

ESCOLA DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO

VICENTE KINALSKI JÚNIOR

**A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE
QUEDA LIVRE: UM ESTUDO DE CASO**

Porto Alegre
2020

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

VICENTE KINALSKI JÚNIOR

**A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS E ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUEDA LIVRE: UM
ESTUDO DE CASO**

Porto Alegre
2020

VICENTE KINALSKI JÚNIOR

**A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
NO ENSINO DE QUEDA LIVRE: UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Regis Alexandre Lahm

**PORTO ALEGRE
2020**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me proporcionar viver este momento único, por me dar força para continuar nas horas difíceis e por colocar no meu caminho pessoas especiais.

Aos meus pais Noeli e Vicente, por me incentivarem e apoiarem nos momentos mais difíceis e por me possibilitarem vencer mais um processo de aprendizagem.

Ao meu irmão Gabriel, que sempre esteve ao meu lado, incentivando a continuar.

À minha namorada Amanda, pela paciência nas horas mais difíceis, além do apoio, incentivo e conforto. Sou muito grato por ter alguém tão especial ao meu lado.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Regis Alexandre Lahm pela confiança e enorme paciência. Sempre ajudando com suas precisas e incisivas pontuações.

Aos professores e colegas do mestrado, por todos os momentos especiais e por compartilharem os seus conhecimentos, sempre dispostos a ajudar e contribuir para um excelente aprendizado.

Aos meus amigos e familiares, que aceitaram minhas ausências e me incentivaram sempre a seguir em frente.

Aos meus colegas professores, que sempre proporcionam momentos especiais. Pelo compartilhamento de frustrações e alegrias e me escutarem e aconselhar nos momentos mais difíceis.

Aos participantes desta pesquisa, pelos depoimentos que enriqueceram as discussões, me auxiliando na busca de sempre ser um professor melhor.

Agradeço também a instituição PUC-RS por me proporcionar todas as ferramentas que permitiram chegar ao final desse ciclo de maneira satisfatória.

A Capes, pela bolsa que apoiou financeiramente a realização desta pesquisa.

RESUMO

O objetivo desta dissertação é analisar de que forma, na percepção dos alunos, as tecnologias digitais e as atividades experimentais podem contribuir para o ensino de Física, a partir da aplicação de atividades referente ao conteúdo de queda livre. Para alcançá-lo, foi elaborada uma sequência de atividades voltadas à utilização de tecnologias e atividades experimentais, com o auxílio do *software Tracker* e de simulações da plataforma *PhET*, para abordar os conceitos de queda livre no nono ano do Ensino Fundamental. Adotou-se como referencial teórico deste estudo, a teoria da aprendizagem significativa e alguns pressupostos do ensino de Física no que diz respeito à utilização de tecnologias digitais e atividades experimentais. Os procedimentos metodológicos que orientaram esta pesquisa baseiam-se nos pressupostos de uma pesquisa qualitativa, especialmente no que diz respeito ao estudo de caso, na perspectiva de Lüdke e André (2013) e Bogdan e Biklen (1982). Como instrumentos de coleta de dados, foram aplicados dois questionários com questões abertas e fechadas para identificar as percepções dos participantes. Além disso, os registros dos alunos no decorrer das atividades e as observações do pesquisador realizadas em sala de aula também foram utilizadas para fomentar a análise. Dentre as diversas técnicas de análise para pesquisas qualitativas, optamos pelo método de Análise de Conteúdo proposto por Moraes (1999) para analisar as percepções dos participantes e alcançar o objetivo traçado. Como resultados desta análise, observamos que na percepção dos participantes, a utilização de tecnologias e atividades experimentais auxilia na compreensão dos conteúdos e desperta o interesse e a curiosidade para aprender Física. Constatamos pela análise, que as concepções dos estudantes sobre o conceito de queda livre foram modificadas no decorrer da aplicação das atividades, principalmente no que se refere à influência da gravidade e da resistência do ar no tempo de queda de um corpo. Os alunos também observaram, com o auxílio da simulação computacional da plataforma *PhET* e dos resultados obtidos na atividade experimental desenvolvida com o *software Tracker*, que a massa de diferentes corpos não influencia no tempo de queda.

Palavras-chave: atividades experimentais, tecnologias no ensino de Física, queda livre.

ABSTRACT

The purpose of this present paper is to analyze how digital technologies and experimental activities can contribute to Physics teaching from students' perception about the application of free fall related activities. In order to achieve this aim, it was developed during the study a sequence of activities to the use of technologies and experimental activities, with the aid of the Tracker software and the simulations of the PhET platform, to approach free fall concepts in Elementary School. This paper makes use of the bibliographical research, as described in the *reference section*, to approach aspects related to a meaningful learning and some subjects of Physics teaching with regard to the use of digital technologies and experimental activities. The methodological procedures driven in this monograph are based on a qualitative research, especially in the case study of Lüdke and André (2013), and Bogdan and Biklen (1982). As instruments of data collection, two questionnaires, compounded by open-ended and closed-ended questions, were applied to identify the participants' perceptions. In addition to it, the students' notes during the activities and the researcher's observations made in the classroom were also used to foster the analysis. Among several different analysis techniques for qualitative researches, we chose the Content Analysis method of the categorical type to analyze the participants' perceptions and reach the outlined objective. As a result, we realized that the use of technologies and experimental activities helps students to understand the contents and improves interest and curiosity to learning Physics. We have verified by the analysis, that the students' conceptions about free fall have been modified during the activities. Mainly with regard to the gravity influence and air resistance by the fall time of a body. The students have also observed with the experiment that the mass of different bodies does not influence the fall time.

Keywords: experimental activities, technologies in the teaching of Physics, free fall.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tela inicial do <i>software Tracker</i>	26
Figura 2: Algumas simulações disponíveis no <i>Phet</i>	28
Figura 3: Gráfico de v em função de t	55
Figura 4: Média dos valores coletados pelo primeiro grupo	64
Figura 5: Valor encontrado para a constante g com base nas medições realizadas em sala de aula	65
Figura 6: Valores obtidos por meio da análise do vídeo	65
Figura 7: Conclusões apresentadas pelos participantes.....	66
Figura 8: Metodologia adotada pelo segundo grupo	66
Figura 9: Valores dos tempos obtidos	67
Figura 10: Percentual de erro encontrado pelo segundo grupo	67
Figura 11: Dados obtidos com o <i>software Tracker</i>	68
Figura 12: Erros apontados pelos participantes.....	68
Figura 13: Dados apresentados pelos participantes.....	69
Figura 14: Metodologia e descrição dos dados	70
Figura 15: Medidas de aceleração obtidas por meio do <i>Tracker</i>	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Problema de pesquisa	12
1.2 Objetivo Geral	13
1.3 Objetivos específicos	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa	14
2.2 Utilização de tecnologias no ensino de Física	17
2.2.1 <i>Tracker no Ensino de Física</i>	25
2.2.2 <i>PhET no Ensino de Física</i>	27
2.3 Atividades experimentais no Ensino de Física	29
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
3.1 Pesquisa qualitativa	39
3.2 Participantes da pesquisa	40
3.3 Instrumentos de coleta de dados	41
3.4 Descrição das atividades desenvolvidas	41
3.4.1 <i>Questionário inicial</i>	42
3.4.2 <i>Apresentação do conteúdo</i>	42
3.4.3 <i>Simulação computacional Phet</i>	43
3.4.4 <i>Atividade Experimental</i>	43
3.4.5 <i>Apresentação da Atividade Experimental</i>	44
3.4.6 <i>Questionário final</i>	44
3.5 Método de análise de dados.....	45
3.5.1 <i>Descrição do Método</i>	45
3.5.2 <i>Procedimentos de análise</i>	46
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	49
4.1 Análise do questionário inicial	49
4.1.1 <i>Análise da terceira pergunta do questionário inicial</i>	49
4.1.2 <i>Análise da quarta pergunta do questionário inicial</i>	51
4.1.3 <i>Análise da quinta pergunta do questionário inicial</i>	52
4.1.4 <i>Análise da sexta pergunta do questionário inicial</i>	53
4.1.5 <i>Análise da sétima pergunta do questionário inicial</i>	54
4.1.6 <i>Análise da oitava pergunta do questionário inicial</i>	54

4.1.7 <i>Análise da nona pergunta do questionário inicial</i>	55
4.1.8 <i>Análise da décima pergunta do questionário inicial</i>	56
4.1.9 <i>Análise da décima primeira pergunta do questionário inicial</i>	59
4.2 Atividades desenvolvidas com a plataforma <i>Phet</i>	61
4.3 Atividades desenvolvidas com o auxílio do software <i>Tracker</i>	62
4.4 Descrição das apresentações dos trabalhos	63
4.4.1 <i>Descrição da apresentação do grupo 1</i>	64
4.4.2 <i>Descrição da apresentação do grupo 2</i>	66
4.4.3 <i>Descrição da apresentação do grupo 3</i>	69
4.5 Análise do questionário final	72
4.5.1 <i>Análise da primeira pergunta do questionário final</i>	72
4.5.2 <i>Análise da segunda pergunta do questionário final</i>	74
4.5.3 <i>Análise da terceira pergunta do questionário final</i>	76
4.5.4 <i>Análise da quarta pergunta do questionário final</i>	77
4.5.5 <i>Análise da quinta pergunta do questionário final</i>	79
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	84

1. INTRODUÇÃO

Atualmente muitos professores e pesquisadores se preocupam em diversificar suas metodologias em sala de aula para proporcionar aos alunos uma aprendizagem mais significativa (PIRES; VEIT, 2006), (MORO; NEIDE; REHFELDT, 2016), (MOREIRA; MASINI, 1982). No ensino de Ciências e Matemática, essa preocupação torna-se mais evidente, pois o conhecimento científico não deveria ser apresentado como um conjunto de regras e axiomas, que não possui relação com o cotidiano do aluno, mas sim como uma forma de compreender o mundo e agir sobre ele.

Corroborando essa ideia Cachapuz *et. al.* (2005, p. 10) afirma que ao buscarmos uma renovação no ensino de Ciências, “[...] precisamos não só de uma renovação epistemológica dos professores, mas que essa venha acompanhada por uma renovação didático-metodológica de suas aulas”. Ou seja, podemos diversificar nossas estratégias de ensino, incentivando nossos alunos a serem críticos e criativos. O objetivo do ensino se direciona da informação para o desenvolvimento cognitivo, da conservação e memorização para a elaboração de solução, promovendo debates e momentos de reflexão a partir de observações e construções desenvolvidas em sala de aula para que, os estudantes, possam relacionar os conceitos científicos ao seu cotidiano.

Reconhecemos que a execução desses processos não é trivial. É comum encontrar professores desgastados com a profissão, cumprindo uma carga horária extensa e por vezes, para completar sua renda, outrora lecionando componentes curriculares, diferentes dos da sua formação.

Outro agravante que pode influenciar negativamente no exercício da docência é a infraestrutura das escolas e a falta de verba para a sua manutenção. Equipamentos defasados, sucateados ou danificados nos laboratórios de Ciências e informática impedem o desenvolvimento de muitas atividades, seja por deficiência na estrutura ou por limitação na capacitação do professor, e, por consequência, esses ambientes acabam não sendo utilizados devidamente. Tais fatores desmotivam o professor a pensar e executar outras estratégias. Moreira (2013, p. 14) ressalta que o ensino depende de condições favoráveis para os professores e que “[...] essa é uma questão política a ser enfrentada. No discurso, a educação é sempre prioridade; na prática, os professores têm carga horária muito elevada e salários muito baixos”.

Mesmo com tantos fatores que podem dificultar o papel do professor no exercício da docência, ainda existem professores e pesquisadores que se preocupam em contribuir significativamente com o ensino das crianças e dos adolescentes. As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica apontam que, “as escolas devem propiciar ao aluno condições de desenvolver a capacidade de aprender, [...] tornando suas atividades desafiadoras, atraentes e divertidas” (BRASIL, 2013, p. 117).

Para tanto, podemos buscar alternativas, inovadoras e atraentes, para diversificar nossas aulas e adequá-las à realidade da escola e dos alunos. Existem inúmeras ferramentas e atividades que podem ser realizadas no ensino de Ciências. Dentre elas, destacamos a utilização de recursos tecnológicos, o desenvolvimento de atividades experimentais e a visualização dos fenômenos físicos por meio de simulações, que podem ser desenvolvidas em laboratórios, ou até mesmo em *smartphones*.

Conforme o que foi exposto, pretende-se nessa dissertação contribuir para o ensino de Ciências na Educação Básica, a partir do desenvolvimento de uma proposta de ensino voltada ao conteúdo de queda livre, com a utilização de recursos tecnológicos, atividades experimentais. Para tanto, essa pesquisa tem como objetivo **analisar de que forma, na percepção dos alunos, as tecnologias digitais e as atividades experimentais podem contribuir para o ensino de Física, a partir da aplicação de atividades referente ao conteúdo de queda livre.**

O motivo pelo qual o conteúdo de queda livre foi escolhido para a realização desta pesquisa é, como professor de Física, tive a oportunidade de observar que alguns alunos apresentam concepções equivocadas sobre esse conteúdo. Além disso, tal assunto possibilita o desenvolvimento de diferentes estratégias de ensino que podem ser desenvolvidas nas séries finais do Ensino Fundamental. Vale ressaltar que as atividades propostas nesta dissertação foram aplicadas em uma turma de nono ano que possui a disciplina de Física no seu componente curricular.

Diante disso, pretendemos descrever os objetivos da Educação Básica, elencados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais e pela Base Comum Curricular, para o ensino de Ciências, com o intuito de aplicá-los no decorrer do trabalho.

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação, o Ensino Fundamental constitui-se pela fase inicial da Educação Básica e contempla os componentes curriculares de Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas. Para este documento, estas áreas do conhecimento possibilitam a comunicação entre os diferentes conceitos sistematizados, e também “[...] permitem que os referenciais próprios de cada componente

curricular sejam preservados” (BRASIL, 2013, p. 133). Ou seja, cada disciplina pode articular-se as outras áreas do conhecimento, assim como pode restringir-se aos seus conceitos específicos, sendo ministrada individualmente, como ocorre com a disciplina de Física, nas séries finais do Ensino Fundamental, em algumas escolas.

O currículo do Ensino Fundamental, descrito pelas Diretrizes, está organizado em um período de nove anos, buscando “[...] a estruturação de um projeto educativo coerente, articulado e integrado, de acordo com os modos de ser e de se desenvolver das crianças e adolescentes nos diferentes contextos sociais” (BRASIL, 2013, p. 134). Desse modo, espera-se que os professores que atuam nas escolas de nível fundamental integrem os conhecimentos escolares, favorecendo a contextualização e aproximando os processos de ensino e aprendizagem das experiências dos alunos.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional enfatiza que o aprimoramento dos conhecimentos depende do estudo de conceitos científicos e tecnológicos nas diversas áreas do conhecimento, ressaltando a necessidade da “[...] compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 2017, p.25).

No que se refere ao ensino de Ciências, esse propósito torna-se mais evidente, pois os conhecimentos científicos e tecnológicos podem ser abordados de forma contextualizada por meio de atividades experimentais e interdisciplinares. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta como uma das competências gerais da educação básica:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2018, p. 09).

Particularmente, no ensino das Ciências Naturais, busca-se contribuir com o desenvolvimento de um “letramento científico”, que “[...] envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2018, p. 321). Nesse sentido, o ensino desse componente curricular não deve restringir-se à memorização de fórmulas e repetição de exercícios. Deve-se promover um conhecimento contextualizado, que se integre à vida dos jovens, ou seja, busca-se que os alunos “[...] tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes” (Ibid., p. 321).

Dentre as diferentes possibilidades para o ensino de Ciências, daremos respaldo ao ensino de Física no decorrer desse estudo, ressaltando o desenvolvimento de atividades experimentais em sala de aula e a utilização de tecnologias digitais no ensino de Física. Araújo e Abib (2003) apontam que a elaboração de atividades práticas constitui-se em uma estratégia para desenvolver uma educação participativa, ou seja, os alunos envolvidos têm a oportunidade de observar, testar e manipular, dentre outros fatores que contribuem para uma aprendizagem significativa.

Diante disso, propomos neste trabalho, a elaboração e o desenvolvimento de uma sequência de atividades sobre o conteúdo de queda livre, voltada a uma turma de nono ano do Ensino Fundamental. Acreditamos que ao propor este tipo de atividade, incentiva-se a participação e o diálogo dos alunos em sala de aula, contribuindo para a construção do conhecimento. Para tanto, adotou-se como referencial teórico, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e os pressupostos da utilização de tecnologias digitais e atividades experimentais no ensino de Física.

Este trabalho foi estruturado em seções que descrevem inicialmente a introdução da pesquisa, apresentando os objetivos e o problema da mesma. A segunda descreve a fundamentação teórica desta dissertação, em que são delineados alguns pressupostos da teoria da aprendizagem, de David Paul Ausubel e algumas contribuições de diferentes autores sobre a utilização de tecnologias no ensino de Física e de atividades experimentais.

A terceira seção apresenta a metodologia desta pesquisa, contemplando uma abordagem qualitativa, baseada em um estudo de caso, na concepção de Lüdke e André (2013) e Stake (2011). Em seguida, são descritos os instrumentos de coleta de dados, os sujeitos e o local da pesquisa, para que possa ser apresentado, posteriormente, o método de Análise de Conteúdo. Nessa mesma seção, foi apresentada a sequência de atividades realizadas durante essa pesquisa. Para tanto, foram relatados os procedimentos adotados em sala de aula, bem como os *softwares* e os equipamentos utilizados no decorrer dos encontros.

Por fim, no quarto e quinta seção relata-se, respectivamente a análise dos dados obtidos e as considerações finais.

1.1 Problema de pesquisa

A partir do que foi descrito anteriormente, esta dissertação busca responder ao seguinte problema de pesquisa: **Como a utilização de atividades experimentais, com o**

auxílio de tecnologias digitais, pode contribuir para o ensino do conteúdo de queda livre no nono ano do Ensino Fundamental?

1.2 Objetivo Geral

A pesquisa apresenta como objetivo geral: analisar de que forma, na percepção dos alunos, as tecnologias digitais e as atividades experimentais podem contribuir para o ensino de Física, a partir da aplicação de atividades referente ao conteúdo de queda livre.

1.3 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral da pesquisa os seguintes objetivos específicos foram elencados: 1) Elaborar uma sequência de atividades; 2) Identificar os conhecimentos prévios dos participantes envolvidos por meio de um questionário. 3) Utilizar simulações computacionais e atividades experimentais no decorrer do trabalho. 4) Verificar se os materiais utilizados foram potencialmente significativos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica dessa pesquisa baseia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, e, em alguns pressupostos do Ensino de Física no que diz respeito à utilização de tecnologias digitais e atividades experimentais.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

Com os avanços nos estudos da psicologia várias teorias de aprendizagem foram criadas e conceituadas. Dentre as quais, optou-se para a realização deste trabalho, com base na teoria criada por David Paul Ausubel em 1963, intitulada *Teoria da Aprendizagem Significativa*.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34) indicam na obra Psicologia Educacional que “a essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal)”. Esta relação não arbitrária e substantiva refere-se ao processo pelo qual as ideias são relacionadas a conceitos relevantes da estrutura cognitiva do educando, de modo que, seja possível associá-las a imagens, símbolos ou conceitos para atribuir significados.

A relação não arbitrária e substantiva é uma das condições que Ausubel (2003) expõe para que ocorra a aprendizagem significativa. Além desta, pressupõe-se que o estudante mostre-se disposto a aprender relacionando o conteúdo a ser aprendido com a sua estrutura cognitiva. Conforme o autor,

As condições de aprendizagem pressupõem [...] a existência de uma situação de aprendizagem significativa no aprendiz e de materiais de aprendizagem potencialmente significativos. Por sua vez, a última condição exige quer (1) tarefas de aprendizagem suficientemente não aleatórias, sensíveis e plausíveis para se relacionarem, de forma não arbitrária e substancial, a *algumas* componentes relevantes de um conjunto de conhecimentos existente em, pelo menos, *alguns* aprendizes e (2) a existência desta última componente na estrutura cognitiva de *determinado* aprendiz (AUSUBEL, 2003, p. 43).

No que diz respeito às situações de aprendizagem significativa, espera-se que neste processo, o professor disponha a seus alunos, materiais potencialmente significativos, no qual possam ser relacionáveis a estrutura cognitiva dos seus estudantes. Quanto à natureza da estrutura cognitiva, Moreira e Masini (1982, p. 14) indicam que “[...] nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores *específicos* com os quais o novo material é

relacionável”. Os autores complementam o que foi exposto afirmando que, por mais que o material utilizado seja potencialmente significativo, se o aprendiz não se dispuser a aprender, ou simplesmente memorizar, tanto o processo de ensino como o resultado não serão significativos (MOREIRA; MASINI, 1982).

Para que ocorra a aprendizagem significativa os estudantes devem relacionar os conhecimentos já existentes na sua estrutura cognitiva, no qual Ausubel (2003) define como *conceitos subsunçores* ou simplesmente *subsunçores*, com as novas informações adquiridas. Estas informações ancoram-se nos conceitos que o aprendiz possui, reorganizando-os. O autor reforça essa ideia, afirmando que

[...] uma forma fácil de facilitar a aprendizagem e a retenção, nestas circunstâncias, é introduzir-se subsunçores adequados (‘organizadores avançados’) e torná-los parte da estrutura cognitiva existente antes da apresentação real da tarefa de aprendizagem. Assim, os produtos da interacção entre os subsunçores introduzidos e as estruturas cognitivas existentes tornam-se pontos de interesse de ancoragem, com um objectivo particular, para a aprendizagem por recepção do novo material. Com efeito, fornecem um suporte (ancoragem) ideário, a um nível adequado de conceptualização (Ibid., p. 65).

