

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

JORGE LUIZ FERNANDES CARDOSO

**A CONTRIBUIÇÃO DE LABORATÓRIOS MAKER E APRENDIZAGEM BASEADA
EM PROJETOS PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO
ENSINO MÉDIO**

**DOURADOS - MS
2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

JORGE LUIZ FERNANDES CARDOSO

**A CONTRIBUIÇÃO DE LABORATÓRIOS MAKER E APRENDIZAGEM BASEADA
EM PROJETOS PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Cesar Ferreira

**DOURADOS - MS
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C268c Cardoso, Jorge Luiz Fernandes

A contribuição de laboratórios Maker e Aprendizagem Baseada em Projetos para a promoção da Aprendizagem Significativa no Ensino Médio [recurso eletrônico] / Jorge Luiz Fernandes Cardoso. -- 2025.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Fernando Cesar Ferreira.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. movimento maker. 2. eletricidade. 3. aprendizagem baseada em projetos. 4. aprendizagem significativa. 5. tipologias de conteúdos. I. Ferreira, Fernando Cesar. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR JORGE LUIZ FERNANDES CARDOSO, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA".

Aos trinta dias do mês de agosto do ano de dois mil e vinte e quatro, às oito horas, em sessão pública, realizou-se na Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada "**A CONTRIBUIÇÃO DE LABORATÓRIOS MAKER E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO**", apresentada pelo mestrando Jorge Luiz Fernandes Cardoso, do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, à Banca Examinadora constituída pelos membros: Prof. Dr. Fernando Cesar Ferreira/UFGD (presidente/orientador), Prof. Dr. Bruno dos Santos Simoes/UFGD (membro titular interno), Prof.ª Dr.ª Rosemar Ayres dos Santos/UFGD (membro titular externo). Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer ao candidato e aos integrantes da banca as normas a serem observadas na apresentação da Dissertação. Após o candidato ter apresentado a sua Dissertação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições. Terminada a Defesa, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido o candidato considerado APROVADO. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dourados/MS, 30 de agosto de 2024.

Documento assinado digitalmente
gov.br FERNANDO CESAR FERREIRA
Data: 30/08/2024 11:49:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fernando Cesar Ferreira
Presidente/orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br BRUNO DOS SANTOS SIMOES
Data: 01/09/2024 11:47:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bruno dos Santos Simoes
Membro Titular Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br ROSEMAR AYRES DOS SANTOS
Data: 03/09/2024 23:33:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.ª Dr.ª Rosemar Ayres dos Santos
Membro Titular Externo

(PARA USO EXCLUSIVO DA PROPP)

Dedicatória

Dedico esta dissertação à minha esposa, Maria Sonia e meus filhos Geovane e Helena. Sem eles por perto os resultados não seriam os mesmos. Grato pela compreensão e presença.

Agradecimentos

À minha esposa Maria Sônia que sempre me incentivou e entendeu a correria e falta de tempo nesses meses de pesquisa e escrita.

Aos meus filhos Geovane e Helena, que apesar de não entenderem exatamente o que eu estava fazendo, sempre contribuíram para que seguisse em frente.

Aos meus pais, pela sabedoria de incentivar meus estudos e nunca desistir dos objetivos.

Aos professores e colegas do mestrado, pelos ensinamentos e amizades

Aos Diretores Julio e Karla, pela disponibilidade de aplicação da pesquisa na escola

Aos membros do Quantum LAB, Cecília e Sammer pelo incentivo e apoio para eu entrar nesse programa de mestrado.

Aos professores da escola, que passaram por esse desafio e de certa forma me inspiraram na realização dessa pesquisa.

Aos estudantes que participaram do projeto no laboratório, pela colaboração com a pesquisa.

Ao professor Doutor Fernando Cesar Ferreira, meu orientador, pelo total apoio e disponibilidade, pelo aconselhamento assertivo, pelo estímulo permanente que muito contribuíram para aumentar o desafio e melhorar a clareza da investigação e da escrita.

Aos membros da banca Professor Doutor Bruno e Professora Doutora Rosemar, pelos apontamentos precisos e norteadores na etapa da qualificação.

Resumo

Indicadores de desempenho dos estudantes brasileiros em ciências, incluindo os de Mato Grosso do Sul, não são satisfatórios em relação à meta estabelecida. Dessa forma, algumas medidas governamentais têm sido tomadas para melhorar a qualidade do ensino, tais como a introdução de novas tecnologias, como kits de robótica móvel, laboratórios de ciências, laboratórios makers e salas de informática equipadas com internet e computadores. Entretanto, a existência dessas ferramentas não garante a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem. É imprescindível compreender de forma mais aprofundada como os estudantes aprendem e como empregam os recursos tecnológicos de maneira eficiente, a fim de que eles se tornem protagonistas e aprendam de maneira significativa. Nesse sentido, esta dissertação teve como objetivo investigar como um laboratório maker, com uma proposta de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), pode contribuir para uma aprendizagem significativa de estudantes do Ensino Médio. A metodologia da pesquisa-participante foi aplicada, onde o pesquisador se envolve ativamente nas atividades dos estudantes e colabora para a compreensão dos problemas a serem investigados. Para a coleta de dados, foram utilizadas anotações do pesquisador, cadernos de anotações individuais de cada estudante e gravações de áudio e vídeo dos encontros. A teoria da aprendizagem significativa desenvolvida por David Ausubel foi utilizada como base teórica. Já a ABP é uma metodologia de ensino que envolve a solução de problemas ou a criação de produtos reais, por meio de um processo de aprendizagem ativo e colaborativo. A proposta é que os estudantes se envolvam nessa estrutura e possam desenvolver habilidades que podem levar a uma aprendizagem significativa. Os dados foram analisados por meio da técnica da análise temática, utilizando a tipologia de conteúdos proposta por Zabala como temas *a priori*. A análise revelou que a ABP pode ser uma forma de promover a aprendizagem significativa, ao envolver o estudante em atividades colaborativas e envolventes, estimulando-o a relacionar os novos conhecimentos com os conhecimentos anteriores. A combinação da ABP com a estrutura de um laboratório *maker* parece ter proporcionado uma atmosfera estimulante e acolhedora para os estudantes.

Palavras-Chave: movimento maker, eletricidade, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem significativa, tipologias de conteúdos

Abstract

Brazilian students' performance indicators in science, including those from Mato Grosso do Sul, fall short of the established goals. Consequently, several governmental measures have been implemented to enhance the quality of education, such as introducing new technologies, including mobile robotics kits, science laboratories, maker labs, and computer rooms equipped with internet access and computers. However, the mere availability of these tools does not guarantee improved teaching and learning quality. It is crucial to gain a more profound understanding of how students learn and how to use technological resources efficiently so that they can become active participants in their learning and achieve meaningful learning outcomes. In this context, this dissertation aimed to investigate how a maker laboratory, incorporating a Project-Based Learning (PBL) approach, can contribute to meaningful learning for high school students. The research applied a participatory methodology, in which the researcher actively engaged in students' activities and collaborated to understand the problems under investigation. Data collection included the researcher's notes, individual notebooks kept by each student, and audio and video recordings of the sessions. David Ausubel's theory of meaningful learning provided the theoretical foundation, while PBL was employed as an instructional methodology involving problem-solving or the creation of real products through an active and collaborative learning process. The proposal was for students to engage in this framework to develop skills conducive to meaningful learning. Data analysis was conducted using thematic analysis, with Zabala's typology of content serving as pre-established themes. The analysis revealed that PBL can foster meaningful learning by involving students in collaborative and engaging activities, encouraging them to connect new knowledge with their prior understanding. The combination of PBL with the structure of a maker laboratory appeared to create a stimulating and supportive environment for students.

Keywords: maker culture, electricity, project-based learning, meaningful learning, Zabala's content typologies

Lista de Ilustrações

Figura 01 - Uma página do caderno de Kátia representando o encontro 03	93
Figura 02 - Uma página do caderno de Kátia representando o encontro 06	93
Figura 03 - Uma página do caderno de Kátia representando o encontro 10	94
Figura 04 - Uma página do caderno de Tânia representando o encontro 02	95

Lista de quadros

Quadro 1 - Participantes do projeto (nomes fictícios)	31
Quadro 2 - Perguntas do questionário do primeiro encontro	35
Quadro 3 - Perguntas da roda de conversa do primeiro encontro	36
Quadro 4 - Perguntas da roda de conversa do encontro final	38
Quadro 5 - Análise temática: temas e subtemas (Zabala, 1998)	44
Quadro 6 - Resumo dos encontros	46
Quadro 7 - Participantes do projeto notas	55
Quadro 08 - Dados do encontro 02	57
Quadro 09 - Dados do encontro 03	59
Quadro 10 - Dados do encontro 04	61
Quadro 11 - Dados do encontro 05	63
Quadro 12 - Dados do encontro 06	66
Quadro 13 - Dados do encontro 07	70
Quadro 14 - Dados do encontro 08	72
Quadro 15 - Dados do encontro 09	76
Quadro 16 - Dados do encontro 10	79
Quadro 17 - Anotações no caderno de André	85
Quadro 18 - Anotações no caderno de Bruna	87
Quadro 19 - Anotações no caderno de Diogo	88
Quadro 20 - Anotações no caderno de Kátia	89
Quadro 21 - Anotações no caderno de Tânia	91
Quadro 22 - Frequência dos conteúdos de Zabala identificados nos encontros	96

Lista de abreviaturas

ABP: aprendizagem baseada em projetos

ABProj: aprendizagem baseada em projetos

AS: Aprendizagem Significativa

COVID: Corona Virus Disease

CAAT: Centro de Aprendizagem e Aperfeiçoamento Tecnológico

EE: Escola Estadual

EM: Ensino Médio

IDE: integrated development environment

Ideb: Índice de desenvolvimento da educação básica

INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDM: Laboratório Didático Móvel

LDR: Light Dependent Resistor

LED: Light Emitting Diode

MS: Mato Grosso do Sul

NEM: novo ensino médio

OBR: Olimpíada Brasileira de Robótica

PCPI: Professor Coordenador de Práticas Inovadoras

RTC: Real Time Clock

Saeb: Sistema de Avaliação da Educação Básica

SED/MS: Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul

SNCT: Semana Nacional de Ciência e Tecnologia

UEMS: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Sumário

Apresentação.....	13
Introdução.....	16
Objetivos.....	20
Referencial teórico.....	22
Aprendizagem significativa.....	22
Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).....	25
Aprendizagem significativa e a ABP: aproximações e limites.....	28
Metodologia.....	30
Pesquisa participante.....	30
Os sujeitos da pesquisa.....	30
Local da pesquisa: Quantum LAB.....	31
A oficina.....	32
Coleta de dados.....	35
Análise de dados.....	40
Análise temática.....	40
A tipologia de conteúdos de aprendizagem de Zabala.....	41
Análise temática e a tipologia de conteúdos de Zabala.....	44
Cronograma dos encontros.....	46
Resultados e discussão.....	51
Análise das concepções iniciais e do formulário de seleção.....	51
Análise dos encontros.....	52
Encontro 1.....	52
Encontro 2.....	56
Encontro 3.....	58
Encontro 4.....	61
Encontro 5.....	62
Encontro 6.....	65
Encontro 7.....	70
Encontro 8.....	72
Encontro 9.....	76
Encontro 10.....	78
Encontro 11.....	80
Análise dos cadernos de registro dos estudantes.....	85
Caderno de André.....	85
Caderno de Bruna.....	86
Caderno de Diogo.....	88
Caderno de Kátia.....	89
Caderno de Tânia.....	91
Síntese.....	95

Considerações finais.....	98
Referências.....	101
Apêndice A - Imagens dos encontros.....	104
Apêndice B - Tipologia de conteúdos e a proposta.....	109

Apresentação

Eu sou Jorge Luiz Fernandes Cardoso, professor de Física do Ensino Médio da Escola Estadual Floriano Viegas Machado da cidade de Dourados/MS. Desde o ano de 2012 atuo como professor do período matutino e noturno, de 2023 em diante estou na coordenação pedagógica no período matutino e com as aulas de física durante a noite.

Desde cedo, quando estava no ensino básico já despertava interesse nas áreas de tecnologia, como eletrônica, mecatrônica, robótica, informática, adquirindo revistas da área e aplicando os aprendizados de forma ativa com o desenvolvimento de projetos eletrônicos em casa. Me interessei pelo curso de Física, pois era o que mais se aproximava dessa área. Acabei ingressando na faculdade no ano de 2004, fui estudante do curso de Física da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) até 2007, me tornando professor licenciado, assumindo algumas aulas como professor substituto de sala de tecnologias de algumas escolas.

Em 2010, entrei na escola Viegas como professor de informática em um projeto chamado Centro de Aprendizagem e Aperfeiçoamento Tecnológico (CAAT). Este centro tinha como objetivo oferecer cursos de informática básica tanto para os estudantes quanto para pais e funcionários da escola. Após a conclusão do projeto CAAT, em 2016, a sala passou a ser utilizada para diversos fins, incluindo aulas de violão, arte, dança, xadrez e reuniões diversas. Além disso, ela se tornou um ponto de encontro para alguns alunos envolvidos na criação da rádio da escola.

Tive a iniciativa de convidar alguns estudantes para realizar montagens de eletrônica utilizando peças de computadores com defeito e placas de sucata neste espaço. Trouxe algumas ferramentas, como ferro de solda, fios e multímetros, e comecei a demonstrar aos estudantes o funcionamento desses materiais, bem como a construção de alguns dispositivos eletrônicos. Dessa forma, iniciou-se um projeto que envolveu a prática da eletrônica e o local passou a ser chamado de laboratório. Alguns estudantes da escola passaram a participar ativamente de projetos, destacando-se a montagem de robôs para a participação na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR).

Um estudante da escola, chamado Victor Defacio, decidiu contribuir com o laboratório devido aos seus conhecimentos em eletrônica e robótica. Seu objetivo era ministrar aulas para os estudantes da escola que tivessem interesse. O diretor da escola e outros apoiadores manifestaram interesse em ajudar, adquirindo materiais e ferramentas

necessários. Foi assim que os primeiros Arduinos, componentes eletrônicos e kits para a montagem de estruturas robóticas, como Modelix, foram adquiridos.

Em 2018, a professora Cecília Nascimento, do curso de Física da UEMS, tomou conhecimento deste projeto e, juntos, começamos a colaborar para promover o uso da robótica nesta e em outras escolas da cidade. Nesse período, a professora Cecília propôs um projeto para a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) na área da robótica educacional. Outras pessoas, como o professor Sammer Almeida, juntaram-se ao grupo e assim essas 4 pessoas se tornaram membros fundadores do Quantum LAB.

Com recursos obtidos da SNCT, foram adquiridos Arduinos, sensores e atuadores essenciais para o funcionamento das primeiras oficinas de robótica no laboratório. Estudantes da Universidade que participavam do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) também contribuíram para o progresso do laboratório como um espaço de desenvolvimento de projetos.

No início de 2020, com o surgimento da pandemia de Covid-19, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) lançou editais direcionados a instituições envolvidas em ações de combate à Covid-19 e na disseminação de informações precisas sobre vírus e vacinas.

Foi então que, em maio de 2020, surgiu o “Projeto Rede Arara: Comunicação na Prevenção do Corona”. Esse projeto tinha como objetivo principal a disseminação de informações corretas sobre a pandemia de Covid-19. Além disso, buscava contribuir para a segurança dos trabalhadores escolares ao imprimir em 3D Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Outra iniciativa notável do projeto foi a distribuição de "marmitas eletrônicas" para os estudantes participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior (PIBIC-Júnior). O termo "marmitas eletrônicas" foi utilizado devido à inserção de componentes eletrônicos, como Arduino, sensores, LEDs, jumpers e resistores, acondicionados em um recipiente de isopor usado para guardar lanches.

No âmbito desse mesmo edital, foram adquiridas duas impressoras 3D Ender3 para o laboratório. Essas impressoras desempenharam um papel importante na fabricação de suportes para *face shields*, viseiras protetoras utilizadas por trabalhadores que estavam na linha de frente durante a pandemia. Além disso, as impressoras foram empregadas na produção de materiais pedagógicos nas áreas de Matemática e Geografia, como sólidos geométricos e mapas em relevo.

De 2022 a 2025, professores ligados ao laboratório participaram de outras chamadas da SNCT e foi contemplado para realizar oficinas e mostras científicas em diversas escolas nas cidades de Dourados, Caarapó e Fátima do Sul. Além disso, o espaço foi contemplado

com uma emenda parlamentar que possibilitou a aquisição de novos equipamentos, incluindo uma impressora plotter de grande formato, uma máquina de corte a laser, um computador de alto desempenho para modelagem, uma variedade de sensores para Arduino e componentes eletrônicos. Além disso, o espaço recebeu novos membros que possibilitaram ainda mais o desenvolvimento das ações, como o professor de modelagem Mateus e as professoras Juliana Ferraz e Katleen Suliani.

No decorrer de 2023, o laboratório recebeu o reconhecimento da Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso do Sul (SED/MS), o que resultou na designação permanente de um técnico para atender aos professores da Escola Viegas e de outras instituições. Esse profissional desempenha um papel de orientação para a elaboração de projetos, além de operar e dar manutenção nas impressoras 3D e na máquina de corte a laser, oferece também cursos, formações e oficinas de modelagem e impressão 3D para professores e estudantes de diversas instituições.

O laboratório transformou-se em um centro de desenvolvimento de projetos e ações, atendendo não apenas os professores e estudantes da Escola Viegas, mas também colaborando com outras escolas. Assim, o Quantum LAB consolida-se como um espaço de colaboração entre universidade e escola, contribuindo significativamente para o avanço da Educação Científica e Tecnológica no Município de Dourados e no Estado de Mato Grosso do Sul.

É nesse contexto que essa dissertação foi pensada, planejada e elaborada, a ideia de explorar o potencial do Laboratório na construção de conhecimento e aprendizagem significativa de nossos estudantes.

Introdução

No Brasil, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) mede dois conceitos importantes: o fluxo escolar e o desempenho em Língua Portuguesa e Matemática por meio de avaliações. O Ideb considera não apenas a aprovação do estudante na escola e sua progressão para o ano seguinte, mas também os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), que consiste em provas de desempenho aplicadas a cada dois anos nas escolas (Brasil, 2007).

Esse índice permite aos governantes e a todos os interessados conhecer o nível de desempenho dos estudantes do país, dos estados da federação, dos municípios e de cada escola pública ou privada. Além de atribuir uma nota, o Ideb também estabelece metas de desempenho. Atualmente, essa meta está fixada em nota 6,0 para equiparar o Brasil a países desenvolvidos. Entretanto, o desempenho médio do Brasil em 2021 ficou em 4,2, com a nota média do estado de Mato Grosso do Sul (MS) alcançando 3,7.

Em Dourados-MS, local desta pesquisa, não houve resultados no ano de 2021 devido à falta de participantes mínimos na avaliação do Saeb. É importante lembrar que neste ano o país enfrentava a pandemia de COVID-19, com restrições e medidas em vigor em cada cidade para controlar a circulação de pessoas. Isso dificultou a presença dos estudantes nessas provas, além de ter elevado os índices de desistência durante esse período (Brasil, 2021).

Esse índice oferece informações valiosas. A taxa de reprovação dos estudantes é alta, a proporção de adolescentes que abandonam a escola antes de concluir o ensino básico é significativa e a proficiência em provas é baixa (Brasil, 2021). A questão da evasão e do abandono escolar no país está longe de ser resolvida. Fatores sociais, políticos, econômicos, familiares e culturais são apontados como itens que contribuem para agravar essa situação no Brasil. No entanto, educadores inexperientes e com uma abordagem didática ultrapassada também contribuem para o agravamento, já que os conteúdos ministrados em sala de aula carecem frequentemente de relevância e conexão com a realidade dos estudantes (Silva Filho; Araújo, 2017).

No estado de Mato Grosso do Sul, diversas medidas foram adotadas pela Secretaria de Estado de Educação (SED/MS) na tentativa de melhorar o ensino e, por conseguinte, os índices educacionais. O governo estadual tem negociado acordos salariais com o sindicato dos professores, entidade que representa a categoria, visando à aplicação do piso salarial nacional para uma carga horária reduzida de 20 horas. A SED/MS implementou o Novo Ensino Médio (NEM) em todas as escolas do estado, abrangendo os primeiros, segundos e

terceiros anos do Ensino Médio. Além disso, diversas escolas de ensino integral, denominadas escolas de autorias, têm sido estabelecidas com o propósito de levar os estudantes a serem protagonistas de seu próprio conhecimento.

A SED/MS valoriza a implementação de novas tecnologias, promovendo a distribuição, por exemplo, de kits de robótica para as escolas do estado (Mato Grosso do Sul, 2023). Esse conjunto de robótica é composto por cinco maletas contendo peças de montagem semelhantes às da empresa Lego, e que podem ser programadas por meio de blocos lógicos. Os estudantes podem seguir manuais e realizar a montagem de dispositivos robóticos conforme o tema abordado pelo professor em sala de aula.

Além disso, as instituições de ensino receberam kits de experimentos de ciências e Laboratório Didático Móvel (LDM) (Mato Grosso do Sul, 2023). Trata-se de laboratórios móveis nos quais os professores podem levá-los às salas de aula, realizando demonstrações práticas relacionadas aos temas das disciplinas de Biologia, Física e Química. As escolas do MS também contam com um Professor Coordenador de Práticas Inovadoras (PCPI). Ele, juntamente com o professor das disciplinas, podem elaborar estratégias de ensino visando às práticas inovadoras, como, por exemplo, melhorar o uso da tecnologia em sala de aula.

O contexto apresentado reflete uma busca contínua por aprimoramento do ensino e dos resultados educacionais. O fornecimento dessas tecnologias tem o potencial de melhorar significativamente a aprendizagem dos estudantes, contribuindo para a redução das taxas de desistência e reprovação.

No entanto, mesmo diante desse avanço, as escolas ainda enfrentam desafios no acompanhamento das rápidas evoluções tecnológicas. Enquanto vivemos em um mundo dominado por smartphones, avanço na comunicação digital e presença de inteligência artificial, que comparando com o ambiente escolar, pode levar a vê-lo muitas vezes como estagnado tanto em termos tecnológicos quanto educacionais (Machado, Longhi, Behar, 2014). A chegada de materiais e equipamentos, incluindo computadores, às escolas frequentemente se depara com a obsolescência, devido às burocracias que atrasam processos de compras.

No entanto, a presença de espaços de laboratório e kits avançados para experimentos e robótica não garante por si só maior eficiência no ensino, tampouco assegura que os estudantes aprenderão (Cruz, 2007). Torna-se necessário proporcionar formação continuada aos professores, para que essa nova tecnologia possa ser integrada de maneira significativa em suas aulas.

Os laboratórios com kits de robótica e de experimentos também chamados de laboratórios maker, são espaços em que o estudante pode usar ferramentas, martelar, furar, e montar coisas, são materiais tecnológicos importantes para o aprendizado pois é um atrativo para os estudantes e traz motivação para aprender (Boruchovitch, Bzuneck e Guimarães, 2010). Eles podem ser utilizados pelos professores nas aulas para fazer com que os estudantes manuseiem e construam projetos, visando ensinar o conteúdo que se deseja. Os estudantes podem trabalhar em grupo, estimulando a colaboração, desenvolvendo habilidades e pensamento crítico. Isso permitirá que eles utilizem esses recursos de maneira inovadora, possibilitando se tornarem protagonistas na utilização da tecnologia e a adquirirem aprendizados significativos (Bender, 2015).

Uma das maneiras que pode melhorar a aprendizagem, cativar o estudante e fazer com que ele se sinta parte dos processos de ensino e de aprendizagem é fazer com que ele resolva problemas reais presente em situações reais em seu cotidiano, no ambiente educacional ou na comunidade em que vive (Bender, 2015). Dessa forma, o estudante é estimulado a elaborar soluções para os desafios que podem surgir desenvolvendo habilidades e competências (Bacich; Holanda, 2020). Trabalhar com projetos é uma das maneiras que o estudante pode fazer parte desse processo e, nesse sentido, Bender (2015) propõe uma metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) para integrar os estudantes e fazê-los engajar em um projeto, dando a ele oportunidade de ser protagonista do seu aprendizado.

Neste trabalho, será proposta uma abordagem de ensino fundamentada na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) (Bender, 2015), na qual o estudante assume o papel central no processo de aprendizagem, encontrando propósito nas matérias abordadas. A ABP se baseia em projetos reais e tecnológicos que conectam o aprendizado do estudante com situações cotidianas, tanto em suas residências quanto na escola.

Ao inserir o estudante em um laboratório para trabalhar com kits de robótica e realizar experimentos, é necessário adotar uma metodologia de aprendizagem. A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma dessas metodologias. Além disso, é fundamental ter uma base teórica de aprendizagem (Bremgartner, Fernandes, Sousa, 2022).

A fundamentação teórica considerada relevante para este trabalho é a teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (2003). Essa teoria consiste, primeiramente, em elicitare os conhecimentos prévios dos estudantes, para que eles possam ver o novo conhecimento como algo significativo e relevante em sua vida escolar e cotidiana.

Por meio da aplicação da ABP, almeja-se observar os estudantes e identificar os indícios de uma aprendizagem significativa, conforme defendido por Ausubel (2003).

