



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA – POLO IGARAPÉ-MIRI**

**ESTUDO DE CINEMÁTICA APLICADO AO CULTIVO E
MANEJO DO AÇAÍ NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-MIRI**

**ELETICIA SANDIM CORRÊA AMARAL
MANOEL DE JESUS ALMEIDA DE CASTRO**

Igarapé-Miri/PA
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA MODALIDADE A DISTÂNCIA

ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TCC

Ata da sessão de apresentação e defesa de Trabalho de Conclusão de Curso para concessão de grau de Licenciado Pleno em Física, realizado às 18:30h do dia 24 de março de 2023, no Laboratório de Física Ensino, intitulada: "**ESTUDO DE CINEMÁTICA APLICADO AO CULTIVO E MANEJO DO AÇAÍ NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-MIRI**", contendo 37 páginas, que foi apresentada durante 20 minutos pelos discentes ELETICIA SANDIM CORREA AMARAL, matrícula nº 201778340008 e MANOEL DE JESUS ALMEIDA DE CASTRO, matrícula: 201778340112, diante da banca examinadora aprovada pelo Colegiado do Curso de Licenciatura em Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, assim constituída: Prof. Dr^a. SILVANA PEREZ (presidente e orientadora), Prof. Esp. MARIA ISABEL ANDRADE CARDOSO e Prof. Dr. JOÃO FURTADO DE SOUZA em seguida o mesmo foi submetido à arguição, tendo demonstrado conhecimentos no tema objeto da proposta de TCC, favorecendo à banca examinadora apresentar contribuições para o desenvolvimento do TCC e decidir pelo **conceito EXCELENTE** para o mesmo, e conceder o prazo máximo de 15 dias para serem efetuadas as modificações sugeridas pela banca, se for o caso, e em seguida a mesma será assinada por todos os membros. Para constar foram lavrados os termos da presente ata, que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e dos DISCENTES.

Prof. Dr^a. SILVANA PEREZ
Orientadora – ICEN – UFPA

Prof. Esp. MARIA ISABEL ANDRADE CARDOSO

Documento assinado digitalmente
MARIA ISABEL ANDRADE CARDOSO
Data: 03/04/2023 13:47:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. JOÃO FURTADO DE SOUZA
Examinador – ICEN – UFPA

ELETICIA SANDIM CORREA AMARAL
Discente – ICEN – UFPA

MANOEL DE JESUS ALMEIDA DE CASTRO
Discente – ICEN – UFPA

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

C824e Corrêa Amaral, Eleticia Sandim.
Estudo de cinemática aplicado ao cultivo e manejo do açaí no município de Igarapé-Miri. / Eleticia Sandim Corrêa Amaral, Manoel de Jesus Almeida de Castro . — 2023.
11 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Silvana Perez
Coorientação: Prof^ª. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Faculdade de Física, Belém, 2023.

1. Cinemática. 2. Física (Ensino Médio). 3. Igarapé-Miri (PA). 4. Açaí. 5. Aprendizagem baseada em problemas. I. Título.

CDD 530.07

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA – POLO IGARAPÉ-MIRI**

**ELETICIA SANDIM CORRÊA AMARAL
MANOEL DE JESUS ALMEIDA DE CASTRO**

**ESTUDO DOS CONCEITOS DA CINEMÁTICA, APLICADOS AO CULTIVO E
MANEJO DO AÇAÍ NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-MIRI**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Física, Modalidade EAD – Polo Igarapé-Miri da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito para a obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Silvana Perez

Co-orientador: Prof.^a Dr.^a Simone da Graça de Castro Fraiha

Igarapé-Miri/PA
2023

Agradecimentos

Eleticia Sandim Corrêa Amaral

A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste curso. A minha família. Adenilson meu esposo e meus filhos Adenewton, Gustavo e Beatriz, que sempre esteve presente em todos os momentos, me apoiando e incentivando, compartilhando inúmeros momentos de ansiedade e estresse. Sem eles ao meu lado o trabalho não seria concluído.

Aos meus pais, obrigado por tudo. Toda a minha gratidão a Universidade Federal do Pará e ao corpo docente e, em especial, as minhas orientadoras Simone Fraiha e Silvana Perez, pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo, incentivo e apoio que foram tão importantes. Aos meus professores tutores, que me acompanharam ao longo do curso e me ajudaram no progresso acadêmico, especialmente, a professora Lerika Poll e ao professor Eduardo Brandão, que esclareceram inúmeras dúvidas e foram tão gentis e pacientes.

E por fim, agradeço aos colegas do curso que compartilharam os vários desafios que enfrentamos e a todas as pessoas que de alguma maneira foram essenciais para que eu alcançasse este objetivo.

Igarapé-Miri/PA

2023

Agradecimentos

Manoel de Jesus Almeida de Castro

A Deus, o grande arquiteto do universo e Senhor de todas as coisas, por nos conduzir até aqui. A Professora Silvana Perez pela orientação, apoio, confiança e empenho dedicado à elaboração deste trabalho. A Professora Silvana Fraiha pelo apoio na elaboração deste trabalho, suporte no pouco tempo que lhe coube, correções e incentivos.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento, não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, pelo tanto que se dedicaram a mim não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados, os quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Agradeço aos professores que me acompanharam ao longo do curso e que, com empenho, se dedicaram à arte de ensinar. Estimados tutores, Lerika Poll e Eduardo Brandão, é com muita admiração e carinho que gostaria de expressar meu agradecimento por tudo que vocês fizeram por mim e pela dedicação que depositaram em suas tutorias.

A minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, em especial à minha mãe Ana, minhas filhas Natália e Manoella, heroínas que me deram apoio, incentivo nas horas difíceis de desânimo e cansaço. Sou grato à minha esposa Claudete Fortes que nunca me recusou apoio e incentivo.

Igarapé-Miri/PA
2023

RESUMO

Este trabalho abordará o estudo de alguns conceitos ensinados em cinemática, que podem ser observados no manejo e cultivo do açaí no município de Igarapé-Miri, conhecido como a capital Mundial do Açaí. A física é uma disciplina que está permeada de conceitos abstratos, que exigem do professor uma abordagem mais atrativa e palpável ao aluno, e nada melhor do que agregar a esses conceitos situações ligadas ao seu cotidiano, suas experiências como fonte de análise de tais conhecimentos, conceitos, conteúdos e fenômenos físicos estudados em sala de aula e tornando o ensino da física o mais próximo da realidade; além de estar valorizando e utilizando seus conhecimentos prévios como ponto de partida para uma aprendizagem mais significativa. Neste sentido o trabalho irá buscar situações comuns ao manejo e cultivo do açaí, já que este cenário apresenta inúmeras potencialidades para abordar os conceitos da cinemática. Estes conceitos serão trabalhados sob a ótica da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Palavras-chave: Metodologia ativa de ensino; Aprendizagem Baseada em Projetos; Ensino de Física; Cinemática.

ABSTRACT

This work will address the study of some concepts taught in kinematics, which can be observed with the management and cultivation of açai in the municipality of Igarapé-Miri, known as the World Capital of Açai. Physics teaching is a discipline that is permeated with abstract concepts, which require a more attractive and tangible approach from the teacher to the student, and nothing better than adding to these concepts situations related to their daily lives, their experiences as a source of analysis of such knowledge, concepts, contents and physical phenomena studied in the classroom and making the teaching of physics as close to reality; in addition to valuing and using their previous knowledge as a starting point for more meaningful learning. In this sense, the work will look for situations common to the management and cultivation of açai, since this scenario presents numerous potentialities to approach the concepts of kinematics. These concepts will be works from the perspective of the active teaching methodology of Project-Based Learning .

Keywords: Active teaching methodology; Project Based Learning; Physics Teaching; Kinematics.

