



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA O ENSINO DAS
CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PROFCIAMB MESTRADO
PROFISSIONAL

ANTONIO JADSON GOMES VIEIRA

PRÁTICAS MOTIVADORAS PARA A APRENDIZAGEM DA MECÂNICA PARA
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO, CONTEXTUALIZADAS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

DISSERTAÇÃO

Manaus
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA O ENSINO DAS
CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PROFCIAMB MESTRADO
PROFISSIONAL

ANTONIO JADSON GOMES VIEIRA

PRÁTICAS MOTIVADORAS PARA A APRENDIZAGEM DA MECÂNICA PARA
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO, CONTEXTUALIZADAS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito para a obtenção do Título de Mestre.

Manaus

2021

Ficha Catalográfica

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

V658p Vieira, Antonio Jadson Gomes
Práticas motivadoras para a aprendizagem da mecânica para
estudantes do ensino médio, contextualizadas no ensino das
ciências ambientais / Antonio Jadson Gomes Vieira . 2021
79 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Henrique dos Santos Pereira
Dissertação (Mestrado em Rede Nacional para o Ensino de
Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Mecânica. 2. Experimentos. 3. Práticas. 4. Ensino. I. Pereira,
Henrique dos Santos. II. Universidade Federal do Amazonas III.
Título

Antonio Jadson Gomes Vieira

Práticas Motivadoras para a Aprendizagem da Mecânica para Estudantes do Ensino Médio,
contextualizadas no Ensino das Ciências Ambientais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das
Ciências Ambientais como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do
Ambiente.

Aprovado em 29 de junho de 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Henrique dos Santos Pereira

Prof. Dr. Helotonio Carvalho

Profa. Dra. Edivânia dos Santos Schropfer

Manaus - Amazonas

2021

DEDICO

Aos meus filhos que tanto amo, minha esposa Raniele, meus pais Deuseni e Venceslau que me deram toda a condição de chegar aqui, meus queridos irmãos, meus avós, meus tios, meus primos, meus professores do programa e todos que lecionaram a mim. Meu orientador por ter me aceitado e me dado tantas oportunidades e me dado condições de chegar até aqui, meus colegas de mestrado que compartilharam esse sonho comigo, minha querida Professora Kátia que foi como uma mãezona nesse curso para todos nós e por fim meus colegas e alunos do IFAM e do IFTO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida, inspiração e proteção. Aos meus pais que pavimentaram o caminho para chegar até aqui e me passaram os valores e a inspiração para seguir sempre em frente, meus queridos irmãos Anderson, Keith, Kelly, Bruno, Alexandre, Andy e Jady.

A minha esposa que me apoiou e me ajudou demais nas filmagens da queda livre dos frutos, amor, convivência, me aturar e acima de tudo ter me dado os melhores presentes, não somente desse mundo e nem desse universo, mas de todo o multiverso, que são os meus queridos filhos: meu amado filho George Harrison a quem escolhi seu nome em homenagem ao grande membro dos Beatles e meus filhos Dyego e Yslany que não são meus filhos biológicos, mas no meu coração são meus filhos e os amo verdadeiramente como tal, tanto que posso dizer que os dias mais felizes da minha foram os dias em que George nasceu e o dia em que o Dyego e a Yslany passaram a me chamar de pai.

Aos meus avós Onildo, Isabel e Antonia que são como pai e mães, em especial ao meu querido avô José Vieira que nos deixou ano passado e a quem jamais esquecerei todo carinho e amor, as noites que ele acordava no meio da noite para me embrulhar, matar as muriçocas e mesmo depois de adulto me beijava e abraçava, me viu se tornar um professor do IF e cheio de orgulho, mas não poderá compartilhar dessa nova etapa, mas de onde estiver ele está me apoiando.

Agradeço demais meus tios, primos, sobrinhos, cunhados, amigos e a minha querida sogra Maria das Graças que sempre me trata como um filho. Quero aqui fazer um agradecimento especial ao padasto da minha esposa que para ela foi como um pai e o meu querido cunhado que sempre me deram muitas alegrias e hoje estão com Deus todo poderoso nos céus, os grandes Seu Chico Capote e Ronildo Murada.

Além desses agradeço e homenageio minha prima Iana Vieira que foi como uma irmã para mim, meus tios Pedro e Guadalupe Amorim que nos deixaram cedo demais, mas que não esqueço jamais.

A São Gabriel da Cachoeira por me acolher e oportunizar tanto crescimento profissional e pessoal. A meus colegas e alunos que foram como uma segunda família e com os quais compartilhei muitas vitórias e alegrias.

Ao IFTO-Campus Dianópolis por me acolher e me oportunizar estar mais próximo dos meus pais e familiares, meus novos colegas e alunos com quem quero construir novas histórias.

A UFAM e ao IFAM na pessoa do diretor Elias Brasilino por nos dar a oportunidade e nos incentivar a nos graduar numa realidade tão singular quando a que nos encontrávamos numa região isolada de fronteira. A Professora Katia coordenadora do Mestrado, pelas cobranças, mas principalmente pela competência e determinação na realização desse processo. Agradeço a todos os meus colegas que compartilharam o mesmo sonho comigo.

Ao meu orientador, Professor Dr. Henrique por ter me dado a honra de ser seu orientado e a quem teve paciência e me deu a oportunidade de continuar seguindo em frente. Agradeço também meu amigo e mentor eterno, o Professor da UFRRJ, Professor Dr. Frederico Alan de Oliveira Cruz que me deu muitas ideias para o desenvolvimento trabalho e contribuiu absurdamente no manuseio do Tracker e nas considerações físicas, meu orientador da época de graduação Professor Dr. Cláudio Maia Porto da UFRRJ que me deu muitas oportunidades e incentivo, ao meu querido orientador dos tempos de iniciação científica no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas- CBPF, o meu querido estimado Professor Dr. Emil de Lima Medeiros por ter me dado oportunidade de estagiar, mesmo estando abaixo dos padrões quanto a notas e mesmo assim, ganhamos menção honrosa e aprendi e me apaixonei pela análise de movimento por fotografia estroboscópica graças a ele e quantas conversas bacanas tivemos sobre futebol, física e tantas outras coisas.

Para o desenvolvimento dos experimentos agradeço ao meu amigo Claudedir no manuseio da zarabatana e minha esposa que contribuiu nas filmagens do experimento da queda livre. Também agradeço ao Caio Rossi e ao Túlio Martins pelo apoio na arte e confecção do produto, também agradeço ao meu irmão Anderson e minha cunhada Daniele pela contribuição e apoio na finalização do trabalho.

Agradeço a todos aqueles que lecionaram a mim, desde a pré-escola, ensino fundamental, ensino médio e graduação. A inspiração dada por meus professores foi tão marcante que acabei me tornando um professor e sem citar nomes, para não ser injusto com alguém que porventura tenha esquecido, mas digo aqui que todas as minhas conquistas por menores e insignificantes que possam ser, tem a eterna contribuição de cada um de vocês e a minha eterna gratidão a todos meus queridos mestres.

Agradeço demais minha amiga Patrícia Rossi, com quem construímos juntamente com minha outra grande amiga, a professora Andréa Lustoza, uma equipe vencedora com as equipes esportivas e mais que medalhas e troféus, ajudamos a modificar vidas. E se não fosse somente isso, minha amiga Pati teve um papel fundamental na reta final do desenvolvimento da dissertação, contribuindo imensamente e não há dinheiro que pague todo carinho, preocupação e apoio! Uma verdadeira irmã que a vida me deu!! Muito obrigado minha amiga!!

A todos que de alguma forma passaram pela minha vida deixando um pouco de si e levando um pouco de mim, meus agradecimentos por tudo.

“É preciso amar as pessoas como se não houvesse amanhã, pois se você parar pra pensar na verdade não há. ”

(Renato Russo)

“O único lugar em que o sucesso vem antes do trabalho, é no dicionário. ”

(Albert Einstein)

RESUMO

De uma maneira geral, as Ciências estão interligadas desde as suas origens, uma vez que as ciências naturais se originam da Filosofia Natural e esta da Filosofia. Dentro desse contexto, o surgimento do novo campo interdisciplinar das Ciências Ambientais, nos remete à reflexão sobre a interligação que existe entre as partes, fazendo-nos lembrar que como espécie somos uma parte de um todo. Assim, buscou-se contextualizar o Ensino de Física, mais especificamente da Mecânica, no Ensino das Ciências Ambientais. Este trabalho teve por objetivo elaborar roteiros pedagógicos baseados no emprego de materiais didáticos de baixo custo para o ensino de física em uma perspectiva interdisciplinar, contextualizando-se seus conceitos nos saberes ambientais, de modo a propiciar o entendimento dos fenômenos associados à cultura, utilizando-se a prática como ferramenta motivadora para o aprendizado das Ciências Ambientais. A pesquisa caracterizou-se como de abordagem qualitativa, com finalidade descritiva analítica baseada em pesquisa bibliográfica, documental e pesquisa-ação. A pesquisa-ação foi conduzida durante o desenvolvimento de experimentos em que o professor/pesquisador representou uma situação real a ser investigada, propondo uma atividade participativa e colaborativa para ser aplicada para alunos do 1º ano dos cursos técnicos em Agropecuária, Informática e Administração Integrados ao Ensino Médio do IFAM/CSGC. Como resultado chegou-se a duas propostas de prática contextualizada e na produção de Manual dos Experimentos. Os fenômenos explorados foram os de queda livre e de lançamento de projéteis, utilizando-se como elemento integrador elementos da realidade cultural e ambiental dos discentes: a queda de frutos de espécies nativas contextualizou o primeiro experimento. No segundo, foi trazido o lançamento de dardos impulsionados pelo sopro da zarabatana, um utensílio milenar e tradicional de povos indígenas em todo o planeta, inclusive entre as etnias da região do Alto Rio Negro, onde localiza-se o município de São Gabriel da Cachoeira. Pretende-se que o manual produzido se torne um instrumento de auxílio no ensino da mecânica, que auxilie professores da região amazônica em suas aulas de modo a facilitar a compreensão da Cinemática Escalar de estudantes da disciplina de Física do Ensino Médio, podendo ser reproduzido, aperfeiçoado ou servir de base para futuras práticas em sala de aula.

Palavras chaves: mecânica, experimentos, práticas de ensino.

ABSTRACT

Sciences are interconnected since their origins since natural sciences originate from Natural Philosophy and this one from Philosophy. Within this context, the emergence of the new interdisciplinary field of Environmental Sciences leads us to reflect on the interconnection that exists between the parts, reminding us that as a species we are a part of a whole. Thus, we sought to contextualize the Teaching of Physics, more specifically Mechanics, in the Teaching of Environmental Sciences. This work aimed to develop pedagogical scripts based on the use of low-cost teaching materials for the teaching of physics in an interdisciplinary perspective, contextualizing its concepts in environmental knowledge, to provide an understanding of the phenomena associated with culture, using practice as motivating tool for learning the Natural Sciences. The research was characterized as a qualitative approach, with a descriptive and analytical purpose based on bibliographic, documentary and action research. The action research was conducted during the development of experiments in which the teacher/researcher represented a real situation to be investigated, proposing a participatory and collaborative activity to be applied to 1st year students of technical courses in Agriculture, Informatics, and Integrated Administration to IFAM/CSGC High School. As a result, two proposals for contextualized practice and the production of Manual of Experiments were reached. The phenomena explored were those of free fall and projectile launching, using elements of the cultural and environmental reality of the students as an integrating element: the fall of fruits of native species contextualized the first experiment. In the second, the throwing of darts propelled by the blow of the blowgun was brought, an ancient and traditional tool of indigenous peoples all over the planet, including among the ethnic groups of the Alto Rio Negro region, where the municipality of São Gabriel da Cachoeira is located. It is intended that the manual produced becomes an aid instrument in the teaching of mechanics, which helps teachers from the Amazon region in their classes to facilitate the understanding of Scalar Kinematics by students in the discipline of Physics of High School, which can be reproduced, improved, or serve as a basis for future classroom practices.

Key words: mechanics, experiments, teaching practices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de São Gabriel da Cachoeira-AM.	24
Figura 2. Ilustração clássica de lançamento de projéteis.....	30
Figura 3. Representação gráfica das acelerações vertical e horizontal.	30
Figura 4. Zarabatana.....	32
Figura 5. Cesto para armazenamentos de dardos.	33
Figura 6. Dardos e trena.	33
Figura 7. Tripé de mesa e banquinho.	34
Figura 8. Anteparo (Mira).	35
Figura 9. Balança de precisão utilizada para aferição da massa do dardo utilizado na experiência.	36
Figura 10. Representação geral da montagem do experimento, para realização da atividade. ...	37
Figura 11. Fita de calibração do Tracker.....	38
Figura 12. Eixo das coordenadas.....	40
Figura 13. Quadros inicial e final.....	40
Figura 14. Processo de confecção da fotografia estroboscópica.	41
Figura 15. Fotografia Estroboscópica entre quadros com $\Delta t = 1/30$ s.....	42
Figura 16. Atribuindo o ponto de massa.	42
Figura 17. Dados obtidos no Tracker do movimento do dardo impulsionado pela zarabatana. .	43
Figura 18. Gráfico do movimento do dardo na componente horizontal (em x).	45
Figura 19. Print da função que melhor reproduz os pontos.	45
Figura 20. Gráfico do movimento do dardo na vertical.	47
Figura 21. Print da equação obtida pelo Scidavis do movimento vertical do Dardo.	47
Figura 22. Frutos escolhidos para o experimento: tucumã (1), maracujá do mato (2), cubiu (3), Umari (4) e cupuaçu (5).....	49
Figura 23. Polpas das frutas trabalhadas no experimento.	50