David Ausubel (2003) argumenta que a aprendizagem ocorre quando as informações recebidas se conectam com conhecimentos prévios existentes no âmbito cognitivo. Quando isso acontece, significa que ocorreu uma aprendizagem significativa. Essas estruturas preexistentes são chamadas de “subsunçores”, e eles se desenvolvem à medida que o indivíduo assimila novos e significativos aprendizados. Ausubel também discute a aprendizagem mecânica, na qual o indivíduo adquire conhecimento de maneira repetitiva, já que não há subsunçores ancorando para atribuir significado à nova informação (Moreira, 2021).

O projeto visa explorar maneiras de possibilitar verificar nos estudantes indícios de aprendizagem significativa sobre o tema em questão. Por meio de um projeto real, os estudantes são estimulados a construir ativamente o conhecimento, estabelecendo relações entre os novos conteúdos e suas estruturas cognitivas já existentes. Isso resulta na criação de significados mais profundos e conexões mais duradouras.

Por meio da ABP, os estudantes são guiados a criar e elaborar com suas próprias mãos, conforme preconiza o movimento maker. Esse movimento está fundamentado na ideia de aprender fazendo, fabricando, criando e construindo. Nesse contexto, o espaço denominado *Quantum LAB*, localizado em uma escola pública estadual na cidade de Dourados-MS, foi escolhido para este estudo devido à presença de componentes como Arduino (placa de prototipagem utilizada em eletrônica e robótica), placas, motores e sensores, que possuem potencial significativo e oferecem suporte ao movimento maker.

Sendo assim, temos a intenção de investigar de que forma um laboratório *maker*, com estudantes engajados na aprendizagem baseada em projetos, contribui para a construção de conhecimento significativo. Colocado na forma de pergunta, tem-se: *Qual é a contribuição de um laboratório maker na construção de conhecimento significativo por estudantes envolvidos em proposta de aprendizagem baseada em projetos?*

O tema selecionado para o projeto com os estudantes foi a eletricidade, abordando tópicos como corrente, tensão, resistência e circuitos elétricos. Inicialmente, os estudantes responderam a um questionário sobre eletricidade e participaram de uma entrevista em grupo denominada “roda de conversa”. Essa etapa teve o propósito de elicitare os conhecimentos prévios dos estudantes e, conseqüentemente, identificar os conceitos ancorados (Ausubel, 2003). Tanto a ABP quanto a aprendizagem significativa são metodologias que estimulam a motivação e o envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem (Bender, 2015).

A metodologia de pesquisa utilizada foi qualitativa, do tipo participante, em que o pesquisador é o próprio professor que conduz as atividades. Os sujeitos da pesquisa foram estudantes do Ensino Médio que demonstraram interesse em participar de um projeto de robótica. O projeto foi divulgado pela escola por meio de cartazes nas salas de aula e nos corredores. Os estudantes foram divididos em grupos e participaram de 11 encontros na sala do Quantum LAB.

Os dados coletados durante os encontros no Quantum LAB foram obtidos por meio de:

- Áudio e vídeos gravados na sala
- Questionário para eliciação dos conhecimentos prévios dos estudantes
- Cadernos de anotações dos estudantes
- Anotações do pesquisador

Para análise dos dados, utilizou-se a análise temática (Rosa; Mackedanz, 2021), com elementos *a priori* a partir da tipologia de conteúdos proposta por Zabala (1998), que compreendem os conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais.

Objetivos

Geral

Investigar a contribuição do laboratório *maker*, com estudantes engajados na aprendizagem baseada em projetos, para a construção de conhecimento significativo sobre eletricidade.

Específicos

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade, a fim de identificar os subsunçores que podem ser utilizados como base para a aprendizagem significativa.
- Observar os estudantes durante a aplicação do projeto, a fim de identificar indícios de aprendizagem significativa.
- Analisar os dados coletados, a fim de identificar as contribuições do laboratório *maker* e da ABP para a construção de conhecimento significativo.

Essa dissertação está organizada da seguinte forma: uma introdução para apresentar o contexto da pesquisa, tema da investigação e objetivos. No primeiro capítulo são feitas considerações teóricas sobre ABP e aprendizagem significativa. No segundo capítulo é apresentada a organização da metodologia utilizada. No terceiro capítulo são listados os pontos principais da análise dos dados coletados. Por último, as considerações finais.

Referencial teórico

Aprendizagem significativa

David Paul Ausubel viveu de 1918 a 2008, formou-se médico-psiquiatra e boa parte da sua vida foi dedicada à psicologia da educação, foi professor na Universidade de Columbia, em Nova York. Ausubel é considerado como um dos representantes da corrente teórica conhecida como *cognitivismo*. Para ele:

[...] a memória semântica é o resultado ideal de um processo de aprendizagem significativa (não memorizada), de onde emergem novo(s) significado(s). Estes são os produtos substantivos da interação entre significados potenciais no material de instrução e as ideias “ancoradas” relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Ausubel, 2003, p. ix)

De forma organizada, as informações são armazenadas na mente do indivíduo, dependendo da área do conhecimento adquirida. O conceito principal da teoria de Ausubel é a *aprendizagem significativa*, que ocorre quando uma informação nova interage com uma estrutura existente na mente do indivíduo, chamada de conceito *subsunçor* ou simplesmente subsunçor (Ausubel, 2003; Moreira, 1999).

Os subsunçores são informações existentes sobre determinado conceito que foram aprendidas de forma gradual. Podem ser aprimorados e tornarem-se mais abrangentes à medida que o indivíduo passa por uma aprendizagem significativa. Quando o estudante alcança essa aprendizagem significativa, significa que os subsunçores relacionados a um conceito específico foram melhorados e ampliados, prontos para enriquecer ainda mais o entendimento do conceito e receber informações adicionais. Nas palavras de Ausubel (2003, p. 3):

De forma a indicar que a aprendizagem significativa envolve uma interação selectiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva, iremos empregar o termo ancoragem para sugerir a ligação com as ideias preexistentes ao longo do tempo.

Ausubel também aborda outro tipo de aprendizagem, a *aprendizagem mecânica*. Esta ocorre quando não há uma relação direta com subsunçores específicos. Um exemplo disso seria a memorização de fórmulas frequentemente utilizadas em Física e Matemática. Nesse caso o estudante é, por exemplo, apresentado a um conteúdo antes de uma prova e, com o

tempo, tende a esquecê-lo. Em outras palavras, “a aprendizagem mecânica caracteriza-se pela falta de disposição do aluno em aprender significativamente ou por ser o material de aprendizagem potencialmente não significativo” (Neto, 2006)

Ausubel não desconsidera a aprendizagem mecânica como algo prejudicial. Ele a posiciona junto à aprendizagem significativa em um continuum, onde um extremo representa a aprendizagem mecânica e o outro, a aprendizagem significativa. Dessa forma, o indivíduo transita gradualmente de uma para a outra até atingir completamente a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Neto, 2006).

A aprendizagem mecânica se torna necessária quando o indivíduo está sendo exposto a informações completamente novas. Isso ocorre até que se estabeleçam subsunçores, mesmo que superficiais, que possam servir como ancoragem para outras informações na mesma área de conhecimento. Esses subsunçores ganham profundidade à medida que o aprendizado se torna mais significativo (Moreira, 1999, 2021).

Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, que funcionam como pontes cognitivas entre os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do estudante e o conteúdo principal que será aprendido. Esses organizadores prévios facilitam a introdução à aprendizagem significativa, estando em um nível mais alto de abstração. Ou seja, são mais fáceis do que o conteúdo a ser aprendido, mas um pouco mais desafiadores em relação ao que o estudante já conhece. Assim, os organizadores servem como ponte cognitiva para o aprendizado (MOREIRA, 1983, 1993, 1999).

Ausubel (2003) destaca também outras formas de aprendizagem, como a aprendizagem por recepção e por descoberta. Na aprendizagem por recepção, o estudante recebe informações prontas, como uma lei da Física, enquanto na aprendizagem por descoberta, o estudante descobre o conteúdo por conta própria. Ambas podem ser tanto mecânicas quanto significativas, indicando que a aprendizagem significativa não é exclusiva da abordagem por descoberta ou que a aprendizagem mecânica ocorre apenas por recepção. Ausubel salienta não haver uma dicotomia entre essas abordagens, que podem coexistir como um continuum (MOREIRA, 1983, 1993, 1999).

Um subsunçor é um elemento presente na estrutura cognitiva, relevante para uma situação de aprendizagem específica, podendo ser um símbolo, uma imagem ou um conceito. Para o estudante assimilar significativamente o material, é essencial que este se incorpore e se relacione com a estrutura cognitiva do aprendiz. O termo “material potencialmente significativo” refere-se a esse tipo de material, capaz de facilitar uma aprendizagem com significado (Ausubel, 2003; Neto, 2006).

Duas condições são fundamentais para o material ser potencialmente significativo. Primeiramente, a natureza do material deve ser lógica, contendo um significado lógico, como o conteúdo das disciplinas escolares, que pode ser relacionado de maneira substantiva às ideias dos estudantes. Em segundo lugar, a condição depende do aprendiz e de sua cognição; este deve possuir subsunçores disponíveis e passíveis de se relacionar com o material (Ausubel, 2003; Moreira, 2021). Para Ausubel:

A aprendizagem significativa exige que os aprendizes manifestem um mecanismo de aprendizagem significativa (ou seja, uma disposição para relacionarem o novo material a ser apreendido, de forma não arbitrária e não literal, à própria estrutura de conhecimentos) e que o material que apreendem seja potencialmente significativo para os mesmos, nomeadamente relacional com as estruturas de conhecimento particulares, numa base não arbitrária e não literal (2003, p. 72)

A respeito da primeira condição, aprender de forma significativa não é o mesmo que aprender conteúdos significativos. O conteúdo é apenas potencialmente significativo e deve haver um mecanismo de aprendizagem significativa. Componentes significativas, como pares de adjetivos, e tarefas como memorizar listas de palavras, não são logicamente significativas. Além disso, mesmo conteúdos logicamente significativos podem ser memorizados sem compreensão se o mecanismo de aprendizagem do estudante não for significativo (Ausubel, 2003).

Moreira, em seu trabalho, associa essas duas condições a dois termos: “lógico” e “psicológico”. O termo “lógico” refere-se à natureza do material, enquanto “psicológico” relaciona-se ao aspecto cognitivo do aprendiz. Segundo o autor, os materiais escolares são, por definição, logicamente significativos, por apresentarem um significado lógico. Contudo, para serem potencialmente significativos, é necessário que o material ou conteúdo escolar não apenas tenha significado lógico, mas também se relacione substantivamente, e não arbitrariamente, com o cognitivo do aprendiz. Esse relacionamento cria a possibilidade de transformar o significado lógico em psicológico durante o processo de aprendizagem significativa (MOREIRA, 1983, 1993, 1999).

Entretanto, é crucial destacar que o material potencialmente significativo, por si só, não é condição suficiente para uma aprendizagem significativa. A outra condição essencial é que o aprendiz manifeste disposição para aprender de maneira substantiva, em vez de simplesmente memorizar o material de forma literal e arbitrária (mecânica). O estudante

possui a capacidade de escolher entre essas abordagens, influenciando diretamente a qualidade da aprendizagem (Ausubel, 2003).

Joseph D. Novak (1977, 1981 *apud* MOREIRA, 1999) trouxe uma perspectiva humanista à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, destacando a importância da afetividade. Ele considera que um evento educativo é uma oportunidade para a troca de significado e sentimentos entre estudante e professor. Ausubel enfatiza a necessidade de predisposição do estudante para aprender, enquanto Novak sugere que experiências afetivas positivas no contexto educacional facilitam a aprendizagem significativa.

Novak argumenta que, quando alguém aprende de maneira significativa, surge uma disposição e interesse naturais para continuar aprendendo. Por outro lado, a aprendizagem mecânica pode levar à desmotivação e resistência à aprendizagem significativa. Essa dinâmica cria um paradoxo interessante, pois o ciclo de disposição para aprender se alimenta a cada aprendizado significativo alcançado.

Gowin e Novak (1981, 1996 *apud* MOREIRA, 1999), abordam a existência de uma espécie de negociação de significados. Nesse processo, o professor se esforça para transmitir os significados aceitos pelo currículo e pela comunidade científica de várias maneiras, enquanto simultaneamente verifica se os estudantes estão compreendendo. Por sua vez, os estudantes avaliam esses conteúdos de ensino em um contexto social, estabelecendo uma interação dinâmica entre a transmissão do conhecimento e a assimilação pelo estudante.

Neste trabalho, os estudantes participantes demonstraram interesse em se envolver, motivados pela presença de um laboratório equipado com recursos de robótica, impressoras 3D e outros materiais. Ao tomarem conhecimento da existência desse ambiente, manifestaram entusiasmo e disposição para aprender. Dessa forma, os recursos disponíveis no laboratório, juntamente com a proposta do projeto e a maneira como foi conduzido, podem ser considerados elementos potencialmente significativos para esse grupo de estudantes, oferecendo a possibilidade de evidenciar indícios de aprendizagem significativa.

No entanto, é importante destacar que, ao envolver estudantes que não demonstram interesse inicial, os materiais permanecem potencialmente significativos, mas a probabilidade de ocorrer uma aprendizagem significativa pode diminuir.

Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)

A ABP é um modelo de ensino que aborda situações reais do estudante, permitindo que ele em conjunto com colegas consigam resolver problemas e questões de maneira

colaborativa (Bender, 2015). Neste sentido, projetos são etapas de preparação para construção de algo palpável, uma ideia voltada para a elaboração de um produto específico. No contexto educacional, é importante considerar tanto o ambiente escolar quanto o entorno da comunidade do estudante. É necessário estabelecer conexões entre os conceitos aprendidos na escola e as experiências cotidianas do estudante em sua casa e em sua vizinhança. Essa integração reflete na capacidade do estudante em abordar e solucionar os desafios que surgem durante o desenvolvimento do projeto.

No decorrer de um projeto, a obtenção do produto final demanda que o estudante explore as diversas possibilidades disponíveis, buscando estratégias inovadoras para enfrentar os problemas identificados. O engajamento dos estudantes em atividades relacionadas a projetos não apenas fomenta a colaboração, criatividade e comunicação, mas também os coloca como protagonistas do processo, proporcionando o desenvolvimento de habilidades, competências e pensamento crítico (Bacich; Holanda, 2020).

Para Pasqualetto *et al.* (2017) e Bremgartner *et al.* (2022), o uso da ABP se justifica com base em seu potencial inovador em comparação com o chamado ensino tradicional (Leão, 1999), destacando a ênfase dada ao estudante como protagonista do próprio aprendizado (Pasqualetto, Veit, Araújo, 2017; Bremgartner, Fernandes, Sousa, 2022).

Pasqualetto, Veit e Araújo (2017) realizaram uma revisão do contexto histórico da ABP, fornecendo um panorama de artigos que abordam estudos sobre sua aplicação no ensino de Física. Além disso, eles mapearam as principais concepções, metodologias e referenciais teóricos. A contribuição significativa do trabalho reside na apresentação de 19 artigos relacionados ao tema, destacando que a maioria foi desenvolvida no Ensino Fundamental e Superior, com uma escassez de trabalhos voltados ao Ensino Médio. Este dado é relevante, por ser no Ensino Médio que os estudantes têm um contato mais aprofundado com a Física como uma Unidade Curricular. Os autores ressaltaram também a falta de um conceito universal para ABP, observando a existência de outras denominações para o termo como, por exemplo: Pedagogia de Projetos, Método de projetos, Ensino por Projetos, e ainda com abreviação diferente ABProj para a Aprendizagem Baseada em Projetos. Por fim, enfatizam a importância de uma fundamentação teórica de aprendizagem ao implementar a ABP.

Já Bremgartner, Fernandes e Sousa (2022) fizeram uma pesquisa com estudantes de um curso de cultura *maker* aplicando a ABP. A pesquisa aconteceu durante a pandemia de COVID-19, com encontros presenciais e outros não, os estudantes foram divididos em equipes, elaboraram seus projetos e no final apresentaram para a turma.

Foi ressaltado no artigo que a cultura *maker* dá ao estudante a oportunidade de criar ou reformular artefatos, fazer descobertas, experimento e resolver problemas, podem utilizar desde papel e tesoura até impressoras 3D, máquinas de corte a laser e robótica educacional, de forma colaborativa, no entanto, eles afirmam que:

[...] a Cultura Maker por si só não atinge seus objetivos se não estiver dentro de uma metodologia de aprendizagem mais consistente, como no caso desta proposta, na qual utilizamos o método de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Quando aplicada junto à ABP, a Cultura Maker incentiva o trabalho em equipe, a colaboração, o planejamento, a pesquisa, os processos de tomada de decisões, assim como a interação entre os pares em um clima animado, que permite administrar conflitos e respeitar ideias e opiniões diferentes, mas em busca de um resultado comum. (Bremgartner, Fernandes, Sousa, 2022, p. 1947)

O movimento da Cultura Maker e as ideias do "Faça Você Mesmo" estão intrinsecamente ligados à Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), a qual demanda uma fundamentação teórica sólida. Os autores concluíram que alcançaram sucesso ao incorporar essa abordagem, destacando a eficácia da liberdade de escolha de projetos pelos estudantes na resolução de problemas, resultando em avanços promissores tanto no contexto do curso quanto para o futuro. No entanto, identificaram áreas para aprimoramento em trabalhos subsequentes, com destaque para a importância de realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes antes do início dos projetos. Para os autores:

[...] pretende-se analisar o perfil dos alunos antes de entrar em cursos maker, visando identificar de que forma as suas especificidades podem ser exploradas de modo a aprimorar seu aprendizado no contexto da sua área de atuação. (Bremgartner, Fernandes, Sousa, 2022, p. 1956)

A teoria de aprendizagem de Ausubel (Ausubel, 2003), fundamentada na abordagem cognitiva, destaca-se pela ênfase na assimilação de novos conhecimentos com base nos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel propõe que a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são integradas de maneira não arbitrária no contexto do conhecimento já existente, conferindo-lhes significado e relevância pessoal (Ausubel, 2003). Nesse sentido, os pesquisadores podem efetivamente empregar os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto de partida para a construção de novos conceitos, utilizando materiais que sejam potencialmente significativos para os estudantes.

Ao considerar a relevância e a conexão com os conhecimentos prévios, a teoria de Ausubel destaca a importância de estratégias pedagógicas que promovam uma aprendizagem

mais profunda e duradoura, enfatizando a construção de significados e a contextualização dos novos conteúdos no quadro cognitivo dos aprendizes.

Aprendizagem significativa e a ABP: aproximações e limites

Retomando elementos fundamentais da teoria da aprendizagem significativa, sabe-se que a aprendizagem ocorre significativamente quando o novo conhecimento se relaciona de forma substantiva com os conhecimentos prévios do aprendiz (Moreira; Masini, 2002). Para que isso ocorra, é necessário que o aprendiz tenha um interesse pelo conteúdo a ser aprendido e que o professor promova a ativação dos conhecimentos prévios do aprendiz.

- Ativação dos conhecimentos prévios é o processo de identificar e organizar os conhecimentos que o estudante já possui sobre um determinado assunto. Essa ativação pode ser realizada por meio de questionamentos, brainstorming ou outras atividades que estimulem o estudante a refletir sobre o que ele já sabe;
- Relação substantiva é o tipo de relação que ocorre quando o novo conhecimento é incorporado aos conhecimentos prévios do aprendiz de forma significativa. Essa relação não deve ser arbitrária ou superficial, mas deve ser relevante para o aprendiz.

Já a aprendizagem baseada em projetos é uma metodologia de ensino que envolve a resolução de problemas ou a criação de produtos reais por meio de um processo de aprendizagem ativo e colaborativo (Bender, 2015). Dessa forma, promove a aprendizagem significativa ao colocar o estudante no centro do processo de aprendizagem e o estimula a relacionar os novos conhecimentos com seus conhecimentos prévios, por meio de:

- Atividades relevantes: que são significativas para os estudantes e que despertam seu interesse;
- Aprendizagem ativa: processo de aprendizagem em que o estudante é o protagonista do processo de aprendizagem;
- Aprendizagem colaborativa: processo de aprendizagem no qual os estudantes trabalham juntos para alcançar um objetivo comum.

Sendo assim, pode-se inferir aproximações entre a AS e a ABP. A aprendizagem baseada em projetos pode ser um meio de promover a aprendizagem significativa ao

possibilitam que os estudantes se envolvam em atividades relevantes para eles e exigem que eles relacionem os novos conhecimentos com seus conhecimentos prévios. A relevância é um dos elementos fundamentais da aprendizagem significativa e também é um dos principais objetivos da aprendizagem baseada em projetos. A relação entre os conhecimentos é um elemento fundamental da aprendizagem significativa, sendo especialmente estimulada pela aprendizagem baseada em projetos. Nessa abordagem, os estudantes precisam conectar novos conhecimentos aos conhecimentos prévios para resolver problemas ou criar produtos reais.

Por outro lado, é importante ressaltar que a aprendizagem baseada em projetos não é garantia de aprendizagem significativa. Para que isso ocorra, é necessário que o professor possa promover um processo de aprendizagem que seja significativo para os estudantes. Para isso, o professor deve ser capaz de identificar os seus interesses e de criar atividades que sejam relevantes e orientá-los no processo de aprendizagem, para garantir que eles relacionem os novos conhecimentos com seus conhecimentos prévios de forma significativa.

Assim, a aprendizagem significativa e a aprendizagem baseada em projetos são abordagens que podem ser complementares. A aprendizagem baseada em projetos pode ser um meio de promover a aprendizagem significativa, mas é importante que o professor seja capaz de promover um processo de aprendizagem que seja significativo para os estudantes.

Metodologia

Pesquisa participante

Neste trabalho será utilizada a metodologia da pesquisa-participante. A pesquisa participante é um tipo de pesquisa qualitativa que envolve a participação ativa do pesquisador no contexto da pesquisa. O pesquisador é um observador participante que se envolve nas atividades do grupo ou comunidade que está sendo estudada (Brandão; Streck, 2015). A pesquisa participante é baseada na premissa de que o conhecimento científico é construído a partir da interação entre o pesquisador e os participantes da pesquisa. O pesquisador não é um observador neutro, mas um participante ativo no processo de investigação. Considerando que o pesquisador participou ativamente das atividades dos grupos, refletiu sobre sua própria participação na pesquisa e colaborou com os participantes no entendimento do problema a ser investigado, foi entendido que esta seria a abordagem mais adequada a ser utilizada (Gil, 1999, 2021).

Os sujeitos da pesquisa

A seleção dos participantes envolveu um processo seletivo, no qual os estudantes preencheram um formulário no Google Forms. A divulgação do formulário ocorreu por meio de cartazes impressos e afixados nos murais das salas de aula. Um código QR facilitou o acesso ao formulário, que continha uma breve descrição do projeto de robótica nas áreas científicas e tecnológicas. O cartaz destacava a oportunidade para os estudantes serem protagonistas na aprendizagem, desenvolverem habilidades de trabalho em equipe e solucionarem problemas utilizando robótica, eletrônica, impressão 3D, além de participarem do movimento *maker* da escola. A chamada no cartaz incentivava os interessados a se inscreverem.

O formulário incluiu perguntas de identificação, como nome do estudante e sala de estudo, disponibilidade de tempo no período vespertino, dia da semana preferido e idade. Além disso, foi solicitado aos estudantes que redigissem um pequeno texto respondendo à pergunta: *por que você deseja participar do projeto?*

Em todas as salas de aula que visitou para divulgar o projeto, o professor/pesquisador destacou a relevância da pesquisa para o desenvolvimento de habilidades em equipe, solução

de problemas por meio de tecnologias como robótica, impressão 3D, modelagem, corte a laser, pensamento inovador e participação no movimento *maker* da escola.

Foi informado aos estudantes que a participação é gratuita, sendo necessária a autorização dos responsáveis para que pudessem se inscrever. O período de inscrição teve a duração de uma semana, resultando em 10 inscrições. Os critérios de seleção priorizaram estudantes com disponibilidade nas tardes de segunda-feira, horário em que a sala e o pesquisador estavam disponíveis. Um dos inscritos não pôde participar no período da tarde, resultando na seleção final de 9 estudantes.

Os estudantes selecionados (Quadro 1) foram informados sobre sua escolha e instruídos a apresentar uma carta de aceite assinada pelos pais para o início das atividades na próxima segunda-feira. Todos os nove forneceram o aceite, que incluía autorização para participação, gravação de áudio e imagens, com garantia de anonimato. A carta também explicava detalhadamente que o projeto fazia parte de uma pesquisa para um programa de Mestrado na UFGD, sendo o pesquisador o próprio professor do projeto. Para garantir o anonimato, os nomes reais foram trocados por nomes fictícios.

Quadro 1 - Participantes do projeto (nomes fictícios)

Nome	Idade	Ano que estuda
Bruna	17	3º ano EM
Tania	17	2º ano EM
Katia	19	3º ano EM
André	16	2º ano EM
Diogo	15	2º ano EM

Local da pesquisa: Quantum LAB

O Quantum LAB - Laboratório de Educação, Popularização e Desenvolvimento em Ciência, Tecnologia e Inovação foi estabelecido em 2018 por meio de uma parceria entre a Escola Estadual Floriano Viegas Machado e o Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS).