Igarapé-Miri/PA

2023

TABELAS

Tabela 1: censo Agropecuário – Informações do Brasil	13
Tabela 2: censo Agropecuário – Informações do Estado do Pará	15
Tabela 3: Tipo de Metodologias Ativas	23
Tabela 4: Sequencia da aplicação da aprendizagem baseada em projeto	32

IMAGENS

Imagem 1: palmeira *Euterpe oleracea* – Açaizeiro

12

FIGURAS

Figura 1: Censo Agropecuário – informações do Brasil	14
Figura 2: Censo Agropecuário – informações do Estado do Pará	15
Figura 3: Variação das Teorias Educacionais	18
Figura 4: Exemplificação da Teoria da Assimilação	20
Figura 5: Processos da Aprendizagem Significativa	21
Figura 6: Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser	22
Figura 7: Princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos	24
Figura 8: Deslocamento de um objeto	28
Figura 9: Modos de como pode ocorrer a aceleração	29
Figura 10: Representação gráfica do espaço	30
Figura 11: Representação gráfica da velocidade	30
Figura 12: Etapas a serem realizadas metodologia de aprendizagem baseada em projeto	32
Figura 13: Exemplificação da situação problematizadora	36
Figura 14: Modelo matemático para solução do problema	37
Figura 15: Modelo matemático para solução do problema	37

SIGLAS

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Companhia Nacional de abastecimento – CONAB

Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP

Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPITULO 1 – Fundamentação Teórica Educacional	18
1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS	19
CAPITULO 2 – Metodologia Ativa	22
2.1 Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP	23
CAPITULO 3 – Conceitos da Cinemática	27
3.1 Estudo de Cinemática, aplicada ao cultivo e manejo do Açaí no Município de Igarapé-Miri	31
Conclusões e Perspectivas	33
Referências	34
Apêndice A – Solução do Problema Proposto	36

INTRODUÇÃO

O Açaizeiro (*Euterpe oleracea*) é uma palmeira nativa da Região Norte do Brasil, bastante utilizada na alimentação do povo da região, que pode atingir até 20 metros de altura, podendo produzir de 4 a 8 cachos de Açaí (figura 1). Este tipo de palmeira forma não apenas a base alimentar desta região, como também é um produto que movimenta a economia de muitos estados e municípios do Brasil com o cultivo, manejo, produção de sucos, doces, sorvetes e bebidas. Há também a produção associada com a indústria farmacêutica, de cosméticos, bem como de subprodutos advindos de seus resíduos que são usados em outros setores da indústria, como é o caso da construção civil (S, Tassara. 2005)



Imagem 1: palmeira *Euterpe oleracea* - Açaizeiro
Fonte: <https://www.embrapa.br> – Acessado 20/10/22

O extrativismo da *Euterpe oleracea*, na maioria das vezes, é realizado por pequenas cooperativas ou por comunidades ribeirinhas que realizam a plantação e a coleta do fruto. Mesmo já possuindo outras formas de coleta, esta ainda é bastante realizada pelos famosos apanhadores de açaí. Essas cooperativas auxiliam na formação da renda familiar das pessoas que trabalham com o fruto. Após essa coleta dos frutos, ele passa por um processo de limpeza, muito importante para a saúde, pois evita a transmissão da doença de chagas, o chamado branqueamento do açaí. A seguir ele é

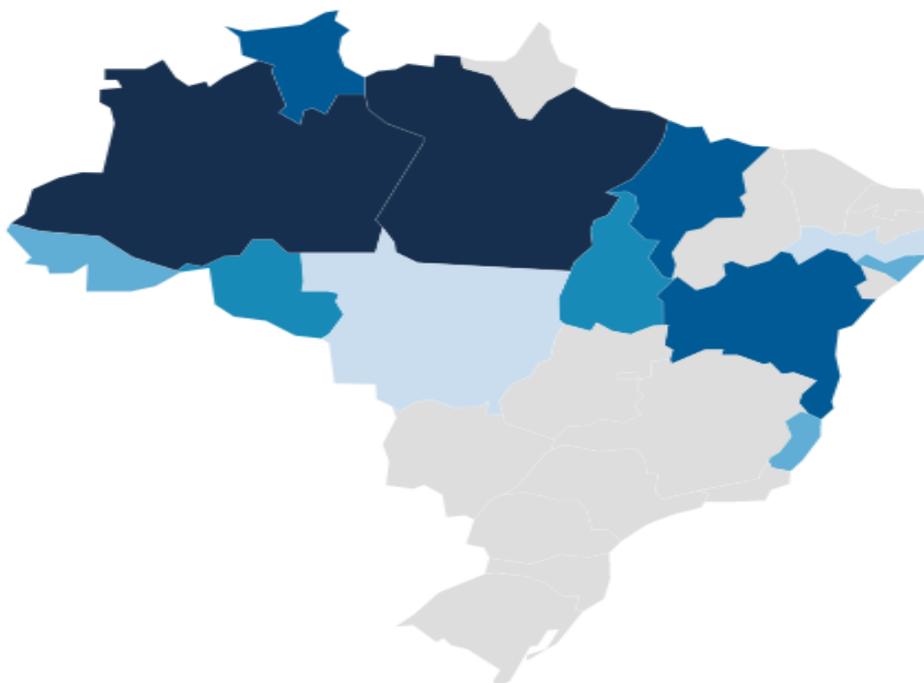
despolpado, e este procedimento da despolpa é feito com uma máquina apropriada, podendo também ser realizado manualmente.

O consumo do Açaí, que antigamente se restringia apenas às comunidades nativas da região Norte do país, ganhou destaque na década de 1990 devido com ao crescimento demográfico ocorrido nessas localidades (Brondízio, E. 2004). Com isso, a produção do fruto ganhou proporções nacionais e mundiais. Com o aumento da demanda deste produto, ocorreu com também um crescimento nos investimentos direcionados ao cultivo e manejo do açaí (Comex do Brasil. 2017) (figura 2).

Produção de Açaí no Brasil (2021)
Valor da Produção: 5.305.523 Mil reais
Quantidade Produzida: 1.485.113 Toneladas
Área Colhida: 208.111 Hectares
Rendimento Médio: 7.136 Kg por Hectares
Estabelecimentos: 47.855 Unidades
Número de Pés: 115.319 Mil Unidades
Maior Produtor: Pará

Tabela 1: censo Agropecuário de 2021 – Informações do Brasil

Fonte: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acai-cultivo/br>, Acessado 20/10/22



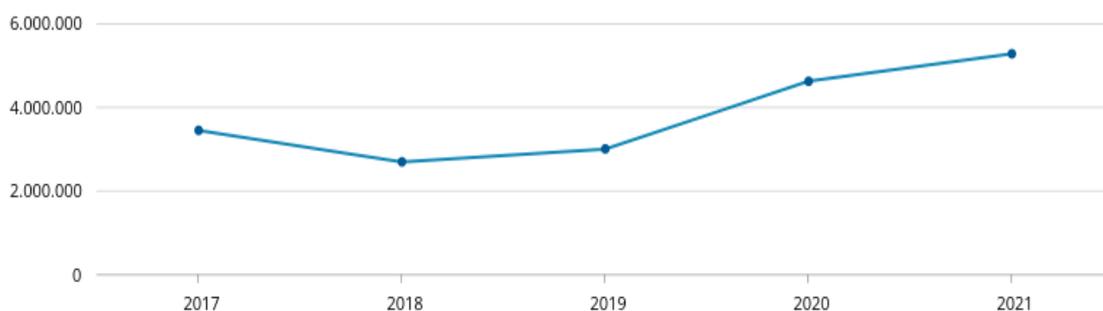


Figura 1: Censo Agropecuário de 2021 – Informações do Brasil

Fonte: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acai-cultivo/br> – Acessado 20/10/22

Hoje, o mercado envolvendo a produção do Açaí se encontra estável apresentando crescimento, como nos mostra o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE com dados de 2021 referentes ao censo agropecuário. No Brasil, os maiores produtores estão na região Norte. O estado Pará é o maior produtor mundial, estando o estado do Amazonas logo em seguida: esses dois estados produzem cerca de 87,5% de todo açaí consumido no Brasil como aponta a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2019).

No Pará, o município de Igarapé-Miri é conhecido como a Capital Mundial do Açaí. Isso porque ele é um grande produtor e exportador do fruto do país, além de ser também um dos maiores consumidores. No universo amazônico, a alimentação da população dessa região é constituída basicamente pelo açaí que é um dos principais ícones da alimentação de Igarapé-Miri. O fruto, além de fazer parte da alimentação desse povo, também é para muitos um meio de subsistência, por contribuir com a renda de muitas famílias e comunidades ribeirinhas amazônicas, pois o fruto é um produto alimentício de grande valorização econômica, social e cultural, além de fazer parte da cultura e ser tido como um símbolo representativo da região.

