores quanto para engenheiros no desenvolvimento de protótipos.

Os primeiros encontros com os alunos foram direcionados para a introdução dos conceitos de programação dos sensores através da IDE do Arduino, com o objetivo de desenvolver processos de aquisição de dados dos sensores. A Figura 10 apresenta uma imagem da primeira atividade, na qual os alunos foram apresentados à IDE de programação.

Figura 10 - Imagem de exemplo das aulas de introdução a programação com Arduino

```

1
2
3
4 void setup() {
5   // put your setup code here, to run once:
6 }
7
8 void loop() {
9   // put your main code here, to run repeatedly:
10
11
12 }

```

1 DECLARAÇÃO DE VARIÁVEIS

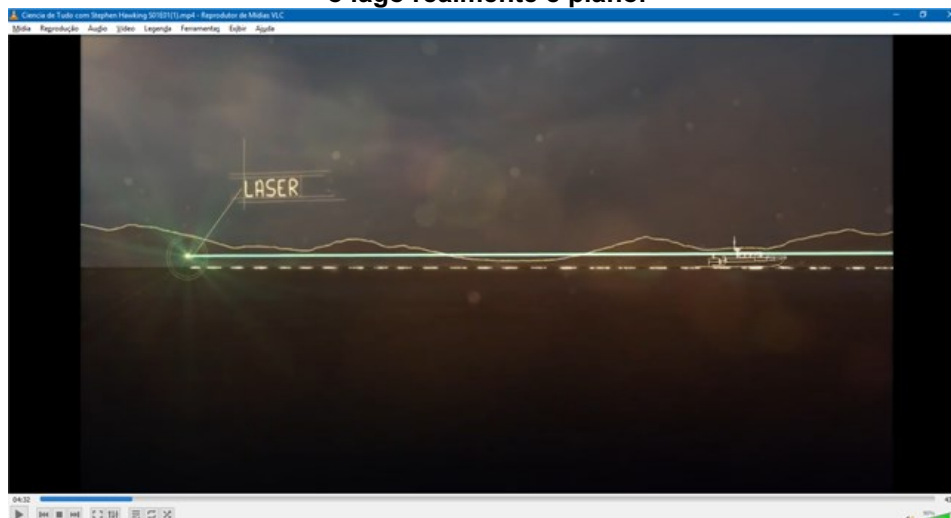
2 Preparo a Variável

3 ROTINA

Fonte: Autoria própria (2022).

Enquanto os alunos entravam na sala, um vídeo intitulado "Ciência de Tudo com Stephen Hawking S01E01" era projetado, mostrando três convidados realizando uma experiência para testar se um lago é plano, de modo similar ao que Eratóstenes fez para determinar o diâmetro da Terra. A Figura 11 exibia a hipótese sendo testada pelos participantes.

Figura 11 - Imagem de uma hipótese apresentada no Vídeo em que os participantes testam se o lago realmente é plano.



Fonte: Autoria própria (2022).

O professor iniciou uma discussão sobre a diferença entre Ciência e Mágica, destacando que os cientistas mostram como um fenômeno é descrito cientificamente, enquanto os mágicos mantêm o fascínio usando segredos. Para exemplificar, o professor usou dois LEDs ligados a uma pilha de 3V. O primeiro LED amarelo brilhava intensamente, enquanto o segundo não acendia, levando os alunos a acreditarem que estava queimado. No entanto, quando o segundo LED foi apontado para a webcam do computador, foi possível observar que ele estava aceso e brilhando tanto quanto o primeiro.

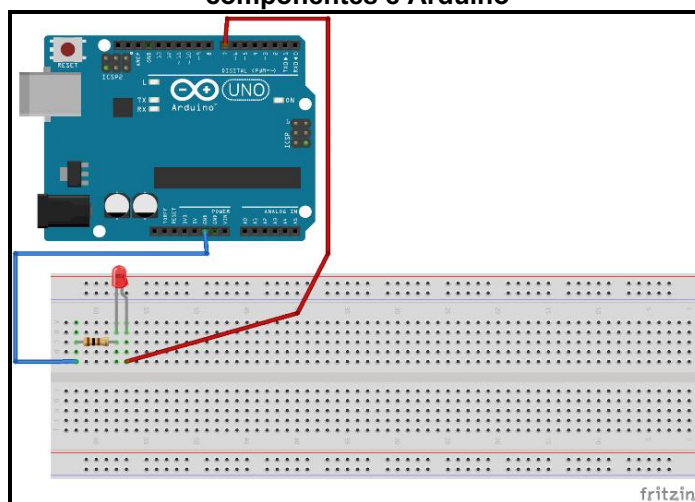
O professor aproveitou a situação para perguntar por que os controles remotos utilizam LEDs infravermelhos, em vez de LEDs com cores visíveis. Os alunos não discutiram o espectro eletromagnético, mas entenderam que um LED com cor visível permitiria que qualquer fonte de luz enviasse sinais para a televisão, tornando o controle remoto ineficaz.

Em seguida, os alunos foram orientados a se juntar em suas equipes e utilizar pelo menos dois computadores do laboratório para a próxima atividade. Cada equipe recebeu um kit contendo um Protoboard e um Arduino. Com a ajuda do programa Fritzing, o professor mostrou como o Protoboard funciona e a disposição dos furos e suas conexões.

Os alunos aprenderam a diferença entre porta analógica e porta digital, e o professor guiou a construção do primeiro circuito usando um resistor e dois jumpers. A Figura 12 foi usada para ilustrar como os componentes devem ser conectados,

recuperando o conhecimento de Eletricidade aprendido pelos alunos no Ensino Médio com base nas ligações em série e paralelo.

Figura 12 - Imagem utilizada para auxiliar os alunos na primeira conexão entre protoboard, componentes e Arduino



Fonte: Autoria própria (2022).

Após a montagem do circuito, os alunos foram solicitados a localizar o programa IDE Arduino para iniciar a programação do circuito. O professor apresentou a estrutura de um projeto para Arduino e o primeiro código desenvolvido foi um pisca-pisca com o LED. O código pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 - Código para fazer com que o LED pisque.

```

1 int ledVermelho = 7;
2
3
4 void setup() {
5   // put your setup code here, to run once:
6   pinMode(ledVermelho, OUTPUT);
7
8 }
9
10 void loop() {
11   // put your main code here, to run repeatedly:
12   digitalWrite(ledVermelho, HIGH);
13   delay(100);
14   digitalWrite(ledVermelho, LOW);
15   delay(2000);
16 }

```

Carregando...

Variáveis globais usam 9 bytes (0%) de memória dinâmica, deixando 8183 bytes pa

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 14 registra o trabalho em equipe realizado pelos alunos enquanto conheciam os equipamentos e realizavam as primeiras conexões.

Figura 14 - Apresentação de uma atividade na qual os alunos observaram o funcionamento de um circuito controlado com Arduino.



Fonte: Autoria própria (2022).

Antes de escrever os códigos e montar o circuito no protoboard, o professor iniciava com uma motivação, apresentando o funcionamento do projeto, e guiava os alunos na elaboração da montagem do circuito e do código em Arduino.

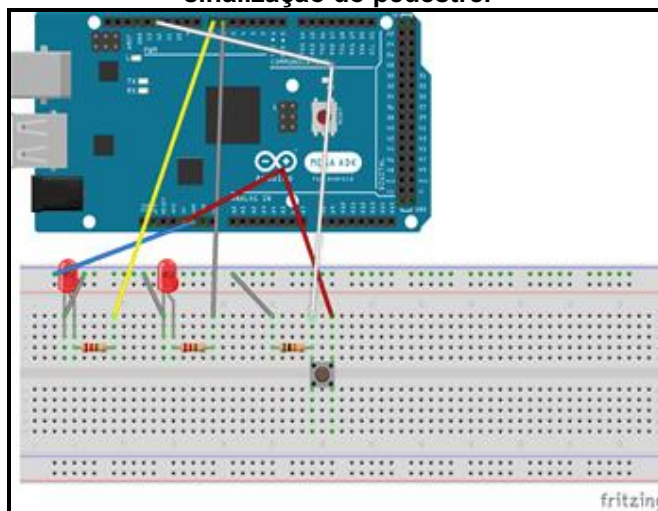
Para apresentar o sensor Geiger Muller, que é um medidor de radiação usado para fazer leituras com o Arduino, o professor provocou nos alunos uma reflexão sobre o papel do Físico em descrever o Universo através de modelos e interpretá-los. O objetivo era mostrar que os conteúdos estudados no Ensino Médio e na Graduação fazem parte do nosso dia a dia.

Para isso, o professor trouxe bananas para a sala de aula e explicou que elas continham uma quantidade de radiação aceitável para o nosso organismo. Em seguida, apresentou uma apresentação de slide mostrando onde a radiação está presente em nosso dia a dia, como no cimento, na terra e nas bananas. A reação dos alunos ao perceber que o que estavam comendo também continha material radioativo foi surpreendente e ajudou a demonstrar que a Física está presente em muitos aspectos da vida cotidiana.

Os futuros professores de Física precisam observar a natureza e estabelecer conexões com os conteúdos abordados em sala de aula. Após uma atividade breve de não mais do que 10 minutos, os alunos passaram a trabalhar na construção de um semáforo, começando pela finalização do semáforo para veículos e posteriormente adicionando mais dois LEDs para o semáforo dos pedestres. O problema proposto era o seguinte: ao pressionar o botão, o LED amarelo dos veículos deveria permanecer aceso por mais tempo antes de ser substituído pelo

LED vermelho dos veículos e pelo LED verde dos pedestres. A Figura 15 mostra o semáforo construído pelos alunos, que inclui a sinalização para pedestres.

Figura 15 - Imagem do objetivo da atividade, que foi a construção de um semáforo, incluindo a sinalização do pedestre.



Fonte: Autoria própria (2022).

A seguir, os alunos foram introduzidos ao uso de sensores para coleta de dados, com o objetivo de armazenar informações para análises futuras. Eles aprenderam sobre o funcionamento dos sensores de luz (LDR) e temperatura (LM35) e os dados coletados foram armazenados em um cartão SD, com a data e hora da medida, separados por vírgulas. Depois disso, as equipes receberam um conjunto de sensores para estudar e programar, com supervisão e ajuda do professor.