A parceria tem se fortalecido com a aprovação de projetos em editais estaduais e federais. A cada ano, mais professores e estudantes da Educação Básica e Superior se juntam

à equipe do Quantum LAB. O laboratório, que antes compreendia apenas a Robótica Educacional, agora se estende para a Modelagem e Impressão de peças em tecnologia 3D, Corte e Gravação a Laser. Além disso, o Quantum LAB vem desenvolvendo cursos e oficinas de robótica, construção de dispositivos eletrônicos, como painéis meteorológicos para serem instalados em escolas, produção de materiais pedagógicos em 3D para professores de matemática, química, geografia e biologia, cursos de programação, complementação curricular para graduandos em física, desenvolvimento de projetos interdisciplinares, entre outros.

O laboratório é um centro de desenvolvimento de projetos e ações, atendendo não apenas os professores e estudantes da Escola, mas também colaborando com professores e PCPIs de outras escolas. Assim, o Quantum LAB consolida-se como um espaço de colaboração entre universidade e escola, contribuindo significativamente para o avanço da Educação Científica e Tecnológica no Município de Dourados e no Estado de Mato Grosso do Sul.

A oficina

A oficina usada para coletar os dados foi planejada com base nos pressupostos da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) utilizando recursos do laboratório Quantum LAB. Para isso, foram escolhidos conteúdos de eletricidade como: corrente, tensão, resistência e circuitos elétricos. Também foram considerados outros tipos conteúdos, como aprendizagem de fatos, procedimentos e atitudes (Zabala, 1998).

Tradicionalmente, para os estudantes aprenderem esses conceitos, seria necessário um curso sobre o assunto com aulas expositivas e/ou experimentais seguindo uma sequência didática programada. No entanto, esse trabalho procura se envolver com a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos, se desvinculando do tradicional. A ABP, como o nome sugere, envolve a aprendizagem mediante um projeto. Os pesquisadores definiram um tema - automação residencial - e, com base nisso, os estudantes, organizados em grupos, escolheram seus projetos. Optou-se por isso devido ao tempo e aos materiais disponíveis no laboratório. Portanto, o tema escolhido para aprender sobre eletricidade foi a criação de um dispositivo de automação residencial conectado à rede elétrica, utilizando o Arduino e seus periféricos.

A oficina consistiu nos encontros presenciais com os estudantes para que desenvolvessem esse projeto, visando a aprendizagem de conteúdos em eletricidade. Os estudantes nesta oficina além de trabalhar com o projeto também receberam instruções do

professor como, por exemplo: noções de programação e algoritmo, construção de uma extensão elétrica, montagem de um circuito de semáforo com LEDs, portas do Arduino e outros.

O primeiro encontro serviu para fazer o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes, sendo utilizado um questionário de resposta individual com questões abertas. Em seguida os estudantes participaram de uma roda de conversa, onde puderam interagir com a resposta do colega e eram incentivados a dar sua opinião.

O segundo encontro foi para definir os grupos de trabalho e os projetos que cada um iria desenvolver. Foi realizado um sorteio no formato 2 ou 1, sendo formados dois grupos: Grupo 1 e Grupo 2, ficando com 3 e 2 integrantes respectivamente.

Em seguida fez-se uma exposição dos materiais e equipamentos do laboratório e apresentou aos estudantes os objetivos da oficina que era um projeto de criação de dispositivos de automação residencial utilizando Arduino e materiais do laboratório.

O pesquisador preparou uma montagem de circuito elétrico para os estudantes verificarem como é o funcionamento do Arduino e a ter ideias para pensar e verificar possibilidades e limites do projeto. Os grupos usaram a internet para buscar ideias de dispositivos que pudessem montar. Em seguida, eles puderam expor suas ideias no grande grupo para compartilhamento e colocar os problemas encontrados na mesa para que todos pudessem colaborar.

No terceiro encontro, o pesquisador preparou uma montagem de circuitos com LEDs para demonstrar o funcionamento dos códigos do Arduino e para os estudantes poderem aprender os procedimentos de conexão da placa, identificação e seleção de portas, aprender a usar o aplicativo de gravação dos códigos e outros. O pesquisador resolveu agir dessa forma, propondo pequenos projetos mais fáceis de serem realizados, para atrair o interesse dos estudantes e que ficassem motivados a trabalhar no projeto.

No quarto e quinto encontros, os grupos focaram no desenvolvimento do dispositivo de automação. Um grupo ficou com um dispositivo de controle de umidade do solo e irrigação de plantas e o outro com um dispositivo que controla uma lâmpada utilizando o celular.

No sexto encontro, logo no início, o professor pesquisador propôs uma troca de integrantes dos grupos. Essa decisão foi tomada por observar os estudantes Diogo e André sempre juntos ao chegarem no laboratório, e as alunas Bruna, Tânia e Kátia se reunirem sempre no mesmo local da mesa. Os estudantes concordaram com essa troca, por

considerarem que ficaria melhor, os projetos deram continuidade, André e Diogo com o controle de lâmpadas e as alunas Bruna, Tânia e Kátia com a irrigação de plantas.

O pesquisador preparou uma atividade de produção de uma extensão elétrica e os estudantes continuaram nessa atividade após a troca de grupos. O objetivo dessa atividade era que os estudantes entendessem o funcionamento da corrente elétrica passando pelos *plugs*, fios e tomadas até chegar no equipamento. Em seguida, para finalizar essa atividade, os estudantes puderam cortar um dos fios e conectar um interruptor, visando aprofundar o entendimento de que a corrente é interrompida pelo interruptor e o aparelho que for ligado necessita dos dois terminais ligados, sendo um pino de fase ou positivo e outro de retorno ou neutro. E fazendo o desligamento de apenas um dos fios, os dispositivos não podem funcionar, pois o circuito deve ser fechado para que isso aconteça.

Em seguida, os estudantes desconectaram o interruptor e ligaram o módulo relé no lugar. O módulo relé é um dispositivo eletromecânico que funciona como um interruptor. O acionamento do interruptor é realizado por um circuito de baixa tensão, ou seja, 5V, sendo que esse circuito aciona uma bobina e por efeito de um campo magnético gerado nessa bobina o terminal do relé é conectado e o interruptor é ligado, deixando passar a corrente elétrica.

O sétimo encontro serviu para o estudo de linguagem de programação e como a lógica (algoritmo) funciona com os microcontroladores (Arduino). Eles escreveram em seus cadernos como seria a lógica de programação de um semáforo e em seguida puderam realizar a montagem e escrever o código na *Integrated Development Environment (IDE)* do Arduino, ou seja na interface do Arduino. A ideia desse encontro foi para os estudantes poderem ser encorajados a escrever e modificar códigos e se sentir mais seguros ao fazer esse procedimento com seus projetos e também para que não perdessem o foco.

O oitavo encontro foi realizado para orientar os projetos dos estudantes. O pesquisador fez buscas na internet por montagens semelhantes às ideias dos projetos dos grupos, pois havia percebido que eles estavam tentando montar projetos muito complexos, que o laboratório não poderia suportar com os componentes e placas necessários. Assim que os estudantes viram o material com as montagens, começaram a buscar os componentes no armário e iniciaram a montagem dos dispositivos. A decisão foi tomada dessa forma para que os estudantes se mantivessem motivados e engajados no projeto.

Os encontros 9 e 10 foram para montagem e teste dos dispositivos. Os estudantes foram colocados ao redor da mesa para discutir no grande grupo e tentar descobrir os problemas que apareceram na montagem do grupo do Diogo e André com o código que não

funcionava. Vários testes foram realizados e o problema com o dispositivo do grupo foi o módulo relé, quando foi trocado ele funcionou perfeitamente. Após os testes e funcionamento dos dois dispositivos, o professor pesquisador disse que o projeto estava sendo concluído e que no próximo encontro haveria uma roda de conversa e uma confraternização de encerramento.

No encontro de encerramento, os estudantes se reuniram ao redor da mesa com os pesquisadores, e algumas perguntas foram feitas para descobrir o que eles acharam do projeto e o que aprenderam. Esse foi um momento que o pesquisador aproveitou para, também, identificar indícios de aprendizagem significativa e entender melhor as percepções de cada participante sobre o projeto.

Coleta de dados

As pessoas possuem concepções e ideias acerca de tudo que acontece em suas vidas. Segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, essas concepções prévias, denominadas subsunçores, representam conhecimentos superficiais sobre os conceitos estudados, adquiridos gradualmente (Ausubel, 2003; Moreira, 1999). Assim, é fundamental compreender o entendimento prévio dos estudantes sobre os conceitos de Física, permitindo que o professor identifique o que os estudantes já sabem e o que precisam aprender.

Para obter informações sobre os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema da eletricidade, foi aplicado um questionário e realizada uma roda de conversa antes dos encontros. Esta etapa proporcionou uma compreensão mais aprofundada do que os estudantes conhecem sobre o tema, orientando o desenvolvimento do projeto (Morales, 2014). As perguntas do questionário foram elaboradas para permitir ao pesquisador verificar a presença de subsunçores e poder identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, pois a ativação dos conhecimentos prévios ocorre em atividades que estimulem o estudante a refletir sobre o que ele já sabe (Ausubel, 2003).

No Quadro 2, são apresentadas as perguntas do questionário realizadas no primeiro encontro e no Quadro 3, estão as perguntas da roda de conversa.

Quadro 2 - Perguntas do questionário do primeiro encontro

Questionário inicial	
Pergunta	Justificativa

1 - Para você, o que é energia elétrica?	Com essa pergunta, espera-se entender o que o estudante pensa sobre energia elétrica.
2 - Na sua opinião, onde se encontra energia elétrica?	Com essa pergunta, espera-se levantar possíveis dispositivos que os estudantes possam dizer onde são encontrados energia elétrica
3 - Na sua opinião, de onde vem a energia elétrica da tomada?	Com essa pergunta, espera-se identificar se os estudantes conhecem as fontes de energia elétrica
4 - Como você acha que funciona a tecla que liga a luz da sala ou quarto?	Com essa pergunta, espera-se identificar se o estudante entende o funcionamento de um interruptor elétrico, e se ele é capaz de compreender o caminho da corrente elétrica que liga uma lâmpada.
5 - Você já tomou um choque elétrico? Se sim, o que você sentiu? Por que você acha que aconteceu isso?	Com essa pergunta, espera-se lembrar aos estudantes que a rede elétrica tem seus perigos, pode dar choque e que a corrente elétrica pode percorrer o corpo humano.
6 - Você já encostou em pilhas e baterias, e já tomou choque delas?	Com essa pergunta, espera-se que os estudantes possam refletir sobre a tensão elétrica e as diferenças entre uma pilha e a tomada da rede elétrica.
7 - Você já observou pássaros no fio elétrico do poste? Por que será que eles não levam choque?	Com essa pergunta, espera-se identificar se o estudante tem conhecimento que a corrente elétrica acontece quando existe um caminho para ela percorrer.

Quadro 3 - Perguntas da roda de conversa do primeiro encontro

Perguntas da roda de conversa inicial	
Pergunta	Justificativa
1 - O que você entende quando lê a palavra circuito?	Com essa pergunta, espera-se identificar o que o estudante entende sobre a palavra circuito, que pode ser um circuito de componentes eletrônicos e fios ou um circuito de rua.

2 - O que você entende por elétron?	Com essa pergunta, espera-se identificar se os estudantes já estudaram sobre o assunto eletricidade e modelos atômicos.
3 - Tente explicar porque a luz da geladeira acende quando abre a porta?	Com essa pergunta, espera-se identificar se o estudante entende que existe um interruptor na porta da geladeira que ao abrir ele é acionado.
4 - Tente explicar porque a luz do poste acende a noite e fica apagada durante o dia	Com essa pergunta, espera-se identificar se o estudante entende a ideia de sensores que funcionam como interruptores de corrente elétrica.
5 - Tente dizer a diferença entre material condutor e isolante elétrico?	Com essa pergunta, espera-se fazer com que o estudante pense nos materiais que podem conduzir corrente e os que não podem.
6 - Porque você acha que existem plugues de tomada com 2 pinos e outras com 3 pinos?	Com essa pergunta, espera-se identificar se os estudantes entendem que a corrente elétrica precisa de um caminho para sua passagem, e que o destino da energia sempre é o pino neutro da tomada, então sempre precisará de dois pinos para isso acontecer.
7 - Por que as pilhas tem lado positivo e lado negativo?	Com essa pergunta, espera-se identificar se os estudantes assimilam a ideia dos pinos da pergunta anterior com a ideia da pilha ter dois polos.
8 - A indústria de eletrodomésticos fabrica um plugue com pino grosso que não encaixa em algumas tomadas, porque será que isso é feito, e quais aparelhos você já observou assim?	Com essa pergunta, espera-se que os estudantes pensem sobre isso e reflitam primeiramente se já identificaram em suas casas equipamentos mais potentes que usam esse tipo de pino para poder receber mais energia.

Os encontros, com duração de 2 horas, ocorreram às segundas-feiras por um total de 11 semanas. A primeira sessão iniciou com uma visita ao laboratório maker Quantum LAB, seguida de um questionário, roda de conversa e apresentação dos recursos disponíveis.

Inicialmente, a proposta do projeto era dividir os estudantes em dois grupos para observar a sociedade em que vivem, identificar problemas que afetam suas vidas e as de outras pessoas, abrangendo a comunidade ou escola que frequentam. A intenção era

apresentar um problema ou questão norteadora que exigisse uma solução, utilizando o laboratório de robótica como recurso material, além dos recursos humanos e criativos do grupo (Bender, 2015). Contudo, devido ao tempo disponível, os pesquisadores decidiram focar o projeto no tema “eletricidade”. O tema geral escolhido para os projetos foi “automação residencial utilizando os recursos do laboratório Quantum LAB”. Os recursos incluíam ferramentas, dispositivos elétricos, eletrônicos, placas Arduino, sensores, atuadores, máquina de corte a laser e impressoras 3D.

No último encontro, os estudantes participaram de uma roda de conversa cujo objetivo foi questioná-los sobre conceitos de eletricidade e a respeito da experiência vivenciada no Quantum LAB.

Uma das propostas da ABP é que os estudantes apresentem problemas em grupo e compartilhem esses problemas entre si (Bender, 2015). A ideia é que, ao tentar resolver um problema, eles busquem conhecimentos e recursos novos, tornando a ciência mais significativa e integrada à realidade. A ABP visa mostrar que os estudantes podem resolver problemas da sociedade com base na ciência e na tecnologia existentes. As falas dos estudantes e as discussões foram gravadas em áudio e vídeo, para posterior transcrição e análise. No final de cada encontro os estudantes escreviam em seus cadernos de anotações pessoais para posterior transcrição e análise.

O Quadro 4 apresenta as perguntas utilizadas na roda de conversa do último encontro para avaliar a percepção dos estudantes sobre a ABP, o que acharam do laboratório maker Quantum LAB, se houve construção do conhecimento sobre eletricidade, se as atividades foram relevantes, se o processo de aprendizagem foi significativo e identificar indícios de aprendizagem significativa. As questões foram elaboradas com base nos objetivos da pesquisa, na experiência dos pesquisadores e no perfil dos estudantes:

Quadro 4 - Perguntas da roda de conversa do encontro final

Perguntas da roda de conversa do encontro final	
Pergunta	Justificativa
1 - Como você avaliaria a qualidade dos encontros?	Essa pergunta é importante para avaliar a satisfação dos estudantes com os encontros. É importante ouvir os feedbacks deles sobre os aspectos positivos e negativos dos encontros.

<p>2 - Quais foram os aspectos que você mais gostou nos encontros?</p>	<p>Essa pergunta é importante para identificar os pontos fortes do projeto. Os estudantes podem mencionar aspectos como a dinâmica das aulas, a qualidade do conteúdo, a interação com o professor, etc.</p>
<p>3 - O que você aprendeu com o projeto?</p>	<p>Essa pergunta é importante para avaliar os resultados de aprendizagem do projeto. Os estudantes podem mencionar conceitos e habilidades que aprenderam, como programação, eletrônica, resolução de problemas, etc.</p>
<p>4 - O que você gostaria que fosse feito de forma diferente no projeto?</p>	<p>Essa pergunta é importante para identificar oportunidades de melhoria para o projeto. Os estudantes podem mencionar aspectos como a duração dos encontros, o conteúdo das aulas, a avaliação, etc.</p>
<p>5 - Você recomendaria o projeto para outros estudantes?</p>	<p>Essa pergunta é importante para avaliar a percepção dos estudantes sobre o valor do projeto. Se recomendariam o projeto para outros, significa que eles tiveram uma experiência positiva.</p>
<p>6 - Você tem alguma outra sugestão ou comentário sobre o projeto?</p>	<p>Essa pergunta é importante para coletar feedbacks adicionais dos estudantes. Eles podem mencionar qualquer outra coisa que acharem importante.</p>
<p>7 - Como você se sentiria se estivesse trabalhando sozinho?</p>	<p>Essa pergunta é importante para saber se a ideia de trabalhar em grupo trouxe uma experiência relevante para os estudantes.</p>
<p>8 - Você pode dar um exemplo de como a eletricidade e a eletrônica são usadas no seu dia a dia?</p>	<p>Essa pergunta é importante para avaliar se os estudantes são capazes de aplicar seus conhecimentos de eletricidade e eletrônica no mundo real. Eles podem mencionar exemplos como dispositivos eletrônicos que usam em casa, na escola ou no trabalho.</p>
<p>9 - Se estivéssemos num cenário sem energia elétrica, o que aconteceria?</p>	<p>Essa pergunta é importante para os estudantes pensarem e refletirem sobre a importância da eletricidade no mundo em que vivemos.</p>

10 - Você acha que a eletricidade e a eletrônica são importantes para o desenvolvimento da sociedade?	Essa pergunta é importante para avaliar a percepção dos estudantes sobre o papel da eletricidade e da eletrônica na sociedade. Eles podem mencionar que a eletricidade e a eletrônica são essenciais para o funcionamento de muitos dispositivos e sistemas que usamos em nossa vida cotidiana.
11 - A inteligência artificial pode assumir o controle do planeta?	Essa pergunta é importante para avaliar o que os estudantes pensam sobre esse tema.
12 - Você aprendeu algo novo sobre eletricidade e eletrônica durante o projeto na área da física e em outras áreas?	Esta pergunta serve para avaliar como foi o aprendizado de conceitos físicos e outros conceitos durante o projeto

Análise de dados

Análise temática

A análise temática será utilizada para análise dos dados coletados durante os encontros. A análise temática é um método de pesquisa qualitativa que se concentra no exame de temas ou padrões de significado nos dados. Este método busca entender a ideia e a mensagem que o texto procura transmitir, explorando significados explícitos e implícitos. A análise temática envolve seis passos principais (Rosa; Mackedanz, 2021):

1. Familiarização com os dados: ler e reler os dados, anotar ideias iniciais.
2. Geração ou definição de temas: identificar trechos de interesse nos dados e atribuir temas para organizá-los.
3. Busca por temas: revisar os temas e agrupá-los em temas potenciais gerais
4. Revisão dos temas: verificar se os temas se ajustam aos dados e refinar sua definição e abrangência.
5. Definição e nomeação dos temas: dar um nome e uma descrição clara para cada tema, destacando sua essência e seu escopo.
6. Produção do relatório: selecionar exemplos relevantes para cada tema e escrever uma análise que responda às questões de pesquisa.

Os temas podem ser definidos *a priori* ou emergir dos dados durante o processo de leitura. Nesta pesquisa utilizou-se a tipologia de conteúdos de aprendizagem de Zabala (1998) como lista *a priori* de temas (Quadro 5).

A tipologia de conteúdos de aprendizagem de Zabala

Zabala (1998) classifica o aprendizado em quatro categorias: factual, conceitual, procedimental e atitudinal. Essa classificação serve como um guia para a organização dos conteúdos e práticas pedagógicas, conforme o próprio autor destaca:

Se mudamos de ponto de vista e, em vez de nos fixar na classificação tradicional dos conteúdos por matéria, consideramo-los segundo a tipologia conceitual, procedimental e atitudinal, poderemos ver que existe uma maior semelhança na forma de aprendê-los e, portanto, de ensiná-los, pelo fato de serem conceitos, fatos, métodos, procedimentos, atitudes, etc., e não pelo fato de estarem adstritos a uma ou outra disciplina. (Zabala, 1998, p. 33).

Porém, Zabala alerta para o perigo de compartimentar o que está de maneira integrada na estrutura cognitiva das pessoas.

Em sentido estrito, os fatos, conceitos, técnicas, valores, etc., não existem. Estes termos foram criados para ajudar a compreender os processos cognitivos e condutuais, o que torna necessária sua diferenciação e parcialização metodológica em compartimentos para podermos analisar o que sempre se dá de maneira integrada. (Zabala, 1998, p. 33).

Na prática, as tipologias coexistem simultaneamente e em diferentes graus, exigindo que se percebam as sutilezas e nuances de cada uma.

Os *conteúdos factuais* referem-se ao aprendizado de dados concretos, fenômenos, eventos, nomes, datas, símbolos matemáticos, físicos e vocabulários de outras línguas. O conhecimento desses fatos é considerado adquirido quando uma pessoa é capaz de reproduzi-los. A compreensão profunda desses conteúdos não é necessária, pois a expressão do aprendizado ocorre de maneira idêntica ao original (Zabala, 1998).

No caso de eventos, o aprendizado factual ocorre de maneira que se assemelha ao original, sem a necessidade de precisão exata. Ao narrar uma história de um livro, as pessoas não precisam reproduzir as mesmas palavras do original, mas sim de maneira similar. A cópia é uma atividade comum para concretizar esse tipo de aprendizado, permitindo que os estudantes internalizem as informações até que se tornem automatizadas. Estratégias como

associações com conhecimentos prévios, listas agrupadas e representações gráficas também facilitam a memorização de fatos.

Os *conteúdos conceituais*, por sua vez, constituem conjuntos de fatos, enquanto os princípios representam as relações e mudanças entre esses fatos. Na física, por exemplo, a densidade pode ser um conceito, enquanto a lei de Ohm é um princípio. A abordagem desses dois tipos de conteúdos é conjunta, pois ambos demandam compreensão, ao contrário dos fatos, que se baseiam principalmente na repetição. Para aprender conceitos e princípios, é essencial que os estudantes não apenas repitam informações, mas também desenvolvam a capacidade de interpretar e compreender os fenômenos ao seu redor. Esse conhecimento é dinâmico e nunca considerado finalizado, pois há sempre a possibilidade de aprender de maneira mais significativa e aprofundada (Zabala, 1998).

Para que o estudante internalize conceitos e princípios, é essencial que ele desenvolva uma compreensão pessoal, envolvendo-se em atividades que o levem a patamares mais complexos e significativos. As atividades experimentais, por exemplo, contribuem para a compreensão de conceitos e princípios, conectando-se aos conhecimentos prévios do estudante. Quando as atividades são desafiadoras e se aproximam da realidade, elas devem promover uma compreensão funcional, permitindo que o estudante relacione esses conceitos com situações cotidianas e estimule o surgimento de novas ideias.

Os *conteúdos procedimentais* referem-se a procedimentos, métodos e técnicas que visam atingir objetivos específicos. Essas ações seguem uma sequência ordenada para alcançar um resultado. Zabala propõe três parâmetros para diferenciar as características de aprendizagem dos procedimentos. O primeiro parâmetro, o eixo motor/cognitivo, representa uma linha contínua graduada entre ambos, com aprendizagens de conteúdos procedimentais situadas em diferentes pontos dessa linha. Por exemplo, atividades como saltar e recortar ficam no extremo motor, enquanto ler ou traduzir estão mais para o extremo cognitivo (Zabala, 1998).

O segundo parâmetro é definido pelo eixo de poucas ações/muitas ações. Aqui, os conteúdos procedimentais estão distribuídos ao longo da linha contínua entre esses dois extremos, com atividades como saltar representando poucas ações e atividades como ler ou desenhar envolvendo muitas ações.

O terceiro parâmetro inclui o eixo algoritmo/heurístico, onde o algoritmo representa a execução de ações sempre da mesma maneira, enquanto o heurístico abrange ações procedimentais com diferentes abordagens, dependendo das características de cada caso ou situação. Novamente, uma linha contínua entre os extremos caracteriza a variedade de

conteúdos procedimentais, posicionando-se em pontos específicos entre algoritmo e heurístico.

Para aprender um procedimento, é essencial que o estudante o execute repetidas vezes até alcançar a maestria. Para Zabala, os “conteúdos procedimentais são um conjunto de ações ordenadas com um fim específico” (Zabala, 1998, p. 45). Isso implica que o estudante domine os procedimentos de fala, escrita e caminhada ao praticá-los diretamente: falando, escrevendo e caminhando.

Conhecer os passos necessários para realizar procedimentos é importante, mas não podemos presumir que, ao compreender apenas os ciclos de uma fabricação, o estudante se tornará mestre na montagem. É imperativo que as escolas proporcionem momentos nos quais os estudantes possam realizar ações práticas, não se limitando apenas ao conhecimento teórico.