De acordo com dados divulgados pelo IBGE, o município de Igarapé-Miri ocupa a 38ª posição como maior município do Brasil em termos de geração de valor em produtos da terra. Hoje, o manejo do açaí tenta causar o mínimo de impacto na exploração feita pelos produtores, em áreas de várzea, tenta-se também buscar uma combinação adequada da

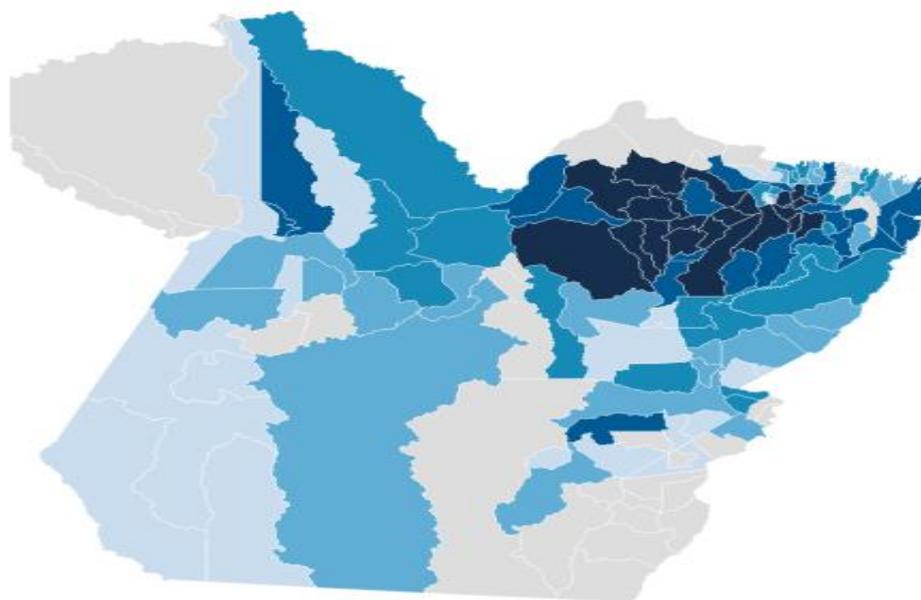
palmeira através de melhorias no manejo possibilitando uma distribuição em toda a área da região e da manutenção da diversidade florestal local.

Com a utilização de novas técnicas agropecuárias, onde se tem um baixo impacto ambiental, obteve-se um considerável aumento na produtividade do fruto, sendo possível assim garantir o equilíbrio e a manutenção da biodiversidade da localidade, e propiciando benefícios às famílias ribeirinhas do estuário mireense, aos produtores, às associações, aos sindicatos e cooperativas que trabalham e sobrevivem do açaí. (figura 2).

Produção de Açaí no Pará (2021)
Valor da Produção: 5.132.183 Mil reais
Quantidade Produzida: 1.388.116 Toneladas
Área Colhida: 198.963 Hectares
Rendimento Médio: 6.977 Kg por Hectares
Estabelecimentos: 35.374 Unidades
Número de Pés: 100.159 Mil Unidades
Maior Produtor: Igarapé-Miri

Tabela 2: censo Agropecuário de 2021 – Informações do Estado do Pará

Fonte: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acai-cultivo/br> – Acessado 20/10/22



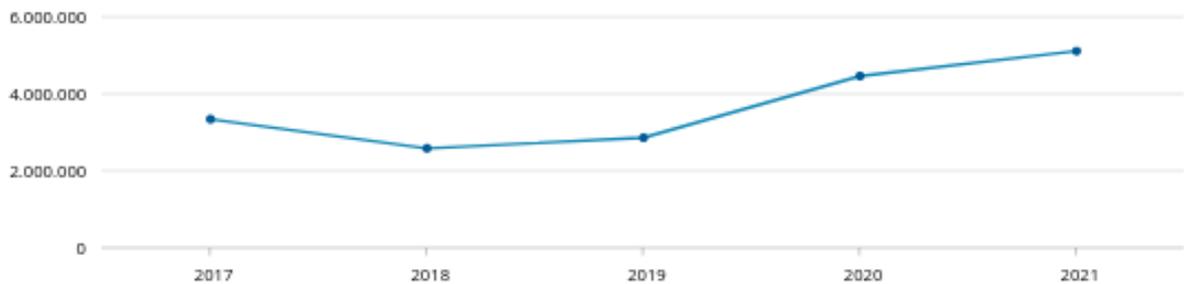


Figura 2: Censo Agropecuário de 2021 – Informações do Estado do Pará

Fonte: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acai-cultivo/br> – Acessado 20/10/22

Diante desse cenário extrativista, o professor possui várias situações que podem ser utilizadas para ensinar os conceitos da Física, trazendo um entendimento aos alunos desses conceitos através de suas experiências envolvendo o cultivo e colheita do açaí. Exemplo disso é o ensino dos conceitos da cinemática, que podem ser trabalhado por meio da implementação de uma metodologias ativa (Bender,w. 2014).

Entre as Metodologias Ativas, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é utilizada no trabalho aqui detalhado, pois apresenta uma abordagem didática que propõe abordar os conceitos científicos a serem trabalhados em sala de aula de uma maneira mais contextualizada e centrada em torno de um problema norteador. Como marco teórico educacional, é utilizada a Teoria da Aprendizagem Significativa, que valoriza o conhecimento prévio do estudante, que pode e deve ser usado como âncora para a aprendizagem de novos conhecimentos (Moreira, 2006).

Dessa forma, propõe-se neste trabalho estudar alguns conceitos da física ligados a cinemática sob uma perspectiva mais atrativa na área de ensino de ciências da natureza e suas tecnologias, objetivando valorizar os conhecimentos empíricos que esses alunos dessa localidade possuem e agregá-los aos conceitos científicos que irão ser apresentados em sala de aula como forma de demonstrar que a física está presente no dia a dia deles.

OBJETIVO GERAL

Utilizar situações do cotidiano dos alunos do município de Igarapé-Miri, em particular aquelas relacionadas com o cultivo do açaí como situação problematizadora para o ensino de alguns conceitos de cinemática, para alunos do ensino médio, utilizando como fundamentação metodológica a ABP.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar quais conceitos de cinemática podem ser observados em um cultivo de açaí.
- Investigar como os conceitos da cinemática podem ser abordados no ensino de Física de forma contextualizada, utilizando a Aprendizagem Baseada em Projeto, usando como situação problematizadora, o cultivo do açaí.
- Desenvolver uma proposta didática que pode ser usada no contexto do Novo Ensino Médio.

O trabalho está assim dividido da seguinte forma: no Capítulo 1 é apresentada uma síntese do referencial teórico educacional construtivista da Aprendizagem Significativa de David Ausubel,. Já no Capítulo 2 é abordada a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas . No Capítulo 3 são trabalhados os conceitos físicos da cinemática envolvida no Manejo e cultivo do Açaí e como tal situação pode ser utilizada na implementação de ABP. Por fim traremos as conclusões do trabalho.O Apêndice A traz a solução do problema proposto aos estudantes.

CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EDUCACIONAL.

A evolução do conhecimento humano vem sendo acumulado e evoluído a bastante tempo, e todas essas mudanças ocasionaram uma evolução, como também acabaram criando formas diferentes de se ensinar e de aprender. Devido a isso, houve a necessidade de buscar explicações e entendimento de como o processo de aprendizagem acontece, e assim aperfeiçoar o processo de aprendizagem. Foi assim que as teorias de aprendizagem passaram a ser estudadas e utilizadas no processo de apropriação do conhecimento pelo aluno em sala de aula. Já que assim, entendendo como o processo acontece, delimitar o caminho a ser seguido no processo de ensino e aprendizagem torna se mais fácil e eficaz (Poll, L. A et al. 2022). A figura 3 apresenta um esquema de como as teorias de aprendizagem podem ser classificadas.