No início de cada aula, os alunos assistiam a um trecho de vídeo relevante para o projeto, como clipes da série Cosmos de 2014 ou Ciência de Tudo. Durante esse período, eles se sentavam em frente aos computadores e absorviam informações científicas. Em um determinado dia, uma nova abordagem foi utilizada: uma imagem do método científico foi enviada através do Google Classroom. Essa abordagem foi inspirada em uma atividade que o professor havia realizado durante o mestrado, na qual um pote opaco com itens desconhecidos foi apresentado aos alunos, com a regra de que não podiam abri-lo, mas deveriam descobrir o que havia dentro. Para iniciar a programação de sensores no projeto, um recipiente semelhante a um bico de bebê foi construído, com um pequeno circuito utilizando um Arduino Nano que fazia a leitura da quantidade de luz ambiente e acendia um LED quando a intensidade de luz era baixa. Os alunos receberam a mesma

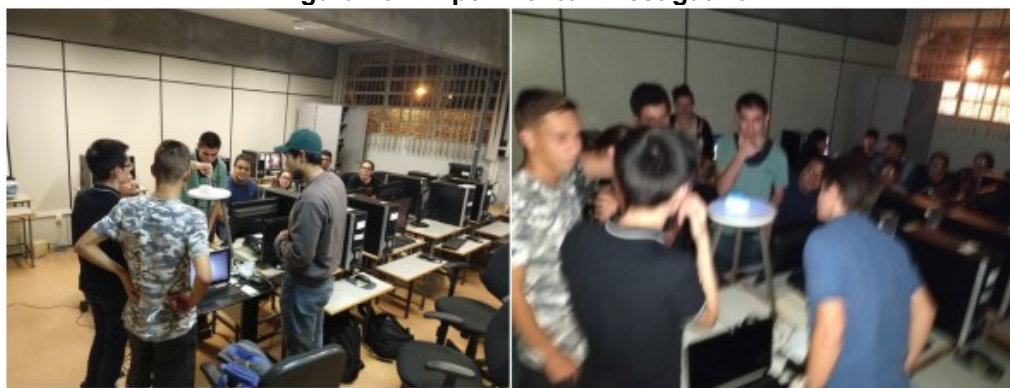
orientação que o professor havia recebido durante sua disciplina, mas com uma nova regra: eles não podiam tocar ou abrir o recipiente, mas precisavam descobrir sua função.

Assim como o método científico estabelece, os alunos fizeram algumas hipóteses e as testaram. Durante a atividade, um aluno notou que ao passar um ímã próximo à caixa, uma luz acendia. Os alunos inicialmente pensaram que o magnetismo era a causa do fenômeno, mas logo várias hipóteses foram propostas e testadas. A atividade, que deveria durar entre 10 e 15 minutos, acabou se estendendo por 30 minutos, com os alunos tentando diversas abordagens para entender o que estava acontecendo. Após vários testes, eles concluíram que a caixa funcionava quando a luz diminuía, e não por causa do magnetismo.

Durante a atividade, os alunos mencionaram a palavra "sensor", o que deu ao professor a oportunidade de explicar o que é um sensor. Ele explicou que um sensor é um componente que utiliza uma grandeza física para tomar ações, como medir a intensidade luminosa por meio de uma alteração de tensão ou corrente no Arduino. Para isso, é necessário calibrar os valores para que o valor medido pelo Arduino se torne uma representação de um fenômeno.

Em seguida, o professor colocou um dispositivo sobre uma banqueta, com o objetivo de ensinar os alunos a utilizar o método científico. A Figura 16 mostra o momento em que o dispositivo foi colocado sobre a mesa para que os alunos investigassem o que havia dentro da pequena caixa. A condição era que eles não podiam tocar no dispositivo.

Figura 16 - Experimento investigativo



Fonte: Autoria própria (2022).

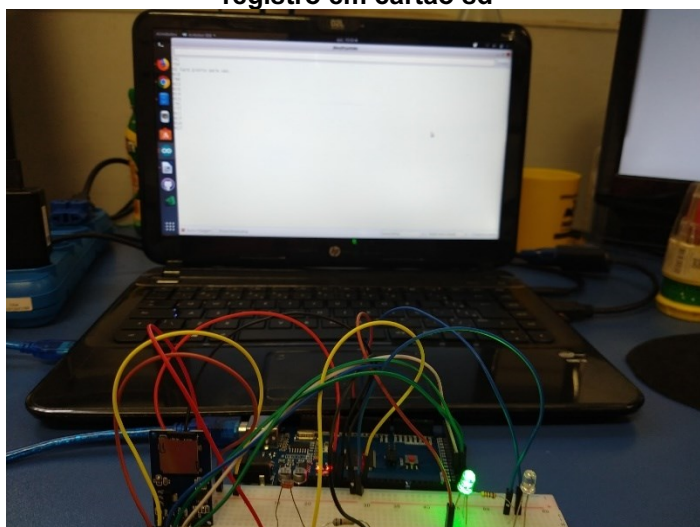
Na atividade, os alunos seguiram o método científico, fazendo hipóteses e testando ideias. Um aluno descobriu que um ímã em sua mochila acendia uma luz,

levando os alunos a pensar que a caixa usava magnetismo. Eles testaram várias hipóteses, incluindo o uso de uma lanterna de celular e um laser, o que levou a atividade a durar 30 minutos. Após 20 minutos, um aluno sugeriu apagar a luz para ver o que acontecia, levando à conclusão de que a caixa respondia à mudança na luz e não ao magnetismo.

O objetivo da atividade foi mostrar aos alunos que pode haver sistemas que eles não podem tocar, devido às suas dimensões ou outros fatores limitantes. No entanto, esses sistemas ainda podem ser provocados por outros fenômenos, como som, luz ou vibração, resultando em um efeito.

Em outra aula, o professor mostrou um vídeo sobre por que aprender a programar e, em seguida, os alunos montaram uma configuração experimental em seus protoboards para registrar dados lidos por um sensor LDR em um cartão SD. O arranjo experimental é mostrado na Figura 17.

Figura 17 - Arranjo experimental, onde foi desenvolvido atividade de leitura de sensor e registro em cartão sd



Fonte: Autoria própria (2022).

Após reproduzir a montagem experimental, os alunos foram orientados a prestar atenção no código disponibilizado para escrever dados no cartão SD e compará-lo com o hardware que eles montaram. Eles perceberam que precisavam aprender a ler e modificar o código para ajustá-lo à sua configuração.

Um novo código foi disponibilizado para permitir a identificação visual de problemas na gravação de dados no cartão SD. Antes de iniciar a atividade, as caixas de materiais de cada equipe foram reconfiguradas para incluir apenas os materiais necessários.

Foram ministradas 10 aulas no curso, nas quais foram apresentados códigos e montagens experimentais acompanhados pelo professor. Durante essas aulas, os alunos foram introduzidos aos procedimentos para declarar variáveis, definir o setup da variável, que envolve o comportamento do sensor conectado ao Arduino e como o sinal que chega é tratado. Também foi mostrado no bloco de loop como encontrar problemas de programação, como a falta de um ponto e vírgula ou parênteses e colchetes inseridos incorretamente. Além disso, foi explicado como criar uma função e a necessidade de parâmetros. Na aula 11, os sensores foram distribuídos entre cinco grupos: Equipe Astromich Droid, Sputnik, Wall-e, Regra de 3 e o grupo de medidas de radiação.

Cada equipe ficou responsável pela programação do sensor e pela compreensão da física que torna possível a leitura do dispositivo. Durante a realização dessa aula, os alunos se envolveram muito com as atividades que estavam desenvolvendo. Uma equipe responsável pelas medidas de radiação relatou que houve desistências no grupo, mas as duas alunas restantes queriam continuar na equipe. Os alunos colocaram a mão na massa e efetuaram a solda dos componentes, enquanto o professor orientava sobre os cuidados e mostrava como utilizar o multímetro para verificação de continuidade do circuito.

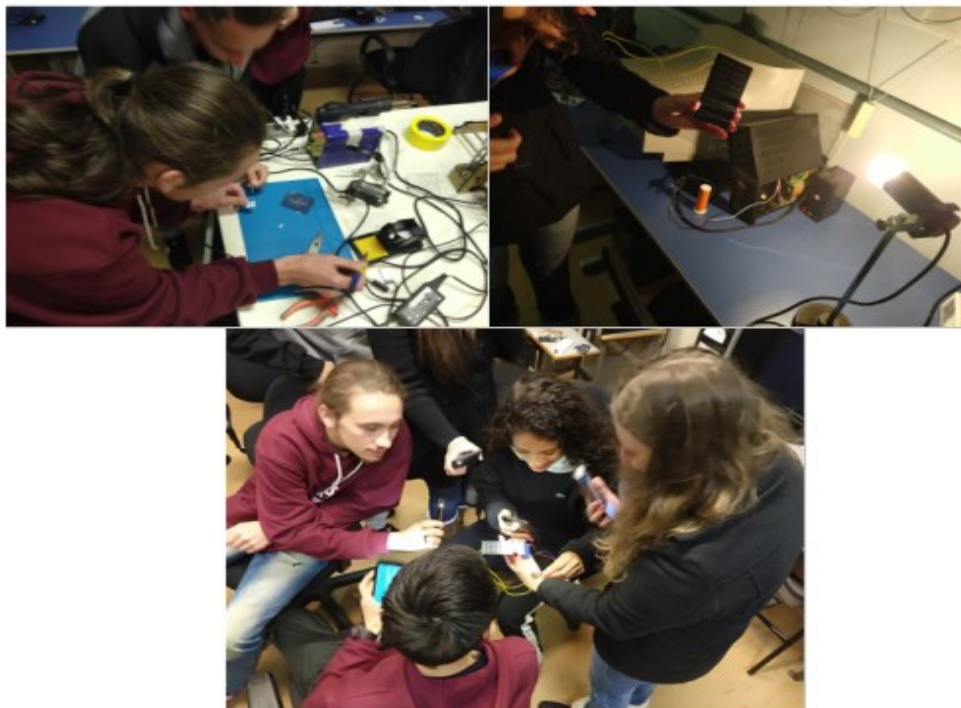
Outra equipe responsável pelo gerenciamento do sistema de carga da bateria através de energia solar descobriu que o sistema não estava carregando. Foi orientado o uso do multímetro para verificação de continuidade e descobriu-se que um dos fios do sistema apresentava problema. Durante a aula, houve uma descoberta interessante por parte dos alunos quando utilizaram a lanterna do celular sobre a placa solar e observaram que o sistema carregava. No entanto, um conceito errado surgiu, mas foi questionado pelo professor.

Durante a aula, surgiu uma questão sobre como medir a tensão e corrente em um circuito. Embora ambos possam ser medidos com o mesmo equipamento (multímetro), é necessário fazer conexões diferentes (série e paralelo). Isso gerou uma discussão interessante sobre como o equipamento deveria ser conectado ao circuito, mas como os alunos eram do primeiro ano de Física, o professor recorreu aos esquemas que eles haviam aprendido no Ensino Médio.

Durante a atividade prática, os alunos foram instruídos sobre os procedimentos de segurança necessários para realizar as soldas necessárias para montar o controlador de carga de bateria de Lítio. Eles usaram as lanternas de seus

celulares para iluminar a placa e observaram as leituras de tensão e corrente no multímetro. Durante o processo, eles perceberam que uma lâmpada que estava no laboratório também iniciava o processo de carregamento da bateria, o que foi usado para discutir como é o funcionamento das placas de energia solar. A Figura 18 é um registro da aula sobre células fotovoltaicas.

Figura 18 - Verificação do processo de carga de bateria através de fonte solar



Fonte: Autoria própria (2022).