Figura 24. Cenário utilizado para a filmagem da queda dos frutos, em frente ao bloco pedagógico do IFAM-CSGC.	51
Figura 25. Cupuaçueiro e seu fruto.	52
Figura 26. Observação do exemplar de cupuaçu utilizado no experimento.	53
Figura 27. Fruto do mariseiro (umari).	53
Figura 28. Exemplar de umari utilizado no experimento.	54
Figura 29. Arbusto do cubiu carregado de frutos.	54
Figura 30. Cubiu.	55
Figura 31. Cacho de tucumã.	55
Figura 32. Exemplar de tucumã utilizado no experimento.	56
Figura 33. Maracujá do Mato.	56
Figura 34. Exemplar de Maracujá do Mato utilizado no experimento.	57
Figura 35. Materiais complementares ao fundo e frutos a frente.	57
Figura 36. Medindo o comprimento dos frutos.	58
Figura 37. Referência para a análise da imagem.	60
Figura 38. Fotografia estroboscópica da queda do cupuaçu.	61
Figura 39. Layout do Tracker na análise da queda do cupuaçu.	62
Figura 40. Fotografia estroboscópica do Umari.	63
Figura 41. Fotografia estroboscópica do Cubiu.	64
Figura 42. Fotografia Estroboscópica da queda livre do tucumã.	66
Figura 43. Fotografia Estroboscópica da queda livre do Maracujá do Mato.	67
Figura 44. Gráfico e função horária obtida pelos dados da queda livre do cupuaçu.	70
Figura 45. Layout da capa dos roteiros experimentais de ensino contextualizados.	73
Figura 46. Layout de apresentação do experimento da zarabatana no roteiro experimental contextualizado.	74
Figura 47. Layout do experimento da queda livre no roteiro contextualizado.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Procedimentos do trabalho.	25
Tabela 2. Modelo da tabela em branco para preenchimento dos discentes.	39
Tabela 3. Tabela com dados obtidos no Tracker do movimento do dardo impulsionado pela zarabatana.	44
Tabela 4. Medidas do comprimento dos frutos e seus respectivos pesos médios.	59
Tabela 5. Dados da queda livre do cupuaçu (Tracker).	62
Tabela 6. Dados da queda livre do Umari (Tracker).	64
Tabela 7. Dados da queda livre do Cubiu (Tracker).	65
Tabela 8. Dados da queda livre do Tucumã (Tracker).	67
Tabela 9. Dados da queda livre do Maracujá do Mato (Tracker).	68
Tabela 10. Resultados de g para a queda livre dos frutos.	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Amazonas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNE	Conselho Nacional de Educação
COIAB	Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira
COVID	Corona Vírus Disease
DF	Distrito Federal
DOU	Diário Oficial da União
ECO-21	Conferência das Nações Unidas
FOIRN	Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro
FUNAI	Fundação da Nações Unidas
IFAM	Instituto Federal do Amazonas
ISA	Instituto Socioambiental
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISBN	International Standard Book Number
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
OSP	Open Source Physics
PCN	Plano Curricular Nacional
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PNE	Plano Nacional de Educação
PNEA	Plano Nacional de Educação Ambiental
PPP	Projeto Político Pedagógico
SCIDAVIS	Scientific Data Analysis and Visualization
SGC	São Gabriel da Cachoeira
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFBA	Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 METODOLOGIA	22
2.1 - Descrição do local do estudo	23
2.2- Sujeitos da pesquisa.....	24
2.3 - Instrumentos e coleta de dados primários e secundário.....	24
2.5 - Análise dos Dados	26
3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	28
3.1 Experimento I- Lançamento de projéteis: movimento do dardo da zarabatana.....	28
3.1.1 Arranjo experimental	32
3.1.2 Proposta de atividade experimental.....	32
3.1.3 - Programas de computador para auxílio da análise do problema proposto.....	35
3.1.4 Aferição da Massa do Dardo.....	36
3.1.5 Apresentação do esquema de montagem.....	37
3.1.6 Produzindo a Fotografia Estroboscópica.....	39
3.1.7 Análise dos Dados.....	42
3.2 Experimento 2- Queda Livre: Análise da queda livre de frutos típicos da Amazônia.....	48
3.2.1 Movimento de Queda Livre	50
3.2.2 Proposta de atividade experimental	52
3.2.4 Frutos utilizados	52
3.2.6 Medindo o comprimento dos frutos	58
3.2.7 Peso médio dos frutos	58
3.2.8 Esquema de montagem.....	59
3.2.10 Coletando os dados de cada um dos frutos	60
3.3 RESULTADOS.....	69
3.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	71

3.4.1 Experimento da Zarabatana.....	71
3.4.2 Experimento da queda livre dos frutos.....	71
3.5- Produto Educacional.....	72
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS.....	77

1 INTRODUÇÃO

Desde os seus primórdios o homem teve que conhecer o ambiente em que vive, para assim sobreviver em um ambiente hostil e cheio de desafios. Para conhecê-lo foi preciso observar o meio em que vive e saber em que época e em que região determinados frutos nasciam, como também conhecer a rota de grandes manadas para a caça. Por meio da observação o homem pôde diferenciar o dia da noite, o ciclo da lua e o movimento das constelações.

Com a domesticação das plantas e dos animais nascia a agricultura e a pecuária e com isso o início das primeiras vilas, que posteriormente, tornaram-se as cidades (RINDOS, 2013; FULLER; STEVENS, 2019). Tendo um maior tempo livre o ser humano pôde conhecer mais profundamente e refletir sobre os fenômenos naturais que inicialmente foram atribuídos às divindades e que aos poucos foram sendo relacionados a outros fatores. Durante esse processo foram surgindo a escrita (D'ERRICO, 1995) e o nascimento da filosofia (CUNNINGHAM; WILLIAMS, 1993), que daria origem a todas as ciências, incluindo a física que estuda os fenômenos da natureza.

O entendimento mais amplo das crises ambientais desde o final da 2ª guerra mundial e o surgimento do conceito do desenvolvimento sustentável no início dos anos 1990 levaram ao surgimento das ciências ambientais modernas que requerem uma abordagem iminente interdisciplinar na busca de soluções para as limitações do crescimento econômico (PHILIPPI et al., 2014). A interdisciplinaridade das ciências ambientais estabelece uma relação desta, não somente com a física, mas com todas os campos do conhecimento, especialmente se consideramos a diversas dimensões do desenvolvimento sustentável (STREZOV et al., 2017).

Um elemento básico das Ciências Ambientais é o reconhecimento da ação humana sobre o ambiente e que tal ação está na origem das crises ambientais locais e globais como a mudança do clima. Assim, as ciências ambientais se contrapõem a concepções equivocadas sobre a incompletude do ambiente, pois ele é forjado pelas atividades dos seres vivos (INGOLD, 2011). Desta maneira, pode-se notar uma articulação entre os pensamentos de Ingold, com Leff (LEFF, 2002).

“O ambiente está integrado por processos, tanto de ordem física como social, dominados e excluídos pela racionalidade econômica dominante: a natureza superexplorada e a degradação socioambiental, a perda da diversidade biológica e cultural, a pobreza associada à destruição do patrimônio de recursos dos povos e a dissolução de suas identidades étnicas; a distribuição desigual dos custos ecológicos do crescimento e a deterioração da qualidade de vida”. (LEFF, 2002, p.159)

O conceito de ambiente nas Ciências Ambientais deve ser algo bem mais abrangente, pois precisa incorporar não somente o meio físico em que habitam os seres vivos desse planeta, mas que o vincula a aspectos sociais, tanto quanto a própria sociedade humana e as alterações provocadas pela interferência desta no meio. Inclui ainda a interação entre as espécies e as condições para a conservação dos ecossistemas que dão suporte à continuidade da vida na terra.

Desse modo, um componente importante das ciências ambientais são os estudos que levam à compreensão das ciências da natureza (física, química e biologia) (MOZENA; OSTERMANN, 2014), que revelam como se dão as interações entre os seres vivos e destes com os seus habitats. O acúmulo de conhecimentos fez com que as ciências naturais se desmembrassem da filosofia natural e, assim como outras ciências modernas onde cada área da ciência aborda um determinado tema quanto ao estudo da natureza.

Na prática do ensino das ciências, é comum abordar as equações e teorias sem que o aluno associe devidamente as informações discutidas em sala de aula com a realidade vivenciada por ele. Desta maneira atividades práticas que demonstrem determinados conceitos são bem-vindas para melhor assimilação do conteúdo e incentivem o estudante a buscar situações e problemas do cotidiano que possam ser solucionados por meio de conhecimentos físicos ou químicos.

Por isso, a importância de contextualizar (KATO; KAWASAKI, 2011) e trabalhar com base em uma aprendizagem significativa, para que o discente não tenha uma formação inapropriada encontrando dificuldades em contextualizar os conhecimentos trabalhados em aula com a realidade vivida por eles. Dessa forma pretende-se associar o ensino das Ciências Ambientais a práticas pedagógicas ativas no ensino da física de modo a propiciar formas inovadoras de se introduzir os conhecimentos vivenciados em sala de aula, e/ou de forma

interdisciplinar, problemáticas ambientais que levem o aluno a refletir e a contextualizar a física por trás de suas atividades corriqueiras diárias.

Quando se fala em motivação, logo vem à mente a ideia de algo que contribua para que alguém alcance um determinado objetivo, e na educação esse termo é muito recorrente por docentes para utilizar como fator de determinação para justificar o motivo de estudantes terem um mau desempenho. Porém, na verdade o mais adequado seria investigar o motivo dos estudantes não se interessarem por um determinado assunto.

A motivação leva uma pessoa a fazer algo, mantendo-a na ação e ajudando-a a completar tarefas (Pintrich & Shunk, 2002). Para Murray (1986), a motivação dirige e integra o comportamento de uma pessoa. Portanto, a aprendizagem e a motivação são recíprocas, onde uma pode produzir um efeito na outra. Pode-se observar, segundo Leal, Miranda e Carmo (2013), que mudanças no próprio aluno podem modificar sua forma de pensar, também podendo ser modificada pelo próprio ambiente de aprendizagem ou na sua cultura escolar. Quando a motivação se dá por meio do estudante, essa motivação é ampliada e assim atinge-se a verdadeira motivação por trás de todo conhecimento acumulado, a essência filosófica do aprender a aprender.

Desde 2012, tendo lecionado a disciplina de física em escolas da SEDUC-TO, além do IFTO e IFAM, pude observar a defasagem em conteúdo de matemática do ensino fundamental e interpretação de problemas. Dessa forma os discentes possuem muita dificuldade na compreensão da disciplina e em escolas de São Gabriel da Cachoeira e suas comunidades possuem uma realidade ainda mais difícil, já que a grande maioria dos docentes não possui formação específica na área de física e muito mais alarmante o fato de que muitos professores sequer possuem formação acadêmica, tendo concluído, na maioria dos casos, apenas o ensino médio na própria comunidade ou região.

Segundo Costa e Barros (2015), o ensino de física e das ciências naturais no Brasil está fortemente influenciado pela ausência de atividades práticas, dependência excessiva do livro didático, método expositivo, reduzido número de aulas, currículo desatualizado e descontextualizado e profissionalização insuficiente do professor.

Além de não possuírem formação adequada, a falta de estrutura laboratorial é um fator determinante para o não desenvolvimento de atividades práticas. Paralelo a este fato, as comunidades e muito menos a sede do município, não possuem tratamento adequado do lixo,

o que acaba enaltecendo a importância do desenvolvimento desta pesquisa, pois além de preparar quites experimentais sem custos, será priorizada a utilização de materiais recicláveis como garrafas PET, pedaços de canos, lixo eletrônico, entre outros.

Barros (2016) enaltece a atual situação do Ensino de Física, e ainda que se faça necessário o desenvolvimento de um projeto que possa minimizar tal problemática que possibilite a socialização dos resultados em outras instituições de ensino. Da mesma forma demonstra a importância de práticas sustentáveis de modo a induzir mudanças na realidade vivida pelos estudantes. O autor afirma que:

“Os conceitos da Física precisam ser debatidos, assim como o desenvolvimento sustentável, visto que é preciso cuidar do meio em que se vive, dando o destino correto aos nossos rejeitos, melhorando a permanência do homem na terra. A sustentabilidade entra neste cenário quando se é capaz de, conscientemente, não abusar do poder aquisitivo em malefício do meio ambiente, ou seja, adicionando a nossa rotina o reutilizar, o reaproveitar, o refazer e deixando o comprar apenas em casos de necessidade.” (Barros, 2016, pg. 03).

Nota-se que há uma grande dificuldade de abstração por meio dos discentes com a disciplina de física e trazer problemas ou exemplos de sua realidade torna mais atraente e compreensível determinados assuntos. Segundo Bealfius (2000), o aluno durante a prática de física aprende a utilizar esquemas e a servir-se de relações matemáticas, sendo preciso considerar a importância das linguagens simbólicas na aprendizagem dela.

De acordo com Faria (1992), a Física é uma ciência essencialmente experimental, a atividade prática é fundamental no processo de formação, pois é no laboratório que o aluno comprovará os modelos teóricos visto em sala de aula. Muitas vezes existem um consenso de que falta experimentos ou kits experimentais prontos, mas o ato de construí-los buscando alternativas é o essencial. Substituir os kits convencionais podem ser um processo enriquecedor, como podemos notar em Aguiar e Laudares (2001).

“Apesar da importância da atividade experimental para a aprendizagem dos conceitos físicos, observamos que existe, em muitos casos, certa passividade dos formandos, com relação às práticas em laboratório. Essa realidade pode estar relacionada com a

utilização de procedimentos experimentais que utilizam kits pré-fabricados, que muitas vezes operam como verdadeiras caixas-pretas. Por ser hermético, quase não há a possibilidade de realizar medidas diferentes daqueles para os quais foram projetadas.” (Aguiar e Laudares, 2001, p.52).

Da mesma forma que não se pode descrever algo sem conhecer, a compreensão de algo que não pode ser aplicado a realidade do discente torna-se de difícil compreensão ou até mesmo incompreensível. Assim, conhecer a realidade do estudante e contextualizar o conhecimento estudado com algo da sua vivência é primordial e essencial para o sucesso do processo ensino-aprendizagem.

Essa pode ser a realidade quando o tema das aulas se refere a fenômenos clássicos, como por exemplo o experimento da queda livre de Galileu, que podem parecer simples e ao mesmo tempo de difícil compreensão, justamente pela dificuldade no processo de ensino-aprendizagem o estudante conseguir assimilar as equações enquanto transpõe esse conhecimento para sua realidade cotidiana. A condução e escolha dos componentes de um aprendizado com base na experimentação e observação é primordial para que haja uma melhor assimilação. O experimento em condições controladas permite ainda a utilização de softwares livres que auxiliam a compreensão e o estudo de tais fenômenos. Além disso, o uso de ferramentas computacionais torna-se um atrativo para despertar o interesse e a participação dos discentes amantes de tecnologias.