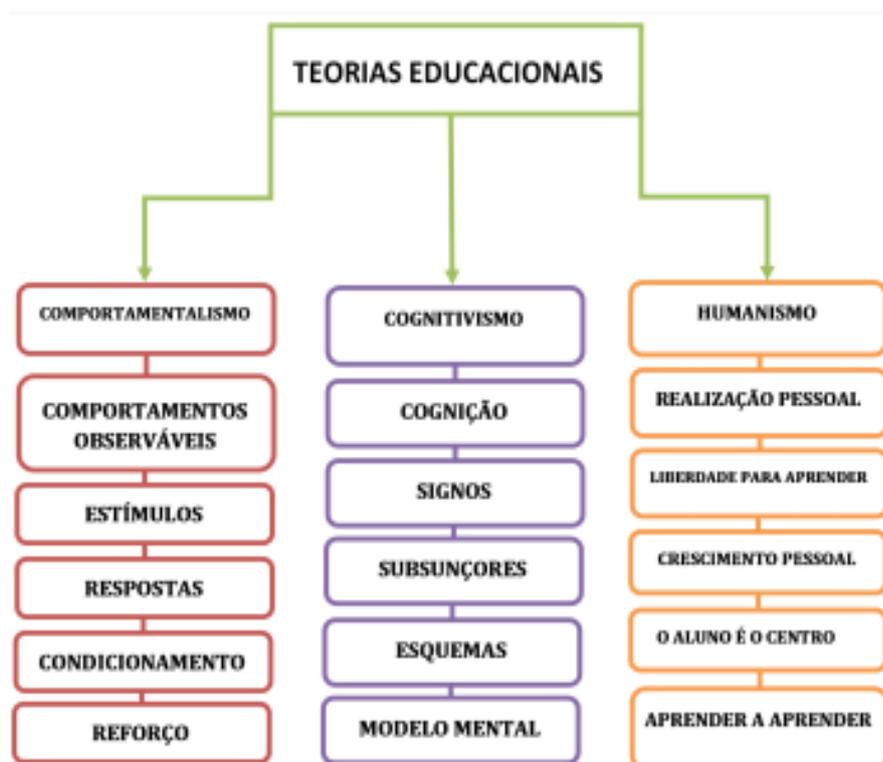


Figura 3: Variação das Teorias Educacionais
 Fonte: Livro na Trilha do Saber - 2022

Entre as teorias de aprendizagem, uma das mais difundidas a do comportamentalismo, que trabalha a aquisição do conhecimento tendo como base os

aspectos comportamentais que uma pessoa apresenta em relação a seu ambiente. Essa teoria não leva em consideração os aspectos cognitivos do aluno (Ostermann; Cavalcanti, 2010). Outra teoria bastante conhecida é a do Humanismo, ela traz a aprendizagem interligada aos sentimentos e ações do aluno que passa ser o centro de todo o processo. O que essa teoria pontua é a auto realização, a compreensão das necessidades do aluno, pontua que a aprendizagem deve acontecer espontaneamente sem qualquer imposição, em um espaço que traga experiências que possam auxiliar na aprendizagem.

Na teoria do construtivismo, é uma aprendizagem da qual está ligada em conhecer e compreender o funcionamento cognitivo que ocorrem durante o processo de aprendizagem, sendo ela a fonte que possibilita o aluno compreender, responder e associar fatos e eventos. Nessa teoria o aluno é um agente ativo no processo de sua aprendizagem.

1.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA – TAS

A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, pontua que para um novo conhecimento seja compreendido e sedimentado, ele deve relacionar-se com as outras informações ali já existentes na estrutura cognitiva do aluno, e estas devem ser relevantes, a esse processo de interação entre informações, ele chamou de subsunção. Segundo a teoria, aquele conhecimento que o aluno já possui servirá de alicerce para outros conhecimentos serem incorporados na estrutura cognitiva do aluno durante a sua aprendizagem. Este conhecimento prévio é o que Ausubel destaca ser o ponto de maior relevância durante a aprendizagem significativa, isso porque torna-se mais fácil aprender, tendo como base conceitos já conhecidos e compreendidos dos quais podem ser referência para novos conhecimentos (Poll, L. A et al. 2022).

Para o autor, a Aprendizagem Significativa acontece quando novos conhecimentos são encaixados em conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, isso porque

o armazenamento dessas novas informações acontece ordenadamente e de forma hierárquica; demandando uma interação entre os subsunçores. Com essa interação ocorre uma amplificação e modificação da estrutura cognitiva do aprendiz. O autor ainda chama a atenção para a importância dos organizadores prévios, que são materiais utilizados para introduzir conceitos sobre o assunto que será abordado e assim interligar os conhecimento já existentes do aluno com aqueles que ele irá aprender (Ausubel, 1969, 1978, 1980).(figura



Figura 4: Exemplificação da Teoria da Assimilação
 Fonte: Livro na Trilha do Saber - 2022

A utilização dos Organizadores Prévios auxiliam no processo de aprendizagem facilitando o aprendizado e servindo de ponte entre os saberes. Entretanto, é preciso observar outros fatores que influenciam na aprendizagem, como a utilização de um material que esteja ao alcance dos subsunçores do aluno e da sua compreensão cognitiva. Estando este material acessível ele passa a ser considerado um Material Potencialmente Significativo. No processo da aprendizagem, o autor destaca o processo ocorrido na teoria da Assimilação (Ausubel, 1969, 1978, 1980).

Na teoria da assimilação ocorre uma estruturação de conhecimento, onde acontece a apresentação de um conceito compreendido, e este conceito é integrador, pois ele já existe

para o aluno e assim o que se tem é uma interação entre este conceito pré existente com outro que será apresentado, esse processo ocasiona modificações cognitivas, já que o conceito pré existente é aperfeiçoado e um novo é implementado (Poll, L. A et al. 2022).

Assim, cabe ao docente promover algumas etapas para se atingir uma aprendizagem satisfatória, primeiramente identificar os subsunçores que são importantes para a compreensão do assunto a ser trabalhado em sala de aula, e quais subsunçores este aluno deve possuir em sua estrutura cognitiva; depois verificar quais subsunçores o aluno já possui; para então organizar os conceitos e proposições hierarquicamente, partindo daqueles mais simples e explanatório para depois realizar a inclusão dos conceitos menos inclusivo, até se alcançar os conceitos mais específicos para assim facilitar a aquisição desses conceitos como também a organização deles na estrutura cognitiva do aluno, com a utilização de informações estáveis e objetivas (Moreira, 2006). (figura 5)

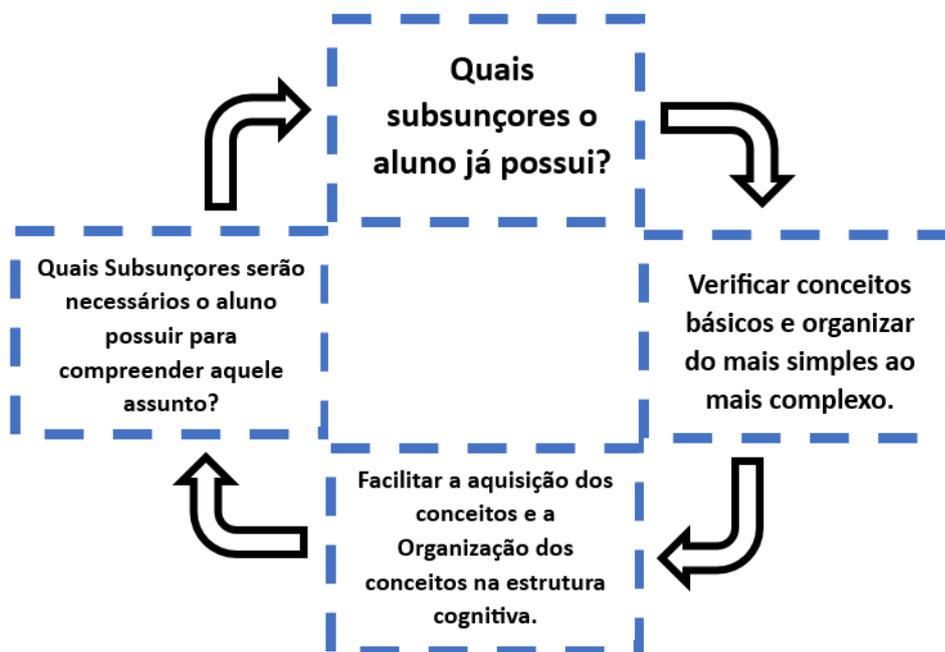


Figura 5: Processos da aprendizagem significativa
Fonte: Livro na Trilha do Saber - 2022

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA ATIVA

Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem é tida como uma prática educacional utilizada para inserir o aluno ao processo de aprendizagem de forma mais ativa, autônoma e participativa; sendo ele elemento chave no processo da sua aprendizagem. As práticas empregadas na metodologia ativa utilizam situações problemáticas mais realistas, trazendo aplicabilidade e adaptações ao contexto social e cultural do discente e ao empregar uma metodologia ativa, o professor passa a ter o papel de agente secundário, sendo apenas o mediador, aquele que irá conduzir o aprendiz (Oliveira, M. G; Pontes, L. 2013) (figura 6).