Na avaliação do projeto, os alunos apresentaram seu trabalho para uma banca composta pelos professores da UEPG. Eles tiveram que apresentar a equipe, falar sobre a física dos sensores e o status do projeto. Cada equipe respondeu a perguntas elaboradas pelos professores. Muitos alunos relataram que era a primeira vez que desenvolviam uma atividade desse tipo.

No segundo semestre, os alunos foram reagrupados para continuar trabalhando no projeto de construção de um rover para exploração espacial na Lua. Como alguns grupos estavam estagnados e nem todos os membros participavam diretamente da programação, foi necessário fazer uma nova distribuição dos alunos. Durante a aula, foi apresentado um vídeo sobre a corrida espacial e o contexto histórico que levou ao pouso na Lua, seguido da nova distribuição dos alunos.

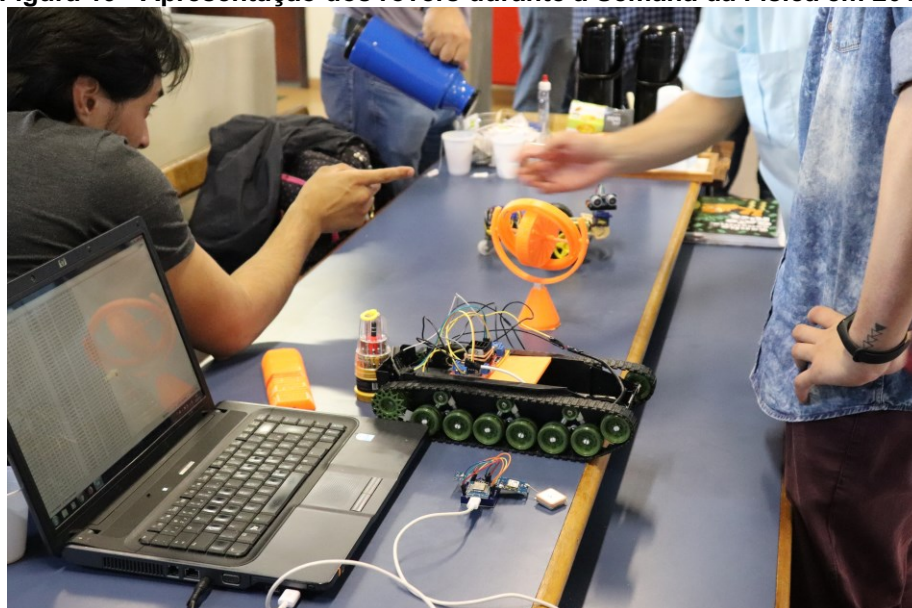
A reorganização dos grupos se fez necessária em virtude de desistência de alunos no curso de Licenciatura. A nova organização dos grupos agrupou alunos com maior facilidade em montagem experimental e em organização de materiais de divulgação.

Um grupo assumiu a tarefa de combinar os códigos dos sensores em um único arquivo e construir a placa para abrigá-los.

Isso renovou o ânimo dos alunos, que puderam se concentrar em suas habilidades individuais. A data para a finalização do projeto foi definida para a Semana da Física.

Durante a Semana da Física, os alunos apresentaram os circuitos montados com Arduino e a física estudada sobre cada sensor, conforme ilustrado na Figura 19:

Figura 19 - Apresentação dos rovers durante a Semana da Física em 2019



Fonte: Autoria própria (2022).

6.2 Aplicação da ABP no terceiro ano de licenciatura em Física da UEPG

No terceiro ano de Licenciatura em Física na UEPG, as atividades foram semelhantes às realizadas na turma do primeiro ano. As aulas seguiram a mesma sequência e foram divididas em grupos para trabalhar com a plataforma Arduino e realizar exercícios para adquirir e analisar dados. A diferença foi que, em apenas seis encontros, os alunos aprenderam sobre componentes, programação e desenvolvimento de códigos personalizados para sensores antes de serem

apresentados a um problema: construir um foguete com telemetria e organizar um torneio de lançamento de foguetes.

Embora os alunos tenham demonstrado um bom desempenho na programação e montagem dos circuitos, a evolução durante o desenvolvimento não foi tão rápida quanto o esperado. Os alunos do terceiro ano já têm contato com estágios supervisionados e alguns ministram aulas em escolas públicas e privadas, permitindo que participem de projetos de feiras de ciências regionais ou eventos maiores, como a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA).

As atividades desenvolvidas com a turma do terceiro ano tiveram o objetivo de trazer situações que podem ser encontradas durante a docência e permitir que os alunos conheçam o que é necessário para contribuir na formação de seus alunos. O foco foi desenvolver um foguete movido a propulsão de ar comprimido com um sistema que permitisse a telemetria do vôo e um para quedas para atenuar a queda. Os alunos foram divididos em grupos para apresentar seus projetos.

Assim como realizado com a turma do primeiro ano, as atividades iniciais de introdução à programação com Arduino foram realizadas no Laboratório de Ensino de Física, em 8 encontros, seguindo o mesmo modelo das atividades realizadas com a turma do primeiro ano. As demais atividades foram realizadas no Laboratório L28, que foi equipado com materiais e ferramentas para a construção do foguete.

Para a construção do foguete de garrafa phet, os alunos foram divididos em equipes, com funções bem definidas, mas que deveriam trabalhar em conjunto para produzir o produto final. Alguns alunos trabalharam na estrutura do foguete, sua aerodinâmica, asas e pressurização da garrafa. Durante o processo, eles discutiram e tiraram dúvidas com o Professor Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva, como registrado na Figura 24, que mostra uma das noites de trabalho dos alunos.

Figura 20 - Um registro dos participantes da turma do Terceiro Ano do Curso de Licenciatura em Física da UEPG no Laboratório L28



Fonte: Autoria própria (2022).

As atividades iniciais de programação com Arduino foram realizadas no Laboratório de Ensino de Física, em quatro encontros. As atividades seguintes foram transferidas para o Laboratório L28, que foi equipado com ferramentas e materiais para a construção de foguetes.

Assim como no primeiro ano, a turma do terceiro ano foi dividida em equipes, com funções específicas para cada equipe. As atividades que foram elencadas para o desenvolvimento do foguete fizeram com que a turma se dividisse em grupos de trabalho, que incluiu a montagem da base de lançamento, confecção do foguete em pet, dispositivo de transmissão de dados através do ESP32 e sistema de paraquedas.

Apesar de algumas dificuldades e desistências durante o processo, a turma teve momentos divertidos e bem-sucedidos no desenvolvimento do foguete, como os testes no "campo de prova" com o uso de ar comprimido, a montagem de um sistema para o lançamento do paraquedas e o teste do mecanismo de pressurização. Ao final do projeto, o objetivo foi atingido com a participação ativa de todos os alunos nas atividades e documentação das etapas.

No final de abril de 2019, foi criada uma turma no Google Sala de Aula chamada "Iniciação Científica I" para acompanhar as atividades propostas pelos alunos do primeiro ano do curso de Licenciatura em Física da UEPG. A cada encontro, um tópico era criado para postar os materiais necessários para a realização das atividades. O tópico representava o dia de aplicação do produto e

incluía um repositório de códigos elaborados pelos alunos e outros materiais utilizados como motivadores para a aula. Foram solicitadas sete atividades aos alunos, que estavam distribuídos em grupos. As atividades envolviam códigos, resumos de atividades e fotos das etapas de desenvolvimento. Cada atividade submetida era avaliada e discutida com o grupo no próximo encontro para identificar melhorias e oferecer dicas para resolução de problemas, especialmente para a elaboração de códigos para o Arduino. A Figura 21 apresenta um registro do teste de acionamento do paraquedas.

Figura 21 - Registro do teste de funcionamento do paraquedas



Fonte: Autoria própria (2022).

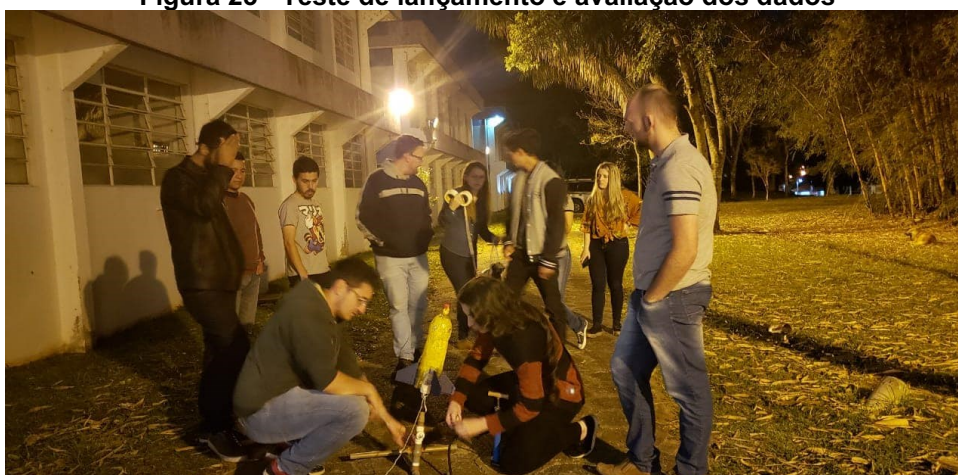
Figura 22 - Registro dos alunos do terceiro ano da Licenciatura desenvolvendo atividades de programação



Fonte: Autoria própria (2022).

Durante as atividades, havia necessidade de testes das partes desenvolvidas no laboratório, como mostrado na Figura 23, um teste mais completo de lançamento no qual a turma participava sempre bastante unida e participativa.

Figura 23 - Teste de lançamento e avaliação dos dados



Fonte: Autoria própria (2022).

Outro registro do desenvolvimento ocorreu no Laboratório L28 quando os alunos trabalhavam no desenvolvimento do sistema de lançamento do paraquedas conforme mostrado na Figura 24.

Figura 24 - Teste do mecanismo de abertura do paraquedas.



Fonte: Autoria própria (2022).

De maneira geral, o objetivo de trabalhar com o projeto do lançamento do foguete foi atingido e a turma participou ativamente das atividades, pesquisando, montando, discutindo, documentando as etapas.

7 OS PRODUTOS EDUCACIONAIS

Um produto educacional consiste em uma atividade ou material didático produzido com o intuito de auxiliar na aprendizagem e aprimoramento de habilidades de alunos ou professores.

Os produtos educacionais são importantes para a melhoria da qualidade da educação, visto que permitem o desenvolvimento de novas abordagens pedagógicas e o aprimoramento das práticas de ensino. Além disso, eles podem ajudar a superar obstáculos no processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e interessante para os alunos.

O produto educacional permite a exploração dos conceitos teóricos desenvolvidos durante a pesquisa de uma maneira mais clara e objetiva e também proporcionar aprimoramento das habilidades dos alunos ou professores envolvidos, permitindo a disseminação do conhecimento adquirido na pesquisa de forma mais ampla e efetiva.

O produto educacional pode servir como uma contribuição significativa para a comunidade acadêmica e para a sociedade em geral e assim o produto educacional pode ser uma ferramenta fundamental para a construção na formação de profissionais mais capacitados e efetivos no processo educacional.

