



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM MATEMÁTICA - PROFMAT**



EMANUEL THIAGO DE OLIVEIRA SOUSA

**UMA PROPOSTA DO USO DA METODOLOGIA DE
APRENDIZAGEM ATIVA BASEADA EM PROJETOS (PBL) NA
INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE MATEMÁTICA E FÍSICA**

**AMAPÁ
2022**

EMANUEL THIAGO DE OLIVEIRA SOUSA

**UMA PROPOSTA DO USO DA METODOLOGIA DE
APRENDIZAGEM ATIVA BASEADA EM PROJETOS (PBL) NA
INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE MATEMÁTICA E FÍSICA**

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós Graduação em Matemática, do Mestrado Profissional PROFMAT, na Linha de Pesquisa em Ensino de Matemática, da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), coordenado pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), com apoio do Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), como requisito final para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientadora: **Profa. Dra. Simone de Almeida Delfim Leal.**
Coorientador: **Prof. Dr. Almiro Alves de Abreu**

**Macapá / AP
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Maria do Carmo Lima Marques – CRB-2 / 989

- S719p Sousa, Emanuel Thiago de Oliveira.
Uma Proposta do Uso da Metodologia de Aprendizagem Ativa Baseada em Projetos (PBL) na Interdisciplinaridade entre Matemática e Física. / Emanuel Thiago de Oliveira Sousa. Macapá: Unifap, 2022.
1 recurso eletrônico. 83 folhas.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amapá, PROFMAT, Macapá, 2022.
Orientador: Dra. Simone de Almeida Delphim Leal.
- Modo de acesso: World Wide Web.
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).
1. Metodologia Ativa de Aprendizagem PBL. 2. Interdisciplinaridade. 3. Ensino de Matemática e Física. I. Leal, Simone de Almeida Delphim, orientador. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 510.07

Emanuel Thiago de Oliveira Sousa. **Uma Proposta do Uso da Metodologia de Aprendizagem Ativa Baseada em Projetos (PBL) na Interdisciplinaridade entre Matemática e Física.** Orientador: Dra. Simone de Almeida Delphim Leal. 2022. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA
EM REDE NACIONAL – PROFMAT

Data de Defesa:

02 / 12 / 2022

Nota: 9,5 (Nove e meio)

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós Graduação em Matemática, do Mestrado Profissional PROFMAT, na Linha de Pesquisa em Ensino de Matemática, da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), coordenado pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), com apoio do Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), como requisito final para obtenção do título de Mestre em Matemática.

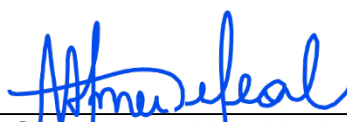
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós Graduação em Matemática, em Rede Nacional (PROFMAT), da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) foram convidados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **Emanuel Thiago de Oliveira Sousa** intitulada: “**Uma proposta do uso da Metodologia de Aprendizagem Ativa Baseada em Projetos (PBL) na interdisciplinaridade entre Matemática e Física**”, após terem inquerido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

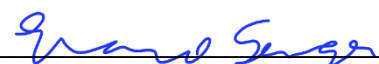
A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela Banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Macapá, 02 de Dezembro de 2022.


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Simone de Almeida Delphim Leal
Presidente (UNIFAP)



Prof. Dr. Erasmo Senger
Avaliador (UNIFAP)



Prof. Dr. Almiro Alves de Abreu
Avaliador Externo (UNIFAP)



Prof. Me. Steve Wanderson Calheiros Araújo
Avaliador Externo (UNIFAP)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), por ter-me oportunizado a formação em um Centro Público de Ensino, Pesquisa e Extensão.

À minha orientadora Profa. Dra. Simone de Almeida Delphim Leal, pelo aceite em me conduzir neste processo de Pesquisa e Extensão.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Almiro Alves de Abreu, pelo aceite em me coorientar corrigindo a estrutura do presente trabalho e especialmente conduzindo pedagogicamente o processo de Pesquisa.

Ao meu querido amigo Prof. Me. Nelson Cosme de Almeida, que teceu várias discussões sobre o tema, assim como fazendo correções na estrutura desta dissertação.

Ao meu querido amigo Prof. Me. Steve Wanderson Calheiros Araújo, que em 2018, numa conversa informal, convenceu-me a inscrever na prova do ENA 2019 - PROFMAT, relatando o quanto valeu a pena ser um egresso deste programa.

A todos os professores que tive no Mestrado, pela contribuição nas disciplinas que possibilitaram minha aprovação no Exame Nacional de Qualificação (ENQ).

Aos meus alunos e ex-alunos dos cursos Técnicos de Edificações e Redes de Computadores do Ensino Médio, dos Cursos Superiores de Licenciaturas em Matemática, Física e Química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Amapá (IFAP) que contribuíram para pesquisa e Extensão.

Às Equipes Técnicas das Escolas Públicas Estaduais: Santa Inês, Santina Riolli, Antônio João, Antônio Cordeiro Pontes, Colégio Amapaense, Nancy Nina, Raimunda dos Passos, José de Alencar e IFAP.

Aos colegas dos Colegiados de Física e de Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amapá (IFAP), que incentivaram e contribuíram com as aulas de Campo e o Projeto de Extensão que resultou na pesquisa deste trabalho.

A todos os colegas da turma 2019 do PROFMAT, pela troca de ideias e os cafés nas aulas presenciais, além das discussões nos milhares de problemas resolvidos ao longo do curso.

DEDICATÓRIA

A Deus pelas providências e bênçãos ao longo da vida.

Aos meus pais, Silvano Dantas de Sousa e Maria Amélia de Oliveira Sousa, que com quase uma centena de anos cada um, sempre acreditaram no meu potencial e no que a Educação proveria em minha vida.

A minha querida esposa Yzabelly Miranda Sousa, que compartilhou comigo as inquietudes típicas do período da volta como aluno à sala de aula, compreendendo e apoiando o meu sonho.

Aos meus filhos Sophia Hayra Magalhães Sousa e Henrique Enzo Magalhães Sousa que sempre foram a razão da busca pelo meu sucesso profissional, antes mesmo de terem nascido.

A Arte de Educar

[...] A primeira tarefa da Educação é ensinar a ver... É através dos olhos que as crianças tomam contato com a beleza e o fascínio do mundo... Os olhos têm de ser educados para que nossa alegria aumente (...)

(...) Quero ensinar às crianças. Elas ainda têm olhos encantados. Seus olhos são dotados daquela qualidade que, para os gregos, era o início do pensamento: a capacidade de se assombrar diante do banal. Para as crianças tudo é espantoso: um ovo, uma minhoca, uma concha de caramujo, o voo dos urubus, os pulos dos gafanhotos, uma pipa no céu, um pião na terra. Coisas que os eruditos não veem.

Na escola eu aprendi complicadas classificações botânicas, taxonomias, nomes latinos – mas esqueci. E nenhum professor jamais chamou a minha atenção para a beleza de uma árvore... ou para o curioso das simetrias das folhas. Parece que naquele tempo as escolas estavam mais preocupadas em fazer com que os alunos decorassem palavras que com a realidade para a qual elas apontam.

Há muitas pessoas de visão perfeita que nada veem... O ato de ver não é coisa natural. Precisa ser aprendido. Quando a gente abre os olhos, abrem-se as janelas do corpo e o mundo aparece refletido dentro da gente. São as crianças que, sem falar, nos ensinam as razões para viver (...)

Dubem Alves

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma Pesquisa de Campo, que descreve e observa uma série de atividades baseadas na Metodologia Ativa de Ensino e Aprendizagem baseada em projetos (PBL), que fora aplicada em alunos de Escolas Públicas Estaduais e Federais, contemplando alunos da Educação Básica dos Ensinos Fundamental e Médio, além de envolver e assim contribuir na formação de licenciandos dos cursos de Matemática, Física e Química no ensino interdisciplinar de Matemática e Física utilizando aparatos experimentais, afim de fomentar a discussão científica de fenômenos e tecnologias presentes no cotidiano dos alunos, assim como a valorização científica com o intuito de estimular o estudo da Matemática e das Ciências da Natureza. Dessa maneira, a presente investigação teórica tem como objetivo contribuir com a reflexão do uso de Metodologias Ativas de Aprendizagem utilizando aparatos experimentais que possibilitem o aprendizado significativo de diversas abordagens interdisciplinares entre a Matemática e a Física, em contraposição ao uso exclusivo de abordagens tradicionais.

Palavras-Chave: Metodologia Ativa da Aprendizagem, PBL, Ensino de Matemática, Ensino de Física, Interdisciplinaridade, Experimentação.

ABSTRACT

This research is a field research, which describes and observes a series of activities based on the Active Methodology of Teaching and Problem-based Learning (PBL), which had been applied in students of State and Federal Public Schools, contemplating students from Elementary, Middle and High School, in addition to involving and thus contributing to the training of undergraduate students of Mathematics, Physics and Chemistry in the interdisciplinary teaching of Mathematics and Physics using experimental apparatus, in order to encourage the scientific discussion of phenomena and technologies present in the daily lives of students, as well as scientific appreciation in order to stimulate the study of Mathematics and Natural Sciences. Thus, the present theoretical investigation aims to contribute to the reflection on the use of Active Learning Methodologies using experimental apparatus that enable meaningful learning of different interdisciplinary approaches between Mathematics and Physics, as opposed to the exclusive use of traditional approaches.

Key-Words: Active Learning Methodology, PBL, Mathematics Teaching, Physics Teaching, Interdisciplinarity, Experimentation.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 01	Alunos dos Ensinos Fundamental e Médio da Escola-Campo Santa Inês.....	23
Imagem 02	Gravura original do Le Monde Illustré sobre o Fantasma de Pepper	48
Imagem 03	As peças para Montagem e o Aparato Experimental Fantasma de Pepper em uso.....	49
Imagem 04	Resultado visual do aparato Experimental Fantasma de Pepper.....	50
Imagem 05	Desenho esquemático da imagem formada em espelhos planos....	51
Imagem 06	Desenho esquemático do triângulo formado pela reflexão da Luz...	52
Imagem 07	Recorte do Pêndulo Balístico com o transferidor para medir o ângulo de ataque, a bolinha dourada e o trilho com a cestinha.....	53
Imagem 08	Testes e gravações de videoaulas usando o Pêndulo Balístico.....	54
Imagem 09	Recorte do desenho esquemático do Pêndulo Balístico mostrando o deslocamento angular da esfera dourada.....	56
Imagem 10	Desenho esquemático do aparato experimental Pêndulo Balístico.	58
Imagem 11	Professor pesquisador fazendo ensaios experimentais com o Pêndulo Balístico.....	59
Imagem 12	Recorte do Desenho Esquemático do Pêndulo Balístico mostrando a relação entre o Raio do Setor circular e o Comprimento da circunferência.....	60
Imagem 13	Medindo a bolinha preta com o uso de uma trena e do paquímetro.	61
Imagem 14	Mini Curso de Produção de Material para aulas de Geometria Plana e Espacial.....	62
Imagem 15	Mini Curso na Escola Santa Inês de Produção de Material Didático de Ensino de Geometria, Física e Astronomia com aplicação PBL..	63
Imagem 16	Pesquisador durante um treinamento discutindo PBL com os monitores.....	64
Imagem 17	PBL com a participação de Alunos dos Cursos Técnicos do IFAP na Escola Estadual de Ensino Fundamental Antônio João.....	65
Imagem 18	Alunos de Ensino Fundamental interagindo com um aparato para estudo de funções, lançamento horizontal e colisões.....	66
Imagem 19	Alunos de Ensino Fundamental interagindo e levantando hipóteses sobre o funcionamento de um experimento.....	67

Imagem 20	Aluno de Ensino Fundamental aprendendo sobre conceitos interdisciplinares da Matemática e da Física presentes em engrenagens.....	68
Imagem 21	Alunos do Curso de Licenciatura em Química do IFAP aplicando o PBL.....	68
Imagem 22	Aluna do Ensino Fundamental manipulando um experimento da Quântica em uma das aulas com PBL.....	70
Imagem 23	Alunos do Ensino Fundamental Santana Rioli manipulando um Periscópio e os Alunos monitores do IFAP aplicando PBL.....	70
Imagem 24	Alunos do Ensino Fundamental discutindo o funcionamento do pássaro equilibrista.....	71
Imagem 25	Alunos do Ensino Fundamental no momento que descobriram que o funcionamento do pássaro equilibrista é geometria pura.....	72
Imagem 26	Foto a esquerda mostra um Aluno do Ensino Fundamental explicando cientificamente um experimento científico ao professor de Linguagens e na foto da direita professores de outras áreas participando das aulas com PBL.....	73

LISTA DE SIGLAS

- ABP** – Aprendizagem Baseada em Projetos
- ApC** – Aprendizagem pelos Colegas
- BNCC** – Base Nacional Curricular Comum
- DCNEM** – Diretrizes Curriculares Nacionais
- ENEM** – Exame Nacional de Ensino Médio
- ENQ** – Exame Nacional de Qualificação
- IDEB** – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
- IES** – Instituição de Ensino Superior
- IFAP** – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Amapá
- IMPA** – Instituto de Matemática Pura e Aplicada
- LDB** – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira
- MCU** – Movimento Circular Uniforme
- MDC** – Máximo Divisor Comum
- MEC** – Ministério da Educação
- MMC** – Mínimo Múltiplo Comum
- PBL** – Problem Based Learning
- PBL** – Project Based Learning
- PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais
- PROFMAT** – Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
- Saeb** - Sistema de Avaliação da Educação Básica
- SNCT** – Semana Nacional de Educação, Ciências e Tecnologia
- UNIFAP** – Universidade Federal do Amapá

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	13
1	METODOLOGIA USADA NA PESQUISA.....	20
2.	REVISÃO DA LITERATURA SOBRE METODOLOGIAS ATIVAS.....	24
2.1	Sobre as Metodologias de Aprendizagem Significativa.....	25
2.2	Sobre as Metodologias Ativas de Aprendizagem.....	27
2.3	Sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL).....	33
2.3.1	Sobre a Experimentação.....	34
2.3.2	Sobre a Interdisciplinaridade e a Contextualização.....	35
2.3.3	Sobre as Relações com os Pares.....	37
2.3.4	Sobre as Competências.....	38
2.3.4.1	Representação e Comunicação.....	40
2.3.4.2	Investigação e Compreensão.....	40
2.3.4.3	Contextualização Sociocultural.....	41
2.3.5	Sobre a Autonomia.....	41
2.4	Sobre a BNCC.....	42
2.4.1	Competência Específica 01.....	42
2.4.2	Competência Específica 02.....	43
2.4.3	Competência Específica 03.....	44
2.4.4	Competência Específica 04.....	45
2.4.5	Competência Específica 05.....	46
3.	RESULTADOS e DISCUSSÕES.....	47
3.1.	Aparato Experimental Fantasma de Pepper.....	47
3.1.1	Análise Teórica: Fantasma de Pepper.....	48
3.1.2	Construções Experimentais: Fantasma de Pepper.....	49
3.2.	Aparato Experimental Pêndulo Balístico.....	52
3.2.1	Análise Teórica: Pêndulo Balístico.....	53
3.2.2	Construções Experimentais: Pêndulo Balístico.....	58
3.3.	Planejamento Cursos e Palestras.....	61
3.4.	Planejamento e Treinamento dos Alunos Monitores.....	64
3.5.	Aplicação do PBL nas Escolas-Campo.....	64
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

INTRODUÇÃO

Neste trabalho de Pesquisa intitulado “Uma proposta do uso da Metodologia Ativa Baseada em Projetos (PBL) na interdisciplinaridade entre Matemática e Física”, aplicamos em turmas da Educação Básica a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), mais conhecida pela Sigla em Inglês Project Based Learning (PBL), para o Ensino de Matemática e Física, tratando destas disciplinas de maneira interdisciplinar, enfatizando e estimulando as discussões em ambientes informais de Educação, a partir de Experimentos que relacionem temas que permeiam seus universos de Leis e Conceitos, suas relações e fenômenos tecnológicos.

Nosso principal objetivo neste trabalho de Pesquisa é aplicar a Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) no Ensino Interdisciplinar de conteúdos de Matemática e Física para alunos da Educação Básica, utilizando para isso alunos de Ensinos Fundamental e Médio de Escolas Públicas da cidade de Macapá no Estado do Amapá.

Para que alcançássemos nosso Objetivo, precisamos construir e/ou adquirir novos equipamentos experimentais para uso em aulas de Matemática e Física, que permitissem a interdisciplinaridade entre estas disciplinas. Mas para isso, precisaríamos também qualificar a equipe de alunos monitores do 1º ano do Ensino Médio Técnico Integrado que atuariam nas aulas de campo para as discussões acerca dos conteúdos e conceitos envolvidos com os aparatos experimentais.

Desta maneira, inevitavelmente estaríamos incentivando nossos alunos da Educação Básica pública a valorização e compreensão científica e contextualizada da Matemática e da Física, podendo tornarem-se naturalmente multiplicadores de conhecimentos a partir do contato com alunos de outras Instituições de Ensino.

Contudo, poderemos analisar e compreender a importância de uma metodologia diferenciada, com a finalidade de provocar não somente os discentes, mas outros atores envolvidos no processo de Ensino-aprendizagem, como os professores e a Família.

Assim, fomentam-se competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica, necessárias para a

compreensão e evolução do conhecimento técnico-científico, possibilitando-os num trabalho de cooperação e interação, raciocinando e modelando matematicamente problemas reais de seus cotidianos, contribuindo para sua formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Todavia, a motivação para este trabalho se deu devido a minha atuação como docente. Professores de Matemática e de Física relatam sobre o grande desinteresse dos alunos quanto às aulas expositivas das disciplinas supracitadas.

Observa-se que grande parte dos alunos têm baixos índices de rendimento nas avaliações tanto em sala de aula, quanto nas avaliações elaboradas pelo Ministério da Educação (MEC). Esta situação ocorre especialmente quando os alunos se deparam com questões interpretativas e contextualizadas em suas realidades. Além disso, mostram dificuldade em relacionar conteúdos da mesma disciplina (intradisciplinares), efeito que é comumente atenuado quando requer a relação entre as diferentes áreas do saber (interdisciplinares), como é o caso de Física e Matemática.

É fundamental para o professor conhecer outras metodologias de ensino, oportunizando desenvolver alterações que impactam o aluno, amplificando competências e desenvolvendo múltiplas habilidades, contribuindo assim com a aprendizagem de discentes com diferentes motivações, interesses e capacidades cognitivas, criando condições para a sua inserção num mundo em mudança e contribuindo para desenvolver as capacidades que deles serão exigidas em sua vida social e profissional.

Desta maneira, a criatividade e a reflexão inerentes a estas metodologias, além de facilitar a discussão e a exposição de ideias conexas, tornam as aulas e o aprendizado não somente mais eficiente, como também mais entusiasmador tanto para os alunos, quanto para o professor.

Em discussões diárias com outros colegas, percebi que tanto os professores de Física quanto os de Matemática, tinham dificuldades em relacionar conteúdos entre as duas disciplinas, apesar de que reconhecem que explicitamente uma complementa a outra, seja no caso da Matemática como ferramenta algébrica para a Física, assim como a Física como ferramenta de contextualização nos problemas matemáticos.

Entretanto, quando se deparavam com indagações sobre fenômenos do cotidiano, sejam estes naturais ou tecnológicos, os professores descrevem sobre suas dificuldades em explicar relacionando conceitos entre as duas disciplinas, como quando os alunos perguntam do motivo pelo qual uma bola da árvore de natal (espelho esférico) tem variadas imagens que dependem da distância que se encontra do objeto real, ou até mesmo de grandezas e parâmetros geométricos, como seu raio de abertura.

Afim de averiguar o problema, foi realizado um levantamento bibliográfico, percebendo que não se encontrava facilmente na literatura da área, artigos que trabalhassem estas questões.