Ao buscar a reorganização de conceitos, Ausubel (2003) sugere a utilização de organizadores para facilitar a aprendizagem significativa. O autor conceitua-os como “[...] um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa de saber, caso necessite de apreender novos materiais de forma mais ativa e expedita” (Ibid., p. 11). Esses organizadores servem como uma ferramenta facilitadora no planejamento das atividades propostas pelo professor e consequentemente norteia o desenvolvimento das mesmas, de modo eficaz para diversos aprendizes, considerando que cada aluno possui uma estrutura cognitiva.

A partir da utilização dos organizadores, é possível reconhecer as potencialidades e limitações da turma e com isso, adequar o planejamento para alcançar objetivos em sala de aula. Após o planejamento, inicia-se o processo de aplicação das atividades propostas, onde Ausubel (2003) sugere a utilização de *materiais potencialmente significativos*. Para o autor, o termo potencialmente é muito importante, pois se os materiais fossem apenas significativos, garantiriam uma aprendizagem por si, logo o processo de aprendizagem seria supérfluo.

A aprendizagem significativa caracteriza-se por ser uma teoria construtivista e cognitivista. Por ser cognitivista, depende das atribuições e significados desenvolvidos pelo indivíduo, e caracteriza-se como construtivista, pois depende da evolução do sujeito, que é contínua no decorrer do tempo, e se dá a partir de lembranças, momentos, manipulações, dentre outras situações (MASINI, 2011). Para o autor, essa teoria

É concebida como processo de compreensão, reflexão e atribuição de significados do sujeito, em interação com o meio social, ao constituir a cultura e por ela ser constituído. Compartilha com outros representantes deste posicionamento, dentre os quais Bruner, Piaget, Vigotski, Maturana, Varela, a rejeição a explicações reducionistas sobre o homem, seu conhecimento e ação. Nesse sentido opõe-se a concepções inatistas de que se nasce com características que se mantêm ao longo da vida, ou comportamentais que concebem as ações humanas como respostas a estímulos externos (MASINI, 2011, p.16-7).

Para auxiliar os professores na organização da Aprendizagem Significativa, Ausubel (2003) propôs quatro princípios programáticos, sendo eles: *Diferenciação Progressiva*, *Reconciliação Integradora*, *Organização Sequencial* e *Consolidação*. Todos os casos serão descritos abaixo.

A diferenciação progressiva é um dos princípios que sugere a organização dos conteúdos, de forma que as ideias mais gerais e inclusivas sejam apresentadas primeiramente, para introduzir posteriormente os detalhes e as especificidades necessárias (MOREIRA; MASINI, 1982). Esse processo depende da utilização de materiais potencialmente significativos, que são capazes de mudar ou dar significado a novas informações (AUSUBEL 2003). Segundo o autor

O processo de assimilação sequencial de novos significados, a partir de sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, resulta na *diferenciação progressiva* de conceitos ou proposições, no conseqüente aperfeiçoamento dos significados e numa potencialidade melhorada para se fornecer ancoragem a aprendizagens significativas posteriores. (Ibid., p. 106)

Após o processo de diferenciação ocorre a reconciliação integradora, no qual se considera que o aprendiz constrói e produz seu próprio conhecimento, partindo de saberes já existentes, reorganizando-os e emergindo novos significados. Conforme Ausubel (2003, p.106)

Quando se apreendem conceitos ou proposições através de novos processos de aprendizagem de subsunção, subordinante ou combinatória, podem desenvolver-se significados novos e diferenciados e é possível que se possam resolver os significados conflituosos através de um *processo de reconciliação integradora*.

O terceiro princípio denominado Organização Sequencial diz respeito à forma de organizar os materiais utilizados em sala de aula. Para Ausubel (2003), os recursos utilizados devem seguir uma seqüência coerente em relação à dependência existente no conteúdo. Para o autor, “a disposição sequencial das tarefas de aprendizagem depende, em parte, do efeito de facilitação geral da disponibilidade de ideias relevantes ancoradas na estrutura cognitiva sobre a aprendizagem e a retenção significativas” (Ibid., p.171). Ausubel (ibidem) ressalta que para todos os conteúdos trabalhados existe a necessidade de verificar qual é a seqüência mais apropriada, só assim, será possível atingir uma maior eficácia na organização programática do

ensino. Essa organização apresenta a vantagem de sequenciar os materiais por níveis de dificuldade, assegurado que cada item apresentado sirva de base para a ancoragem de novos conceitos, sendo esses, fundamentais para a aprendizagem de novos assuntos.

O quarto e último princípio se trata da consolidação que segundo Ausubel (2003, p. 172) só é obtida por meio “da confirmação, correção e clarificação, no decurso do retorno (*feedback*), e através da prática diferencial e da revisão, no decurso da exposição repetida, com retorno, ao material de aprendizagem”. Para o autor, só se deve utilizar um novo material de aprendizagem, quando a probabilidade de êxito do anterior for alta. Este princípio pressupõe que só é possível introduzir um novo material na sequência caso haja compreensão de todos os conceitos trabalhados anteriormente.

Diante disso, acreditamos que os princípios descritos até então serviram como base para a elaboração das atividades propostas nessa dissertação. Moro, Neide, Rehfeldt (2016, p. 991) sugerem que

Quando se fala em aprendizagem significativa, além dos conhecimentos prévios do aluno, outro fator importante é que os materiais utilizados sejam potencialmente significativos. As atividades experimentais e as simulações computacionais podem ser exemplos de materiais potencialmente significativos que estão ao alcance do professor. Além disso, o uso de tecnologias e atividades experimentais durante as aulas pode permitir que os estudantes estejam predispostos a trabalhar de modo ativo, na busca de soluções para os problemas que lhes são propostos.

Com isso, acreditamos ser necessário delinear como a utilização de tecnologias e atividades experimentais podem contribuir para a abordagem dos conceitos físicos em sala de aula. Estes tópicos serão descritos nas seções 2.2 e 2.3, respectivamente.

2.2 Utilização de tecnologias no ensino de Física

Discute-se por muitos professores e pesquisadores sobre a inserção e utilização de tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem (VALENTE, 1999); (MOREIRA, 2013); (ARAÚJO; ABIB, 2003); (KENSKI, 2012). Acredita-se que esse recurso pode ser de grande valia na educação, pois permite ao aluno explorar outros aspectos que seriam difíceis sem o auxílio do mesmo. Para Valente (1999, p. 42) a utilização de tecnologias pode ser voltada a “[...] uma pedagogia que proporcione a formação dos alunos, possibilitando o desenvolvimento de habilidades que serão fundamentais na sociedade do conhecimento”. Diante disso, torna-se necessário conceituar o termo “tecnologia”, repensar como as mesmas estão sendo inseridas no ambiente escolar e quais suas implicações no ensino de Ciências e particularmente no ensino de Física.

Para Kenski (2012, p. 24) as tecnologias são caracterizadas como “[...] conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade”. Ou seja, a tecnologia está associada à maioria das atividades que dependem de recursos ou materiais para o seu desenvolvimento.

Moreira (2013) ressalta que é preciso incorporar as tecnologias ao ensino da Física assim como os “[...] aspectos epistemológicos, históricos, sociais, culturais”. Para o autor, o ato de ensinar Física é visto como um grande desafio, que “[...] pode ser apaixonante se conseguirmos melhores condições de trabalho para os professores, livrar-nos do ensino para a testagem e, metaforicamente, abandonarmos o modelo da narrativa, o quadro-de-giz e o livro de texto” (Ibid., p. 12). Desta forma, acredita-se que as tecnologias surgem como uma ferramenta facilitadora do ensino de Física pois pode aliar-se a outros aspectos, facilitando o planejamento e a elaboração das atividades propostas pelos professores.

Os recursos tecnológicos podem ser utilizados no ensino desta disciplina por meio de diferentes perspectivas e podem ser empregados de acordo com o conteúdo a ser trabalhado e as peculiaridades de cada turma. Existem inúmeros recursos para facilitar a visualização e a compreensão de fenômenos físicos, dentre eles, ressaltamos os *softwares* de modelagem e as simulações computacionais, que permitem a experimentação em condições ideais, que não seriam alcançadas de modo trivial em sala de aula.

Para Araújo e Abib (2003, p. 12) a utilização desses recursos

[...] tem possibilitado o uso cada vez mais frequente de computadores, uma vez que o emprego de tecnologias modernas está se tornando cada vez mais acessível nos meios educacionais. Diante disto, os computadores podem ser considerados como uma importante ferramenta de auxílio ao ensino de Física, apresentando imensas potencialidades de uso.

Corroborando essa ideia Werlang, Schneider e Silveira (2008, p. 03) afirmam que

Essa inserção facilita a aprendizagem pelos alunos, uma vez que os computadores, associados a softwares e a tecnologias adequadas, proporcionam um melhor entendimento de fenômenos de difícil compreensão. Se fosse utilizada uma prática pedagógica convencional, como quadro-negro e giz, o entendimento do fenômeno tornar-se-ia mais complexo.

Conforme o que foi expresso pelos autores podemos perceber que os recursos tecnológicos configuram-se como elementos facilitadores do ensino de Ciências. Diante disso, acreditamos que os laboratórios de informática devem ser utilizados com mais frequência nas aulas de Ciências, pois nesse ambiente podemos trabalhar com *softwares* e simulações que permitem a observação de fenômenos e experimentos que, por muitas vezes, não podem ser demonstrados de forma prática em sala de aula. Com isso,

Acreditamos que um material didático utilizando novas tecnologias como simulações, *Applets Java*, vídeos, modelagens e aquisição automática de dados pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem, sobretudo, se for desenvolvido de forma contextualizada com a realidade dos aprendizes, levando em conta um referencial teórico adequado (WERLAND; SCHNEIDER; SILVEIRA, 2008, p. 04).

Para visualizar e compreender algumas dessas potencialidades, buscamos em revistas de *Qualis* A1 e A2, conforme a classificação de periódicos da Plataforma Sucupira¹. Para realizar a busca foi selecionada a opção Ensino no campo *Área de Avaliação*. Para filtrar os resultados, inserimos no campo *Título* a palavra Física. Dessa seleção, encontramos duas revistas: a *Revista Brasileira de Ensino de Física* (Qualis A1) e o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (Qualis A2).

Na primeira revista elencamos como critério de busca o termo *tecnologias*, e disso, selecionamos as produções que retornaram essa palavra no título do trabalho. Como resultado, foram encontrados 4 artigos, no qual estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Artigos encontrados na Revista Brasileira de Ensino de Física conforme critério de busca

Autor(es)	Título	Ano de publicação
LEAL, T. C. S.; OLIVEIRA, A.A.	Utilização de plataformas interativas e novas tecnologias no ensino de física das radiações para cursos da área de saúde	2019
FIGUEIRA, J. S.	Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de física	2011
WERLAND, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L.	Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica	2008
PIRES, M. A.; VEIT, E. A.	Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de física no ensino médio	2006

Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro artigo encontrado, escrito por Leal e Oliveira (2019) tem como objetivo apresentar a dificuldade que os alunos da área da saúde possuem na compreensão dos conceitos físicos, principalmente, no que diz respeito à Física das Radiações e suas aplicações. Nesse trabalho propõe-se a utilização de ferramentas e métodos, considerados inovadores e tecnológicos, para abordagem dos conceitos físicos em sala de aula. Dentre eles,

¹ Disponível em:

<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>

destaca-se a plataforma interativa de simulações *Phet* e a ferramenta de testes rápidos *Plickers*. Como resultado desta pesquisa, os autores apontam que a utilização de tecnologias propiciou resultados relevantes para os discentes e docentes envolvidos, visto que reduziu a ansiedade dos alunos em relação ao conteúdo trabalhado e contribuiu para a avaliação da disciplina e da didática do professor.

O segundo trabalho realizado por Figueira (2011) tem como proposta determinar o número de Avogadro. Tal verificação iniciou-se com um uma breve descrição do movimento browniano a partir de vídeos encontrados na rede que, posteriormente com o auxílio do *software* de análise de vídeos e modelagem *Tracker* foi determinado o deslocamento quadrático médio das partículas brownianas. Com a obtenção das medidas foi possível determinar o número de Avogadro e discutir os resultados.

O trabalho denominado “Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica” teve como objetivo comparar o desempenho de duas turmas em relação ao ensino e aprendizagem do conteúdo de fluidos. O trabalho foi desenvolvido junto ao curso técnico em agricultura e zootecnia do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul, RS (CEFET-SVS). Para realizar a comparação os pesquisadores utilizaram duas turmas de segunda série do ensino médio, sendo a primeira turma denominada de “grupo experimental”, composta por 32 alunos do curso técnico de agricultura, e a segunda turma denominada “controle”, composta por 21 alunos do curso técnico em zootecnia.

Os pesquisadores desenvolveram um material didático na forma de um hipertexto, composto por vídeos, animações em *Flash*, *Applets Java*, figuras, textos e atividades práticas, no qual trabalharam com o grupo experimental. Já, na turma controle as aulas foram tradicionais.

Após o término da aplicação das atividades os pesquisadores compararam o resultado das duas turmas, sendo que, ambas realizaram um pré-teste e posteriormente um pós-teste. O resultado apresentado pelos estudantes do grupo experimental foi muito bom, levando em consideração que o resultado médio do pré-teste foi de 3,2 acertos e no pós-teste de 9,1 acertos, constatando um aumento significativo. Já, na turma controle, o pré-teste teve uma média de 3,5 acertos, em contrapartida, no pós-teste a média foi de apenas 5,9 acertos.

Os autores concluíram que, a partir da análise dos relatos dos alunos, foi possível constatar que a utilização de novas tecnologias tornou as aulas mais atrativas influenciando no processo de ensino e aprendizagem. Werlang, Schneider, e Silveira (2008, p.08) concluem que.

É fundamental que os professores se adaptem às novas tecnologias, fazendo cursos de capacitação, a fim de poder utilizá-las com todo o seu potencial promissor sem cometer equívocos na sua utilização como ferramenta pedagógica. As novas tecnologias já fazem parte das vivências dos alunos e tornaram-se um sistema de signos para eles. Portanto, cabe ao professor adequar-se a essa nova realidade e utilizá-la em favor do processo ensino-aprendizagem.

O quinto trabalho teve como proposta a inserção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino de física para ampliar a interação entre alunos e professores. Essa ação foi desenvolvida com duas turmas da primeira série do ensino médio de uma escola estadual, totalizando 68 participantes.

Como recursos tecnológicos, os autores utilizaram hipertextos e simulações interativas desenvolvidas em Java para abordar o conteúdo de gravitação. Nesse processo a comunicação entre aluno e professor foi realizada por meio de uma plataforma de educação à distância contendo fórum de discussão, diário de bordo e correio eletrônico. Conforme os autores, essas ferramentas possibilitaram um estímulo no desenvolvimento das atividades presenciais e especialmente à distância, gerando um aumento na carga horária da disciplina de física. Como resultados dessa pesquisa, os autores constataram que 67% dos estudantes se envolveram ativamente no projeto e 82% acharam a proposta favorável ao ensino de física.

Após a leitura dos artigos encontrados na primeira revista, repetiu-se a busca no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, adotando-se como critério de seleção o termo *tecnologias*, que deveria estar contido no título do trabalho. Foram encontrados 8 resultados no qual estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2: Artigos encontrados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física conforme critério de busca

Autor(es)	Título	Ano de publicação
MACEDO, J. A.; PEDROSO, L. S.; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T.	Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física	2014
SOARES, A. A.; MEDINA, R. R.; CARBONI, A.; COSTA, F. W.	Usando as tecnologias da informação do ensino de Física: o blog da Lua	2016
MOTA, A. T.; REZENDE JR, M. F.	As contribuições das tecnologias da informação e comunicação em um curso de Astronomia a distância: uma análise à luz da Teoria dos Campos Conceituais	2017
RANGEL, F. O.; SANTOS, L. S. F.; RIBEIRO, C. E.	ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO	2012

	E COMUNICAÇÃO E A LITERACIA CIENTÍFICA	
ANDRADE, R. S.; COELHO, G. R.	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação em cursos de licenciatura em Física de uma universidade pública federal: “usos” estabelecidos por professores universitários no processo de formação inicial	2018
CAVALCANTE, M. A.	Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras	2013
SILVA, T.	Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos	2009
SOUZA, C. A.; BASTOS, F. P.; ANGOTTI, J. A. P.	Resolução de problemas de física mediada por tecnologias	2008

Fonte: Elaborado pelo autor.

Macedo *et al.* (2014) realizaram uma investigação de produções do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) no qual, buscaram identificar os trabalhos relacionados as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Dos 231 artigos foram encontrados 31 trabalhos que se adequaram aos critérios de busca. Para a análise das produções, os autores utilizaram o método de Análise de Conteúdo, que permitiu identificar três áreas temáticas: Formação de professores de física (01 trabalho); Ensino e aprendizagem de Física, filosofia, história e sociologia da ciência (03 trabalhos); e Tecnologia da informação e difusão tecnológica no ensino (27 trabalhos).

Perante a análise realizada, foi possível destacar um número expressivo de trabalhos relacionados à TICs que utilizaram objetos de aprendizagem. Dentre eles, os autores destacam uma maioria, dita considerável, que se fundamentaram em teóricos de renome no ensino de ciências e utilizaram simulações computacionais nos processos de ensino e de aprendizagem em Física. Além disso, foi observada uma tendência de artigos relacionados à formação de professores de Física, e, poucos trabalhos voltados a processos avaliativos no ensino da Física.

Por fim, Macedo *et al.* (2016, p. 191) concluem que, a

[...] utilização de novas tecnologias de ensino em aulas de física, principalmente do ensino médio, é feita como uma ferramenta auxiliar, um recurso a mais para auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem, porém nunca de forma única, ou seja, está sempre aliada aos demais recursos existentes. Deste modo, cabe ao professor a responsabilidade de dosar o tempo de uso de cada recurso, tendo em vista a criação de um ambiente aberto ao diálogo e à participação, em que o aluno possa questionar, refletir, debater, pesquisar, enfim, onde ambos se sintam corresponsáveis pelo alcance dos objetivos educacionais e formativos pretendidos.

O segundo trabalho propõe a utilização de um *blog* no ensino de Física, como ferramenta de auxílio para a abordagem de conceitos relacionados à Lua. A proposta em questão foi dividida em duas partes. Inicialmente, os autores desenvolveram o *blog* com o auxílio de uma turma da segunda série do ensino médio. Em seguida, utilizaram o mesmo para trabalhar os conceitos definidos anteriormente com três turmas distintas de escolas públicas e privadas. No decorrer da pesquisa, os autores observaram que a utilização dessa ferramenta permitiu aos professores envolvidos e aos estudantes, uma participação mais ativa nos processos de ensino e de aprendizagem. Além disso, foi apontado que a utilização de TICs garantiu um melhor aprendizado conforme os relatos dos professores. Como resultado, os autores desta pesquisa indicam que ao utilizar recursos tecnológicos em sala de aula, proporciona-se um maior envolvimento da turma, visto que, os alunos estão familiarizados com tais tecnologias.

Mota e Rezende (2017) propõem a utilização de um Ambiente Virtual de Aprendizagem para a elaboração de um curso a distância de Astronomia, no qual participaram 17 alunos do Ensino Médio de uma escola particular. Para isso, foram utilizadas simulações computacionais, vídeos e textos no desenvolvimento do trabalho. Das quais, os autores verificaram que quanto maior o número de situações em que os alunos confrontaram e interagiram mais elaboradas eram as suas explicações sobre os conceitos abordados.

O estudo evidenciou que as TICs podem ser ferramentas que auxiliam os professores, pois caracterizam-se como um mecanismo que facilita na comunicação entre alunos e professores, além de fazer parte do cotidiano dos estudantes. Tais ferramentas permitem a visualização de fenômenos físicos de forma dinâmica, sendo que, com o auxílio do professor podem contribuir e facilitar a expressão dos alunos. E, por meio destas, os professores podem avaliar a evolução dos conceitos formados.

O artigo de Rangel, Santos e Ribeiro (2012) aborda alguns aspectos teóricos implícitos no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Ciências e particularmente no ensino de Física. Neste viés, os autores apontam que a mediação feita por mecanismos das TDIC se torna mais complexa à medida que incorpora novas linguagens e símbolos. Conseqüentemente, demanda outras habilidades, conhecimentos e competências, por parte dos professores, que ultrapassam o saber da Física e da Ciência ensinada nas escolas.

Além da mediação, os autores sugerem que o uso de tais tecnologias digitais torna os processos de ensino e aprendizagem mais complexos, o que pode dificultar o ensino e dispersar o interesse dos alunos. Vale ressaltar que os autores não demonstram-se contrários

ao uso das tecnologias no ensino, mas apontam a necessidade do desenvolvimento de pesquisas sobre o uso das TDIC no ensino de Ciências como uma condição necessária para mudar esse cenário.

Andrade e Coelho (2018) analisaram como os professores de licenciatura em Física, de universidade pública federal utilizam as TDIC nos processos de formação inicial dos licenciandos. Para isso, os autores utilizaram como instrumentos de coleta de dados, entrevistas semiestruturadas e documentos, no qual foram aplicadas as técnicas de Análise Textual Discursiva. Como resultado da análise, emergiram 4(quatro) categorias: “(i) *O lugar das disciplinas de TDIC nos cursos de Licenciatura em Física*; (ii) *Uso das técnicas*; (iii) *Usos da tecnologia na formação – relação com os processos de formação do professor formado*; (iv) *Que rede há nessa formação?*” (ANDRADE; COELHO, 2018, p. 888).