A seguir, serão apresentados os materiais compilados a partir das notas de aula e observações realizadas durante a aplicação do produto, os quais serão apresentados como as contribuições da tese.

7.1 Guia de programação ESP32

Foi desenvolvido um roteiro didático para cada projeto, resultante da organização e preparação das aulas, tendo como base as notas e observações registradas durante a aplicação dos projetos.

Foram acrescentados dois capítulos que não puderam ser abordados em sala de aula, devido ao tempo necessário para a completa implementação e compreensão dos conceitos necessários.

O produto educacional inclui um capítulo detalhado intitulado "Guia de Programação ESP32", apresentado na Figura 32, que fornece instruções passo a passo.

Figura 25 - Capa do caderno didático da compilação das notas de aulas em decorrência da aplicação da APB



Fonte: Autoria própria (2022)

A estrutura dos tópicos que compõe o caderno didático é mostrada na Figura 26 abaixo.

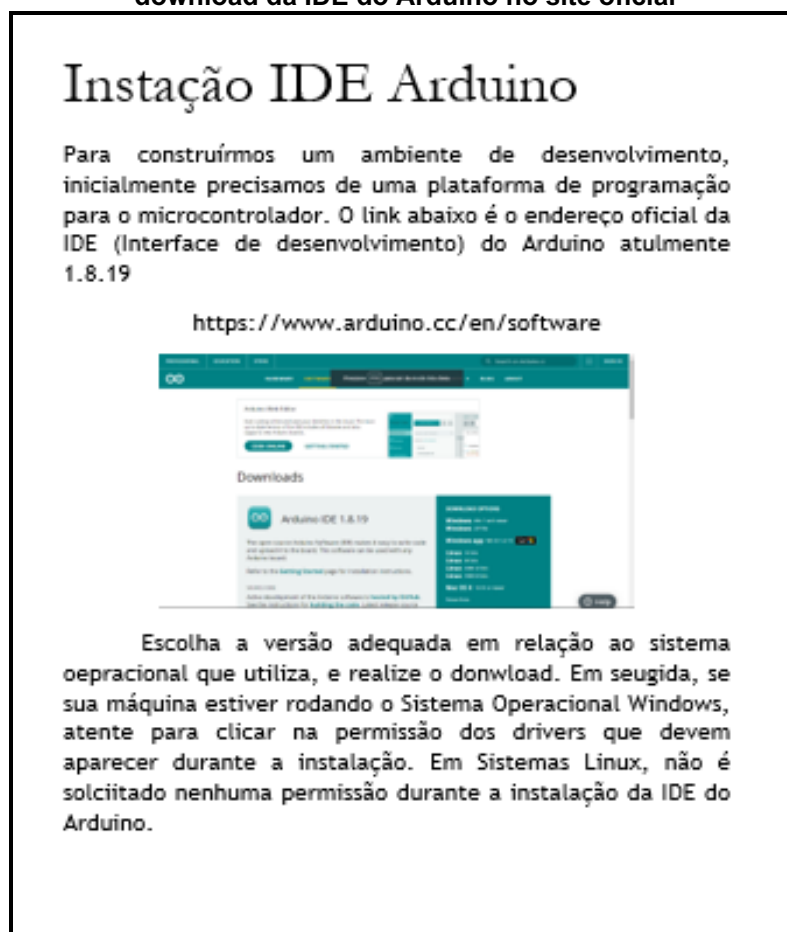
Figura 26 - Imagem do caderno didático onde é possível ver o sumário.

Introdução	5
Instalação IDE Arduino	7
Instalação Xampp	13
Grafana	18
Sketch ESP32	20
Protocolos de comunicação	23
UART	23
SPI	25
I²C	27
Projeto ESP32 - Definições	30
Circuito ESP32/DHT11/BMP180	32
Acessando o phpmyadmin	42
Recebendo os dados enviados pelo ESP32 ..	47
Dashboard no Grafana	50
Bibliografia	57
Autores	59

Fonte: Autoria própria (2022).

O caderno didático apresenta conceitos importantes sobre os tipos de comunicação que os sensores utilizam para aquisição dos dados e também descreve as tecnologias utilizadas para envio de dados na web, como a configuração do servidor Xampp e do sistema Grafana para monitoramento dos sensores em tempo real.

Figura 27 - Imagem do caderno didático apresentando os passos necessários para realizar o download da IDE do Arduino no site oficial



Fonte: Autoria própria (2022)

Um capítulo adicional apresenta o processo de instalação do Xampp. XAMPP é um pacote de software livre que consiste em servidores web de código aberto, banco de dados MySQL e linguagens de script PHP e Perl. Ele permite que os usuários instalem e executem facilmente um ambiente de servidor web completo em seus computadores locais, para fins de desenvolvimento e testes. O nome XAMPP é um acrônimo que significa "X" (para qualquer sistema operacional), Apache, MySQL, PHP e Perl. O software é disponibilizado para Windows, Linux e MacOS, e é amplamente utilizado por desenvolvedores e equipes de desenvolvimento para testar e depurar seus aplicativos web antes de implantá-los em um servidor web real. O procedimento para instalação é apresentado passo a passo na Figura 28.

Figura 28 - Instruções para download e instalação do Xampp

Instalação Xampp

Em ambientes Windows, é possível utilizar o Xampp é pacote que contém os principais servidores de código aberto para desenvolvimento Web, que incluem Apache, MySQL, FTP e Perl. Como pode ser visto no site do mantenedor e desenvolvedor do Xampp ele também possui versões voltadas para sistemas Linux e OS X. Acesse a Url (https://www.apachefriends.org/pt_br/index.html) e faça o download do programa em seu computador.

Baixar

O XAMPP é uma distribuição do Apache fácil de instalar contendo PHP, MySQL e Perl. Basta fazer o download e iniciar o instalador. É simples assim!

XAMPP para Windows 7.4.29, 8.0.19 & 8.1.6

Versão	Soma de verificação	Tamanho
7.4.29 / PHP 7.4.29 <input type="radio"/> que está incluído?	md5 sha1	Baixar (64 bit) 159 MB
8.0.19 / PHP 8.0.19 <input type="radio"/> que está incluído?	md5 sha1	Baixar (64 bit) 161 MB
8.1.6 / PHP 8.1.6 <input type="radio"/> que está incluído?	md5 sha1	Baixar (64 bit) 164 MB

Requisitos [Extensões](#) [Mais Downloads](#) >

Windows XP or 2003 are not supported. You can download a compatible version of XAMPP for these platforms [here](#).

Fonte: Autoria própria (2022).

Por fim, temos a instalação do Grafana, um software de código aberto que permite a visualização e análise de dados de diferentes fontes em tempo real, com recursos de dashboard personalizado e alertas. Ele pode se integrar a diversas fontes de dados, como bancos de dados relacionais, sistemas de monitoramento de rede e outras ferramentas de análise de dados.

O Grafana é utilizado por empresas em diferentes áreas, como finanças, saúde e tecnologia, para monitoramento de sistemas, análise de dados e tomada de decisões estratégicas. Ele oferece uma interface amigável e intuitiva para criação de gráficos, painéis e alertas personalizados, além de uma comunidade ativa de usuários e desenvolvedores que contribuem com melhorias e novos recursos ao software apresentado na Figura 29.

Figura 29 - Instruções para instalação do Grafana

Grafana

Grafana é uma aplicação web de análise de código aberto multiplataforma e permite visualização interativa. Pode-se construir Dashboards (painel visual que contém informações, métricas e indicadores) que permitem acompanhar sistemas de rede, telemetria de equipamentos com visual bonito e interativo, bem como utilizar tabelas, gráficos e alertas para as fontes de dados suportadas.

Pode fazer o download através do seguinte endereço web: <https://grafana.com/>. A Figura 5 mostra a página inicial do site do Grafana.



Figura 5: Site oficial da plataforma Grafana.

Após realizar o download, clique para executar o arquivo baixado e siga os passos apresentados a seguir:

Fonte: Autoria própria (2022).

Foram utilizados os seguintes sensores para configuração do projeto:

- DHT11 (temperatura e umidade)
- BMP180 (temperatura, pressão e altitude)
- GPS (velocidade, latitude e longitude)
- ML8511 (radiação ultravioleta)

Em seguida, é apresentado como configurar o banco de dados MySQL para aceitar conexões externas e a criação de um esquema e uma tabela para armazenar os dados dos sensores (impressão não fornecida). O código em PHP necessário para receber os arquivos enviados pelo ESP32 e como realizar o insert no banco de dados MySQL também é explicado.

Outro capítulo apresenta detalhadamente cada linha do sketch Arduino utilizado para enviar os dados dos sensores mencionados acima. E, por fim, é explicado como utilizar o Grafana para criar dashboards interativos para uma melhor visualização dos dados obtidos.

Com pequenas modificações nos arquivos mencionados acima, é possível adicionar ou remover sensores no ESP32 e enviar seus dados para armazenamento na base de dados do MySQL.

7.2 Plataforma web labtec28.info

Considerando as atividades desenvolvidas sobre Aprendizagem Ativa durante a aplicação do produto, juntamente com as notas de aula, a construção do protótipo motivou a levá-lo a estudantes de escolas que não têm condições de adquirir um kit Arduino e ESP32. A Figura 30 ilustra o protótipo totalmente funcional, com alguns itens adicionados ao final da aplicação do produto com os alunos da Licenciatura.

Figura 30 - Montagem do Rover sobre um chassi de tanque, contendo os sensores trabalhados em sala de aula



Fonte: Autoria própria (2022).

O protótipo apresentou uma grande limitação em relação à disposição de baterias, pois o espaço era reduzido e a bateria utilizada era muito pesada, exigindo muito esforço dos motores para funcionamento, resultando em rápida descarga. Para solucionar esse problema, foi construído um chassi mais robusto com barras de

alumínio e rodas de um carro de criança, que permitiu a inclusão de baterias e superfícies para instalação de painéis solares. A Figura 37 ilustra o rover construído com barras de alumínio.

Figura 31 - Rover melhorado para transportar mais baterias e painel solar



Fonte: Autoria própria (2022).

O protótipo tinha uma limitação com relação à disposição de baterias, o que reduzia a autonomia de uso do rover e limitava o número de sensores que poderiam ser adicionados. Para solucionar esse problema, foi construído um chassi mais robusto com espaço para carregar baterias e instalar painéis solares. Esse upgrade permitiu aumentar a autonomia do rover e adicionar mais sensores.

O uso do rover foi pensado para simular terrenos que apresentam anomalias nos sensores. Os instrumentos instalados indicam leituras mais acentuadas em determinadas regiões do terreno.

O dashboard do app Grafana mostra mudanças sensíveis nos gráficos de leitura, como a presença de uma placa de metal grande enterrada. Para cada instrumento instalado, podemos ajustar os sensores para exibir dados próximos aos valores de outros planetas, como Marte ou a Lua.

Essa simulação exige dos alunos uma análise mais profunda da telemetria, estimulando a pesquisa sobre questões como a influência da gravidade ou a necessidade de tratar o ar para torná-lo respirável em outros planetas. Essas pesquisas podem gerar debates sobre a conscientização para o uso racional dos recursos naturais.