Além disso, para aprender conteúdos procedimentais, não basta apenas conhecer, fazer e praticar; é necessário ter consciência e refletir sobre a própria atividade. O estudante deve entender as ações necessárias para atingir um objetivo e compreender por que está realizando cada ação. Repetir um procedimento sem compreender os conceitos subjacentes, não é suficiente; é preciso refletir sobre as ações para analisá-las e aprimorá-las. Zabala destaca ainda a importância de repetir procedimentos em diferentes contextos, permitindo que o estudante aplique seus conhecimentos em diversas situações (Zabala, 1998).

Por fim, os *conteúdos atitudinais* são compostos por valores, atitudes e normas. Os valores são crenças que orientam o comportamento, como solidariedade, respeito e responsabilidade. As atitudes estão vinculadas aos valores e determinam como as pessoas agem em relação a algo ou alguém, por exemplo, cooperar com o grupo, ajudar e respeitar os colegas. As normas são regras de comportamento estabelecidas pelo coletivo em um grupo social (Zabala, 1998).

Adquirir um valor implica interiorizá-lo, demonstrando a capacidade de ouvir e respeitar os colegas. Para considerar que uma atitude foi apreendida, a pessoa deve agir de maneira consistente diante dos desafios que possam surgir.

O aprendizado de uma norma ocorre de três formas: primeiro, quando a pessoa a aceita mesmo sem compreender completamente o motivo; segundo, quando a norma é aceita e refletida; e, por fim, quando a pessoa é capaz de refletir e aceitar a norma visando o bem-estar coletivo (Zabala, 1998).

Análise temática e a tipologia de conteúdos de Zabala

Zabala (1998) propõe uma estruturação dos tipos de conteúdos para a prática educativa, distinguindo-os em categorias: factual, conceitual, procedimental e atitudinal. Nesse sentido, buscou-se identificar os conhecimentos prévios dos estudantes antes do início da oficina, observar indícios de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) durante os encontros, e avaliar as contribuições do laboratório maker e da ABP nesse processo.

Conforme Zabala, as informações não estão compartimentadas na estrutura cognitiva dos estudantes; os termos foram criados para ajudar a compreender o pensamento e o comportamento das pessoas.

Estes termos foram criados para ajudar a compreender os processos cognitivos e condutuais, o que torna necessária sua diferenciação e parcialização metodológica em compartimentos para podermos analisar o que sempre se dá de maneira integrada (Zabala, 1998, p. 33)

Em síntese, esta pesquisa, fundamentada na tipologia de conteúdos de Zabala (1998) e na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), investiga como estudantes se comportam ao interagirem com diferentes tipos de conteúdos. O Quadro 5 detalha os temas e subtemas analisados. A análise de gravações e anotações permitiu identificar padrões de comportamento relacionados aos diversos tipos de conteúdos.

Quadro 5 - Análise temática: temas e subtemas (Zabala, 1998)

Temas	Subtemas	Comentários
Aprendizagem de conceitos factuais	-	Avaliação da capacidade dos estudantes em adquirir conhecimentos básicos e informações factuais relacionadas à eletricidade, como termos técnicos, unidades de medida, componentes elétricos, leis e princípios fundamentais.
Aprendizagem de conceitos e princípios	-	Análise da compreensão dos estudantes em relação aos conceitos e princípios subjacentes à eletricidade, incluindo relações entre grandezas elétricas, leis de Ohm, propriedades dos circuitos elétricos e formas de geração e transmissão de energia elétrica, entre outros.
Aprendizagem de procedimentos	Aspectos motores/cognitivos	Investigação da ênfase dada às habilidades motoras e cognitivas envolvidas na

		aprendizagem dos procedimentos elétricos, considerando a execução física (aspectos motores) e o pensamento abstrato (aspectos cognitivos) necessários para montar circuitos, realizar medições, seguir procedimentos de segurança, entre outros.
	Quantidade de ações	Análise da quantidade de ações ou etapas necessárias para a realização dos procedimentos elétricos, desde montar circuitos simples até solucionar problemas complexos relacionados a circuitos elétricos.
	Natureza do processo (continuum-algorítmico /heurístico)	Observação da natureza do processo utilizado pelos estudantes para realizar os procedimentos elétricos, considerando se seguem um conjunto de regras ou algoritmos estabelecidos (continuum-algorítmico) ou se aplicam estratégias mais flexíveis e criativas, adaptando princípios e conhecimentos elétricos (processo heurístico).
Aprendizagem de atitudes e valores	Valores	Avaliação da formação de valores dos estudantes em relação à eletricidade, incluindo, por exemplo, a importância atribuída à eletricidade, conscientização sobre a conservação de energia e compreensão dos impactos ambientais e sociais da geração e distribuição de energia elétrica, dos processos de automação residencial e automação em outros ambientes que podem afetar de alguma forma. são crenças que orientam o comportamento e as decisões das pessoas: a solidariedade, o respeito e a responsabilidade no grupo.
	Atitudes	Análise da postura dos estudantes em relação à eletricidade, incluindo atitudes responsáveis e éticas no uso da eletricidade, valorização da segurança elétrica e interesse/engajamento com os conceitos elétricos. Determina a forma que as pessoas podem agir em relação a algo ou alguém. Exemplo: cooperar com o grupo, ajudar e

		respeitar os colegas
	Normas	Investigação da internalização de normas e padrões relacionados à eletricidade, como, por exemplo, o cumprimento das normas de segurança elétrica e o conhecimento das regulamentações que regem a geração, distribuição e uso da energia elétrica. São regras de comportamento que as pessoas devem seguir ao fazer parte de um grupo social e determinadas pelo coletivo.

Cronograma dos encontros

A seguir, são apresentadas datas e uma visão geral do que foi planejado para cada um dos encontros com os estudantes no Quantum LAB. O Quadro 6, ao final, mostra uma síntese de cada encontro.

Quadro 6 - Resumo dos encontros

Encontro	Data	Breve descrição
01	10/07/2023	Aplicação de questionário e roda de conversa
02	07/08/2023	Apresentação do projeto e formação dos grupos, primeiros contatos com Arduino
03	14/08/2023	Montagem com Arduino e programação
04	21/08/2023	Pesquisa sobre projetos semelhantes e discussão em grupo
05	28/08/2023	Continuação do desenvolvimento do projeto pelos grupos
06	04/09/2023	Construção da extensão elétrica
07	11/09/2023	Entendendo a lógica de programação
08	18/09/2023	Vídeos sobre as montagens dos dispositivos de automação
09	25/09/2023	Montagem e teste de funcionamento dos dispositivos
10	23/10/2023	Finalização das montagens dos dispositivos teste: um com o vaso de planta e o outro com a lâmpada da sala.
11	30/10/2023	Roda de conversa de encerramento e confraternização

Encontro 1 - 10 de julho de 2023 das 14h às 16h.

- Apresentação da proposta e da pesquisa;
- Aplicação de questionário individual para elicitación dos conhecimentos prévios sobre eletricidade;
- Roda de conversa com os estudantes com perguntas sobre eletricidade.

Encontro 2 - 07 de agosto de 2023 das 14h às 16h.

- Divisão dos estudantes em dois grupos: Grupo 1 e Grupo 2.
- Apresentação da proposta do projeto: criação de um dispositivo de automação residencial conectado à rede elétrica, utilizando o Arduino e seus periféricos.
- Exposição dos materiais, máquinas e equipamentos disponíveis no laboratório, além da explicação das regras gerais e medidas de segurança.
- Realização de uma montagem de demonstração do funcionamento do Arduino, empregando *protoboard*, *jumpers*, resistores e LEDs.
- Condução de uma discussão em grupo com os estudantes, proporcionando um período para decidirem quais dispositivos desejam construir. (Eles puderam pesquisar na internet para buscar ideias de dispositivos.)
- Compartilhamento das concepções dos dispositivos a serem desenvolvidos no contexto do grande grupo.
- Planejamento e organização das ideias pelos grupos e definição dos dispositivos a serem desenvolvidos.
- Registro das percepções, compreensões e dúvidas dos estudantes em seus cadernos de anotações individuais.

Encontro 3 - 14 de agosto de 2023 das 14h às 16h.

- Os estudantes foram reunidos em grupos (o mesmo formado no encontro anterior)
- Realização da montagem de um circuito utilizando o Arduino, *protoboard*, *jumpers*, resistores e LEDs.
- Foi proposto a inserção de um interruptor (tecla que liga a luz de uma sala) no circuito, e fazer com que o LED se transforme em um pisca-pisca.
- Trocar o jumper que está conectado na porta de 5V do Arduino para uma porta digital para iniciar o entendimento de como funciona a programação.

- Utilizando o computador abrir um aplicativo denominado IDE do Arduino e enviar para a placa a programação de exemplo chamada Blink, que consiste num pisca-pisca.
- Foram realizadas algumas alterações no código como por exemplo mudança nos tempos de ligar e desligar e verificar os efeitos ocorridos com o LED na montagem.
- Registro das percepções, compreensões e dúvidas dos estudantes em seus cadernos de anotações individuais.

Encontro 4 - 21 de agosto de 2023 das 14h às 16h.

- Foram retomadas as ideias dos projetos de dispositivos de automação residencial apresentados no encontro 2 com as dúvidas e questionamentos apresentados.
- Cada grupo realizou uma busca de modelos de montagens que se assemelham com suas ideias de projeto.
- Momento para as discussões do grupo a respeito das ideias.
- Compartilhamento das descobertas no contexto do grande grupo.
- Desenvolvimento das montagens dos dispositivos de projeto por cada grupo, com a utilização dos recursos disponíveis no laboratório maker da escola;
- Elaboração da lista de materiais necessários para a montagem do dispositivo do projeto e localização deles nos armários e gaveteiros do laboratório.
- Verificação de falta de componentes e a possibilidade de adaptação ou substituição.
- Registro das percepções, compreensões e dúvidas dos estudantes em seus cadernos de anotações individuais.

Encontro 5 - 28 de agosto de 2023 das 14h às 16h.

- Continuação do desenvolvimento do projeto pelos grupos;
- Registro das percepções, compreensões e dúvidas dos estudantes em seus cadernos de anotações individuais.

Encontro 6 - 04 de setembro de 2023 das 14h às 16h.

- Construção de uma extensão elétrica utilizando fios, plugues e tomadas.
- Verificação do funcionamento da extensão que eles produziram utilizando um equipamento elétrico (uma furadeira) ligado na tomada.
- Cortar um dos fios e fazer a ligação de um interruptor para verificar o funcionamento e compreender o caminho da corrente elétrica pelos cabos.

- Retirar o interruptor e fazer a ligação de um dispositivo eletromecânico chamado módulo relé, este dispositivo faz a conexão entre um robô (Arduino ou Alexa) com a rede elétrica de uma residência.

Encontro 7 - 11 de setembro de 2023 das 14h às 16h.

- Realização de uma explicação oral sobre a lógica de programação (algoritmo)
- Lógica mental de como fazer um led piscar
- Lógica mental de como fazer dois leds ficarem ligando alternadamente
- Escrever no caderno como é a lógica de funcionamento de um semáforo
- Montagem do semáforo e programação utilizando a plataforma do Arduino.

Encontro 8 - 18 de setembro de 2023 das 14h às 16h.

- Retomados os projetos dos grupos
- Mostrar vídeos de montagens de circuitos que correspondem aos projetos dos estudantes
- Montagens dos projetos pelos grupos, retirando componentes dos armários e interação entre eles.
- Programação dos dispositivos copiando os códigos sugeridos pelos vídeos e alteração necessárias.

Encontro 9 - 25 de setembro de 2023 das 14h às 16h.

- Continuação das montagens dos circuitos conectando a rede elétrica no módulo relé para funcionamento das lâmpadas do grupo 1 e também da bomba de água do grupo 2,
- Verificação e conferência dos códigos do grupo para ver o seu funcionamento.
- Discussão sobre no grande grupo sobre o problema no código do grupo 1
- Ligação do módulo relé no circuito do grupo 1 e teste com uma luminária para verificar o seu funcionamento via bluetooth.

Encontro 10 - 23 de outubro de 2023 das 14h às 16h.

- Refazer a conexão dos circuitos que haviam sido desmontados por necessidade do Quantum LAB
- Testar novamente o funcionamento dos dispositivos

- Fazer o encerramento das montagens a comunicar que essa parte do projeto foi concluída e que no próximo encontro seria o fechamento com uma roda de conversa e confraternização.
- Registro das percepções, compreensões e dúvidas dos estudantes em seus cadernos de anotações individuais.

Encontro 11 - 30 de outubro de 2023 das 14h às 16h.

- Roda de conversa com perguntas sobre as atividades da oficina e a participação, entendimento e percepções fazendo referência ao projeto realizado (momento de verificação de indício de aprendizagem significativa).
- confraternização com lanche e bebidas.
- comunicado que haverá uma continuidade ao projeto visando uma montagem utilizando um microcontrolador com Wi-Fi integrado, mas que não fará parte da pesquisa dessa dissertação.

Resultados e discussão

Análise das concepções iniciais e do formulário de seleção

A coleta de dados para a seleção dos participantes se deu por meio de um formulário. Nele, os estudantes interessados na proposta informaram seus dados pessoais (nome completo, ano/turma e idade). Além disso, foi incluída uma questão para avaliar sua disposição para o aprendizado, baseada na teoria de Ausubel (2003).

Abaixo estão as respostas dos estudantes ao formulário de seleção, sobre a pergunta: *por que você deseja participar do projeto?*

- **Bruna:** Tenho interesse sobre esse assunto. Acho que é algo muito interessante de se aprender. Superando obstáculos através de robôs e fazendo trabalho em equipe. Além de trazer conhecimentos podemos fazer várias amizades e trabalhar junto com elas. Por isso meu interesse em participar.
- **Katia:** Desenvolver novas habilidades.
- **Diogo:** Quero aprender e tenho muito tempo livre, também quero desenvolver as habilidades propostas pelo curso.
- **André:** Desejo participar para desenvolver a minhas habilidades de trabalho em equipe na área da tecnologia e não deixar passar essa oportunidade.
- **Tânia:** Eu quero aprender coisas novas, e estou começando a me interessar por robótica.

A motivação dos estudantes para participar do projeto foi impulsionada pela novidade da experiência e pela oportunidade de aprofundar seus conhecimentos sobre o tema. O atrativo do Quantum LAB e seus equipamentos indica o potencial do laboratório como um recurso didático significativo, conforme a teoria de Ausubel (2003). Além disso, a disponibilidade de tempo e o desejo de desenvolver habilidades sociais e colaborativas, alinhados com as premissas da ABP e da AS, parece reforçar a importância de atividades que coloquem o estudante no centro do processo de aprendizagem (Bender, 2015).

Análise dos encontros

Encontro 1

No encontro, foram aplicadas perguntas abertas aos estudantes para que respondessem individualmente. Em seguida, uma roda de conversa com outras perguntas foi realizada visando os conhecimentos prévios deles sobre eletricidade. Ausubel diz que é importante saber os conhecimentos prévios dos estudantes sobre determinado assunto, neste caso sobre eletricidade, são os chamados subsunçores que podem ser aprimorados ao atingir a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003).

A seguir, são apresentadas percepções sobre as falas dos estudantes neste primeiro encontro, bem como fragmentos de respostas que mostram indícios de conhecimentos prévios. Estas falas foram identificadas conforme a tipologia de conteúdos proposta por Zabala (1999), visando levantar a distribuição deles a fim de realizar o ajuste fino nas atividades a serem desenvolvidas durante a oficina.

Perguntado à estudante Kátia o que ela entende por elétron, ela respondeu, rapidamente e com convicção, que o elétron tem carga negativa (conteúdo factual).

Questionado sobre como a luz da geladeira acende quando a porta é aberta, Diogo afirmou, de forma convicta, que é um interruptor. Ele contou que, quando era criança, ficava brincando na geladeira tentando entender como a luz ficava acesa. Disse haver um botão que deve ser pressionado para a luz ficar ligada, e que ela se apaga quando o botão é solto (conteúdo factual).

Diogo estava tentando explicar a André como funciona o interruptor, já que este havia imaginado que um sensor de calor e temperatura era responsável pela função de apitar quando a geladeira fica aberta por muito tempo (conteúdo factual). Neste momento, percebe-se que alguns estudantes não entendem por que a geladeira de André apita se ficar aberta por certo tempo. Geladeiras de modelos mais recentes possuem esse recurso. Tânia e Katia, por exemplo, ainda não haviam tido contato com esse tipo de equipamento.

Diogo aproveitou para dizer que, para ter mais certeza sobre o que ocorre com a geladeira, ele precisaria abrir uma e seguir o caminho dos fios para descobrir (conteúdo procedimental).

Para promover uma melhor interação entre os estudantes, algumas perguntas foram improvisadas. Por exemplo, surgiu a questão de como a máquina de lavar roupas para de funcionar quando a tampa é aberta. Bruna disse que, nesse caso, pode ser um sensor de

movimento que detecta quando a tampa abre. Ela complementou que isso era assim nas máquinas antigas, o que indica que ela já havia se questionado sobre isso e ficou curiosa para saber a resposta (conteúdo factual e atitudinal).

Ao serem questionados sobre o motivo de a luz do poste acender durante a noite e apagar durante o dia, os estudantes pensaram em algumas possibilidades (conteúdos conceituais e atitudinais). Alguns acreditavam que seria difícil acender a luz à distância, enquanto outros acreditavam que ela seria programada para ligar e desligar automaticamente. No entanto, alguns estudantes questionaram essa última hipótese, argumentando que ela não explicaria por que a luz acende mesmo quando está nublado.

Após uma discussão, os estudantes chegaram à conclusão de que a luz do poste acende devido a um sensor de luz. Esse sensor detecta a diminuição da luminosidade ambiente e, quando isso ocorre, aciona a lâmpada (conteúdo conceitual e atitudinal).

Ao serem questionados sobre a diferença entre materiais condutores e isolantes elétricos, Tânia se confundiu um pouco com os conceitos de calor. Ela disse que a panela de metal conduz calor e o cabo de madeira é isolante. Em seguida, ela afirmou que é importante usar chinelos durante uma tempestade, pois descalço é mais perigoso mexer com água. Diogo complementou que o corpo humano é um condutor elétrico e que, se estiver descalço e tocar na tomada, pode levar um choque (conteúdo conceitual).

Diogo demonstrou um entendimento de circuito elétrico, considerando o corpo humano como um condutor que, se estiver molhado, conduz ainda mais eletricidade. Tânia, por sua vez, apresentou uma versão relacionada a descargas atmosféricas. Ela acredita que se uma pessoa estiver descalça durante uma tempestade, é provável ser atingida por um raio.

Ainda sobre essa questão, Bruna afirmou que se apontarmos uma agulha para cima durante uma tempestade, provavelmente ela atrairá um raio (conteúdo factual). Ela não soube explicar de onde vem o raio, no que foi ajudada por Kátia que complementou dizendo que ele é causado por um acúmulo de partículas negativas na atmosfera. Quando essas partículas se juntam, ocorre uma descarga elétrica, ou seja, um raio.

Bruna demonstrou que já estudou sobre eletrostática e conhece o poder das pontas. No entanto, sua interpretação ainda é incorreta, pois uma pessoa com ou sem uma agulha na mão não altera o campo elétrico no local próximo a um raio, ou seja, a agulha tem dimensões muito pequenas para isso. O poder das pontas, descrito por Bruna, se refere a experimentos realizados em sala de aula, provavelmente com um gerador de Van de Graaff, onde são utilizadas agulhas no topo da cúpula para demonstrações.

Katia demonstrou um entendimento avançado sobre a formação dos raios, ao afirmar que se acumulam partículas negativas de um lado da nuvem e positivas do outro, e que quando se juntam formam a descarga elétrica.

Aproveitando as discussões sobre o assunto, foi perguntado aos estudantes se o ar é condutor ou isolante. Kátia respondeu inicialmente que é condutor, mas depois refletiu e disse que depende. Bruna complementou, afirmando que o ar pode ser isolante ou condutor, pois se fosse sempre isolante os raios não poderiam cair no chão (conteúdo conceitual).

Essas falas mostram que os estudantes têm um conhecimento razoável sobre a condutividade do ar, mas ainda não concluíram que o ar se torna condutor dependendo da diferença de potencial existente entre os contatos elétricos e da distância entre eles. Por exemplo, para produzir uma faísca de 1 cm, é necessária uma diferença de potencial de mais de 15 mil volts (Mosca; Tipler, 2009).

A conversa continuou com o assunto das torres de alta tensão. Quando perguntado se não daria choque se uma pessoa ou um animal encostassem na torre, Tânia respondeu que existe um dispositivo isolante entre os fios e a torre que impede que a energia passe para a torre. Bruna lembrou de algo na física que impede a passagem da corrente, o resistor ôhmico.

Ao serem questionados sobre os aparelhos que têm 2 pinos no plugue, todos concordaram que um pino serve para levar energia e o outro para levar a energia de volta para a tomada. No entanto, nenhum dos estudantes soube responder corretamente sobre a presença do terceiro pino. Isso demonstra que eles não têm um conhecimento especializado (conteúdos conceituais) sobre instalação elétrica.

Sobre os pinos serem mais grossos ou mais finos, os estudantes responderam corretamente que isso depende da potência do aparelho. Se o aparelho precisar de mais energia, o pino será mais grosso.

Feita essa descrição do primeiro encontro, são feitas algumas observações sobre os participantes a partir da tipologia dos conteúdos (Zabala, 1999):

- **André:** tem pouco conhecimento sobre conteúdos conceituais e factuais de eletricidade que é aprendido nas áreas de ciências da natureza, como ele escolheu o itinerário formativo na área de linguagens e humanas se distanciou um pouco desse assunto. Ele se encontra no segundo ano do ensino médio, ainda não estudou esse tema nas aulas de física.
- **Bruna:** apresentou conhecimento de conteúdos conceituais de eletricidade mais elaborados, pois ela já participou de um grupo de robótica em outra escola e

demonstrou ter muito interesse nessa área. Além disso, já havia tido contato com o assunto.

- **Diogo:** tem conhecimentos prévios sobre conteúdos conceituais de eletricidade mais avançados, pois ele interpreta um esquema elétrico simples e já obteve contato com o assunto desde criança, pois seu pai é técnico de informática e robótica, o que parece ter estimulado o interesse nesse assunto. Além disso, já participou de um grupo de robótica visando competir nas olimpíadas de robótica.
- **Kátia:** demonstrou ter nível médio de conhecimentos sobre conteúdos conceituais de eletricidade. Mostrou-se curiosa sobre o assunto e já havia desmontado aparelhos elétricos, tentando consertá-los, e feito ligações elétricas em casa (conteúdos procedimentais). No Ensino Médio já tinha visto o conteúdo de eletricidade nas aulas de física.
- **Tânia:** apresentou pouco conhecimento sobre conteúdos conceituais de eletricidade. Isso pode ser explicado por desenvolver atividades na área de artes e, antes de entrar neste projeto não apresentava interesse nos assuntos de robótica.

Assim, para este primeiro encontro, entende-se haver uma distribuição relativamente equilibrada entre conteúdos factuais, conceituais e atitudinais, com menor frequência para os procedimentais.

Uma nota de 1 a 5 foi dada aos estudantes conforme identificado neste encontro (Quadro 7) por meio das análises das respostas do questionário e da roda de conversa.

Quadro 7 - Participantes do projeto notas

Nome	Idade	Ano que estuda	Nota de 1 a 5
Bruna	17	3º ano EM	4
Tânia	17	2º ano EM	3
Kátia	19	3º ano EM	3,5
André	16	2º ano EM	2
Diogo	15	2º ano EM	5

Encontro 2

O encontro foi iniciado com a apresentação do Laboratório Maker da escola aos estudantes. Durante essa apresentação, foi explicado o funcionamento da máquina de corte a laser, que tem a capacidade de cortar MDF e acrílico de até 3 mm e também realizar gravações. Essa máquina fica disponível para ser utilizada nos projetos. Além disso, foi mostrado o painel de ferramentas do laboratório, que pode ser utilizado em conjunto com a bancada para realizar soldas, furos e cortes.

Outro equipamento apresentado foi a impressora 3D, que também pode ser utilizada para imprimir peças a serem usadas nos projetos. Em seguida, foi abordado o setor de Arte Design e Modelagem. Esse setor consiste em um computador com capacidade de processamento e programas específicos que permitem a modelagem em 3D das peças que eventualmente serão utilizadas.

Os computadores utilizados na sala para programação do Arduino são baseados na plataforma Raspberry Pi, que consiste em uma placa de baixo custo com saída de vídeo, possibilitando a utilização de sistemas operacionais simples e gratuitos.

A apresentação do laboratório vai ao encontro do que propõe a ABP, os estudantes precisavam tomar conhecimento dos equipamentos e materiais que existem no laboratório *maker* para que trabalhassem em seus projetos (Bender, 2015).

Após a apresentação do laboratório, foi solicitado que os estudantes se dividissem em grupos. Seguindo uma das recomendações da ABP, os grupos deveriam ter de 3 a 4 estudantes. Nesta oficina a quantidade total de inscritos foi de 5 estudantes e a decisão do professor foi de formar 2 grupos. Um dos estudantes sugeriu que fosse realizado um sorteio para a formação dos grupos e todos concordaram. Os grupos foram formados da seguinte maneira: grupo 1: Bruna, Diogo e Tânia; grupo 2: Kátia e André.