Figura 6: Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser

Fonte: <https://www.plantareducao.com.br/piramide-de-aprendizagem/> Acessada: 13/11/22

Ao se utilizar uma metodologia ativa, o que se tem na realidade é um ensino totalmente oposto ao tradicional que se estrutura em apenas repassar de forma mecânica os conhecimentos. Situação deixada de lado ao se ter uma metodologia ativa que traz a participação de todos. Dentro das práticas desenvolvidas na metodologia ativa, existem variadas formas de se empregá-las; cabendo ao professor decidir qual é a mais apropriada ao contexto de seus alunos como: a) a Instrução por Pares; b) Gamificação; c) Sala de aula invertida; d) Aprendizagem Baseada em Projetos/Problemas; e) o Ensino Híbrido; f) Estudo de

Caso entre outros (Diesel, A; Baldez, A. L. S; Martins, S. N. 2021). Na Tabela 1 tem se a apresentação de uma síntese dessas metodologias.

TIPOS DE METODOLOGIA ATIVAS	
Instrução por Pares	Um estudante torna se tutor dos demais alunos, o que facilita a aprendizagem, pois esse estudante tutor esta inserido no contexto dos outros alunos, com mesma faixa etária.
Gamificação	Utiliza jogos e ambientes virtuais como ferramenta motivadora na construção do conhecimento dos alunos
Sala de aula invertida	O aluno recebe previamente o material contendo o assuntos a ser abordado em sala de aula,
Aprendizagem Baseada em Projetos ABP	Propõem aos alunos situações onde possam analisar e indicar melhorias, tem como foco a realização destas etapas em equipe
Ensino Híbrido (Blended Learning)	Se tem uma intercalação entre aulas presenciais e online, ocorrendo uma complementação de conteúdos, para depois ser expor e discutir pontos importantes com o professor e o demais alunos da turma.
Estudo de Caso	Os alunos são colocados diante de problemas reais, possibilitando os a realizarem análises, a discutirem e proporem soluções.

Tabela 3: Tipo de Metodologias Ativas

Fonte: <https://www.totvs.com/blog/instituicao-de-ensino/metodologias-ativas-de-aprendizagem/>
Acessada: 10/11/22

2.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS – ABP

A Aprendizagem Baseada em Projetos, *Problem-Based Learning* ou *Project-Based Learning* é uma Metodologia Ativa, que surgiu na Universidade de McMaster na Europa na década de 1960. Ao se implementar esse tipo de metodologia, é colocado uma situação problematizadora/ tema norteador que será o ponto principal das atividades e práticas a serem desenvolvidas em sala de aula. É com base nessa situação problema que os alunos serão estimulados a interagirem e a participarem ativamente do processo de aprendizagem e o estimulando a aprender. O ponto chave da aplicação de uma ABP é fazer com o aprendiz

se envolva com o contexto que está sendo trabalhado, mantendo sua atenção, e proporcionado também um conhecimento mais aprofundado (Peixoto, J. P; Teixeira, M. M; Coelho, D. 2017)

Ao empregar uma ABP, o professor está expondo seus alunos a situações e problemas reais que por meio da interação e cooperação de outros alunos passam a observar, analisar, a agir ativamente sobre tais problemas e assim ganham a capacidade de debaterem, de proporem soluções e justificativas, ganhando autonomia em estruturar sua evolução na aprendizagem. E o processo dessa prática metodológica se inicia com a instigação do aluno, que na maioria da vezes ocorre por meio de uma pergunta que tenha a capacidades de instigá-los, esta deve ser capaz de incentivar e fazer com que esses alunos queiram buscar soluções e agreguem novos conhecimentos com atividades complementares (Peixoto, J. P; Teixeira, M. M; Coelho, D. 2017).

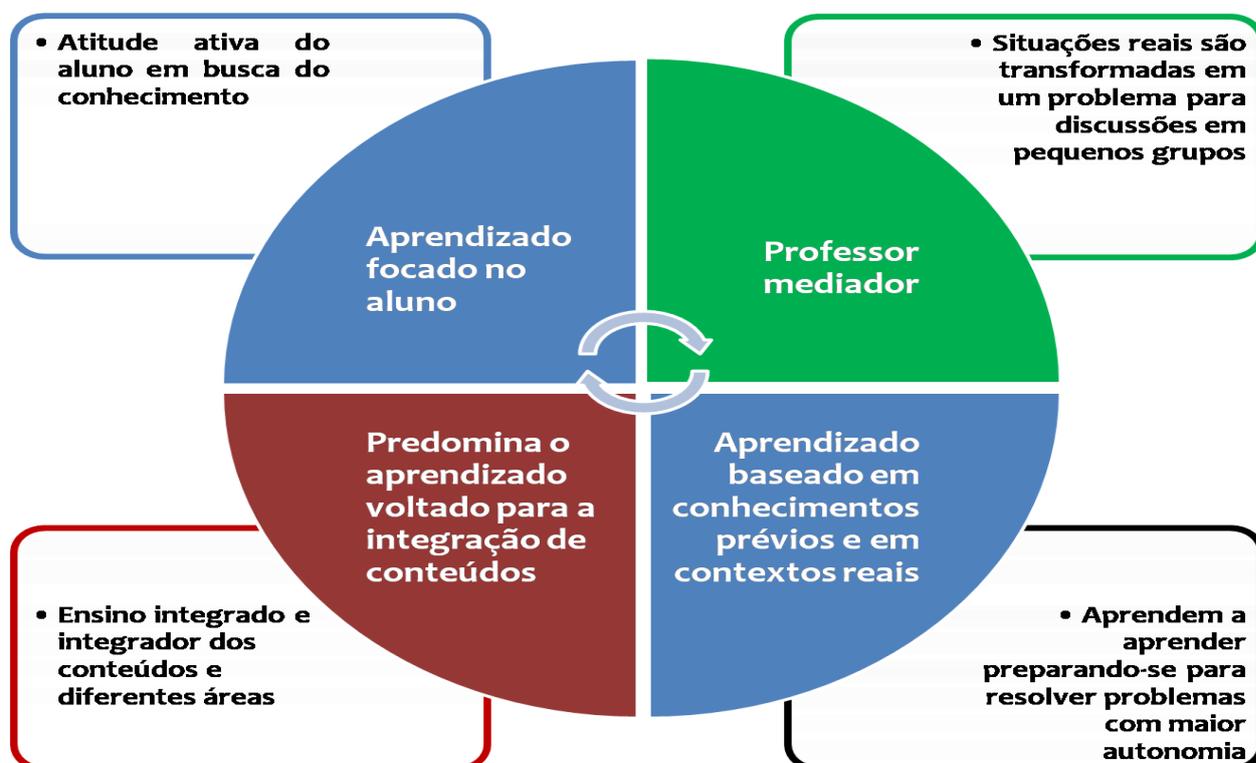


Figura 7: Princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos

Fonte: <https://blogs.gazetaonline.com.br/conexaodigital/1624/conheca-a-aprendizagem-baseada-em-projetos/> Acessada: 10/11/22

Quanto à atuação do aluno, a ele é exigido empenho em realizar uma pesquisa detalhada e fundamentada a respeito do problema trabalhado, e isso envolver visitação a locais, coleta de dados, comprometimento na busca por fontes confiáveis, de realizar as atividades de acordo com que foi planejado. Tudo isso são fatores importantes e que irão delinear o sucesso da implementação da ABP, pois o aluno necessita perceber que o projeto é significativo para ele.