A plataforma web labtec.info ainda tem muito a ser desenvolvida, mas pode se tornar uma importante ferramenta de ensino e simulação em Física e Computação. Com a descoberta da ferramenta, espera-se a obtenção de financiamentos para expandir a estrutura de servidores e desenvolvimento de mais rovers para que mais estudantes possam utilizar a plataforma simultaneamente.

Na plataforma web, os professores podem se cadastrar e ter acesso a uma área reservada para agendar o uso do rover. Eles também podem cadastrar seus alunos, informando a série e os dados da escola. A Figura 32 mostra a tela inicial da plataforma web.

Figura 32 - Página inicial da plataforma web labtec28



Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 33 abaixo apresenta a finalização do cadastro dos professores na plataforma, onde são solicitados seus dados pessoais.

Figura 33 - Área restrita disponível aos professores que se cadastram na plataforma labtec28.info

Fonte: Autoria própria (2022).

O próximo passo do cadastro é a indicação das escolas em que o professor leciona. Esse registro das escolas ajuda-nos a conhecer melhor os locais onde o projeto pode chegar e a estabelecer possíveis parcerias com os professores, como apresentado na Figura 34.

Figura 34 - Área disponível para cadastro de instituições de Ensino que o professor leciona

INSTITUIÇÃO	QTDE GRUPOS	ESTADO	CIDADE	STATUS
IFPR - CAMPUS IRATI	0	PR	Irati	ATIVO 5

Fonte: Autoria própria (2022).

A tela para o cadastro dos grupos é apresentada ao professor, que pode inserir os nomes dos grupos para facilitar a escolha das missões, como ilustrado na Figura 35.

Figura 35 - Cadastro dos grupos

Fonte: Autoria própria (2022).

Após o cadastro dos grupos, o professor cadastra os alunos que vão participar da missão. A Figura 42 apresenta a tela para o cadastro dos alunos de acordo com o grupo selecionado pelo professor.

Figura 36 - Cadastro dos Alunos e a associação ao grupo informado pelo professor

Fonte: Autoria própria (2022).

O processo de agendamento é finalizado com a escolha da data de reserva da plataforma, conforme apresentado na Figura 43. Nessa etapa, o professor também seleciona uma das investigações disponíveis para a missão.

Após o agendamento, o professor receberá um e-mail com os dados de acesso para visualização dos dados dos sensores e para controle do rover, quando essa função estiver disponível.

Figura 37 - Agendamento de uso da plataforma

LABTEC L28

MEUS DADOS

ESCOLAS

GRUPOS

ALUNOS PARTICIPANTES

AGENDAR USO

CALENDÁRIO

CONSULTAR

AGENDAMENTO

SAIR

Dias Disponíveis

Meus Grupos

Selecione um di: Seleccione um grupo..

Selecione um dia.

01/11/2022 - INVESTIGAÇÃO: ANOMALIAS MAGNÉTICAS

27/10/2022 - INVESTIGAÇÃO: ALTAS TEMPERATURAS

26/10/2022 - INVESTIGAÇÃO: ANOMALIAS MAGNÉTICAS

25/10/2022 - INVESTIGAÇÃO: LOCALIZAÇÃO

20/10/2022 - INVESTIGAÇÃO: ALTAS TEMPERATURAS

19/10/2022 - INVESTIGAÇÃO: RADIAÇÕES IONIZANTES

18/10/2022 - INVESTIGAÇÃO: ANOMALIAS ULTRAVIOLETA

SOLICITAR AGENDAMENTO

DATA	GRUPO	INSTITUIÇÃO	DESCRIÇÃO
------	-------	-------------	-----------

© 2022, LabTec L28 - Laboratório de Tecnologia

Fonte: Autoria própria (2022).

Durante as duas turmas da Licenciatura em Física, as notas de aula registraram a aplicação do produto, contribuindo para expandir a ideia das oficinas realizadas e levando o projeto para todo o Brasil, principalmente em áreas mais carentes. Isso se deve ao fato de que toda a gestão das atividades entre professores e alunos que utilizam a plataforma para aprendizagem pode ser realizada em smartphones.

8 CONCLUSÕES

Durante o ano de 2019, desenvolvemos atividades com os graduandos de Licenciatura em Física do primeiro e terceiro ano. Mostrou-se que a proposta de trabalhar temas que englobam os quatro anos de formação, de forma não rigorosa como é visto na evolução do curso, mas através de atividades que propõem desafios, permitindo que os alunos busquem mais conhecimento sobre os temas, é algo relevante e importante para ser desenvolvido.

A maioria dos alunos do primeiro ano de Licenciatura havia acabado de sair do Ensino Médio e, como apresentado no questionário voltado a conhecer a turma, poucos haviam tido contato com atividades laboratoriais ou de pesquisas. Propusemos atividades que os desafiassem na construção de um dispositivo sem um roteiro definido, no sentido de que havia um objetivo para que a turma toda construísse um conjunto de sensores para leitura de variáveis que faziam conexão com temas de todas as áreas da Física. Se colocados em conjunto, forneceriam a estrutura necessária para a construção de um veículo controlado a distância que fornece dados sobre sensores.

Ao analisar as variações percebidas pelos sensores, foi possível conhecer o ambiente, identificar anomalias, como uma pedra contendo mais ferro (Eletricidade), ou um aumento da intensidade de corrente na placa solar (Eletricidade), indicando que o carregamento da bateria está em seu nível mais elevado. Além disso, foi possível perceber que uma coordenada por GPS apresenta erro e que é possível dimensionar o tamanho da imprecisão obtida. Os alunos também tiveram contato com tópicos de relatividade, na correção de tempo do relógio do GPS (Física Moderna).

Foi possível descobrir quanto uma volta completa de uma roda significa em distância percorrida (Mecânica) e, desse modo, contabilizar quantas voltas o pneu girou para mostrar o comprimento atingido. Por meio de medidas de temperatura e pressão, os alunos puderam observar que pequenas variações na condição do ambiente (Termodinâmica) afetam as medidas. Também perceberam que é necessário compreender a teoria dos erros.

Durante as atividades de um torneio de lançamento de foguetes com garrafa pet e a confecção de um foguete da turma que fosse capaz de transmitir os dados

em tempo real, os alunos do terceiro ano tiveram a oportunidade de vivenciar a potencialidade do uso de metodologias ativas na formação de professores, em especial, utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) na pesquisa e resolução de problemas em Física e Computação.

Essa forma de trabalho aproximou os alunos aos principais conceitos da Física e da importância do trabalho colaborativo.

Inicialmente, os alunos demonstraram receio em realizar as conexões necessárias nos circuitos, mas com a continuidade das atividades, apresentaram soluções próprias para superar os desafios encontrados nas tarefas. Durante o processo, os alunos também perceberam a importância de aprender uma linguagem de programação para automatizar ou realizar medidas de sensores, o que permitiu analisar os dados lidos pelos sensores. Além disso, alguns temas estudados no Ensino Médio foram identificados nos sensores, possibilitando a realização de testes para verificar seu funcionamento e os limites das medidas que podiam ser feitas.

Considerando que a pesquisa teve um desenho de natureza aplicada, com método de pesquisa de campo por estudo de caso, os métodos utilizados para a aprendizagem ativa foram cuidadosamente delineados, culminando na apresentação de um produto pelos alunos. Na turma de primeiro ano da Licenciatura em Física, uma atividade significativa foi a apresentação de todas as áreas da Física que seriam aprofundadas nos quatro anos de formação, com uma demonstração de como elas são empregadas em dispositivos tecnológicos.

Uma abordagem de Metodologia de Ensino Ativa foi adotada, contribuindo para a aquisição de habilidades e competências de futuros professores e cientistas relacionadas à resolução de problemas.

A aprendizagem baseada em projetos com temas focados em tecnologia e ciência é um método de ensino eficaz para abordar temas interdisciplinares. Em todas as atividades, buscou-se contextualizar e verificar se os alunos podiam encontrar relações com outros problemas do cotidiano que poderiam ser resolvidos com base nos mesmos conceitos.

Por fim, a prática da construção de um rover e de um foguete usando telemetria permitiu aos alunos aplicar os ensinamentos de todas as áreas da ciência em um artefato que eles puderam ver e tocar.

A utilização de Aprendizagem Baseada em Projetos (APB) na robótica educacional tem grande potencial para melhorar a aprendizagem de conceitos

físicos e desenvolver habilidades e competências em alunos de cursos de física, permitindo que eles adquiram novos conhecimentos em física, informática e eletrônica através das atividades desenvolvidas.

Com base nas explicações fornecidas pelos alunos sobre temas de ciência, foi possível avaliar que a ABP é uma prática eficaz para a aprendizagem de conceitos de Física e para estimular habilidades computacionais.

Jerome Bruner (1915-2016) foi um psicólogo e educador americano que teve um papel fundamental no desenvolvimento da psicologia cognitiva e da teoria da aprendizagem construtivista. Ele foi um dos primeiros defensores da importância de se entender a mente do aluno e seu processo de aprendizagem na construção de uma pedagogia efetiva.

Bruner acreditava que a educação deveria ir além da mera transmissão de informações e fatos. Em vez disso, ele defendia que o ensino deveria ser uma atividade intelectualmente estimulante que ajudasse os alunos a desenvolverem habilidades de pensamento crítico e criativo. Ele via a aprendizagem como um processo ativo de construção do conhecimento, onde os alunos usam seu conhecimento prévio para criar novas conexões e significados.

Entre suas contribuições mais significativas está a teoria do "aprendizado por descoberta", que afirma que os alunos aprendem melhor quando são incentivados a descobrir novas informações por conta própria. Para Bruner, o professor deveria servir como um facilitador, ajudando os alunos a descobrirem informações e conectar conceitos.

Outra contribuição importante de Bruner foi o conceito de "espiral curricular", que sugere que os alunos devem ser expostos a um mesmo tema em diferentes níveis de complexidade ao longo de sua educação. Assim, os alunos retornam ao mesmo conceito em momentos diferentes, abordando-o de maneira cada vez mais sofisticada e avançada.

Bruner foi um pensador influente na educação e na psicologia cognitiva. Suas ideias influenciaram significativamente a maneira como as pessoas pensam sobre a aprendizagem e o ensino, e suas contribuições continuam a ser relevantes e valiosas para educadores e pesquisadores hoje.

A afirmação de Jerome Bruner de que é possível ensinar qualquer assunto de forma eficaz e intelectualmente honesta a qualquer criança, em qualquer estágio

de desenvolvimento, encontra aplicação prática na utilização de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) nas aulas de Física.

Por meio da ABP, os alunos podem testar e aplicar os conceitos aprendidos em séries anteriores de forma prática, tomando decisões e realizando experimentações, o que contribui para a aquisição de habilidades e competências necessárias para a resolução de problemas.