Constatou-se também o quanto os jovens, até mesmo aqueles que reclamavam por ter grande dificuldade na aprendizagem destas disciplinas, demonstravam entusiasmo nos momentos que eram utilizados experimentos nas aulas.

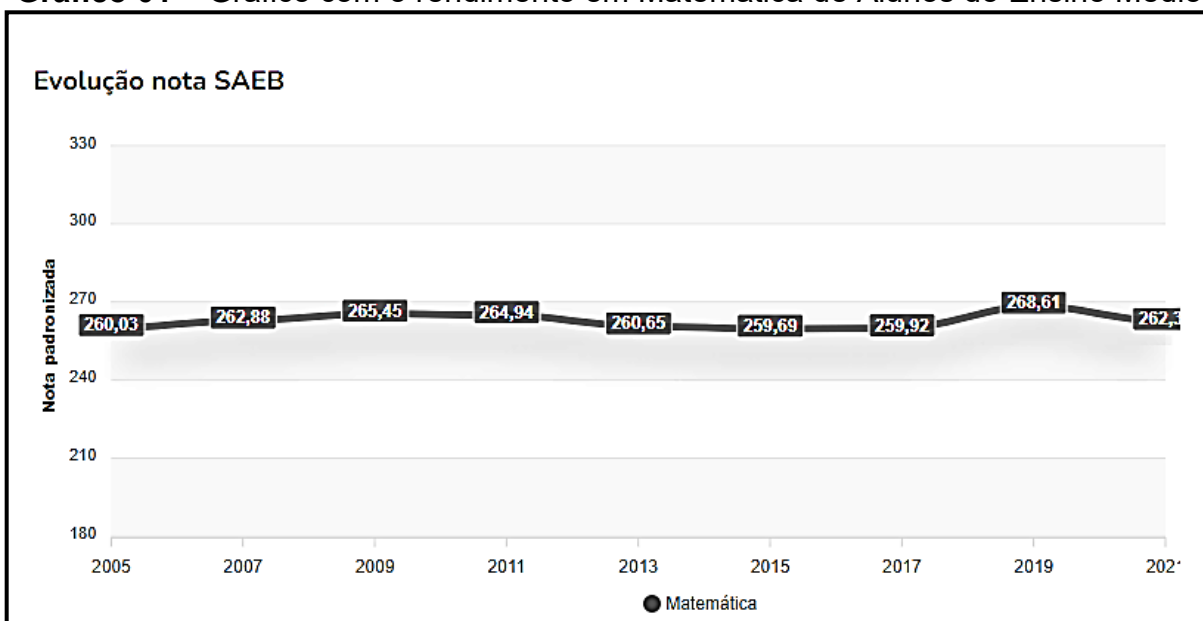
Vários destes alunos atuais e até mesmo ex-alunos enchem nossas redes sociais enviando vídeos de fenômenos e tecnologias que envolvem os conhecimentos de ciências exatas, indagando sobre a veracidade destes vídeos.

Então, é instigante poder utilizar aparatos experimentais em nossas aulas, replicando situações curiosas do cotidiano e que assim, possam satisfazer a necessidade de relacionar a Física, como ciência que estuda os fenômenos naturais e é capaz de prever e replicar descobertas, e a Matemática, como a ciência capaz de descrever e construir as múltiplas relações entre os conceitos e formas de raciocínio-lógico dedutivo.

Não é de negar-se que no momento atual, a pandemia da COVID-19 submeteu profissionais da Educação e estudantes a um longo período sem aulas presenciais, levando a aumentar o baixo desempenho e a falta de interesse dos estudantes em disciplinas como Física e Matemática. Estas são algumas das consequências imediatas desse distanciamento.

Entretanto, precisamos verificar se utilizar as metodologias de ensino-aprendizagem tradicionais estão em conformidade com os tempos atuais, visto que os Índices de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), assim como os Índices de Avaliação da Educação Básica Brasileira (SAEB) nos últimos anos tem evoluído, mas ainda não são satisfatórios, conforme vemos abaixo no gráfico 01:

Gráfico 01 – Gráfico com o rendimento em Matemática de Alunos do Ensino Médio



Fonte: IDEB - INEP/2021

Portanto, é necessário diminuir a distância entre as pesquisas acadêmicas sobre metodologias de aprendizagem e a prática efetiva em sala de aula. Entretanto, é necessário compreender que um desenvolvimento mais eficiente exige mudanças que dependem não somente dos docentes e dos discentes, mas também da escola com sua equipe pedagógica e, principalmente, da família dos alunos.

Daí surgiu a necessidade de fazer uma intervenção didática com atividades experimentais, usando uma metodologia ativa com o objetivo de ensinar, envolver e entusiasmar os discentes numa aprendizagem mais significativa; rompendo, portanto, parcialmente com a simples memorização de fórmulas e conceitos, sem que haja correlação com o contexto em que vivemos. É necessário que os docentes utilizem metodologias baseadas na ação, com o objetivo de realizar atividades que incentivem a participação ativa do aluno, centrando nele a aprendizagem.

O aprendizado da Física e da Matemática, além de promover competências e habilidades, como o domínio de conceitos e a capacidade de utilizar equações, pretende desenvolver atitudes e valores, através de atividades dos educandos, como discussões, leituras, observações, experimentações e projetos. No entanto, a implementação de projetos dessa natureza exige uma mudança na postura da escola diante de hábitos tradicionais há tempos consolidados.

O ensino de Matemática deve proporcionar ao estudante relacionar conceitos, leis, equações, princípios, corolários ou teoremas cuja aplicação possua, mesmo que não observável, alguma relação com o seu cotidiano; dando-lhe, assim, a competência de modelar e resolver problemas reais.

Desenvolver a capacidade de inferir sobre fenômenos e tecnologias presentes no cotidiano em uma simples observação e discussão, além de oportunizar atitudes na busca de informações e valores como argumentar respeitando a opinião o outro. Tais atitudes são extremamente importantes nas relações sociais, sendo assim fundamentais para que o aluno aprenda “a aprender”.

Novos conhecimentos específicos estimulam processos mais elaborados de reflexão e de abstração. Eles dão sustentação a modos de pensar que permitem aos estudantes formular e resolver problemas em diversos contextos com mais autonomia e recursos matemáticos. Para que esses propósitos se concretizem, os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas.

Para tanto, eles devem mobilizar seu próprio modo de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e, com base em discussões e validações conjuntas, aprender conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados. Assim, para o desenvolvimento de competências que envolvem raciocinar, é necessário que os estudantes possam, em interação com seus colegas e professores, investigar, explicar e justificar as soluções apresentadas para os problemas, com ênfase nos processos de argumentação matemática.

Embora todos esses processos pressuponham o raciocínio matemático, em muitas situações são também mobilizadas habilidades relativas à representação e à comunicação para expressar as generalizações, bem como à construção de uma argumentação consistente para justificar o raciocínio utilizado.

Não podemos nos esquecer do quanto é importante se possível oportunizar aos alunos, tocar no objeto estudado, podendo assim visualizá-lo de diferentes ângulos, manipulando-o a fim de provocar o raciocínio, levantando as hipóteses e testando-as *in loco*. Desta maneira, a Experimentação alinhada a contextualização provocará uma aprendizagem mais significativa, visto que essa interação é intrínseca a construção e a análise de experimentos ou tecnologias presentes em seu cotidiano.

A ideia básica é estimular os alunos a investigação científica através de aparatos experimentais, oportunizando a análise de uma grande variedade de situações problemas de Matemática e de Física, incentivando-o a buscar a solução, e para isso, ajustando seus conhecimentos com o intuito de construir um modelo para interpretação dos fenômenos examinados.

Assim, com o uso de Experimentos fomentando discussões preliminarmente empíricas, podemos verificar a importância desta proposta do uso da Metodologia Ativa Baseada em Projetos (PBL) utilizando a Interdisciplinaridade entre Matemática e Física com alunos da Educação Básica, em Escolas Públicas.

Este trabalho foi dividido em alguns capítulos, afim de organizar as ideias e descrever os processos que intercalam o planejamento e a pesquisa prescrita.

Na Introdução, temos um breve resumo da estrutura do trabalho de Pesquisa desenvolvido, sua justificativa, seus objetivos e a elucidação acerca da motivação para o início da pesquisa em Metodologias de Aprendizagem Ativa, justificando sobre a necessidade de estudar os efeitos da aplicação de diferentes Metodologias de Ensino e Aprendizagem, especialmente aquelas que coloquem o aluno no centro do processo.

No Capítulo 1, denominado de Metodologia Usada na Pesquisa, temos a descrição detalhada dos métodos e procedimentos utilizados, assim como os passos e as escolhas que levaram ao alcance de nossos objetivos.

No Capítulo 2, denominado de Revisão da Literatura sobre Metodologias Ativas, discutimos o referencial teórico, com base na literatura científica envolvida na pesquisa, tais como os documentos governamentais com poder de Lei ou advindas destas, como os PCN de 1998 ou a BNCC de 2018, ambas resultantes dos efeitos da Lei nº 9.394/1996 conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB).

Com a intenção de facilitar a argumentação e as relações pertinentes a uma pesquisa Metodológica, o capítulo da Fundamentação Teórica está subdividido em vários itens como Aprendizagem Significativa, Aprendizagens Ativas, PBL, Experimentação, Interdisciplinaridade, Contextualização, Competências e Habilidades, além de Documentos Governamentais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum (BNCC) e suas relações com o ensino de Matemática.

No Capítulo 3, denominado de Resultados, Análise e Discussões Sobre as Experiências Envolvendo As Metodologias Ativas, são descritos os resultados e realizadas argumentações necessárias, mostrando imagens de eventos como oficinas e minicursos, além de intervenções executadas em Escolas Públicas do Amapá.

Nas Considerações Finais, fundamentamos os resultados e discussões provenientes do capítulo 3, verificando o alcance de nossos objetivos e analisando a participação dos alunos.

1. METODOLOGIA USADA NA PESQUISA

Inicialmente, foi feita uma Pesquisa Bibliográfica acerca das Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem, com o objetivo de adquirir o conhecimento necessário para entender o processo de investigação científica e sua dimensão teórica, pois para Gil (2008):

A pesquisa bibliográfica apresenta-se como uma metodologia de pesquisa que subsidia teoricamente todas as demais metodologias investigativas, que exigem estudos exploratórios ou descritivos uma vez que permite uma ampla visão da problemática que permeia e conduz a investigação possibilitando também a construção literária de um quadro conceitual que envolve o objeto pesquisado.

Este ensaio teórico no que concerne sua natureza é uma pesquisa aplicada. Para Gil (2008), a pesquisa dessa natureza busca refletir sobre Metodologias Ativas aplicadas a Educação Básica, em específico a sua utilização no processo de ensino e aprendizagem de Matemática e Física.

Quanto a abordagem da pesquisa, fundamentalmente, define-se como uma Pesquisa Qualitativa de Campo, desenvolvida no próprio local em que ocorrem os fenômenos, utilizando-se técnicas de observação direta (GIL, 2002). Contudo, observamos a experiência e comportamentos dos participantes enquanto em contato com os instrumentos de pesquisa, neste caso os aparatos experimentais, visto que alunos dos cursos de Ensino Médio Integrado Técnico de Edificações e de Redes de Computadores, além dos alunos das Licenciaturas em Matemática, Física e Química, do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amapá (IFAP), foram deslocados para atuar como monitores em escolas de Ensinos Fundamental e Médio, onde foi aplicada a Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) e, através de uma abordagem interdisciplinar, munidos de aparatos experimentais, mostraram e explicaram alguns fenômenos naturais.

Quanto à epistemologia, esta pesquisa é positivista, pois observamos os sujeitos, tanto os alunos das escolas de campo quanto os monitores, seus comportamentos, reações e troca de informações, no momento em que estão vivenciando a intervenção didática, considerando que todos os sujeitos do processo vão entender ou visualizar aquele fenômeno da mesma maneira.

Em nossa pesquisa, analisamos os dados coletados de maneira explicativa, buscando identificar fatores que determinaram ou contribuíram para a ocorrência

dos comportamentos dos alunos, com aplicação experimental visto que realizamos experimentos com grupos distintos, manipulando variáveis e testando suas relações

Para Lakatos e Marconi (2003) e Silva (2001), a pesquisa explicativa tem por objetivo aprofundar o conhecimento da realidade, para além das aparências dos fenômenos, procurando explicar a razão, o “porquê” das coisas.

Entretanto, trata-se antes de tudo, um estudo de caso natural, visto que nos propomos a estudar um fenômeno dentro do processo escolar com aplicações diferentes do contexto comum de sala de aula em nossa sociedade, observando qualitativamente como os atores do processo reagem ou se comportam quando confrontados com uma situação da vida real em um ambiente natural, como em ambientes informais de sua Escola.

Inicialmente, restringimos a observação não-participante, sem interferir nas discussões, coletando dados por meio da observação dos alunos enquanto discutiam sobre os conceitos, leis, teoremas e relações entre os aparatos experimentais ou tecnológicos e as disciplinas Matemática e Física. Logo depois, assim que percebemos ser necessário, fizemos algumas intervenções com a intenção de estimular ainda mais as discussões, provocando os alunos através de questionamentos sobre os fenômenos observados.

Os dados da pesquisa foram coletados de maneira observacional, em que os monitores e o autor dessa Pesquisa, anotaram comentários e discussões no momento e após a intervenção epistemológica.

O propósito do presente estudo é apresentar uma proposta de ensino com o objetivo de fomentar o entusiasmo pelos estudos da Matemática, assim como suas relações no cotidiano apresentadas pelas Ciências da Natureza na disciplina de Física, utilizando para isso metodologia Ativa de Ensino-Aprendizagem, com o foco no aluno e na sua forma de Aprender-Ensinando, tornando o ensino mais atrativo e dinâmico com vistas ao melhor e mais efetivo aprendizado.

Para isso, foram utilizados aparatos experimentais, como recursos tecnológicos e científicos, proporcionando aos discentes um ambiente de discussão centrado na aprendizagem dos alunos e utilizando ambientes externos a sala de aula, tais como visitas técnicas a outras escolas e a ambientes informais de ensino.

Após uma Revisão da Literatura sobre as Metodologias Ativas, foi criado um projeto de Extensão no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do

Amapá (IFAP), sendo convidados para atuarem como monitores, alunos dos Cursos Superiores de Licenciatura em Matemática, Física e Química daquela Instituição, assim como alunos de Ensino Integrado de Nível Médio de Cursos Técnicos.

A Metodologia Ativa escolhida foi a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), visto que é a que tem mais características que coincidam com o uso de Experimentos, objetivando fomentar a análise e a discussão acerca de conceitos, leis e teoremas.

O autor dessa Pesquisa separou os alunos monitores em grupos de pelo menos três pessoas, entregando-lhes um dos equipamentos experimentais, solicitando que analisassem as Ciências por trás do seu funcionamento, determinando assim os conteúdos presentes da Matemática e da Física.

A ideia básica foi estimular os alunos a investigação científica por meio de aparatos experimentais, oportunizando a análise de uma grande variedade de situações problemas de Matemática e de Física, incentivando-o a buscar a solução, e para isso, ajustando seus conhecimentos com o interesse de construir um modelo para interpretação dos fenômenos examinados.

Desta maneira, os monitores tiveram a oportunidade de formular hipóteses e prever resultados, fazer conjecturas, interpretar e criticar fenômenos, articulando o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar, analisando e compreendendo fatos matemáticos e de interpretação da própria realidade.

De acordo com Araújo e Mazur (2013), estas discussões em pares, oportunizam a autonomia, o respeito as opiniões contrárias, a colaboração, a liderança e o desenvolvimento da capacidade de pesquisa, podendo confiar em seu próprio conhecimento adquirido na atividade.

A metodologia pedagógica *Peer Instruction*, também denominada de Instrução por Pares ou Aprendizagem por Pares, tem como objetivo promover a aprendizagem dos conceitos básicos dos conteúdos a serem estudados através da colaboração entre alunos, e por isso caracteriza-se como uma ferramenta ativa, cujo objetivo é envolver os alunos em atividades cooperativas de discussão de conteúdo para efetiva aprendizagem. Conforme Araujo e Mazur (2013), o *Peer Instruction* pode ser definido como um método que se baseia no estudo prévio dos materiais fornecidos pelo professor e na apresentação de questões conceituais em sala de aula para que os alunos possam discutir entre si.

O autor dessa pesquisa considerou ser primordial a aplicação desta pesquisa preferencialmente em Escolas da Rede Pública de Ensino. Tal importância se justifica pelo fato de que no momento em que estamos de pós-pandemia, a contribuição da pesquisa acadêmica para o Ensino Público, especialmente na Educação Básica é imprescindível, visto que todos os alunos voltaram há pouco tempo para as suas aulas presenciais, e anteriormente estes mesmos alunos, em sua maioria de baixa renda, não tiveram as mesmas oportunidades que outros de instituições privadas de ensino, pois espera-se que estes estivessem mais providos com equipamentos e internet, fundamentais para a comunicação nas aulas de Ensino Híbrido.

Contudo, as Escolas de Campo do Projeto de Pesquisa foram o próprio Instituto Federal do Amapá (IFAP), no Bairro Brasil Novo, a Escola Estadual de Ensino Fundamental Antônio João, no Bairro Santa Rita, a Escola Estadual de Ensino Fundamental Irmã Santina Rioli e a Escola Estadual Alexandre Vaz Tavares, ambas no Bairro do Trem, além da Escola Estadual Santa Inês, no Bairro Santa Inês, sendo que nesta escola, a interação ocorreu com alunos dos Ensinos Fundamental e Médio, como nos mostram as imagens 01.

Imagem 01 - Alunos de Ensino Fundamental e Médio da Escola-Campo Santa Inês



Fonte: Arquivo particular do Autor/2021.

Todos os desdobramentos da aplicação destes experimentos serão apresentados no capítulo 4, onde mostramos a construção dos dois principais, discutimos a reação dos alunos diante da aplicação da metodologia PBL com análise interdisciplinar.

2. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE METODOLOGIAS ATIVAS

Segundo Brum (2013) a metodologia tradicional expositiva enfatizando a absorção de conceitos e fórmulas, diante da grande quantidade de conteúdos, é um dos motivos que ocasionam o fracasso escolar e as dificuldades dos alunos frente à Matemática.

Segundo Paiva (2016, PÁG. 03),

“A preocupação em fazer somente aquilo que vale alguma pontuação, entre outras atitudes como reservar pontuação para organização do caderno, tem feito com que os estudantes transfiram o foco da aprendizagem para a obtenção da nota, subvertendo o papel da avaliação, que deveria ser um instrumento de favorecimento da aprendizagem e não apenas funcionar como um estímulo, um ‘pagamento’ por ter feito isso ou aquilo”.

Durante todo século 20, aprofundaram-se discussões sobre as relações entre Educação e sociedade. Tais relações foram determinantes para o surgimento de tendências cujo traço comum era atribuir particular importância a conteúdos socialmente relevantes e aos processos de discussão em grupo. Assim, correntes de estudos começaram a descrever a aprendizagem como resultado da construção do conhecimento pelo aluno, respeitando suas ideias prévias.

Para Werneck (2006, p. 180), o Construtivismo pode ser entendido como:

“Uma condenação ao processo impositivo de transmissão do conhecimento, levantando a possibilidade de uma transmissão sem imposição e de uma recepção sem a característica da passividade. (...) Admite então haver uma maneira “correta” de conhecer que não é a da aceitação tácita, a de decorar fórmulas prontas, mas a do sujeito ativo que compreende os conteúdos, que refaz os passos do processo, que busca entender os significados e os sentidos assim como que reconstruir por si próprio o conhecimento”.