Os resultados da pesquisa apontam que os professores formadores propõem e utilizam as TDICs conforme suas experiências e saberes construídos no decorrer de sua carreira profissional, que dependem diretamente do contexto no qual estavam inseridos.

Cavalcante (2013) realizou a construção de um Tubo de Kundt adaptado às novas tecnologias disponíveis para o ensino de física. O principal objetivo do trabalho foi utilizar a placa *Arduino* em experimentos didáticos, ajudando a difundir a utilização dessa ferramenta para fins educacionais, particularmente no estudo de ondas sonoras estacionárias em tubos. O autor relata que esse tipo de atividade proporciona uma melhor abordagem do conteúdo no ensino e aprendizagem de Física.

Souza, Bastos e Angotti (2008) questionam-se em seu artigo sobre os procedimentos adotados pelos professores de Física para a proposição e resolução de problemas. Diante disso, perceberam a falta de interação e diálogo nos processos de ensino e de aprendizagem que acabam deixando de provocar um “diálogo-problematizador”. Para mudar esse cenário os autores desenvolveram, implementaram e avaliaram um objeto escolar voltado à resolução de problemas, inserido em um ambiente virtual de aprendizagem *online*.

Nesse objeto, foram criados cinco níveis para a resolução dos problemas propostos, dentre eles, *a compreensão*, que consiste em identificar e entender as variáveis do problema; *o planejamento*, que refere-se ao processo de mobilização dos conhecimentos já adquiridos para buscar soluções; *a execução*, que permite resolver efetivamente o problema observando os passos e realizando cálculos, se necessário; *a retrospectão*, que envolve a análise do que já foi feito; e *a prospecção*, onde o aluno precisa problematizar e ser desafiado para estabelecer ligações com o que já fez em outros problemas.

Como resultados, os autores sugerem que esse tipo de atividade mediada por tecnologias diferencia-se do que o professor está acostumado a fazer: resolver problemas para os alunos. Nesse processo, o que o aluno propõe difere do que o professor pode apresentar, pois a resolução de problemas depende do saber que cada um mobiliza e do diálogo que realiza para buscar soluções.

Silva (2009) utilizou um material didático hipermídia com auxílio de recursos computacionais (animações, simulações) para abordar o conteúdo de *Movimentos da Terra, Estações do Ano, Fases da Lua e Eclipses do Sol e da Lua*. Tal material foi elaborado para uma disciplina introdutória de física de nível universitário a distância do Consórcio CEDERJ. Segundo o autor, a apresentação do conteúdo somente com textos não era suficiente para o processo de aprendizagem dos alunos. O autor concluiu que esses materiais podem ser utilizados como uma alternativa para diminuir as dificuldades de compreensão sobre o conteúdo, sendo que podem facilitar na construção de modelos mentais.

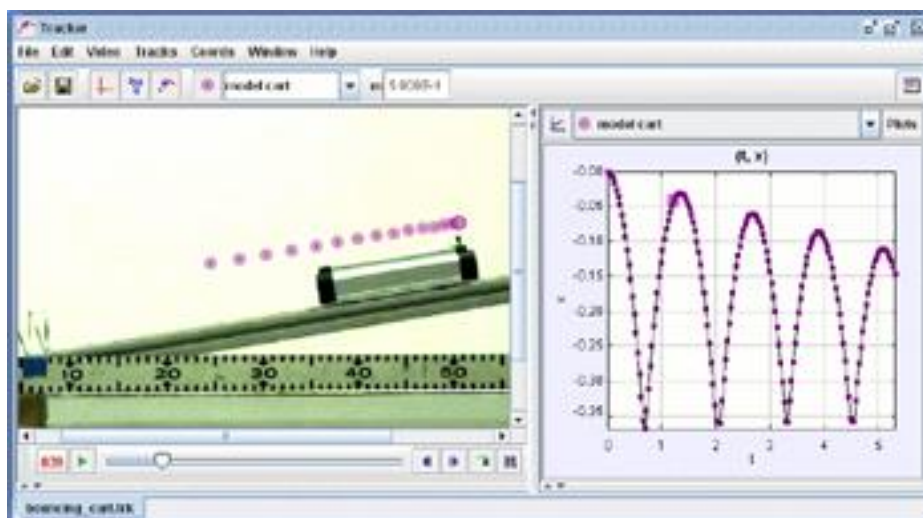
2.2.1 Tracker no Ensino de Física

O software *Tracker*² é uma ferramenta de distribuição gratuita que permite a análise e a modelagem de vídeos, no qual está disponível em 26 idiomas. Sua estrutura foi criada em *Java Open Source Physics* e permite ao usuário manipular o seu código para utilizá-lo no ensino de Física (TRACKER, 2019).

Como recursos dessa ferramenta, podem-se explorar funções de rastreamento (manual e automatizado) de objetos por meio de sobreposições de posições; criar vetores interativos e somas vetoriais; criar modelos cinemáticos e dinâmicos de partículas de massa pontual; animar e sobrepor dados; sincronizar automaticamente e dimensionar vídeos para comparação visual; editar e codificar vídeos; criar caixas de diálogo, dentre outras funções que permitem manipular e analisar vídeos criados pelos usuários (TRACKER, 2019).

² Disponível em: <https://physlets.org/tracker/>

Figura 1: Tela inicial do software Tracker



Fonte: (TRACKER, 2019)

Para Bezerra Jr., Oliveira, Lenz e Saavedra (2012, p. 474) esse *software* pode cumprir várias funções no processo de ensino e de aprendizagem em Física, pois permite aos alunos acompanhar “[...] a evolução das grandezas físicas em tempo real, pondo fim à mera sequência de passos experimentais em roteiros de laboratório estruturados ao extremo”. Da mesma forma, os autores acrescentam que esse recurso permite manipular dados e construir gráficos a partir dos mesmos, o que se torna fundamental para a construção do conhecimento físico no desenvolvimento de atividades experimentais (Ibid., p. 474).

Diante disso, acredita-se que por meio da utilização do *software Tracker* pode-se organizar um experimento realizado em laboratório ou em sala de aula, a partir da filmagem de um movimento. Ao transferir o vídeo para esse programa, podem-se marcar os pontos quadro a quadro, indicando o comportamento do objeto em análise. Os autores citados anteriormente exemplificam essa ideia, sugerindo que um experimento de queda livre pode ser realizado em cerca de cinco minutos, e a transferência e marcação dos pontos experimentais pode ser executada em menos de 10 minutos, o que torna uma atividade relativamente rápida e viável para ser executada em sala de aula.

Magarinus, Buligon e Martins (2015, p. 485) caracterizam esta ferramenta como um *software* “[...] destinado à análise de vídeos do ponto de vista físico podendo ser uma ferramenta para modelagem”. Diante das suas potencialidades, os autores propõem em seu estudo, a utilização do *software Tracker* para explorar aspectos físicos em situações-problemas voltadas ao conceito de função. Ressaltaram que, durante a sua proposta didática o *software* permitiu analisar fisicamente os movimentos dos corpos filmados, retornando

tabelas, valores e diversos gráficos que relacionavam a posição dos móveis e a velocidade em função do tempo de análise do movimento.

Ainda sobre o *Tracker*, Ortiz, Krause e Santos (2019, p. 95) descrevem este *software* como uma ferramenta que permite a análise de filmagens de movimentos, ou seja, por meio dessa

[...] pode-se analisar uma sequência de imagens quadro a quadro no intuito de descrever a posição de um objeto no decorrer do tempo. Os dados obtidos são origem a tabelas e gráficos que podem ser analisados levando em consideração as diversas grandezas disponíveis no software.

Com base nisso, os autores buscaram averiguar as dificuldades encontradas por professores que atuam no ensino de Física, no que se refere à utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação em sala de aula. Ao reconhecer essas dificuldades foi ofertado um minicurso para explorar as potencialidades do *Tracker* para o ensino da Física no Ensino Médio. Conforme os resultados, os autores afirmam que essa atividade de formação continuada despertou o interesse dos professores e a motivação para utilizar esta ferramenta nas suas aulas. Também foi observado pelos autores que na percepção dos professores participantes, “[...] o *software* é acessível e permite uma maior compreensão e a comprovação de teorias, muitas vezes difíceis de demonstrar na prática, além de facilitar a aprendizagem e despertar o interesse dos alunos” (ORTIZ; KRAUSE; SANTOS, 2019, p. 97).

Diante do que foi exposto, acredita-se que o *software Tracker* possui inúmeras potencialidades para ser utilizado no ensino de Física. Cabe ao professor, reconhecê-las e adaptá-las as necessidades da sua turma e ao conteúdo que irá abordar. A análise de movimentos e a possibilidade de gerar gráficos sobre o mesmo foram recursos que despertaram o interesse e serão utilizados no decorrer da sequência de atividades descrita nessa dissertação. Além desta ferramenta, também propomos a utilização do pacote de simulações interativas *PheT*, no qual iremos detalhar no próximo tópico.

2.2.2 PhET no Ensino de Física

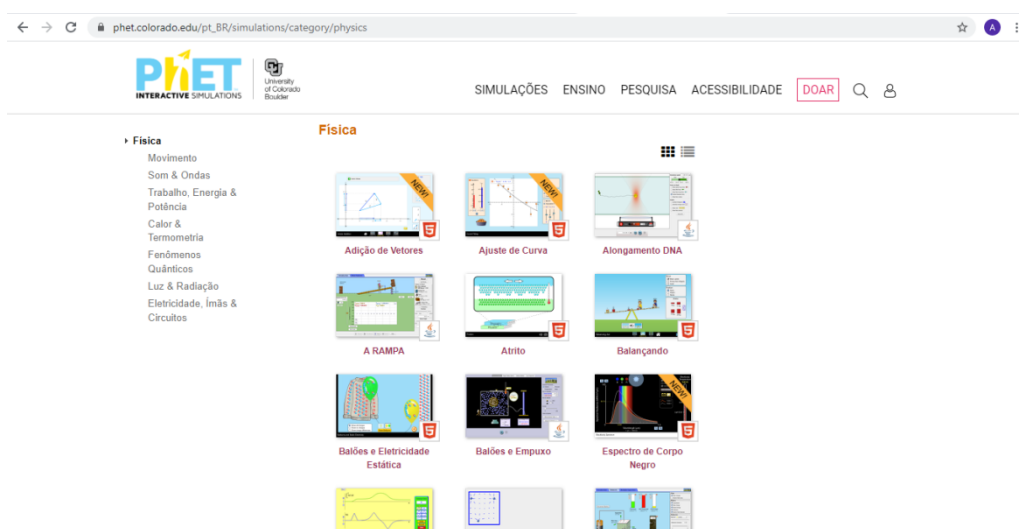
O *Phet*³ é uma iniciativa da Universidade do Colorado que oferece simulações de matemática e ciências de modo interativo e gratuito baseadas em pesquisas (PHET, 2020). As simulações disponíveis são desenvolvidas em Java, Flash ou HTML5 e podem ser acessadas

³ Disponível em: https://phet.colorado.edu/m/pt_BR/

online ou salvas no computador dos usuários. Conforme o *site* desse recurso, as simulações são desenvolvidas a partir dos seguintes princípios:

- Incentivar a investigação científica;
- Fornecer interatividade.
- Tornar visível o invisível;
- Mostrar modelos mentais visuais;
- Incluir várias representações (por exemplo, objeto de movimento, gráficos, números, etc.);
- Usar conexões com o mundo real;
- Dar aos usuários a orientação implícita (por exemplo, através de controles de limite) na exploração produtiva;
- Criar uma simulação que possa ser flexivelmente usada em muitas situações educacionais (PHET, 2020).

Figura 2: Algumas simulações disponíveis no Phet



Fonte: Elaborado pelo autor.

Deste modo, reconhece-se que o *Phet* busca auxiliar no ensino e na aprendizagem de Ciências e de Matemática por meio de simulações interativas que permitem “[...] estabelecer conexões entre fenômenos reais e a ciência básica, através da formulação de seus próprios questionamentos” (ZARA, 2011, p. 266).

Para Arantes, Miranda e Studart (2010) a utilização de simulações computacionais em sala de aula facilita o acesso e a possibilidade de executá-las em qualquer computador, sem a necessidade de equipamentos específicos, que podem ser encontrados em laboratórios de Ciências equipados. Conforme os autores,

A principal função da simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores. A finalidade de uso pedagógico da simulação pode ajudar a introduzir um novo tópico, construir conceitos ou competências, reforçar ideias ou fornecer reflexão e revisão final. O uso dessa ferramenta por professores pode ser bastante variado como o próprio grupo aponta: aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa ou no laboratório (Ibid., p. 29).

Macêdo, Dickman e Andrade (2012) relataram a elaboração e a aplicação de um roteiro de atividades voltado a professores do Ensino Médio, que abordou a utilização de duas simulações computacionais do *Phet*: o *Kit para construção de Circuitos* e o *Laboratório de Eletromagnetismo*. Como resultados, os autores ressaltam que a aplicação de uma das atividades em uma turma do Ensino Médio, mostrou que é possível ensinar Física de modo diferenciado envolvendo os alunos no aprendizado dos conceitos físicos e provocando uma mudança conceitual. Além disso, foi indicado que “[...] a ausência de laboratórios de informática na escola não impediu a aplicação das atividades; entretanto, espera-se um resultado mais efetivo se cada aluno tiver a chance de explorar a simulação” (Ibid., p. 609).

Conforme o que foi expresso, percebe-se que o *Phet* caracteriza-se como um conjunto de simulações de grande potencial, pois auxilia os professores de Ciências e Matemática nos processos de ensino, reproduzindo situações e modelos que não poderiam ser vistos em sala de aula pela falta de recursos e de verbas para as escolas equiparem seus laboratórios. Diante disso, reconhecem-se as potencialidades desta ferramenta que será utilizada no decorrer das atividades propostas dessa dissertação.

2.3 Atividades experimentais no Ensino de Física

Aliada à utilização de recursos tecnológicos no ensino de Física, propomos no decorrer deste estudo a utilização de atividades experimentais para a abordagem do conceito de queda livre em uma turma de nono ano do Ensino Fundamental. Para tanto, acreditamos ser necessário definir alguns conceitos sobre esse tema. Uma atividade experimental pode se caracterizar como uma estratégia de ensino, que possibilita aos alunos visualizar os fenômenos físicos diante dos resultados obtidos a partir do manuseio de diferentes materiais. Acreditamos que, por meio dessa atividade, podemos instigar os alunos a pensar criticamente e trabalhar em grupo, à medida que se promove discussões sobre um tema gerador. Conforme Reis e Martins (2016, p. 463) “as atividades experimentais configuram-se como um recurso didático relevante a ser explorado no ensino da Física, pois podem promover o envolvimento dos alunos, auxiliando na compreensão dos conteúdos da Física, uma ciência experimental”.

Para Rosito (2008, p. 197) a experimentação é fundamental

para um bom ensino de Ciências. Em parte, isto se deve ao fato de que o uso de atividades práticas permite maior interação entre o professor e os alunos, proporcionando, em muitas ocasiões, a oportunidade de um bom planejamento conjunto e o uso de estratégias de ensino que possam levar a melhor compreensão dos processos das ciências.

Para tanto, percebe-se que a utilização de atividades experimentais pode ser uma ferramenta de grande valia para o ensino de Ciências, principalmente para o ensino de Física. Ao propormos tais atividades em sala de aula podemos instigar os alunos a pensar criticamente sobre os conceitos científicos abordados. Além disso, o manuseio dos materiais utilizados e o diálogo estabelecido em sala de aula são fatores que contribuem para estreitar relações entre alunos e professores.

Araújo e Abib (2003) complementam esta ideia, afirmando que a utilização de atividades experimentais é considerada, por professores e alunos, como uma possibilidade para minimizar as dificuldades de ensinar e aprender Física, de modo consistente e significativo, quando comparado a métodos tradicionais. Mas, para ter sucesso em sua prática docente, acredita-se que

[...] a metodologia experimental adotada seja selecionada tendo em vista quais são os principais objetivos a serem alcançados com a mesma, uma vez que as diferentes modalidades de experimentação tendem a priorizar e facilitar o alcance de diferentes objetivos educacionais, cabendo portanto a quem conduzirá a atividade a escolha mais adequada da mesma, considerando o momento, o contexto e as finalidades pretendidas (Ibid., p. 17).

Com isso, percebe-se que existem algumas variáveis que devem ser analisadas à medida que se propõe a utilização de atividades experimentais em sala de aula. O fato de utilizá-las não garante que a aprendizagem dos conceitos será significativa. Oliveira, Sotelo, Costa e Rocha Filho (2010, p. 32) ilustram essa ideia, afirmando que

[...] a simples realização de atividades experimentais não garante a aprendizagem, pois atividades práticas podem ser utilizadas de forma pouco eficaz, em termos educacionais, como apresentação de teorias estabelecidas ou comprovação de verdades científicas. Nesses casos, aluno e professor apenas reproduzem sequências de procedimentos com o objetivo de obter os mesmos resultados de seus antecessores, sem incentivo à discussão, crítica ou autonomia.

Para que isso não aconteça, acreditamos que as atividades experimentais devem ser elaboradas pelos professores levando em consideração diversos fatores. Dentre eles, os recursos disponíveis na escola, o conteúdo abordado, além das especificidades da turma. Tendo em vista que existem n variáveis envolvidas neste processo, é importante promover atividades desafiadoras que não apresentem soluções estabelecidas, para que, seja possível discutir em sala de aula os diferentes resultados encontrados.

Em vista das possibilidades para a sua utilização, buscamos algumas produções que abordam a utilização de atividades experimentais no ensino de Física. Para isso, foram selecionadas duas revistas, de Qualis A1 e A2 na área do Ensino: a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, respectivamente. Como critério

de busca, foi utilizado o termo *atividades experimentais* nos títulos das produções dessas revistas. Foram encontrados 13 trabalhos, 3 na primeira revista, sendo que 1 deles não se adequava a busca e 10 na segunda. Dos quais estão descritos nos quadros 3 e 4.

Quadro 3: Artigos encontrados na Revista Brasileira de Ensino de Física conforme critério de busca

Autor(es)	Título	Ano de publicação
SANTOS, J. C.; DICKMAN, A. G.	Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio	2018
HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.	Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física	2015

Santos e Dickman (2018) elaboraram roteiros de estudo com atividades experimentais reais e virtuais, sobre circuitos elétricos e Lei de Ohm. O objetivo do trabalho é comparar aulas com a utilização de atividades experimentais, culminadas de aulas expositivas tradicionais com aulas utilizando atividades experimentais com equipamentos reais ou simulações computacionais para avaliar a aprendizagem dos alunos.

O trabalho foi desenvolvido em quatro turmas de terceiro ano do ensino médio e foi aplicado em horário de aula, pois se adequava ao conteúdo programado. Os autores utilizaram um pré-teste para estruturar as suas atividades e verificar o nível de conhecimento dos alunos sobre os assuntos determinados.

Após a realização das atividades, os autores aplicaram um pós-teste e constataram que as atividades práticas, tanto reais como virtuais (*PhET*) apresentaram vantagem em relação à aprendizagem. Entretanto os próprios alunos relataram limitações e potencialidades em cada atividade. Uma das principais vantagens na utilização de experimentos reais é o manuseio dos equipamentos e a obtenção de resultados pelos alunos, sendo que uma das desvantagens é a dificuldade para a montagem dos circuitos.

Heidemann, Araujo e Veit (2015) propuseram quatro atividades com o objetivo de enfrentar o problema da dissociação teoria-prática em disciplinas experimentais de cursos de graduação em física. A principal característica destas atividades é proporcionar avanços nas aulas de laboratório, diferenciando-as das abordagens tradicionais por dois motivos:

- a) pelo enfoque dos problemas propostos, delineados com o intuito de proporcionar situações que promovam o enriquecimento das concepções epistemológicas dos estudantes, e b) pelas tarefas incumbidas aos estudantes que, além de não serem detalhadas em um roteiro, envolvem desde a criação de questões de pesquisa

pertinentes até a construção de conclusões baseadas em evidências experimentais. (Ibid., p.13)

Os autores definem as atividades como episódios de modelagem sobre diferentes conteúdos da física (oscilações mecânicas, fluidos e termodinâmica) sendo elas: Pêndulos; Sistema de Amortecimento Automotivo; Arquimedes e a coroa do rei e Resfriamento de Sistemas. Cabe mencionar que as duas primeiras atividades utilizaram o *software Tracker* como ferramenta para análise de vídeos e dados.