O professor deve atuar como um guia, promovendo diálogos e incentivando os alunos a pensar e compreender os conceitos estudados. Além de saber calcular, é importante que os futuros professores de Física sejam capazes de comunicar os conceitos teóricos e experimentais de forma clara e eficaz, visando motivar seus alunos a aprender.

A mediação das aulas de forma a utilizar a programação e robótica se mostrou extremamente importante para o ensino atual. Isso ocorre porque o uso dessas tecnologias permite aos alunos aprenderem de maneira mais interativa e lúdica, tornando o aprendizado mais atraente e efetivo.

Com a programação e robótica, os alunos puderam desenvolver suas habilidades lógicas e criativas, aprendendo a resolver problemas e desafios de maneira mais dinâmica e colaborativa.

Além disso, essa forma de mediação de aulas permite aos alunos experimentar situações e aplicar conceitos de forma prática, o que torna o processo de aprendizado mais significativo.

O uso da programação e robótica na mediação de aulas permite aos alunos se prepararem para o mercado de trabalho, que está cada vez mais exigente quanto ao domínio de habilidades tecnológicas.

Com isso, torna-se essencial que os alunos sejam expostos a essas tecnologias desde cedo, a fim de se tornarem profissionais mais qualificados e preparados para as demandas atuais.

A robótica, por sua vez, é um campo de estudo que tem se mostrado cada vez mais relevante para o ensino, pois por meio dela, os alunos têm a oportunidade de desenvolver habilidades como pensamento crítico, solução de problemas, criatividade, trabalho em equipe e habilidades técnicas. Além disso, a robótica pode despertar o interesse dos estudantes em áreas importantes de conhecimento, como ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM).

Assim, a utilização da robótica e programação nas aulas pode proporcionar aos alunos uma formação mais completa e adequada às exigências do mercado de trabalho atual. STEM é uma abreviação em inglês para Science, Technology, Engineering, and Mathematics, ou seja, Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, e representa um conjunto de disciplinas fundamentais para a formação de profissionais em áreas relacionadas a essas áreas de conhecimento.

A proposta do STEM é integrar essas disciplinas para proporcionar aos estudantes uma formação completa, que desenvolva habilidades e competências como pensamento crítico, resolução de problemas, inovação, criatividade e trabalho em equipe. A partir do estudo dessas áreas, o STEM incentiva a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias, fundamentais para a competitividade dos países e para a economia global.

Disciplinas STEM são essenciais para várias áreas, incluindo engenharia, ciência da computação, física, química, biologia, matemática, entre outras. Profissionais com formação nessas áreas são altamente valorizados pelo mercado de trabalho, visto que a demanda por especialistas nessas áreas tem aumentado em todo o mundo.

O STEM é considerado uma importante estratégia para a formação de profissionais qualificados e preparados para enfrentar os desafios do mundo moderno. Instituições de ensino de todo o mundo têm investido em programas e iniciativas STEM para formar novas gerações de profissionais com habilidades e conhecimentos atualizados, capazes de atender às demandas do mercado de trabalho e da sociedade em constante mudança.

A robótica pode ser incorporada em diferentes níveis de ensino, desde a educação infantil até o ensino superior, e pode ser aplicada em disciplinas diversas, como física, matemática, ciências e programação, entre outras. Além disso, a robótica pode ser utilizada em diferentes campos, incluindo medicina, indústria, agricultura, transportes, entre outros.

A robótica no ensino não apenas desenvolve habilidades técnicas, mas também promove valores essenciais, como respeito, cooperação, responsabilidade e ética. Dessa forma, a robótica se apresenta como uma ferramenta valiosa e eficaz para o ensino, capaz de preparar os alunos para os desafios do futuro e formar cidadãos conscientes e críticos.

A Física é uma das ciências fundamentais para o desenvolvimento da tecnologia e da sociedade. O estudo teórico é essencial para o avanço do conhecimento científico, mas as atividades práticas são cruciais para consolidar o aprendizado e preparar os estudantes para o mundo profissional.

Atividades práticas em Física permitem que os estudantes apliquem conceitos teóricos na prática, tornando o aprendizado mais concreto e envolvente. Além disso, desenvolvem habilidades importantes, como trabalho em equipe, solução de problemas e uso de equipamentos e instrumentos científicos.

As atividades práticas em Física estimulam a criatividade e a capacidade de inovação dos estudantes. Quando os estudantes são incentivados a construir seus próprios equipamentos, a explorar soluções alternativas e a criar seus próprios experimentos, eles desenvolvem habilidades importantes para a resolução de problemas e para a inovação.

Por fim, práticas em Física são fundamentais para a formação de profissionais de excelência. Ao se envolver em projetos práticos, os estudantes adquirem a experiência e a confiança necessárias para aplicar seus conhecimentos teóricos na prática, estando melhor preparados para enfrentar os desafios da vida profissional e para contribuir para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Por isso, é importante que as instituições de ensino proporcionem aos estudantes atividades práticas em Física, preparando-os para os desafios do mercado de trabalho e formando profissionais capacitados.

REFERÊNCIAS

ABP - **Aprendizagem baseada em projetos**: guia para professores do ensino fundamental e médio. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

ANDRADE, G. **O que são linguagens de programação**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/informatica/o-que-sao-linguagens-de-programacao/>
Acesso em: 19 nov. 2020.

ARDUINO. **AnalogRead**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/pt/language/functions/analog-io/analogread/>
Acesso em: 16 nov. 2020.

ARDUÍNO. **Arduino Uno Rev3**. Disponível em: <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3?selectedStore=us>. Acesso em: 15 set. 2022.

ATLANTIS parte para a última missão dos ônibus espaciais dos EUA. BBC, 2011. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2011/07/110708_eua_atlantis_rp. Acesso em: 15 set. 2022.

BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARAK, M.; ZADOK, Y. Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. **International Journal of Technology and Design Education**, 19(3), 2007, p. 289-307.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. 13.ed. Petrópolis: Vozes, 2017.

BERTOLETI, P. **Comunicação LoRa ponto-a-ponto com módulos ESP32 LoRa**. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/comunicacao-lora-ponto-a-ponto-com-modulos-esp32-lora/> Acesso em: 19 nov. 2020.

BIGGE, M. L. **Teorias da aprendizagem para professores**. São Paulo, EPU, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1977.

BLUE ORIGIN. **Blue origin**. Disponível em: <https://www.blueorigin.com/> Acesso em: 13 nov. 2020.

BRUNER, J. S. **Uma nova teoria de aprendizagem**. 2. ed. Rio de Janeiro. Bloch. 1973.

CANALTECH. **O que é thread?** - Disponível em: <https://canaltech.com.br/produtos/o-que-e-thread/> Acesso em: 12 nov. 2020.

CARVALHO, A. M. P. **Física**: proposta para um ensino construtivista. São Paulo: EPU, 1989. Acesso em: 30 jul. 2022.

DEWEY, J., R. B. (Org.) **MEC**: Coleção Educadores. Westbrook Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

SKLAR, M. A. **Walt Disney's Disneyland**. Walt Disney Productions, 1965.

DONDIS, D. A. **Sintaxe da linguagem visual**. Martins Fontes. São Paulo, 2003.

DRUYAN, A.; POPE, B.; BRAGA, B. (Diretores). **Cosmos**: uma odisseia no espaço e tempo. EUA: DVD, 2014.

ESPRESSIF. **ESP8266**. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/2146064_c006_8.jpg. Acesso em: 16 set. 2022.

ESPRESSIF. **ESP32**. Disponível em: <https://docs.espressif.com/projects/espressif-idf/en/v4.3-beta2/esp32s2/esp-idf-en-v4.3-beta2-esp32s2.pdf>. Acesso em: 16 set. 2022.

FERNANDES, R. I.; LUZ, R. B. M.; POYOR, R. M. B.; BRITO, G.S.; KNOLL, A. C. G. Metodologias ativas e Tecnologias na educação no ensino de Física. **Anais** do Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais, [S.l.], p. 15-21, 15 jun. 2018.

FERRARI, M. **Howard Gardner, o cientista das inteligências múltiplas**. Disponível em: <https://www.hipercultura.com/inteligencia-multipla-conheca-os-varios-tipos-de-inteligencia-e-descubra-a-sua/> Acesso em: 05 nov. 2019.

FEYNMAN, R. **O senhor está brincando, sr. Feynman?** as estranhas aventuras de um físico excêntrico. São Paulo: Elsevier Editora. 2016.

FINK, J. M.; GARY J. M. A Problem-Solving Template for Integrating Qualitative and Quantitative Physics Instruction. **The Journal of General Education**, vol. 59 no. 4, 2010, p. 273-284.

FRADE, I. C. A. S. VAL, M. G. C.; BREGUNCI, M. G. C. (Orgs). **Glossário Ceale**: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2014.

FRANÇA, J. A. **Deve ser brincadeira, sr. Feynman!** Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/josealexandre/mural/index.htm> Acesso em: 05 nov. 2019.

GLASSER, W. **Teoria da escolha**: uma nova psicologia de liberdade pessoal. São Paulo: Mercuryo, 2001.

HEATH, S. **Embedded system design**. 2. ed. Elsevier, 2003.

JUNIOR, C. R. S.; COELHO, J. D.; SANTOS, L. S. **Robótica nas aulas de matemática do ensino médio**: uma proposta educacional e de baixo custo. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID381/v12_n5_a2017.pdf. Acesso em: 05 nov. 2019.

MERGENDOLLER, J. R. **Aprendizagem baseada em projetos**: guia para professores do ensino fundamental e médio. 2. ed. Porto Alegre: Buck Institute for Education, Artmed, 2008.

MITNIK, R.; RECABARREN, M.; NUSSBAUM, M.; SOTO, A. Collaborative robotic instruction: a graph teaching experience. **Computers & Education**, 53, [2], 2009, p. 330-342.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011.

MOURÃO, O. **Arduino & ensino de Física**: automação de práticas experimentais. Tianguá: Clube dos Autores, 2018.

NASA Science. **Mars Exploration**. Disponível em: <https://mars.nasa.gov/msl/home/>. Acesso em: 15 set. 2022.

NIEMI, H. Active learning: A cultural change needed in teacher education and schools. **Teaching and Teacher Education**, 18(7), (2002), p. 763-780.

OLIVEIRA, J. **Arduino, ESP32 e ESP8266 – Comparação**. Disponível em: <https://xprojetos.net/arduino-esp32-e-esp8266-comparacao/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

PCN+ ENSINO MÉDIO. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília, MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2020.

RATINAUD, P.; MARCHAND, P. Application de la méthode ALCESTE à de "gros" corpus et stabilité des "mondes lexicaux": analyse du "Cable-Gate" avec IraMuTeQ. **Actes...** 11eme Journées Internationales d'Analyse Statistique des Données Textuelles. Liège, Belgique, p. 835-844, 2012.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

SCHIVANI, M.; BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Aplicações da robótica no ensino de física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica. **Journal of Science Education**, special issue - vol. 14, p. 32-36, 2013.

SCHIVANI, M.; PIETROCOLA, M. **The contextualization in the teaching physics through of instruments of the educational robotics**: analysis of activities by Verisimilar Praxeology, 2013.