Para tanto, a ideia desenvolvida nesse trabalho é propor experimentos que possam ser desenvolvidos, tanto por estudantes dos cursos integrados do IFAM como por turmas de Ensino Médio. Experimentos que levem à reflexão de problemas ambientais e que demonstrem de maneira quantitativa e qualitativa a importância da física e sua amplitude, com o intuito de desmistificar a ideia de que laboratórios convencionais são essenciais para o aprendizado da disciplina, sendo que o próprio mundo é um imenso laboratório amplo e diversificado.

Outra proposta desse trabalho é abordar questões ambientais nos experimentos de forma contextualizada no ensino da física. Consideramos que, atualmente, um dos maiores desafios dos docentes é contextualizar sua prática com o cotidiano dos estudantes. Além disso, reconhece-se que as ciências naturais precisam ser abordadas de forma interdisciplinar e contextualizadas com as questões ambientais, para que possam ser criadas soluções para o

desenvolvimento sustentável da sociedade e com a garantia de manutenção dos bens naturais para o aproveitamento das futuras gerações.

Esta dissertação versa sobre a proposta de introdução de prática inovadoras para o ensino de física, mas especificamente da mecânica, contextualizada com o ensino das ciências ambientais. Como contexto de práticas de ensino-aprendizagem participativas são trazidos elementos da cultura do Amazonas, representados pela utilização de frutos típicos da região no experimento de queda livre e da zarabatana que é um item que faz parte da cultura e tradição dos povos indígenas no experimento de lançamento de projéteis

Tais fenômenos são abordados em experimentos clássicos e são fundamentais para a devida compreensão do estudo da mecânica e mais propriamente falando, da cinemática escalar. São temas que apresentam a física aos estudantes no ensino médio e estes podem ter inicialmente uma impressão inicial ruim da disciplina, uma vez que nas escolas, geralmente, estes conteúdos são trabalhados com uma abordagem matemática e meramente expositiva. Com aulas práticas participativas, uso de tecnologias digitais e associação com elementos da cultura, o docente pode se tornar o assunto um atrativo a mais para o estudo da disciplina.

2 METODOLOGIA

Foram analisados e descritos os experimentos de mecânica contextualizados com elementos das Ciências Ambientais dentro das dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus São Gabriel da Cachoeira - IFAM/SGC. O trabalho inicialmente era para ter sido trabalhado com os estudantes no processo, mas devido a pandemia acabou se tornando uma proposta de prática contextualizada com intuito de produzir um manual dos experimentos.

A pesquisa caracteriza-se como abordagem qualitativa e quantitativa, com finalidade descritiva analítica baseada em pesquisa bibliográfica e pesquisa-ação (GIL, 2008; THIOLENT, 1985,14). O uso destas técnicas, teve a finalidade de compreender a realidade a partir de uma análise multidimensional (SOUZA; ZIONI, 2003). Essas fontes distintas de dados e estratégias permitem uma maior validade dos dados.

A pesquisa descritiva permitiu a melhor compreensão dos fenômenos que envolvem os experimentos. Para Grando, Xavante e Silva (2010), além de permitir descrever os fatos da realidade estudada (TRIVINOS, 1987). Na mesma perspectiva, enquanto continuação do processo descritivo, a pesquisa analítica oportunizou a análise e explicação dos fatos relacionados a questão pesquisada (COLLIS; HUSSEY, 2005).

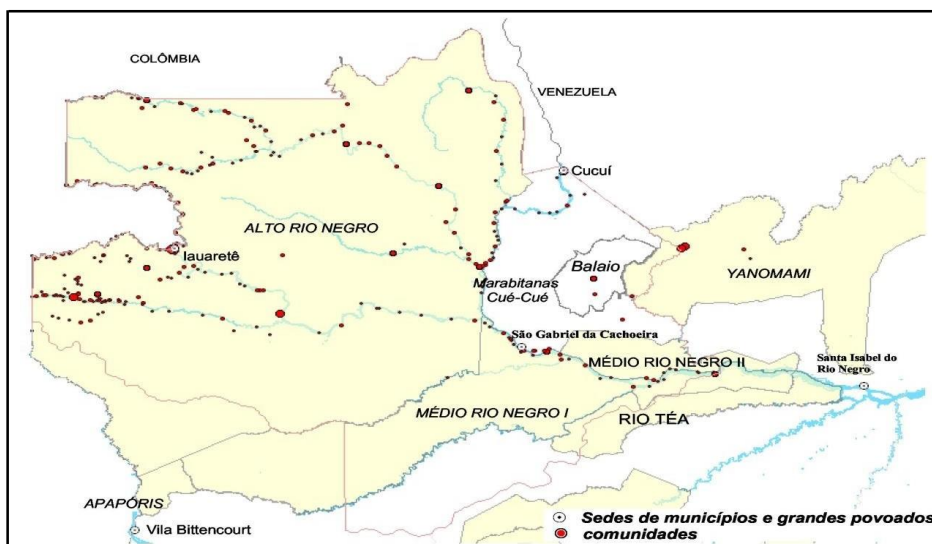
A pesquisa-ação foi concebida e realizada em associação com a de propor experimentos na qual o professor/pesquisador representa uma situação real a ser investigada, sendo proposta uma atividade participativa e colaborativa para ser aplicada para alunos do 1º ano dos cursos técnicos em Agropecuária, Informática e Administração integrados ao Ensino Médio do IFAM/CSGC.

2.1 - Descrição do local do estudo

O município de São Gabriel da Cachoeira está localizado ao Noroeste do Estado do Amazonas, na tríplice fronteira: Brasil, Colômbia e a Venezuela. Sua extensão territorial é de 112.255km², onde vive uma população indígena culturalmente diversificada de 23 etnias distintas, pertencentes às famílias dos troncos linguísticos: Tukano, Aruak, Maku e Yanomami.

A população do município é estimada em 40.806 habitantes (IBGE 2008), sendo que a população indígena se mantém hegemônica em toda esta região, constituída em pelo menos 90% do seu total, assim distribuídos: 18.000 habitantes, na sede urbana, e 22.806 habitantes nas comunidades que se estendem ao longo de 750 comunidades indígenas, principalmente, localizadas as margens dos principais rios da região, nas cinco reservas indígenas demarcadas e homologadas: Terra Indígena Alto Rio Negro, Terra Indígena Médio Rio Negro I, Terra Indígena Médio Rio Negro II, Terra Indígena Apaporis, e Terra Indígena Rio Téa. Além dessas, a Terra Indígena Yanomami também possui uma pequena extensão que faz parte do município, veja mapa abaixo.

Figura 1. Mapa de São Gabriel da Cachoeira-AM.



Fonte: PPC do Curso Superior Licenciatura Intercultural, com Ênfase em Física-IFAM/CSGC.

2.2- Sujeitos da pesquisa

Inicialmente este trabalho visava desenvolver experimentos juntamente com os alunos e avaliar o quanto a prática os motivariam. Seriam aplicados questionários antes, durante e após as práticas e feitas avaliações quantitativas para avaliar o impacto da prática na aprendizagem dos alunos. Porém o atual cenário de pandemia forçou o trabalho a tornar-se uma sugestão de prática motivadora. Sendo realizado pelo pesquisador e colaboradores da pesquisa.

2.3 - Instrumentos e coleta de dados primários e secundário

Foram coletados dados primários levantados em campo, bem como dados secundários, obtidos em documentos institucionais e pesquisa bibliográfica (tabela 3 e 4).

Tabela 1. Procedimentos do trabalho.

NATUREZA DOS DADOS	FONTE DOS DADOS/INSTRUMENTOS DE COLETA
Dados Primários	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção dos materiais dos experimentos (frutos típicos da região e zarabatana), bem como matérias auxiliares (fitas, trenas etc.). • Preparação do cenário para filmagem • Obtenção de filmadora, podendo ser uma câmera digital, smartfone ou qualquer aparelho com função de filmagem. • Preparação de um suporte para evitar trepidações durante a filmagem do experimento • Realização das filmagens dos fenômenos • Utilização de programas para tratamento dos filmes e análise dos movimentos • Obtenção dos dados obtidos e confecção de gráficos e tabelas • Aplicação dos dados obtidos para obter os resultados por meio das funções
Dados Secundários	<ul style="list-style-type: none"> • Registros do IFAM e outras instituições, legislação, reportagens • Revisão de literatura

Fonte: Elaborado pelos autor, 2020.

2.4 - Local de realização das várias etapas da coleta de dados, instrumentos de coleta e recursos utilizados.

Os frutos foram adquiridos na feira livre, a zarabatana foi obtida na FOIRN, enquanto os materiais de apoio foram obtidos nas dependências do IFAM-CSGC e de recurso próprio. Enquanto os softwares foram obtidos gratuitamente na web.

As filmagens foram realizadas nas dependências do IFAM-CSGC, utilizando materiais de cunho próprio ou do laboratório de física do campus.

- ✓ Materiais de cunho próprio:
 - Smartphone;
 - Fitas adesivas;
 - Notebook;
 - Tripé;
 - Zarabatana;
 - Frutos.

- ✓ Materiais do Laboratório ou da Instituição:
 - Trena;
 - Haste da bandeira;
 - Mesa de escritório;
 - Anteparo (Mira);
 - Banquinhos de laboratório;
 - Carteiras;
 - Balança de precisão.

Nesses experimentos foram registrados, por meio de filmagem, os fenômenos que são os movimentos do dardo da zarabatana e dos frutos em queda livre e os mesmos analisados por meio de programas Tracker e Scidavis, pelos quais foram retirados os dados afins para confecção de gráficos, funções, tabelas e fotografias estroboscópicas.

2.5 - Análise dos Dados

Após a filmagem foi realizada a aferição por meio da imagem por um referencial previamente medido nas imagens utilizando o Tracker, onde no primeiro experimento foi o comprimento da zarabatana e no segundo foi o comprimento da haste da bandeira. Uma vez atribuídos os referenciais são definidos as coordenadas horizontal (x) e vertical (y), em seguida define-se o quadro inicial e o quadro final a serem analisados.

Por fim utilizou-se a função de atribuir pontos de massa, clicando quadro a quadro ou de acordo com o intervalo de quadros na posição do objeto em movimento. Assim o programa tendo o controle dos quadros e dos referenciais informados ele fornece uma tabela com os dados do tempo em segundos e das posições em metros. Uma vez com os dados da posição e do tempo o próprio Tracker, por meio dos pontos, traça a curva que melhor perfaz os pontos, fornecendo assim a função, que acaba sendo utilizada para a análise nos dois experimentos.

Com base nas informações obtidas por meio das funções e cálculos, foi possível verificar dados importantes previstos na teoria. Os dados se mostraram promissores, mas o principal intuito desse trabalho é de produzir material didático para o ensino de física, utilizando elementos que fazem parte da cultura local de modo a trazer melhor compreensão dos assuntos trabalhados com a realidade dos discentes.

Uma vez com os temas dos experimentos definidos, foi feita análise e pesquisa de quais elementos utilizar e como abordar tais experimentos contextualizando com a vivência dos alunos.

As análises dos resultados foram embasadas na literatura, utilizando conceitos da teoria da cinemática escalar, de modo que os dados obtidos chegassem aos resultados de forma a contextualizar tais conceitos com a cultura dos povos indígenas e da região do Alto Rio Negro, usando-as como ponte para construir uma possível efetividade no processo ensino-aprendizagem dos discentes.

Depois de escolhidos os experimentos para compor o caderno de experimentos contextualizados, estes são definidos pela relação com a cultura dos povos indígenas e da Amazônia e pelo potencial estético para confecção de fotos a fim de valorizar o produto. Um com o teor mais inovador e que chama a atenção é o lançamento da zarabatana considerado um clássico, com inspiração na lendária queda da maçã de Newton, mas relacionando dessa vez com frutos Amazônicos.

Como produto o trabalho gerou um Manual dos Experimentos com os roteiros de forma a propor experimentos baratos que utilizam materiais de baixo ou mesmo de nenhum custo.

O Manual foi desenvolvido em meio digital para facilitar o acesso e baratear os custos de impressão em papel com “design” de boa qualidade e poli crômico, sendo assim, bem afinados com a proposta do PROFCIAMB, em prezar pela manutenção do meio ambiente.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Experimento I- Lançamento de projéteis: movimento do dardo da zarabatana

Segundo (HOSSEPIAN, 2000) a zarabatana é um dispositivo que é utilizado há centenas de anos por diversos povos indígenas para a propulsão de dardos utilizados como armamento bélico, onde na maioria das vezes os dardos podem ou não conter toxinas ou outras substâncias para fins de atordoamento ou mesmo de abatimento. A propulsão é feita pelos pulmões na forma de sopro em uma de suas extremidades.

Em um artigo do site BBC Earth (20 de maio de 2015)¹, Kahrl Gruber descreve como os indígenas se utilizam das propriedades venenosas de uma rã na América do Sul:

“O relato é de 1825: no meio da quente e úmida floresta colombiana, um homem quase nu caminha silenciosamente entre as árvores, procurando sua próxima refeição. Ao avistar um macaco distraído, o caçador prepara sua zarabatana. Ele sabe que um único tiro será suficiente para abater o animal, já que a seta disparada está embebida em veneno.

O artifício é usado há séculos pelos caçadores indígenas sul-americanos para abater aves, macacos e outros animais pequenos dos quais se alimentam.

O veneno vem de rãs de cor amarelo vibrante e com poucos centímetros de comprimento, as *Phyllobates terribilis*.

Um único exemplar da espécie produz veneno suficiente para matar dez homens adultos – o que faz desse anfíbio provavelmente o animal vertebrado mais tóxico do mundo.” (Kahrl Gruber, BBC Earth, 20 de maio de 2015).

Ainda em (HOSSEPIAN, 2000), podemos notar que a zarabatana é muito utilizada na medicina veterinária com a finalidade de aplicar medicações para atordoamento do animal, para que possam ser feitos os devidos tratamentos no animal e desta forma evitar acidentes.

A zarabatana na cultura dos povos indígenas tem uma grande importância cultural, pois a mesma por séculos foi de imensa utilidade na caça e em conflitos. A importância da zarabatana pode ser medida por meio dos mitos e lendas criadas em torno dela, sendo que os

¹ Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/05/150522_vert_earth_ra_venenosa_ml

povos indígenas não se utilizavam da escrita e sim da oralidade para transmitir os conhecimentos as próximas gerações.

O objeto em análise é o dardo disparado pela zarabatana por meio do sopro, utilizando a força dos pulmões da pessoa que manuseia o aparato, sendo que este projétil possui uma velocidade considerável, desde que seja confeccionada de modo a aproveitar as propriedades físicas a seu favor.