Após essa divisão, foi apresentado o tema do projeto: o desenvolvimento de um dispositivo para automação residencial utilizando o Arduino e seus periféricos. Alguns estudantes questionaram sobre o que é o Arduino, enquanto outros já o conheciam, mas nenhum havia trabalhado com essa placa.

Os momentos registrados no Quadro 08 são falas dos estudantes durante o encontro da oficina com a proposta de construir um dispositivo de automação residencial, foram registrados por câmera de vídeo, gravadores de áudio e caderno de anotações do pesquisador e posteriormente encontrados pontos de interesse da pesquisa. Esses momentos são de interação entre os estudantes em grupos separados e no grande grupo e entre eles e o

professor pesquisador participante na atividade proposta. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 08 - Dados do encontro 02

Tipologia de Conteúdos de Zabala	Observações no encontro 02
Factuais	Os estudantes viram que o pino negativo do Arduino é chamado de GND e é convencionalmente ligado a um fio de cor preta. Também ficaram sabendo que o pino 5V é o positivo do Arduino e, convencionalmente, é ligado com fio vermelho.
Conceituais	Os estudantes compreendem a importância de usar um resistor para diminuir a tensão que chega a um LED.
Procedimentais	Aprenderam a fazer uma montagem de um circuito eletrônico simples utilizando Arduino, resistores, LEDs, jumpers e conectar a uma <i>proto board</i> . Aprenderam a olhar a tensão e a corrente de uma fonte de alimentação.
Atitudinais	Os estudantes apresentaram na primeira hora do encontro falas com a voz baixa e pouca comunicação entre eles. Foram se soltando gradualmente e por fim estavam dando sugestões e melhorias no seu projeto e nos dos colegas do outro grupo.

No primeiro momento observa-se que os estudantes aprenderam os nomes dos componentes utilizados para a montagem de circuito no laboratório maker, seguindo os padrões da Aprendizagem Baseada em Projetos. Aprenderam sobre conceitos de resistência elétrica, a montar circuitos eletrônicos e manusear objetos e peças inusuais e interagiram com colegas dos grupos dando sugestões e melhorias.

Um dos momentos registrados de entendimento de conceitos de resistor foi da estudante Bruna que disse aos colegas:

Bruna: (20 min) Led é fácil pra queimar; (59 min) se ligar o led no 5V do Arduino vai queimar o LED, vai estourar ...então tem que colocar um resistor para fazer com que o LED não queime.

André: (1h e 1 min) o resistor tem que diminuir a carga para 2V e tem que ficar 3V no resistor para sobrar 2 V para o LED.

Foi uma fala importante demonstrando que Bruna tem um entendimento do funcionamento de um resistor em um circuito. André respondeu demonstrando que compreendeu a fala da colega e aparentemente entende o conceito de resistência elétrica.

No entanto, no momento 1h e 9 min André e sua dupla Tânia fazem uma ligação errada e o LED acaba queimando por falta de ligação do resistor corretamente. Isso mostra que o estudante entende o Conceito e o Fato (Zabala, 1998) mas não consegue compreender o procedimento.

Os estudantes estavam fazendo a montagem de um LED na *protoboard* e o grupo de André e Kátia ligaram o circuito de maneira que o LED recebeu toda a tensão de 5V e o mesmo queimou, pois eles são fabricados para suportar a tensão máxima de 3V. No entanto o professor deixou acontecer a queima do LED, acharam interessante e alguns até falaram que achou que ia acontecer uma explosão, foi explicado que isso aconteceu porque o LED foi ligado sem o resistor, e o laboratório já disponha de componentes de reposição para esses casos.

Após esse momento foi solicitado que os estudantes ligassem outro LED na *protoboard* seguindo a mesma lógica anterior, prontamente, os integrantes dos grupos pediram um resistor de 330 ohms. Isso mostra para o pesquisador que os estudantes aprenderam que para ligar um LED precisa de um resistor, senão ele poderá queimar.

No tempo de gravação de 1h e 24 min até 2h as irmãs Tânia e Kátia ficam numa disputa para ver quem coloca mais LEDs na montagem, Zabala diz que para aprender um procedimento os estudantes devem repetir várias vezes para que haja compreensão. No entanto, repetir um procedimento sem compreender os conceitos subjacentes não é suficiente; é necessário refletir sobre as ações para analisá-las e aprimorá-las. Zabala destaca ainda a importância de repetir procedimentos em diferentes contextos, permitindo que o estudante aplique seus conhecimentos em diversas situações (Zabala, 1998).

Encontro 3

Os estudantes foram reunidos em grupos e iniciaram a montagem de um circuito para acender um LED com Arduino, essa mesma montagem foi realizada no encontro anterior e o professor a propôs para observar se conseguiam lembrar o procedimento. Ao longo do encontro o professor foi pegando os componentes no armário e perguntando aos estudantes qual era o nome destes, para observar se eles lembravam. Ausubel diz que haverá indícios de aprendizagem significativa quando a aprendizagem é duradoura, e Zabala diz que o estudante

vai aprender um fato, um procedimento e um conceito quando este for repetido várias vezes. (Ausubel, 2003; Zabala, 1998).

Os estudantes fizeram a montagem e testaram diferentes resistores com diversos valores com objetivo de observar a mudança de brilho do LED. Conectaram no circuito um interruptor para fazer um pisca-pisca mecânico, isto é, sem a programação neste primeiro momento. Num segundo momento enviaram uma programação pré-pronta para um pisca-pisca com Arduino.

Os estudantes foram estimulados a pensar como um algoritmo funciona e o que é necessário para fazer um LED piscar, e para isso foi utilizado um programa de exemplo do Arduino e os estudantes apenas mudaram valores de tempo e os pinos utilizados. Construir uma programação do zero seria algo muito avançado e precisaria de conhecimento especializado para fazer isso. No Quadro 09 apresentam-se alguns momentos de falas dos estudantes, observações em vídeo, e anotações do pesquisador durante a oficina. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 09 - Dados do encontro 03

Tipologia de conteúdos de Zabala	Observações no encontro 03
Factuais	Os estudantes aprenderam o que é um interruptor de energia, um multímetro, código de cores de um resistor e seus valores.
Conceituais	Os estudantes aprenderam a diferença entre um resistor com valor de resistência alta e baixa e seu efeito no brilho de um LED.
Procedimentais	Os estudantes fizeram a montagem novamente de um LED com o Arduino e dessa vez tiveram que conectar o interruptor para o LED acender e apagar construindo um pisca-pisca. Observaram o brilho de um LED sendo alterado ao conectar resistores com valores de resistência variados no circuito. Enviaram uma programação de um pisca-pisca para o Arduino.
Atitudinais	Os estudantes apresentaram uma boa interação entre eles, falaram sobre diversos assuntos, desde a festa junina da escola, jogos de computador e sobre o dia-a-dia em suas casas, o que fazem no tempo livre, onde os pais trabalham.

Apesar dos estudantes terem feito uma competição de LEDs no encontro anterior, ligando sete ou oito leds, ainda apresentavam dificuldades para fazer a montagem no encontro atual. Isso parece indicar que os estudantes aprenderam de forma mecânica por repetição e não ancoraram subsunçores para esse tipo de tarefa (Ausubel, 2003), isto é, repetir um procedimento sem compreender os conceitos subjacentes, não é suficiente (Zabala, 1998).

Os estudantes lembraram dos nomes dos componentes e dispositivos aprendidos e utilizados no encontro anterior: como LEDs, *protoboard*, resistores, Arduino, buscaram no armário e iniciaram a montagem. Sendo assim, pode haver indícios de aprendizagem significativa dos nomes dos componentes eletrônicos e dispositivos nesse encontro.

No instante 3 min e 30 segundos o professor mostra os componentes que estão na mesa e pergunta a eles se lembram o que é e eles dizem:

Bruna: São resistores

Diogo: Resistores

Tania: LEDs

André: LEDs

Tania: É um botão, aparece um botão

Diogo: Um Jumper

No instante 11 min a estudante Tânia comenta:

Tânia: tem que tomar cuidado que os resistores estão embaralhados!

O professor pergunta se os resistores estão embaralhados como faz pra descobrir qual é o valor deles:

Bruna: pelas cores deles, só que não sei qual é a diferença

No instante 21min os estudantes ligam resistores de valores diferentes:

Bruna: coloca o de 330

Diogo: e o de 10k

Bruna: o LED fica bem fraquinho

André: quanto mais forte o valor do resistor mais fraco a luz do LED, marrom, preto e vermelho é mil, o marrom, preto laranja é maior.

Essas falas mostram o momento em que os estudantes tiveram contato com os resistores e puderam trocá-los e observar no circuito o que acontecia com o brilho do LED. São montagens que atraem a atenção dos estudantes e proporcionam momentos propícios à aprendizagem.

Encontro 4

Neste encontro estavam presentes André e Diogo, os outros integrantes avisaram que precisam faltar por motivos pessoais. Os dois estudantes fizeram buscas no computador de dispositivos de automação residencial que pudessem ser utilizados como modelo para o projeto de seus grupos, fizeram a busca e no final apresentaram suas descobertas e seus pontos de vista. No Quadro 10 apresentam-se alguns fragmentos de falas dos estudantes, observações em vídeo, e anotações do pesquisador durante a oficina. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 10 - Dados do encontro 04

Tipologia de Conteúdos de Zabala	Observações no encontro 04
Factuais	Não foram identificados
Conceituais	Não foram identificados
Procedimentais	Os estudantes fizeram uma busca na internet sobre dispositivos de automação residencial e conversaram um pouco sobre seus projetos de automação residencial e explicaram o porquê das suas escolhas. Disseram que os projetos servem para resolver seus problemas e afazeres domésticos, regar plantas e verificar portas abertas e luzes acesas antes de dormir.
Atitudinais	André e Diogo foram os únicos que compareceram nesse dia, as outras 3 alunas avisaram que iriam faltar. Eles apresentaram suas percepções em relação a seus projetos de automação residencial

Os estudantes André e Diogo participaram do encontro fazendo buscas na internet sobre projetos de automação residencial e depois tiveram um tempo para compartilhar suas ideias e tiveram um diálogo que demonstra as atitudes de cada um em relação à robótica e seus projetos de automação residencial:

André (9 min): [...] só não pode ter muito exagero, deixar quase tudo automático ou quase tudo muito simples, porque a gente tem que continuar vivendo né, às vezes já vive parado, aí só faz algumas coisas por que tem que fazer, se deixar automático vai viver parado”. se construísse uma máquina, pra lavar louça, estender roupa e cuidar do meu irmão eu ia ficar parado porque é isso que eu faço em casa”

Diogo (10 min): já eu teria ficado livre de serviço, procuraria coisas pra fazer, pois ficaria no tédio, ajudaria a desenvolver meus projetos, teria tempo pra mim mesmo para desenvolver esses projetos” “...projetos de programação, criar jogos e história de um jogo, estou travado nela porque não estou com tempo para desenvolver, se eu tivesse menos trabalho chegaria um hora que eu conseguiria fazer

A esse respeito, Zabala (1998) diz que:

As atitudes são tendências ou predisposições relativamente estáveis das pessoas para atuar de certa maneira. São a forma como cada pessoa realiza sua conduta de acordo com valores determinados. Assim, são exemplos de atitudes: cooperar com o grupo, ajudar os colegas, respeitar o meio ambiente, participar das tarefas escolares, etc. (Zabala, 1998, p. 41)

Significa que os estudantes têm valores determinados para agir dessa maneira. Diogo, por exemplo, parece gostar muito da ideia de encontrar um robô que realizasse suas tarefas domésticas para que sobrasse mais tempo para que ele pudesse programar, criar, jogos e escrever um livro. Já André acha que para que ele continue vivendo deverá ter alguma tarefa para fazer, não se vê deixando que as máquinas façam tudo.

Encontro 5

Neste encontro os estudantes são livres para realizarem a montagem dos dispositivos selecionados no encontro anterior utilizando busca na internet por André e Diogo, durante as montagens foi observado que os estudantes ficaram um pouco perdidos, pois não encontravam todos os componentes listados nos armários do laboratório, eles tinham

escolhidos montagens complexas e o Quantum LAB não dispunha de todos os itens necessários. No final desmontaram e guardaram novamente no armário.

No Quadro 11 são apresentados alguns fragmentos de falas dos estudantes, observações em vídeo, e anotações do pesquisador durante a oficina. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 11 - Dados do encontro 05

Tipologia de conteúdos de Zabala	Observações no encontro 05
Factuais	Os estudantes têm contato novos nomes de dispositivos: relé, lcd, jumper macho-fêmea, RTC (Real Time Clock) (Relógio de tempo real), resistor, Arduino uno e mega, buzzer, cabo de energia elétrica. Além desses, houve repetição de nomes de componentes e peças já aprendidos nos encontros anteriores.
Conceituais	Não foram identificados
Procedimentais	Os estudantes buscam esquemas de ligação dos dispositivos de irrigação e controle de lâmpadas na internet, pegam os materiais no armário e iniciam a montagem. No final desmontam os dispositivos e guardam no armário novamente, pois não deu certo.
Atitudinais	Fazem piada com os jumpers macho e fêmea o tempo todo, alguns ficaram desconfortáveis, mas depois entraram na brincadeira O professor precisou pela primeira vez chamar a atenção dos estudantes para que tivessem foco no projeto e auxiliassem a colega que estava fazendo sozinha. Não encontraram todos os materiais da lista no laboratório

A montagem dos dispositivos encontrados pelos estudantes não funcionou conforme o esperado. Foi observado que ficaram um pouco decepcionados por não ter possibilidade de construir qualquer dispositivo encontrado na internet:

Bruna: (46 min): RTC, a gente tem algum RTC?

Bruna: (49 min) Só falta a bomba e o RTC.

Tânia: (54 min) então nos ferramos não tem esse.

André: (49 min) cadê, cadê placa R3 wifi...

André: (56 min) e essa placa de wifi?

A placa R3 wifi é a placa de Arduino com Wi-Fi integrado que André estava procurando, e RTC é uma placa de relógio de tempo real utilizada para o dispositivo não perder o horário quando acabar a energia. O laboratório tem uma quantidade limitada de componentes, sensores e peças. E os estudantes aceitaram como uma norma do laboratório, o dispositivo a ser construído deve ser adaptado aos materiais disponíveis. Em relação a isso, Zabala (1998) afirma que:

As normas são padrões ou regras de comportamento que devemos seguir em determinadas situações que obrigam a todos os membros de um grupo social. As normas constituem a forma pactuada de realizar certos valores compartilhados por uma coletividade e indicam o que pode se fazer e o que não pode se fazer neste grupo. (Zabala, 1998, p. 41)

Para aprender uma norma pode ser por aceitação, por conformidade ou por interiorização, este último o estudante entende e aceita como regra de funcionamento da coletividade (Zabala, 1998).

Acredita-se que os estudantes André e Kátia aprenderam essa norma por interiorização, ou seja, eles entenderam que não é possível construir um dispositivo conectado na internet com Arduino, pois não tem essa peça no laboratório. Acredita-se que Diogo, Bruna e Tânia também aprenderam essa norma por perceberem que não havia no laboratório um RTC e não havia como terminar seu projeto.

Os estudantes podem ter ancorados novos subsunçores a aprendido significativamente uma norma, sendo que Zabala diz que a norma foi interiorizada e Ausubel diz que aquilo que foi interiorizado no cognitivo do estudante é um indício de aprendizagem significativa.

Por meio desse episódio, foi anotado e planejado para o próximo encontro a sugestão de dispositivos pelo professor que fosse condizente com seus projetos e que houvesse materiais disponíveis no laboratório maker. Sem isso os estudantes poderiam ficar entediados e dispersos por não encontrar os esquemas mais apropriados. Poderia acontecer isso por repetidos encontros até que encontrassem um esquema que fosse possível. A ideia de trazer alguns esquemas de montagem foi pelo motivo de tempo e para não deixar os estudantes perder o foco.

Quanto aos conteúdos factuais, os estudantes repetiram os nomes de componentes e peças dando indícios de aprendizagem significativa. Falas dos estudantes:

Kátia: (45 min) jumper macho e fêmea,
Kátia: (50 min) Fonte chaveada nove volts
André: (50 min) Fonte nove volts, jumpers.
Bruna: (50 min): vamos precisar de fios e resistores, eles falam só os principais, mas vai precisa de fios, resistores essas coisas.
Bruna: (52 min) então a gente vai precisar de um arduino uno ou mega...
Bruna: (54 min) a gente tem o uno né.
Diogo: (54 min) é o arduino que está faltando?
Bruna: (55 min) Precisamos de leds verde, vermelho e amarelo.
Diogo: (1h 15min) André! vou facilitar pra você a identificação dos jumpers: tem os gays, os héteros e os lésbicas, ...me dá um hétero vermelho... então vc quer um jumper gay?
Tania: (1h 16 min) é pino-pino!
Bruna: (1h 18 min) Precisamos de um gay!...um hetero preto!
Bruna: (1h e 20 min) ... nossa que hetero pequeno!
Todos: muitos risos e gargalhadas
Tania: (1h e 20min) porque você quer tanto um hetero preto?

Os jumpers são cabos usados na eletrônica para conectar dois pontos em um circuito. Eles são classificados segundo o tipo, por exemplo, o lado do jumper que tem um pino é chamado de macho e o lado com um buraco é chamado de fêmea. Essa nomenclatura de macho e fêmea é comum na eletrônica e se aplica a vários componentes e dispositivos. Os estudantes, ao aprenderem isso, começaram a dizer que os jumpers eram heterossexuais, gays e lésbicas, pois alguns tinham terminais macho-fêmea, macho-macho e fêmea-fêmea.

O aprendizado começou com conteúdo factual e desencadeou para conteúdos atitudinais, o que vai ao encontro do que diz Zabala (1998, p. 35): “Todo conteúdo, por mais específico que seja, sempre está associado e, portanto, será aprendido com conteúdos de outra natureza”.

Encontro 6

Neste encontro aconteceu uma recomposição dos grupos. Os estudantes Diogo e André sempre ficavam juntos na chegada ao laboratório e as estudantes Tânia, Kátia e Bruna sempre ficavam juntas quando chegavam na sala. Percebendo isso, o professor propôs uma troca de integrantes dos grupos, sendo a escolha feita por afinidade. O grupo formado por André e Kátia passou a ser formado por André e Diogo, e Kátia se juntou a Bruna e Tânia.

Os estudantes aceitaram a ideia e quiseram, inclusive, juntar os projetos, foi explicado que para melhor andamento das atividades da ABP era mais conveniente se eles ficassem grupos pequenos (Bender, 2015). Com a aceitação de todos deste encaminhamento, continuaram os trabalhos com um grupo auxiliando o outro sempre que possível.

No Quadro 12 apresentam-se alguns fragmentos de falas dos estudantes, observações em vídeo, e anotações do pesquisador durante a oficina. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 12 - Dados do encontro 06

Tipologia de conteúdos de Zabala	Observações no encontro 06
Factuais	Os estudantes aprendem novos termos como plug macho e fêmea, ferramenta alicate desencapador de fios.
Conceituais	Os estudantes falaram sobre curto-circuito ao surgir na conversa os assuntos de encostar dois polos de uma bateria. Descobriram que o funcionamento do componente eletrônico relé é por meio de uma bobina utilizando eletromagnetismo para ligar e desligar.
Procedimentais	Os estudantes aprenderam a construir uma extensão elétrica, utilizar e manusear uma nova ferramenta chamada desencapador de fios. Aprenderam manusear de Chaves Philips e chave de fenda, abrir os plugs e conectar os fios desencapados. Aprenderam a realizar o teste de uma extensão utilizando um multímetro na escala de continuidade para evitar curto-circuito e aprenderam a testar

	utilizando um aparelho elétrico.
Atitudinais	<p>Respondem perguntas sobre o que estão achando do projeto</p> <p>Tânia e Diogo falam sobre os seus pais que construíram extensões em suas casas, às vezes dava certo, mas algumas vezes dava curto-circuito e quase pegava fogo.</p> <p>Momento da troca de grupo, melhoria na cooperação das atividades e engajamento dos grupos</p> <p>Acontece em momentos durante o encontro em que estão conversando sobre assuntos variados e o professor solicita a atenção para mostrar algo diferente e eles prontamente atendem.</p> <p>Sempre mantinham o respeito entre os colegas, momentos de brincadeira no final do encontro, mesmo após o término do encontro eles continuaram no laboratório.</p> <p>Bruna sempre avisa quando seu pai chega para buscá-la.</p>

Os estudantes mais uma vez demonstraram indícios de aprendizado a conteúdos factuais ao lembrar de termos utilizados em encontros anteriores como os nomes dos componentes, dispositivos eletrônicos e ferramentas.

Quanto aos conceituais, os estudantes conversam sobre curto-circuito de uma bateria que ficou no laboratório com os fios positivo e negativo encostados:

Diogo (9 min) : ...igual da semana passada que quase explodiu?

Kátia (9 min): Juntou dois fiozinhos

Ao observar um fenômeno no momento da montagem, os estudantes conectaram com um conceito físico de curto-circuito. O aprendizado iniciou com conteúdo procedimental e desencadeou para conteúdos conceituais, o que vai ao encontro do que diz Zabala (1998 p. 35): “Todo conteúdo, por mais específico que seja, sempre está associado e, portanto, será aprendido com conteúdos de outra natureza”.

No tempo 1h e 16min o professor desmonta um relé e mostra para os estudantes o seu funcionamento, é falado para eles que tem uma chapinha de metal que aperta e dá o contato elétrico e o responsável por apertar essa chapinha é a bobina que são esses fios enrolados e quando passa energia por uma bobina, acontece algo:

Tânia: Ahhh, magnetismo!

Diogo: se por um metal perto ele vai grudar?

A estudante Tânia apresentou ter conhecimento prévio do conceito de magnetismo e que rapidamente respondeu ao observar algo palpável e real no procedimental. A estudante dá indícios de ampliação de subsunçores preexistentes, a ancoragem, Ausubel (2003, p. 3) diz:

De forma a indicar que a aprendizagem significativa envolve uma interacção selectiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva, iremos empregar o termo ancoragem para sugerir a ligação com as ideias preexistentes ao longo do tempo.

Os outros estudantes observaram a demonstração e ouviram a colega, sendo assim não se pode afirmar se eles tiveram aprendizagem significativa.

Quanto aos procedimentos, os estudantes apresentaram indícios de aprendizado significativo ao manusear componentes e dispositivos com maior facilidade em relação aos encontros iniciais, mexeram com placas, fios e ferramentas. Essa afirmação é realizada por meio de observação dos vídeos gravados e anotações do pesquisador.

Algumas perguntas foram realizadas a fim de descobrir o que eles estão achando do projeto até agora, e eles respondem:

Diogo: Tô achando bem interessante, em relação a parte da elétrica na hora de construir as peças em si e o funcionamento de cada coisa, mas a gente não chegou ainda nessa parte, mas na hora que programação vai ser interessante também.

Bruna: tô gostando bastante também, to achando interessante montar essa parte de fios e essas coisas e to muito ansiosa pra saber sobre a programação e quero saber como vai ser quando o projeto começar a funcionar.

André: Legal, é divertido, tá aparecendo coisas novas toda aula e to ansioso pelo futuro

Tania: sinceramente eu to adorando, é uma nova perspectiva, realmente eu não tinha muito interesse, mas agora que estou participando disso, tá abrindo uma nova visão pra mim, e eu to empolgada mais quando a gente começar a montar algo com isso, um robozinho uma coisa assim.

Kátia: eu concordo com ela, risos

Analisando as respostas dadas pelos estudantes pode-se perceber que eles estão gostando de realizar o projeto e estão ansiosos para ver algo acontecendo, ou seja, o projeto funcionando. Os procedimentos são um conjunto de ações a fim de chegar a um objetivo (Zabala, 1998), que no caso é o artefato final, segundo a ABP (Bender, 2015), o dispositivo de automação residencial. Os estudantes estão realizando pequenos projetos a cada encontro a fim de aprender fatos, conceitos, procedimentos e atitudes relevantes para realizar o trabalho principal (Zabala, 1998), Ausubel chama esses pequenos projetos de ponte cognitiva, que se situa entre o que o estudante já sabe e o conteúdo principal (Ausubel, 2003)

Os estudantes aparentam estar engajados e dispostos a aprender com o projeto, foi observado em vídeo que mesmo após ter terminado o encontro os estudantes permaneciam na sala conversando e mexendo em máquinas e equipamentos. Pelos fatos observados o laboratório maker e a ABP dão indícios de que são materiais potencialmente significativos (Ausubel, 2003).

No momento da construção da extensão, alguns estudantes lembravam que já tinham realizado essa tarefa com seus pais. Essas falas dão indícios de que já tiveram contato com esse tipo de peça antes com suas famílias e segundo Ausubel podem estar ligando com subsunçores já existentes e aprimorando-os sobre esse procedimento (Ausubel, 2003). Ao observar através dos vídeos os estudantes utilizando alicate desencapador de fios e fazendo esse processo repetidas vezes como se fosse um brinquedo, dá indícios que esse laboratório maker é material potencialmente significativo (Ausubel, 2003).