Vale ressaltar que além da apresentação de quatro atividades que podem ser desenvolvidas em disciplinas de graduação, os autores buscam

[...] inspirar professores e pesquisadores para o delineamento de atividades fundamentadas em concepções adequadas do ponto de vista epistemológico e que possibilitem que teoria e prática sejam tratadas de forma integrada, demandando a reflexão por parte dos estudantes sobre os fundamentos teóricos que amparam as investigações realizadas. (Ibid., p.13)

Já, para os artigos encontrados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, destacamos os seguintes títulos:

Quadro 4: Artigos encontrados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física conforme critério de busca

Autor(es)	Título	Ano de publicação
LANGHI, R.	Projeto Eratóstenes Brasil: autonomia docente em atividades experimentais de Astronomia	2017
SANTOS, G. B.; CUNHA, S. P.	Câmera escura estéreo: Construção e atividades experimentais	2015
MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. H.	Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio	2016
HEIDEMANN, L. A. <i>ET AL.</i>	Modelagem Didático-científica: integrando atividades experimentais e o processo de modelagem científica no ensino de Física	2016
HEIDEMANN, L. A. <i>ET AL.</i>	CICLOS DE MODELAGEM: UMA PROPOSTA PARA INTEGRAR ATIVIDADES BASEADAS EM SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA	2012
SENRA, C. P.; BRAGA, M.	Pensando a natureza da ciência a	2014

	partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional	
REIS, W. F.; MARTINS, M. I.	Estudo comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de Física coincidentes recomendadas nas edições 2012 e 2015 do PNLD	2016
RIBEIRO, J. L. P.	Duas atividades experimentais sobre associações de espelhos e lentes inspiradas por questões de vestibulares	2016
PEREIRA, G. R. ET AL.	Atividades experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental: análise de um programa formativo para professores	2016
ERTHAL, J. P. C.; GASPAR, A.	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÃO PARA O ENSINO DA CORRENTE ALTERNADA AO NÍVEL DO ENSINO MÉDIO	2006

Langhi (2017) descreveu em seu artigo o Projeto Eratóstenes Brasil, apontando conclusões sobre as atividades propostas. O projeto teve como objetivo medir o comprimento da sombra formada por uma haste vertical (na astronomia chamada de *gnômon*) nivelada com o chão para, posteriormente, utilizar este dado para futuros resultados. Esta atividade foi realizada em pares de escolas, sendo que, ambas poderiam se comunicar para discutir estratégias de elaboração do gnômon, além de combinar datas e horas para realizar as medições.

Com as medidas dos comprimentos, foi possível calcular o ângulo que há entre as escolas na superfície terrestre e com esse dado obteve-se uma estimativa do comprimento da circunferência da Terra e, conseqüentemente, o raio do planeta.

O autor ressalta que “o uso das atividades experimentais no ensino de Ciências como uma das estratégias mais eficientes para despertar o interesse e a dedicação do aluno” (Ibid., p. 06). Para concluir, o mesmo enfatiza que “[...] não há contribuição efetiva na utilização de kits com roteiros prontos, procedimentos fechados e mensuração de resultados experimentais esperados, uma vez que impede a autonomia do professor e do aluno no processo de ensino-aprendizagem” (Ibid., p. 06).

Santos e Cunha (2015) descreveram em detalhes a construção de uma câmera escura estéreo e propuseram atividades experimentais com esse aparato. Segundo os autores, a câmera pode ser desenvolvida com materiais recicláveis de baixo custo, ou também pode ser sofisticada dependendo da montagem.

Para Santos e Cunha (2015) a própria construção e utilização do aparato envolve vários ramos da física, química e matemática, além disso, os mesmos ressaltam a importância da multidisciplinaridade para abordar assuntos referentes à comparação com câmeras profissionais ou amadoras, discussão sobre lentes ópticas e suas funções.

Moro, Neide e Rehfeldt (2016) realizaram uma pesquisa qualitativa com uma turma do 2º ano do Ensino Médio para investigar as implicações da utilização de simulações computacionais e atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes, no que se refere ao conteúdo de transferência de energia térmica.

Buscando responder os objetivos da pesquisa em questão, os autores realizaram três atividades experimentais em sala de aula, uma para cada tipo de transferência de calor: condução, convecção e radiação, juntamente com a abordagem teórica. Posteriormente foram realizadas três simulações computacionais de dois *softwares* diferentes. Para trabalhar condução e convecção foi utilizado o *software Energy2D* e para a radiação, o *PhET*.

No término da pesquisa, os autores solicitaram que os alunos realizassem mapas conceituais em duplas sobre o conteúdo, buscando indícios sobre a aprendizagem significativa. Com isso os autores concluíram que “[...] pode-se inferir que as atividades experimentais e as simulações computacionais podem constituir-se em um material potencialmente significativo para o trabalho do professor, visando à aprendizagem significativa dos estudantes” (Ibid., p. 1005). Além disso, os autores relataram que os alunos demonstraram interesse nesse tipo de abordagem para os próximos conteúdos programados.

Heidemann *et al.* (2012) propuseram em seu trabalho preencher uma lacuna de diversos fatores sobre a Modelagem Didático-Científico (MDC). Os autores relataram que alguns conceitos como: evidência, predição e experimento não são considerados na estrutura da MDC além de questões voltadas a trabalhos experimentais. O artigo foi fundamentado na proposta de Brandão, Araujo e Veit (2011; 2012) e nas concepções de Bunge sobre o processo de modelagem para desenvolver uma expansão no campo conceitual da MDC.

Para finalizar, os autores apontaram que existem limitações em atividades experimentais que são abordadas de forma tradicional no ensino de Ciências. Essa informação serve como justificativa para “[...] reflexões sobre novas alternativas teóricas e metodológicas para o delineamento e a realização dessas atividades” (Ibid., p.27). Dessa forma os atores

relataram que a MDC pode fundamentar tais reflexões e promover uma “[...] compreensão dos processos cognitivos exigidos dos estudantes quando enfrentam situações que demandam a construção, a exploração e/ou a validação de modelos teóricos da Física, especialmente em atividades experimentais”. (Ibid., p.27).

Heidemann, Araujo e Veit (2012) apresentaram em seu estudo, o desenvolvimento de ciclos de modelagem como uma alternativa para abordar atividades experimentais e atividades formuladas a partir de simulações computacionais. Conforme os autores, essa estratégia possibilitou aos alunos, validar alguns modelos teóricos e trabalhar com diferentes representações.

Acredita-se que a metodologia proposta tem grande potencial para ser utilizada em sala de aula, pois pode traduzir “[...] o fazer ciência como uma atividade tipicamente humana, através da qual os cientistas buscam construir representações dos fenômenos físicos, com grau de precisão variado e contexto limitado” (Ibid., p. 965). Nesse processo, os autores propuseram algumas atividades voltadas para alunos de um Mestrado Profissional em Ensino de Física, a partir da utilização dos *software Tracker e Modellus*, com o intuito de explorar os limites das validades dos modelos teóricos de pêndulo simples. Por meio dessas, os autores acreditam que foi possível aprofundar a compreensão sobre os conteúdos e sobre a modelagem científica dos mesmos.

Senra e Braga (2014) descreveram em seu artigo o desenvolvimento de uma pesquisa técnico-científica com alunos de nível médio. Neste projeto, os autores discutiram certos problemas ambientais de regiões de baixo nível de desenvolvimento econômico, para construir um “coletor solar” de aquecimento de água, com a utilização de materiais de baixo custo ou recicláveis. Como objetivos deste trabalho, os autores buscaram investigar as reflexões dos alunos no decorrer das atividades propostas, problematizar a construção do conhecimento científico, envolver os alunos nessa investigação e promover discussões sobre a Ciência e os conceitos da mesma.

Foram promovidos 31 encontros fora da sala de aula no qual se desenvolveram debates, atividades experimentais e visitas a instituições de pesquisa e exposições de centros de ciências. Neste processo, os alunos propuseram a construção de um aquecedor solar e discutiram durante os encontros sobre o funcionamento e os procedimentos de elaboração do mesmo. Além da construção, os alunos instalaram e aplicaram sobre o aparato tecnológico um teste de eficiência para refletir sobre os processos desenvolvidos no decorrer das atividades.

Conforme os autores, a atividade experimental desenvolvida foi investigativa, e por meio desta, foi possível identificar que a mesma contribuiu para a construção de conceitos

científicos e para o desenvolvimento da criatividade dos estudantes. Por não existirem roteiros e resultados a seguir durante a construção do aparato, surgiram erros e problemas que se tornaram relevantes no decorrer do processo, para que os alunos reconhecessem e repensassem sobre o funcionamento do aquecedor. Além disso, os autores afirmam que por meio destas atividades os alunos mostraram-se engajados para argumentar, questionar, aceitar e absorver as opiniões que emergiram em sala de aula.

Reis e Martins (2016) propuseram uma análise comparativa de atividades experimentais disponíveis em coleções de Física coincidentes, nas edições de 2012 e 2015. Os autores reconheceram a diversidade das propostas experimentais e indicaram que existe um número de experimentos significativamente maior para os conteúdos relacionados aos movimentos, além da presença dos conceitos de eletricidade e de som e imagem. Percebeu-se durante a análise, que a maioria das atividades experimentais propostas nestes livros apresentam-se com muitas imagens, acreditando que os autores das coleções buscam facilitar o entendimento das mesmas.

Também foi constatado pelos autores do artigo, que os aspectos tecnológicos, históricos e culturais foram contemplados com pouca expressividade nas atividades do livro o que fragiliza a abordagem dos conceitos em sala de aula. Além disso, se constatou que existe uma iniciativa por parte dos autores das coleções, em propor atividades com linguagem e equipamentos acessíveis aos alunos, o que promove a disseminação das experimentações em sala de aula.

Ribeiro (2016) propôs duas atividades experimentais que envolveram o conceito de associações de espelhos e lentes, no qual foram formuladas a partir de questões de vestibulares. A primeira atividade lidava com uma situação no qual um objeto era colocado entre uma lente convergente e um espelho côncavo e a partir disso, eram projetadas duas imagens deste objeto em um anteparo. A questão era encontrar a distância do objeto ao espelho para que esta situação ocorresse.

A segunda atividade continha a descrição de um espelho plano e um espelho côncavo colocados frente a frente e perpendiculares a um eixo. Foi disposta uma fonte luminosa, centrada no eixo, que emitia raios que refletiram sucessivamente sobre os espelhos formando sobre uma fonte A, uma imagem real de si mesma. Diante disso, questionou-se a distância do espelho plano até o centro do espelho côncavo para que essa situação ocorresse.

Ambas as questões poderiam ser resolvidas experimentalmente com a utilização de materiais similares. A diferença entre as duas é que a primeira necessitava de uma lente convergente a segunda, um espelho plano. Diante disso, os autores discutiram a solução algébrica e

geométrica destas atividades para criar, posteriormente, as situações para que as mesmas pudessem ser executadas. Após a aplicação das atividades, os autores ressaltaram que os experimentos apresentaram resultados satisfatórios, mas reconheceram que houve algumas adaptações.

Por meio das atividades, os autores enfatizaram que existe pouca comunicação entre as práticas de laboratório e o trabalho teórico em sala de aula focado em exercícios didáticos. Portanto, sugere-se “[...] que devem ser buscadas novas oportunidades capazes de vincular essas duas técnicas de aprendizagem, tão fundamentais e complementares para a construção do conhecimento em ciências” (RIBEIRO, 2016, p. 290).

Pereira et. al (2016) investigaram a inserção do ensino da disciplina de Física nos anos iniciais do ensino fundamental por meio da abordagem de módulos em um programa de formação de professores. Estas atividades fizeram parte de um programa de formação continuada implantado no museu de ciência “Espaço Ciência InterAtiva” (ECI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

Conforme os autores, este programa foi oferecido gratuitamente para professores da rede pública e privada do estado do Rio de Janeiro, e teve como objetivo, contribuir para o aprimoramento do ensino de Ciências nos anos iniciais da educação básica. Os autores ressaltaram que por meio desta ação, esperava-se conscientizar os docentes sobre a importância das Ciências na primeira etapa da educação básica e diante disso, esperava-se motivá-los a trabalhar com esta área do conhecimento. Foram abordados no decorrer desta ação 7(sete) módulos sobre: o ensino de ciências nos anos iniciais; educação ambiental; corpo humano, saúde e sexualidade; ciência e arte; neuroeducação; astronomia e fontes e transformações de energia, no qual se buscou articular estes temas entre diversas áreas do saber (PEREIRA, et. al., 2016). Como instrumentos de coleta de dados os autores utilizaram: registros de debates, questionários, fotografias e observações participantes. Estes dados foram analisados e interpretados por meio da técnica de análise de conteúdo (MORAES, 1999), onde foram estabelecidas unidades de análise e categorias que foram desmembradas ao longo do trabalho e interpretadas.

Como resultados, os autores constataram que a promoção dos debates durante os encontros, instigou os professores a pensar sobre as diferentes possibilidades para trabalhar com o ensino das Ciências e acabaram provocando mudanças em sala de aula.

Os professores participantes desta pesquisa e justificaram a ausência da abordagem dos conceitos científicos, por meio de diversos fatores, dentre eles, destaca-se que a gestão escolar influencia quais conceitos são trabalhados em sala de aula; existe uma hegemonia do

Português e da Matemática na educação básica; e alguns professores se mostram inseguros para tratar de conceitos físicos em sala de aula.

No que diz respeito à elaboração das atividades experimentais, os autores enfatizaram que foram trabalhadas no decorrer do projeto algumas possibilidades para inseri-las em sala de aula, seja por meio da utilização de materiais de baixo custo, ou até mesmo promovendo-as em espaços fora da sala de aula.

Erthal e Gaspar (2006) descrevem em seu artigo, a construção de um conjunto de atividades experimentais de demonstração voltadas a apresentação de conceitos físicos em sala de aula. Por meio destas, os autores avaliaram a possibilidade de ensinar corrente alternada no currículo de Física no Ensino Médio.

Para escolher as atividades propostas os autores orientaram seu trabalho a partir da sondagem dos conceitos prévios dos alunos do ensino médio, sobre o conteúdo de corrente alternada. Além disso, levaram-se em consideração os preceitos da teoria sócio-histórica de Vygotsky. Por meio dos dados obtidos no decorrer das atividades, os autores compararam os resultados com a sondagem feita previamente, e constataram que boa parte dos alunos mudaram suas concepções sobre o conteúdo trabalhado.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nessa seção serão descritos os procedimentos metodológicos que orientaram esta pesquisa. Além disso, serão expostos alguns pressupostos da pesquisa qualitativa, especialmente no que diz respeito ao estudo de caso na perspectiva de Lüdke e André (2013) e Bogdan e Biklen (1982).

Para analisar os dados obtidos no decorrer deste estudo adotamos o método de Análise de Conteúdo do tipo categorial, definido por Bardin (2004), Moraes (1999), Oliveira (2008) e outros autores. A partir destes pressupostos foi possível reorganizar os dados desta pesquisa e aplicar as técnicas de unitarização, categorização, descrição e interpretação.

3.1 Pesquisa qualitativa

Conforme Stake (2011, p. 25) a pesquisa qualitativa assume um viés *interpretativo* à medida que “[...] fixa-se nos significados das relações humanas a partir de diferentes pontos de vista”. Ou seja, por meio de suas observações e interpretações, o pesquisador que desenvolve este tipo de metodologia, intervém no campo no qual está inserido e mantém-se receptivo para reconhecer diferentes situações que serão enfrentadas no decorrer de um estudo.

Ao assumir este viés, o estudo qualitativo é direcionado a objetos e atividades desenvolvidas em contextos singulares e ao mesmo tempo, busca compreender as percepções de cada participante da pesquisa (STAKE, 2011). Neste sentido, o pesquisador que busca desenvolver um estudo qualitativo, pretende encontrar resultados para certos problemas em um determinado campo ou situação. Neste processo, Bogdan e Biklen (1982) sugerem que

1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal (p.47).
2. A investigação qualitativa é descritiva. Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação. Os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registos oficiais (p. 48).
3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos (p. 49).
4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva. Não recolhem dados ou provas com o objetivo de confirmar ou infirmar hipóteses construídas previamente (p. 50).
5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (p. 50).

Ou seja, a pesquisa qualitativa se inicia com questões amplas que vão se estreitando no decorrer do estudo, à medida que o pesquisador aprimora estas questões e as torna mais específicas. Acreditamos que neste tipo de estudo o processo é mais relevante que o resultado, pois a partir da interpretação do pesquisador e das percepções dos participantes é possível dar significado ao problema em questão.

Outra característica de um estudo qualitativo é a preocupação com o contexto da pesquisa, pois “[...] para compreender melhor a manifestação geral de um problema, as ações, as percepções, os comportamentos e as interações das pessoas devem ser relacionadas à situação específica onde ocorrem ou à problemática determinada a que estão ligadas” (LÜDKE; ANDRÉ, 2013, p. 21-22). Deste modo, ao buscar significados para sua pesquisa, o pesquisador deve levar em consideração o contexto social, econômico, histórico e político no qual os participantes estão inseridos e reconhecer que este fator pode interferir diretamente ou indiretamente nas respostas e nas ações dos mesmos.

Ao analisar um caso específico e as implicações do contexto no qual os participantes estão inseridos estamos delineando um tipo de pesquisa qualitativa, intitulado *estudo de caso*. Para Lüdke e André (2013, p. 20) “o caso é sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo. O caso pode ser similar a outros, mas é ao mesmo tempo distinto, pois tem um interesse próprio, singular”. Por ser desenvolvido em um determinado contexto, esta abordagem possui objetivos e interesses particulares, pois visa compreender características únicas de cada pesquisa avaliando possíveis situações emergentes no decorrer do processo.

Tais situações podem desencadear uma série de novas percepções, das quais o pesquisador deverá analisar e interpretar de acordo com o objetivo da pesquisa. Desta forma, Lüdke e André (2013, p. 20) sugerem que neste tipo de pesquisa o interesse sobre o objeto “[...] incide naquilo que ele tem de único, de particular, mesmo que posteriormente venham a ficar evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações”. Com isso, acreditamos que ao optar pelo desenvolvimento de um estudo de caso, estamos avaliando os interesses e as especificidades dos participantes desta pesquisa e da escola no qual ela foi desenvolvida. Deste modo, ao retratar o que foi desenvolvido neste contexto, pretendemos sugerir algumas atividades que possam ser aplicadas em outros casos, mas que para isso ocorra, o professor envolvido neste processo deve adequá-las a sua realidade.

3.2 Participantes da pesquisa

A pesquisa em questão foi desenvolvida em uma escola privada do interior do Rio Grande do Sul que oferta todos os níveis de ensino da Educação Básica. As disciplinas de Química, Física e Biologia são ofertadas a partir do nono do Ensino Fundamental, sendo que na disciplina de Física o estudo da Mecânica é apresentado nesse mesmo ano.

Tendo em vista que o assunto de queda livre é um dos conteúdos trabalhados na Mecânica a turma foi escolhida para a realização desta pesquisa. A mesma continha 12 alunos e o próprio pesquisador era professor titular da turma.

Dos 12 participantes, 4 informaram ser do sexo feminino e 8 do sexo masculino. Além disso, constatou-se pela leitura das respostas do questionário inicial (Apêndice A) que a faixa etária dos participantes restringe-se ao intervalo de 14 e 15 anos.

3.3 Instrumentos de coleta de dados

Como instrumentos de coleta de dados optamos pela utilização de 2 questionários com questões abertas e fechadas para identificar as percepções dos participantes desta pesquisa (Apêndices A e G). Além disso, os registros dos alunos no decorrer das atividades e as observações do pesquisador realizadas em sala de aula também foram utilizadas no decorrer da análise. Os dados em questão, foram coletados em todos os encontros descritos, para que fosse possível fomentar a análise com diversos registros significativos à pesquisa.

3.4 Descrição das atividades desenvolvidas

Propomos no decorrer deste estudo uma sequência com seis atividades voltadas ao ensino de queda livre. Por meio destas atividades, foi possível analisar como as tecnologias contribuíram no ensino de tal conteúdo, na percepção dos participantes da pesquisa. As atividades foram desenvolvidas em 14 períodos de 50 minutos, de 03 de outubro a 14 de novembro de 2019 e estão descritas nos tópicos a seguir.

- **Atividade 1:** Questionário inicial (1 período).
- **Atividade 2:** Apresentação do conteúdo por meio de uma sequência de slides e resolução de exercícios (3 períodos).
- **Atividade 3:** Utilização da plataforma *Phet* para a abordagem de conceitos relativos a queda livre de diferentes corpos (2 períodos).
- **Atividade 4:** Atividade experimental de queda livre com o auxílio do *software Tracker* (4 períodos).

- **Atividade 5:** Apresentação dos dados obtidos pelos participantes – resultados obtidos no *Tracker* (2 períodos).
- **Atividade 6:** Questionário final (2 períodos).

3.4.1 Questionário inicial

No início das atividades propostas, foi aplicado um questionário inicial com 11 perguntas (9 abertas e 2 fechadas) que foram estruturadas com o intuito de caracterizar os participantes desta pesquisa, identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de queda livre e as percepções dos mesmos sobre a utilização de tecnologias e atividades experimentais no ensino de ciências.

Reconhecer os conhecimentos prévios dos participantes acerca do conteúdo em questão, da utilização de recursos tecnológicos e do desenvolvimento de atividades experimentais foi necessário para adaptar as atividades propostas no decorrer deste estudo. Ausubel (2003) sugere que cada aprendiz possui conhecimentos distintos sobre um mesmo assunto, portanto, cabe ao professor identificá-los e tomá-los como ponto de partida para o desenvolvimento de suas aulas. Neste mesmo viés, Lanuti e Schünzen Junior (2016, p. 216) afirmam que “identificar o que o estudante já sabe, nesse sentido, é uma estratégia que auxilia o professor no planejamento das atividades, para definir o objetivo de cada aula [...]”. Diante disto, pediu-se aos alunos que respondessem as perguntas do (Apêndice A).

3.4.2 Apresentação do conteúdo

A partir das respostas dos participantes as atividades foram repensadas para abordar o conteúdo de queda livre de forma estruturada e sequencialmente organizada. Para tanto, propomos a leitura de um texto introdutório (Apêndice B) sobre o conteúdo. Este material caracteriza-se como um organizador prévio, que nas palavras de Ribeiro, Silva e Koscianski (2012, p. 168), podem ser classificados como

[...] materiais introdutórios que antecedem os conteúdos a serem aprendidos, tratando-os de maneira genérica. Os organizadores prévios ajudam a aprendizagem significativa por salientarem aos alunos informações com as quais já tenham familiaridade e que servirão como substrato para a assimilação do material novo.