O tópico a ser discutido nesse experimento é sobre o lançamento de projéteis que muitas vezes é visto pelos discentes de maneira meramente teórica e esta proposta traz uma contextualização com o cotidiano, em especial e com a cultura dos povos indígenas ou mesmo povos do Amazonas ou regiões com forte influência dessa cultura.

A presente atividade consiste em analisar o movimento de um dardo impulsionado por uma zarabatana por meio de fotografias estroboscópicas, produzidas por programas gratuitos.

A zarabatana é uma arma utilizada por diversos povos de todo o globo, que consiste em um tubo por onde, por meio de sopro, atiram-se projéteis de diferentes naturezas, podendo ser dardos, pedras, setas, dentre outros. Cada povo possui diferentes formas, tanto de produção como de contextualização cultural com este utensílio milenar.

Os dados são impulsionados por meio do sopro, onde mesmo irá descrever um movimento oblíquo, se atirado da maneira correta. Um movimento oblíquo consiste por um projeto lançado com uma velocidade inicial v_0 , inclinada de certo ângulo α , em relação a um plano horizontal, como se pode observar na figura abaixo:

Figura 2. Ilustração clássica de lançamento de projéteis.

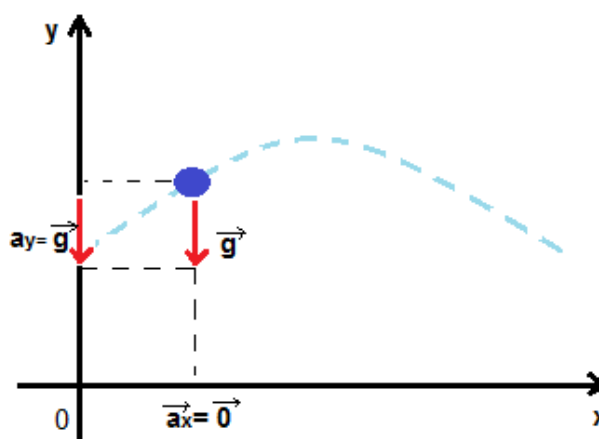


Fonte: Apostila Bernoulli 2012- Volume 1- 3º Ano

A velocidade, como em todo movimento, é tangente a trajetória em todo instante, com mesmo sentido do movimento, sendo a velocidade no ponto mais alto atingido pelo projétil, sendo horizontal e não nula.

Este movimento pode ser decomposto e analisado em duas dimensões: eixo vertical ($0y$), onde a aceleração é sempre igual a g (desprezando-se a resistência do ar) e eixo horizontal ($0x$), onde a aceleração é nula $a_x=0$.

Figura 3. Representação gráfica das acelerações vertical e horizontal.



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Devido às estas constatações nota-se que o movimento na horizontal, possui aceleração nula, portanto trata-se de um movimento uniforme que possui velocidade constante, enquanto o movimento na vertical é uniformemente variado, onde $a_y = g$.

Decompondo o vetor velocidade na direção x, obtêm-se a seguinte equação:

$$v_{0x} = v_{0x} \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Como v_{0x} é constante, pode-se escrever que:

$$v_{0x} = v_x \quad (2)$$

Ao passo que na direção y, a aceleração é constante e dada pela aceleração da gravidade g . Sendo assim caracterizado como movimento uniformemente variado. Onde a componente vertical da velocidade pode ser determinada por:

$$v_{0y} = v_{0y} \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

Utilizando as definições do movimento uniformemente variado, podem-se escrever as funções horárias da velocidade e do espaço.

Função horária da velocidade decomposta nas duas direções (x e y):

$$v_x = v_{0x} \quad (4)$$

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t \quad (5)$$

Função horária do espaço nas duas direções (x e y)

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t \quad (6)$$

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2 \quad (7)$$

Assim têm-se as equações básicas para a análise do lançamento oblíquo de corpos, sujeitos a um campo gravitacional constante.

3.1.1 Arranjo experimental

O experimento pode ser dividido em três etapas:

- 1) Filmagem do movimento do dardo soprado por meio da zarabatana;
- 2) Editar por meio de programas gratuitos as fotografias estroboscópicas;
- 3) Analisar as imagens utilizando programas editores de gráficos gratuitos.

3.1.2 Proposta de atividade experimental

O que se pode verificar sobre o comportamento da zarabatana e o quanto as propriedades dos lançamentos de projéteis serão observadas no movimento descrito

3.1.3 Materiais Utilizados

- **Zarabatana-** Instrumento utilizado para impulsionar os dardos por meio do sopro.

Figura 4. Zarabatana.



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

- **Cesto-** material utilizado para armazenar os dardos (projéteis).

Figura 5. Cesto para armazenamentos de dardos.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

- **Dardos**- material utilizado como projétil, cujo seu movimento será o alvo de análise do experimento.
- **Trena**- instrumento para aferição de medidas para servirem de referência na imagem.

Figura 6. Dardos e trena.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

- **Tripé de mesa-** o tripé é bastante útil para evitar trepidações que venham a prejudicar a qualidade da filmagem. Esse modelo de tripé é de baixo custo e pode ser encontrado facilmente em vendedores de rua ou lojas.
- **Banquinho-** utilizado para apoio do tripé, sendo que o mesmo pode ser substituído por uma mesa, mas foi escolhido o banquinho devido a facilidade quanto a mobilidade dele.

Figura 7. Tripé de mesa e banquinho.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

- **Anteparo (Alvo)** - utilizado para servir de alvo do projétil.

Figura 8. Anteparo (Mira).



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

- **Balança de precisão**- utilizada para medir a massa dos dardos que são os projéteis em análise.

Observação: na ausência de uma balança de precisão, pode-se muito bem utilizar uma balança de cozinha ou similares.

- **Smartphone**- pode ser utilizado qualquer aparelho, desde que tenha a função de filmagem. Lembrando que quanto maior a resolução melhores serão os resultados.

3.1.3 - Programas de computador para auxílio da análise do problema proposto

Para que seja feita a análise do movimento é necessária a utilização de um programa de computador (Software) que permita tal análise, existem diversos programas que podem ser utilizados para tal finalidade. Porém o Tracker² mostra-se uma excelente ferramenta.

Ele se caracteriza por ser uma ferramenta gratuita de análise e modelagem de vídeo construída no *framework* Java Open Source Physics (OSP) e que foi projetado para ser usado no ensino de física (BROWN, 2019).

Outro programa de extrema valia é Scidavis³ que se trata de um programa editor de gráficos, onde ele possui uma função de tracejar uma função que melhor descreve os pontos

² Disponível em: <https://trackerbrasil.ct.utfpr.edu.br/>

³ Disponível em: <http://scidavis.sourceforge.net/>

dos dados e por meio dessas funções pode-se chegar a conclusões sobre as grandezas físicas envolvidas.

Vale frisar que o Tracker também possui as ferramentas para fornecer as funções que melhor trace os pontos das curvas obtidas dos experimentos, mas foi utilizado para este experimento, o Scidavis que também pode ser uma ferramenta de grande valia para o professor utilizar em suas aulas, tanto de física como de matemática.

Tal escolha se deu pelo fato que a época ainda não havia o domínio de tal função do programa Tracker.

3.1.4 Aferição da Massa do Dardo

Para uma análise meramente cinemática, o valor da massa não terá utilidade, mas se considerar-se as forças que agem no dardo, ou seja, se for realizada uma análise mecânica do problema envolvendo conceitos de força, energia e demais grandezas dinâmicas necessita-se desta aferição.

Para esse experimento foi aferida a massa do dardo utilizado com uma balança de precisão do acervo do laboratório de química do IFAM-Campus São Gabriel da Cachoeira, como pode-se observar abaixo na figura 9.

Figura 9. Balança de precisão utilizada para aferição da massa do dardo utilizado na experiência.

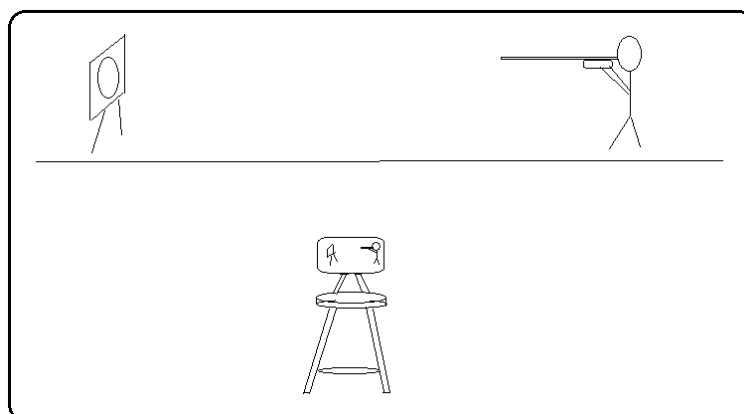


Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

3.1.5 Apresentação do esquema de montagem

A montagem experimental deve ser realizada de modo que a câmera seja posicionada para a captação de toda a área onde ocorrerá o movimento e para evitar distorções indesejadas, devido ao efeito paralaxe, deve-se posicionar o mais centralizado possível da trajetória e a uma distância que seja possível capturar todo o movimento. A figura 11 abaixo ilustra como deve ser realizada a montagem.

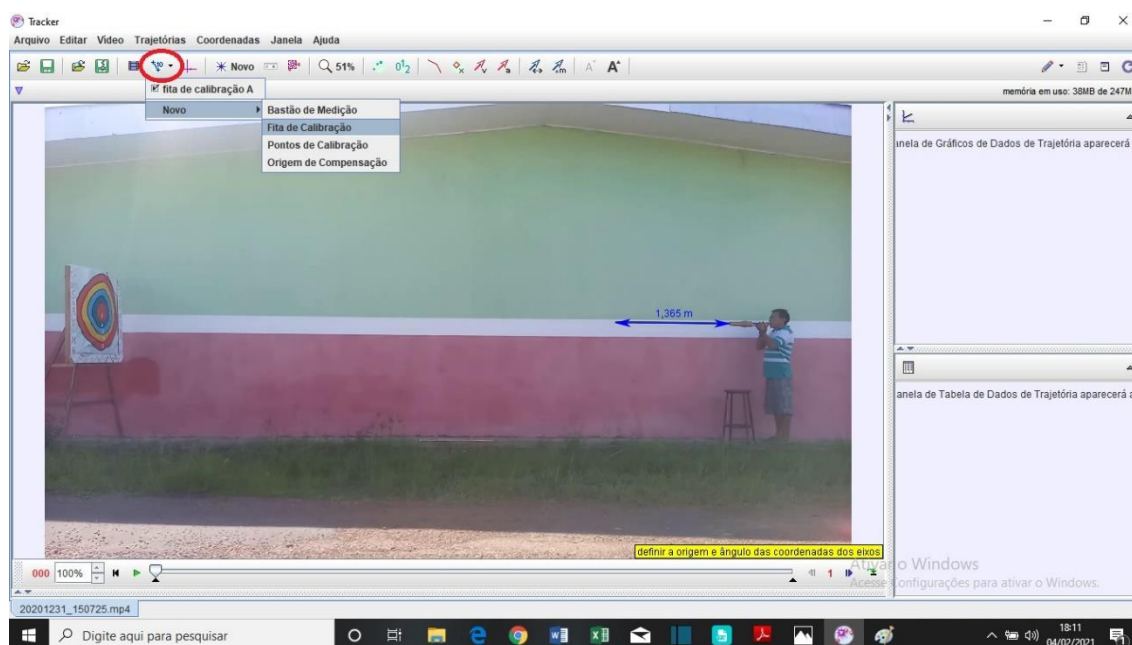
Figura 10. Representação geral da montagem do experimento, para realização da atividade.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Também é muito importante que seja colocado no mesmo plano do movimento, a fim de evitar complicações e possíveis erros devido ao efeito paralaxe⁴, referenciais de medida nos eixos horizontal (x) e vertical (y). O Tracker necessita que seja informada por meio da ferramenta chamada fita de calibração, que seja identificada no plano do movimento alguma medida e o programa fará a leitura dos deslocamentos considerando o referencial informado.

Figura 11. Fita de calibração do Tracker.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Durante a atividade os estudantes deverão preencher os dados em uma tabela, segundo o modelo abaixo:

⁴ Trata-se da diferença de tamanho aparente causada pelas diferentes distâncias dos objeto.

Tabela 2. Modelo da tabela em branco para preenchimento dos discentes.

t (s)	x (m)	y (m)

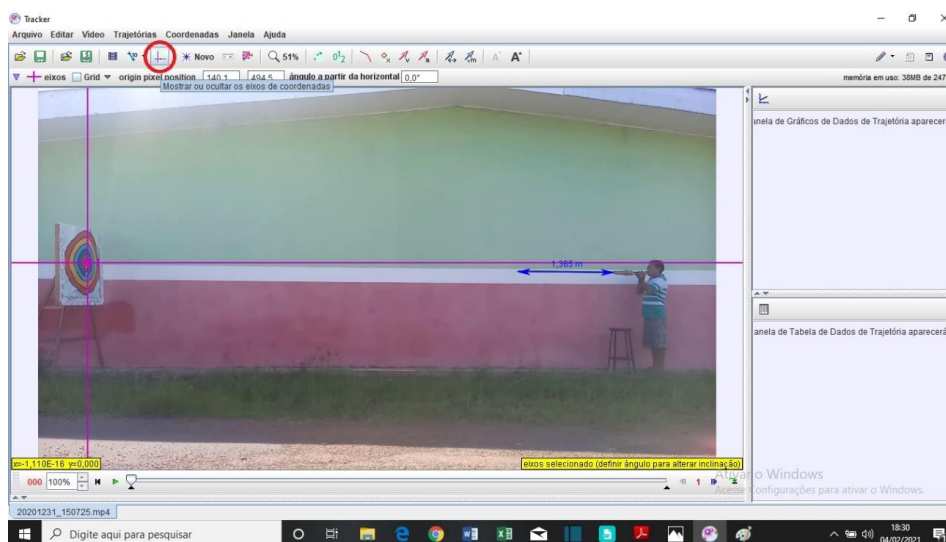
Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

A tabela acima deverá ser preenchida pelos discentes de acordo com os dados obtidos no Tracker®, onde ele já fornece gráficos, equações e outros dados de interesse da análise, podendo também ser utilizados outros softwares, como o SciDavis® para verificações.