Além das responsabilidades do aluno, o docente também precisa estar atento em orientar seus alunos, sanar dúvidas quanto as etapas de elaboração do projeto, esse profissional precisa ter a sensibilidade de verificar quais habilidades esses alunos devem adquirir com a utilização de uma aprendizagem baseada em projeto (Peixoto, J. P; Teixeira, M. M; Coelho, D. 2017) A atuação do professor deve ser delimitada em apenas orientar, deixando de ser a fonte principal de conhecimento e informações, o que se deve buscar é um espaço onde o processo de aprendizagem necessita ser facilitado, com total liberdade para ser expostos as dúvidas, cabendo ao professor tutor estimular e auxiliar seus alunos (Bender, w. 2014). A seguir temos as etapas que ao se empregar uma ABP devem ser seguidas.

1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.

O início de ABP é propor aos alunos uma situação problematizadora que tenha potencialidade em instigá-los, é importante observar que esta situação deve estar adequada ao contexto da turma, pois é por meio dela que o professor faz a apresentação do problema e verifica a compatibilização com os conhecimentos que os alunos já possuem. Nesta etapa também são elaboradas perguntas mais específicas (Peixoto, J. P; Teixeira, M. M; Coelho, D. 2017), (Bender, w. 2014). No contexto da TAS, é nesse momento que o professor descobre os subsunçores dos estudantes.

2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

Nesta etapa, é feita a pesquisa sobre o problema proposto, é nesta fase que o aluno irá em busca dos conhecimentos que podem ser tanto de cunho empírico ou científico, a fim de utilizá-los na resolução da situação estudada. Nesta fase de investigação, os alunos precisam projetar e conduzir seus projetos, utilizando-se de seus conhecimentos prévios e os novos, definindo em quais áreas do conhecimento é necessário obter mais informações, delimitar e distribuir ao grupo as tarefas a serem realizadas. É também nesta etapa que o grupo realiza a formulação de hipóteses e possíveis soluções (Peixoto, J. P; Teixeira, M. M; Coelho, D. 2017), (Bender, w. 2014).

3. SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA

Nesta etapa, os alunos expõem o ponto de vista deles em relação ao que estão aprendendo, debatem, questionam, buscam auxílio com o professor, revisam as informações coletadas, para indicarem soluções ao problema apresentado. Comprimos este processo, ocorre a apresentação da solução do problema, que pode ser feita de forma escrita ou oral. Os alunos precisam dar soluções concretas e objetivas ao problema apresentado, indicar medidas a serem implementadas e ofertar respostas as perguntas levantadas durante o projeto (Peixoto, J. P; Teixeira, M. M; Coelho, D. 2017), (Bender, w. 2014). Para a formulação, a resolução e a solução do problema é importante que o professor traga aos alunos situações reais de aplicabilidade dos conceitos que estão sendo apresentados, no caso em questão os de cinemática.

CAPÍTULO 3 – CONCEITOS DA CINEMÁTICA

O ser humano observa o movimento à sua volta desde muito tempo, seja aproximando-se ou afastando-se, o mundo ganha vida através do movimento. No entanto, na Física o conceito de movimento ganha uma definição, uma formulação matemática como também torna-se base para outros conceitos que possuem ligação direta ou indireta com o de movimento. E compreendê-lo dentro do contexto educacional do ensino da Física é discutir a velocidade, aceleração, deslocamento, queda livre, lançamento oblíquo, o movimento uniforme ou variado, essa parte da Física se propõe em estudar os movimentos, não tendo a intenção de pontuar as causas desse movimento. (Halliday, Resnick e Walker, 2016), (Poincaré, 1995).

O primeiro princípio a se considerar é o Princípio da relatividade de Galileu. Afirmar que determinado objeto está ou não em movimento é relativo, já que não existe movimento nem repouso absoluto, isso acontece porque é necessário saber qual é o ponto referencial adotado na situação analisada. Outra análise que pode ser feita é sobre a posição que um objeto possui no espaço. Essa identificação é feita por um vetor de posição (\mathbf{r}), identificado no sistema de coordenadas em função do tempo (t) (Halliday, Resnick e Walker, 2016).

A trajetória é outro conceito da cinemática definido como sendo a junção de todas as posições do qual o objeto ocupou no espaço durante a realização do movimento e como estar em movimento ou em repouso é relativo, a trajetória acaba sendo relativa também, já que ela necessita ter um referencial delimitado, para assim o observador ser capaz de observar qual esta sendo realizada, entre elas as mais comuns são: as trajetórias retilínea, a circular, a elíptica e a parabólica (Alves, Oliveira e Robotella, 1990), (Poll, L. A et al. 2022) (figura 8).

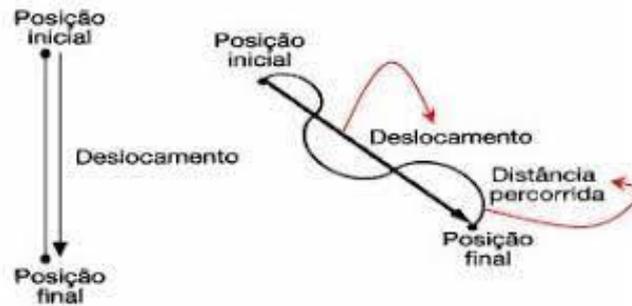


Figura 8: Deslocamento de um objeto

Fonte: <https://www.explicatorium.com/cfq-9/distancia-percorrida.html> Acessada: 15/11/22

Assim podemos calcular o deslocamento ($\Delta \mathbf{r}$) no plano cartesiano, por meio da diferença entre a posição final ($\Delta \mathbf{r}$) e a posição inicial (\mathbf{r}_0), encontrando assim a distância percorrida do objeto. Outro detalhe importante é que o deslocamento é vetorial, ou seja, a direção e o sentido devem ser observados, como também o $\Delta \mathbf{r}$ não pode ser a distância percorrida ΔS que o objeto realizou pois ela tem natureza escalar (Halliday, Resnick e Walker, 2016).

Para se encontrar a velocidade (\mathbf{v}) de um objeto, calcula-se a razão da posição (\mathbf{r}) ou o deslocamento ($\Delta \mathbf{r}$), pela variação do tempo (Δt). Assim podemos dizer que o corpo está na posição \mathbf{r}_1 no instante t_1 deslocando-se para \mathbf{r}_2 em t_2 , sendo o deslocamento $\Delta \mathbf{r}_{12} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$ e o intervalo de tempo é $\Delta t_{12} = t_2 - t_1$. Ao fazer a razão do deslocamento pelo tempo, determinamos o vetor velocidade média (Alves, Oliveira e Robotella, 1990), (Poll, L. A et al. 2022),

$$\mathbf{v}_{12} = \frac{\Delta \mathbf{r}_{12}}{\Delta t_{12}} = \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{t_2 - t_1}$$

A velocidade instantânea (\mathbf{v}_i) é o limite encontrado quando aproximamos os instantes t_1 e t_2 , o que ocasiona a diminuição desses valores fazendo-os tenderem a zero, de tal forma que o deslocamento $\Delta \mathbf{r}_{12}$ irá para uma direção limite tangente à trajetória.

Dessa mesma forma acontece com o vetor da aceleração média. Para a aceleração instantânea (\mathbf{a}_i) será quando aproximarmos os instantes t_1 e t_2 levando-os a zero na aceleração média.

$$\mathbf{a}_{12} = \frac{\Delta \mathbf{v}_{12}}{\Delta t_{12}} = \frac{\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1}{t_2 - t_1}$$

Caso ocorra de a velocidade média no tempo Δt permanecer constante, este movimento é classificado de uniforme ($\mathbf{v} = \text{cte}$ e $\mathbf{a} = 0$). Já quando um objeto passa a realizar um movimento com $\mathbf{a} \neq 0$ podemos sinalizar que este móvel possui uma aceleração variável. A aceleração tem orientação delimitada pela resultante das forças atuantes, depende da força resultante da qual atua e da massa do objeto (Alves, Oliveira e Robotella, 1990) (figura 9).