A mudança dos integrantes do grupo foi algo que colaborou com a interação dos estudantes, em observação em vídeos a estudante Kátia não interagiu com o seu companheiro de grupo André. Da mesma forma, Diogo aparentava na observação das gravações que não se sentia confortável com Tânia e Bruna. Após a troca, Kátia melhorou seu relacionamento com os integrantes do grupo e André ficou mais brincalhão e conversador com Diogo.

Ao observar os vídeos, aparentemente os estudantes André e Kátia não se sentiam bem com o seu grupo por não ter interação. Segundo Zabala (1998 p. 41) “são exemplo de atitudes: cooperar com o grupo, ajudar os colegas...”, e nesse caso não havia uma atitude de colaboração e ajuda ao colega, Zabala ainda diz que aprendizagem de normas “são em segundo grau, quando existe uma conformidade que implica certa reflexão sobre o que significa a norma e que pode ser voluntária ou forçada”, neste caso quando os estudantes

foram sorteados para ficarem juntos eles conformaram com a norma, mesmo que fosse de maneira forçada. Após a troca de grupos, os estudantes passaram a cooperar e auxiliar os colegas.

A aprendizagem baseada em projetos proporciona algo diferente em relação a aulas de um curso de robótica, por exemplo, os estudantes num curso de robótica aprenderiam numa projeção de slides o funcionamento de resistores, Arduinos, jumpers, leds, e somente depois fariam algo prático. Com a ABP os estudantes têm ao longo do encontro contato com os componentes aprendendo seus nomes e funcionamento juntamente com a montagem de um circuito, além de interação com o grupo e a possibilidade de desenvolver um projeto escolhido por eles, para resolver problemas da vida real (Bender, 2015).

Encontro 7

Neste encontro os estudantes utilizaram as montagens com Arduino, *protoboards*, jumpers, LEDs e com a programação fizeram projetos de piscar leds e um semáforo. No Quadro 13 são apresentados alguns fragmentos de falas dos estudantes, observações em vídeo, e anotações do pesquisador durante a oficina. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 13 - Dados do encontro 07

Tipologia de conteúdos de Zabala	Observações no encontro 07
Factuais	Além da repetição de termos utilizados em encontros anteriores, os estudantes têm contato com palavras novas relacionadas à programação como, por exemplo: output, input, pinmode, portas lógicas, loop e conhecem o código de cores dos resistores.
Conceituais	Bruna retoma ao assunto do funcionamento do resistor e questiona novamente o porquê do seu uso.
Procedimentais	Os estudantes retomam algumas montagens com LEDs e resistores utilizando <i>protoboard</i> e jumper. A diferença é que dessa vez eles utilizam o computador para fazer uma programação para acender os LEDs, fizeram um pisca-pisca e depois um semáforo. Como ninguém tem habilidades em programação,

	<p>fizeram adaptações em um código pronto encontrado na internet.</p> <p>Demonstraram bastante dificuldade ao fazer a programação e a conectar os resistores corretamente em cada porta do Arduino.</p>
Atitudinais	<p>Bruna e Tânia comemoram ao conseguir fazer o LED funcionar com a programação. Elas dizem que tem vontade de apresentar esse trabalho aos colegas de turma do Ensino Médio.</p>

Nos aspectos factuais, os estudantes falam dos componentes utilizados até agora nos encontros. E fazem comentários e perguntas sobre a programação.

Bruna: (30min): A gente vai fazer essa programação hoje?...a gente pega uma plaquinha de furinho, a protoboard e faz.

É falado para a estudante que pra treinar a programação pode-se usar um arduino virtual no site Tinkercad e Diogo fica interessado.

Diogo (31 min): pera ai, como é?...Ahhhhhh esse aqui, já vi, eu vi esse aqui com meu pai, tem designer 3D, circuitos, programação por blocos.

André (31 min): nunca ouvi falar, manda pra mim

Bruna (31 min): a gente tem que colocar o nome das portas né, ligar LED vermelho por 20 segundos e desligar o LED vermelho por 50 segundos.

Essas falas mostram o engajamento dos estudantes com a oficina e a lembrança de nomes de componentes e termos utilizados nos encontros anteriores dá indícios de aprendizagem significativa.

Por meio das observações das gravações de Áudio e Vídeo, Diogo dá indícios de ter conhecimento prévio sobre programação, pois nos primeiros encontros ele já falava que gostava desse assunto e que seu pai trabalhava com programação. Ausubel diz ser necessário ter conhecimentos prévios sobre um determinado assunto, os subsunçores, para que se tenha possibilidade de chegar a uma aprendizagem significativa. (Ausubel, 2003)

No instante 45 minutos os estudantes André e Bruna escrevem em seus cadernos uma lógica de programação e acham difícil, Danillo explica para eles como é:

Bruna: (45 min) Não to conseguindo escrever professor, não sei a sequência que coloco.

Diogo: (47 min) : ...desligue o verde 2 e ligue o vermelho 2, temos o amarelo, esse é o amarelo 1 e o amarelo 2, então você quer que liga o amarelo 2 enquanto desliga o verde 2, e assim vai indo...

Bruna: (48 min) e quando tem 3 semáforos num lado só... eu não nasci pra programação!

Diogo: (49 min) igual aquele do shopping?

O estudante Diogo tem maior facilidade com a programação que os outros estudantes, André e Bruna consideram complexo. Isso pode ser explicado por envolver um assunto que os estudantes não têm contato no Ensino Médio, e não estão acostumados a estudar lógica, a não ser Diogo, estimulado pelo pai desde a infância. Ausubel chama isso de conhecimento prévio, subsunçores que estão na estrutura cognitiva do estudante e que pode ser ampliada assim que encontrar um material potencialmente significativo, transformando em aprendizagem significativa (Ausubel, 2003)

A oficina, o projeto, a interação dos grupos e amizades criadas podem ser considerados material potencialmente significativo para esses estudantes.

No momento 31 minutos a estudante Bruna ao utilizar um resistor na montagem pergunta:

Bruna (31 min): O resistor serve para passar energia né, por exemplo, se eu colocasse num circuito que tem 12V e o LED aguentasse aí não precisaria colocar, é só ligar com os fios?

No encontro 2, a estudante falou sobre o funcionamento de um resistor, dando evidências de ter conhecimentos prévios sobre esse conceito. Essa pergunta dá indícios que ela está ampliando seus conhecimentos sobre o papel de um resistor em um circuito elétrico e ancorando subsunçores (Ausubel, 2003).

No instante 1h e 13 min foi observado quanto aos aspectos procedimentais, na montagem do circuito do semáforo, que os estudantes tiveram dificuldades em conectar os fios nas portas corretas do Arduino, e fazer a programação.

Encontro 8

Neste encontro os estudantes iniciam de fato os seus projetos de automação residencial, utilizando vídeos de autores sugeridos pelo professor para guiar as montagens e

utilizando a programação fornecida pelos autores dos vídeos. No Quadro 14 são apresentados alguns fragmentos de falas dos estudantes, observações em vídeo, e anotações do pesquisador durante a oficina. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 14 - Dados do encontro 08

Tipologia de conteúdos de Zabala	Observações no encontro 08
Factualis	<p>Alguns nomes de componentes são lembrados e falados pelos estudantes e outros são esquecidos.</p> <p>Aprendem código de cores dos resistores para poder identificar o valor do componente eletrônico são utilizados faixas coloridas, e cada cor representa um número, duas faixas representa dois algarismos e a terceira faixa o multiplicador</p> <p>Novos termos de programação são falados pelos estudantes durante o encontro: compilação, variável, comando, caractere, declaração.</p>
Conceituais	Não foram identificados
Procedimentais	<p>Os estudantes passam a primeira hora do encontro fazendo a leitura de um esquema de montagem encontrado na internet e buscando os materiais no armário do laboratório, foi designado por eles uma pessoa de cada grupo para buscar os materiais enquanto os outros iniciavam a montagem.</p> <p>Ficaram no movimento de assistir vídeos, leitura de textos e leitura de esquemas e fazendo a montagem.</p> <p>O grupo das meninas formado por Tânia Kátia e Bruna encontraram alguns problemas, pois o dispositivo não funcionou ao ser conectado à rede elétrica. Mas logo elas descobrem, pois era um jumper solto na <i>protoboard</i>.</p> <p>Diogo e André também tiveram problemas na montagem, tudo parecia certo mas o dispositivo não funcionava. Eles trocam algumas peças: jumpers, <i>protoboard</i>, Arduino e não funciona.</p>
Atitudinais	Os estudantes fazem as montagens com descontração e brincadeiras sempre com a dosagem correta, no

	<p>momento de prestar atenção eles ficam em silêncio e assistem os vídeos e fazem as leituras necessárias para resolver os problemas que surgiram com a montagem.</p> <p>O projeto das meninas de irrigação de plantas automático funcionou e aparentam estar felizes. Comemoraram</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Desde o primeiro encontro até o sétimo os estudantes permearam por pequenos projetos sugeridos pelo professor, esses pequenos projetos foi de acender um led, realizar a montagem de um circuito real, construir uma extensão, fazer um código simples e colocar pra funcionar no Arduino. Foram planejados baseados nos conhecimentos prévios dos estudantes para que eles fossem aprimorando o conhecimento de nomes das peças, os conceitos envolvidos, os procedimentos de montagem, uso de ferramentas e também a cooperação entre os colegas dos grupos.

Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, como se fosse um assunto introdutório ao principal, esses pequenos projetos podem ser considerados como organizadores prévios uma vez que eles foram pensados levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes e o que eles almejavam fazer (MOREIRA, 1983, 1993, 1999).

O objetivo principal do projeto foi construir um dispositivo de automação residencial com Arduino, sendo este o conteúdo principal. Assim, os organizadores prévios são tarefas dadas a cada encontro com objetivo de servir de ponte cognitiva para o aprendizado.

Neste encontro os estudantes tiveram que usar todos os conhecimentos adquiridos nos encontros anteriores: conectar jumpers, LEDs e resistores na *protoboard*, parafusar fios nos bornes de módulos relés, desencapar fios, conectar sensores, ligar a rede elétrica, usar a programação no Arduino e testar o funcionamento, comunicação do grupo, cooperação, respeito e seguir as normas do laboratório.

Por meio das análises do material gravado e por anotações do pesquisador, foi observado que os estudantes conseguiram iniciar a montagem do projeto de automação residencial realizando leitura dos esquemas, reconhecendo os materiais pela nomenclatura, buscando no armário e gavetas do laboratório e resolvendo problemas.

Sendo assim há indícios de aprendizagem significativa pois foi percebido uma evolução na aprendizagem dos estudantes e podem ter chegado até esse encontro com uma melhoria nos subsunçores e ancorados novos conhecimentos (Ausubel, 2003).

Os estudantes nesse encontro tiveram que resolver muitos problemas que surgiram durante o processo de montagem dos dispositivos. Diogo e André não conseguiram resolver o problema por conta de uma peça com defeito que só foi descoberto no encontro seguinte.

As estudantes Bruna, Kátia e Tânia conseguiram resolver os problemas que surgiram, um deles foi a conexão da mangueira com a bomba de água e decidiram modelar um tubinho no computador utilizando o Software *Fusion 360* com para posteriormente imprimir na impressora 3D do laboratório. O outro problema ocorrido foi o mau contato entre jumpers e protoboard.

Os dois estudantes André e Diogo passaram por momentos tensos tentando resolver o problema que surgiu que o dispositivo não queria funcionar, o módulo Bluetooth recebia o comando dado pelo celular, era percebido que havia um indicativo de conexão, mas a lâmpada não ligava. Fizeram várias tentativas, trocaram peças, placas, arduinos, ficaram das 14h até as 16h30 tentando resolver e não conseguiram. Percebia-se pelas gravações que eles estavam com aspecto de frustração, mas, ao mesmo tempo, tinha vontade de resolver logo. A seguir um trecho do diálogo dos dois no final do encontro

Diogo: (2h 24 min) Deixa eu tentar com outro Arduino, 5 Volts..., GND..., o azul era onde André?

André: é oito ou nove

Diogo: olha o esquema

André: é o nove, o cinza no dois, agora só enviar, se não der agora a gente tenta semana que vem

Diogo: ta indo o ponto e vírgula

André: tá recebendo, só não está estalando

André: (2h e 26min) “vamos tentar semana que vem, senão a gente vai ficar cansado”

Diogo: você é fraco André

André: vamos guardar, coloca o nome na caixa.

Diogo queria a todo custo resolver o problema, mesmo sabendo que seu parceiro estava cansado e queria ir embora, isso mostra o engajamento dos estudantes com o projeto e o aprendizado envolvido ao tentar resolver um problema.

Os procedimentos como olhar esquema, conectar fios, trocar a placa Arduino, enviar código se tornaram algo corriqueiro para esses estudantes, Zabala diz que se aprende um procedimento ao repetir várias vezes (Zabala, 1998). E esses estudantes além de repetir os procedimentos e fatos, apresentavam indícios de ter conhecimento, Ausubel diz que o estudante aprende significativamente quando o material empregado é um material potencialmente significativo. E as atividades em grupo promovida pela ABP, o laboratório maker, pode ser considerado um possível material potencialmente significativo, e esses estudantes agindo dessa forma com engajamento e tentando resolver os problemas dá indícios que houve aprendizagem significativa.

Encontro 9

Neste encontro os estudantes sentam-se ao redor da mesa e respondem perguntas sobre os problemas que surgiram nos seus projetos e dão continuidade a montagem tentando resolver os problemas que surgiram no encontro anterior. No Quadro 15 apresentam-se alguns fragmentos de falas dos estudantes, observações em vídeo, e anotações do pesquisador durante a oficina. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 15 - Dados do encontro 09

Tipologia de conteúdos de Zabala	Observações no encontro 09
Factuais	Neste dia os estudantes repetiram termos utilizados nos encontros anteriores.
Conceituais	As estudantes Tânia Kátia e Bruna questionaram-se : como o sensor de umidade do solo funciona? Elas conversaram entre si e buscaram na internet descobriram que o sensor de umidade do solo mede a resistência elétrica do solo.
Procedimentais	Os estudantes continuaram suas montagens e descobriram que precisavam de um tubo para fazer a conexão entre a mangueira utilizada para irrigação e

	<p>a bombinha de água. Esse tubinho foi modelado no computador e depois impresso na impressora 3D com o auxílio do professor e do técnico do laboratório.</p> <p>Os estudantes tentam resolver problemas na montagem</p>
Atitudinais	Os estudantes sentaram ao redor da mesa logo no início, sendo questionados pelo professor estimulados a falarem sobre seus projetos e os problemas que surgiram no encontro anterior

No início desse encontro os estudantes respondem algumas perguntas sobre seus projetos e fazem um resumo dos problemas que surgiram:

Diogo: (8 min) até agora nosso projeto, estamos tentando ligar uma lâmpada pelo bluetooth

Bruna: isso aí é complicado heim!

André: tentamos montar o projeto como estava no vídeo, tentamos usar a programação deles e não funcionou aí pegamos de outro vídeo e não funcionou

André: (9 min) envia recebe e não funciona.

Bruna: (10min) Se eles colocassem infravermelho? porque nos controles do ar condicionado pega com celular com infravermelho, se vocês colocarem infravermelho? Talvez dê certo a lâmpada.

Bruna: (17 min) O nosso deu tudo certo, não deu problema, o nosso tem um sensor de umidade do solo.

No instante 21 min o professor pergunta porque tem dois eletrodos no sensor de umidade:

Kátia: a corrente tem que ir e voltar

Nos trechos selecionados, os estudantes discutem os problemas que surgiram. Bruna tenta ajudar sugerindo que o grupo use um celular com infravermelho em vez de Bluetooth. No entanto, a ideia é descartada porque os celulares que eles utilizam não possuem

infravermelho. Além disso, outro problema é que o celular precisaria ficar apontado para o sensor a uma curta distância.

A estudante consegue lembrar o nome do sensor de umidade do solo e Kátia consegue dizer com convicção que os dois eletrodos servem para passar a corrente elétrica. Ela não apresentou esse conhecimento na busca dos conhecimentos prévios realizada no primeiro encontro, ou seja ela pode ter aprendido esse conceito durante o andamento do projeto. Não se pode dizer que ela aprendeu no ambiente do projeto, mas ela conectou um conhecimento existente ao fenômeno observado com o sensor de umidade.

Os estudantes André e Diogo utilizaram bastante tempo desse encontro para descobrir o problema do seu dispositivo e ao fazer a troca de praticamente todos os componentes e tentar outro código utilizando recursos até de inteligência artificial, descobriram que o problema estava numa peça com defeito, o módulo relé, este dispositivo funciona como um interruptor e era necessário para que ele ligasse e apagasse a luz

No encontro anterior os estudantes André e Diogo diziam que o relé não estava estalando, pois esse componente emite um som quando sua bobina é energizada e atrai uma chapinha de metal que bate em um pino como se fosse um interruptor fechando uma circuito, sendo assim o estalo do relé ura uma evidência que ele estava recebendo a informação do Arduino e que ligaria a lâmpada quando fosse conectada.

A seguir alguns fragmentos do momento que o dispositivo funciona às 2h e 3 minutos conectados a lâmpada:

Diogo: ta estalando, agora sim, agora sim, agora eu quero ver

André: Ahhhhh

Bruna: Deu certo o de vocês?

André: Finalmente, agora só fazer isso numa lâmpada

Diogo: (2h 16 min) Cadê o cabo do arduino? ...o azul, cadê o cabo azul, você já guardou André? ...será que vai? ... senhoras e senhores... senhoras e senhores ... ladies and gentlemen,

André: aêêê...

Bruna: êêê...

Ao trocar o módulo relé, os estudantes enviaram o código e o dispositivo funcionou. Nesse momento, demonstraram alegria, visível nos sorrisos e nas comemorações com os braços levantados e punhos fechados por conseguirem fazer o dispositivo funcionar.

Esses momentos mostram que os estudantes aguardavam ansiosamente pelo resultado. Após quatro horas de tentativas, divididas em dois encontros, ver o projeto final funcionando trouxe grande satisfação. Nos encontros anteriores, já haviam expressado ansiedade para ver o projeto finalizado.

Integrantes do outro grupo também comemoraram. Entendemos que isso se deve ao desenvolvimento de um espírito de equipe, que aumentou a cooperação entre os dois grupos.

Encontro 10

Neste dia os estudantes tiveram que refazer suas montagens novamente, pois os componentes foram retirados dos projetos para serem utilizados na SNCT. Ficaram aproximadamente 50 minutos fazendo a montagem dos dispositivos. Olhando o esquema no computador e refazendo as conexões de jumpers, componentes, sensores e programação do Arduino. No Quadro 16 apresentam-se alguns momentos de falas dos estudantes, observações em vídeo, e anotações do pesquisador durante a oficina. Alguns pontos de interesse foram classificados conforme a Tipologia de Conteúdos de Zabala.

Quadro 16 - Dados do encontro 10

Tipologia de conteúdos de Zabala	Observações no encontro 10
Factuais	Nenhum termo novo adicionado nesse dia, somente repetição de termos apreendidos em encontros anteriores.
Conceituais	As estudantes percebem que o sensor de umidade do solo não está funcionando corretamente ao conectar no solo de um vaso de planta. Descobriram que não estava funcionando, pois o vaso não tinha terra e sim um tipo granulado de madeira com adubo. Elas concluíram que o sensor de umidade do solo funciona melhor com a terra do que com esse tipo de granulado.
Procedimentais	Remontagem dos dispositivos O tubinho do grupo das meninas ficou pronto e elas descobriram que tinha um erro na modelagem, pois deveria ter uma ponta com espessura maior que a outra. Fizeram adaptação com uma fita isolante e deu certo. André mesmo sozinho consegue fazer a montagem do circuito, o professor o auxiliou em algumas partes e após conectou o dispositivo na rede elétrica do laboratório para

	controlar as lâmpadas ligando e desligando.
Atitudinais	<p>O professor comunica aos estudantes que no próximo encontro será o encontro final com uma roda de conversa com algumas perguntas sobre os seus projetos.</p> <p>Os estudantes perguntam se vão poder continuar depois,</p> <p>Bruna vê que André está sozinho no seu grupo e oferece ajuda perguntando se está tudo certo e o que falta para terminar.</p>

O Quantum LAB realiza ações de divulgação da ciência e os componentes como Arduino, *protoboards* e sensores são utilizados nas apresentações, e foi necessário desconectar os projetos dos estudantes que estavam guardados montados e ainda os estudantes não puderam participar dos encontros por falta de componentes, sendo assim tiveram que ficar 3 encontros sem a oficina. O encontro anterior havia acontecido há 28 dias e os estudantes lembravam de quase todos os procedimentos para fazer o dispositivo funcionar novamente.

Foi observado em vídeo que o estudante André apresentava dificuldades ao montar novamente o dispositivo, pois o seu companheiro de grupo, Diogo, precisou faltar.

Foi observado desde o primeiro encontro, quando houve o questionário e roda de conversa que André não apresentou conhecimentos prévios sobre montagens de circuitos e habilidades com ferramentas, sendo assim André apresenta indícios de ter aprendido conteúdos factuais e atitudinais e procedimentais referente a alguns projetos menores realizados durante os encontros. André pode ter aprendido mecanicamente, pois ele foi exposto a informações completamente novas (Moreira, 1999, 2021).

Ausubel não desconsidera a aprendizagem mecânica como algo prejudicial. Ele a posiciona junto à aprendizagem significativa em um continuum, onde um extremo representa a aprendizagem mecânica e o outro, a aprendizagem significativa. Dessa forma, o indivíduo transita gradualmente de uma para a outra até atingir completamente a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Neto, 2006).

Quanto ao aspecto atitudinal, os estudantes continuam colaborando com os colegas do seu grupo e do outro, demonstrando preocupação e empatia.

Bruna (32min): [...] e o projeto dos meninos o que falta?

Essa fala mostra que Bruna se preocupa com o projeto do André que está sozinho, mostrando que os estudantes cooperaram com o grande grupo.

No geral, após um mês sem participar das oficinas, os estudantes não esqueceram os nomes dos componentes, os procedimentos e os aspectos atitudinais como respeito e cooperação com o grupo, essa é uma das evidências utilizadas por Ausubel para designar a aprendizagem significativa.

Encontro 11

Neste encontro os estudantes respondem algumas perguntas realizadas numa roda de conversa. As perguntas utilizadas foram para avaliar a percepção dos estudantes sobre a ABP, o que acharam do laboratório maker Quantum LAB, se houve construção do conhecimento sobre eletricidade, se as atividades foram relevantes, se o processo de aprendizagem foi significativo e identificar indícios de aprendizagem significativa. As questões foram elaboradas com base nos objetivos da pesquisa, na experiência dos pesquisador e no perfil dos estudantes:

1. Como você avaliaria a qualidade dos encontros?

Bruna: 10/10, foi muito legal, gostei, o horário passava muito rápido, ...se fosse uma hora a mais seria bom, todos ficariam, talvez teria problemas dos pais que buscam, mas ficariam sim.

Todos: concordamos

2. Quais foram os aspectos que você mais gostou nos encontros?

Tania: gostei da parte da montagem da robótica, nunca tinha mexido com isso e achei interessante e desenvolvi interesse.

Bruna: aprendi ligar a pilha com botão e achei algo bem simples, aprendi a soldar e vou comprar uma pra casa, participei da SNCT e aprendi coisas diferentes além dos encontros da robótica. soldei carrinhos para mostrar para os alunos e ensinei os alunos a soldar também.

André: gostei da programação, nunca tinha mexido nisso, queria fazer um curso mas meus pais não deixaram”

Diogo: gostei da montagem e programação, porque... é difícil de explicar, pensar em peças, processos de montagem, procurar recursos e depois elaborar como será.

Kátia: montagem e programação, Arduino, jumpers, e outros negócios, competição de LEDs, gostou da montagem e da competição.

As respostas demonstram que gostaram mais das montagens e procedimentos, o que vai ao encontro do que foi observado durante as oficinas, os aspectos procedimentais chamam mais atenção e despertam o interesse dos estudantes.

3. O que você aprendeu com o projeto?

Tânia: não é tão difícil como imaginei, tem que entender os componentes, as ordens, quando está fazendo não é tão complicado, quando se vê um monte de fio embaralhado parece difícil mas quando faz a montagem parece fácil.

Bruna: no início parecia difícil, aprendi a piscar um LED com Arduino e eu não sabia fazer isso, achava algo muito complexo e não sabia, e com o passar do tempo aprendi a fazer o pisca-pisca. Aprendi a ligar os LEDs e também a montagem da irrigação e aprendi sobre resistência, e ele vai consumir um pouco de energia para o LED não queimar, impedir que muita energia passe e queime o LED, o LED precisa de 3V e a energia tinha 5v e o resistor não deixava queimar.

André: pegamos um código novo e funcionou, aprendi os nomes das peças, muito fácil depois que descobre o nome das coisas, como encontrar erro na programação e como a eletricidade pode ser mais complexa e funcionar de diversas maneiras, achava que a energia liga e desliga, quando o projeto foi conectado no interruptor achei que não ia funcionar de primeira, pois era complexo.

Diogo: aprendi a lidar com problemas de programação quando não dá certo, aprendi a ler o código, vou ter que ler todo o código ver o que ele está fazendo e ver se está de acordo com a montagem e se não estiver tem que criar outro código, talvez por ser obsoleto ou estar com problemas.