3.1.6 Produzindo a Fotografia Estroboscópica

O primordial, uma vez instalado o Tracker no computador, é abrir o programa e arrastar o vídeo ou clicar em abrir. Uma vez carregado, aplicar a fita de calibração como já mostrado e definir os eixos a posição dos eixos das coordenadas.

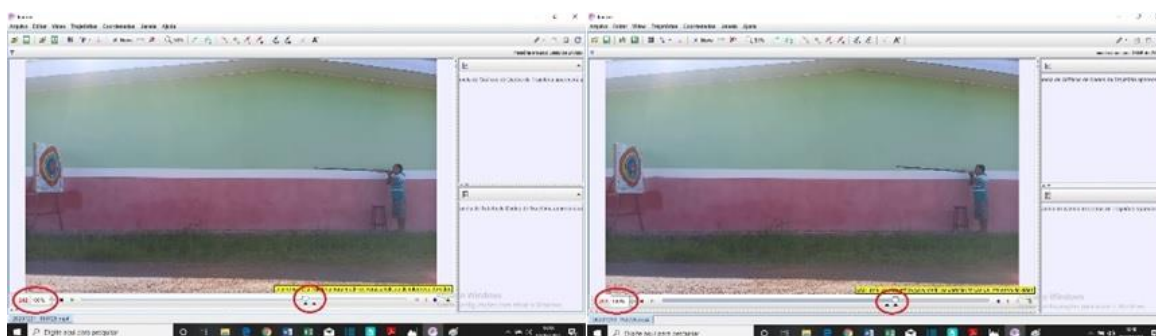
Figura 12. Eixo das coordenadas.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

O próximo passo é definir o intervalo dos quadros a serem analisados, deve-se identificar os quadros do início e final do movimento.

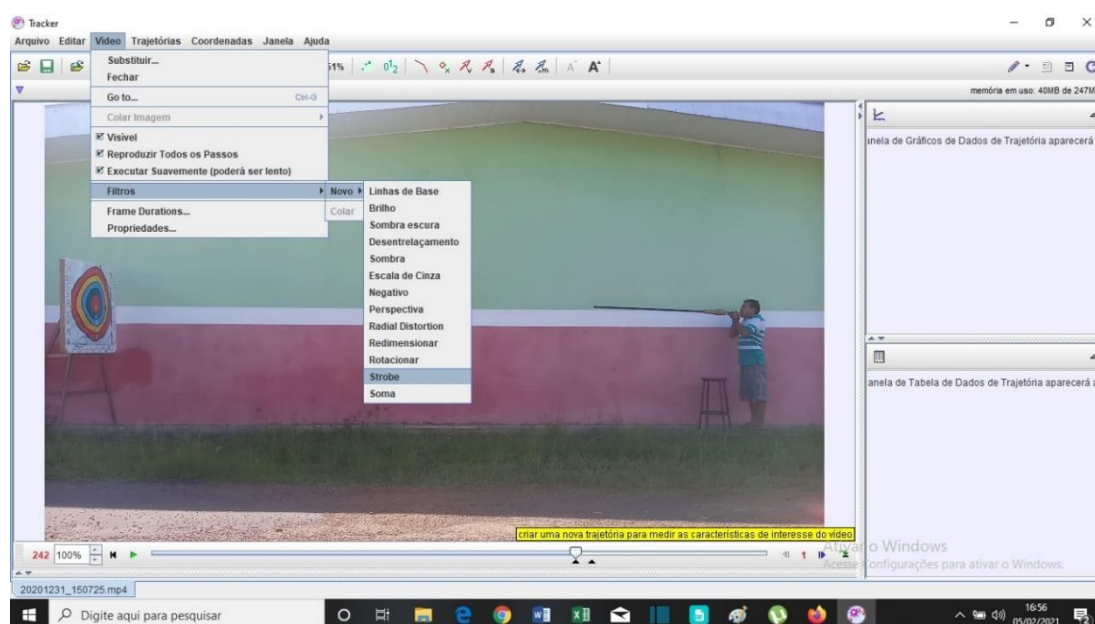
Figura 13. Quadros inicial e final.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Para a produção da fotografia estroboscópica, deve-se seguir as seguintes etapas: vídeo-filtros-novo-strobe. Em seguida fechar quando aparecer a caixa de mensagens, posicionar no quadro inicial do movimento e clicar em play que o programa irá reproduzir a fotografia estroboscópica.

Figura 14. Processo de confecção da fotografia estroboscópica.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Figura 15. Fotografia Estroboscópica entre quadros com $\Delta t = 1/30$ s.

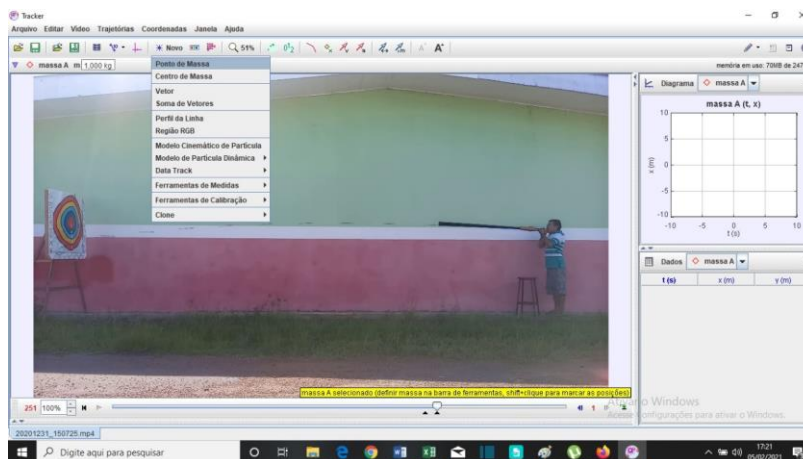


Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

3.1.7 Análise dos Dados

Uma vez produzida a fotografia estroboscópica, deve-se atribuir o ponto de massa em cada um dos pontos onde estão as imagens conforme pode-se averiguar abaixo:

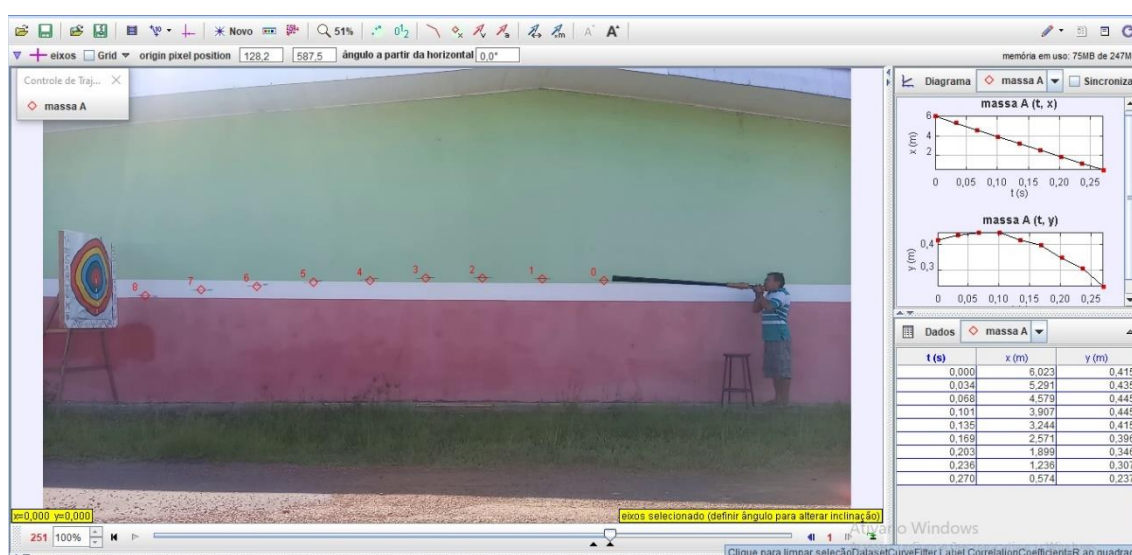
Figura 16. Atribuindo o ponto de massa.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Ativando o ponto de massa posiciona-se o cursor no ponto inicial, clica-se no ponto de massa e segura SHIFT e com o botão direito nos pontos do centro de massa da zarabatana e o programa já fornece uma tabela com os dados de tempo e das coordenadas em x e em y , como se pode observar abaixo:

Figura 17. Dados obtidos no Tracker do movimento do dardo impulsionado pela zarabatana.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Uma vez determinado o eixo das coordenadas, com a respectiva origem e bem como o valor de referência na imagem para análise, quando clicar em determinar novo ponto de massa, pressionar SHIFT e clicar com o botão esquerdo nos pontos onde o corpo está posicionado em cada instante, o Tracker irá marcar as posições em x e em y . Já o tempo será determinado de acordo com os quantidade de quadros que o aparelho utilizado filmas, sendo que o padrão da maioria é de 30 quadros por segundo.

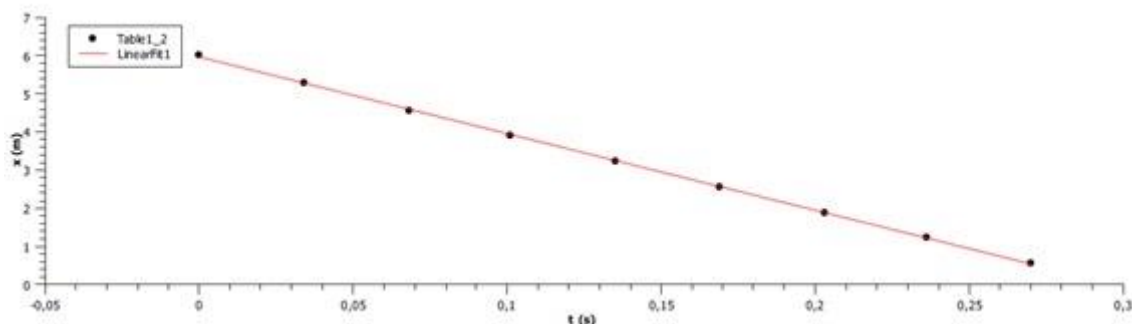
Tabela 3. Tabela com dados obtidos no Tracker do movimento do dardo impulsionado pela zarabatana.

t (s)	x (m)	y (m)
0,000	6,023171828	0,4153911605
0,034	5,291292164	0,435171692
0,068	4,579193032	0,4450619577
0,101	3,906654962	0,4450619577
0,135	3,244007158	0,4153911605
0,169	2,571469089	0,3956106291
0,203	1,89893102	0,3461593004
0,236	1,236283216	0,3065982375
0,270	0,5736354122	0,2373663775

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

Com base nos dados obtidos na tabela, pode-se analisar o movimento via o próprio Tracker, mas devido a praticidade e pela maior prática no tratamento dos dados, a análise gráfica foi realizada com o Scidavis.

Figura 18. Gráfico do movimento do dardo na componente horizontal (em x).



Fonte: Acervo dos Autores (Scidavis), 2020.

Como previsto na teoria a componente horizontal do movimento possui uma velocidade praticamente constante por um certo período e a distribuição dos pontos mostra bem isso e fazendo com que o Scidavis trace a função linear que melhor se encaixe nos pontos obtêm-se o gráfico representado na Figura 19.

Figura 19. Print da função que melhor reproduz os pontos.

```
[09/02/2021 15:13:49          Plot: "Graph1"]
Linear Regression fit of dataset: Table1_2, using function: A*x+B
Y standard errors: Unknown
From x = 0 to x = 0,27
B (y-intercept) = 5,97246528019666 +/- 0,0174873659350722
A (slope) = -20,0884454281003 +/- 0,108784479711847
-----
Chi^2/doF = 0,000807993006342415
R^2 = 0,999794765618221
-----
```

Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Nota-se que a função linear representada por $y(x) = \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{B}$ por tratar-se de uma função linear pode representar a função horária do movimento uniforme $\mathbf{x}(\mathbf{m}) = \mathbf{x}_0 + \mathbf{v} \cdot \mathbf{t}$, onde \mathbf{x}

representa o espaço percorrido horizontalmente, x_0 é a posição inicial, v é a velocidade e t é o tempo.

Desta forma chega-se à conclusão que v , por ser por coeficiente angular da reta representada por A no programa, têm-se que o módulo da velocidade na horizontal é $v= 20,08 \text{ m/s}= 72,28 \text{ km/h}$.

Como foi aferido a massa do dardo, como observa-se na Figura 9, temos $m= 1,49\text{g}$. Logo pode-se efetuar uma série de cálculos que necessitam da massa como a energia cinética, por exemplo, onde a mesma pode ser obtida por meio da seguinte equação:

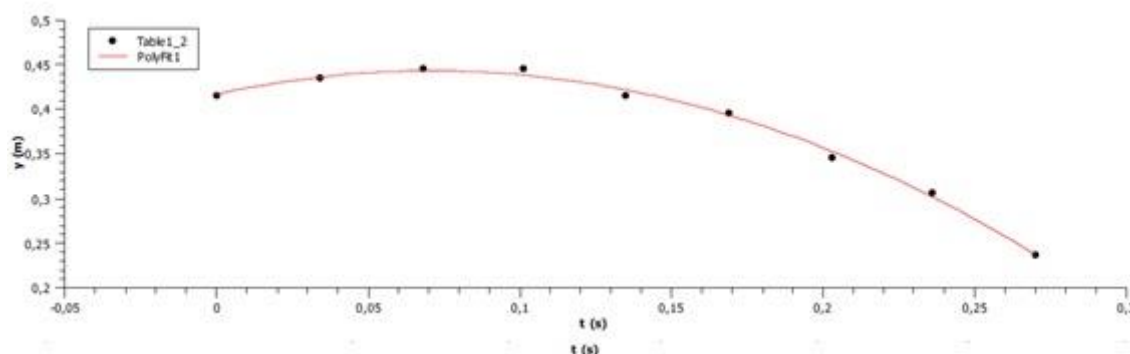
$$K= \frac{m.v^2}{2} \quad (8)$$

Onde K é a energia cinética, m é a massa e v é a velocidade. Assim substituindo os respectivos valores encontrados no Sistema Internacional de Unidades e Medidas ($m= 1,49\text{g}= 0,00149\text{kg}$ e $v= 20,08\text{m/s}$), têm-se:

$$K= 0,30 \text{ J} \quad (9)$$

Ainda utilizando a *Tabela 3*, pode-se analisar a componente vertical do movimento. Dessa forma utilizando mais uma vez o Scidavis, pode-se obter a curva que melhor representa o movimento vertical bem como a equação que melhor se enquadra nos pontos.