Após a leitura e discussão deste material foram apresentadas as equações que descrevem este movimento (Apêndice C) por meio de uma apresentação de *slides*. Neste momento foram resolvidos alguns exemplos no quadro branco. Em seguida, foi

disponibilizada uma lista de exercícios, para que o pesquisador pudesse observar como os participantes interpretaram as questões propostas e estruturaram suas resoluções (Apêndice D).

Pelas observações realizadas durante esse processo, foi possível constatar que os alunos apresentaram dificuldades em interpretar alguns exercícios, principalmente nos problemas teóricos. Alguns participantes também apresentaram dificuldades na estruturação das equações que descreviam os movimentos. Com isso, foi necessário retomar alguns tópicos no quadro branco, reforçando a formulação dos problemas e as operações matemáticas envolvidas para solucioná-los.

3.4.3 Simulação computacional Phet

No decorrer das atividades foi proposta aos alunos uma sequência de exercícios voltados à utilização da plataforma de simulações *Phet*, para a abordagem de conceitos relativos à queda livre de diferentes corpos. Acreditamos que, por meio da utilização desse recurso podemos visualizar e demonstrar situações que seriam inviáveis em sala de aula, bem como, estabelecer padrões e condições ideais para que o fenômeno ou situação estudada seja realizado com precisão.

Esta sequência foi elaborada para que os participantes observassem a seguinte situação: ao propiciar condições ideais para o fenômeno de queda livre, sem a resistência do ar, pode-se observar que corpos de diferentes massas caem no mesmo intervalo de tempo. A plataforma também permite a seleção de alguns objetos para realizar a simulação, além de possibilitar à alteração do diâmetro dos objetos, a massa, a gravidade e acrescentar a opção com resistência do ar. Todas estas características possibilitam uma visualização rica em detalhes.

A atividade foi aplicada no laboratório da escola com algumas adequações: como o laboratório possuía 10 computadores, foi necessário formar duas duplas para que os 12 participantes pudessem realizar os exercícios. Este material está disponível no (Apêndice E).

3.4.4 Atividade Experimental

Esta tarefa constituiu-se de uma atividade experimental realizada em grupos cujo objetivo foi encontrar o valor da aceleração gravitacional de forma prática. Para isso, os participantes soltaram um objeto de uma altura estipulada e mediram o tempo médio com o

auxílio do cronômetro dos celulares. Estes dados possibilitaram determinar o valor da aceleração gravitacional.

Em seguida, os participantes filmaram o movimento de queda e analisaram o vídeo com o auxílio do *software Tracker*. Esta análise proporcionou um novo valor da aceleração gravitacional. Ambos os resultados foram comparados com o valor conhecido de $9,81\text{m/s}^2$ e posteriormente discutidos.

Para realização de tal atividade, o pesquisador disponibilizou um roteiro de como utilizar o *Tracker*, além de orientações sobre o trabalho realizado em sala de aula (Apêndice F).

3.4.5 Apresentação da Atividade Experimental

No quinto momento, os alunos apresentaram os resultados obtidos na atividade 4.4, conforme o roteiro do Apêndice F, por meio de apresentações de *slides*. Neste processo foi possível observar como os participantes estabeleceram estratégias para a resolução do desafio de como encontraram o valor experimental para a constante “g”, utilizando as ferramentas do *software Tracker*. Os resultados obtidos pelos participantes serão apresentados e discutidos na seção 4.

Ao término das apresentações, propomos a visualização de um vídeo autoexplicativo⁴ sobre a queda de dois corpos de diferentes massas em um ambiente controlado. Esse vídeo foi produzido pelo canal de televisão da British Broadcasting Corporation (BBC Two) em uma instalação da NASA (*NASA's Space Power*). Essa instalação possui uma câmara capaz de sugar 30 toneladas de ar, o que permite realizar o experimento de queda livre, desprezando a resistência do ar.

O objetivo do vídeo é mostrar que dois corpos de diferentes massas (uma pena e uma bola de boliche), soltos ao mesmo instante, chegam ao solo em tempos diferentes quando a resistência do ar é imposta, e chegam ao solo no mesmo instante quando essa resistência é nula.

3.4.6 Questionário final

A sexta e última atividade consistiu em um questionário final estruturado a partir de 5 questões abertas que buscou identificar: a percepção dos participantes sobre a utilização de

⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cqp2g2l7OiM>.

recursos tecnológicos no ensino de Física; a percepção dos estudantes sobre a realização de atividades experimentais; os pontos positivos e negativos das atividades propostas; a percepção dos alunos sobre o conceito de queda livre; e as experiências obtidas no decorrer das aulas.

A análise e discussão dos dados obtidos nesse questionário serão apresentadas na seção a seguir.

3.5 Método de análise de dados

Dentre as diversas técnicas de análise de dados para pesquisas qualitativas, optamos no decorrer deste estudo pelo método de Análise de Conteúdo, no qual será apresentado a seguir, por meio das suas características e procedimentos. Vale ressaltar que os procedimentos adotados nesse estudo vem ao encontro com o que é proposto por Moraes (1999).

3.5.1 Descrição do Método

O método de Análise de Conteúdo é definido por Bardin (2004, p. 33-34) como “[...] *um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição dos conteúdos das mensagens*”. Este método pode assumir um viés qualitativo ou quantitativo, dependendo da forma como é aplicado. Para Silva, Gobbi e Simão (2005, p. 74)

[...] na primeira, o que serve de informação é a frequência com que surgem certas características do conteúdo, enquanto na segunda é a presença ou a ausência de uma dada característica de conteúdo ou de um conjunto de características num determinado fragmento de mensagem que é levado em consideração.

Ou seja, o método da análise de conteúdo no seu viés qualitativo, surge como uma ferramenta para a construção de significados do conteúdo expresso por participantes de uma pesquisa. Ao aplicar as técnicas deste método, o pesquisador tem acesso a conteúdos, explícitos ou implícitos no discurso a ser analisado, expresso por comunicações verbais ou escritas (OLIVEIRA, 2008). Bardin (2004) ressalta que ao buscarmos uma interpretação sobre o conteúdo das mensagens que serão analisadas, em um viés qualitativo, estamos exercendo um processo intuitivo, que torna-se mais flexível e adaptável do que os procedimentos realizados em uma abordagem quantitativa.

Ao optar pela análise de conteúdo, o pesquisador deve levar em consideração algumas regras específicas que acabam diferenciando este método de análises exclusivamente

intuitivas (OLIVEIRA, 2008). Oliveira (2008) sugere que existem alguns conceitos-chave que sustentam o desenvolvimento de uma análise de conteúdo. Dentre eles, destacamos a *objetividade*, o *conteúdo manifesto* e a *inferência* dos dados obtidos. O primeiro conceito citado sugere que a análise produzida pode ser verificada, compreendida e reproduzida por outros pesquisadores, ou seja, as categorias devem ser definidas com muita precisão e clareza para que outras pessoas possam classificá-las da mesma forma.

O *conteúdo manifesto* diz respeito à eliminação das ideias *a priori* do pesquisador. Ou seja, ao analisar os dados obtidos, devemos focar apenas no conteúdo manifesto pelos participantes e não no que o pesquisador presume sobre o seu problema de pesquisa. Da mesma forma, a autora sugere que “a mensagem deve ser examinada em si mesma, o que não significa dizer que a análise de conteúdo deva se abster de toda e qualquer extrapolação sobre o conteúdo latente das comunicações” (Ibid., p. 571).

A *inferência* de uma análise de conteúdo é caracterizada como uma operação lógica na qual “[...] admite-se uma proposição em virtude da sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras” (Ibid., p. 571). Desta forma, buscamos durante a análise, inferir os dados obtidos a partir do que já foi exposto na literatura recorrendo a indicadores que surgem no decorrer do texto.

Diante disto, reconhecemos algumas características deste método e como o mesmo pode ser aplicado em um viés qualitativo. Para tanto, acreditamos que cada pesquisador deve avaliar como a análise de conteúdo pode contribuir para a análise dos dados da sua pesquisa. Cavalcante, Calixto e Pinheiro (2014, p. 14) sugerem que

A escolha deste método de análise pode ser explicada pela necessidade de ultrapassar as incertezas consequentes das hipóteses e pressupostos, pela necessidade de enriquecimento da leitura por meio da compreensão das significações e pela necessidade de desvelar as relações que se estabelecem além das falas propriamente ditas.

3.5.2 Procedimentos de análise

Para estabelecer os procedimentos de análise desta pesquisa optamos pelos pressupostos definidos por Bardin (2004) e Moraes (1999). Vale ressaltar que os procedimentos apresentados pelo segundo autor se diferenciam em algumas questões, principalmente na elaboração e construção das categorias. A técnica proposta é constituída de cinco etapas: Preparação das informações; Unitarização ou transformação do conteúdo em

unidades; Categorização ou classificação das unidades em categorias; Descrição; e Interpretação.

A etapa de preparação consiste em dois processos. O primeiro consiste em identificar os dados que fomentarão a análise. Moraes (1999) recomenda que neste momento, o pesquisador leia e analise os materiais que dispõe para verificar se os mesmos estão de acordo com o objetivo de sua pesquisa. Após a leitura dos dados, inicia-se o processo de codificação dos materiais, no qual, se estabelece “um código que possibilite identificar rapidamente cada elemento da amostra de depoimentos ou documentos a serem analisados” (Ibid., p. 15). Tais códigos podem ser constituídos por letras ou números, para facilitar a organização do pesquisador e permita que o mesmo encontre um documento específico, quando for necessário.

Ao concluir a codificação do material inicia-se o processo de unitarização dos dados, que consiste em reler os materiais obtidos com o intuito de fragmentá-los em unidades de análise, também denominadas de unidades de registro ou unidades de significado. Estas unidades podem ser definidas por palavras, trechos de um texto, frases, temas e até mesmo documentos em sua totalidade (MORAES, 1999).

No processo de unitarização dos dados o pesquisador perde parte das informações obtidas. Por este motivo, devemos criar unidades de contexto, que são mais amplas que as de análise. O objetivo da criação das unidades de contexto é servir como referência para as unidades de análise, possibilitando ao pesquisador, retornar ao contexto original e explorar amplamente o significado de cada unidade de análise retirada.

Ao final da unitarização, inicia-se o processo de categorização, no qual as unidades de análise serão agrupadas de acordo com as suas semelhanças. Moraes (1999, p. 18) considera que a classificação depende de “[...] critérios previamente estabelecidos ou definidos no processo”. Dentre eles, ressaltamos que um *bom conjunto de categorias* deve ser constituído de categorias válidas, exaustivas e homogêneas. As categorias possuem validade, quando se tornam adequadas ou pertinentes à análise, buscando responder o objetivo da pesquisa. Da mesma forma, estas categorias se tornam exaustivas para a análise à medida que o pesquisador considere a categorização de todo o conteúdo significativo à pesquisa, ou seja, a exaustividade possibilita a inclusão de todas as unidades de registro definidas pelo mesmo.

Neste processo, também devemos considerar que as categorias elencadas durante a análise devem atender ao critério de homogeneidade, ou seja, devem ser determinadas em uma única dimensão da análise, baseando-se em apenas um tema ou objetivo.

As categorias definidas durante a análise podem ser agrupadas em diferentes níveis de classificação. No primeiro nível, as categorias serão mais numerosas, homogêneas e precisas. Já nos próximos reagrupamentos, denominados de categorias intermediárias e finais, a homogeneidade será mais fraca, e as categorias serão mais amplas. É importante salientar que os critérios de constituição das categorias devem ser aplicados em cada um dos níveis de categorização.

A quarta etapa da análise de conteúdo é caracterizada pela descrição do material. Neste momento, Moraes (1999) indica que o pesquisador deve comunicar os resultados da sua análise produzindo um texto-síntese que expressa o conjunto dos significados presentes nas categorias e conseqüentemente nas unidades de análise, fazendo o uso de citações diretas dos discursos dos participantes.

Após a descrição, inicia-se a etapa final da análise, intitulada interpretação, na qual se busca “[...] atingir compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens mediante inferência e interpretação.” (Ibid. p. 24). A inferência dos dados, propriamente dita, remete a pesquisas quantitativas, onde se testam hipóteses em relação a uma amostra definida anteriormente. Por outro lado, a interpretação associa-se a pesquisas qualitativas, onde se busca compreender o conteúdo presente na descrição. Neste momento interpretativo, Moraes (1999) descreve duas vertentes: uma delas constrói a teoria por meio dos dados e das categorias de análise, possibilitando a emergência de informações e categorias, que descrevem a própria teoria. A outra se refere a estudos cuja fundamentação é explicitada a priori, onde a interpretação é realizada por meio da exploração dos significados das categorias. De qualquer modo, qualquer vertente enfatiza a importância da interpretação, principalmente em pesquisas qualitativas, como é o caso deste estudo.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

A sequência de atividades proposta nesta dissertação foi aplicada em uma turma de nono ano do Ensino Fundamental no período de 03 de outubro a 14 de novembro de 2019. As atividades foram desenvolvidas nas dependências da escola de acordo com as suas especificidades. Para os encontros que necessitavam de computadores, foi necessário utilizar o laboratório de informática, enquanto as demais atividades foram desenvolvidas em sala de aula.

Os dados apresentados a seguir foram coletados por meio da aplicação das atividades descritas no item 3.4. Com as respostas obtidas no questionário inicial (Apêndice A), das resoluções das atividades propostas (Apêndices C, D e E) e das respostas encontradas no questionário final (Apêndice G) foi possível fomentar a análise deste estudo. Para preservar a identidade dos participantes, os mesmos foram indicados no decorrer do texto por P1, P2, e assim sucessivamente.

Ao iniciar a sequência de atividades apresentamos a pesquisa aos participantes e os objetivos da mesma. Nesse momento, foi relatado como as atividades seriam desenvolvidas e quais os conceitos que seriam abordados neste processo.

Na sequência, foi requisitado que os participantes respondessem o questionário inicial (Apêndice A) para identificar, por meio das suas respostas, as percepções sobre a utilização de tecnologias e atividades experimentais no ensino de Física e sobre o conteúdo de queda livre.

4.1 Análise do questionário inicial

Pela leitura das respostas obtidas nas duas primeiras perguntas do questionário inicial foi possível observar que 4 participantes informaram ser do sexo feminino e 8 do sexo masculino. Além disso, constatou-se que a faixa etária dos participantes restringe-se ao intervalo de 14 e 15 anos.

4.1.1 Análise da terceira pergunta do questionário inicial

Em relação à pergunta “**Você acha relevante a disciplina de Física no 9º ano? Justifique;**” obteve-se 12 registros que foram organizados em um arquivo digital e separados em 14 unidades de registro. Pela leitura destas unidades, foi possível agrupá-las em 8

categorias iniciais e 3 categorias finais, citadas a seguir. 1) *A Física é relevante, pois está relacionada ao nosso cotidiano*; 2) *A disciplina de Física nos prepara para o vestibular*; 3) *A Física proporciona uma base para o Ensino Médio*.

Na primeira categoria, representada por 8 unidades registro, podemos identificar que na percepção dos participantes, a disciplina de Física é relevante no nono ano, pois está relacionada ao cotidiano dos alunos. O participante P8 afirma que: *“Sim, pois com ela podemos analisar o movimento de algo, e podemos utilizá-la para coisas importantes do nosso cotidiano”*. Além disso, P5 exemplifica esta ideia ressaltando que *“[...] é realmente muito legal possuir conhecimentos diversos sobre diferentes assuntos, como por exemplo, saber a força de tração, ou por que temos que fazer mais força ao começar a empurrar um objeto do que durante o percurso”*. Neste mesmo viés, P1 indica que a disciplina é relevante *“[...] pois ela está relacionada com tudo o que ocorre ao nosso redor, assim acho muito importante a física estar presente no 9º ano e aprender como usar a física em nossas vidas”*.

Pelo o que foi exposto pelos participantes, podemos observar que os alunos consideram relevante a disciplina de Física no currículo do nono ano do Ensino Fundamental. Deste modo, acredita-se que ao conhecer essa Ciência o aluno pode compreender e observar alguns fenômenos do dia a dia e com isso, despertar o interesse pela área. Valadares (1998, p. 122) ressalta que o estudo desta disciplina *“[...] permite uma compreensão básica da natureza, além de desenvolver nos estudantes uma série de habilidades que podem dar vazão à sua criatividade, proporcionando prazer, alegria e desafios”*.

A segunda categoria desta análise é representada por 02 unidades, conforme os registros a seguir: P4 afirma que: *“Os cálculos são de extrema importância em provas de vestibular”* e P12 ressalta que *“a disciplina de física nos prepara para realizar um vestibular”*. Pela fala dos participantes foi possível observar que os mesmos consideram a disciplina de Física essencial para a realização de vestibulares. Acredita-se que estes alunos encaram a Física como algo realmente exigido para prestar provas de seleção para as universidades.

A terceira categoria é representada por 3 unidades de registro que indicam que a disciplina de Física é relevante no Ensino Fundamental pois proporciona uma base para o Ensino Médio. O participante P9 ilustra essa ideia afirmando que *“Sim, acho muito importante. Tenho amigos do ensino médio que me falam que têm muita dificuldade em física, pois nunca tiveram essa disciplina. Creio que quem tem física no 9º ano tem muito mais facilidades na área”*. Além disso, P11 ressalta que *“Sim, pois isso nos proporciona uma base para o ensino médio e complementa nossos estudos”*.

Conforme o conteúdo expresso pelos participantes, a abordagem da disciplina de Física no nono ano do Ensino Fundamental facilita o entendimento dos conceitos vistos posteriormente no Ensino Médio. Acreditamos que ao trabalhar de forma introdutória estes conceitos físicos, podemos desmistificar a concepção de alguns alunos que consideram esta disciplina como algo difícil de ser compreendido. Lima e Takahashi (2013, p. 3) ilustram essa ideia, afirmando que “[...] a dificuldade que a maioria dos adolescentes começa a exibir no Ensino Médio em relação à aprendizagem de conceitos de física poderia ser minimizada pela introdução de conceitos específicos dessa área”.

Para os autores, a disciplina de física é trabalhada apenas nos anos finais do Ensino Fundamental, no componente curricular de Ciências, e acabada sendo “[...] lecionada por um único professor que, em geral, não possui uma formação adequada em física” (Ibid., p. 3). Deste modo, a disciplina de Ciências na maioria das vezes, acaba enfatizando os conceitos voltados à Biologia e deixa de lado alguns aspectos fundamentais da Física e da Química.

4.1.2 Análise da quarta pergunta do questionário inicial

Em relação à quarta pergunta do questionário inicial, intitulada “**Você acha que é possível observar fenômenos físicos no seu cotidiano?**”, constatamos que todos os participantes indicaram que é possível reconhecer tais fenômenos. Essa afirmação é exemplificada nos trechos a seguir:

A1: Sim. Pelo menos eu acho que tudo que ocorre ao nosso lado têm algo relacionado a física. Exemplos: velocidade do carro, fechamento de uma porta e o movimento do nosso corpo.

A6: Sim, a aurora boreal, abrir uma porta, empurrar uma mesa.

A7: Sim, física está em todo lugar, na transformação de água no estado líquido para o estado sólido; na velocidade de um carro; por que o avião fica no ar sem cair,... Isso tudo é exemplo da física.

A11: Sim, por exemplo quando vamos de carro à escola ou quando jogamos algo no chão, podemos calcular a força, velocidade, aceleração, deslocamento, entre muitas outras coisas, sendo que quase tudo em nosso cotidiano tem algo relacionado com a física.

É possível verificar que alguns dos exemplos citados pelos participantes são observados no seu dia a dia, em diferentes situações, enquanto outros devem ter sido apresentados no decorrer da sua formação escolar. Isto nos faz acreditar que os alunos realmente observam os fenômenos físicos além da formalidade matemática. Para tanto, acreditamos que a abordagem dos conceitos físicos por meio das suas aplicações no cotidiano

pode ser uma alternativa para diferenciar o ensino desta Ciência. Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007, p. 447-448) reconhecem que

[...] é comum, nas aulas de física, os alunos trazerem discussões sobre assuntos que leram ou ouviram em revistas, jornais e telejornais e que, por serem mais atuais e/ou estarem presentes no seu dia a dia, despertam neles um interesse em conhecer e entender que princípios físicos explicam dado fenômeno.

Diante disto, sugerimos a abordagem dos conceitos físicos por meio desta perspectiva visando à participação e a discussão em sala de aula.

4.1.3 Análise da quinta pergunta do questionário inicial

A quinta pergunta do questionário inicial, intitulada **“O que você entende por queda livre? Justifique”** foi realizada para identificar os conhecimentos prévios dos participantes sobre o conteúdo. Vale ressaltar que esta pergunta foi aplicada previamente na apresentação do conteúdo, portanto os participantes ainda não tinham visto os conceitos de queda livre. Desta pergunta, ressaltamos as seguintes colocações:

P1: Quando um corpo ou objeto cai ou é largado para despencar até cair no chão.

P2: Algo que cai de determinada altura sem muita pressão, dependendo de seu peso. O tempo que alguma coisa leva até cair.

P4: Uma queda sem interferência de nenhum fator externo que possa modificar o percurso do objeto em queda.

P7: Queda livre para mim, é um objeto caindo de uma certa altura, sem nada segurando o objeto e sem nada para atrapalhar o trajeto do objeto.