Katia: como funciona cada peça, onde tem que colocar os jumpers para fazer funcionar

Consideram que foi aprendido os procedimentos de montagens de circuitos, programação e ganharam habilidades para resolver problemas.

4. O que você gostaria que fosse feito de forma diferente no projeto?

Tânia: Não respondeu

Bruna: os dias, poderia ser mais dias na semana, ficamos um mês sem encontro... os conteúdos achei interessante

André: Não respondeu

Diogo: horário... Com mais horários e mais dias poderíamos mexer em mais equipamentos.

Kátia: Não respondeu

5. Você recomendaria o projeto para outros estudantes?

Tânia: sim, mas se fosse muita gente ia faltar material, ia ser difícil de coordenar, muita gente precisando de ajuda, com 8 pessoas seria ideal, dependendo do projeto

Brenda: sim, queria que minha irmã participasse, mas ela trabalha. Dependendo do projeto as duplas seria bom, se fosse mais difícil seria bom 4 pessoas por grupo, gostamos do trabalho em equipe”

André: sim

Diogo: sim. Pessoas metendo bedelho dos trabalhos dos outros, pode influenciar de lado positivo ou negativo, pessoas podem ajudar a resolver um problema, ou atrapalhar

Katia: sim

6. Você tem alguma outra sugestão ou comentário sobre o projeto?

Tânia: acho que foi pouco tempo e pouco dia

Bruna: se fosse todo dia a tarde não ia conseguir vir em todos

André: Não respondeu

Diogo: viria todo dia se não fosse os cursos que tenho e outros compromisso, até sábado eu iria

Kátia: Não respondeu

7. Como você se sentiria se estivesse trabalhando sozinho?

Tânia: sou iniciante, se fosse pra trabalhar sozinha ia ser muito difícil, não tenho certeza que ia conseguir

Bruna: ia ficar presa na parte de pesquisa e invés de perguntar para o colega, se fosse em grupo sem professor acho que ia conseguir dependendo do projeto

André: Não respondeu

Diogo: o colega pode distrair a mente com o colega de trabalho, se o projeto estiver difícil. Evitar o stress e os colegas de trabalho podem ajudar na descontração

Kátia: Não respondeu

8. Você pode dar um exemplo de como a eletricidade e a eletrônica são usadas no seu dia a dia?

Tania: fogão elétrico

Bruna: maquina de cortar grama

André: ar condicionado, aspirador

Diogo: fogão , ferro de solda, furadeira

Katia: tv, celular, lâmpada

9. Se estivéssemos num cenário sem energia elétrica, o que aconteceria?

Tânia: sofreremos bastante, demorar para se adaptar, ficamos dependentes da energia, de mexer com celular

Bruna: seria ruim, na hora de uma visita vc não poderia avisar uma pessoa, e a pessoas estaria ocupada e não poderia te receber, não ia ter comunicação com outras pessoas, de outros países, países frios não teria aquecedor

André: teria guerras locais, manter alimentos na geladeira

Diogo: ia acabar as guerras internacionais, tem um jogos de um lado tentando sobreviver e encontrar sua família, teria robôs em formato de humanos

Katia: Não respondeu

10. Você acha que a eletricidade e a eletrônica são importantes para o desenvolvimento da sociedade?

Tania: meu padrasto é analfabeto, estávamos tentando ensinar ele, e não teve mais interesse, só sabe assinar o nome

Bruna: sim, temos mais conhecimentos de outros países através da internet, se não fosse isso teria que ir de barco a vela para conhecer outras pessoas de outros lugares, ao mesmo tempo, ficamos presos dentro de quartos, mais estressados e anti sociais. o avanço será feita pela nossa geração, e ninguém quer saber de cálculo, a mentalidade dos jovens precisa mudar e avançar.

André: sim, mas teremos guerras, conflitos por conta de tecnologias que outros países tem.

Diogo: ela é boa , ajuda na locomoção, vamos rapidamente para outros lugares, depende se é desenvolvimento, social, econômico. Explorar fora do sistema solar, temos desperdício de gênios, as pessoas não são vistas pela sociedade, e simplesmente são crescem porque a família não incentiva e mostram que estudar não faz diferença.são ensinadas e não gostar de estudar as áreas de exatas, e é preciso estudar para ter crescimento nessa área.

Kátia: sim

11. A inteligência artificial pode assumir o controle do planeta?

Diogo: eles vão esperar a humanidade acabar consigo mesmo, a inteligência artificial tem um perfil inocente e quando entrou na rede social, virou terrorista, homofóbica em questão de minutos.

André: Não respondeu

Kátia: Não respondeu

Bruna: Não respondeu

Tânia: o professor de sociologia disse na aula que a inteligência artificial pode questionar se der consciência para ela. A inteligência artificial pegou desenho de outro artista e como vai denunciar uma inteligência artificial por plágio.

12. Você aprendeu algo novo sobre eletricidade e eletrônica durante o projeto na área da física e em outras áreas

Tania: corrente é algo que flui a energia, algo assim.

Bruna: aprendi a fazer um pisca-pisca de LEDs, resistência, medidor de umidade, não lembro se era pelo magnetismo.

André: Não respondeu

Diogo: corrente elétrica

Kátia: pisca-pisca, extensão

O silêncio diante dessa pergunta, devido à dificuldade de respondê-la, parece evidenciar que os conceitos abordados são mais complexos e difíceis de verbalizar. Esses momentos de roda de conversa com perguntas abertas proporcionam aos estudantes a oportunidade de refletir sobre o que sabem, possibilitando a ativação dos conhecimentos adquiridos durante a oficina.

Há indícios de que os novos conhecimentos sobre eletricidade, proporcionados pelo projeto, foram incorporados aos conhecimentos prévios dos estudantes, ancorando novos subsunçores (Moreira; Masini, 2002).

Quanto aos aspectos que poderiam ser aprimorados, os estudantes mencionaram que o tempo foi curto, sugerindo mais horas de encontro e mais dias na semana. Essas falas evidenciam que os estudantes apreciaram estar no espaço do laboratório maker, criando e montando coisas que consideraram relevantes.

Análise dos cadernos de registro dos estudantes

Os estudantes receberam um caderno para que pudessem ao final de cada encontro escreverem e anotarem suas percepções do que aconteceu nesse dia e que considerassem importante. Por meio da escrita dos estudantes foi realizada uma análise temática a partir da Tipologia de Conteúdos de Zabala conforme os Quadros 17 a 21 abaixo.

Caderno de André

Quadro 17 - Anotações no caderno de André

Tipologia de conteúdos de Zabala	Anotações no caderno de André
Factuais	“Hoje descobri o que é Arduino...aprendi que o LED tem lados diferentes como positivo e negativo”, fios, “conheci algumas peças novas que não conhecia”, interruptores, “conheci sobre alguns materiais”, tomadas, relés, extensão, jumper.
Conceituais	[...] “aprendi como a energia pode funcionar de diversas maneiras diferentes”.
Procedimentais	“Mexi com dispositivos e fios, tive dúvidas na questão do posicionamento dos fios” “Hoje aprendi como fazer um LED piscar, a mexer em um programa, lembrei como ligar um LED ...mexi com interruptores” “Pesquisei modelos para o projeto. ...penso que terei alguns problemas com destrancar portas a distância ...Terei que pensar mais maneiras de usar o Arduino a distância, e também como adaptar as trancas novas em portas específicas” “cortamos fios, mexemos em tomadas e relés, colocamos parafusos e tiramos, extensão, construção e modificação” “Tivemos alguma dificuldade no processo, ficamos na dúvida se foi o relé ou o código que tinha dado errado, trocamos o jumper, o Arduino e o relé, e conseguimos fazer funcionar, também pegou de uma distância bem grande” “hoje com ajuda do professor consegui reconstruir e recolocar os fios do projeto e funcionou certinho” consegui conectar o projeto com os fios da sala, desligando e ligando pelo celular”.
Atitudinais	“Foi divertido e legal” “...sinto que hoje a aula foi mais fluida” “Foi divertido, na programação foi um pouco estressante, mesmo não entendemos algumas coisas

	“Os dias que não teve, eu fiquei assistindo série, jogando e lendo o livro O Doador de Memórias. E também foi divertido estar de volta aqui, é uma nova conquista”.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

André considerou importante conhecer o Arduino, peças novas e materiais, diz que aprendeu sobre leds e energia, como mexer com os fios e componentes, fazer uma extensão e manusear ferramentas, diz que tiveram dificuldades, mas que conseguiu resolver, considera que foi divertido e legal, só não gostou muito da programação.

Observa-se que foram identificados maior quantidade de conteúdos procedimentais e em menor quantidade os conceituais.

Caderno de Bruna

Quadro 18 - Anotações no caderno de Bruna

Tipologia de conteúdos de Zabala	Anotações no caderno de Bruna
Factuais	“o professor nos apresentou o Arduino, seus componentes, também nos mostrou algumas máquinas de impressão que está aqui no laboratório, LEDs” “interruptor, programação” “aprendemos sobre o componente relé”, tomada, interruptor
Conceituais	“aprendemos sobre o componente relé, que ele transforma energia em magnetismo”
Procedimentais	“Hoje aprendemos a ligar o LED, as meninas fizeram competição de quem colocava mais leds na placa, decidimos quais projetos possíveis fazer. Uns dos projetos que pensamos foram uma horta automatizada, nela ia controlar a temperatura e umidade, etc e a ideia de segurança da casa, onde um sistema verificará se as luzes já estavam desligadas e portões trancados, etc.” “Hoje fizemos uma programação mais simples, no

	<p>qual fizemos o led piscar, também adicionamos um interruptor no led”.</p> <p>“Hoje fizemos uma extensão, logo em seguida aprendemos sobre o componente relé, que ele transforma energia em magnetismo assim fazendo um interruptor automático igual Alexa. Fizemos uma ligação na tomada e no interruptor e ligamos na furadeira. Deu certo a extensão, agora é sempre que eu precisar de uma extensão irei fazer hehe”</p> <p>“Fizemos hoje pela primeira vez o protótipo de irrigação e dessa vez deu certo. Nosso robô irrigava a planta automaticamente toda vez que ela ficava seca, ou seja, um problema, pois ele só irrigava se a terra estava seca, isso dificultava que a planta fique saudável, precisamos colocar um temporizador.”</p> <p>“Hoje praticamente ficamos o encontro inteiro para resolver o problema da bombinha, tinha uma peça faltando. Aí ficamos tentando imprimir na impressora 3D, mas não sabemos fazer, mas no final deu certo.</p>
Atitudinais	<p>“Nós também acabamos com o pote de pirulito daqui do laboratório”</p> <p>“fizemos café no final da robótica hehe”</p> <p>“Hoje fizemos um chá hehe”</p> <p>“Ah hoje eu trouxe um refri, está muito quente”</p> <p>“Hoje é o penúltimo dia da oficina, nossos projetos estão todos prontos. Não tivemos as últimas três aulas pois o professor precisou fazer outro projeto e inclusive eu participei da SNCT.</p> <p>Terminamos o projeto do mestrado do professor Jorge. Iremos tentar aprimorá-los hehe.”</p>

Bruna considerou importante conhecer o laboratório com a apresentação dos materiais, Arduino, componentes elétricos e programação, diz que aprendeu sobre o relé e magnetismo, na listagem de procedimentos diz que aprendeu fazer extensão e que quando precisar vai saber como fazer, diz que fizeram um robô que irrigava plantas e que resolveu problemas do tubinho, fez chá, café e levou bebidas. Bruna escreve bastante e explica o que aconteceu em cada encontro.

Observa-se que foram identificados maior quantidade de conteúdos procedimentais e em menor quantidade os conceituais.

Caderno de Diogo

Quadro 19 - Anotações no caderno de Diogo

Tipologia de conteúdos de Zabala	Anotações no caderno de Diogo
Factuais	Apresentação do laboratório, impressoras 3D, laser, ferramentas, computadores, componentes, Arduino, laboratório móvel, LEDs <i>protoboards</i> , Jumper, extensão, programa, relé, módulo HC-05.
Conceituais	Não foram identificados
Procedimentais	<p>“Construção de circuito de LED com Arduino, desenvolvimento do projeto, projeto: sistema de irrigação automático com Arduino.”</p> <p>“Ligar LED com Arduino, Ligar LED na tomada, Ligar LED com interruptor, Ligar LED com programa do computador LED piscando.”</p> <p>“Aplicativo: avisar sobre o estado do solo e irrigar, reservatório, escoamento água da chuva, aviso (nível de água baixo)”</p> <p>“Extensão, construção, modificação, interruptor, relé”</p> <p>“ Problema na execução do programa”</p> <p>“Problema resolvido, troca de módulo HC-05, troca do relé, ajuda do chat GPT (ideia do professor)”</p>
Atitudinais	“Competição de LEDs: Tânia versus Kátia, Winner: Tania”

Diogo considera importante a apresentação do laboratório e conhecer as impressoras 3D, corte a laser, computadores, Arduino e componentes, quanto aos procedimentos ele lista as montagens realizadas com LEDs, extensão e que conseguiu resolver o problema do projeto, não foram identificados conteúdos conceituais e foram poucos os atitudinais. Os

conteúdos procedimentais foram identificados em maior quantidade. Diogo escreve pouco e em forma de tópicos.

Caderno de Kátia

Quadro 20 - Anotações no caderno de Kátia

Tipologia de conteúdos de Zabala	Anotações no caderno de Kátia
Factuais	Arduino, e outros componentes tecnológicos, extensão, relé, interruptor, furadeira, modelo 3D
Conceituais	Não foram identificados
Procedimentais	<p>“Treinando o uso do Arduino e outros componentes tecnológicos, etc. Pesquisando sobre automação em casas, etc. pesquisas, pesquisas, pesquisas.”</p> <p>“Hoje fizemos um LED pisca-pisca programando a porta digital número 4 do Arduino no notebook e testando antes numa tomada com interruptor.” (desenho de interruptor com fios ligando a um LED)</p> <p>“ Hoje fizemos uma extensão com dois fios, um plug macho, um plug fêmea, um interruptor de tomada, um relé interruptor. Primeiro fizemos a extensão com os fios e os plugs, testamos para ver se funcionava, cortamos um dos fios e colocamos as duas partes conectadas em um interruptor de tomada, ligamos a uma furadeira e conseguimos ligar sem tocar no botão diretamente. Tiramos o interruptor da tomada e colocamos o relé no lugar para também testar na furadeira (desenho de relé, extensão, furadeira e interruptor)”</p> <p>“Hoje criamos o projeto de um irrigador programado, usamos diversos componentes como Jumper, leds vermelho, amarelo e verde, interruptores relé etc. Fizemos a programação pelo notebook, teve alguns problemas mas o projeto do irrigador funcionou corretamente”</p> <p>“Hoje continuamos o projeto de irrigação, verificamos o funcionamento da bomba de água e passamos a tarde tentando criar um e exportar um modelo 3D de um canudo para poder colocar na bomba e um tubo de plástico para poder finalizar todas as peças necessárias para o projeto”. (Desenho</p>

	<p>de um tubo 3D, uma folha com números binários e balão com carinha).</p> <p>“Hoje fizemos o tubo 3D na impressora para colocar na bomba de água e na mangueira, não deu certo no começo mas com uma gambiarra funcionou. Remontamos o projeto da irrigação e finalizamos”. (desenho de uma fita isolante com tubo e uma bomba d'água)</p>
Atitudinais	<p>“Competição de leds, atualmente tenho seis leds feitos e ganhando a competição (desenho de dois leds e um rostinho feliz). Voltando à competição de leds”</p> <p>“Atualizações: troca de grupos/ajuste de projetos”</p> <p>“ Depois brincamos com o cubo anti-stress e bebemos chá” (desenho do cubo)</p> <p>“ Criar modelos 3D com minha paciência é complicado”</p>

Kátia considera importante conhecer o Arduino, extensão, modelos 3D e outros componentes tecnológicos, faz desenhos de interruptores, tomadas, extensão e furadeiras, ela escreve detalhadamente sobre os procedimentos realizados, como a fabricação da extensão, o irrigador programável e o tudo 3D feito na impressora, ela diz sobre a competição de LEDs realizada com Tânia e fala sobre a troca de grupos. Os conteúdos procedimentais foram identificados em maior quantidade, e não foram identificados os conceituais.

Caderno de Tânia

Quadro 21 - Anotações no caderno de Tânia

Tipologia de conteúdos de Zabala	Anotações no caderno de Tânia
Factuais	<p>Arduino, LEDs, sistema de irrigação, jumpers, resistor (desenhos de cada um dos componentes)</p> <p>“Sistema de irrigação componentes: LCD, sensor de umidade do solo, sensor de nível, relé, bomba d'água.”</p>

Conceituais	Não foram identificados
Procedimentais	<p>“Mexemos com códigos”</p> <p>“Hoje fizemos uma extensão com dois fios, depois o cortamos e conectamos o interruptor e depois um relé (Desenho de um multímetro com as ponteiros conectadas a uma extensão, desenho de uma furadeira conectada a extensão)</p> <p>“Hoje nós fizemos um irrigador automático: LED vermelho = seco, LED amarelo = irrigando, LED verde = úmido. (Desenho de uma placa de circuitos com fio conectado a um sensor de umidade e este conectado a um vaso de terra, desenho de uma flor)</p>
Atitudinais	Não foram identificados

Tania escreve pouco, faz bastante desenhos, considera importante conhecer o Arduino e o sistema de irrigação, diz que fez uma extensão mexeu com códigos e fizeram um irrigador automático com leds indicando a umidade. Não foram identificados conteúdos conceituais e atitudinais. O caderno de Tânia tem muitos desenhos e pode ser que tenham conteúdos conceituais e atitudinais que não foram identificados.

Os cadernos serviram para o pesquisador ter uma ideia do que os estudantes se lembraram e que consideraram importantes e relevantes em cada encontro. Todos eles lembraram de mencionar o Arduino, fios, LEDs, a construção da extensão elétrica, da programação e também dos seus projetos principais: o dispositivo de irrigação e o controle de lâmpadas. Somente a estudante Kátia mencionou a troca de grupos, e somente André considerou que foi legal e divertido, Bruna sempre lembrava de dizer que comeu pirulitos, tomou café e chá. Diogo foi o que menos escreveu no caderno e Tânia foi quem mais desenhou.

Os cadernos serviram para entender como os estudantes vivenciaram a oficina, escreveram repetidas vezes que aprenderam algo novo que não tinha visto, que gostaram, que houve interação entre eles, usaram repetidas vezes as palavras, “aprendemos”, “fizemos”, “conectamos” indicando que consideraram o grupo na totalidade e o que um fazia era compartilhado para os outros integrantes.

Os procedimentos relatados estão corretos, correspondendo fielmente ao que foi realizado na oficina e os desenhos correspondem à realidade vivenciada por eles.

Ocorreu apenas um equívoco no entendimento de uns dos procedimentos , relato no caderno da estudante:

Bruna: “Fizemos hoje pela primeira vez o protótipo de irrigação e dessa vez deu certo. Nosso robô irrigava a planta automaticamente toda vez que ela ficava seca, ou seja, um problema, pois ele só irrigava se a terra estava seca, isso dificultava que a planta fique saudável, precisamos colocar um temporizador.”

A estudante escreve que a planta recebe irrigação quando a terra estava seca, ela chama isso de um problema, mas, na verdade, é assim mesmo que deve funcionar.

Nas figuras 02, 03 e 04 abaixo um exemplo de um procedimento descrito corretamente conforme aconteceu e com riqueza de detalhes, lembrando que os cadernos eram entregues no final de cada encontro, caderno de Kátia:

Kátia: (14/08/2023) “Hoje fizemos um LED pisca-pisca programando a porta digital número 4 do Arduino no notebook e testando antes uma tomada com interruptor.”

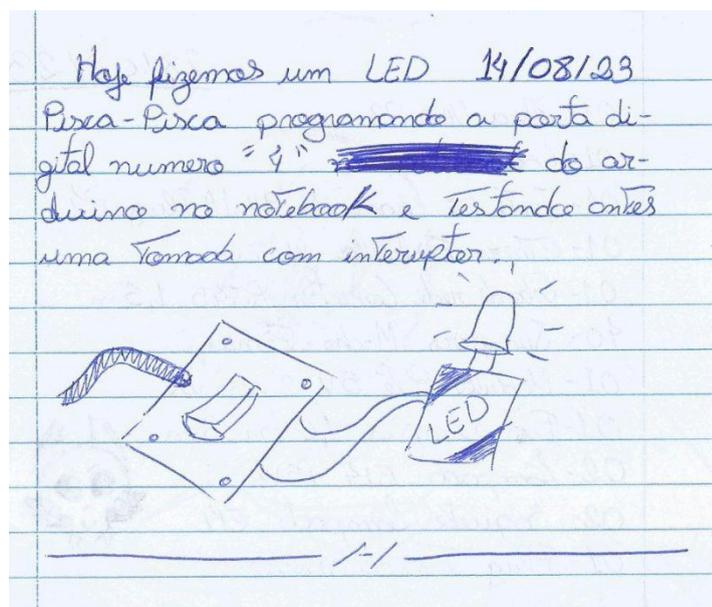


Figura 01 - Uma página do caderno de Kátia representando o encontro 03

Kátia: (04/09/2023)“ Hoje fizemos uma extensão com dois fios, um plug macho, um plug fêmea, um interruptor de tomada, um relé interruptor. Primeiro fizemos a extensão com os fios e os plugs, testamos para ver se funcionava, cortamos um dos fios e colocamos as duas partes conectadas em um interruptor de tomada, ligamos a uma furadeira e conseguimos ligar sem tocar no botão diretamente. Tiramos o interruptor da tomada e colocamos o relé no lugar para também testar na furadeira (desenho de relé, extensão, furadeira e interruptor)”

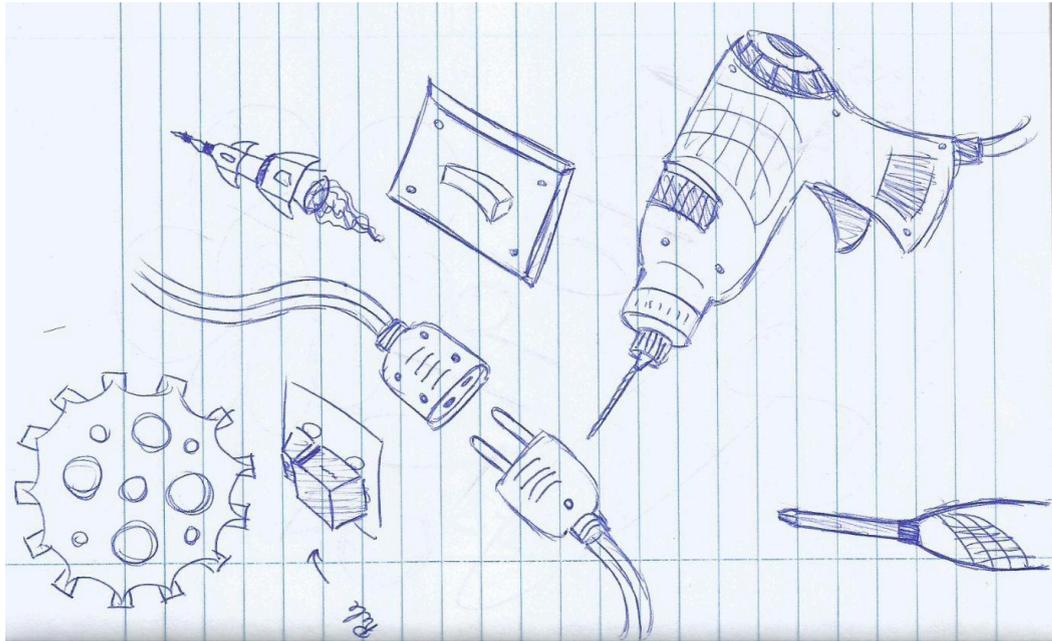


Figura 02 - Uma página do caderno de Kátia representando o encontro 06

Kátia: (23/10/2023) “Hoje fizemos o tubo 3D na impressora para colocar na bomba d’água e na mangueira, não deu certo no começo mas com uma gambiarra funcionou. Remontamos o projeto da irrigação e finalizamos”

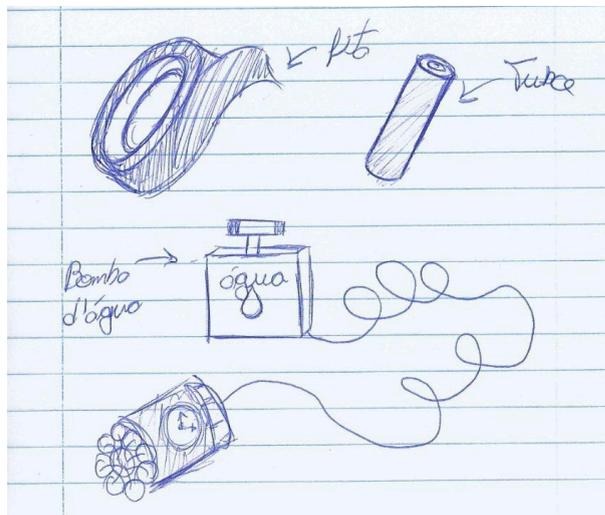


Figura 03 - Uma página do caderno de Kátia representando o encontro 10

Os estudantes lembraram dos procedimentos e a sequência realizada, André escreveu de maneira resumida, Bruna e Kátia escreviam com detalhes, Diogo em tópicos e Tânia com desenhos, na Figura 05 abaixo um desenho de Tânia representando o que foi realizado no encontro 2

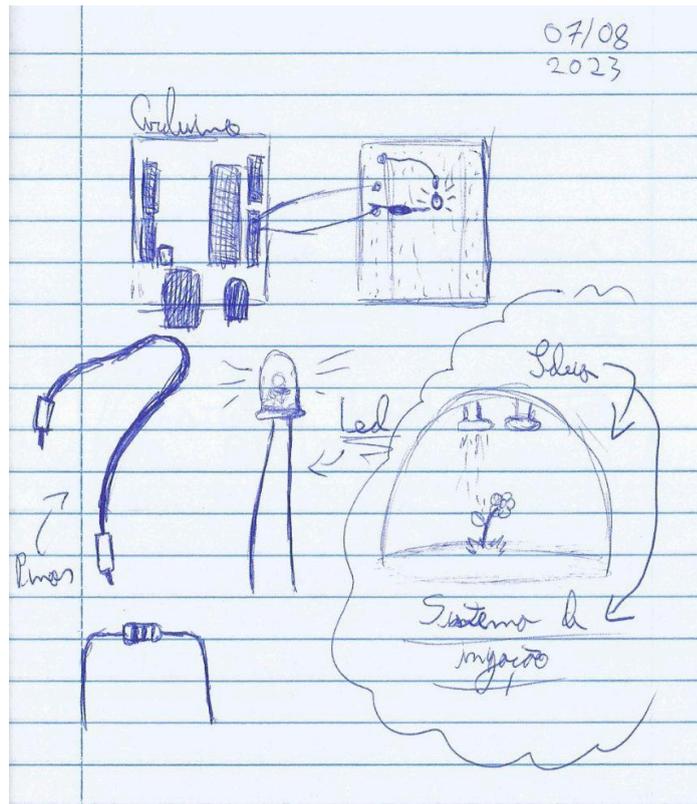


Figura 04 - Uma página do caderno de Tânia representando o encontro 02

Pode-se considerar que nesses cadernos há indícios de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), por conter elementos que indicam que os estudantes tinham disposição para aprender, que o material era potencialmente significativo, estavam engajados, e lembraram com alguns detalhes o que havia ocorrido naquele dia.