Figura 20. Gráfico do movimento do dardo na vertical.



Fonte: Acervo dos Autores (Scidavis), 2020.

Da mesma forma que foi feito para traçar a melhor curva que perfaz os pontos na horizontal, também pode-se fazer o mesmo processo na vertical e logo se nota que os pontos perfazem uma curva. Assim traçando uma equação de segundo grau, o Scidavis fornece a curva e a equação que melhor descreve foi fornecida pelo programa.

Figura 21. Print da equação obtida pelo Scidavis do movimento vertical do Dardo.

```
[09/02/2021 16:09:13          Plot: "Graph1"]
Polynomial fit of dataset: Table1_2, using function: a0+a1*x+a2*x^2
Y standard errors: Unknown
From x = 0 to x = 0,27
a0 = 0,416806833074425 +/- 0,00425220504698598
a1 = 0,740093725638518 +/- 0,0734135937652538
a2 = -5,20012295180102 +/- 0,261546826712323
-----
Chi^2/dof = 2,727066246431e-05
R^2 = 0,996017262091328
-----
```

Fonte: Acervo dos Autores (Scidavis), 2020.

Nota-se que o gráfico se comporta como uma função do segundo grau, logo associa-se que o movimento na vertical é uniformemente variado pelo comportamento da curva. A função

horária do espaço para o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, pode ser representada como:

$$y(t) = S_0 + v_0.t + \frac{a}{2}.t^2 \quad (10)$$

Onde y representa o espaço percorrido na direção vertical, t é o intervalo de tempo, v_0 é a velocidade inicial e a é a aceleração. Como observado na *tabela 4*:

$$\frac{a}{2} = -5,2 \quad (11)$$

Logo:

$$a = -10,4 \text{ m/s}^2 \quad (12)$$

Nota-se que a aceleração se difere da prevista de $9,8 \text{ m/s}^2$, além de possíveis erros de aferição, deve-se também ao fato de que o dardo não estava devidamente calibrado, como pode-se observar no movimento descrito que em um dado momento o dardo cai bruscamente e ele ter sido confeccionado para fins estéticos e decoração.

3.2 Experimento 2- Queda Livre: Análise da queda livre de frutos típicos da Amazônia.

O estudo da mecânica é sempre tratado de uma maneira alterada e a utilização de programas que produzem e analisam fotografias estroboscópicas, bem como a análise do movimento, fornece uma ferramenta primordial e que pode trazer para o estudante para investigar um movimento corriqueiro do seu cotidiano para o estudo da queda livre e verificar as previsões teóricas e trazendo-o para a sua realidade, o que cabe totalmente com os teóricos do ensino das ciências ambientais.

Os frutos possuem uma importância cultural e alimentar, no que visa o complemento de vitaminas e substâncias essenciais para a saúde, tanto para pessoas como para animais. Esta investigação inspirada no mito da lendária maçã de Newton que criou uma forma de enxergar o universo, com advento da teorização da gravidade, sendo este evento um dos marcos da história, não somente da física, como da humanidade.

Tem-se uma grande diversidade de frutos no Brasil, tendo aproximadamente 500 espécies, sendo 220 comestíveis (GIACOMETTI, 1993). Assim a grande diversidade de espécies frutíferas, o colocam como o segundo grande centro de espécies frutíferas tropicais, ficando atrás somente do sudeste asiático.

A queda livre de frutos é de fácil entendimento e compreensão dos discentes, sendo assim uma excelente forma de contextualizar o estudo da cinemática escalar com a realidade do estudante, sendo assim a ligação entre as ferramentas de ensino, tanto no âmbito da física como das ciências ambientais.

O objetivo do experimento é verificar a aceleração da gravidade agindo na queda de diferentes frutos e como foi desenvolvido no IFAM-Campus São Gabriel da Cachoeira foram escolhidos frutos comuns da região do Alto Rio Negro.

Figura 22. Frutos escolhidos para o experimento: tucumã (1), maracujá do mato (2), cubiu (3), Umari (4) e cupuaçu (5).



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Figura 23. Polpas das frutas trabalhadas no experimento.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

3.2.1 Movimento de Queda Livre

Um tipo de movimento que sempre foi alvo de investigação e estudos, desde a época da Grécia Antiga, foi o movimento da queda livre. O filósofo Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava que havia uma dependência entre a massa dos objetos e o tempo de desenvolvimento de queda livre. Sendo assim, hipoteticamente, quanto maior a massa de um objeto em queda livre, mais rapidamente este chegava ao solo.

Como o pensamento Aristotélico era influente em diversas áreas de conhecimento, as ideias aristotélicas perduraram por quase dois mil anos. Até que Galileu Galilei, que foi um dos pioneiros do método experimental na física, desenvolvesse experimentos que concluíam que corpos independentemente das massas, chegam ao mesmo tempo no solo se forem soltos de uma mesma altura e partindo com a mesma velocidade, desprezando a ação da resistência do ar.

Figura 24. Cenário utilizado para a filmagem da queda dos frutos, em frente ao bloco pedagógico do IFAM-CSGC.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

O movimento de queda livre pode ser representado por meio da função horária do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (M. R. U. V.) com aceleração constante (aceleração g constante) dada por:

$$h(t) = h_0 + v_0.t + \frac{g}{2}.t^2 \quad (13)$$

Inspirado na queda da lendária maçã de Isaac Newton, contextualizando com a realidade da Amazônia, em especial a região do Alto Rio Negro, foi escolhido o experimento da queda livre trabalhando com frutos típicos da região com o objetivo de comparar e fazer a verificação na prática do que foi observado por Galileu em confronto com as ideias Aristotélicas.

3.2.2 Proposta de atividade experimental

A atividade experimental consiste em soltar, a partir do repouso, os frutos escolhidos e filmar os fenômenos com a finalidade de analisar o movimento deles por meio dos programas Tracker e Scidavis.

Será que a aceleração da gravidade terá valores próximos nos movimentos dos diferentes frutos?

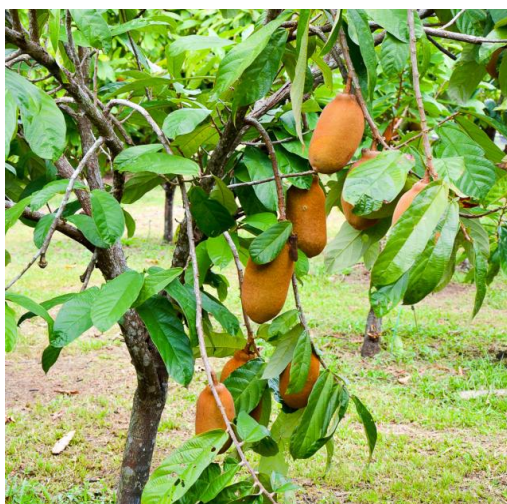
3.2.4 Frutos utilizados

Abaixo estão descritos e representados por fotografias dos frutos utilizados no experimento, bem como imagens das árvores com seus frutos.

✓ **Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*):**

É um fruto da família Malvaceae da árvore conhecida com como cupuaçuzeiro típico da região norte brasileira. O fruto é muito apreciado e é um dos símbolos da Amazônia. Na figura 24 vemos uma ilustração do cupuaçuzeiro e seu fruto.

Figura 25. Cupuaçuzeiro e seu fruto.



Fonte: Portal da Embrapa⁵

⁵ Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/3016003/fruto-de-cupuacu9>

Figura 26. Observação do exemplar de cupuaçu utilizado no experimento.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

✓ **Umari (*Poraqueiba sericeia Tul*):**

É o fruto do umariseiro ou mariseiro que é uma árvore de grande porte típica da Amazônia. Seu fruto é rico em Vitamina E, possui um cheiro bem peculiar e é muito consumido na região do Alto Rio Negro. A figura 26 ilustra o umari no mariseiro.

Figura 27. Fruto do mariseiro (umari).



Fonte: Portal da Holanda⁶

⁶ Disponível em: <https://www.portaldoholanda.com.br/cura-pela-natureza/fruta-amazonica-e-rica-em-vitamina-que-ajuda-prevenir-juventude>

Figura 28. Exemplo de umari utilizado no experimento.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

✓ **Cubiu (*Solanum sessiliflorum*):**

O cubiu é um arbusto ereto e de ciclo anual que cresce em regiões de clima quente e úmido. O seu fruto é muito utilizado pelos povos tradicionais da região para alimentação, cosméticos e para fins medicinais. Na figura 28 tem-se a ilustração da planta com seu fruto.

Figura 29. Arbusto do cubiu carregado de frutos.



Fonte: Portal do INPA⁷

⁷ Disponível em: <http://portal.inpa.gov.br/cpca/areas/cubiu.html>

Figura 30. Cubiu.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

✓ **Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*):**

É uma palmeira típica da Amazônia que possui fruto rico em vitamina A que já faz parte da cultura alimentar e que também é utilizado para produção de óleo, cosméticos, azeite, dentre outros. Na figura 30 observa-se um cacho de tucumã na palmeira.

Figura 31. Cacho de tucumã.



Fonte: Portal da Embrapa⁸

⁸ Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33036613/prosa-rural-fala-sobre-as-potencialidades-do-tucuma>

Figura 32. Exemplar de tucumã utilizado no experimento.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

✓ **Maracujá do Mato (*Passiflora cincinnata*):**

É uma trepadeira que cresce nos corredores ensolarados da floresta, frutos típicos da Amazônia muito apreciados pelos ribeirinhos e povos indígenas. Na figura 30, observa-se o fruto retirado da floresta.

Figura 33. Maracujá do Mato.



Fonte: Canal Quase TudoDBV youtube⁹

⁹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5gwIFRtrSaQ>

Figura 34. Exemplar de Maracujá do Mato utilizado no experimento.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Figura 35. Materiais complementares ao fundo e frutos a frente.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

3.2.6 Medindo o comprimento dos frutos

Uma medida muito importante e que pode ser utilizada nos referenciais da imagem é o comprimento dos frutos. Para isso foram colocados paralelamente uma fita métrica e os frutos, assim define-se no Tracker utilizando a fita de calibração, tendo a fita métrica como referencial da imagem, e medindo os comprimentos dos frutos com auxílio da fita de calibração.

Figura 36. Medindo o comprimento dos frutos.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

3.2.7 Peso médio dos frutos

Pelo fato de a teoria afirmar que o valor da massa não altera o resultado da queda livre, pois ambos os corpos soltos no mesmo instante e de uma mesma altura, independente da massa

e desprezando a ação da resistência do ar, porém foi feita uma comparação apenas demonstrativa do peso médio de cada fruto. Portanto os valores abaixo representados são meramente ilustrativos, não correspondendo necessariamente com o peso real dos frutos utilizados no experimento.

Tabela 4. Medidas do comprimento dos frutos e seus respectivos pesos médios.

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

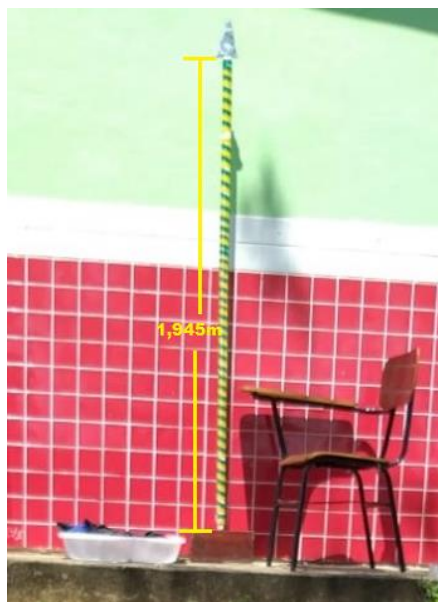
Fruto	Comprimento (cm)	Valor médio da massa (g)
Cupuaçu	18,12	1.600
Umari	7,169	131
Maracujá do Mato	6,088	102
Cubiu	6,481	160
Tucumã	5,603	31

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

3.2.8 Esquema de montagem

Para a filmagem é importante a câmera estar centralizada em relação ao plano do movimento, além disso, para evitar o efeito paralaxe deve-se ter referências no plano do movimento. As referências colocadas para realizar as análises, são a haste da bandeira e a própria dimensão dos frutos.

Figura 37. Referência para a análise da imagem.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

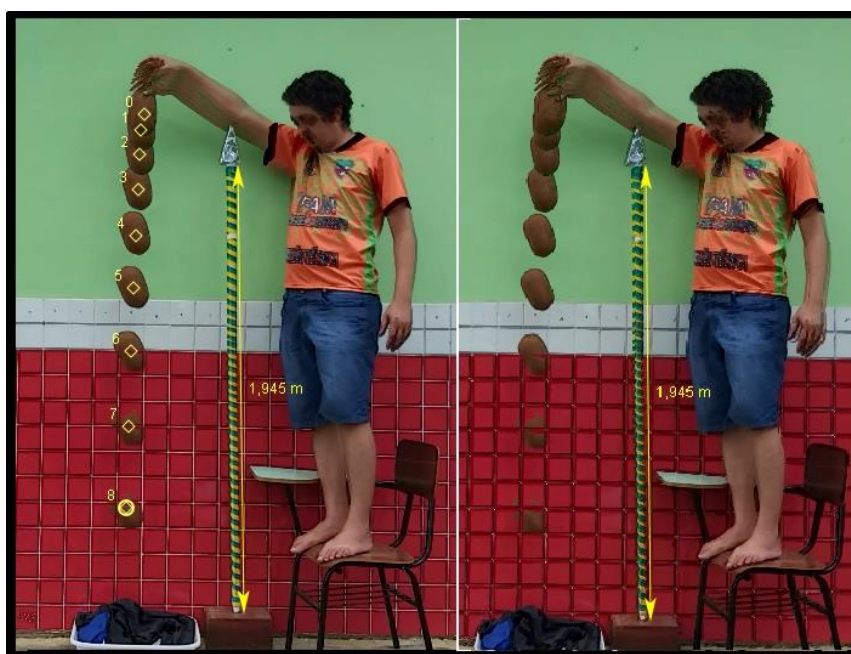
3.2.10 Coletando os dados de cada um dos frutos

Abaixo estão as fotografias estroboscópicas com os dados do Tracker, bem como a fotografia propriamente dita referente a cada um dos frutos com intervalo entre dois quadros de $1/60s$.