Contudo, considera que a construção de conhecimento científico envolve valores humanos, relacionando-se com a vida em sociedade e as tecnologias que a permeiam. O crescimento desta corrente de pensamento, vêm aumentando os esforços do desenvolvimento e aprimoramento de métodos para a Educação Científica, além da revisão de conteúdos afim de definir uma base nacional curricular comum (BNCC), sem no entanto, implicar no abandono de características sociais e tecnológicas das regiões onde estão inseridas. Constatou-se o crescente aumento

de publicações científicas inovadoras na área de ensino aprendizagem, implementando conceitos como contextualização e interdisciplinaridade, oportunizando aos alunos uma aprendizagem mais significativa, assim como uma formação menos tecnicista e mais humana, abrindo precedentes para uma maior relação entre teoria e prática no próprio processo de aprendizado.

Desta maneira, de acordo com Fiorentini e Lorenzato (2012), o conhecimento matemático faz-se necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, ou pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, reflexivos e conscientes de suas responsabilidades sociais.

Segundo os PCN's (BRASIL, 1998) a Matemática é uma Ciência que contribui para solucionar problemas e também para embasar descobertas, afirmações e construções. Com isso, o enfoque é voltado para que o aluno desenvolva o conhecimento matemático como uma ferramenta para ler, compreender e transformar a sua realidade dentro e fora da escola.

Neste sentido, devemos verificar alguns conceitos necessários à compreensão de nossa pesquisa científica, como a Metodologia da Aprendizagem Significativa, as Metodologias Ativas de Aprendizagem, a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), a Experimentação, a Interdisciplinaridade, as Relações com os Pares, as Competências e Habilidades, a Autonomia e as Bases Curriculares Nacionais (BNCC) para o Ensino Médio.

2.1 Sobre as Metodologia de Aprendizagem Significativa

Na década de 1960, David Ausubel (1963) propôs em sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, a Teoria da Aprendizagem Significativa, a qual enfatiza a aprendizagem de significados como aquela mais relevante para seres humanos, acontecendo de forma receptiva e, desse modo, a humanidade tem-se valido disso para transmitir informações ao longo das gerações.

Segundo Tavares (2004), na aprendizagem existem os conceitos âncoras ou subsunçores, de acordo com Ausubel (1980, 2003), que consistem em três requisitos essenciais para a Aprendizagem Significativa:

- a) a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica;

b) a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva que possibilite a sua conexão com o novo conhecimento;

c) a atitude explícita de apreender e conectar o seu conhecimento com aquele que pretende absorver.

Isso significa que quando acontece a Aprendizagem Significativa, à medida que o conteúdo discutido se insere de modo peculiar na sua estrutura cognitiva do aluno, este transforma o significado lógico do material pedagógico em significado psicológico, cuja inserção ocorre de maneira intrínseca ao sujeito.

Quando duas pessoas aprendem significativamente o mesmo conteúdo, elas partilham significados comuns sobre a essência deste conteúdo. No entanto, têm opiniões pessoais sobre outros aspectos deste material, tendo em vista a construção peculiar deste conhecimento.

A Aprendizagem Significativa requer um esforço do aprendente em conectar de maneira não arbitrária e não literal no novo conhecimento com a estrutura cognitiva existente, desta maneira faz-se necessária uma atitude proativa, pois numa conexão uma determinada informação liga-se a um conhecimento de teor correspondente na estrutura cognitiva do aprendiz; e em uma conexão não literal a aprendizagem da informação não depende das palavras específicas que foram usadas na recepção da informação. Desse modo, na Aprendizagem Significativa ocorre a interação entre o conhecimento novo e o antigo, onde ambos são modificados de uma maneira específica e individual, como consequência de uma estrutura cognitiva peculiar a cada pessoa.

Segundo Tavares (2004) e Moreira e Müller (2013), a aprendizagem Mecanicista ou Memorística não concorda com a percepção do termo aprendizagem no sentido estrito da palavra. Ela dar-se com a absorção literal e não substantiva do novo material. O esforço necessário para esse tipo de aprendizagem é muito menor, daí ele ser tão utilizado quando os alunos se preparam para exames escolares. Esse tipo de aprendizagem é volátil, com um grau de retenção baixíssimo na aprendizagem de médio e longo prazo.

Ausubel (1980, 2003) sugere o uso da Aprendizagem Mecânica quando não existirem na estrutura cognitiva do aprendente ideias-âncora (subsunçor) prévias que facilitam a conexão entre esta e a nova informação para que ocorra a ancoragem.

Um professor da Universidade de Cornell, Joseph Novak (1981), acreditava que os alunos desta universidade queriam construir a sua própria formação. Depois de uma avaliação adequada do assunto, ele concluiu que eles queriam somente boas notas e o diploma no final. Entretanto, próximo ao término de seus cursos de formação acadêmica, percebiam que mantinham praticamente a mesma estrutura cognitiva do início, não tendo retido conhecimentos suficientes a boa formação.

De acordo com os PCN's (BRASIL, 1997, p. 19), os conteúdos matemáticos não devem ser ensinados em desconexão com os acontecimentos que os cercam, é preciso dar-lhe uma abordagem que suscite conexões com os diferentes contextos, uma vez que “o significado da Matemática para o aluno resulta das conexões que ele estabelece entre ela e as demais disciplinas, entre ela e seu cotidiano e das conexões que ele estabelece entre os diferentes temas matemáticos”. Nota-se que na Aprendizagem Memorística, o conhecimento absorvido, usado nos exames escolares e quase que instantaneamente esquecido. Ele não chega a ser internalizado, isto é, não faz parte da estrutura cognitiva do estudante.

De acordo com Moreira (2012), na visão Clássica de Ausubel, a teoria da Aprendizagem Significativa não é apresentada como nova, mas sim como atual. No entanto, a maioria das estratégias de Ensino que inclusive se denominam como Aprendizagem Significativa, ou a escola de um modo geral, continuam promovendo muito mais a Aprendizagem mecânica, puramente memorística.”

Ainda de acordo com o autor:

“É importante reiterar que a Aprendizagem Significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva”.

(MOREIRA, 2012 p.2)

2.2 Sobre as Metodologias Ativas de Aprendizagem

Segundo Abreu (2009), o primeiro indício dos métodos ativos encontra-se na obra Emílio de Jean Jacques Rousseau (1712-1778), tido como o primeiro tratado sobre filosofia e educação do mundo ocidental e na qual a experiência assume destaque em detrimento da teoria. Portanto, não se trata de um conhecimento completamente novo.

Hoje em dia as Metodologias Ativas tem sido amplamente divulgadas em universidades nacionais e estrangeiras que inseriram este referencial em alguns cursos, especialmente os que são da área da saúde (Abreu, 2009).

Segundo os autores Meyers e Jones (1993) e Morán (2015), a expressão Aprendizagem Ativa, pode ser compreendida como Aprendizagem Significativa, pois as Metodologias Ativas são pontos de partida para avançar para processos mais complexos de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas.

Conforme Beier, *et all.* (2017), as Metodologias Ativas vêm como uma concepção educacional que coloca os estudantes como principais agentes de seu aprendizado no centro desse processo, possibilitando o aprendizado mais participativo, estimulando a análise crítica, colaboração através do trabalho em equipe, além de discussões reflexivas, incentivadas pelo professor que conduz a aula.

Então não há como aplicar Aprendizagem Ativa sem que o sujeito aprendiz tenha o mínimo de conhecimento prévio dos conceitos envolvidos, pois estes precisam interagir com os novos conhecimentos modificando a cognição.

As Metodologias Ativas de Aprendizagem são ferramentas de ensino colaborativo centradas no aluno, em que os alunos são incentivados a participar de discussões e atividades práticas.

De acordo com Valente (2017), estas atividades podem ser dadas a partir de aulas diferenciadas das tradicionais expositivas, cujo objetivo é envolver os alunos com atividades com o apoio do professor e colaborativamente dos colegas. Ainda de acordo com Valente (2017, p. 78), as metodologias ativas são compreendidas “[...] como práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional”.

Nesse sentido, de acordo com Diesel; Baldez; Martins (2017):

A (re)significação da sala de aula, enquanto espaço de interações entre os sujeitos históricos e o conhecimento, o debate, a curiosidade, o questionamento, a dúvida, a proposição e a assunção de posição resultam, sem dúvida, em protagonismo e em desenvolvimento da autonomia.

(DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 285)

De acordo com Moreira (2012), o docente deve planejar suas aulas, utilizando as Metodologias Ativas, levando em consideração o perfil dos alunos, visto que ao fazer isso, a nova Aprendizagem ocorrerá a partir da interação com um

conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, acionando assim o conhecimento prévio (subsunçor) e dando significado àquilo que se estuda e que, certamente, não serão esquecidos facilmente.

Durante o processo de planejamento de aulas num ambiente formal, é importante pensar em subsunçores relacionados ao ensino de Matemática que ajudarão a fomentar a discussão sobre os conceitos estudados. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 1998) para Matemática, descuidar do trabalho com a formação geral do indivíduo impede o desenvolvimento do pensamento científico, pois o pano de fundo das salas de aula se constitui dos preconceitos e concepções errôneas que esses alunos trazem sobre o que é aprender, sobre o significado das atividades matemáticas e a natureza da própria ciência.

Acredita-se que as Metodologias Ativas de ensino-aprendizagem sejam métodos eficientes de ensino. Há um *feedback* positivo dos alunos monitores que relatam o quanto é motivador vivenciar na prática a eficiência de tais metodologias, bem como, a assimilação do aumento do desempenho escolar dos alunos.

É importante salientar ainda que essa metodologia oportuniza aos discentes do Projeto, ter contato com o mercado de trabalho através das aulas de campo, que por serem estudantes de Cursos de Licenciaturas em Matemática e Física, compreendem mais sobre o conteúdo e sobre metodologias diferenciadas, que possivelmente, utilizarão em suas aulas quando se tornarem professores da Educação Básica.

Contudo, quando a escola promove uma condição de aprendizado em que há entusiasmo nos fazeres, paixão nos desafios, cooperação entre os partícipes, ética nos procedimentos, está construindo a cidadania em sua prática, dando as condições para a formação dos valores humanos fundamentais, que são centrais entre os objetivos da Educação.

Segundo a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980, 2003), sabemos que os conhecimentos prévios dos alunos devem ser valorizados, para que estes possam construir estruturas mentais que permitam descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz.

De acordo com o autor, a Aprendizagem Significativa ocorre quando uma nova ideia se relaciona aos conhecimentos prévios, em uma situação relevante para o estudante, proposta pelo professor. Nesse processo, o estudante amplia e atualiza a informação anterior, atribuindo novos significados a seus conhecimentos, o que corrobora com os estudos de Silberman (1996), quando afirma que a Aprendizagem Ativa é uma estratégia de ensino muito eficaz, independentemente do assunto, quando comparada com os métodos de ensino tradicionais.

De acordo com Ribeiro (2005), a aprendizagem é mais significativa com as Metodologias Ativas, visto que os alunos que vivenciam esse método adquirem mais confiança em suas decisões e na aplicação do conhecimento em situações práticas, melhoram o relacionamento com os colegas, adquirem gosto para resolver problemas e vivenciam situações que requer tomar decisões por conta própria, reforçando a autonomia no pensar e no atuar.

Segundo Cyrino e Pereira (2004), as Metodologias Ativas são instrumentos necessários e significativos para ampliar possibilidades e caminhos, onde o aluno poderá exercitar a liberdade e a autonomia na realização de escolhas e na tomada de decisões, haja visto, que o processo ensino-aprendizagem é complexo, apresenta um caráter dinâmico e não acontece de forma linear como uma somatória de conteúdos acrescidos aos anteriormente estabelecidos.

Gemignani (2012) atenta mudanças didáticas nos currículos que são necessárias, pois estes encontram-se sobrecarregados de conteúdos insuficientes para a vida profissional, pois a complexidade dos problemas atuais requer novas competências e habilidades específicas, tais como: a colaboração, o conhecimento interdisciplinar, a habilidade para inovação, o trabalho em grupo, a Educação para o desenvolvimento sustentável, regional e globalizado. Acredita-se que com a BNCC, ocorrerá a flexibilização do currículo e do planejamento pedagógico, conferindo ao professor maior autonomia na escolha das estratégias de ensino, na sua avaliação, na possibilidade de produção de cenários de aprendizagem e métodos inovadores de ensino.

Para Berbel (2011), as Metodologias Ativas, apesar de não ser um processo de ensino aprendizagem tão novo assim, certamente é um método inovador, pois baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprendizagem, objetivando criar condições de solucionar, em diferentes contextos, os desafios advindos das

atividades essenciais da prática social, enquanto que para Valente, (2018, p. 26), as Metodologias Ativas são compreendidas “[...] como práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional”.

Conforme Bacich (2017) e Moran (2018), as Metodologias Ativas de Aprendizagem constituem-se em estratégias aplicadas nos processos de ensino e aprendizagem que tomam o aprendiz como centro deste processo. Desta forma, segundo Diesel; Baldez; Martins, (2017), nas Metodologias Ativas privilegia-se a formação de um estudante reflexivo, criativo, autônomo e protagonista de sua aprendizagem.

Segundo Paulo Freire (1998, p. 25):

As considerações ou reflexões vêm sendo desdobramentos de um primeiro saber inicialmente apontado como necessário à formação docente, numa perspectiva progressista. Saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento.

Contudo, ensinar pressupõe um processo de interlocução não somente entre o docente e o discente, mas também com o objeto de estudo, na qual interagem dialeticamente com indagações e a busca de respostas, que permeiam a observação de fenômenos e a análise crítica, através do lançamento de hipóteses e sua confirmação experimental, moldando epistemologicamente o aluno e o professor.

Portanto, as Metodologias Ativas são um recurso de grande importância que podem aprimorar de forma significativa e eficaz o processo de ensino e aprendizagem, estimulando a motivação autônoma quando inclui o fortalecimento da percepção do aluno de ser fator de sua própria ação.

Assim, segundo Freire (1998, p. 64), “(...) todo ensino de conteúdos demanda de quem se acha na posição de aprendiz que, a partir de certo momento, vá assumindo a autoria também do conhecimento do objeto”.

Segundo Souza e Fortaleza (2016):

(...) o processo de ensino e Aprendizagem de Matemática precisa ser abaulado de maneira a despertar o interesse e a motivação dos alunos pelos conteúdos que lhes são ensinados, visto que a Matemática se configura como elemento de significativa importância para a constituição da cidadania, e seu ensino deve ser democrático, propiciando que o

conhecimento matemático chegue ao alcance de todos, sendo capaz de subsidiar o aluno na compreensão e transformação dos acontecimentos que formam sua própria realidade.

Segundo Santos e Castaman (2022), e para Diesel, Baldez e Martins (2017), as Metodologias Ativas tem como princípios: o aluno, a autonomia, a problematização da realidade e reflexão, trabalho em equipe, inovação e o professor. Conforme está descrito e pode ser observado na Tabela 01 abaixo:

Tabela 01 - Princípios das Metodologias Ativas

Aluno	O estudante é agente construtor de seu próprio conhecimento, tem controle do processo de aprendizagem, sendo guiado por atividades que permitam ser mais ativo e participativo.
Autonomia	Um aluno com controle de seu processo de aprendizagem, desenvolve sua autonomia, devido a postura crítica e coparticipativa durante o processo de ensino e da liberdade durante as aulas.
Problematização da realidade e reflexão	Há uma busca constante na relação entre teoria e prática, fugindo da fragmentação do conteúdo, e buscando a problematização da realidade, a possibilidade de significar o aprendizado a partir da contextualização com a vida, surgindo a ação do estudante em criticar e/ou refletir sobre a realidade e tomar consciência dela, de se sentir desafiado e curioso sobre os problemas propostos.
Trabalho em equipe	As estratégias didáticas adotadas estão repletas de momentos de discussão e de interação social, refletindo na atitude do aluno e do professor, criando um ambiente em que há possibilidade de opinar e argumentar, no qual as trocas com o outro são vistas positivamente.
Inovação	Inovar é buscar maneiras alternativas de interação entre o professor e o aluno, que fujam da aula pautada na transmissão pelo professor e a absorção de conteúdos e o papel de ouvinte passivo do aluno.
Professor	Possui um papel de mediador, de facilitador, de orientador e não mais de fonte de informações e de transmissor delas.

Fonte: Adaptado do artigo Metodologias Ativas: uma breve apresentação conceitual e de seus métodos/Santos e Castaman 2022

É importante destacar que as Aprendizagens Ativas possuem Princípios articulados com correntes teóricas consagradas, dos quais o mais importante é o Ensino centrado no aluno, que deve ser estimulado a ter uma postura ativa, exercitando assim sua autonomia.

2.3 Sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)

No livro *Reconstruction in Philosophy* de 1919, John Dewey criou “aprender mediante o fazer”, a ideia fundamental da Project-Based Learning (PBL) ou a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

De acordo com Masson (2012, p. 2):

A Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), consiste em valorizar, questionar e contextualizar a capacidade de pensar dos alunos numa forma gradativa de aquisição de um conhecimento relativo para resolver situações reais em projetos referentes aos conteúdos na área de estudos por meio de métodos experimentais.

Ainda segundo Masson (2012, p. 6):

Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo e essa natureza temporária indica um início e um término bem definidos, cuidando do gerenciamento adequado no seu desenvolvimento, com aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas com a finalidade de atender aos seus requisitos [...]

Para Barbosa e Moura (2014), o método PBL é explicativo-didático: com função de compreender algo, apreender o funcionamento dos componentes e da sua relação com a aplicabilidade, podendo os alunos visualizar e manipular os objetos de estudo. Nesse modelo, os alunos realizam medidas, analisam dados e formulam hipóteses, pois seu foco é na vivência do processo investigativo científico. Podendo-se também oportunizar a construção de um equipamento ou dispositivo, o método é construtivo-tecnológico, pois os alunos devem projetar, desenvolver e realizar testes, o que está de acordo com Silva; Castro e Sales, (2018, p. 3) “[...] atrelar o aprendizado à resolução de problemas comuns ao cotidiano dos alunos, desatrelando a teoria do contexto estritamente escolar”.

Para BACICH e MORAN, (2018, p. 61):

“A grande vantagem (...) é criar oportunidades para o aluno aplicar o que está aprendendo e também desenvolver algumas habilidades e competências”. O método PBL pode ser desenvolvido individualmente ou em grupos, dentro de uma unidade curricular ou como projetos integradores (interdisciplinares).

Percebe-se que desta maneira os alunos são estimulados, aprimoram o raciocínio lógico e oportunizam o planejamento e o trabalho em equipe, além de desenvolverem habilidades fundamentais na formação, como o pensamento crítico e criativo, a capacidade de pesquisa, assim como aprender a lidar com características

socioeconômicas típicas da vida e do mercado de trabalho, como é o caso da captação e o gerenciamento de recursos.

Alguns conceitos considerados importantes na compreensão deste trabalho, tais como a Experimentação, a Interdisciplinaridade, a Contextualização, as Relações com os Pares, a Competências, a Autonomia e a BNCC, foram catalogados e discutidos em tópicos a seguir:

2.3.1 Sobre a Experimentação

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (BRASIL, 1997), a experimentação é uma atividade que potencializa o ensino e a aprendizagem de Ciências, e estimula o interesse dos alunos em sala de aula. Acredita-se que a experimentação, além de lúdica, oportuniza a aproximação do professor com o aluno, onde os dois são agentes ativos no processo de ensinar e de aprender. De acordo com Rosito (2008), a experimentação é eficaz para o ensino de Ciências por permitir que as atividades práticas integrem professor e alunos, proporcionando um planejamento conjunto e o uso de técnicas de ensino, podendo levar a uma melhor compreensão dos processos das Ciências.

Ainda de acordo com os PCN's (BRASIL, 1997), dos aspectos que decorrem do ensino da Matemática, dois merecem ser destacados:

1º) relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, imagens);

2º) relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos.