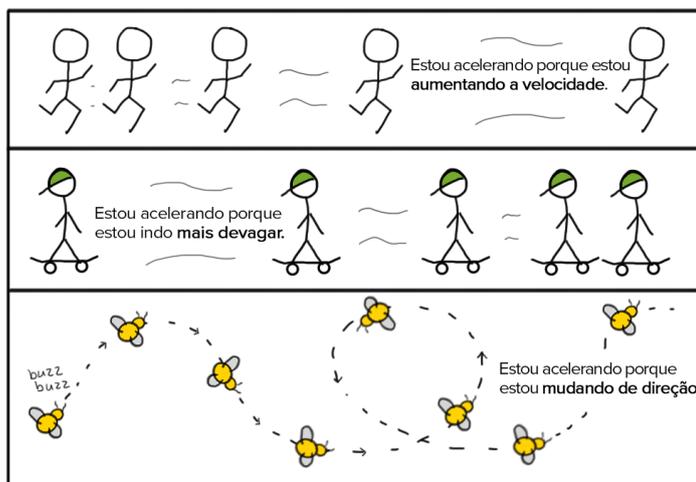


Figura 9: modos de como pode ocorrer a aceleração

Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/physics/one-dimensional-motion/acceleration>
Acessada: 15/11/22

Como vimos, o movimento uniforme (M.U) se dá quando um objeto está com uma velocidade constante diferente de zero, apresentando uma mesma velocidade e uma aceleração nula, sendo a velocidade instantânea a própria velocidade média. Assim, a função horária da posição é $\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{v} \cdot t$

Tendo (no caso de um movimento unidimensional) uma representação gráfica do espaço no tempo por meio de uma função do 1º grau, com a velocidade escalar do movimento sendo representada numericamente pela tangente θ , onde $\text{tg}\theta = (x_1 - x_0) / (t_1 - t_0) =$

v. Ainda no movimento unidimensional, outra apresentação gráfica que podemos realizar é a da velocidade no tempo, por meio de uma reta paralela ao eixo do tempo, devido a velocidade ser constante (Hewitt, 2015).

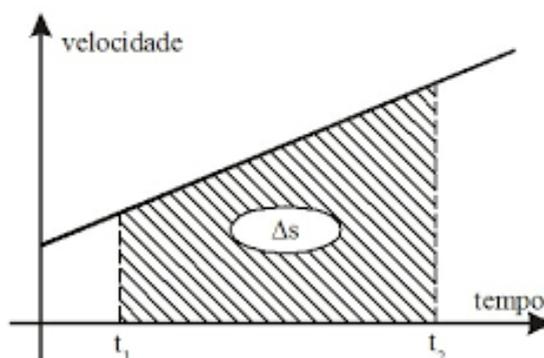


Figura 10: Representação gráfica do espaço
Fonte: <https://www.google.com/search?q=grespeço>
Acessada: 15/11/22

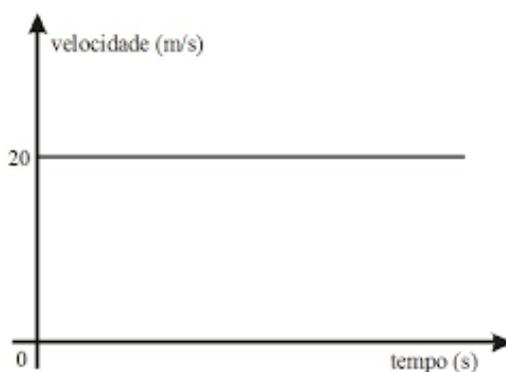


Figura 11: Representação gráfica da velocidade
Fonte: <https://www.google.com/search?q=apresenta+gr%C3%A1fica+da+velocidade+no+tempo>
Acessada: 15/11/22

No movimento uniformemente variado (M.U.V), temos um objeto que possui uma aceleração escalar constante e diferente de zero. Devido a isso, a aceleração instantânea é igual à aceleração média. Neste caso, a função horária da velocidade no M.U.V é $v(t) = v_0 + a \cdot t$ e por ser uma função 1º grau é representada por uma reta inclinada com relação ao eixo horizontal e a função horária do deslocamento Δx por uma do 2º grau, indicada por uma parábola (Halliday, Resnick e Walker, 2016).

$$\Delta x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

3.1 ESTUDO DE CINEMÁTICA, APLICADA AO CULTIVO E MANEJO DO AÇAÍ NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-MIRI

Este trabalho tem como foco propor a utilização da ABP para estudar conceitos científicos com alunos do ensino médio do 1^a ano, podendo ser desenvolvida em instituição pública ou privada. Esta aplicação tem como tema central o manejo e cultivo do açaí no município de Igarapé-Miri, abordando o conceito de cinemática que são apresentados no ensino de Física.

A proposta didática se inicia com a apresentação do vídeo “ Colheita só açaí SIC Rural”. https://youtu.be/Gx9_i1P0idQ. Este deve funcionar como situação problematizadora da ABP. O professor nessa etapa deve mediar uma discussão do vídeo, direcionando os estudantes para a seguinte pergunta: **como o cacho de açaí deve ser jogado para cair dentro do cesto coletor?**

O professor, propõe aos estudantes que formem equipes e entregar uma ficha para que cada equipe escreva uma possível resposta para a pergunta acima. Na etapa de investigação, o professor ensinar os conceitos básicos de cinemática, necessários para a compreensão do contexto da problemática em questão, com aulas expositiva-dialogadas, uso de simulações (phet-colorado, Scrath, Gifs etc) possibilitando aos alunos aprender esses conceitos físicos e disponibilizando materiais que sirvam de suporte para o planejamento da solução do problema.

Na etapa de solução do problema, os alunos devem realizar pesquisas sobre como o movimento do caminhão pode acontecer, quais variáveis estão envolvidas, as

características do açazeiro, como o fruto é coletado, o que pode vir a atrapalhar a realização do lançamento do fruto no cesto de coleta e outras informações que eles achem importantes para a sua solução, sempre relacionando com os conceitos de cinemática vistos em aula .

Concluída esta etapa, os grupos devem apresentar suas soluções ao problema. Essa apresentação deve ser realizada de forma escrita, com todos os detalhes que o grupo fez para encontrar a solução para o problema, com a devida fundamentação científica. E também deve acontecer uma apresentação de seminário, onde cada grupo deve expor quais foram os pontos mais importantes dos seus trabalhos para os demais alunos da turma e também criar um espaço de interação entre eles, para que haja troca de informações, de experiências e conhecimentos. Ao final das atividades espera-se que as equipes tenham desenvolvido habilidades associadas com a ABP (figura 12). Na tabela 4 apresenta uma síntese da proposta apresentada.



12: etapas a serem realizadas metodologia de aprendizagem baseada em projeto
 Fonte: <https://educacaocientifica.com/educacao/4-intracao-pelos-colegas-peer-instruction/>
 Acessada: 15/11/22

SEQUENCIA DA APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO	
AULAS	ETAPAS
1ª AULA	Apresentação do vídeo da situação problematizadora, discussão e apresentação da pergunta norteadora " Como o cacho de açaí deve ser jogado para cair dentro do cesto coletor? "
2ª AULA	
3ª AULA	

4ª AULA	Estudo dos conceitos de cinemática
5ª AULA	
6ª AULA	
7ª AULA	Trabalho em equipe para resolver a pergunta. Escrita da Solução e apresentação final das soluções encontradas
8ª AULA	
9ª AULA	
10ª AULA	

Tabela 4: Sequencia da aplicação da aprendizagem baseada em projeto
Fonte: Elaboração dos autores

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Após inúmeras pesquisas ao longo do trabalho desenvolvido se observou que vários conceitos sobre a cinemática estão presentes no cotidiano dos alunos da região de Igarapé-Miri, e o quanto o manejo do açaí pode ser explorado para se aplicar o conhecimento da cinemática como também de outros conceitos de Física. Sendo assim, buscou-se um material para explorar essa temática e decidiu-se pelo vídeo aqui apresentado. Do qual possibilitou aplicar a proposta didática baseada na Aprendizagem Baseada em Projeto, da qual é desenhada e desenvolvida em três etapas: situação problematizadora, investigação e solução do problema, etapas essas que ao serem planejadas e empregadas sistematicamente potencializam o ensino e aprendizagem desses alunos em relação a compreensão dos conceitos físicos abordados.

Como perspectiva de continuidade dos trabalhos, espera-se que haja investimento na realização de atividades que façam a implementação de metodologias ativas em sala de aula, assim disponibilizando uma aprendizagem mais significativa aos alunos dessa localidade, da qual são também pessoas que possuem o cultivo do açaí muito presente em sua vida seja de forma direta ou indireta, e com isso apresentar um ensino de Física mais atrativo, envolvente e contextualizado.