Síntese

A análise dos 11 encontros e dos cadernos de anotações dos estudantes trouxe informações importantes para a pesquisa. Constatou-se uma maior frequência de conteúdos procedimentais e atitudinais, o que é explicado pelo fato de ser um laboratório maker, onde os estudantes estão mais envolvidos em montagens com Arduino, conexões de componentes, testes de sensores e LEDs, temas que o estudo da eletricidade proporciona. Em seguida, destacam-se os conteúdos atitudinais, como respeito, colaboração e engajamento, uma vez que o projeto envolveu estudantes interessados em trabalhar em grupo, de idades próximas e que estudam na mesma escola.

Os conteúdos factuais aparecem logo depois, pois os estudantes foram constantemente expostos a novas informações a cada encontro, como nomes de componentes, peças,

instrumentos e máquinas. Já os conteúdos conceituais foram menos frequentes, acreditando-se que os conceitos envolvidos, como resistência, corrente, tensão, magnetismo e eletricidade, não foram tão numerosos. Esses conceitos estavam presentes nos trabalhos dos estudantes, mas foram identificados em menor quantidade nas observações e análises.

Zabala considera que aprender um conceito requer não apenas a repetição de sua definição, mas também a interpretação, compreensão de fenômenos e construção de ideias. Ele afirma ainda que as condições para aprender estão ligadas a atividades complexas e projetos práticos que envolvem os conhecimentos prévios dos estudantes (Zabala, 1998). Nesse sentido, acreditamos que a pesquisa está alinhada com as ideias de Zabala, pois a ABP (Bender, 2015) proporciona esses momentos e considerou os conhecimentos prévios dos estudantes, conforme Ausubel (2003).

No Quadro 22 são mostradas as frequências dos conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais, identificados durante os encontros.

Quadro 22 - Frequência dos conteúdos de Zabala identificados nos encontros

Frequência dos conteúdos de Zabala identificados nos encontros				
Factuais	Conceituais	Procedimentais	Atitudinais	Total
69	24	178	77	348

De modo geral, ao observar os estudantes construindo o projeto principal e resolvendo os problemas que surgiram, aprendendo nomes dos componentes, a função deles no circuito, os procedimentos de montagem, alguns conceitos e atitudes de respeito aos colegas e colaboração, é possível perceber um indício de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003).

Os estudantes apresentaram disposição para aprender ao aceitar normas e regras do laboratório. Alguns comportamentos indicam essa afirmação: chegavam antes do horário, ficavam depois do horário, nas rodas de conversa afirmavam querer mais tempo de oficina e mais encontros na semana, além de responderem que gostaram de realizar as montagens e estavam ansiosos para ver o projeto funcionando. De modo geral, os estudantes sempre demonstraram estarem dispostos a aprender.

Ao longo dos encontros, os estudantes repetiam termos, nomes de componentes, faziam procedimentos de montagem, pegavam materiais nos armários e conviviam em grupo. Entendemos que esses momentos de repetição, encontro a encontro, fornecem indícios de que houve a construção de conhecimento duradouro.

Ausubel (2003) afirma que, respeitadas as condições de o estudante estar disposto a aprender, a eliciação dos conhecimentos prévios, o material ser potencialmente significativo e a aprendizagem ser duradoura dá indícios de aprendizagem significativa.

Considerações finais

Escolas públicas em Mato Grosso do Sul estão recebendo kits de laboratórios para experimentos, kits de robótica educacional, impressoras 3D, laboratórios makers e outras melhorias nas áreas tecnológicas. No entanto, a presença desses laboratórios e equipamentos não garante que os professores os utilizarão em suas aulas, tampouco assegura que os estudantes aprenderão (Cruz, 2007). Embora esses materiais sejam interessantes e atraiam a atenção dos estudantes, trazendo motivação para aprender (Boruchovitch, Bzuneck e Guimarães, 2010), a simples disponibilização não é suficiente.

Esses materiais, por serem atrativos aos estudantes, podem ser considerados potencialmente significativos (Ausubel, 2003). Materiais classificados dessa forma podem contribuir para uma aprendizagem significativa, ou seja, quando o estudante está disposto a aprender e quando o novo conteúdo pode se conectar aos seus conhecimentos prévios.

Portanto, é imperativo entender como um laboratório maker pode contribuir para a construção de conhecimentos significativos. Os materiais podem ser utilizados de modo que os estudantes manuseiem e construam projetos, desenvolvendo habilidades, pensamento crítico, colaboração e a capacidade de pensar de maneira inovadora. Essa metodologia de aprender por projetos é conhecida como Aprendizagem Baseada em Projetos (Bender, 2015).

Neste contexto, essa pesquisa buscou responder a questão: *Qual é a contribuição de um laboratório maker na construção de conhecimento significativo por estudantes envolvidos em proposta de aprendizagem baseada em projetos?*

A pesquisa foi realizada no espaço maker denominado Laboratório Quantum LAB, situado na EE Floriano Viegas Machado em Dourados/MS, com 5 estudantes do ensino médio, envolvidos em uma oficina que durou 11 encontros. Dentro dos pressupostos da ABP, foi dada a tarefa aos de estudantes de construir um dispositivo de automação residencial utilizando Arduino e seus periféricos. Para isso, os estudantes foram divididos em dois grupos e estimulados a trabalhar colaborativamente, realizando as montagens com o auxílio do professor e pesquisador participante. Os dados foram coletados por meio de gravações de áudio e vídeo e também por anotações em cadernos individuais pelos estudantes.

Os dados foram analisados por meio da técnica da análise temática, utilizando a tipologia de conteúdos proposta por Zabala (1998) como temas *a priori*. Essa tipologia, que classifica o aprendizado em conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais, foi adotada para identificar indícios de aprendizagem significativa, conforme a teoria de Ausubel (2003). A escolha desta tipologia se justifica pela sua compatibilidade com a perspectiva

construtivista de aprendizagem, que subjaz à teoria de Ausubel e que também orienta este estudo.

O resultado da análise mostrou indícios de que a ABP pode ser um meio para promover a aprendizagem significativa, ao colocar o estudante em atividades colaborativas e envolventes, estimulando-o a relacionar os novos conhecimentos a conhecimentos prévios.

A análise dos dados indicou que a experiência no laboratório maker foi positiva para os estudantes. Eles demonstraram entusiasmo pelos projetos, que os motivaram a participar ativamente das atividades. A possibilidade de ver os dispositivos funcionarem foi um fator motivacional importante. Além disso, o trabalho colaborativo em grupos foi destacado como essencial para o desenvolvimento das habilidades e para a conclusão das tarefas. Os estudantes sugeriram um aumento na carga horária e na frequência dos encontros para aprofundar a exploração dos equipamentos. Esses resultados convergem com os pressupostos da ABP e da AS, que defendem a importância de atividades desafiadoras, a conexão entre o conhecimento prévio e o novo, e a aprendizagem ativa e colaborativa.

Assim, a combinação da ABP com a estrutura de um laboratório maker parece ter proporcionado um ambiente estimulante e acolhedor para os estudantes. O layout do espaço, com bancadas, armários e ferramentas, aliado às áreas centrais para desenvolvimento de projetos, favoreceu a imersão e a colaboração. Os estudantes se sentiram tão à vontade nesse ambiente que, mesmo diante de desafios como a resolução de problemas técnicos (código e módulo relé), demonstravam engajamento e não queriam interromper suas atividades. Os momentos de descontração, como lanches compartilhados e atividades recreativas, contribuíram para fortalecer o senso de equipe e a motivação para aprender.

Uma das principais limitações identificadas na pesquisa foi a dificuldade em conciliar o papel de professor pesquisador com a necessidade de manter o foco na atividade dos estudantes. A dupla função muitas vezes impedia que o professor se dedicasse integralmente à observação e à coleta de dados, uma vez que era preciso interromper a pesquisa para tirar dúvidas ou organizar materiais. Essa fragmentação da atenção dificultava a captação de nuances importantes da interação entre os estudantes e a obtenção de dados mais completos e precisos.

A pesquisa também evidenciou que a dinâmica dos grupos de estudantes apresentou desafios. A tendência dos grupos a se dispersarem e a realizarem atividades distintas dificultava a coleta de dados homogêneos e a análise comparativa entre os diferentes grupos. Além disso, a necessidade de atender às demandas individuais de cada grupo impedia que o

professor pesquisador acompanhasse de forma mais atenta a evolução das atividades e as interações entre os participantes.

Pesquisas futuras podem considerar avançar em linguagens de programação. A programação, quando aliada à eletrônica, à mecânica e à física, proporciona um campo fértil para a criação de projetos inovadores. O uso de simuladores como o Tinkercad¹ facilita a experimentação e o aprendizado de conceitos complexos de forma lúdica.

A partir de uma base em programação, os estudantes podem explorar diversas áreas do conhecimento, desde a construção de circuitos eletrônicos até a modelagem de sistemas mecânicos e a realização de experimentos de física. A possibilidade de imprimir peças em 3D e utilizar materiais reciclados estimula a criatividade e a resolução de problemas.

A metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) mostrou-se eficaz em promover a aprendizagem significativa, ao desafiar os estudantes a buscar soluções para problemas reais. O ambiente do laboratório maker, com suas ferramentas e materiais diversos, proporciona um espaço ideal para a experimentação e a colaboração.

Como palavras finais, acreditamos que os resultados obtidos sugerem que a combinação entre a programação, a física e a engenharia, associada à metodologia da ABP, pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a criatividade e o trabalho em equipe.

¹ <https://www.tinkercad.com/>

Referências

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, 2003.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Penso Editora, 2020.

BENDER, Willian N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Penso Editora, 2015.

BORUCHOVITCH, Evely; BZUNECK, José Aloyseo; GUIMARÃES, Sueli ER. **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. Rio de Janeiro: Vozes, 2010.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues; STRECK, Danilo R. **Pesquisa participante: a partilha do saber**. São Paulo: Ideias & Letras, 2015.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb>. Acesso em: 18 jul. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Resultados do IDEB. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>. Acesso em: 18 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Aplicação das provas do Saeb começa nesta segunda-feira para 7 milhões de estudantes. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/81451-aplicacao-das-provas-do-saeb-comeca-nesta-segunda-feira-para-7-milhoes-de-estudantes>. Acesso em: 18 jul. 2024.

BREMGARTNER, Vitor et al. Aprendizagem baseada em projetos aplicada a cursos de formação inicial e continuada em Cultura Maker. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. 1943-1957, 2022.

CARVALHO, Anna. Maria Pessoa de. As Práticas Experimentais no Ensino de Física. In CARVALHO, Anna. Maria Pessoa de (Orgs.) **Ensino de Física**. Coleção Ideias em Ação. São Paulo: Cengage Learning, p. 53-78, 2010.

CRUZ, Joelma Bomfim da. **Laboratórios**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

FILHO, Raimundo Barbosa Silva; ARAÚJO, Ronaldo Marcos de Lima. Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil: fatores, causas e possíveis consequências. **Educação por escrito**, v. 8, n. 1, p. 35-48, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. São Paulo: Grupo GEN, 2021.

- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- LEÃO, Denise Maria Maciel. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, n. 107, p. 187–206, 1999.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Educação. Conjuntos de Robótica Educacional e Laboratórios Escolares Móveis são entregues para mais 25 unidades escolares da REE. Disponível em: <https://www.sed.ms.gov.br/conjuntos-de-robotica-educacional-e-laboratorios-escolares-moveis-sao-entregues-para-mais-25-unidades-escolares-da-ree/>. Acesso em: 18 jul. 2024.
- MACHADO, Leticia Sophia Rocha; LONGHI, Magali Teresinha; BEHAR, Patricia Alejandra. Tecnologias digitais e os espaços educacionais: um foco a partir da formação de professores. **Formação a distância para gestores em educação básica: olhares sobre uma experiência no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Evagraf, 2014. p. 95-113, 2014.
- DE MELO, Waisenhowerk Vieira; DOS SANTOS BIANCHI, Cristina. Discutindo estratégias para a construção de questionários como ferramenta de pesquisa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, 2015.
- MORALES, Andréa Cantarelli. **Estudo da influência dos conhecimentos prévios na aprendizagem de eletricidade em grupos operativos num ambiente de laboratório**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, p. 98, 2014.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.
- MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1983.
- MOREIRA, Marco Antonio. O Vê epistemológico de Gowin como recurso instrucional e curricular em ciências. **Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, Monografias do Grupo de Ensino, Série Enfoques Didáticos**, n. 3, 1993.
- MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2002.
- MOSCA, Gene; TIPLER, Paul Allen. **Física para Cientistas e Engenheiros Vol. 2 - Eletricidade e Magnetismo, Óptica**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- NETO, José Augusto da Silva Pontes. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. **Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, v. 0, n. 21, 2006.

PASQUALETTO, Terrimar Ignácio; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 551-577, 2017.

ROSA, Liane Serra; MACKEDANZ, Luiz Fernando. A análise temática como metodologia na pesquisa qualitativa em educação em ciências. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 16, p. 8574, 2021.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**. Porto Alegre: Penso, 1998.

Apêndice A - Imagens dos encontros

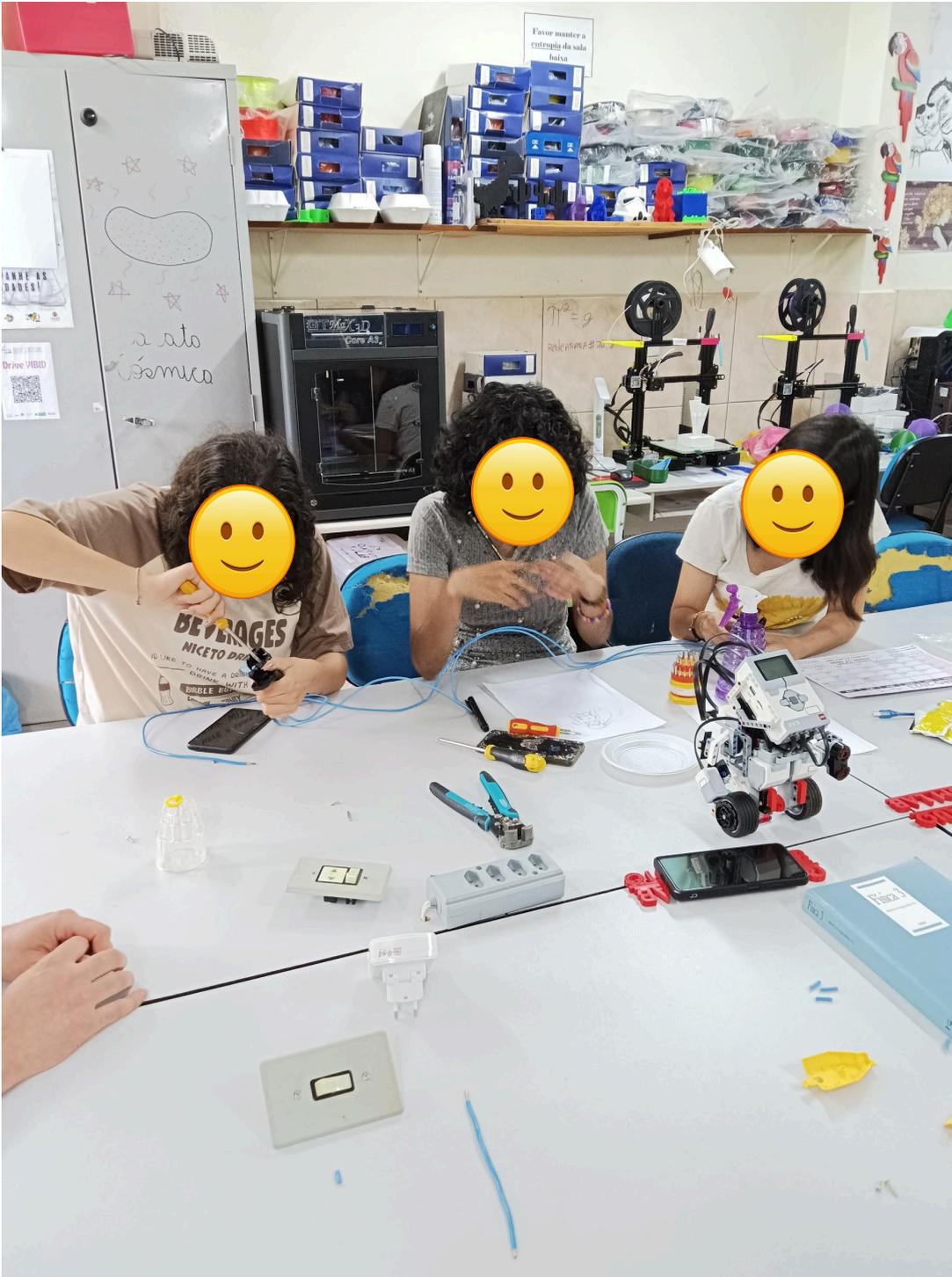
Para apresentar o trabalho dos estudantes no *Quantum LAB*, foram selecionadas algumas imagens capturadas durante encontros, visando dar uma ideia do ambiente e dos grupos.











Apêndice B - Tipologia de conteúdos e a proposta

Neste apêndice foram feitas considerações sobre os elementos da análise temática que parecem adequadas para o entendimento do que ocorreu durante os encontros. Nesse sentido, foi elencado como a tipologia de conteúdos proposta por Zabala (1998) auxiliou na discussão a partir da relação com elementos da oficina e do Quantum LAB.

1. Conteúdos factuais presentes no projeto dos estudantes:

- **Jumper:** é um fio de ligação entre pontos de um circuito, normalmente composto por um fio fino de cobre encapado podendo ser de várias cores, suas pontas são encapadas com uma peça plástica para facilitar o contato por meio de um pino metálico ou um furo.
- **Resistor:** é um componente eletrônico utilizado para reduzir a corrente em pontos do circuito, ele é pequeno, normalmente feito de carvão na cor bege e em seu corpo existem faixas coloridas que servem de identificação do valor da resistência mediante um código de cores, existem dois terminais para conexão no circuito.
- **Protoboard:** é uma placa branca com 400 ou 800 furos dependendo do circuito planejado, tem conexões internas que interligam alguns furos facilitando a montagem de circuitos eliminando o uso de solda. Nela podem ser conectados os jumpers ou os componentes diretamente.
- **LED:** é um componente eletrônico, um diodo emissor de luz, ele é fabricado em cores diversas, e pode ser conectado às *protoboards* para emissão de luz. É o componente mais básico para ser usado no Arduino, ele tem dois terminais de tamanhos diferentes para indicar o seu polo positivo ou negativo. Para ser usado sempre deve se atentar a tensão que será ligado, pois ele queima facilmente. Para evitar isso, sempre se utiliza um resistor ligado em série.
- **Arduino:** é uma placa que contém um microcontrolador e portas analógicas e digitais de entrada e saída, podendo ligar diversos dispositivos e serem controlados e lidos por código.
- **Sensor:** é um dispositivo de monitoramento que responde a um estímulo externo convertendo o valor em uma grandeza elétrica conhecida pelo microcontrolador, comumente entre 0 V e 5 V.

Os conteúdos factuais são nomes, símbolos e códigos aprendidos quando o estudante consegue reproduzi-lo de maneira exata ou reproduzido de maneira mais fiel possível se for elementos de um acontecimento (Zabala, 1998).

Durante os encontros os estudantes aprendem os nomes dos componentes, das ferramentas e peças do laboratório e também termos utilizados em códigos de programação, depois reproduzidos em outros encontros. Os termos acima são os que mais apareceram, no entanto existem outros que apareceram de forma esporádica e não se repetiam em outros momentos, como, por exemplo: os termos GND, interruptor, bateria, multímetro, protótipo, lógica, terminal, variável, comando, declaração... esses termos não foram repetidos várias vezes e alguns ficaram esquecidos. Os estudantes chamavam alguns termos de outros nomes, por exemplo, o GND de negativo, o jumper de fiozinho, terminal de perna, LED de lâmpada.

Os estudantes conseguem relacionar algo que aprenderam no dia-dia com suas famílias e na escola com algo mais técnico e formal apresentado no laboratório, evidenciando que pode haver indícios de aprendizagem significativa não dos termos mas sim da função desses materiais e o porquê de utilizá-los em cada montagem.

2. Conteúdos conceituais presentes no projeto dos estudantes:

- **Eletricidade:** é um fenômeno que ocorre devido ao desequilíbrio de cargas elétricas, provocando uma movimentação dos elétrons em um condutor. A eletricidade relaciona as cargas elétricas e a interação entre partículas carregadas.
- **Corrente elétrica:** é o movimento ordenado de elétrons em um condutor. A corrente sempre flui do ponto de maior potencial (maior tensão elétrica) para o ponto de menor potencial (menor tensão elétrica) em um circuito. A unidade de medida de corrente elétrica é o Ampere (A).
- **Tensão elétrica:** é a medida da diferença de potencial entre dois pontos de um circuito. Quando há uma diferença de potencial elétrico entre dois pontos, uma tensão elétrica é estabelecida e ela é a responsável pela corrente elétrica em um circuito. Quanto maior a tensão, maior será a força que impulsiona os elétrons e isso geralmente resulta em uma maior corrente elétrica, desde que a resistência do circuito permaneça constante. A unidade de medida de tensão elétrica é o Volt (V).
- **Resistência elétrica:** é uma propriedade dos materiais de oferecer dificuldade a passagem da corrente elétrica, os elétrons têm maior dificuldade em atravessar um condutor que apresenta maior resistência. A unidade de medida da resistência elétrica é o Ohm (Ω).

- **Circuitos elétricos:** consistem na conexão por meio de fios e placas de componentes elétricos permitindo o fluxo de corrente elétrica de maneira controlada com objetivo de realizar uma tarefa específica.

Os conceitos são mais difíceis de serem identificados, algumas nuances sutis podem indicar a presença de conceitos.

3. Conteúdos procedimentais presentes no projeto dos estudantes:

- **Manuseio de ferramentas:** utilização de várias ferramentas, como alicate, chaves de fenda, chaves torque, alicate desencapador de fios, ferro de solda e sugador de solda.
- **Manuseio de componentes eletrônicos:** utilização de peças como resistores, LEDs, jumpers, *protoboards*, Arduino, sensores, lâmpadas, plugues, bombas de água e mangueira.
- **Montagens:** utilização de peças como resistores, LEDs, jumpers, protoboards, Arduino, sensores, lâmpadas, plugues, bomba de água e mangueira.

Os conteúdos procedimentais são mais fáceis de serem identificados, pois os estudantes estão sempre fazendo alguma coisa, uma pesquisa, a escrita de algo, a montagem de dispositivos, busca de componentes nos armários são exemplos de procedimentos.

4. Conteúdos atitudinais presentes no projeto dos estudantes:

Trabalhar em equipe, respeitar os colegas, preservar o meio ambiente, valorizar as pessoas, contribuir para o bem-estar da sociedade e refletir sobre sua visão de mundo são alguns conteúdos atitudinais.