Segundo Paulo Freire (1996, p. 64):

É neste sentido que se pode afirmar ser tão errado separar prática de teoria, pensamento de ação, linguagem de ideologia, quanto separar ensino de conteúdos de chamamento ao educando para que se vá fazendo sujeito do processo de aprendê-los. Numa perspectiva progressista o que devo fazer é experimentar a unidade dinâmica entre o ensino do conteúdo e o ensino de que é e de como aprender. É ensinando Matemática que ensino também como aprender e como ensinar, como exercer a curiosidade epistemológica indispensável à produção do conhecimento.

De acordo com os PCN's de Matemática e Ciências da Natureza (BRASIL, 1998), é importante destacar que o aluno tenha compreensão do processo comunicativo, e então deve ser induzido a 'falar' e a 'escrever' sobre Matemática, a

trabalhar com representações gráficas, desenhos, construções, a aprender como organizar e tratar dados. Assim, nota-se que o ensino de Matemática não deve ser restrito às variáveis quantitativas. Ao ensino de Matemática compete também desenvolver no aluno as habilidades necessárias para que ele possa entender crítica e matematicamente as representações matemáticas presentes no seu contexto.

A Matemática é antes de tudo uma linguagem, sendo um instrumento universal de expressão e raciocínio, para facilitar a compreensão de ideias em estreita relação com o todo social e cultural, portanto, ela possui também uma dimensão sociocultural.

2.3.2 Sobre a Interdisciplinaridade e a Contextualização

Os elementos essenciais de um núcleo comum devem compor uma série de temas ou tópicos em Matemática escolhidos a partir de critérios que visam ao desenvolvimento de competências e habilidades, permitindo conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático, ou, ainda, a relevância cultural do tema, tanto no que diz respeito às suas aplicações dentro ou fora da Matemática.

Segundo Marquezan (2016), no ano de 1976, surgiram as primeiras pesquisas sobre a interdisciplinaridade em nosso país, as quais estão presentes no livro "Interdisciplinaridade e Patologia do Saber" do teórico Hilton Japiassú. A obra foi baseada nos trabalhos do francês Georges Gusdorf, em que o autor trazia os principais questionamentos a respeito da temática e seus conceitos, fazendo uma reflexão sobre as atividades interdisciplinares.

Segundo Fazenda (2008), o conceito de interdisciplinaridade encontra-se diretamente ligado ao conceito de disciplina, onde a interpenetração ocorre sem a destruição básica às ciências. Na interdisciplinaridade escolar, as noções, as finalidades, as habilidades e técnicas visam favorecer, sobretudo, o processo de aprendizagem, respeitando os saberes dos alunos e sua integração.

Não podemos confundir interdisciplinaridade científica com a interdisciplinaridade escolar, em que a perspectiva é educativa. No dizer de Fazenda

(2008, pág. 21), “os saberes escolares procedem de uma estruturação diferente dos pertencentes aos saberes constitutivos das ciências.”

Os PCN’s da Matemática (BRASIL, 1998), afirmam que a Matemática possui um caráter instrumental no Ensino Médio, devendo ser vista pelo aluno como um conjunto de técnicas e estratégias para serem aplicadas a outras áreas do conhecimento, assim como para a atividade profissional. Não se trata de os alunos possuírem muitas e sofisticadas estratégias, mas sim de desenvolverem a iniciativa e a segurança para adaptá-las a diferentes contextos, usando-as adequadamente no momento oportuno.

Segundo Morin (2003), apesar de diversos esforços dos profissionais da Educação, temos um ensino descontextualizado e fragmentado, que interfere e dificulta o processo educativo.

Por essa razão, o Brasil vem desenvolvendo reformas curriculares na Educação Básica, por meio das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1998) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1998), que compõem os documentos norteadores dessas reformas.

Esses documentos, apontam as direções para o Ensino Público de qualidade, por meio de propostas e ações que visam fazer com que as escolas rediscutam as formas de organizar o saber pela prática pedagógica, seja na interrelação entre os conhecimentos abordados, via interdisciplinaridade, seja por favorecer maior sintonia desses saberes com a vida contemporânea e/ou cotidiana dos alunos, via contextualização e tecnologias.

A contextualização na Pedagogia, sob algumas abordagens, é compreendida como a inserção do conhecimento disciplinar em uma realidade plena de vivências, buscando o enraizamento do conhecimento explícito na dimensão do conhecimento tácito. Tal enraizamento seria possível por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas nas quais os significados se originam, ou seja, na trama de relações em que a realidade é tecida.

Para Ramos (2004):

O processo de ensino aprendizagem contextualizado é um importante meio de estimular a curiosidade e fortalecer a confiança do aluno. Por outro lado, sua importância está condicionada à possibilidade de ter consciência sobre seus modelos de explicação e compreensão da realidade, reconhecê-los

como equivocados ou limitados a determinados contextos, enfrentar o questionamento e colocá-los em xeque num processo de desconstrução de conceitos e reconstrução/apropriação de outros.

O uso de experimentos utilizando a Metodologia Ativa de Aprendizagem, no tocante a análise de alguns conceitos, como é o caso do que ocorre com conteúdo Funções, extrapolam as conexões internas à própria Matemática (intradisciplinaridade), desempenhando papel importante para descrever e estudar a leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento, tais como a Física, a Geografia ou a Economia (interdisciplinaridade).

2.3.3 Sobre as Relações com os Pares

Segundo os PCN's (BRASIL, 1998 p.41):

O trabalho ganha então uma nova exigência, que é a de aprender continuamente em um processo não mais solitário. O indivíduo, imerso em um mar de informações, se liga a outras pessoas, que juntas, complementar-se-ão em um exercício coletivo de memória, imaginação, percepção, raciocínios e competências para a produção e transmissão de conhecimentos.

Peer Instruction, ou Aprendizagem pelos Colegas (ApC), é uma técnica que tem como objetivo estimular a discussão entre eles de conteúdos propostos previamente pelo professor. A partir daí, os alunos estudam a teoria envolvida e quando retornarem à sala de aula, têm a oportunidade de discutirem os conceitos e questionamentos que envolvem o assunto abordado. Desta maneira, a aprendizagem se faz continuamente em um processo que conecta o indivíduo, imerso em um mar de informações, a outras pessoas, que juntas, complementar-se-ão em um exercício coletivo de memória, imaginação, percepção, raciocínios e competências para a produção e transmissão de conhecimentos.

De acordo com a BNCC (BRASIL 2017, p. 519):

Para o desenvolvimento de competências que envolvem raciocinar, é necessário que os estudantes possam, em interação com seus colegas e professores, investigar, explicar e justificar as soluções apresentadas para os problemas, com ênfase nos processos de argumentação matemática. Embora todos esses processos pressuponham o raciocínio matemático, em

muitas situações são também mobilizadas habilidades relativas à representação e à comunicação para expressar as generalizações, bem como à construção de uma argumentação consistente para justificar o raciocínio utilizado.

Em conformidade com os Parâmetros Curriculares Nacionais para Educação Básica (BRASIL, 1997, p. 26):

O ensino da Matemática prestará sua contribuição à medida que forem exploradas metodologias que priorizem a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o espírito crítico, e favoreçam a criatividade, o trabalho coletivo, a iniciativa pessoal e a autonomia advinda do desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios. É importante destacar que a Matemática deverá ser vista pelo aluno como um conhecimento que pode favorecer o desenvolvimento do seu raciocínio, de sua capacidade expressiva, de sua sensibilidade estética e de sua imaginação.

Observa-se também o desenvolvimento de valores, habilidades e atitudes dos alunos em relação ao conhecimento. Sendo estes objetivos centrais da Educação e que permite a aprendizagem e às relações entre colegas e professores.

2.3.4 Sobre as Competências

As Competências não têm uma ordem preestabelecida. Elas formam um todo conectado, de modo que o desenvolvimento de uma requer, em determinadas situações, a mobilização de outras. Cabe observar que essas Competências consideram que, além da cognição, os estudantes devem desenvolver atitudes de autoestima, de perseverança na busca de soluções e de respeito ao trabalho e às opiniões dos colegas, mantendo predisposição para realizar ações em grupo. Assim, com métodos ativos, os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer.

Precisa-se urgentemente mudar os paradigmas da situação atual da Educação no Ensino de Matemática, estimulando os discentes à compreensão dos conteúdos, assim como desenvolver as habilidades necessárias a vivência como cidadão, pois segundo Matheus e Kato (2007 p. 06), “o conhecimento matemático, deve proporcionar condições para que o estudante possa conscientizar-se das questões sociais, políticas, econômicas e históricas que vivencia”.

Com relação à Competência da Argumentação, seu desenvolvimento pressupõe também a formulação e a testagem de conjecturas, com a apresentação

de justificativas, além dos aspectos já citados anteriormente em relação às competências de raciocinar e representar.

Em um mundo onde as necessidades sociais, culturais e profissionais ganham novos contornos, onde exige-se dos cidadãos tomar decisões em sua vida pessoal e profissional, criar e trabalhar cooperativamente, aperfeiçoando conhecimentos e valores, nota-se a importância de se ter alguma competência em Matemática, tais como a de compreender conceitos e procedimentos matemáticos necessários tanto para tirar conclusões quanto para criar argumentações.

Para isso, Habilidades como selecionar informações, analisar as informações obtidas e, a partir disso, tomar decisões, exigirão linguagem, procedimentos e formas de pensar matemáticos que devem ser desenvolvidos ao longo do Ensino Médio, bem como, a capacidade de avaliar limites, possibilidades e adequação das tecnologias em diferentes situações. Assim, as funções da Matemática descritas anteriormente e a presença da tecnologia nos permitem afirmar que aprender Matemática no Ensino Médio deve ser mais do que memorizar resultados dessa ciência e que a aquisição do conhecimento matemático deve estar vinculada ao domínio de um saber fazer Matemática e de um saber pensar matemático.

Segundo os PCN's (BRASIL, 1997 p.42), os objetivos para que o ensino da Matemática possa resultar em aprendizagem real e significativa, deve levar o aluno:

- a) Compreender os conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas que permitam desenvolver estudos posteriores e adquirir uma formação científica geral;
- b) Aplicar seus conhecimentos matemáticos a situações diversas, utilizando-os na interpretação da ciência, na atividade tecnológica e nas atividades cotidianas;
- c) Analisar e valorizar informações provenientes de diferentes fontes, utilizando ferramentas matemáticas para formar uma opinião própria que lhe permita expressar-se criticamente sobre problemas da Matemática, das outras áreas do conhecimento e da atualidade;
- d) Desenvolver as capacidades de raciocínio e resolução de problemas, de comunicação, bem como o espírito crítico e criativo;
- e) Utilizar com confiança procedimentos de resolução de problemas para desenvolver a compreensão dos conceitos matemáticos;
- f) Expressar-se oral, escrita e graficamente em situações matemáticas e valorizar a precisão da linguagem e as demonstrações em Matemática;

g) Estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo;

h) Reconhecer representações equivalentes de um mesmo conceito, relacionando procedimentos associados às diferentes representações;

i) Promover a realização pessoal mediante o sentimento de segurança em relação às suas capacidades matemáticas, o desenvolvimento de atitudes de autonomia e cooperação.

Dentre as Competências que devem ser desenvolvidas no aluno da Educação Básica, temos a Representação e a Comunicação, A Investigação e a Compreensão e a Contextualização Sociocultural, as quais veremos a seguir:

2.3.4.1 Representação e Comunicação

Dentre os seus objetivos está:

i) Ler e interpretar textos de Matemática.

ii) Ler, interpretar e utilizar representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões etc.).

iii) Expressar-se com correção e clareza, tanto na língua materna, como na linguagem matemática, usando a terminologia correta.

iv) Utilizar adequadamente os recursos tecnológicos como instrumentos de produção e de comunicação.

2.3.4.2 Investigação e Compreensão

Podemos observar que se propõe a:

i) Identificar o problema

ii) Procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema.

iii) Formular hipóteses e prever resultados.

iv) Selecionar estratégias de resolução de problemas.

v) Interpretar e criticar resultados numa situação concreta.

vi) Distinguir e utilizar raciocínios dedutivos e indutivos. vii) Fazer e validar conjecturas, experimentando, recorrendo a modelos, esboços, fatos conhecidos, relações e propriedades.

viii) Discutir ideias e produzir argumentos convincentes.

2.3.4.3 *Contextualização Sociocultural*

Além dos já citados propõe:

i) Desenvolver a capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção no real.

ii) Aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento.

2.3.5 Sobre a Autonomia

Berbel (2011) diz que a autonomia do aluno é fundamental pois o engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia, preparando-se para o exercício profissional futuro.

Por fim, cabe à Matemática no Ensino Médio apresentar ao aluno o conhecimento de novas informações e instrumentos necessários para que seja possível a ele continuar aprendendo. Saber aprender é a condição básica para prosseguir aperfeiçoando-se ao longo da vida. Sem dúvida, cabe a todas as áreas do Ensino Médio auxiliar no desenvolvimento da autonomia e da capacidade de pesquisa, para que cada aluno possa confiar em seu próprio conhecimento.

Esse impacto da tecnologia, cujo instrumento mais relevante é hoje o computador, exigirá do ensino da Matemática um redirecionamento sob uma perspectiva curricular que favoreça o desenvolvimento de habilidades e procedimentos com os quais o indivíduo possa se reconhecer e se orientar nesse mundo do conhecimento em constante movimento.

2.4 Sobre a BNCC

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, Lei nº 9.394/1996), deve existir uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cuja função é nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino de todo Brasil.

Deve-se evitar ensinar conceitos científicos de forma fragmentada, visto que o aluno sozinho deverá ser capaz de construir as múltiplas relações entre os conceitos e formas de raciocínio envolvidas nos diversos temas da própria Matemática, assim como, as relações da Matemática com outras áreas do conhecimento. Desta maneira, valores como responsabilidade, confiança em suas formas de pensar, fundamentação de ideias e argumentações, além de desenvolvimento de raciocínio lógico-matemático são essenciais para que o aluno possa aprender, se comunicar e interpretar a realidade, podendo estar melhor preparado para sua inserção no mundo do conhecimento e do trabalho.

Segundo a BNCC (BRASIL, 2017 pág. 532),

“É indispensável que os estudantes experimentem e interiorizem o caráter distintivo da Matemática como ciência, ou seja, a natureza do raciocínio hipotético-dedutivo, em contraposição ao raciocínio hipotético-indutivo, característica preponderante de outras ciências”. (...) Deve-se observar, ainda, que essa competência específica caracteriza a atividade matemática como atividade humana, sujeita a acertos e erros, como um processo de buscas, questionamentos, conjecturas, contraexemplos, refutações, aplicações e de comunicação.

Desta maneira, a construção de uma argumentação, incluindo o desenvolvimento de algumas demonstrações matemáticas, é uma importante contribuição para a representatividade da Matemática como área do conhecimento.

Segundo as Bases Nacionais Comum Curriculares da Educação Brasileira, (BNCC), as competências da Matemática são cinco, que estão descritas a seguir:

2.4.1 Competência específica 01:

Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas,

divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.

Essa competência específica contribui não apenas para a formação de cidadãos críticos e reflexivos, mas também para formação científica geral dos estudantes, uma vez que lhes é proposta a interpretação de situações das Ciências da Natureza ou Humanas. Os estudantes deverão, por exemplo, ser capazes de analisar criticamente o que é produzido e divulgado nos meios de comunicação (livros, jornais, revistas, internet, televisão, rádio etc.), muitas vezes de forma imprópria, dada por generalizações equivocadas de resultados de pesquisa, o que pode ocorrer tanto pelo uso inadequado da amostragem, quanto pela não divulgação de como os dados foram obtidos.

2.4.2 Competência Específica 02

Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.

A competência amplia a anterior por colocar os estudantes em situações nas quais precisam tomar decisão conjunta para investigar questões de impactos sociais que os mobilizem e, assim, propor e/ou participar de iniciativas e/ou ações que visem solucionar esses problemas. As habilidades indicadas para o desenvolvimento dessa competência colocam em jogo conhecimentos e ferramentas matemáticas necessárias para desenvolver um projeto cuja finalidade é responder questões como as relativas aos diferentes territórios geográficos e/ou sociais e fundamentar conclusões sobre elas.

Por sua vez, por meio da concepção e do desenvolvimento de projetos, é necessário que os estudantes identifiquem e investiguem novos conceitos e procedimentos matemáticos que deverão ser aprendidos para sua conclusão. A realização de projetos potencializa atividades de investigação não apenas para

aplicar conhecimentos matemáticos, mas também para responder a questões de urgência social.

Em síntese, a competência deve favorecer a interação dos estudantes com seus pares, de forma cooperativa, para aprender e ensinar Matemática. Ela deve também fornecer condições para o planejamento e execução de pesquisas, identificando aspectos consensuais ou não na discussão de projetos, com base em princípios solidários, éticos e sustentáveis, valorizando a diversidade de opiniões de grupos sociais e de indivíduos e sem quaisquer preconceitos.

2.4.3 Competência específica 03

Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.

As habilidades indicadas para o desenvolvimento da competência estão relacionadas à interpretação, construção de modelos, resolução e formulação de problemas matemáticos envolvendo noções, conceitos e procedimentos quantitativos, espaciais, estatísticos, probabilísticos, entre outros.

Esses problemas incluem, necessariamente, os contextos relativos às áreas das Ciências da Natureza e Humanas e da própria Matemática, incluindo os oriundos do avanço tecnológico. No Ensino Médio, os estudantes devem desenvolver e mobilizar habilidades que servirão para resolver problemas ao longo de sua vida; por isso, as situações propostas devem ter significado real para eles. Nesse sentido, os problemas cotidianos têm papel fundamental na escola para o aprendizado e a aplicação de conceitos matemáticos, considerando que o cotidiano não se refere apenas às atividades do dia a dia dos estudantes, mas também às questões da comunidade mais ampla e do mundo do trabalho.

Destaca-se que o uso de aparatos experimentais possibilita aos estudantes aprofundar sua participação ativa nesse processo de resolução de problemas. São alternativas de experiências variadas e facilitadoras de aprendizagens que reforçam

a capacidade de raciocinar logicamente, formular e testar conjecturas, avaliar hipóteses e raciocínios, além de construir argumentações.

2.4.4 Competência específica 04

Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático.

As habilidades vinculadas a essa competência tratam da utilização das diferentes representações de um mesmo objeto matemático, tendo em vista que elas têm um papel decisivo na aprendizagem dos estudantes. Ao conseguirem utilizar as representações matemáticas, compreender as ideias que elas expressam e, quando possível, fazer a conversão entre elas, os estudantes passam a dominar um conjunto de ferramentas que potencializa de forma significativa a capacidade de resolver problemas, comunicar e argumentar; enfim, ampliar a capacidade de pensar matematicamente. Além disso, a análise das representações utilizadas pelos estudantes para resolver um problema permite compreender os modos como o interpretaram e como raciocinaram para resolvê-lo.

Para tanto, esta Base assume que para as aprendizagens dos conceitos e procedimentos matemáticos deve-se incluir, quando possível, pelo menos dois registros de representação. Assim, os estudantes precisam estar preparados para escolher as representações mais convenientes para cada situação, para mobilizar, de modo simultâneo, ao menos dois registros de representação e para, a todo o momento, trocar de registro de representação.

No entanto, cabe observar que a conversão de um registro para outro nem sempre é simples, apesar de, muitas vezes, ser necessária para uma adequada compreensão do objeto matemático em questão, pois uma representação pode facilitar a compreensão de um aspecto que outra não favorece. Portanto, percebe-se que, do ponto de vista cognitivo, as aprendizagens fundamentais relativas ao raciocínio requerem a diversificação dos registros.

2.4.5 Competência específica 05

Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.

O desenvolvimento dessa competência específica pressupõe um conjunto de habilidades voltadas às capacidades de investigação e de formulação de explicações e argumentos que podem emergir de experiências empíricas. Os estudantes deverão ser capazes de fazer induções por meio de investigações e experimentações com materiais concretos, apoios visuais e a utilização de tecnologias digitais. Assim, ao formular conjecturas, mediante suas investigações, eles deverão buscar contraexemplos para refutá-las e, quando necessário, procurar argumentos para validá-las. Essa validação não precisa ser feita apenas com argumentos empíricos, mas deve incluir também argumentos mais “formais”, sem que haja necessidade de chegarem à demonstração de diversas proposições.