SILVA, A. H., GOMES, L. C. A teoria de aprendizagem de Bruner e o ensino de ciências. **MUDI**, v 21, n 03, p. 13-24, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/40938/pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SILVEIRA JÚNIOR, C. R.; COELHO, J. D.; SANTOS, L. S. Robótica nas aulas de matemática do ensino médio: uma proposta educacional e de baixo custo. **Experiências em Ensino de Ciências**, V.12, No.5, 2017, p. 82-104.

SOUSA, R. P.; MOITA, F. M. C.; CARVALHO, A. B. G. **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

SPACE X. **Space x**. Disponível em: <https://www.spacex.com/>. Acesso em: 03 fev. 2021.

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética UTFPR

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PROJETO RA(ROVER AWAKENING) - DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ COM BASE NO ROVER QUE EXPLORA MARTE, QUE É CONSTITUÍDO DE UM LABORATÓRIO MÓVEL PARA PESQUISA

Pesquisador: HERNANI BATISTA DA CRUZ

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 06623218.0.0000.5547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.264.286

Apresentação do Projeto:

Conforme o pesquisador abaixo apresenta:

Hoje em dia, contemplar toda a imensidão do universo é algo que requer uma boa vontade, pois a poluição luminosa em nossas cidades dificulta enormemente a observação da beleza do céu noturno. Também, é muito provável que você já tenha se perguntado algum dia sobre, de onde viemos? Estamos sós no universo? Essas perguntas geralmente aparecem através de questionamentos das crianças, quando começam a observar o mundo que os cerca. Perguntas difíceis de serem explicadas, e que despertam opiniões conflitantes, quando comparado a ciência e religião. Desde o início da civilização, nossos ancestrais utilizaram a natureza para guiar suas atividades. Eles também desenvolveram um relógio e um calendário para marcar datas importantes, como por exemplo, época de plantio e colheita, estiagem, secas, períodos frios. Os mistérios que o céu nos apresenta são intrigantes, pois quando olhamos para o céu, e observamos as estrelas e planetas visíveis, em primeiro momento não nos damos conta que são objetos que se encontram a uma distância grande de nosso planeta, e desse modo, mesmo sendo a Luz o objeto que se move mais rapidamente, cerca de 3×10^8 m/s, a Luz que nos chega destes corpos está viajando a um tempo grande. Assim quando observamos o céu, estamos observando o passado do nosso Universo. Muitos são os modelos que tentam explicar a origem da criação do nosso

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

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PROJETO RA(ROVER AWAKENING) - DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ COM BASE NO ROVER QUE EXPLORA MARTE, QUE É CONSTITUÍDO DE UM LABORATÓRIO MÓVEL PARA PESQUISA

Pesquisador: HERNANI BATISTA DA CRUZ

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 06623218.0.0000.5547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.264.286

Apresentação do Projeto:

Conforme o pesquisador abaixo apresenta:

Hoje em dia, contemplar toda a imensidão do universo é algo que requer uma boa vontade, pois a poluição luminosa em nossas cidades dificulta enormemente a observação da beleza do céu noturno. Também, é muito provável que você já tenha se perguntado algum dia sobre, de onde viemos? Estamos sós no universo? Essas perguntas geralmente aparecem através de questionamentos das crianças, quando começam a observar o mundo que os cerca. Perguntas difíceis de serem explicadas, e que despertam opiniões conflitantes, quando comparado a ciência e religião. Desde o início da civilização, nossos ancestrais utilizaram a natureza para guiar suas atividades. Eles também desenvolveram um relógio e um calendário para marcar datas importantes, como por exemplo, época de plantio e colheita, estiagem, secas, períodos frios. Os mistérios que o céu nos apresenta são intrigantes, pois quando olhamos para o céu, e observamos as estrelas e planetas visíveis, em primeiro momento não nos damos conta que são objetos que se encontram a uma distância grande de nosso planeta, e desse modo, mesmo sendo a Luz o objeto que se move mais rapidamente, cerca de 3×10^8 m/s, a Luz que nos chega destes corpos está viajando a um tempo grande. Assim quando observamos o céu, estamos observando o passado do nosso Universo. Muitos são os modelos que tentam explicar a origem da criação do nosso

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: 3.264.286

estes tipos de equipamentos, robôs controlados a distância, bem como os mistérios que o cosmos nos proporciona. Porém, em minha formação básica, não encontrei professores, ou graduados que pudessem explicar como era realmente o desenvolvimento destes equipamentos, ou explicar as questões mais delicadas sobre a origem do nosso Universo. Foi necessário o término de duas graduações, e durante esse período, também ocorreram avanços significativos na disponibilidade de conteúdo, com a evolução das redes de Internet. Assim, com muitas horas de pesquisa, fui conhecendo materiais tanto de leitura quanto de sensores e equipamentos eletrônicos que me permitiram desenvolver protótipos. Esses protótipos foram utilizados em aulas, como motivação para proporcionar a curiosidade de alunos, e muitos destes alunos, hoje seguiram na área de Ciência ou Engenharia.

* Hipótese:

Hipótese primária: Como Uma abordagem interdisciplinar, com base em metodologia ativa ABP, contribui para a aquisição de competências para cientistas e engenheiros. Hipóteses secundárias: Como a construção e uso do Rover, contribui para o desenvolvimento de habilidades de coleta e análise de dados de modo a possibilitar a previsão ou controle de situações problemas relacionados a temas atuais da ciência e da engenharia que envolvem interdisciplinaridade.

* Metodologia Proposta:

Os estudantes de Física e Engenharia são submetidos a aulas expositivas com grande número de equações e teoremas que, na maioria das vezes, torna-se um aprendizado mecânico. Este aprendizado, não permite que os alunos possam fazer ligações entre a teoria e sua aplicação. Com isso, o conteúdo aprendido, não se torna significativo. Para que os conceitos de Física tenham significado para o educando, deseja-se o desenvolvimento de um ambiente que compreenda a construção de um robô, com vários sensores, e estes serão lidos para instrumentação. As atividades de construção serão desenvolvidas na forma de oficinas, em que os alunos realizaram as atividades após um Briefing, como em uma sala de planejamento de projeto, como é possível acompanhar nos documentários da NASA, onde podemos ver as etapas de planejamento e execução do projeto, e no final, o uso do robô na exploração. Como se trata de um protótipo é importante que sejam desenhados as peças em aplicativos de desenho técnico, tanto para

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: 3.264.286

documentação da peça, como para acompanhamento geral do projeto. Logo após essa fase, os alunos iniciaram a construção seguindo o projeto, e, quando terminam a atividade diária, deve ser apresentada aos demais participantes. Os alunos serão submetidos à investigação de ambientes que devem ser acessados remotamente, e, por isso, utilizaram sensores fixados junto com o Rover. Porém, para uma interpretação correta dos valores lidos pelos sensores, há a necessidade de conhecer a Física que cada sensor utiliza. Só dessa maneira, os valores lidos, representaram corretamente as grandezas que se deseja observar. Cada sensor, ou motor, necessita de valores específicos para seu funcionamento, isso requer que seja considerada a energia necessária para acionamentos, otimizar percursos, tempo de exposição de sensores, etc. Para isso, é necessário desenvolver ferramentas computacionais para análises. Os alunos utilizaram os recursos instalados no robô para propor métodos e técnicas para realizar medidas. O uso de sensores permitirá a interdisciplinaridade, pois os dados obtidos podem ser interpretados nas mais diversas áreas da ciência, por exemplo, análises de solo, umidade, temperatura, pressão e radiação, etc. De maneira análoga a parte mecânica do Rover, essa fase deverá ser executada da mesma forma, a partir de um Briefing, onde serão apresentadas as atividades do dia ou da semana, e os conhecimentos de física necessários para correta utilização dos sensores. Os códigos desenvolvidos e um descritivo das atividades. Para os alunos da UEPG, as atividades serão realizadas com a disciplina de Iniciação científica I, que tem uma carga horária de 2 horas aula por semana. Para os alunos da UTFPR, as atividades serão definidas em encontros semanais com duração de 2 horas aula por semana. Para os alunos que não se manifestarem a favor de participar da pesquisa, utilizaremos uma outra sala, que encontra-se disponível no mesmo horário para que eles sigam com a disciplina de Iniciação Científica I normalmente, sem prejuízo a formação do aluno. Durante a realização do projeto, caso algum aluno se manifeste contra a participação na pesquisa, será disponibilizado uma sala em frente ao laboratório em que o projeto será aplicado, para que esses alunos possam cursar a disciplina normalmente acompanhados com o professor titular da disciplina de Iniciação científica I.

* Metodologia de Análise de Dados:

Na montagem do Rover, toda a prototipação deverá ser documentada. Com base nisso, será apresentado para um grupo de professores para analisar a proposta planejada, e a peça, ou o Rover montado. A Pesquisa proposta é qualitativa sendo que a análise dos dados se fará por meio da Análise de conteúdo fundamentado com o auxílio do software Iramuteq. Trata-se de um

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: 3.264.286

software que utiliza Python e a linguagem R desenvolvido pelo Laboratoire d'Études et de Recherches Appliquées en Sciences Sociales (LERASS) da Universidade de Toulouse. O software realiza mineração de dados, em textos, permitindo que sejam feitas análises qualitativas, como identificar o assunto tratado; interpretação lexical e identificação de vocabulário; permite visualizar a quantidade de vezes que uma palavra foi citada e a comparação entre autores. Oficinas de ensino e construção de um Rover. Ensino das áreas de Ciências Exatas e Naturais e de Engenharias e Tecnologias através de oficina interdisciplinar de Ensino e Construção de um Rover. Ensinar conteúdos Mecânica, Elétrica, Eletrônica e Física Moderna a partir de uma situação-problema, colocando os alunos na condição de engenheiros responsáveis por uma exploração de um planeta em nosso sistema solar. Serão realizados dois grupos de pesquisa, sendo um realizado na UEPG com alunos de Licenciatura em Física e outro na UTFPR com alunos dos Bacharelados. A tabela abaixo, apresenta os dados de cada grupo de pesquisa.

*** Critério de Inclusão:**

O projeto será desenvolvido com dois grupos: um com alunos da Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, devidamente matriculados no primeiro ano e que estejam cursando a disciplina Iniciação Científica I maiores de 18 anos. O segundo grupo, é de alunos matriculados nos bacharelados dos diferentes cursos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, devidamente matriculados no 2º período de seus respectivos cursos e maiores de 18 anos. Havendo mais procura que o número de vagas disponível, será utilizado o critério de melhor média geral em todas as disciplinas que o acadêmico já tenha cursado. Havendo mais procura que o número de vagas disponível, será utilizado o critério de melhor média geral em todas as disciplinas que o acadêmico já tenha cursado.

*** Critério de Exclusão:**

Não se aplica.