P10: O tempo que algo cai até o solo. Despencar de uma altura, sem ninguém interferir. Mas creio que vários fatores naturais mudam a velocidade até o solo.

P11: Queda livre é o tempo que um objeto leva para cair de determinada altura, sem a ação de nenhuma força externa, apenas a da gravidade. O tempo é alterado pela massa do objeto, sendo que o mais pesado vai cair primeiro que o mais leve.

Pelo discurso dos participantes podemos observar que: P1, P4 e P7 informaram que o fenômeno de queda livre é observado quando um corpo é largado de uma determinada altura sem interferência de fatores externos; P2 e P11 afirmaram que o peso de um objeto influencia no tempo de queda; e P10 foi o único participante que mencionou o termo “velocidade” e relatou que existem fatores que podem alterá-la durante o processo.

Por meio dessas percepções, relativas ao conceito de queda livre, foi possível reestruturar as atividades desta pesquisa com o intuito de organizar a apresentação dos conteúdos para facilitar a aprendizagem. Moreira (2003, p. 02) ressalta que esse processo será significativo

[...] quando novos conhecimentos (conceitos, idéias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende. Essa aprendizagem se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende [...] (MOREIRA, 2003, p. 02).

Diante disso, acreditamos que as percepções dos participantes, mesmo sendo equivocadas, podem servir como subsunçores para a aprendizagem dos novos conceitos. Ou seja, a partir do que o aprendiz já conhece, o mesmo pode estabelecer novas relações com o que será apresentado, fazendo com que ele reestruture seus conhecimentos (MOREIRA; MASINI, 1982).

4.1.4 Análise da sexta pergunta do questionário inicial

Como era esperado, foi possível identificar diferentes percepções sobre o conceito de queda livre. Com isto, propomos outra questão para identificar quais seriam as percepções desse fenômeno em determinada situação. A sexta pergunta consistiu em: **Considere a seguinte situação: Estou segurando dois objetos na mesma altura, uma esfera de aço e uma bolinha de papel, ambos de mesmo diâmetro. Após soltá-los, eles vão chegar ao solo ao mesmo tempo, ou vai existir diferença no tempo de queda? Justifique.**

As 12 respostas obtidas indicaram que existe diferença no tempo de queda, pois o peso dos objetos influencia no movimento. O participante P5 afirma que *“Vai existir diferença, pois mesmo que o diâmetro seja o mesmo, existe uma certa diferença no peso dos objetos, fazendo assim com que a esfera de aço caia antes”*. Além disso, P7 ressalta que *“Vai existir uma diferença de tempo entre a bolinha de aço e a bolinha de papel. A bolinha de aço é mais pesada e a bolinha de papel é mais leve. O núcleo da terra puxa as coisas para baixo e o que é mais pesado tende a descer mais rápido”*. No mesmo viés, P9 afirma que *“Irá existir diferença no tempo de queda. Embora o diâmetro seja o mesmo, o peso dos objetos será diferente”*.

Diante destes resultados, podemos identificar que os alunos apontam o peso dos objetos como um dos fatores que influenciam no tempo de queda. Vale ressaltar, que no enunciado da pergunta não foi especificado que estes dois objetos fossem soltos no vácuo, somente que ambos possuíam o mesmo diâmetro. Deste modo, os participantes deveriam reconhecer que a resistência do ar age da mesma forma nos dois objetos, fazendo com que eles cheguem ao solo no mesmo instante. Pelas respostas, percebemos que nenhum aluno

descreveu estas condições, o que nos mostra a percepção equivocada que os mesmos possuíam sobre esse assunto.

4.1.5 Análise da sétima pergunta do questionário inicial

Após questioná-los sobre a situação da sexta pergunta, pedimos aos participantes, para responder a seguinte questão: **Você acha que a resistência do ar interfere no tempo de queda dos objetos?** Como resultado, obtivemos 12 registros que serão exemplificados pelos trechos a seguir.

P4: Sim, pois essa resistência pode estar contrária à força de queda do objeto.

P12: Sim, pois a queda dos objetos não depende apenas da sua massa, mas sim a resistência do ar, como a pressão.

P7: Acho que sim, pois uma bola de papel é mais leve e tem mais chance de ser levada pelo vento do que uma bola de aço que “corta” o vento, e desce mais rápido.

P10: Sim, pois muda a densidade e pode ocasionar uma queda mais rápida ou lenta.

P11: Sim, pois quanto mais denso o ar, mais tempo será para o objeto cair, pois o ar tem densidade, no qual interfere. Diferentes tipos de gases têm densidades diferentes, alterando o tempo de queda de determinado objeto.

Todos os participantes acharam que a resistência do ar interfere no tempo de queda e deram diversas justificativas. O participante P4 informou que a resistência do ar pode estar contrária ao movimento de queda. Acredita-se que o participante está se referindo a resistência que o ar impõe sobre o objeto, dificultando sua queda livre. Os participantes P10 e P11 mencionaram a densidade do ar como principal fator que modifica o tempo de queda. P7 informou que o vento pode modificar a trajetória de objetos de diferentes massas. Para ele, o mais pesado tende a realizar um movimento vertical, enquanto uma bola de papel, por ser mais leve, pode sofrer desvios de trajetória.

4.1.6 Análise da oitava pergunta do questionário inicial

A próxima pergunta do questionário inicial foi: **Você acha que um corpo em queda livre, mantém sua velocidade constante? Justifique.** Das 12 respostas obtidas, 9 participantes informaram que a velocidade não é constante, e 3 foram contrários a esta ideia conforme os registros a seguir.

P2: Acho que sim, o corpo manteria a sua velocidade constante enquanto cairia em queda livre.

P3: Sim, pois ele não vai entrar em contato com nada que diminua sua velocidade.

P8: Sim, a não ser que haja alguma interrupção, assim, a velocidade é constante, como o nome diz, queda livre.

Pelo conteúdo expresso nas respostas, percebemos que os participantes justificam o fato da velocidade ser constante durante o movimento, pois não existe nenhuma barreira que possa diminuí-la. Isto quer dizer que os mesmos não reconhecem o princípio de queda livre, no qual a aceleração é constante e a velocidade aumenta no decorrer da queda.

Em relação aos 9 participantes que afirmaram que a velocidade varia ao longo do tempo, destacamos as seguintes respostas:

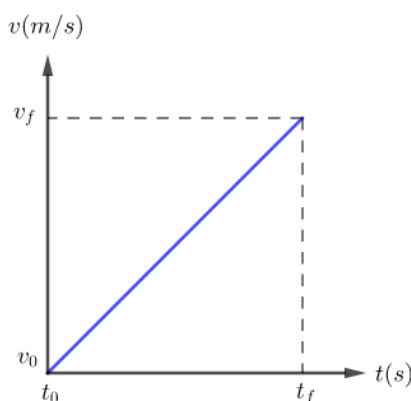
P1: Não. Pois no começo o corpo irá começar mais devagar e ao longo do caminho ele vai adquirir mais velocidade, assim não mantendo a mesma velocidade ao longo do caminho.

P4: Acho que não. Acho que a velocidade da queda aumenta de maneira uniforme. Mas não tenho certeza pois ainda não estudei sobre.

P6: Não, depende da altura que ele cai.

É possível observar que os participantes P1, P4 e P6 compreendem o fenômeno de queda livre e reconhecem a variação da velocidade em função do tempo. P4 ilustra esta ideia supondo que a “velocidade aumenta de maneira uniforme”, ou seja, mesmo sem ter estudado formalmente o conteúdo, acredita que a velocidade durante o movimento aumenta linearmente em função do tempo, conforme exemplificamos no gráfico a seguir.

Figura 3: Gráfico de v em função de t



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.7 Análise da nona pergunta do questionário inicial

Em relação à nona pergunta, intitulada: **Considere a seguinte situação: Se soltarmos uma pena e uma bola de boliche da mesma altura, no vácuo, os objetos chegarão ao solo ao mesmo tempo ou não? Justifique.** Foram obtidas 12 respostas, nas quais 9 alunos acreditam que os objetos não chegariam ao solo ao mesmo tempo, pois o peso influencia no tempo de queda; 1 aluno acredita que sim, pois no vácuo não existe resistência do ar; e 2 alunos informaram que os objetos não iriam se movimentar, pois estão no vácuo. Estes dois

últimos registros nos mostram que os participantes não compreendem o conceito de vácuo, que é definido como um espaço sem matéria e conseqüentemente sem ar.

O único participante que informou que os objetos chegariam ao solo ao mesmo tempo supôs que: *Acho que vão chegar ao solo no mesmo tempo, pois irão ser jogadas no vácuo, ou seja, não irá ter resistência do ar agindo sob os objetos.* Com esta resposta é possível observar que esse participante compreende o conceito de vácuo e reconhece que os objetos chegariam ao solo no mesmo instante.

Os demais participantes não conhecem como a experiência ocorre no vácuo e acreditam que o peso dos objetos interfere no tempo de queda, conforme os trechos a seguir:

P2: Acho que não, a pena é mais leve que a bola de boliche então a pressão da bola seria maior e levaria menos tempo.

P5: Não, pois o peso da bola de boliche é muito maior do que o da pena, enquanto a pena “flutuará” no ar a bola cairia direto em direção ao chão.

P4: Não, pois a pena irá muito mais devagar e irá flutuar, por conta do seu peso muito pequeno.

P11: Não, pois mesmo o ar não alterando a velocidade, a massa de cada objeto fará com que o objeto mais pesado caia primeiro, com maior velocidade. Ou seja, o principal fator é a massa do objeto.

Estas afirmações não condizem com o princípio da queda de corpos no vácuo, que por sua vez, não depende da massa dos objetos para atingir o solo ao mesmo instante.

4.1.8 Análise da décima pergunta do questionário inicial

Em relação à pergunta: **Você acha importante a utilização de tecnologias no ensino de ciências?** Obtivemos 12 respostas que foram reorganizadas em 13 unidades de registro. Destas unidades emergiram 6 categorias iniciais e 4 categorias finais que descreveram a percepção dos alunos sobre a utilização de tecnologias. A primeira categoria, intitulada “*A utilização de tecnologias ajuda no ensino de Ciências*” é representada por 8 unidades de registros. Dentre elas, destacamos os seguintes trechos:

P2: Sim, a tecnologia de certa forma ajuda no ensino de ciências dependendo do conteúdo que é aplicado.

P8: Sim, com demonstrações básicas, o ensino se torna mais eficaz e lógico.

P11: Sim, pois com a tecnologia podemos aprender melhor e não ficar só na teoria, com documentários, filmes, e muitas outras coisas que facilitam o ensino e ajudam, tanto o professor quanto o aluno.

Pelo conteúdo expresso pelos participantes podemos observar que, nas suas percepções, a utilização de tecnologias digitais ajuda no ensino de Ciências por meio de diferentes enfoques e estratégias. Conforme as respostas, podemos utilizar este recurso para

facilitar a abordagem de certos conteúdos, a partir de demonstrações práticas, simulações computacionais e até mesmo apresentando filmes e documentários.

Werlang, Schneider e Silveira (2008) corroboram esta ideia à medida que defendem a utilização de tecnologias no ensino de ciências a partir de simulações, aplicativos desenvolvidos em Java, vídeos, dentre outros recursos que podem facilitar a abordagem dos conceitos científicos. Os autores ressaltam que este processo deve ser desenvolvido de forma contextualizada aproximando-o da realidade dos estudantes.

Nesse mesmo viés Dourado *et al.* (2014, p. 360) ilustram que

Existem várias formas de se utilizar a tecnologia em sala de aula. Para o ensino de Ciências, por exemplo, utilizam-se filmes, documentários, artigos de jornais e revistas, pesquisas em sites, pesquisas de campo, visita a laboratório virtual ou real, softwares destinados a conteúdos educacionais, desenvolvendo uma metodologia atrativa e inovadora. Tanto a disciplina Ciências quanto as outras podem utilizar recursos que possibilitem ao aluno um despertar de seu processo de aprendizagem.

Ao compararmos as respostas dos participantes com a ideia dos autores, percebemos que existem diferentes recursos tecnológicos que podem ser utilizados para o ensino de Ciências. Cabe ao professor avaliar suas potencialidades e limitações para adequá-los as aulas, possibilitando um ensino mais significativo.

A segunda categoria denominada “*A tecnologia desperta o interesse para aprender e torna o conteúdo mais atraente*” foi composta por 3 unidades de registro das quais destacamos as respostas a seguir. P4 afirma que “*Sim, pois a tecnologia envolve o meio em que vivemos e isso pode deixar o estudo muito mais atraente, além de dispor muitas ferramentas*”. Nesta mesma perspectiva, P12 acha que a tecnologia é “*Muito importante, pois desta maneira os alunos podem ter acesso a pesquisas e desta maneira, acabam se interessando mais nas aulas*”.

Supomos ao ler as respostas dos participantes que a tecnologia é uma ferramenta inovadora capaz de tornar as aulas mais atraentes por si só. Acreditamos que ambos os participantes se referiram a utilização de *smartphones* e computadores quando mencionam os trechos a seguir: “*a tecnologia envolve o meio em que vivemos*” e “*os alunos podem ter acesso a pesquisas*”

Como professor, é possível constatar que esses aparelhos são muito utilizados por esta geração de estudantes. Os alunos estão seguidamente mexendo nos *smartphones* durante as aulas, hora para pesquisar sobre um determinado assunto, ou para atualizar as suas redes sociais.

Dourado *et al.* (2014, p. 364) apontaram como resultado de sua pesquisa, que a utilização de recursos tecnológicos no ensino de Ciências “[...] possibilitou a todos uma averiguação de que as TIC, se planejadas e utilizadas para um fim didático, tornam o aluno um ser investigativo, desperta seu interesse pelo conteúdo e melhora sua aprendizagem.” Os autores complementam esta ideia afirmando que “o professor deve mediar esta interação, transformando as TIC em aliadas do ensino. Deverá conhecer e saber usar o potencial das TIC e com isto fará com que o aluno saia de uma teoria complexa para um conceito simples e mais detalhado” (Ibid., p. 364).

A terceira categoria foi intitulada “*A tecnologia desvia a atenção em alguns momentos*”, esta categoria teve somente uma unidade de registro, na qual o participante relatou que: “[...] se for um conteúdo presente no livro acho melhor evitar o uso para que evitem desvios de atenção”.

Imaginemos que este participante está acostumado com aulas tradicionais voltadas a utilização do livro didático. Além disto, subentende-se que a utilização de tecnologia só é válida para assuntos que não estejam presentes no livro didático, abordando tópicos extracurriculares.

No trabalho de Oliveira, Henriques e Gutiérrez-Fallas (2018) os autores buscaram compreender os conhecimentos que os futuros professores apresentam sobre a integração das tecnologias digitais em suas aulas. Como resultados da pesquisa, os autores relataram que um dos grupos participantes ressaltou que “[...] a tecnologia pode constituir um obstáculo à aprendizagem e exprime preocupação em relação ao foco da atenção dos alunos”.

A frase citada pelos autores se assemelha com a resposta do participante no que diz respeito ao foco da atenção. Acreditamos que em ambos os casos, a tecnologia pode interferir na aprendizagem de modo que os alunos prestem mais atenção nos equipamentos do que nos conceitos apresentados.

A quarta e última categoria, denominada: “*A tecnologia permite realizar atividades que seriam inviáveis em sala de aula*” apresentou somente uma unidade, sendo ela: “*Sim. Pois a tecnologia pode mostrar coisas que não seriam possíveis fazer numa escola*”.

Acreditamos que o participante esteja se referindo a demonstrações ou experimentos complexos, que por muitas vezes são inviáveis de se realizar em sala de aula, ou até mesmo na falta de locais propícios para o desenvolvimento destas atividades, mais especificamente laboratórios de ciências. Por outro viés, compreendemos pela fala do participante que “*a tecnologia pode mostrar coisas*”. Esta visualização é possível tanto por aplicativos de *smartphones* como também por simulações computacionais.

No trabalho de Leal e Oliveira (2019, p. 2), os pesquisadores ressaltam que “os recursos tecnológicos como dispositivos móveis: os *smartphones* e *tablets*, as TICs não demandam a constituição de um laboratório específico para sua utilização, tornando-se uma alternativa de baixo custo, além de ser mais atraente para o aluno, que já fez uso desta ferramenta tecnológica em sua vida cotidiana”.

4.1.9 Análise da décima primeira pergunta do questionário inicial

Na última pergunta do questionário: **Você acha que a utilização de atividades experimentais contribui no processo de ensino e aprendizagem?** Obtivemos 12 respostas que foram reorganizadas em 13 unidades de análise. Das unidades emergiram 8 categorias iniciais, 5 intermediárias e 3 finais, que foram analisadas conforme está a seguir.

A primeira categoria intitulada: “*Atividades Experimentais são mais eficazes do que resolução de exercícios*” é composta por 2 unidades. P1 respondeu com a seguinte frase: “*Sim. Pois as atividades experimentais podem fazer a pessoa ter contato direto com a atividade que está sendo proposta e a pessoa vai ter um melhor conhecimento do que resolvendo exercícios*”. Já o participante P8 afirmou que: “*Sim, as demonstrações acabam sendo mais eficazes do que exercícios*”.

Ambas as respostas relataram que a realização de atividades experimentais são mais significativas do que a resolução de exercícios. Além disto, o participante P1 complementa a ideia dizendo que, o contato direto com a atividade proposta proporciona uma melhor compreensão do conteúdo.

Para Moro, Neide e Rehfeldt (2016, p.992)

As aulas de Física nas escolas, de um modo geral, consistem em resoluções de listas de exercícios e, muitas vezes, apenas a leitura de textos que se apresentam nos livros didáticos adotados. Diante da realidade defrontada no ensino da Física, urge a necessidade da busca de novas práticas, que aliem o conteúdo com ao dia-a-dia dos estudantes [...]

Diante disto, acreditamos que a realização de atividades experimentais dos mais diversos conteúdos, dos gerais, até o mais específicos é uma opção para tornar as aulas de Física mais atraentes. Complementando esta ideia, Santos e Dickman (2019, p. 10) afirmam que “uma grande vantagem da abordagem experimental com equipamentos reais é que o aluno entra em contato com a realidade, fazendo medidas e obtendo resultados não tão exatos quanto àqueles que aparecem nos exercícios propostos dos livros didáticos”.

Esta ideia nos faz acreditar que em algumas vezes, as atividades experimentais são mais atrativas para os alunos por apresentarem resultados com algumas variáveis reais, assim se aproximando da realidade.

A segunda categoria foi composta por 5 unidades e foi intitulada “*Atividades experimentais envolvem os alunos e tornam as aulas mais interessantes*”. Destacamos algumas respostas:

P4: Sim, pois envolve os alunos e deixa eles muito mais interessados.

P6: Eu acho que sim, para esclarecer algumas perguntas e dúvidas do assunto que está sendo estudado.

P9: Claro que sim. Pois para os alunos, fica chato ter sempre uma aula teórica, e para isso não acontecer, pode ser feitas atividades experimentais, tornando as aulas mais dinâmicas.

P12: Sim, pois as aulas práticas ajudam bastante no ensino e na aprendizagem dos alunos e desta maneira as aulas ficam mais dinâmicas e interessantes.

É possível averiguar que os participantes P4, P9 e P12 ressaltaram a importância de aulas experimentais com o objetivo de torná-las mais dinâmicas e interessantes. Isto nos remete a imaginar que uma aula teórica, somente com a utilização do livro e quadro é menos interessante, e por ser menos interessante, o conteúdo a ser aprendido se torna mais insignificante.

Corroborando com esta ideia, Santos e Dickman (2019, p. 11) afirma que

Há experimentos simples em todas as áreas da Física, muitos deles com caráter lúdico, que podem transformar o ambiente de sala de aula, despertando o interesse dos alunos e motivando-os a aprender por meio de discussões a respeito do fenômeno apresentado.

Tal afirmação vem ao encontro do que foi relatado pelo participante P6, no que diz respeito sobre o esclarecimento de dúvidas por meio da realização e discussão destas atividades.

A última categoria contém 6 unidades das quais os participantes indicaram que as atividades experimentais ajudaram a “*Visualizar os conceitos teóricos na prática*”, das quais destacamos os seguintes trechos:

P2: Sim, com as atividades experimentais pode-se observar melhor como funciona o conteúdo, e talvez aprender melhor ele.

P3: sim porque aprimoramos mais os nossos conhecimentos e podemos ver o que aprendemos em aula, na prática.

P7: Sim, para termos noção dos fenômenos e visualizar o que acontece.

P11: Claro, pois com as atividades podemos literalmente “botar a teoria em “prática””, aprendendo como as coisas realmente funcionam e como podemos utilizá-la em aula. Por isso, as práticas são extremamente importantes.

Observamos por meio dos relatos dos participantes que a partir do desenvolvimento de atividades experimentais é possível visualizar os conceitos teóricos de outras formas. Heidemann, Araujo e Veit (2016, p. 28) corroboram esta ideia, afirmando que ao propormos a utilização de atividades experimentais em sala de aula

[...] os estudantes podem superar a crença de que os conceitos científicos só são empregáveis na resolução de problemas acadêmicos previamente idealizados. Entende-se ainda que, a partir da compreensão de que teorias e realidade são mediadas por modelos científicos, os estudantes podem entender o papel dos modelos no processo de apreensão da realidade em situações que envolvem a representação de eventos reais, aproximando teoria e prática nas aulas de Física.

De modo geral, observamos que os participantes acreditam que a utilização de tecnologias e atividades experimentais no ensino de Física podem despertar o interesse para aprender os conceitos dessa disciplina, tornando-a mais atraente.