As habilidades vinculadas a essa competência assumem um importante papel na formação matemática dos estudantes que, mediante investigações, devem formular conjecturas, refutá-las ou validá-las e comunicar com precisão suas conclusões. Essa importância também decorre do fato de que é necessário que os estudantes adquiram uma compreensão viva do que é a Matemática, incluindo a sua relevância.

A seguir, no capítulo 3 deste trabalho, apresentaremos o procedimento empírico, desenvolvido com os alunos da Educação Básica do Ensino Fundamental e Médio das Escolas-Campo assim como os alunos-monitores do IFAP, no sentido de melhor demonstrar os experimentos realizados para responder as questões da pesquisa.

3. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÕES SOBRE AS EXPERIÊNCIAS ENVOVENDO AS METODOLOGIAS ATIVAS

Com a finalidade de discutir seu planejamento, construção e execução, selecionamos apenas dois experimentos dos vários utilizados nas aulas de campo, especialmente que envolvem interdisciplinarmente vários conteúdos de Matemática e Física, pois o objetivo deste trabalho não é ensinar a produção destes materiais, mas analisar sua aplicação com a Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL).

A referida Pesquisa foi aplicada entre os anos de 2019 e 2022, usando Escolas Estaduais de Ensinos Fundamental e Médio da cidade de Macapá, capital do Estado do Amapá. Os sujeitos das Pesquisas, são divididos em dois tipos de alunos:

- i) O aluno-monitor, que são discentes do Instituto Federal do Amapá (IFAP), Campus Macapá, dos Cursos de Ensino Médio-Técnico Integrado de Edificações e Redes de Computadores e dos Cursos Superiores de Licenciaturas em Matemática, Física e Química. Estes discentes foram previamente instruídos pelo Pesquisador sobre a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), assim como as características, funcionamento e conceitos Matemáticos e Físicos dos Aparatos Experimentais utilizados nas aulas de Campo.
- ii) O Aluno da Escola-Campo, que são os discentes dos Ensinos Fundamental e Médio das Escolas Estaduais que foram aplicadas essa Pesquisa. Estes alunos não tiveram contato prévio com a Metodologia PBL nem tampouco com os equipamentos experimentais utilizados.

3.1. Aparato Experimental Fantasma de Pepper

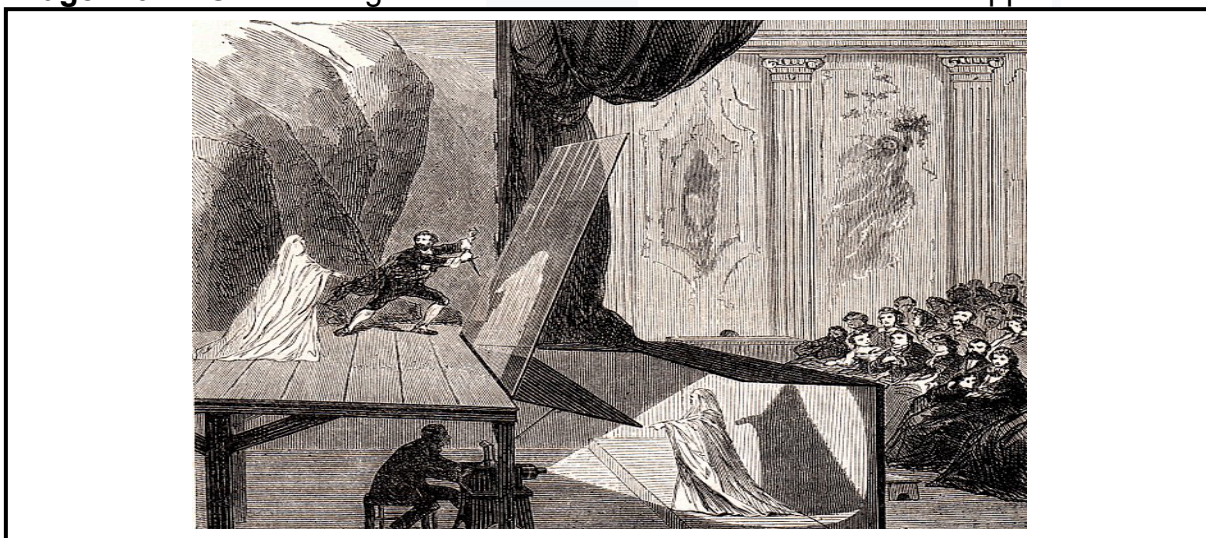
O Fantasma de Pepper é um experimento de ilusão de óptica dos mais fascinantes e conhecidos em todo o mundo, baseando-se em conceitos de uma área da Física naturalmente interdisciplinar: a Óptica Geométrica, que estuda fenômenos luminosos e suas propriedades utilizando para comprovações e previsões conceitos, axiomas, teoremas e demonstrações matemáticas, estudadas pela Geometria Plana.

Segundo Halliday e Resnick (2009), a óptica tem como objetivo principal o estudo da luz e dos fenômenos luminosos em geral, bem como suas propriedades. Segundo Nussenzveig (1998), esses fenômenos são compatíveis com a teoria corpuscular da Luz, com Contribuições na obra “tratado sobre a Luz” de Christian Huygens (1690) e na obra “A Ótica” de Isaac Newton (1704). Estas e muitas outras obras de autores importantes, são parte fundamental da física que estuda as lentes, os espelhos e aplicações em instrumentos ópticos, como microscópios, óculos, projetores, telescópios, máquinas fotográficas dentre outros.

3.1.1. Análise Teórica: Fantasma de Pepper

Inicialmente, o Fantasma de Pepper, foi popularizado como um espetáculo teatral de terror, pelo professor de Química de origem Inglesa John Henry Pepper, que inspirou-se na obra “Memórias Recreativas” de Étienne-Gaspard Robert, conforme se observa na imagem 02 abaixo:

Imagem 02 – Gravura original do Le Monde sobre o Fantasma de Pepper.



Fonte: Le Monde/2022.

Segundo Medeiros (2006), no ano de 1858 Pepper tomou conhecimento de um dispositivo criado pelo engenheiro civil Henry Dircks que consistia em uma lâmina de vidro plana colocada sobre uma base na qual havia um anteparo para limitar a visão do observador, e projetando imagens fantasmagóricas virtuais que pareciam se fundir com objetos reais em um palco, o público particularmente leigo ficava encantado.

No Brasil, esse espetáculo teatral ficou popularmente conhecido como “A Transformação da Monga, a Mulher Gorila”, sendo muito visto no século XX em quermesses e parques de diversões de todo o país.

Os experimentos do Fantasma de Pepper, assim como a Transformação da MONGA, baseiam-se em conceitos Matemáticos básicos de Geometria Plana, como Reta, Plano, Segmento de Reta, Semirreta, Ângulos, Polígonos e o Teoremas como a Soma dos Ângulos Internos de um Triângulo e da Semelhança de Triângulos. No campo da Física, temos os Princípios da Óptica Geométrica, como a Propagação Retilínea da Luz, a Independência dos Raios de Luz e a Reversibilidade dos Raios de Luz, além dos fenômenos da Reflexão e da Refração da Luz.

3.1.2. Construções Experimentais: Fantasma de Pepper

Previamente, foram construídos com o auxílio de alunos monitores, vários aparatos experimentais, dentre os quais destaca-se o Fantasma de Pepper. Este experimento é usado no ensino de Geometria Plana e em Óptica Geométrica quando se deseja abordar os conteúdos de Reflexão e Refração da Luz.

Na montagem do equipamento do Fantasma de Pepper utilizou-se Madeira, placas de vidro, película refletora. Além disso, construiu-se um circuito elétrico utilizando fios elétricos, plafon, Dimmer e lâmpadas incandescentes, conforme a imagem 03, abaixo:

Imagem 03 - As peças para Montagem e o Aparato Experimental Fantasma de Pepper em uso

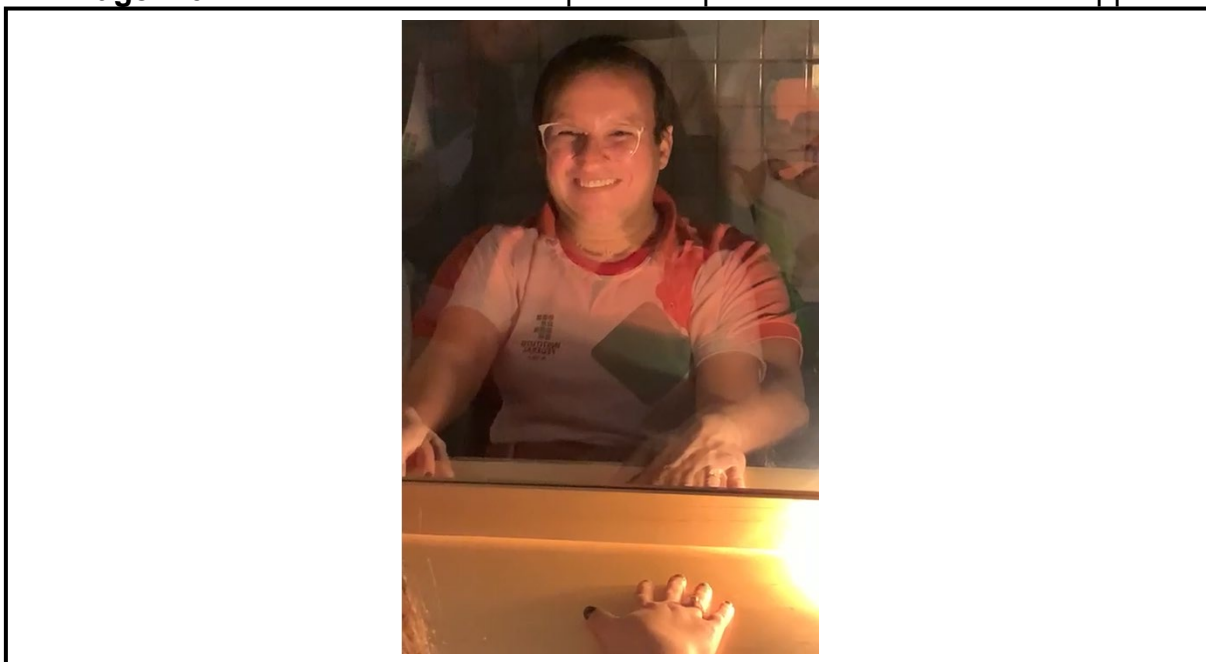


Fonte: Arquivo particular do Autor/2022.

Na imagem 03 vê-se a posição de dois alunos, um de frente para o outro. Há lâmpadas, que são as fontes luminosas, e um vidro espelhado que foi previamente preparado.

Na imagem 04 vê-se a transformação da imagem da aluna na imagem do professor como acontece no truque da Monga ou do Fantasma de Pepper. Este aparato experimental consiste em um circuito elétrico em paralelo, com lâmpadas incandescentes, montado previamente. Vê-se também plafons e Dimmers que foram utilizados como variadores de tensão para alternar o brilho das lâmpadas. Durante a realização do experimento, os dois sujeitos (professor e aluna) são previamente posicionados exatamente à mesma distância do espelho, mas em lados opostos.

Imagem 04 – Resultado visual do aparato Experimental Fantasma de Pepper



Fonte: Arquivo particular do Autor/2022

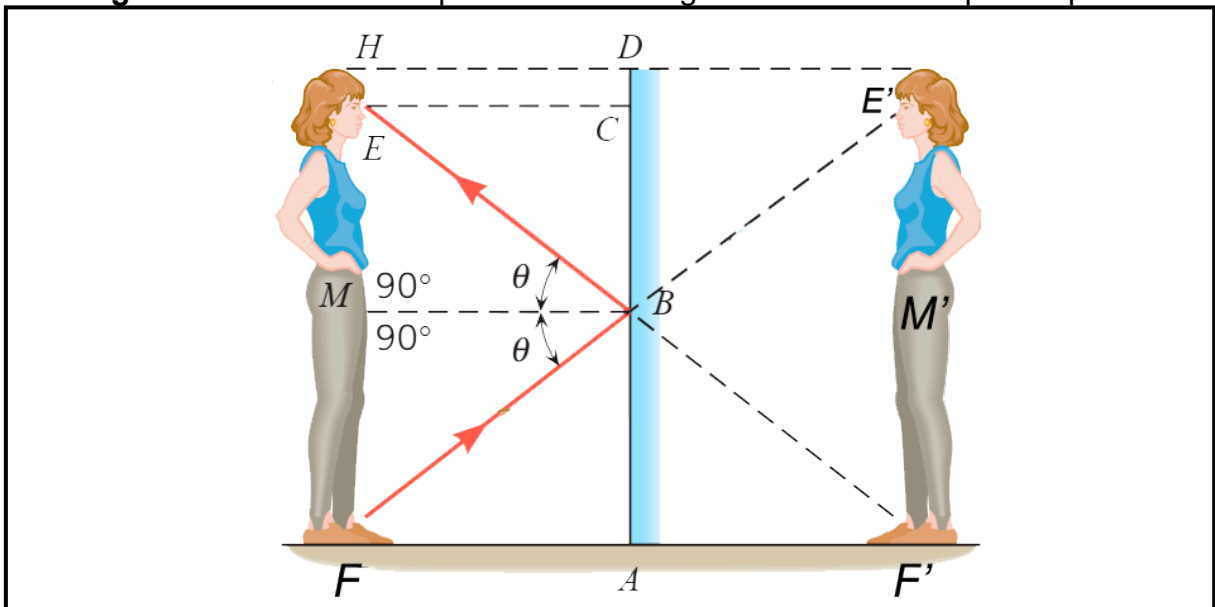
Inicialmente as duas lâmpadas dos dois lados do espelho são mantidas apagadas. Quando a lâmpada do lado do vidro onde encontra-se a garota tem seu brilho aumentado, a luz proveniente da lâmpada atinge a garota, refletindo de volta e atingindo o vidro. Parte destes raios refletem de volta para a garota que vê sua imagem virtual, direita e com o mesmo tamanho refletida pelo espelho, sobrepondo o professor que neste momento também visualiza a garota, devido ao fato de que enquanto o lado do vidro da aluna está claro, e o seu lado do vidro está escuro, este funciona como um espelho para a garota, mas para o professor apenas como um

vidro, pois os raios de luz atravessam o vidro (Refração da Luz). Observe que a garota apenas vê a si mesma e o professor vê a garota.

Entretanto, quando a lâmpada do lado do vidro, onde encontra-se o professor, tem seu brilho aumentado, a lâmpada da garota tem seu brilho diminuído gradativamente num movimento sincronizado. Então, a luz proveniente da lâmpada, atinge o professor, refletindo de volta e atingindo o vidro. Parte destes raios refletem de volta para o professor que vê sua imagem virtual, direita e com o mesmo tamanho sobrepor a imagem da garota, enquanto a que a garota agora vê a imagem do professor atravessar o vidro (Refração da Luz), sobrepondo a sua imagem que antes era refletida como se houvesse ali um espelho plano.

Na imagem 05, vemos o desenho esquemático da formação da imagem de um objeto real em frente de um espelho plano, cuja imagem será virtual, direita e mesmo tamanho. Podemos perceber a simetria, pois o objeto está a mesma distância do espelho assim como a distância da sua imagem ao espelho. Além do mais, percebemos o enantiomorfismo da imagem, visto que a cada ponto objeto, corresponde um ponto imagem.

Imagem 05 – Desenho esquemático da imagem formada em espelhos planos



Fonte: Cutnell & Johnson/ 2009

Vejamos que de acordo com a imagem 08 o triângulo EFF' é semelhante ao triângulo E'F'F , então $\overline{FA} \equiv \overline{F'A}$, o que significa que a distância da garota ao espelho plano é igual à distância da sua imagem até o espelho plano.

Na imagem 06 podemos ver a formação de triângulos a partir dos raios de luz provenientes do rosto da garota refletindo no espelho Plano. Podemos perceber que utilizando semelhança de triângulos, provamos que o espelho deve ter metade da imagem da garota afim de que seja possível ela visualizar toda a sua imagem, conforme demonstração abaixo:

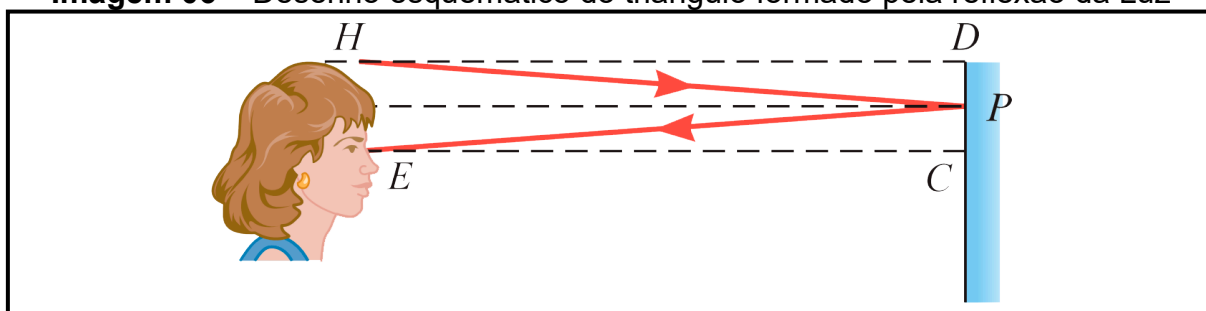
$$\frac{\overline{BD}}{\overline{FH}} = \frac{\overline{HD}}{\overline{FF'}} \quad (\text{Eq. 01})$$

Como $\overline{FA} = \overline{AF'}$ então temos que $\overline{FF'} = \overline{FA} + \overline{AF'}$ daí temos que $\overline{FF'} = 2 \cdot \overline{HD}$

$$\frac{\overline{BD}}{\overline{FH}} = \frac{\overline{HD}}{2 \cdot \overline{HD}} \quad (\text{Eq. 02})$$

$$\overline{FH} = 2 \cdot \overline{BD} \quad \text{ou} \quad \overline{BD} = \frac{\overline{FH}}{2} \quad (\text{Eq. 03})$$

Imagem 06 – Desenho esquemático do triângulo formado pela reflexão da Luz



Fonte: Cutnell & Johnson, 2009

Portanto, podemos observar que tanto o Fantasma de Pepper quanto a Transformação da Monga são Espetáculos Teatrais que se embasam nos mesmos princípios da Matemática e da Física. Estes princípios podem ser estudados de maneira interdisciplinar em sala de aula com o auxílio destes aparatos experimentais.