Objetivo da Pesquisa:

O pesquisador definiu:

Objetivo Primário:

Desenvolvimento de um ambiente que simule uma missão espacial baseado em Aprendizagem

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165	CEP: 80.230-901
Bairro: CENTRO	
UF: PR	Município: CURITIBA
Telefone: (41)3310-4494	E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.264.286

Baseada em Projetos que permita a análise da metodologia para o ensino de acadêmicos das áreas de Ciências Exatas e Naturais e de Engenharias e Tecnologias de forma interdisciplinar.

Objetivo Secundário:

- Usar a construção e utilização de um Rover simulando uma missão espacial, como tema gerador para desenvolver as habilidades dos engenheiros e cientistas na elaboração de projetos.
- Usar recursos tecnológicos para auxiliar na aquisição e apropriação de novos conhecimentos de Física, Informática e Eletrônica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Para o pesquisador,

Riscos: A referida pesquisa apresenta risco mínimo, ou seja, somente o desconforto do participante ao realizar a oficina por possível desconhecimento dos conceitos físicos envolvidos. Ressaltamos, que todos os equipamentos que serão utilizados na oficina envolvem baixa tensão, da ordem de 5v e 40 mA e não oferecem riscos aos participantes. O pesquisador percebendo o desconforto do participante interromperá imediatamente a pesquisa e avaliará a possibilidade de retomá-la num segundo momento ou não. Caso algum participante tenha idade menor que 18 anos, será dada a possibilidade de acompanhar sem manusear as atividades. Os pedidos de indenização resultantes da referida pesquisa serão tratados conforme prevê a legislação brasileira. Para a realização do presente projeto não se aplica o ressarcimento.

Benefícios:

Relevância Operativa: Entende-se que a pesquisa permitirá explorar o Ensino através de uma metodologia ativa, que permitirá desenvolver propostas de novos projetos de Ensino, bem como adequá-las para motivação de alunos do Ensino Fundamental e Médio para ingressarem nas áreas de Ciências e Engenharias. **Relevância Social:** A criação de diferentes espaços de aprendizagem e o conceito de "colocar a mão na massa" está diretamente relacionado ao conceito Movimento Maker na Educação. Entre os benefícios do trabalho em equipe, o projeto ajudará no interesse de alunos do Ensino Fundamental e Médio a procurarem melhorar o desempenho nas matérias como Física, Matemática e Química. Nas Engenharias, desenvolver competências de caráter interdisciplinar, de trabalho em equipe em uma situação de ensino e aprendizagem que reproduz um ambiente de execução de projetos em empresas tecnológicas. **Relevância Humana:** Formar profissionais das áreas de Ciências Exatas e Naturais e de Engenharias e Tecnologias preparadas para atuar nas

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

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.264.286

mais diversas áreas da ciência e da tecnologia, tornando-os mais integrados com demais áreas do conhecimento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto é relevante, pois preenche um plano de elaboração que examina casos atuais, com o intuito de investigar e compreender o objeto em estudo. Isto permite estabelecer generalidades válidas sobre este objeto, isolando as características particulares que possam auxiliar na compreensão do todo sobre o fenômeno estudado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto de pesquisa proposto atende ao que é exigido pela Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS com relação à pesquisa com seres humanos.

Recomendações:

Verificar item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Algumas observações e pendências estão apresentadas no Parecer: 3.149.028 e 3.203.910, abaixo para serem solucionadas, tais como:

[CONCLUÍDO]

Seção Procedimento a realizar. Solicita-se esclarecer qual o procedimento que o participante da pesquisa terá que realizar. Também informar que os participantes não pagarão e nem serão remunerados por sua participação e poderão, sem qualquer ônus, desistir a qualquer momento da pesquisa. A resolução 466/2012 prevê indenização por eventuais danos ocorridos durante a participação na pesquisa.

[CONCLUÍDO]

Seção Projeto de pesquisa. No projeto básico da plataforma Brasil, no item de "Desenho", solicita-se reescrever fazendo uma contextualização do problema e apresentação do objetivo do projeto.

[CONCLUÍDO]

Seção Critérios de Inclusão e Exclusão. Os pesquisadores devem rever e uniformizar o texto dos

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: 3.264.286

critérios de inclusão e de exclusão por todos o protocolo de pesquisa. Estes itens são obrigatórios em pesquisas envolvendo seres humanos, conforme resolução 466/2012. Portanto, reavalie a seção Critérios de Inclusão e de Exclusão, mantendo-a detalhada e padronizada. Lembre-se que esta seção, se bem detalhada e padronizada por todo o protocolo de pesquisa (Projeto, TCLE, Folha de Rosto e Plataforma Brasil), então possibilitara estabelecer o perfil do participante. Sem tais critérios, não se tem clareza de quem será o participante da pesquisa. Os critérios de inclusão são as mais diversas condições que fazem com que tal indivíduo seja sujeito participante de uma pesquisa. O projeto deve definir exaustivamente quais são os critérios de Inclusão do sujeito participante. Também atente-se que os critérios de exclusão não podem ser uma negativa dos critérios de inclusão, o que levaria a uma contradição, pois se o participante e incluído por uma razão X, não será a razão X a excluí-lo. Também a não participação da pesquisa não é critério de exclusão. Apresente algo palpável para excluir participantes, mas não a desistência deles, uma vez que a desistência do participante é amparada por lei e não se configura como exclusão. Após os ajustes solicitados, padronize a seção Critérios de Inclusão e de Exclusão entre os protocolos de pesquisa. Também, sugiro leitura nestes links para construção do Critério de Exclusão: <http://www.abntouvancouver.com.br/2015/08/os-criterios-de-inclusao-e-exclusao-de.html>, http://decisaoclinica.com/planejamento/lv4_07.htm. Apresente algo palpável para excluir participantes, mas não a desistência deles, uma vez que a desistência do participante é amparada por lei e não se configura como exclusão.

[CONCLUÍDO]

Autonomia Plena. Solicita-se informar se o protocolo de pesquisa preferência indivíduos com autonomia plena.

[CONCLUÍDO]

Seção Cronograma. Coleta de Dados. Detectou-se que o cronograma de execução da pesquisa de coleta de dados contempla uma data inicial anterior ao parecer do Comitê de Ética. Onde se lê:

"Início das atividades somente após o aceite pelo comitê de ética. A previsão de aplicação é 03/09/2018 30/11/2018". Logo, esta data e outras datas subsequentes precisarão ser readequadas para uma data posterior ao parecer final deste Comitê. Ajuste as datas deste cronograma nos documentos que compõe o protocolo de pesquisa e na plataforma Brasil.

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

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.264.286

[CONCLUÍDO]

Pesquisadores Participantes. Solicita-se inserir os todos os dados dos pesquisadores participantes na Plat. Brasil. Adicionalmente, favor rever o cadastro de todos os participantes nos documentos que envolvem a pesquisa. Também, incluir o telefone do pesquisador responsável, pois se não pode constar somente do acadêmico.

[CONCLUÍDO]

Esclarecer a diferença dos grupos de pesquisa 20 e 25. Quem são e quais as atividades.

[CONCLUÍDO]

Seção Riscos. Todo risco, por mínimo que seja, deve ser verticalmente declarado. Reajuste o texto do protocolo de pesquisa para apresentar ao voluntario sobre os potenciais riscos e incômodos ao qual o voluntario será submetido. Verifique com um especialista quais riscos podem acontecer e como eles podem ser previstos ou tratados.

[CONCLUÍDO]

Seção Indenização. Solicita-se rever esta seção. Solicita-se assegurar a todos os participantes ao final do estudo, por parte do pesquisador, acesso gratuito e por tempo indeterminado, aos melhores métodos profiláticos, diagnósticos e terapêuticos que se demonstraram eficazes. O pesquisador e as instituições e/ou organizações envolvidas nas diferentes fases da pesquisa devem proporcionar assistência imediata, nos termos do item II.3 (466/12), bem como responsabilizarem-se pela assistência integral aos participantes da pesquisa no que se refere as complicações e danos decorrentes da pesquisa. Desta forma, os pesquisadores comprometem-se com a indenização dos voluntários, através do acompanhamento, tratamento, assistência integral e orientação, caso haja algum dano imediato ou tardio, causada pela aplicação desta pesquisa. Na percepção de qualquer dano a saúde do sujeito de pesquisa, a mesma será suspensa.

[CONCLUÍDO]

TCLE. A participação na pesquisa deve ser redigida no TCLE na forma de convite ao participante, sem termos específicos da área de concentração, mas equivalente em linguagem acessível. Lembre-se de prestar informações em linguagem clara e acessível, utilizando-se das estratégias mais apropriadas a cultura, faixa etária, condição socioeconômica e autonomia dos convidados a participar da pesquisa.

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

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.264.286

[ESCLARECIDO]

ENTREVISTA. Incluir o formulário sobre a entrevista.

[CONCLUÍDO]

GRUPOS DE PESQUISA. Esclarecer quem serão os participantes dos dois grupos e as formas individualizadas com os respectivos TCLEs. Isto influencia na metodologia e nos critérios de inclusão e exclusão.

[CONCLUÍDO]

Esclarecer a participação dos professores e técnicos de acordo com a afirmação "O projeto deve ser acompanhado por professores ou técnicos de mecânica, afim de garantir a segurança dos alunos, bem como o correto uso dos equipamentos e EPIs. " Neste caso eles deveriam ser parte da equipe da pesquisa.

[CONCLUÍDO]

Incluir a UEPG como coparticipante em função da aplicação da atividade se dar na UEPG.

[ESCLARECIDO]

Esclarecer na metodologia como serão feitas as "As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda. " Esclarecer em que período será feito os 12 encontros, bem como a aplicação da entrevista.

[CONCLUÍDO]

Uniformizar todos os documentos com as alterações propostas.

[CONCLUÍDO]

Carta Resposta. Solicita-se uma Carta de Resposta, em arquivo anexo, com as alterações definidas

[CONCLUÍDO]

Plano de Contingencia. Solicita-se apresentar um Plano de Contingencia de atividades para aqueles alunos que durante o período de aplicação da pesquisa (durante as atividades acadêmicas) não se manifestaram a favor de participar da pesquisa.

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: 3.264.286

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 466/12, 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 modificada 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_P ROJETO_1202628.pdf	26/03/2019 10:51:59		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Ajustes_23_03_2019.pdf	26/03/2019 10:51:27	HERNANI BATISTA DA CRUZ	Aceito
Cronograma	cronograma_23_03_2019.pdf	26/03/2019 10:46:05	HERNANI BATISTA DA CRUZ	Aceito
Outros	2_Carta_CEP.pdf	26/03/2019 10:45:05	HERNANI BATISTA DA CRUZ	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Hernani.pdf	25/02/2019 13:38:45	HERNANI BATISTA DA CRUZ	Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	21/02/2019 17:15:28	HERNANI BATISTA DA CRUZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_consentimento_livre_e_escla recido_tcle_tcuisu.pdf	21/02/2019 16:01:23	HERNANI BATISTA DA CRUZ	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DaclaracaoLaboratorio.pdf	11/12/2018 17:06:26	HERNANI BATISTA DA CRUZ	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

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

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.264.286

CURITIBA, 14 de Abril de 2019

Assinado por:
Frieda Saicla Barros
(Coordenador(a))

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