Além disso, os alunos ressaltaram que as tecnologias auxiliam no ensino de Ciências pois permitem realizar atividades que seriam inviáveis em sala de aula. Ou seja, as simulações, os *softwares* e os *n* recursos tecnológicos disponíveis, podem ser utilizados no ensino de Física com o intuito de reproduzir e/ou criar situações que dependeriam de outros recursos ou de condições ideais para serem executadas.

Com esses e outros relatos descritos até então, acreditamos que as atividades mediadas pela utilização de tecnologias e de atividades experimentais podem ser potencialmente significativas no ensino dessa disciplina, a medida em que possuem significado lógico para o estudante. Esse significado depende da sua organização, linguagem, exemplos, dentre outros fatores que tornam a atividade logicamente significativa (MOREIRA; MASINI, 1982). Desse modo, reconhecemos que a elaboração do material e/ou atividade não depende apenas do recurso a ser utilizado, mas também da forma como o mesmo será explorado durante as aulas e quais serão as relações estabelecidas na estrutura cognitiva do aluno durante esse processo.

4.2 Atividades desenvolvidas com a plataforma *Phet*

Para realizar a terceira atividade proposta, foi necessário levar os participantes até laboratório de informática, pois a mesma foi desenvolvida com o auxílio de uma simulação computacional⁵. Chegando ao laboratório, o pesquisador entregou um roteiro de atividades (Apêndice E) e solicitou que os participantes ligassem os computadores.

⁵ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/projectile-motion.

Com os roteiros em mãos, o pesquisador orientou os participantes a seguirem o passo a passo, auxiliando-os quando necessário. No momento que os participantes iniciaram a simulação e começaram a se adaptar com o ambiente, o pesquisador solicitou que os mesmos utilizassem todas as ferramentas disponíveis para observar o fenômeno de queda nas mais diversas situações, pois a plataforma dispõe de diversos parâmetros que podem ser modificados, por exemplo: massa, diâmetro, gravidade, resistência do ar. Esta simulação permite a visualização do fenômeno de queda livre com parâmetros não alcançados em sala de aula, como por exemplo, o vácuo. Além disto, esta ação pode ser observada com a queda de diversos materiais de diferentes massas desde uma bola de golfe até um carro.

No decorrer do processo surgiram algumas dúvidas em relação às opções a serem selecionadas e os dados a serem observados. Neste momento, o pesquisador orientou que os participantes observassem o fenômeno de queda livre em um ambiente sem a ação da resistência do ar. Para isto, os alunos repetiram o processo e selecionaram as opções descritas no Apêndice E. Em seguida, o pesquisador questionou a turma se a massa dos objetos influenciou no tempo de queda. Os participantes relataram que: *“Na queda livre, o que influencia é a gravidade e a resistência do ar”*; e que neste processo *“A massa não influencia no tempo de queda”*.

Pelas respostas, percebemos que os alunos conseguiram visualizar estes aspectos por meio da simulação computacional. Mas, acreditamos ser necessário retomar esta pergunta no questionário final e na atividade desenvolvida com o *software Tracker*, visto que os participantes irão analisar um processo de queda livre de forma experimental. Com isto, pretendíamos identificar se a percepção dos alunos foi modificada em relação ao que foi apresentado.

4.3 Atividades desenvolvidas com o auxílio do software Tracker

Para a realização desta atividade experimental, o pesquisador organizou a turma em 3 grupos de 4 integrantes. Em seguida, informou o objetivo do trabalho e acordou uma data para apresentação dos resultados e entrega do relatório.

Cada grupo deveria escolher uma bolinha disponibilizada pelo professor e realizar uma série de medições dos tempos de queda, com o auxílio do cronômetro do celular. Para medir estes tempos, os alunos deveriam soltar a bolinha de uma altura pré-estabelecida. Com o tempo médio de queda e a medida da altura, foi possível calcular o valor da aceleração gravitacional para posteriormente comparar com o valor teórico de “g”.

Após esta ação, foi necessário gravar um vídeo do processo de queda, para analisá-lo no *software Tracker*. Pela análise, cada grupo deveria encontrar um valor aproximado da aceleração gravitacional. Estes valores deveriam ser comparados, para determinar o percentual de diferença (denominado “erro experimental” no Apêndice F) em relação ao valor conhecido de $9,81\text{m/s}^2$.

Depois da explanação do trabalho, o pesquisador, solicitou que cada grupo escolhesse a bola para iniciar a coleta dos tempos de queda. Durante este processo, os participantes informaram que estavam tendo dificuldades em cronometrar o tempo. Com isso, o pesquisador perguntou de qual altura eles estavam soltando o objeto. Ambos os grupos responderam que tinham estipulado 1 metro de altura. Nesta hora, o pesquisador aconselhou-os a soltar a bolinha de uma altura maior para facilitar a medição. Deste modo, os grupos estipularam uma nova altura de 2,4 metros.

Devido os grupos possuírem 4 integrantes, os próprios colegas ajudaram na coleta dos dados e na filmagem, para a futura análise. Vale ressaltar, que em nenhum momento o pesquisador pediu aos alunos que auxiliassem colegas de outros grupos no processo de queda e coleta de dados. A ajuda emergiu espontaneamente.

No decorrer da ação um participante perguntou a quantidade de dados necessários para encontrar o tempo médio. O pesquisador informou que cerca de 20 a 25 registros era o suficiente para estipular este valor.

Ao término deste momento, o pesquisador informou que na semana seguinte, a aula seria destinada para explicar o funcionamento do *software* e com isto solicitou que cada grupo encaminhasse o vídeo por *e-mail*.

No encontro seguinte, o pesquisador levou os alunos até o laboratório de informática, e orientou cada grupo individualmente. Para tanto, o pesquisador utilizou o seu computador e exemplificou o processo de análise dos vídeos criados pelos alunos com o objetivo de apresentar as ferramentas do *software*. Este rápido tutorial foi realizado com todos os grupos, minimizando as dúvidas que emergiram durante a aula.

4.4 Descrição das apresentações dos trabalhos

Esta seção irá informar e discutir os dados apresentados pelos participantes, lembrando que eram 3 grupos, compostos por 4 participantes. O principal objetivo deste trabalho foi comparar os valores de aceleração gravitacional obtidos por meio de experimentos e vídeo

análise com o valor conhecido de $9,81\text{m/s}^2$. As discussões foram organizadas e separadas para cada grupo.

4.4.1 Descrição da apresentação do grupo 1

O primeiro grupo fez uma breve introdução descrevendo o fenômeno de queda livre e o *software Tracker*. Após a introdução eles iniciaram a parte metodológica, na qual eles escreveram o seguinte trecho:

Primeiro o nosso grupo escolheu uma bolinha para a atividade, a bolinha escolhida foi uma “bolinha de borracha”, após isso, medimos com o auxílio do professor uma altura de 2,4 metros na parede da nossa sala, então um dos participantes subiu em uma mesa e fez uma contagem, aonde o resto do grupo deveria cronometrar o tempo, através do cronometro de seus celulares. O nosso grupo coletou 20 valores e a partir disso foi feita uma média.

Este relato foi descrito pelos alunos na apresentação oral e está presente no relatório que foi entregue por eles. Na Figura 4, ressaltamos os valores encontrados, que foram retirados da apresentação.

Figura 4: Média dos valores coletados pelo primeiro grupo

MÉDIA DE TEMPOS COLETADOS		
0,42	0,60	0,48
0,66	0,41	0,48
0,56	0,46	0,47
0,53	0,48	0,53
0,48	0,46	0,54
0,67	0,51	0,43
0,86	0,46	MÉDIA: 0,525s

Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa.

Pela tabela criada pelos participantes é possível constatar que eles encontraram um tempo abaixo de $0,699\text{s}$, que seria o tempo estimado para a queda livre de um corpo de uma altura de $2,4\text{ metros}$. Entretanto estamos falando de uma altura pequena, onde obtivemos um tempo menor que 1 segundo , além disso, vale ressaltar que os participantes utilizaram o aplicativo do cronômetro do celular, que acaba sendo mais difícil de manusear, comparado a

um cronômetro convencional. Mesmo com estas questões, o valor encontrado e informado pelo grupo é próximo da realidade.

Dando continuidade, os participantes informaram o valor da aceleração gravitacional encontrado com o tempo médio e calcularam o percentual de diferença em relação ao tempo conhecido.

Figura 5: Valor encontrado para a constante g com base nas medições realizadas em sala de aula

CÁLCULO DA ACELERAÇÃO (TEMPO CALCULADO A MÃO)	CÁLCULO DE ERRO COM O USO DO CRONÔMETRO (CRONOMETRADO MANUALMENTE)
$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$ $2,4 = g \cdot 0,525^2 / 2$ $2,4 = g \cdot 0,275625 / 2$ $4,8 = g \cdot 0,275625$ $g = 4,8 / 0,275625 = \underline{17,41 \text{m/s}^2}$	$\circ \%(\text{de erro}) = 17,41 - 9,81 / 9,81 \cdot 100 = \underline{77,47\%}$

Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa.

Conseguimos concluir que o valor da aceleração foi alto em virtude de o tempo encontrado ser baixo, informação que os participantes relataram na apresentação. Com isso, a diferença em relação ao valor de $9,81 \text{m/s}^2$ foi de quase 80%.

Após este momento, o grupo deu continuidade informando os valores da aceleração gravitacional encontrados por meio da análise do vídeo e realizaram o cálculo do “erro experimental”.

Figura 6: Valores obtidos por meio da análise do vídeo

TABELA DA GRAVIDADE MÉDIA RETIRADA DO SOFTWARE		
9,05	4,48	12,24
10,65	9,85	18,39
5,35	9,50	10,19
12,08	8,62	4,95
14,75	7,79	7,13
12,85	10,92	MÉDIA:9,92m/s ²

Cálculo de erro com o Software:

$$\circ \%(\text{de erro}) = 9,92 - 9,81 / 9,81 \cdot 100 = \underline{1,12\%}$$

Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa

Como esperado, o valor encontrado por meio dos dados obtidos no *software* foi mais preciso e apresentou uma diferença de apenas 1,12%. Até o pesquisador ficou surpreso com o resultado encontrado. Por fim, o grupo comentou sobre os resultados e concluiu o trabalho com o seguinte *slide*.

Figura 7: Conclusões apresentadas pelos participantes

CONCLUSÃO

O resultado do Software foi muito mais preciso, pelo fato de não ocorrer o erro com a mão no cronômetro, como na primeira parte da atividade, aonde nós precisávamos calcular o tempo com o cronômetro do celular, mas, também não foi totalmente preciso pelo fato da câmera do celular não estar regulada corretamente (reta), mas mesmo assim o resultado chegou muito mais próximo ao da gravidade com o uso do **Software Tracker**.

Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa.

Com a leitura do trecho, concluímos que o grupo conseguiu entender o objetivo do trabalho e perceber que o valor da gravidade informado pelo *software* foi mais preciso, mesmo utilizando o celular, como recurso tecnológico, para encontrar o primeiro valor.

4.4.2 Descrição da apresentação do grupo 2

O segundo grupo iniciou a apresentação descrevendo o objetivo do trabalho, os conceitos básicos da queda livre, além de, uma breve explanação sobre o *software Tracker*. Em seguida, os integrantes esclareceram a metodologia do seu trabalho.

Figura 8: Metodologia adotada pelo segundo grupo

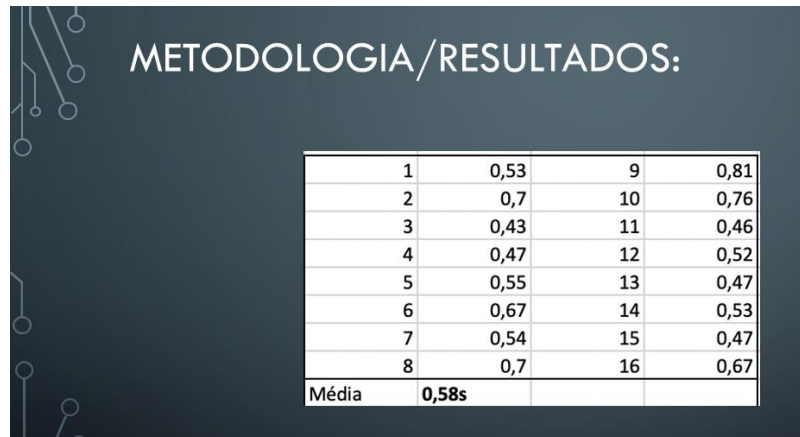
METODOLOGIA/RESULTADOS:

- Primeiro realizamos as gravações da bolinha e cronometramos o tempo;
- O tempo obtido foi de 0,58s até a bolinha cair no chão;
- Em seguida, utilizando a conta $h = \frac{g \cdot t^2}{2}$, obtivemos o resultado de 14,26 m/s²;
- Substituímos o tempo por 0,58s e a altura por 2,4m. $G = 14,26 \text{ m/s}^2$.

Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa.

No próximo *slide*, os participantes apresentaram os valores obtidos por meio do cronômetro do celular. Podemos observar que, este grupo utilizou 16 valores para realizar o cálculo da média do tempo, encontrando valor de 0,58s.

Figura 9: Valores dos tempos obtidos

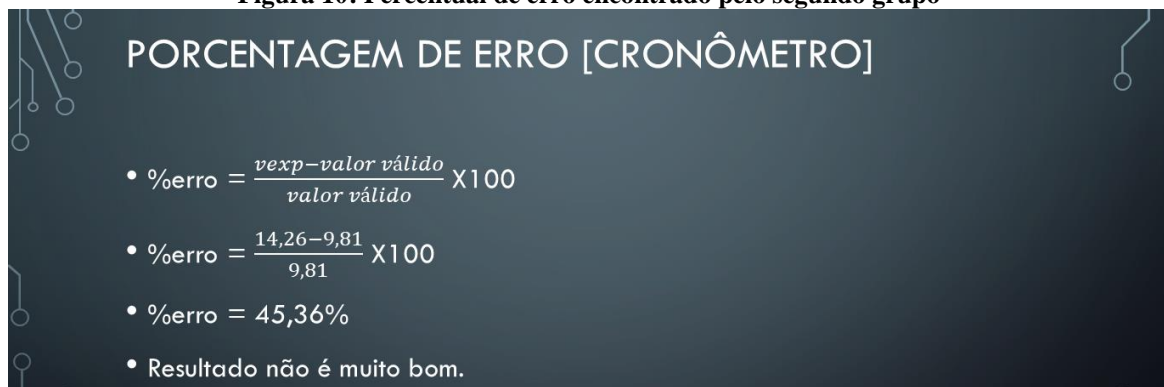


1	0,53	9	0,81
2	0,7	10	0,76
3	0,43	11	0,46
4	0,47	12	0,52
5	0,55	13	0,47
6	0,67	14	0,53
7	0,54	15	0,47
8	0,7	16	0,67
Média	0,58s		

Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa.

Com o valor médio do tempo foi possível determinar o percentual da diferença entre o valor conhecido de $9,81\text{m/s}^2$ e o valor encontrado $14,26\text{m/s}^2$. Este processo se encontra no próximo *slide*.

Figura 10: Percentual de erro encontrado pelo segundo grupo



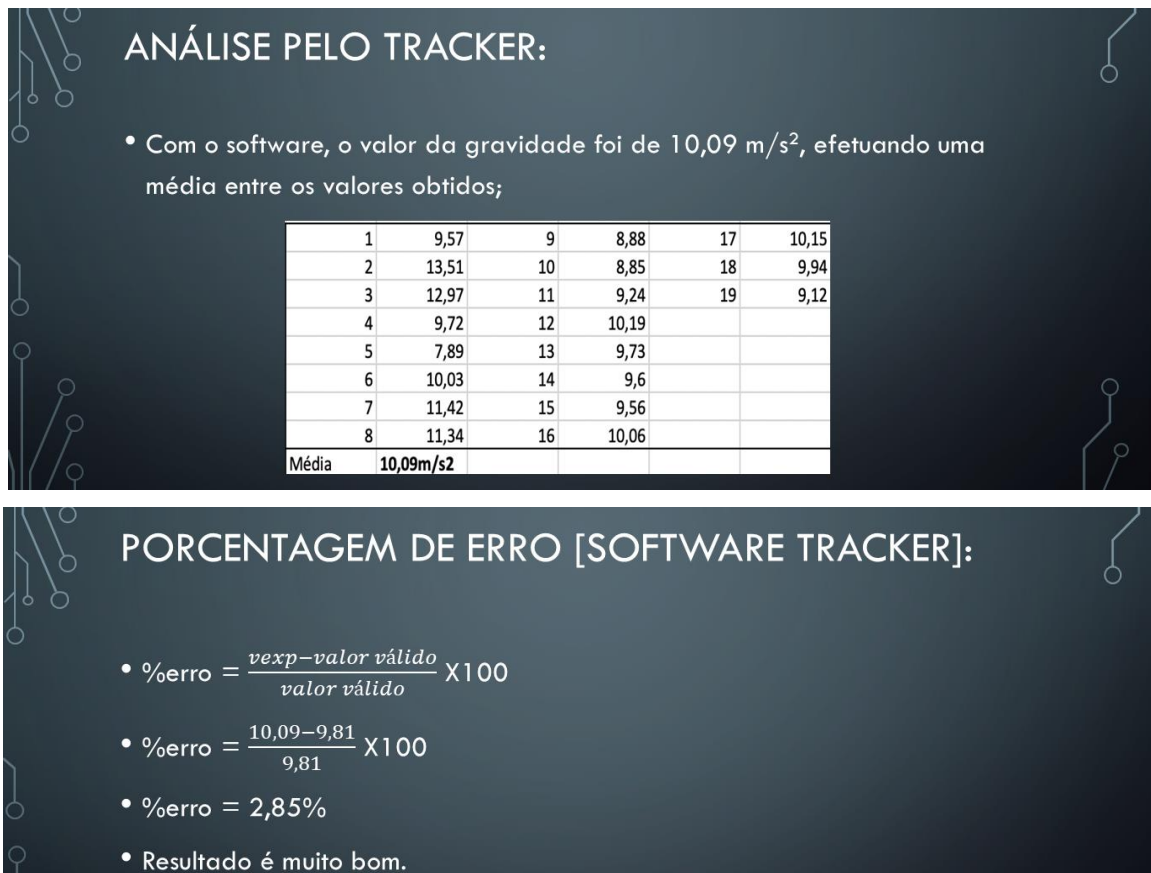
PORCENTAGEM DE ERRO [CRONÔMETRO]

- $\%erro = \frac{v_{exp} - \text{valor válido}}{\text{valor válido}} \times 100$
- $\%erro = \frac{14,26 - 9,81}{9,81} \times 100$
- $\%erro = 45,36\%$
- Resultado não é muito bom.

Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa.

Após discutir com os demais colegas sobre o resultado encontrado o grupo deu sequência e apresentou os dados fornecidos pelo *software*, no qual o valor médio da aceleração gravitacional encontrado foi de $10,09\text{m/s}^2$, muito próximo ao valor “teórico”. Dando continuidade, os participantes informaram o percentual de “erro experimental”, expresso por 2,85% e discutiram sobre esses dados.

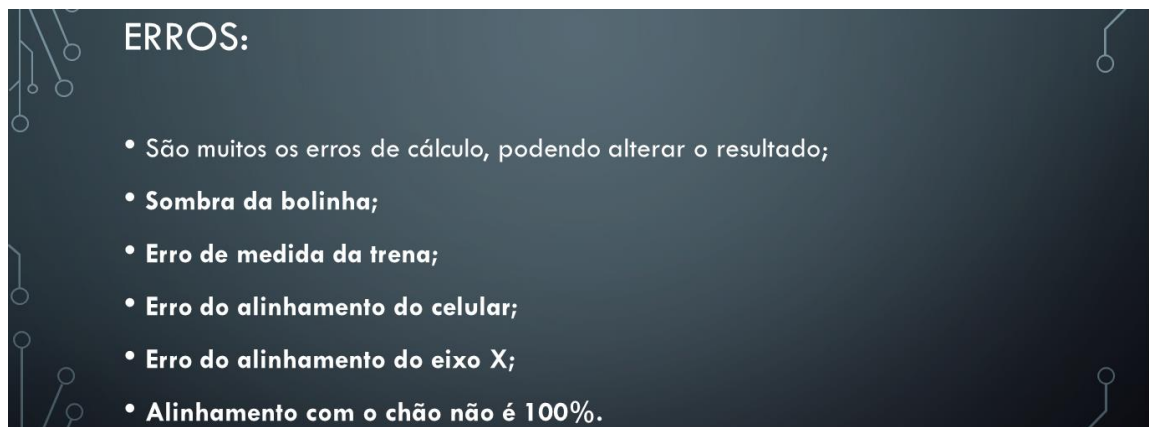
Figura 11: Dados obtidos com o software Tracker



Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa

Além disso, o grupo apresentou um *slide* sobre os possíveis erros, conforme a figura a seguir:

Figura 12: Erros apontados pelos participantes



Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa

Com base nestes dados, concordamos com participantes que estes erros podem interferir nos valores encontrados.