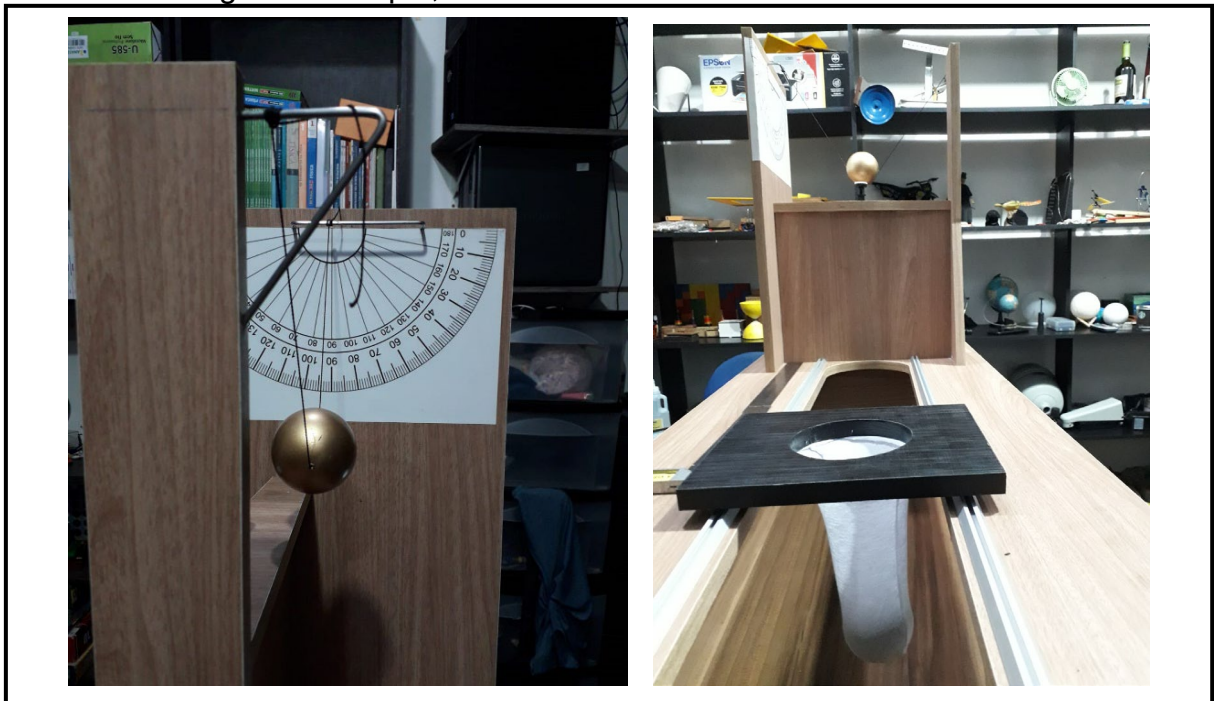
3.2. Aparato Experimental Pêndulo Balístico

O Pêndulo Balístico é um experimento comumente utilizado pela Física para estudar temas como Lançamento Horizontal, Pêndulo, Energia Mecânica, Trabalho da Força Peso, Impulso de uma Força, Quantidade de Movimento e Colisões. Mecânicas. Entretanto, também pode ser utilizado para os estudos da Matemática a partir de temas como Função Linear, Função Afim e Função Quadrática.

3.2.1. Análise Teórica: Pêndulo Balístico

Este experimento consiste num aparato com uma bolinha presa a um sistema pendular (imagem 07) que é abandonada de uma posição inicial com um ângulo 0° , e à medida que cai perde energia potencial gravitacional, ganhando energia cinética, ocorrendo uma colisão com outra bolinha e ao final do ângulo de 90° , sendo esta segunda bolinha lançada horizontalmente, adquirindo assim energia cinética com velocidade V_x e perdendo energia potencial gravitacional, contudo atingindo a cestinha na superfície horizontal que pode ter sua posição variável num trilho (imagem 07), num deslocamento ΔS_x .

Imagem 07 – Detalhe do Pêndulo Balístico com o transferidor para medir o ângulo de ataque, a bolinha dourada e o trilho com a cestinha



Fonte: Imagem elaborada produzida pelo Autor/2020

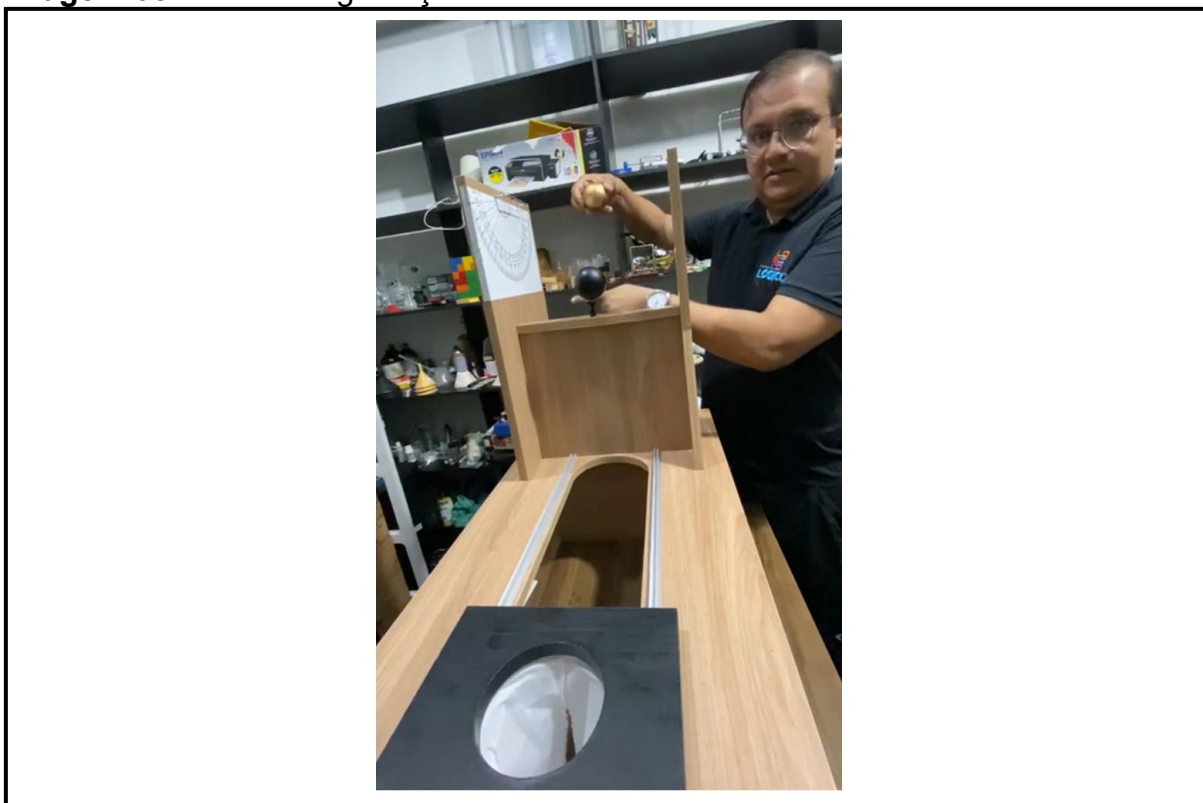
De acordo com as teorias da Álgebra pela Matemática e da Física Clássica, podemos verificar desprezando-se os atritos da amarração e do ar, as forças dissipativas tornam-se ínfimas. Portanto, pelo Princípio da Conservação da Energia Mecânica do Sistema, temos que:

$$E_{m_{antes}} = E_{m_{depois}} \quad \text{Eq. (04)}$$

$$E_{c_{antes}} + E_{p_{antes}} = E_{c_{depois}} + E_{p_{depois}} \quad \text{Eq. (05)}$$

Na imagem 08 vemos o professor fazendo gravações de vídeo aulas usando o Pêndulo Balístico, e na mesma imagem podemos visualizar o plano pendular da bolinha dourada, assim como o plano de lançamento horizontal da bolinha preta, após a colisão. Observemos que a posição da cesta, que corresponde ao alcance, é variável, podendo o usuário modificar de acordo com o ângulo de ataque (abandono) da bolinha dourada.

Imagem 08 – Testes e gravações de videoaulas usando o Pêndulo Balístico



Fonte: Arquivo particular do Autor/2020

Conforme vemos acima na imagem 08, a velocidade inicial da bolinha dourada, é nula quando a altura for máxima (ângulo de 90°). Logo, sua energia cinética inicial é nula.

No ponto mais baixo da trajetória (altura final nula para aquele referencial) a energia potencial gravitacional da bolinha dourada é nula. Desta maneira, tem-se que:

$$E_{pantes} = E_{cdepois} \quad \text{Eq. (06)}$$

$$mg\Delta h = \frac{mv^2}{2} \quad \text{Eq. (07)}$$

Como a massa é constante, então a velocidade não depende da massa. Sendo assim,

$$g\Delta h = \frac{v^2}{2} \quad \text{Eq. (08)}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \quad \text{Eq. (09)}$$

Substituindo na equação o valor da gravidade local de 9,78 m/s² e da altura $\Delta h = 0,17\text{m}$, obtêm-se que a velocidade com que a bolinha dourada chega no ponto mais baixo de sua trajetória, atingindo a bolinha preta, é de 1,8235 m/s. É importante ressaltar que esta é a velocidade de colisão entre as duas esferas.

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,78 \cdot 0,17} \quad \text{Eq. (10)}$$

Então, $v = 1,8235 \text{ m/s}$.

Considerando-se a colisão Perfeitamente Elástica, na qual não há dissipação de energia entre as esferas, pode-se dizer que a bolinha preta tem velocidade inicial de 1,8235m/s e que ela é projetada num lançamento horizontal.

Conhecendo-se a altura de queda da bolinha preta, então é possível calcular os alcances variando-se os ângulos de dez em dez graus.

Para se calcular o tempo de queda da bolinha preta, usa-se a seguinte equação:

$$\Delta S_y = v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 \quad \text{Eq. (11)}$$

Como a velocidade inicial da bolinha na direção vertical é nula, então:

$$\Delta S_y = \frac{1}{2}at^2 \quad \text{Eq. (12)}$$

Isolando o termo t, temos que:

$$t = \sqrt{\frac{2\Delta S_y}{g}} \quad \text{Eq. (13)}$$

Logo, substituindo os valores medidos: $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,325}{9,78}}$

Então, $t = 0,257 \text{ s}$.

O alcance da bolinha preta foi calculado através da equação:

$$\Delta S_x = v_x \cdot \Delta t \quad \text{Eq. (14)}$$

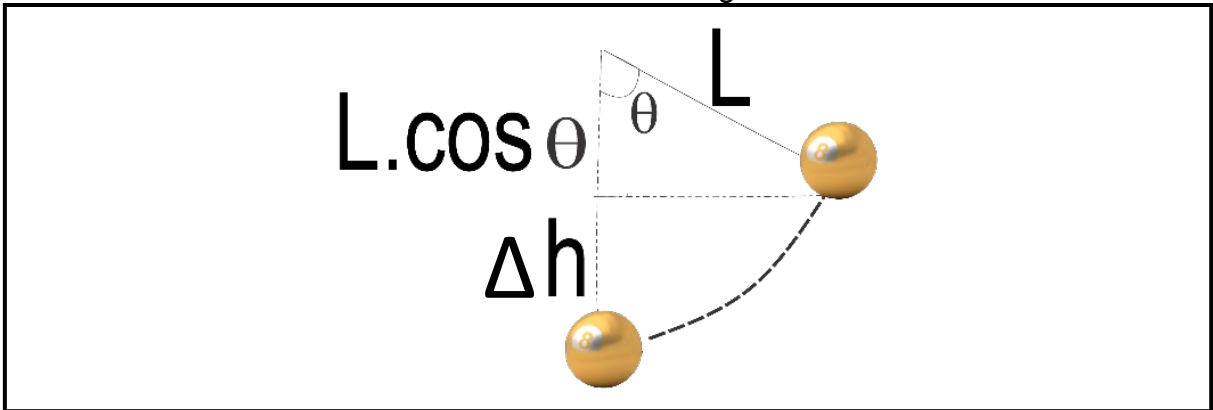
Em que ΔS_x é a distância horizontal, conhecida também como alcance.

Substituindo a velocidade horizontal inicial de 1,8235 m/s e o intervalo de tempo $\Delta t = 0,257$ s em (Eq. 13), temos que:

$$\Delta S_x = 1,8235 \cdot 0,257$$

$$\Delta S_x = 0,4686 \text{ m} = 46,86 \text{ cm}$$

Imagem 09 - Recorte do desenho esquemático do Pêndulo Balístico mostrando o deslocamento angular da esfera dourada



Fonte: Imagem elaborada produzida pelo Autor/2020

Verificando a imagem 09, que é um recorte da trajetória de queda da bolinha dourada, percebemos que para ângulos diferentes de 90° , temos que:

$$\Delta h + L \cdot \cos \theta = L \quad (\text{Eq. 15})$$

$$\Delta h = L - L \cdot \cos \theta \quad (\text{Eq. 16})$$

Inserindo algebricamente a (Eq. 16) na (Eq. 09), temos que:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot (L - L \cos \theta)} \quad (\text{Eq. 17})$$

Colocando L em evidência, temos que:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot L \cdot (1 - \cos \theta)} \quad (\text{Eq. 18})$$

Portanto, sabemos que:

$$\Delta S_x = v_x \cdot \Delta t \quad (\text{Eq. 19})$$

Inserindo algebricamente as (Eq. 18) e (Eq. 13) na (Eq. 16), temos que:

$$\Delta S_x = \sqrt{2 \cdot g \cdot L \cdot (1 - \cos \theta)} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta H}{g}} \quad (\text{Eq. 20})$$

Em posse dos dados relevantes, como o ângulo de ataque da bolinha dourada, a velocidade de colisão das bolinhas, assim como a velocidade de lançamento da bolinha preta e seu alcance, calculou-se os alcances da cestinha para cada ângulo de abandono da bolinha dourada, plotando esses resultados na Tabela 02, abaixo:

Tabela 02 - Medidas de grandezas relevantes no Pêndulo Cônico.

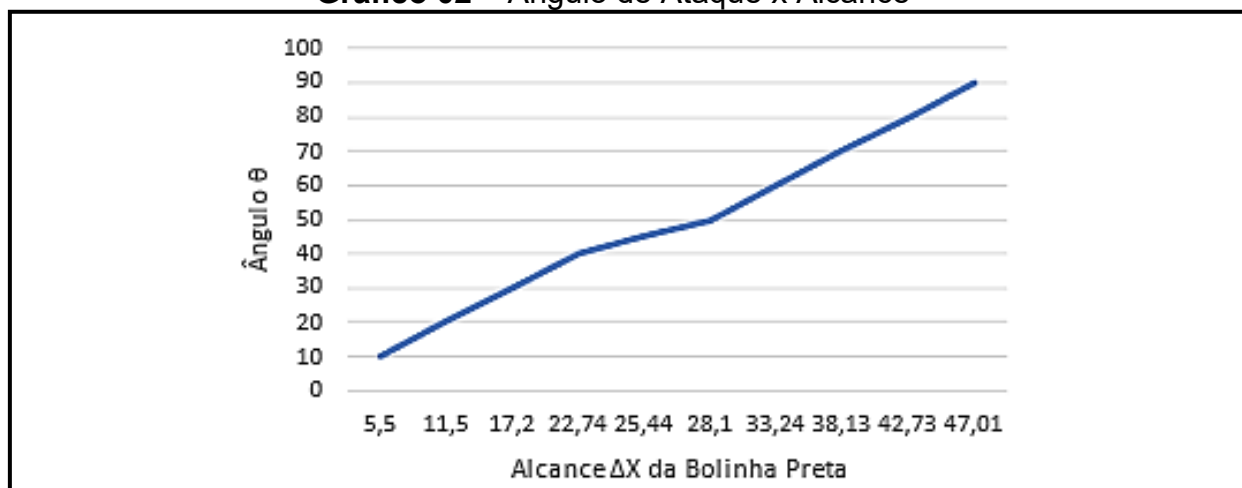
Ângulo	cos θ	Vx	ΔT	ΔS_x
90	0	1,823513093	0,257802575	0,470106371
80	0,173648178	1,657644437	0,257802575	0,427345004
70	0,342020143	1,479160106	0,257802575	0,381331284
60	0,500000000	1,289418474	0,257802575	0,332415403
50	0,642787610	1,089863588	0,257802575	0,280969639
45	0,707106781	0,986878174	0,257802575	0,254419735
40	0,766044443	0,882014182	0,257802575	0,227385527
30	0,866025404	0,667452116	0,257802575	0,172070874
20	0,939692621	0,447810336	0,257802575	0,115446658
10	0,984807753	0,224760450	0,257802575	0,057943823

Fonte: Elaborado pelo autor/2020

Com a intenção de interagir com o público, bem como de mostrar a correlação entre os resultados obtidos e a previsão teórica, imprimiu-se a Tabela 02 e mostrou-se os resultados para os alunos das Escolas-Campo.

Os dados descritos na Tabela 02 foram plotados no Gráfico 02, a seguir.

Gráfico 02 – Ângulo de Ataque x Alcance



Fonte: Gráfico produzido pelo Autor, 2022

Os resultados plotados relacionam o ângulo no qual a bolinha dourada foi abandonada e o deslocamento da bolinha preta e podemos perceber que a curva da função matemática do Alcance é praticamente linear durante o experimento, estando de acordo com as teorias do Movimento de Projéteis em duas Dimensões.

3.2.2. Construções Experimentais: Pêndulo Balístico

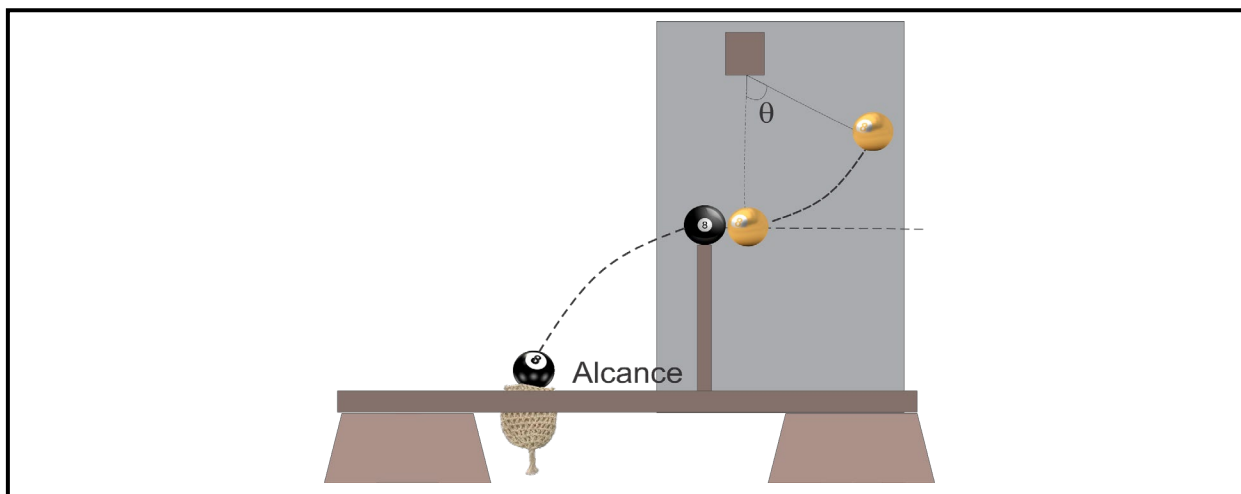
Durante a pandemia, devido ao isolamento, o professor dessa pesquisa deu continuidade na construção de outros aparatos experimentais, tais como o Pêndulo Balístico, com o intuito de relacionar conteúdos entre Matemática e Física, como é o caso das Funções Linear e Quadrática no estudo dos Movimentos e a Trajetória dos Corpos, ou até mesmo a Cinemática dos Lançamentos e a Estática e Dinâmica das Colisões, além de suas Análises Vetoriais.

Construiu-se um aparato experimental, conhecido como Pêndulo Balístico, para ensinar funções (função linear, função afim e função quadrática) nas aulas de Matemática e ensinar lançamento horizontal, impulso de uma força, momento linear e colisões nas aulas de Física. Portanto, trata-se de um equipamento que auxilia o professor no Ensino Interdisciplinar, além de facilitar a contextualização e conseqüentemente, o processo de Ensino-Aprendizagem.

O aparato experimental Pêndulo Balístico é composto de pés, suporte para bolinha preta, tábua vazada no piso onde fica o trilho que segura o suporte da cestinha responsável por variar a posição da cestinha de acordo com o alcance da bolinha preta. Além de fios barbantes alinhados nos três eixos com o plano de colisão entre as bolinhas e a cestinha para recolher a bolinha preta.