Uma vez realizadas as filmagens dos frutos em queda, deve-se utilizar o Tracker para produzir as fotografias estroboscópicas e coletar os dados a fim de obter os resultados por meio das equações.

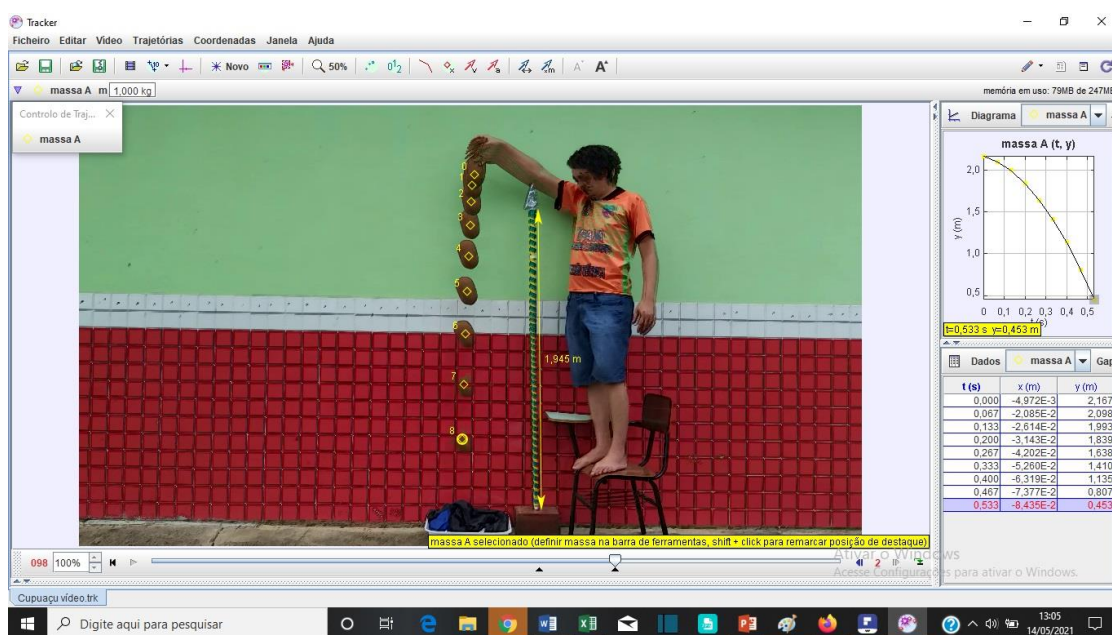
3.2.7.1 Cupuaçu

Figura 38. Fotografia estroboscópica da queda do cupuaçu.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Figura 39. Layout do Tracker na análise da queda do cupuaçu.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

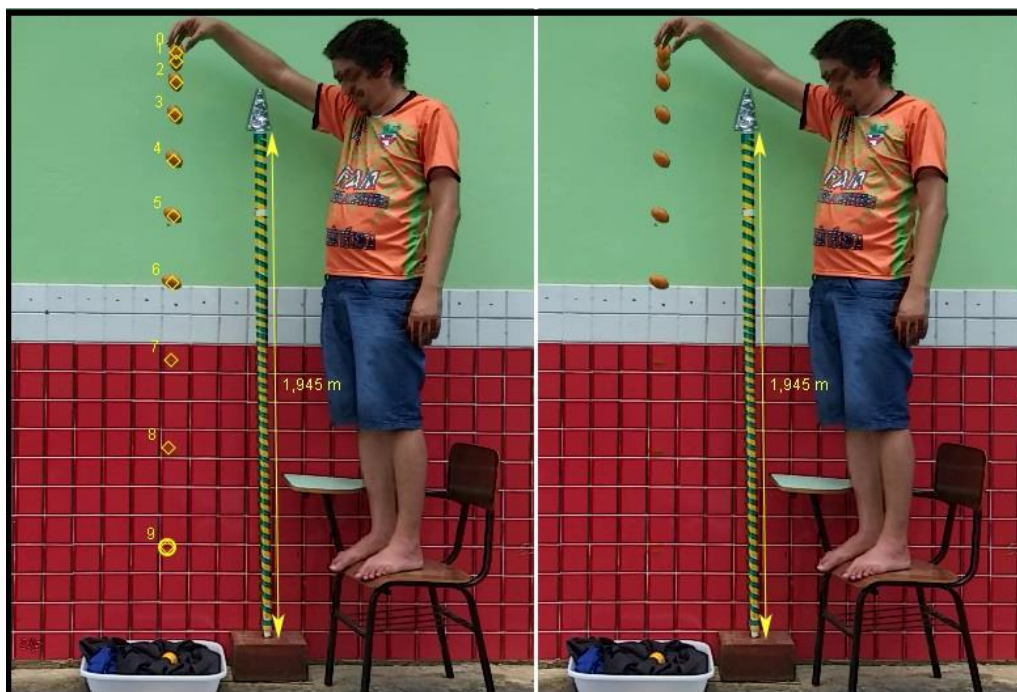
Tabela 5. Dados da queda livre do cupuaçu (Tracker).

t (s)	y (m)
0,000	2,167152331
0,067	2,098354768
0,133	1,992512362
0,2	1,839040874
0,267	1,637940304
0,333	1,410379132
0,4	1,135188877
0,467	0,8070774200
0,533	0,4525053613

Fonte: elaborada pelos autores, 2020.

3.2.7.2 Umari

Figura 40. Fotografia estroboscópica do Umari.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

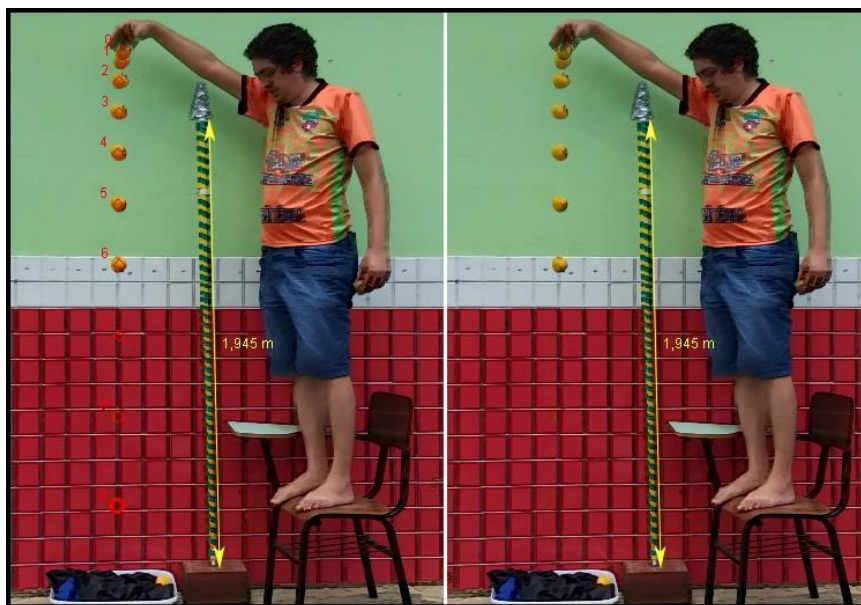
Tabela 6. Dados da queda livre do Umari (Tracker).

t (s)	y (m)
0,000	2,243
0,067	2,208
0,133	2,127
0,2	2,003
0,267	1,827
0,333	1,615
0,4	1,358
0,467	1,060
0,533	0,720
0,6	0,336

Fonte: acervos dos autores, 2021.

3.2.7.3 Cubiu

Figura 41. Fotografia estroboscópica do Cubiu.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Tabela 7. Dados da queda livre do Cubiu (Tracker).

t (s)	y (m)
0,000	2,296
0,067	2,261
0,133	2,185
0,2	2,060
0,267	1,885
0,333	1,675
0,4	1,419
0,467	1,124

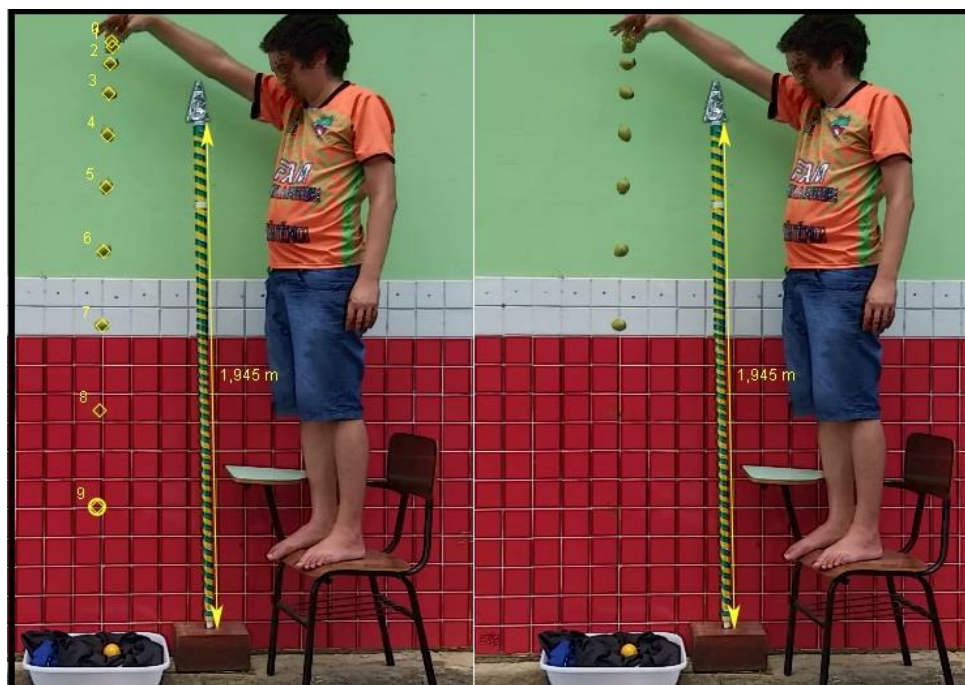
0,533

0,789

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

3.2.7.4 Tucumã

Figura 42. Fotografia Estroboscópica da queda livre do tucumã.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Tabela 8. Dados da queda livre do Tucumã (Tracker).

t (s)	y (m)
0,000	2,257
0,067	2,237
0,133	2,172
0,2	2,056
0,267	1,896
0,333	1,695
0,4	1,449
0,467	0,837
0,533	0,465

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

3.2.7.5 Maracujá do Mato

Figura 43. Fotografia Estroboscópica da queda livre do Maracujá do Mato.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Tabela 9. Dados da queda livre do Maracujá do Mato (Tracker).

t (s)	y (m)
0,000	2,296
0,067	2,261
0,133	2,185
0,2	2,060
0,267	1,885
0,333	1,685

0,4	1,419
0,467	1,124
0,533	0,789

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

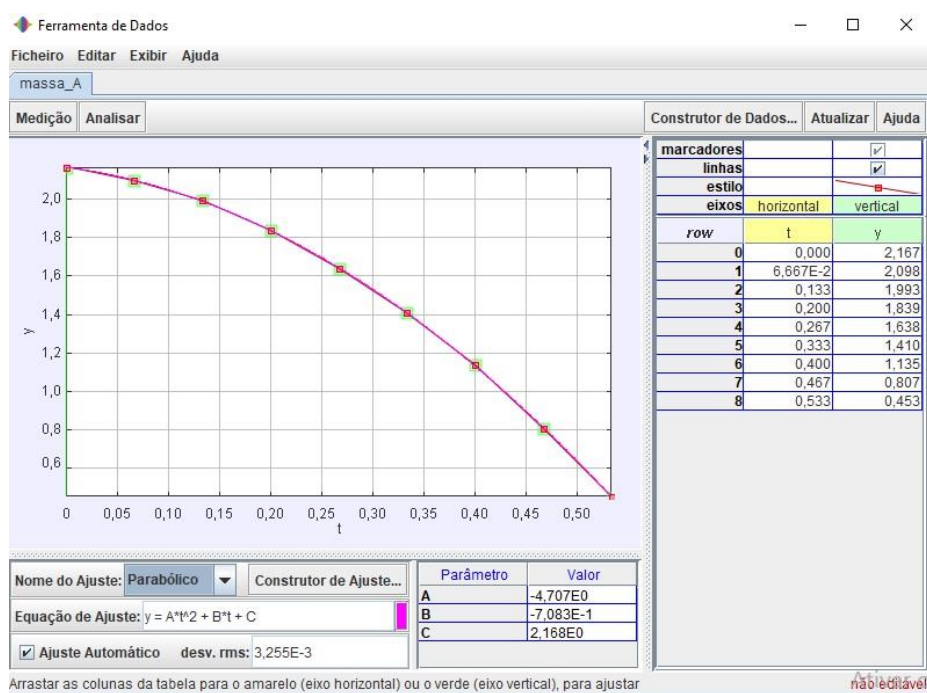
Nota-se nas fotografias estroboscópicas, com exceção do cupuaçu, que os quadros devido aos filtros que produzem a sobreposição de imagens acabaram por apagar a imagem das frutas nos quadros que passaram pela parte vermelha da parede, devido ao tom de cor desses frutos serem próximos do vermelho. Porém no vídeo quadro a quadro, onde marca-se as posições dos frutos, eles ficam totalmente visíveis e nota-se a marcação nas fotografias estroboscópicas, não prejudicando assim a análise da imagem.

3.3 RESULTADOS

Uma vez obtidos os dados no Tracker do tempo e da posição, pode-se obter curvas e escolher o tipo de função que melhor representa os pontos na curva, assim como a função horária. Uma vez com as funções em mãos, pode-se averiguar os resultados obtidos com relação a aceleração gravitacional.

Na equação (7) nota-se que por meio da função horária, o coeficiente angular denominado A é a metade da aceleração, assim uma vez com as funções em mãos, precisa-se multiplicar A por dois.

Figura 44. Gráfico e função horária obtida pelos dados da queda livre do cupuaçu.



Fonte: Acervo dos Autores, 2020.

Relacionando a função (6) com a equação de ajuste do Scidavis, nota-se que $A = 4,707$. Logo:

$$g = 2.A = 2 \cdot 4,707 = \mathbf{9,414m/s^2} \quad (14)$$

Este procedimento foi realizado também nos outros frutos, assim obtendo os resultados descritos abaixo:

Tabela 10. Resultados de g para a queda livre dos frutos.