REFERÊNCIAS

Berbel, N. N. "Problematization" and Problem-Based Learning: different words or different ways? *Interface — Comunicação, Saúde, Educação*, v.2, n.2, 1998.

DesMarchais, 2001; van Rossum, 2000; Schwartz, Mennin, Webb, 2001

Diesel, A; Baldez, A. L. S; Martins, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. Acesso em: 26 jan. 2021.

Dyer, A. P. 1996. Latent energy in *Euterpe oleracea*. *Biomass Energy Environ., Proc. Bioenerg.*

Henderson, Andrew; Gloria Galeano & Rodrigo Bernal 1997. *Field Guide to the Palms of the Americas*: 124. Princeton Paperbacks.

Henson, Dennis V. 1996. "Manejo Sostenible de Asaí (*Euterpe precatoria*) para la Producción de Palmito en la Concesión Forestal Taruma, Provincia Velasco, Santa Cruz - Bolivia"; Documento Técnico.

Hewitt, P.G. *Física Conceitual*, edição 9ª, editora Brookman.

<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acai-cultivo/br>

<https://www.embrapa.br>

<http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/072-TC-C2.htm>

Mahecha G., Ovalle A., Camelo D., Roza A., Barrero D. 2004. *Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas*. Bogotá, Colombia 871pp.

Moreira, M. A. (2000) *Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas*.

Oliveira, M. G.; Pontes, L. Metodologia ativa no processo de aprendizado do conceito de cuidar: um relato de experiência. X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2011. Acesso em: 14 de setembro de 2013.

Peixoto, João Paulo. Teixeira, Manuel. Moreira, Daniela. Coelho, Dídia. Mota, Paulo Sergio. *Casos do IESF - Estudo de Caso: O Método ABP Caso Home Concept*.

Peixoto, João Paulo; Teixeira, Manuel; Coelho, Dídia; Moreira, Daniela; Mota, Paulo Sérgio, Estudos de Caso: O Método ABP Caso Home Concept, Edição Casos do IESF, 2006, Espaço Atlântico.

Poll, L.A. Na Trilha do Saber; 2022 – editora. Quipá.

Rodrigues, M.L.V & Figueiredo, J.F.C. Aprendizado centrado em problemas. Medicina, Ribeirão Preto, 29: 396-402, out./dez. 1996.

Romão, L. M; Sacchelli, C. M. (2009). Uma Proposta Construtivista na Aprendizagem dos Conceitos da Física com o Auxílio da Robótica Educacional, Universidade da Região de Joinville SC Brasil.

Ronalizado de Ensino, Educação à Distância e Aprendizagem Centrada no Aluno¹, Núcleo Paradigma.

Silva, S. & Tassara, H. (2005). Fruit Brazil Fruit. São Paulo, Brazil, Empresa das Artes.

The PBL learning process - www.pbli.org

Veit, E. A; Teodoro, V. D. (2002). Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, Junho, Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

APÊNDICE A - Solução do problema proposto

No vídeo proposto na primeira etapa da proposta didática, a coleta do açaí é feita com um trator, conforme exemplificado na figura 11.



Figura 13: exemplificação da situação problematizadora
Fonte: autoria própria

Essa situação deve ser explorada na problematização do estudo, e discutida na construção da pergunta norteadora da proposta didática. É importante que o aluno seja motivado por essa questão para o estudo da cinemática, objetivando entender a melhor maneira de lançar o cacho de açaí, de forma a cair na carroceria do trator.

Após a segunda etapa, onde os conceitos de cinemática são estudados, os estudantes devem retornar à pergunta norteadora e em equipe devem utilizar esses conceitos para modelar matematicamente o problema. Para isso, primeiro eles devem entender que considerando como instante nulo

(quando o cronômetro é zerado) aquele quando o trator passa na frente do açazeiro, sendo esse também o instante do lançamento do cacho de açaí, o tempo de queda do cacho deve ser igual ao tempo percorrido pelo trator (figura 12).

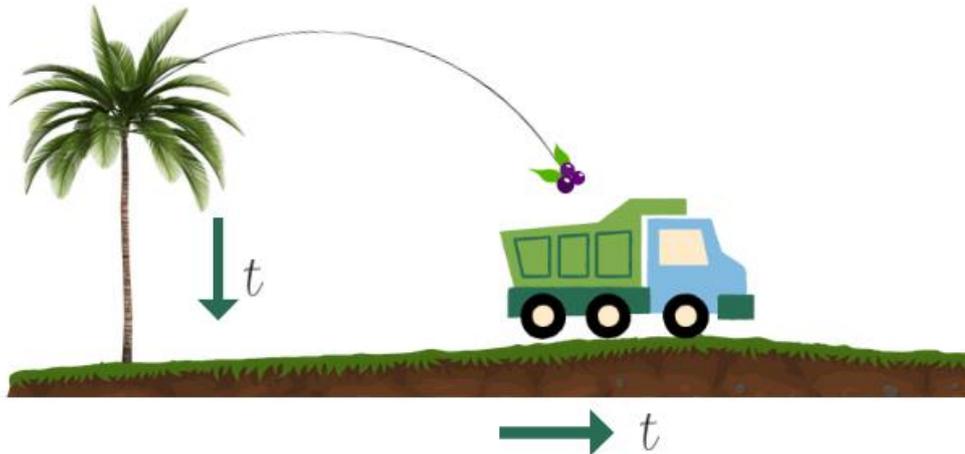


Figura 14: modelo matemático para solução do problema
Fonte: autoria própria

A seguir, deve-se discutir o tipo de movimento que ocorre com o cacho de açaí e com o trator. Em um modelo simplificado, considera-se que o cacho sente somente a aceleração da gravidade (despreza-se resistência do ar e ventos) e que o trator está com velocidade constante. Considera-se o sistema de coordenadas com origem no pé do açazeiro e orientado conforme a figura 13.

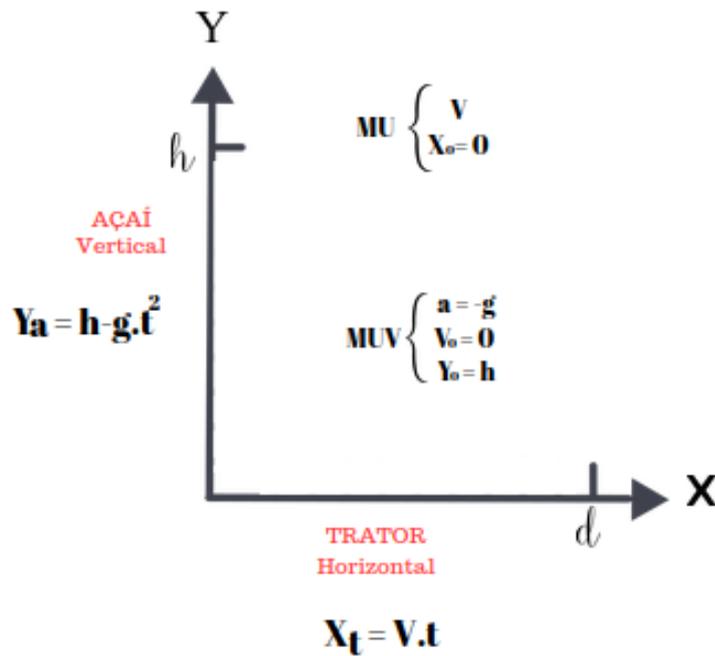


Figura 15: modelo matemático para solução do problema
 Fonte: autoria própria

Assim, enquanto o cacho de açaí cai de h até 0 , o trator se desloca uma distância d .

Portanto do movimento do trator no eixo horizontal temos que:

$$(X) \rightarrow d = V \cdot t_q \rightarrow t_q = d/V \quad \text{onde } (t_q) \text{ é o tempo de queda na vertical do cacho de Açaí}$$

$$h - \frac{g \left(\frac{d}{v}\right)^2}{2} \quad h - \frac{g \left(\frac{d}{v}\right)^2}{2} \quad \text{Substituindo esse tempo de queda do cacho, teremos:}$$

Assim a relação entre a velocidade do trator e a distância por ele percorrida de forma a garantir que o cacho caia será dada por:

$$V = d \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot h}} \quad \text{Essa velocidade deve ser a mesma velocidade horizontal do cacho de açaí no lançamento horizontal.}$$