Com a finalidade de melhor compreensão sobre a produção e o funcionamento do Pêndulo Balístico, fora produzido um desenho esquemático conforme a Imagem 10, abaixo:

Imagem 10 - Desenho esquemático do aparato experimental Pêndulo Balístico



Fonte: Construído e produzido pelo Autor/2020

O aparato descrito acima foi construído baseando-se no modelo existente no Artigo Científico “Colisão Elástica: um exemplo didático e lúdico”, publicado pela Revista Física na Escola de autoria de Chesman et. All (2005). É importante ressaltar que a maior parte da estrutura do aparato Experimental para estudo de colisões foi construído de MDF devido a facilidade de manipulação desta matéria prima. Acrescentou-se um trilho de alumínio adaptado a partir de uma cantoneira para deslocamento do suporte da bolinha.

O Suporte da bolinha foi feito de pano de coar café e as bolinhas utilizadas são de bilhar. Perfurou-se a bolinha dourada, prendendo-a simetricamente ao fio de Náilon com o propósito de que esta não girasse no deslocamento até a colisão.

Colocou-se um suporte para a bolinha preta aguardar em repouso pela colisão e uma régua de inox sinalizada milimetricamente, com o total de um metro de comprimento.

Sinalizou-se na lateral com papel adesivo um transferidor com o objetivo de que o operador possa alinhar a bolinha dourada para cada ângulo de lançamento, conforme pode-se observar na imagem 11 abaixo:

Imagem 11 - Professor pesquisador fazendo os ensaios experimentais com o Pêndulo Balístico



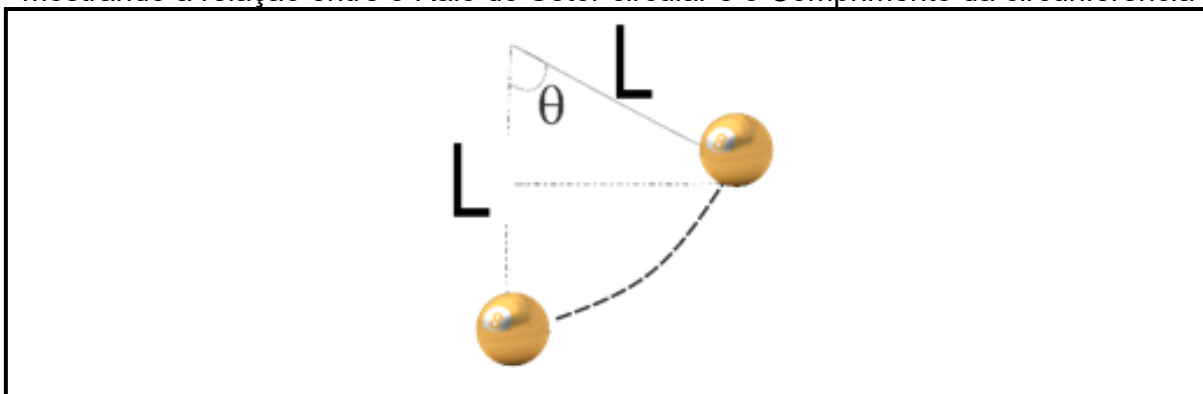
Fonte: Arquivo particular do Autor/2021

Com a finalidade de facilitar o uso do equipamento em aulas de campo para aplicação da Metodologia de Ensino e Aprendizagem Ativa, permitindo ao aluno usuário manipular o Aparato Experimental de maneira independente, evitando assim uma intervenção pré-discursiva desnecessária e incoerente com a metodologia empregada, algumas aferições foram feitas e disponibilizadas juntamente com o Aparato Experimental para o usuário.

Observe pela imagem 12, que a altura de queda da bolinha dourada é igual ao raio do setor circular determinado pela semicircunferência dada pela trajetória de queda da bolinha dourada, e o ângulo de ataque percorrido pelo fio entre as posições inicial e final (colisão).

Percebe-se também que o raio necessário aos cálculos é exatamente igual ao comprimento do fio medido com o auxílio de uma fita métrica. Ao realizar-se estes cálculos encontra-se o valor de $(17,00 \pm 0,05)$ cm.

Imagem 12 – Recorte do Desenho Esquemático do Pêndulo Balístico mostrando a relação entre o Raio do Setor circular e o Comprimento da circunferência



Fonte: Imagem elaborada pelo Autor/2020

Como a bolinha dourada é abandonada sem projetar-se por lançamento horizontal, conforme a imagem 12, então sua velocidade vetorial na direção horizontal é inicialmente nula.

A altura devido ao desnível vertical entre o ponto inicial de colisão da bolinha preta e sua entrada no cesto (nível horizontal mais baixo do aparato) foi medido com o auxílio de uma fita métrica, encontrando o valor de $(32,50 \pm 0,05)$ cm.

As massas das bolinhas foram aferidas com o auxílio de uma balança de precisão, encontrando os valores de 153,2 g, para cada uma delas.

Com o auxílio de uma fita métrica como mostra a imagem 13, mediu-se o comprimento da circunferência da esfera, encontrando o valor de $15,386\text{cm} \pm 0,005\text{cm}$.

Imagem 13 – Medindo a bolinha preta com o uso de uma trena e do paquímetro



Fonte: Arquivo particular do Autor/2020

Utilizando a equação do comprimento da circunferência dada por $L = 2 \cdot \pi \cdot R$ onde R é o raio da circunferência e $\pi \approx 3,14$, calculou-se seu raio encontrando o valor de $(2,45 \pm 0,05)$ cm, com a finalidade de confrontar estes resultados, mediu-se o raio da esfera com um paquímetro, como mostra a imagem 15, encontrando o mesmo valor calculado e, assim, corroborando-se com os cálculos feitos previamente.

Durante os eventos nas Escolas-Campo, foi mostrado aos alunos a Tabela 02 incompleta, e as equações Eq. 09; Eq. 13; Eq. 14, assim como a Eq. 20, com o intuito que testassem a teoria, verificando sua veracidade. Desta maneira, os alunos percebem a relação de conteúdos da Matemática como Funções (Linear e Quadrática) com temáticas de Física como Lançamento Horizontal, Pêndulo, Colisões e Conservação de Momento Linear.

3.3. Planejamentos Cursos e Palestras

Durante vários anos (desde 2007), o autor dessa Pesquisa ministrou cursos de extensão sobre Metodologias de Ensino-aprendizagem com utilização de aparatos experimentais e Tecnológicos, todos abertos a comunidade em geral, com

a participação de alunos envolvidos no projeto como podemos constatar pela Imagem 14, a seguir:

Imagem 14 - Mini Curso de Produção de Material para aulas de Geometria Plana e Espacial.



Fonte: Arquivo particular do Autor/2018

A aula prática constitui um importante recurso metodológico facilitador do processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas da área das Ciências da Natureza. Através da experimentação, alia teoria à prática e possibilita o desenvolvimento da pesquisa e da problematização em sala de aula, despertando a curiosidade e o interesse do aluno, transformando-o em sujeito da aprendizagem, possibilitando assim, que o mesmo desenvolva habilidades e competências específicas, estimulando a curiosidade e o interesse em investigações científicas, ampliando a capacidade de resolver problemas e compreendendo conceitos básicos.

Segundo Wichello (2018), quando os alunos se deparam com resultados não previstos, têm a imaginação e seu raciocínio desafiados. As atividades experimentais, quando bem planejadas, são recursos importantíssimos no ensino.

Na organização do conhecimento, os saberes necessários para o entendimento da física contida no tema da aula e encaminhamento de soluções para as questões da problematização inicial devem ser estudados de maneira ordenada com o acompanhamento do professor. Nesse momento pedagógico, segundo Gaspar e Monteiro (2005), as ações metodológicas podem ser diversas, como leitura

de textos, desenvolvimento de experimentos auxiliares, apresentação de hipóteses, entre outros. Essas atividades devem possibilitar aos alunos a vivência de situações variadas do mesmo tema, que oportunizam o desenvolvimento cognitivo necessário para a compreensão desejada dos assuntos estudados.

Deve ser ressaltado que o autor dessa Pesquisa, vem desde 2012 ministrando Cursos de Construção de Aparatos Experimentais com o uso de materiais de baixo custo, no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amapá (IFAP) – Campus Macapá, e em Escolas da Rede Estadual de Ensino, como podemos ver na imagem 15, que nos mostra um Mini Curso de Produção de Material para Aulas de Geometria Plana e Espacial e sua relação com as aplicações Tecnologias da Física Contemporânea.

Imagem 15 - Mini Curso na Escola Santa Inês de Produção de Material Didático de Ensino de Geometria, Física e Astronomia com aplicação de PBL



Fonte: Arquivo particular do Autor/2021

Temas transdisciplinares como é o caso da Astronomia podem ser abordados entre a Matemática e todas as Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), podendo ser aprofundado em quaisquer níveis de Ensino.

Na imagem 15, observamos alunos de Ensino Médio, tendo aulas com aplicação de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), relacionando conteúdos de Matemática como Geometrias Plana e Espacial e conteúdos contemplados pela BNCC e os processos seletivos de todo o país, como é o caso de Satélites Geoestacionários, Gravitação Universal e Eclipse.

Durante os estudos das Metodologias Ativas de Ensino Aprendizagem, o professor pesquisador fez palestras em Escolas com turmas de Ensino Médio e Instituições de Ensino Superior (IES), tendo como público além dos discentes, docentes interessados na temática.

3.4. Planejamentos e Treinamento dos Alunos-Monitores

No planejamento da Pesquisa, discutiu-se com os alunos monitores as Teorias da Aprendizagens e a metodologia empregada, orientando as observações, indagações e conclusões dos alunos.

Os monitores em equipes tiveram contato com os experimentos conforme mostra a Imagem 16, sem a intervenção do professor, tendo oportunidade de interagir, discutindo com seus pares, levantando hipóteses e testando teorias baseando-se em conhecimentos prévios.

Imagem 16 - Pesquisador durante um treinamento discutindo PBL com os monitores



Fonte: Arquivo particular do Autor/2022

Com isso, cada monitor identificou-se com pelo menos um dos experimentos, estudando e discutindo a fundo o seu funcionamento, assim como os conceitos e leis científicas que regem sua natureza.

3.5. Aplicação do PBL nas Escolas-Campo

Depois de compreendidos os conceitos científicos envolvidos, os discentes do IFAP fizeram visitas técnicas em Escolas Públicas Estaduais da cidade de Macapá. A visita contemplou escolas dos Níveis Fundamental e Médio.

As discussões prévias foram fundamentais para que ocorressem as intervenções dos alunos do Ensino Médio Integrado do Curso Técnico em Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amapá (IFAP), Campus Macapá, com os alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental Antônio João, situada na cidade de Macapá, conforme mostra a imagem 17 abaixo:

Imagem 17 - PBL com a participação de Alunos dos Cursos Técnicos do IFAP na Escola Estadual de Ensino Fundamental Antônio João



Fonte: Arquivo particular do Autor/2019

As discussões sobre os conceitos que envolvem o funcionamento dos equipamentos experimentais ocorreram conforme o PBL e foram utilizados vários aparatos Interdisciplinares, que enfatizavam a contextualização, estudando Sólidos Geométricos, Divisibilidade, Tangram e quebra cabeças, entre outros, construídos com o uso de EVA e palitos de madeira pelos próprios alunos-monitores, com o auxílio do pesquisador.

Durante as discussões, os monitores e o pesquisador anotaram algumas observações comportamentais e comentários que envolviam a epistemologia dos alunos das Escolas-Campo, com o objetivo de servir como dados qualitativos da referida Pesquisa.

Nestas visitas, replicou-se o mesmo procedimento antes tomado com os discentes no ambiente de sala de aula, porém, agora os monitores faziam o papel de professores como podemos constatar na imagem 18, observando, anotando e interagindo quando necessário, com foco no aluno, fomentando as discussões de

maneira intradisciplinar e interdisciplinar, mostrando assim as relações entre os diferentes conteúdos, assim como também entre as diferentes disciplinas, sendo epistemologicamente respeitadas suas características e especificidades intelectuais, como idade, série e tipo de ensino envolvido.

Imagem 18 - Alunos de Ensino Fundamental interagindo com um aparato para estudo de funções, lançamento horizontal e colisões



Fonte: Arquivo particular do Autor/2022

Durante o uso e discussão do Pêndulo Balístico, os alunos normalmente duvidavam que era possível prever a posição que a bolinha preta iria cair, atingindo a cestinha. Foram mostradas as equações e dada uma calculadora para que eles mesmos pudessem verificar como a Tabela 02 de posições foi produzida e confirmar a veracidade da Teoria com a prática provocando a variação do alcance à medida que variavam os ângulos de abandono da bolinha dourada. Vários alunos afirmavam que: “- só pode ser coincidência (...)” ou “- tem algum imã nessa cesta para puxar a bolinha(...)”.

Percebemos nestes argumentos que os alunos não tinham a percepção da proximidade entre aquilo que se estuda em Matemática e Física e a realidade que os rodeia, sendo necessário inserir mais contextualização nos livros didáticos e na argumentação durante as aulas, estimulando os alunos a pensar.

Na imagem 19, podemos ver uma aula de aplicação da Metodologia Ativa de Aprendizagem baseada em Projetos (PBL), com Alunos do Ensino Fundamental da Escola Estadual Santa Inês, em Macapá-AP, interagindo com o experimento

chamado de bolhas que sobem e bolhas *que descem*, discutindo sobre Razão e Proporção, relacionando ao formato das Garrafas e das Bolhas formadas em seu interior (Geometria Espacial), além da diferença de densidades e o conceito físico de líquidos imiscíveis.

Imagem 19 - Alunos de Ensino Fundamental interagindo e levantando hipóteses sobre o funcionamento de um Experimento



Fonte: Arquivo particular do Autor

Nesta experimentação vários alunos afirmaram: “- *O líquido de cima é mais leve e o de baixo é mais pesado*”. Uma aluna indagou: “- *Porque que as bolinhas de dentro são redondinhas e não são que nem as gotinhas de chuva?*” Essa pergunta foi feita por mais de uma aluna. Contudo, verificamos com a professora de Ciências da Escola Santa Inês e ela afirmou que o estímulo a essa pergunta deve ter sido pelo fato deles terem estudado há pouco tempo sobre o ciclo da água, sua formação e precipitação em chuva com imagens no livro escolar. Portanto, percebemos que os experimentos epistemologicamente atuam relacionando seus cotidianos escolares, assim como da vivência social.

Na Imagem 20, podemos ver como é possível inserir conteúdos de Matemática Básica para alunos de séries iniciais, através da Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), sob a intervenção de um aluno do Curso de Licenciatura em Física, orientado por este Pesquisador. Neste momento, discorreu-se sobre o conteúdo com um estudante da Escola Estadual de Ensino

Fundamental Santa Inês, situada na Orla da cidade de Macapá, sobre os conceitos e teorias acerca dos Mínimos Múltiplos Comuns (MMC), como a Transmissão de Movimentos de Rodas Dentadas e seu formato circular, assim como, o conteúdo de Razão e Proporção nas relações matemáticas e dos conceitos físicos do Movimento Circular Uniforme (MCU), tais como Frequências, Períodos e Velocidades Linear e Angular.

Imagem 20 - Aluno de Ensino Fundamental aprendendo sobre conceitos interdisciplinares da Matemática e da Física presentes em engrenagens



Fonte: Arquivo particular do Autor/2019

Na discussão com o aluno da imagem 20, o mesmo afirmou que no caso do equipamento da direita na imagem 20, “- a roda menor (azul) girava bem mais que a maior (branca) e essa girava menos que a roda de tamanho médio (vermelha)”.

Imagem 21 - Alunos do Curso de Licenciatura em Química do IFAP aplicando o PBL



Fonte: Arquivo particular do Autor/2019

Na imagem 21, ainda podemos observar os alunos de Ensino Médio da Escola-Campo Estadual Santa Inês mostraram-se muito intrigados com o experimento do Duplo Cone, levantando hipóteses como: “- *É bruxaria!!*” outro afirmou: “- *Só pode ser mágica!!*”. No caso deste experimento os alunos não perceberam que o seu funcionamento é devido ao centro de massa do Duplo Cone estar elevado em relação à borda dos cones e quando colocado no suporte, este centro de massa tende a descer, perdendo energia potencial gravitacional e ganhando energia cinética pois aumentou sua velocidade. Duas alunas ainda falaram que ele subia quando deveria descer por causa de seu formato. Entretanto, quando indagadas sobre qual é o nome desse formato na geometria espacial disseram; “- *Isso são dois chapéus de palhaço.*”, o que nos leva a confirmar que os alunos fazem relações com conhecimentos prévios, que são os subsunçores, facilitando a conexão entre a ideia antiga e a nova informação para que ocorra a ancoragem.

Assim, percebemos que o conteúdo de centro de massa, conservação do momento angular e até mesmo a Geometria Espacial do Duplo Cone são conteúdos que os alunos não tem a percepção facilmente. Entretanto, não podemos desprezar a Contextualização e a Criatividade das alunas que relacionaram o Duplo Cone a dois chapéus de palhaço.

O professor deve aproveitar todas as hipóteses e relações empíricas que os alunos levantam, pois estas servirão como base para fomentar as discussões nas intervenções dentro de sala de aula.

Pois pelo PBL, evidenciamos nessa Pesquisa que o raciocínio na análise dos experimentos, ocorreu de maneira estruturada e lógica, pois a existência prévia de conhecimentos na estrutura cognitiva, possibilitou a conexão com o novo conhecimento eu pretendia absorver.

Podemos ver na imagem 22 a aplicação de um bom exemplo de que conteúdos teoricamente complexos, tais como Física Quântica, podem ser discutidos, utilizando-se equipamentos simples. Uma das alunas presentes na atividade está utilizando um espectroscópio caseiro, construído pelos alunos do Curso de Licenciatura em Física, do IFAP, juntamente com o pesquisador. Neste Experimento, é possível ensinar sobre o Espectro Quântico da Luz do Sol e sua relação com a Óptica e a Ondulatória; além de fazer interdisciplinaridade com a

Matemática nos conteúdos de Geometrias Plana e Espacial e o formato e características entre as Ondas Eletromagnéticas e as funções senoidal e cossenoidal.

Imagem 22 - Aluna do Ensino Fundamental manipulando um experimento da Quântica em uma das aulas com PBL



Fonte: Arquivo particular do Autor 2020

Na imagem 23 (foto da Esquerda), é possível observar os alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental Santina Riolli, realizando a intervenção de alunos do Ensino Médio Técnico de Redes de Computadores do IFAP, Campus Macapá, numa interação provocada em uma aula de aplicação do PBL, discutindo sobre o funcionamento e os conceitos de Matemática e Física em um protótipo tecnológico do periscópio, utilizado por submarinos para visualizar acima da superfície da água, quando imersos.

Imagem 23 - Alunos do Ensino Fundamental Santina Riolli manipulando um Periscópio e os Alunos monitores do IFAP aplicando PBL



Fonte: Arquivo particular do Autor/2019

Os conceitos relacionados neste experimento com a disciplina de Física é a reflexão da Luz em espelhos planos, e para a disciplina de Matemática são na Geometria Plana o estudo dos ângulos e a semelhança de triângulos.

Na imagem 23 (foto da direita), observam-se alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental Santina Riolli participando das discussões com os alunos do Ensino Médio Integrado Técnico de Redes de Computadores do IFAP Campus Macapá, num diálogo sobre como a Ciência Física e a Geometria estão presentes em seus cotidianos. Na ocasião mostrou-se que até numa simples champandeirola (tigela para garrafas de champagne) pode-se deslindar sobre a geometria espacial de uma esfera, como a planificação e o volume, e estudar as imagens em espelhos esféricos Convexos e Côncavos.

Os alunos da Escola Campo Santina Riolli descreveram que conseguiam visualizar os amigos pelo periscópio porque *“- tem um espelhinho que reflete no outro espelhinho aqui dentro do cano (...)*” outro completou: *“- os espelhinhos tão na ponta!”*

Perguntamos o que teria a ver com a disciplina de Matemática e uma aluna respondeu: *“- tudo(...) a gente viu na aula de geometria que o professor falou de ângulos entre duas retas”*.