Fruto	Valor obtido de g (m/s^2)
Cupuaçu	9,414
Umari	9,728
Cubiu	9,768
Tucumã	9,768
Maracujá do Mato	9,720

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

3.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.4.1 Experimento da Zarabatana

Esse é o tipo de experimento que tem um grande potencial de chamar atenção dos discentes, especialmente por conta da tradição dos povos indígenas para com este utensílio. Como o previsto pela teoria do lançamento de projéteis na componente x o movimento é uniforme, enquanto na componente y o movimento é uniformemente variado.

Pôde-se notar durante a atividade que o dardo estava dando uma queda “anormal”, pois em dado momento a zarabatana caía bruscamente, mas tal fato não impediu de verificar o que é previsto na literatura. Vale ressaltar que a ideia original do trabalho era que fosse confeccionada juntamente com os discentes e alguém da comunidade para mostrar aos mesmos o processo de confecção do artefato. Mas devido aos impedimentos ocasionados pela pandemia de COVID 19 fez com que o trabalho fosse desenvolvido na forma de uma proposta de laboratório de ensino.

3.4.2 Experimento da queda livre dos frutos

Como se pode notar os resultados da aceleração em queda livre são parecidos, com o verificado por Galileu, corpos em queda terão a mesma aceleração gravitacional, desprezando a resistência do ar, mesmo com massas distintas.

Assim podemos verificar que os frutos, mesmo tendo massas, tamanhos e formatos distintos todos caem em uma mesma proporção. Visto que para altitudes dessa magnitude teremos pouca influência da resistência do ar para estes frutos.

Sabe-se pela literatura que o valor de g é de aproximadamente $9,8\text{m/s}^2$ em regiões próximas ao nível do mar. Portanto nota-se que os valores diferiram devido a possíveis erros nas medidas ou causados pelo efeito paralaxe. Além disso, o fato de segurar os frutos acabou aplicando um certo movimento nos frutos, consequências da Lei da Inércia. Efeito este mais sentido no cupuaçu devido ao seu tamanho, fazendo com que ao segurá-lo tenhamos uma maior área de contato.

Dessa forma é possível obter melhores resultados utilizando dispositivos que diminuam o tempo de contato com os frutos antes de soltá-los e nunca é demais os cuidados durante as filmagens para diminuir distorções causadas pelo efeito paralaxe. Porém o resultado dos frutos menores foi muito satisfatório, com apenas a exceção do cupuaçu pelas razões já citadas, mesmo assim pode-se atribuir essa variação a possíveis erros de medida e o já citado fato de segurar o fruto, impregnando um movimento inicial por meio de um possível impulso ou retardamento por meio de fricções ou mesmo por algum movimento executado pelo punho.

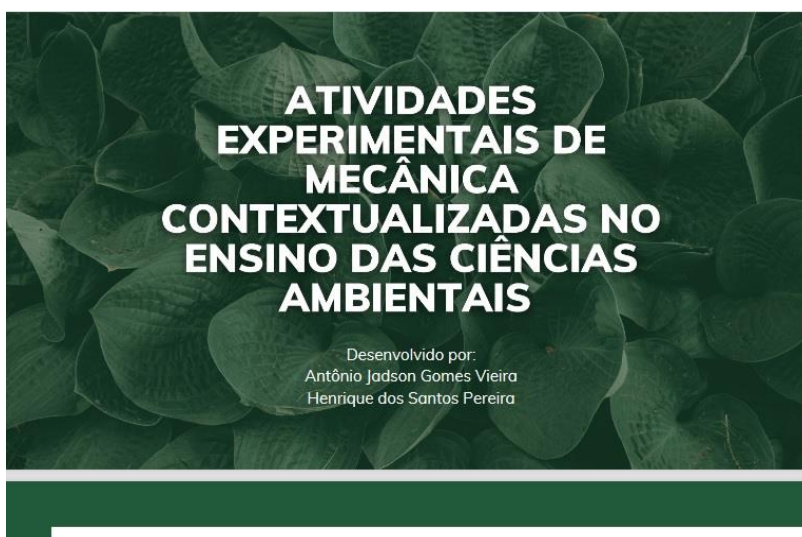
Dito isso, percebe-se o êxito da proposta e facilidade com que outros professores possam reproduzir, aperfeiçoar ou mesmo adaptar para a as suas respectivas realidades. Visto que tal prática pode dar um certo vislumbre da clássica queda do fruto da lendária macieira de Newton, mas com frutos da região e por tratar-se de uma clássica situação do cotidiano sobre queda livre.

3.5- Produto Educacional

A pesquisa desenvolvida para esse trabalho gerou como produto educacional um manual com um roteiro com dois experimentos de mecânica contextualizadas com elementos da cultura da região Amazônia e em específico da região do Alto Rio Negro, onde está localizado o município de São Gabriel da Cachoeira que, como dito anteriormente, possui uma forte influência da cultura indígena e trazer elementos culturais deles é um atrativo a mais para cativar os alunos.

A ideia é que este roteiro possa servir para que professores da rede pública com acesso restrito a materiais de laboratório, possam desenvolver experimentos de cinemática escalar com qualidade utilizando o Tracker como software de análise das imagens, podendo também utilizar o Scidavis como apoio, visto que o primeiro pode fazer algumas funções do segundo. Vale frisar que tais programas são gratuitos e podem servir de importante ferramenta para a formação de professores de física no interior, ou mesmo para alunos do ensino médio.

Figura 45. Layout da capa dos roteiros experimentais de ensino contextualizados.



Fonte: produto educacional, 2021.

Dentre as várias partes de estudo da física, a escolhida para trabalhar no roteiro foi a mecânica, uma vez que é a porta de entrada para o estudo da física no Ensino Médio e por ser apresentada na maioria das vezes de uma forma descontextualizada e focada unicamente nos cálculos e aplicações das equações, tornam tal conteúdo pouco atrativo e este roteiro vem como uma possível opção de auxílio para o ensino de física e a contextualização com elementos da cultura são uma excelente forma de trazer tais conteúdos, dentro do contexto das ciências ambientais e para a realidade do discente.

Uma vez escolhido os temas vieram a ideia de utilizar a zarabatana para ser o elemento para unir o ensino da cinemática escalar de lançamento de projéteis para realidade e cultura dos

alunos da região do Alto Rio Negro, visto a grande importância cultural que a zarabatana possui dentro da cultura de algumas etnias.

Figura 46. Layout de apresentação do experimento da zarabatana no roteiro experimental contextualizado.



3. EXPERIMENTO I: ESTUDO DO MOVIMENTO DA FLECHA DA ZARABATANA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

A presente atividade consiste em analisar o movimento de um dardo impulsionado por uma zarabatana por meio de fotografias estroboscópicas, produzidas por programas gratuitos.

Fonte: produto educacional, 2021.

Outro experimento desenvolvido, presente no produto foi inspirado na história clássica da maçã de Newton que o inspirou a elaborar a Lei da Gravidade. Assim para contextualizar um experimento didático clássico para verificar o valor da aceleração da gravidade foi a utilização de frutos típicos da Amazônia e da região do Alto Rio Negro, sendo os frutos escolhidos: cupuaçu, Umari, cubiu, tucumã e maracujá-do-mato.

Figura 47. Layout do experimento da queda livre no roteiro contextualizado.



Fonte: produto educacional, 2021.

Este produto educacional é digital para facilitar a distribuição, trazendo assim economia de papel e para evitar o desperdício de papel e necessidade de contato para a distribuição dele, considerando as atuais circunstâncias do mundo devido a uma pandemia global, uma vez que tais experimentos podem ser facilmente adaptados para outras realidades, mas é válido frisar a importância da prática para o processo ensino-aprendizagem.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da problemática da desmotivação e da precariedade das condições materiais das escolas do ensino médio, práticas inovadoras e adaptadas se fazem criticamente necessárias. Esse é o caso, especialmente, em instituições públicas de ensino, que quase invariavelmente não possuem estrutura adequada e nos casos do interior, muito menos estrutura básica de funcionamento, sendo os professores também os responsáveis pela manutenção da escola, juntamente com os pais e comunidade. No ensino multidisciplinar das ciências ambientais pode-se trabalhar de modo transversal os temas da sustentabilidade, tornando a escola uma promotora das mudanças de atitude individuais e locais que podem se reverter gradualmente em uma mudança.

Infelizmente, diante de uma pandemia não foi possível realizar a análise do impacto da

prática no processo ensino-aprendizagem, mas as propostas de prática contextualizada aqui apresentadas podem servir de auxílio para professores que queiram trabalhar ou adaptar tais práticas para as suas respectivas realidades.

Devido a tudo que o mundo vem enfrentando e impactando todas as vertentes da sociedade, com este trabalho não seria diferente, pois graças a pandemia o trabalho deixou de trabalhar em campo com os estudantes diretamente tornando-se uma proposta de prática para o ensino da mecânica contextualizada com o ensino das ciências ambientais.

Quanto aos resultados obtidos, foram bem satisfatórios de modo que a aceleração gravitacional foi bem próxima do valor previsto na literatura, valor este que é de, aproximadamente, igual a $9,8m/s^2$. O experimento da zarabatana também reproduziu muito bem o que é previsto na literatura para o lançamento de projéteis, onde o movimento na componente horizontal correspondeu as características do movimento uniforme e a componente horizontal acelerado.

Este trabalho apresenta pontos que podem ser aperfeiçoados pelos autores ou por outros pesquisadores, tendo margem para utilizar materiais um pouco mais sofisticados para o aumento da precisão dos dados. Porém a precisão meticulosa não é a principal proposta de legado deste trabalho, uma vez que o trabalho possui como objetivo gerar material didático com uma proposta de baixo custo e contextualizada por meio de elementos que fazem parte da cultura dos povos indígenas e da região do Alto Rio Negro.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. E. E LAUDARES, F. (2001). Aquisição de dados usando Logo e a porta de jogos do PC. *Revista Brasileira de Ensino e Física*, São Paulo, 23 (4).

BARROS, G. G. F.; FREITAS, G. Q. **Experimentos de física com materiais recicláveis**. Rio Verde-GO. Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica. Instituto Federal Goiano. 2016.

BEAUFILS, D. Les logiciels de simulation peuvent-ils modifier les activités cognitives et les apprentissages en sciences? (à propos de la physique) In : ACTES DES JOURNÉES INTERNATIONALES D'ORSAY SUR LES SCIENCES COGNITIVES, 2000, Orsay.

BEZERRA, T. M. DE O.; GONÇALVES, A. A. C. (2007). **Concepções de meio ambiente e educação ambiental por professores da Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão- PE**. *Biotemas*, Florianópolis, v. 20, n. 3, p. 115-125.

BROWN, D. Tracker: video analysis and modeling tool, 2019. Disponível em: <<https://physlets.org/tracker/>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

CLEMENT, L.; CUSTÓRIO, J. F.; FILHO, J. P. A. **Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica**. Alexandria: *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015

Farias, A. J. O. (1992). A Construção do Laboratório na Formação do Professor de Física. *Caderno Catarinense de ensino de Física*, Florianópolis, 9 (3), 245-251.

COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. **Pesquisa em administração**. Bookman, Porto Alegre, 2005.

CUNNINGHAM, Andrew; WILLIAMS, Perry. De-Centring the 'Big Picture': "The Origins of Modern Science" and the Modern Origins of Science. **The British journal for the history of science**, v. 26, n. 4, p. 407-432, 1993

D'ERRICO, F. (1995). A New Model and its Implications for the Origin of Writing: The La Marche Antler Revisited. *Cambridge Archaeological Journal*, 5(2), 163-206. doi:10.1017/S095977430001502X

FEIRA DE CIÊNCIAS. **O Imperdível mundo da física clássica**. Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/>>. Acesso em: 04 de Jul. de 2019.

FULLER, D.Q., STEVENS, C.J. Between domestication and civilization: the role of agriculture and arboriculture in the emergence of the first urban societies. *Veget Hist Archaeobot* **28**, 263–282 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00334-019-00727-4>

GIACOMETTI, D.C. **Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS. 1992, Cruz das

Almas, Anais...Cruz das Almas Embrapa-CNPMPF, 1993. p.13-27.HENDERSON, A. The palms of the Amazon. OxfoOLLIS; HUSSEY, 2005)

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRANDO, Beleni Saléte; XAVANTE, Severiá Idioriê; SILVA, Neide da. **Jogos/brincadeiras indígenas: a memória lúdica de adultos e idosos de dezoito grupos étnicos**. Jogos e culturas indígenas: possibilidades para a educação intercultural na escola. 2010.

HOSSEPIAN DE LIMA, V.F.M. et al. **Separation of X-and Y-bearing bovine spermatozoa by Percoll density gradient centrifugation**. Theriogenology, Stoneham, v. 53, n. 1, p. 480, 2000.

INGOLD, T. **Being alive: essays on movement, knowledge and description**. Oxford: Routledge, 2011.

KATO, Danilo Seithi; KAWASAKI, Clarice Sumi. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2002.

MANUAL DO MUNDO. Disponível em: <<https://www.manualdomundo.com.br/tag/experimentos-experiencias-feira-de-ciencias-e-cultural/>>. Acesso em: 02 de jul. de 2018.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 16, n. 2, p. 185-206, 2014.

MURRAY, E. J. (1986). **Motivação e emoção**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan.

PINTRICH P, R. & SCHUNK, D. H (2002). **Motivation in education - theory, research and applications**. New Jersey: Merrill Prentice Hall.

PHILIPPI, A.; SOBRAL, M.; FERNANDES, V.; ALBERTO, C. Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e Ciências Ambientais. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 10, n. 21, 14 fev. 2014

RINDOS, David. **The origins of agriculture: an evolutionary perspective**. Academic Press, 2013.

SILVA, J.C.X.; LEAL, C. E. S. **Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39. n° 1, e1401. 2017.

SOUZA, Dilmara Veríssimo de; ZIONI, Fabiola. **Novas perspectivas de análise em investigações sobre meio ambiente: a teoria das representações sociais e a técnica qualitativa da triangulação de dados.** Saúde e Sociedade, n. 12, p. 76 – 85, 2003

STREZOV, Vladimir; EVANS, Annette; EVANS, Tim J. Assessment of the economic, social and environmental dimensions of the indicators for sustainable development. **Sustainable Development**, v. 25, n. 3, p. 242-253, 2017.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** [S.l.]: Cortez/Autores Associados, 1985.

TRIVINOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** 1^a. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 176 p. ISBN 9788522402731.