Portanto, os alunos percebem a presença dos conteúdos vistos em sala de aula na disciplina de Matemática nos experimentos propostos pela pesquisa.

Imagem 24 - Alunos do Ensino Fundamental discutindo sobre o pássaro equilibrista



Fonte: Arquivo particular do Autor/2022

Nas aulas de campo, os alunos dessas escolas públicas foram estimulados às discussões colaborativas entre pares, como pudemos observar, na imagem 24, com a finalidade de promover a aprendizagem dos conceitos básicos dos conteúdos e sua efetiva aprendizagem.

À medida que os alunos vão desvendando os conceitos envolvidos e construindo as relações lógico-dedutivas, entusiasmam-se como num jogo matemático, como vemos na reação dos alunos na imagem 25 a seguir:

Imagem 25 - Alunos do Ensino Fundamental no momento que descobriram que o funcionamento do pássaro equilibrista é geometria pura



Fonte: Arquivo particular do Autor/2022

Os alunos da imagem 25 foram indagados sobre os conteúdos envolvidos no experimento que estavam interagindo, a aluna falou: “O pássaro tá parado na ponta do meu dedo”; o aluno retrucou “Ele nem gira, olhe que eu me mexo e ele não cai!”, percebemos nesta afirmativa que os alunos mesmo sem usar termos técnicos como equilíbrio, Força Resultante da Translação Nula, Momento de Inércia Nulo, eles de seus jeitos compreendem que o corpo está em repouso, tanto de deslocamento quanto de rotação (torque).

Outros alunos que foram indagados sobre o porquê que o pássaro não caia, responderam: - “Porque ele tá equilibrado no meu dedo, ué (...)” e o outro concluiu – “Ele não escorrega porque tá na ponta do bico.” Percebemos nesta argumentação empírica que usaram a palavra equilíbrio e também mesmo sem utilizar o termo técnico, o aluno se referia ao pássaro não escorregar por causa do atrito no bico.

Como resultado da aplicação da Metodologia PBL, podemos ver na imagem 26 um aluno naturalmente explicando corretamente a um professor de Linguagens o funcionamento do pássaro equilibrista, que é um dos aparatos experimentais utilizados no projeto que faz referência na Matemática, quanto ao conteúdo de Pontos Notáveis de um triângulo e na Física ao conteúdo da Estática, Equilíbrio de corpos Centro de Massa e Centro Geométrico.

Imagem 26 – Foto a esquerda mostra um Aluno do Ensino Fundamental explicando cientificamente um experimento científico ao professor de Linguagens e na foto da direita professores de outras áreas participando das aulas com PBL



Fonte: Arquivo particular do Autor/2022

Na imagem 26, podemos ver professores da Escola Campo, inclusive de áreas distintas às Ciências da Natureza e Matemática, participando das aulas com PBL, inclusive estando ativamente nas discussões Experimentais.

De acordo com Freire (1996, p. 64):

Todo ensino de conteúdos demanda de quem se acha na posição de aprendiz que, a partir de certo momento, vá assumindo a autoria também do conhecimento do objeto. O professor autoritário, que recusa escutar os alunos, se fecha a esta aventura criadora. Nega a si mesmo a participação neste momento de boniteza singular: o da afirmação do educando como sujeito de conhecimento. É por isso que o ensino dos conteúdos, criticamente realizado, envolve a abertura total do professor, à tentativa legítima do educando para tomar em suas mãos a responsabilidade de sujeito que conhece. Mais ainda, envolve a iniciativa do professor que deve estimular aquela tentativa no educando, ajudando-o para que a efetive.

Portanto, podemos observar que após a aplicação da Metodologia Ativa Baseada em Projetos PBL com o uso de Aparatos Experimentais estimulando as discussões Interdisciplinares entre Matemática e Física, os alunos das Escolas-Campo mostraram-se participativos na aula de maneira ativa, indagando sobre o funcionamento dos Equipamentos, e os conceitos científicos envolvidos.

Os professores das escolas-campo, relataram que os alunos melhoraram a participação nas aulas, pedindo a eles que também utilizassem experimentos. Vários professores entraram em contato posteriormente com o Pesquisador, indagando sobre a Metodologia PBL, assim como as fontes para estudos e construção de Aparatos Experimentais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentamos uma alternativa de prática docente que se demonstrou estimuladora, tornando as aulas mais interessantes para estudantes e também para os professores, visto que houve a participação efetiva destes durante as demonstrações experimentais.

Discorreremos sobre a Metodologia de Aprendizagem Ativa Baseada em Projetos (PBL), aplicando de maneira diferenciada, por meio de aulas com o uso de Aparatos Experimentais, tornando o aluno um sujeito ativo no processo de Ensino-Aprendizagem.

Em nossa Pesquisa pudemos verificar que os alunos envolvidos, tanto os monitores quanto os alunos das Escolas Campo, entusiasmaram-se durante o uso, mas também durante as observações e discussões, constituindo uma participação ativa, conforme o esperado. Assim, podemos verificar que com o PBL, os alunos demonstraram alteração no envolvimento com o processo de Aprendizagem, sentindo-se parte do processo, participando e estimulando a participação dos colegas.

Com a finalidade de desenvolver competências e habilidades próprias à epistemologia do ensino de Matemática e Ciências da Natureza, construímos alguns dos equipamentos com a presença dos alunos monitores, oportunizando assim a sua aprendizagem mais significativa, visto que neste momento tornaram-se o foco de sua própria aprendizagem, levantando hipóteses, mudanças, inferindo e argumentando durante a produção do referido material, assim como, no seu planejamento.

Desde o momento da construção de experimentos e no planejamento das atividades de campo, os alunos monitores envolvidos foram qualificados tanto para as teorias em questão, quanto para a confecção dos materiais, como no Fantasma de Pepper.

Os alunos-monitores se depararam com indagações feitas tanto pelo professor pesquisador, no planejamento, quanto pelos alunos ouvintes nas aulas de campo, fazendo-os repensar sobre os conceitos, Leis e Teoremas aprendidos em sala de aula. Contudo, após a aplicação nas Escolas-Campo, vários alunos

monitores descreveram o quanto estavam mais confiantes com seus conhecimentos, visto que anteriormente estavam ansiosos e com receio, entretanto depois relataram que se sentiam mais confiantes, como no relato do monitor José: “- *Eu estava com medo, mas quando eles (alunos) pegaram o experimento e começaram a discutir a teoria, comecei a perceber os erros conceituais e já sabia o que falar na hora da argumentação.*”

Desta maneira, quando o aluno participa mais ativamente do próprio aprendizado, tem maior engajamento na compreensão dos conteúdos em questão, direcionando-o a um aproveitamento significativo dos conteúdos. Assim, a cada visita técnica da equipe de alunos envolvidos no projeto, estes mostraram-se cada vez mais interessados nos conteúdos e conceitos de Matemática e Física estudados em sala de aula.

Durante a aplicação do PBL nas aulas de Campo, os monitores relataram o quanto é importante divulgarem as Ciências, com o intuito de evitar a propagação de teorias já desmistificadas, como é o caso da terra plana, percebendo assim a importância da Matemática e da Física na sociedade em que vivemos.

Observamos vários alunos das Escolas-Campo, explicando o funcionamento dos experimentos para outros colegas, e até mesmo para professores das mais diversas áreas do Ensino, o que corrobora que a Metodologia de Aprendizagem Ativa Baseada em Projetos (PBL), estimula a aprendizagem contínua, complementando-se em um exercício coletivo de memória, imaginação, percepção, raciocínios e competências para a produção e transmissão de conhecimentos.

Nas discussões entre os alunos sobre o funcionamento dos mais diversos experimentos, estes em conjunto, modelavam suas hipóteses e levantavam indagações empiricamente acerca de outras possibilidades de uso, até mesmo com outras áreas do saber, conseguindo aproximar alguns dos experimentos com situações de seu cotidiano, especialmente os equipamentos tecnológicos. Todavia, com outros experimentos mais complexos, como é o caso dos que envolvem centros de massa e conservação do momento angular, foi necessária a intervenção direta dos monitores afim de sanar dúvidas e estimular a discussão entre os discentes. Após a aplicação do PBL nas Escolas Campo, vários alunos relataram que tinham o sonho de seguir a carreira de cientistas.

Os alunos das Escolas de Campo ao receberem os experimentos, analisavam inicialmente suas características externas, buscando antes mesmo de testar seu funcionamento, compreender o que vai acontecer ao iniciar o uso do equipamento. Desta maneira, observamos conforme Ausubel (1963), que epistemologicamente os alunos baseiam-se em conhecimentos anteriormente adquiridos, mesmo que estes conhecimentos sejam absolutamente empíricos. O que nos concede a confirmação do que nos relata a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Assim, percebemos que os alunos construíram seus conhecimentos a partir de conhecimentos previamente adquiridos com seus professores, em sala de aula, com sua família, ou amigos no cotidiano intrínseco a cada um. Podemos verificar que com o PBL, os alunos demonstraram alteração no envolvimento com o processo de Aprendizagem, sentindo-se parte do processo, participando e estimulando a participação dos colegas.

Vários monitores relataram que os alunos das Escolas Campo reclamavam entre eles do fato de nunca terem tido alguma aula com experimentos, como o aluno João que lamentou para outro colega: “- *Mano, se nossas aulas de Matemática fossem assim (...)*”, o que nos demonstra que a Metodologia aplicada foi satisfatória ao encantar e assim, entusiasmar os estudos de Matemática e de Física.

Os professores de Matemática e Física das Escolas Campo utilizadas na pesquisa, relataram posteriormente, dentro de um intervalo de 30 dias, que houveram mudanças na postura cognitiva dos alunos, mostrando mais interesse e envolvimento com estas disciplinas, melhorando assim, o rendimento escolar, o que sugere que as Metodologias Ativas de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) é eficiente.

Contudo, comprovamos que a aplicação do PBL no Ensino Interdisciplinar de Física e Matemática mostra-se eficiente, no entanto requer uma mudança de postura do professor, da escola e da Comunidade Escolar.

Observamos vários professores das Escolas Campo nas mais diversas áreas, participarem ativamente com os alunos no evento, e alguns ao final relataram sobre a importância do evento tanto para formação dos alunos, quanto para a sua própria, mostrando interesse em uma mudança de postura em sala de aula.

Ao final de cada uma das visitas técnicas, tanto a equipe de coordenação, quanto a de professores das Escolas Campo, indagavam quando seria a próxima visita, numa demonstração de satisfação quanto aos objetivos por eles alcançados.

Apesar de que a metodologia PBL é amplamente utilizada em cursos universitários, este estudo mostra que há a possibilidade de se aplicar as Metodologias Ativas em outros segmentos de Ensino, como o Fundamental e o Médio. Portanto, a Metodologia Ativa de Aprendizagem PBL é de possível aplicação na Educação Básica com a finalidade de estimular cognitivamente os alunos, entretanto requer uma mudança de postura necessária prioritariamente pelo professor, para estudar, planejar e executar.

Espera-se que este trabalho tenha contribuído com o processo de Ensino-Aprendizagem, estimulando a participação de todos os alunos envolvidos, tanto os monitores quanto os das Escolas-Campo, aumentando o interesse nas disciplinas de Matemática e Física, e assim, incentivando os professores quanto a mudança de postura do planejamento e execução de suas aulas, por ser viável a construção dos equipamentos, levando-o a conhecer as condições de enfrentamento das aulas experimentais mais criativas, colocando os alunos no centro do processo de Aprendizagem, fomentando assim a curiosidade e discussões nas aulas, processo fundamental na Metodologia PBL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. R. P. **Contexto Atual do Ensino Médico: Metodologias Tradicionais e Ativas: Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/18510>

Acesso em: 07/08/2021.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E.. **Instrução Pelos Colegas e Ensino sob Medida: Uma Proposta para o Engajamento dos Alunos no Processo de Ensino-Aprendizagem de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2, p.362-384, 2013.

Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>

Acesso em: 15/08/2022.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G.. **Metodologias ativas de aprendizagem no Ensino de Engenharia**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION. Portugal: Copec, 2014.

Disponível em: <http://copec.eu/intertech2014/proc/works/25.pdf>

Acesso em: 12/10/2022.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

Disponível em:

<http://menteaprendente.com/wp-content/uploads/2020/08/As-metodologias-ativas-e-a-promocao-da-autonomia-de-estudantes.pdf>

Acesso em: 05/09/2022.

BERBEL, N. A. N.. **Metodologia da problematização: fundamentos e aplicações**. Editora EDUEL, Londrina-PR, 1995.

BRUM, W. P. **Crise no ensino de Matemática: amplificadores que potencializam o fracasso da aprendizagem**. São Paulo, SP: Clube dos Autores, 2013.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1996.

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm

Acesso em: 13/12/2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Proposta preliminar. Segunda versão revista. Brasília, DF: MEC, 2017.

Disponível em:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>

Acesso em: 13/12/2019.

CHESMAN, C.; Salvador C.; Sousa; E.S.; Júnior, A. Albino. **Colisão Elástica; Um Exemplo Prático e Lúdico**. Revista Física na Escola v. 6, n. 2, 2005

Disponível em:

<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol06-Num2/a081.pdf>

Acesso em: 20/09/2019

CUTNELL, J. D. e HOHNSON, K. W.. **Physics, Vol 2**. 8ª Edição. Columbus State: Editora Wiley & Sons, 2009.

CYRINO, E. G.; PEREIRA, M. L. T.. **Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas**. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro / RJ, v. 20, n. 3, p. 780-788, maio. 2004.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csp/a/mrrzr85SM93thZzwGFBm56q/?lang=pt>

Acesso em: 20/03/2022.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N.. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica**. Revista Thema, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>.

Acesso em: 20/03/2022.

Fazenda, I. C. A.. **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Ed. Cortez, 2008.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3ª ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

FREIRE, P.. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª Edição. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I.C.C. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. Investigações em Ensino de Ciências. V. 10, p. 227-254. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

GEMIGNANI, E. Y. M. Y.. **Formação de Professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar Para a Compreensão**. Revista Fronteira das Educação, Recife / PE, v. 1, n. 2, p. 1-27, jan. 2012.

Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4514573/mod_folder/content/0/FORMA%C3%87%C3%83O%20DE%20PROFESSORES%20E%20METODOLOGIAS%20ATIVA%20S.pdf?forcedownload=1

Acesso em: 30/10/2022.

GIL, A. C.. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física 4**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

KATO, L. A.. MATHEUS, S. M. G.. **DESPERTANDO O INTERESSE PELA MATEMÁTICA: RELATO DE UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA.** Cadernos PDE. Curitiba-PR, 2007.

Disponível em:

http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_sonia_maria_gabriel_matheus.pdf

Acesso em: 12/10/2022.

LAKATUS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

Le Monde, Journal. **PEPERS Ghost: Imagem do Fantasma de Pepper.** Paris: Le Monde Illustré, 1862.

Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peppers_Ghost.jpg

Acesso em: 13/12/2019.

MARQUEZAN, L. I. P.. **A COMPLEXIDADE E A EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR/TRANSDISCIPLINAR NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES,** UFSM. Rio Grande do Sul/RS, 2016.

Disponível em: http://uece.br/eventos/spcp/anais/trabalhos_completos/247-38182-08032016-163128.pdf

Acesso em: 10/12/2020.

MASSON, T. J., MIRANDA, L. F., MUNHOZ JR, A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. **Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL).** In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém/PA, 2012.

Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/104325.pdf>

Acesso em: 08/02/2020.

MEDEIROS, A.. **A HISTÓRIA E A FÍSICA DO FANTASMA DE PEPPER.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 23, n. 3: p. 329-344, 2006.

Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/5811>

Acesso em: 10/07/2020.

MEYERS, C.; JONES, T.. **Promoting active learning.** San Francisco: Jossey Bass, 1993.

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

MORAN, J.. **Mudando a educação com metodologias ativas.** In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T.. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, vol II.** Coleção Mídias Contemporâneas. UEPG, 2015.

Disponível em: <http://uepgfocafoto.wordpress.com/>

Acesso em: 06/05/2021.

MOREIRA, M. A.; MÜLLER, A. D. E.. **O USO DE MAPAS E ESQUEMAS CONCEITUAIS EM SALA DE AULA**. Textos de Apoio ao Professor de Física. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>

Acesso em: 15/10/2021.

MOREIRA, M. A.. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012.

Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>.

Acesso em: 10/09/2022.

MORIN, E.. **Complexidade e transdisciplinaridade: a reforma da universidade e do Ensino Fundamental**. Natal: Editora da UFRN, 1999.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 4**. 1ª edição. São Paulo: Editora Blucher, 1998.

PAIVA, T. Y.. **Aprendizagem Ativa e Colaborativa: uma proposta de uso de metodologias ativas no ensino da matemática**. Dissertação PROFMAT. Universidade de Brasília. Brasília/DF, 2016.

Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/21707>

Acesso em: 13/12/2021.

RAMOS, M. N. **A contextualização no currículo de ensino médio: a necessidade da crítica na construção do saber científico**. SBF, 2004. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/ensino/arquivos/contextualizacao>

Acesso em: 10/06/2022

RIBEIRO, L. R. C.. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2005.

ROSITO, B. A.. **O ensino de ciências e a experimentação**. In: MORAES, R. (ORG.) **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTOS, D. F. A. dos; CASTAMAN, A. S.. **Metodologias ativas: uma breve apresentação conceitual e de seus métodos**. Revista Linhas. Florianópolis, v. 23, n. 51, p. 334-357, 2022.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5965/1984723823512022334>

Acesso em: 10/11/2022.

SILBERMAN, M.. **Active learning: 101 strategies do teach any subject**. Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon, 1996.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª ed.. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

Disponível em:

<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgcb/files/2011/03/Metodologia-da-Pesquisa-3a-edicao.pdf>

Acesso em: 04/08/2022.

SOUZA, A. R.. **Ensino da geometria na perspectiva das metodologias ativas: um estudo sobre aulas contextualizadas**. Amazon live Journal. v. 2, n.2, p. 1-11, 2020.

Disponível em:

<http://amazonlivejournal.com/wp-content/uploads/2021/02/ENSINO-DA-GEOMETRIA-NA-PERSPECTIVA-DAS-METODOLOGIAS-ATIVAS-UM-ESTUDO-SOBRE-AULAS-CONTEXTUALIZADAS.pdf>

Acesso em: 10/09/2022.

SOUZA, F. J. S.; FORTALEZA, F. J. S.. **A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NO ENSINO DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: REFLEXÕES A PARTIR DOS PCN**. XII Encontro Nacional de Educação Matemática. São Paulo - SP: 2016.

Disponível em: http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/8372_4193_ID.pdf

Acesso em: 10/09/2022.

TAVARES, R.. **Aprendizagem significativa**. Universidade Federal da Paraíba: UFPB, 2004.

Disponível em:

http://www.projetos.unijui.edu.br/formacao/_medio/fisica/_MOVIMENTO/ufpb_energia/Textos/ASConceitos.pdf

Acesso em: 15/09/2019.

VALENTE, J. A.. **A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia**. In: BACICH, L. de; VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. de; GERALDINI, A. F. S.. **Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino**. Revista **Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.

Disponível em: <https://doi.org/10.7213/1981-416x.17.052.ds07>

Acesso em: 18/04/2022

WERNECK, V. R.. **Sobre o processo de construção do conhecimento: o papel do ensino e da pesquisa**. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.51, p. 173-196, 2006.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362006000200003>

Acesso em: 18/04/2022

WICHELO, G. C. **A importância da física experimental no processo de ensino e aprendizagem**, Espírito Santo, 2018.

Disponível em:

<http://www.saocamiloes.br/centroeducacional/noticias/2018/05/a-importancia-da-fisica-experimental-no-processode-ensino-e-aprendizagem.html>

Acesso em: 25/09/2021