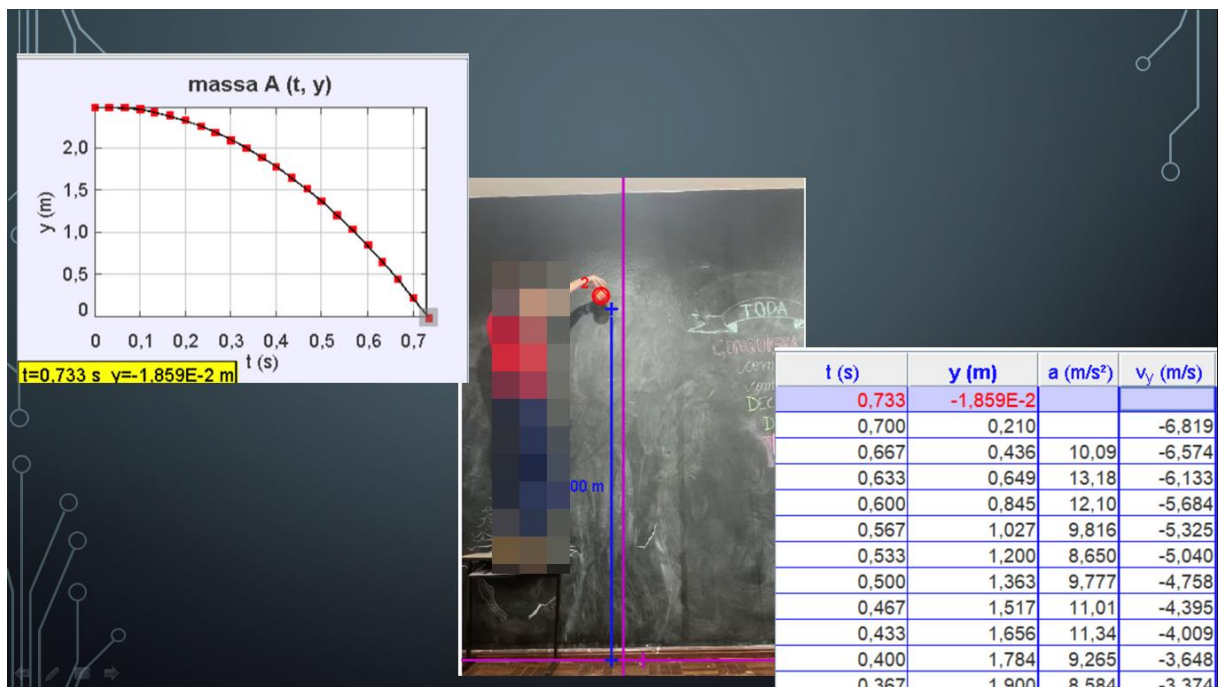
Para finalizar esta apresentação, os alunos concluíram que: “Com este trabalho, concluímos que a aceleração da gravidade é de aproximadamente 10,09 m/s², com um erro

de 2,85%; O cálculo a olho nu não é tão preciso quanto o software, ou seja, a tecnologia na educação é benéfica e ajuda muito”.

Pelos relatos é possível constatar que o grupo assimilou a tecnologia com resultados mais precisos, ou até mesmo como algo mais eficaz que a capacidade humana. No final da apresentação, eles mostraram dados bem importantes que foram discutidos: a primeira imagem fornecida pelo *software* é um gráfico deslocamento em função do tempo, no qual podemos ver que o objeto foi solto de uma altura próxima a 2,5m e o tempo final do trajeto foi de aproximadamente 0,7s.

Na segunda imagem observamos uma tabela que nos informa o tempo, deslocamento, aceleração e velocidade, na qual podemos destacar o tempo de 0,7s, que indica que o objeto está muito próximo ao chão e apresenta uma velocidade de aproximadamente 6,82 m/s. Outro ponto interessante é a visualização da velocidade em cada ponto da análise, conforme a figura.

Figura 13: Dados apresentados pelos participantes



Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa

4.4.3 Descrição da apresentação do grupo 3

O terceiro grupo apresentou os objetivos do trabalho e deu uma breve explicação sobre o *Tracker*. Em seguida, relatou a metodologia, apresentando uma tabela dos valores encontrados.

Figura 14: Metodologia e descrição dos dados

Metodologia

COMO FOI DESENVOLVIDO?

Primeiramente nosso grupo escolheu uma bola, que foi a de " frescobol", então medimos 2,4 metros em uma parede, um de nós subiu em uma mesa, fez a contagem e largou a bolinha enquanto os outros cronometravam. Com vários valores descobertos, fizemos a média. Nosso grupo coletou 21 valores diferentes usando o cronometro do celular.

Tabela

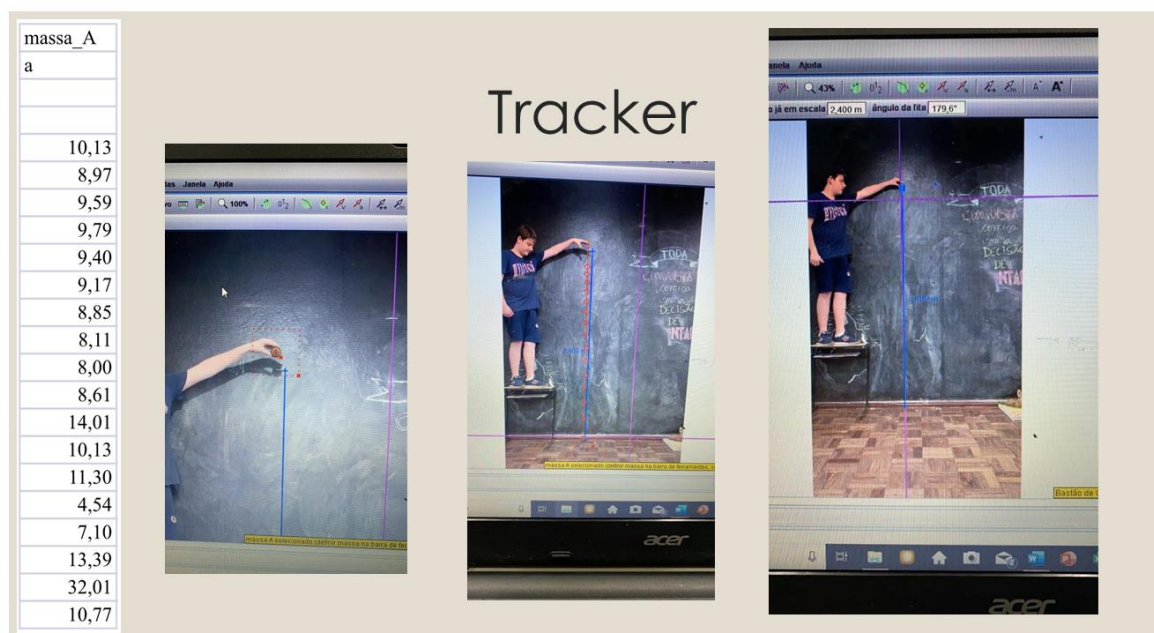
T ₁	0,52	T ₈	0,5	T ₁₅	0,48
T ₂	0,52	T ₉	0,56	T ₁₆	0,59
T ₃	0,51	T ₁₀	0,5	T ₁₇	0,66
T ₄	0,59	T ₁₁	0,52	T ₁₈	0,62
T ₅	0,54	T ₁₂	0,48	T ₁₉	0,62
T ₆	0,55	T ₁₃	0,45	T ₂₀	0,64
T ₇	0,65	T ₁₄	0,55	T ₂₁	0,45
Média	0,547619				

Na tabela ao lado calculamos com o auxílio de um cronômetro do celular 21 vezes o tempo que a bola atinge o chão. Assim, somamos todos os tempos e chegamos a uma média de aproximadamente 55 milissegundos.

Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa

Com o tempo médio informado o grupo encontrou o valor da aceleração, sendo 16m/s^2 . Este dado foi comparado com o "valor teórico" e a diferença encontrada foi de 63,17%. Na sequência, os alunos mostraram os dados relativos à média de aceleração de uma forma bem peculiar, como pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15: Medidas de aceleração obtidas por meio do Tracker



Fonte: Elaborado pelos participantes desta pesquisa

Podemos observar que o penúltimo valor ficou distante dos demais, o que interferiu na média final do valor encontrado, que foi de $10,77\text{m/s}^2$. O resultado do cálculo do “erro experimental” foi de 9,78%, o que é justificado pelo valor já citado.

Por meio deste processo, o grupo concluiu com os seguintes trechos: *“Com este trabalho conseguimos entender melhor o objetivo do trabalho; Vimos que o software tem uma previsão muito melhor; Quando calculado a mão, a margem de erro é muito maior, pois pode ser influenciada por uma série de fatores”*.

Pelo que foi apresentado pelos grupos podemos observar que todos obtiveram valores experimentais muito bons, em destaque para o primeiro e segundo grupo que apresentaram um resultado muito próximo ao “valor teórico”, no qual a diferença ficou abaixo de 3%. Com base nos dados apresentados, percebemos que os participantes se dedicaram na coleta de dados, na elaboração do vídeo para análise, no desenvolvimento do relatório e na apresentação dos resultados.

Ao término desta atividade, o pesquisador apresentou à turma um vídeo autoexplicativo sobre a queda de dois objetos em um ambiente controlado, e por meio deste, foi possível dar fechamento as atividades relativas ao conteúdo de queda livre. Neste momento, os alunos ressaltaram que foi possível observar o que foi exposto em sala de aula de outra maneira, principalmente no que diz respeito ao conceito de queda livre no vácuo.

4.5 Análise do questionário final

O questionário final foi estruturado em 5 perguntas. Suas respostas serão analisadas conforme apresentamos a seguir.

4.5.1 Análise da primeira pergunta do questionário final

A primeira pergunta foi: **Você acha que a utilização de recursos tecnológicos facilitou na compreensão do conteúdo de queda livre? Justifique.** Desta, obtivemos 12 respostas que foram organizadas em 14 unidades de registro. Destas unidades emergiram 10 categorias iniciais, 4 intermediárias e 2 finais que serão descritas a seguir.

Uma das categorias conteve 8 unidades e foi denominada “*A utilização de tecnologias permite uma melhor compreensão*”. Para esta categoria destacamos os relatos a seguir:

P2: Sim, com a utilização da tecnologia foi mais fácil ter um entendimento e o tracker também foi um dos recursos para ter uma compreensão melhor, além de ajudar na melhor visualização.

P8: Sim, com isto conseguimos não somente aprender o conteúdo. Conseguimos ver que a tecnologia auxiliou muito no aprendizado.

P10: Sim, eu compreendi melhor, pois nos mostrou exatamente como funciona a queda livre, sendo assim, acho que todas as matérias deveriam ter e fazer atividades com recursos tecnológicos.

P11: Sim, e muito, pois com a tecnologia podemos compreender melhor, seja através de vídeos explicativos, software que facilitam o cálculo, jogar, etc.

P12: Sim, muito, pois dessa maneira nossa compreensão do assunto foi muito maior, pois antes da utilização do software, do vídeo mostrado em aula e do aplicativo que utilizamos para compreender o assunto, as minhas respostas sobre o assunto eram bem diferentes. Então, na minha opinião, sim, os recursos tecnológicos ajudam muito.

Conforme as respostas, constatamos que de alguma forma a tecnologia ajuda na compreensão do conteúdo. Os participantes P2, P11 e P12 indicaram que os recursos utilizados no decorrer das aulas foram relevantes para a abordagem do conteúdo de queda livre. Por meio destes, foi possível frisar alguns conceitos de formas diferenciadas tornando o ensino mais significativo. Vale ressaltar que P12 foi o único participante que informou que as suas respostas eram bem diferentes antes da utilização dos recursos tecnológicos nas aulas de Física.

Contribuindo com o que foi exposto, Soares *et al.* (2016, p. 1096) ressalta que

No que tange especificamente à física, as TIC aplicadas ao ensino devem contribuir para melhorar a compreensão de como a física transforma o mundo onde vivemos, ainda mais se considerarmos que essas tecnologias são frutos dos avanços permitidos pela própria física

Salientamos que o participante P10 destacou que todas as disciplinas deveriam realizar atividades utilizando recursos tecnológicos. Pela resposta, conseguimos perceber que para este aluno, as tecnologias possuem uma grande importância no processo de ensino e de aprendizagem. Nessa perspectiva, concordamos com Soares, Moraes e Oliveira (2015, p. 917) quando ressaltam que

As simulações contribuem de diversas formas dependendo do grau de interação entre o estudante e o software, dentre elas podemos citar: aumento da concentração dos estudantes nos experimentos, feedback para aperfeiçoamento do professor, geração e testes de hipóteses por parte dos estudantes, apresentação de uma versão simplificada da realidade proporcionando melhor compreensão de conceitos abstratos etc.

A segunda categoria “*Por meio da tecnologia, obtemos resultados mais precisos*” foi composta por 6 unidades, das quais evidenciamos as seguintes:

P4: Eu acho que ajudou muito, pois com esses recursos, nós conseguimos dados mais específicos em nossas atividades realizadas.

P5: Sim, pois ao fazer atividades com o auxílio do PC, conseguimos ter resultados mais exatos e nos mostrar vários dados.

P7: Sim, pois temos resultados mais exatos com os recursos tecnológicos, do que a olho nu. No trabalho a olho nu, a medida deu muito alta porque temos erros como o do cronômetro do celular. Com o software, ele era mais preciso.

Destacamos a resposta do participante P7 no momento que ele informa que os recursos tecnológicos apresentam resultados mais exatos do que a olho nu. Neste caso, o aluno está se referindo ao trabalho desenvolvido utilizando o *software* Tracker, no qual, os grupos encontraram dois valores da aceleração gravitacional, conforme descrito anteriormente. Concordamos com o participante quando ele ressalta que neste processo os recursos tecnológicos apresentaram valores mais próximos dos conhecidos, porém nos questionamos sobre o trecho a seguir “*No trabalho a olho nu, a medida deu muito alta porque temos erros como o do cronômetro do celular*”. Acreditamos que ele quis se referir ao tempo de resposta para iniciar e finalizar a marcação do cronômetro.

Também acreditamos que os participantes P4 e P5 se referiram ao trabalho com o *Tracker*, já que mencionaram que encontraram resultados mais exatos e específicos. Haag, Araujo e Veit (2005) ressaltam que por meio da aquisição automatizada de dados de um laboratório didático de física, podemos medir diversas grandezas que variam rapidamente ou lentamente, ao mesmo tempo em que obtemos uma quantidade maior de dados, com eximia precisão. Esta ideia vem ao encontro do que foi informado pelos alunos.

4.5.2 Análise da segunda pergunta do questionário final

Em relação à segunda pergunta do questionário final, intitulada **Na sua percepção, o desenvolvimento de atividades experimentais, aliado a utilização dos recursos tecnológicos pode instigar a curiosidade para aprender Ciências no Ensino Fundamental? Ou a resolução de exercícios e a memorização dos conceitos são suficientes para o estudo de tais conteúdos?** Obtivemos 12 respostas que foram codificadas em 12 unidades de registro. Pela leitura das unidades, emergiram 10 categorias iniciais, 6 categorias intermediárias e 3 finais.

A categoria “*A utilização de tecnologias e atividades experimentais instiga a curiosidade para aprender Ciências*” é representada pelos registros a seguir:

P1: Sim, as atividades experimentais e os recursos tecnológicos instigam a curiosidade para aprender ciências no ensino fundamental, porque as pessoas nessa idade são muito conectadas a tecnologias e vão querer aprender novas coisas, e as atividades para as pessoas colocarem seu cérebro para funcionar.

P3: Sim, instiga a curiosidade porque recursos visuais e mais precisos são mais atrativos e eficientes para a construção dos conhecimentos de ciências.

P5: Creio que fazendo atividades e tendo a explicação do professor, nós alunos já conseguimos compreender. Porém utilizando de meios tecnológicos o professor consegue cativar os alunos e fazer com que tenham mais interesse e curiosidade.

P9: Estimular o aluno para aprender melhor, com mais vontade. Pois para nós alunos, sempre ter atividades, leituras e depois provas é muito chato. Com os recursos tecnológicos temos coisas novas para conhecer, desenvolver nossas habilidades e instigar a curiosidade.

Conforme o participante P1, a utilização destes recursos instiga a curiosidade para aprender os conceitos científicos, principalmente porque os estudantes estão imersos em uma sociedade que utiliza tecnologias constantemente. P9 complementa esta ideia, afirmando que a partir da utilização de tais recursos, os alunos sentiram-se instigados a buscar novos conhecimentos ao mesmo tempo em que desenvolvem suas habilidades em sala de aula.

Ao reconhecer a importância de tais recursos, Senra e Braga (2014, p. 10) ressaltam que existem várias formas de propor atividades experimentais em sala de aula e por meio dessas podemos trilhar alguns caminhos que “[...] podem despertar a curiosidade e interesse dos alunos, além de suscitar discussões e estimular o posicionamento crítico dos alunos”.

Acreditamos que a utilização de recursos tecnológicos auxilia no processo de ensino, pois estes despertam a curiosidade dos alunos. Tais alunos estão familiarizados com a utilização de aplicativos, *smartphones* e computadores, facilitando a interação com novos *softwares*. Isso vem ao encontro do que é defendido por (AUSUBEL, 2003), (MOREIRA, 2003), quando se referem que os alunos precisam estar predispostos a aprender, sendo a

curiosidade um fator fundamental para isso, só assim a aprendizagem se torna significativa. Segundo Moreira (2003, p. 07) “se o aluno manifesta uma disposição para aprender, ele/ela também atua intencionalmente para captar o significado dos materiais educativos”.

Diante disto, acreditamos que estes recursos podem ser utilizados durante as aulas de Física e outras disciplinas para despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, além de mostrar como o conhecimento científico pode explicar situações cotidianas.

Para a segunda categoria, percebemos que os participantes indicaram que “*Com a utilização de atividades experimentais os alunos podem colocar os conhecimentos em prática*”. Nesta etapa, foram selecionadas 3 unidades que descrevem esta ideia. O participante P4 afirma que: *Penso que para uma maior compreensão de conteúdos desse tipo, atividades experimentais são essenciais por motivos de transformar a aula em um momento dinâmico, onde aprendemos muito, mas também nos é mostrado na prática como funciona a teoria*. P11 também sugere que *Sim, pode instigar, pois assim a aula não fica somente na teoria, fica legal e divertida. Com as práticas os alunos podem realmente “executar” a teoria e não ficar aprendendo no livro ou copiando algo do quadro*.

Pelo conteúdo expresso pelos participantes, podemos observar que nas suas percepções, a utilização das atividades experimentais permite relacionar a teoria vista em sala de aula com a prática realizada durante as atividades propostas. Reconhecer a forma no qual os conteúdos podem ser aplicados e como os mesmos estão relacionados com o cotidiano dos alunos pode ser uma alternativa viável para dinamizar o ensino de Física. Desta forma, concordamos com Campos *et al.* (2012, p. 4) quando sublinham que “[...] as atividades experimentais se tornam algo necessário durante o processo de ensino-aprendizagem, pois podem ser mais uma ferramenta pedagógica na intenção de motivar e instigar os alunos, tornando-os agentes ativos na construção do seu conhecimento”.

Em relação à terceira categoria, intitulada “*As atividades são boas opções para o ensino de ciências, mas devem ser propostas resoluções de exercícios*” obtivemos 5 unidades que abordam este tema. Para o participante P2, *A utilização de atividades experimentais com o uso de tecnologias pode ser bom para aprender ciências, mas a resolução de exercícios e estudo dos conceitos também pode ser bom para o estudo das ciências*. P6 também ilustra esta ideia, afirmando que *Sim, depende de que a área das ciências vamos aprender e exercícios também ajudam na memorização do conteúdo*.

Estes registros nos mostram que os participantes acreditam que a resolução de exercícios também contribui para a compreensão dos conceitos físicos. Deste modo, os

mesmos sugerem que tanto as atividades experimentais, quanto a resolução de exercícios podem ser propostas em sala de aula para memorizar os conteúdos.

4.5.3 Análise da terceira pergunta do questionário final

A terceira questão do questionário final foi: **Descreva com suas palavras, quais foram os pontos positivos e negativos encontrados no decorrer das atividades propostas.** Neste momento, os participantes informaram diversos pontos positivos e negativos, foram relatados a seguir:

Quadro 5: Pontos positivos e negativos elencados pelos participantes em relação as atividades

Pontos positivos	Pontos negativos
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Conseguimos trabalhar juntos, com cada um fazendo sua parte;</i> ➤ <i>Maior facilidade na compreensão dos conteúdos propostos; aulas dinâmicas; interação de toda a turma durante as aulas.</i> ➤ <i>Eram atividades muito boas e bem elaboradas.</i> ➤ <i>Trabalhamos sempre em grupo, ajudando uns aos outros, saímos da sala de aula, usamos a tecnologia para nos auxiliar nesse projeto.</i> ➤ <i>Compreensão do conteúdo; análise de dados obtidos; trabalho em equipe; auxílio da tecnologia em uma matéria.</i> ➤ <i>Foram realizadas várias atividades diferentes, como usar aplicativos de física, fazer trabalhos mais divertidos, o que nos leva a aprender com ânimo, aprender melhor.</i> ➤ <i>Adorei mexer com software e poder analisar o vídeo, depois foi muito legal descobrir o quão grande pode ser a margem de erro no cronômetro em relação da gravidade ($9,81 \text{ m/s}^2$).</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Nem todo mundo deu seu máximo para fazer o trabalho, deixando para seus colegas fazerem. Na escola os computadores travaram.</i> ➤ <i>Tivemos dificuldade em utilizar o software, pois era algo que nunca utilizamos antes.</i> ➤ <i>Alguns alunos não se esforçaram o suficiente e se dispersavam durante as aulas.</i> ➤ <i>As vezes eram um tanto quanto complicadas o que retardava a nossa compreensão.</i> ➤ <i>Não ter aplicativos como o Tracker para baixar no celular.</i>

Dos pontos positivos, o que mais se destacou foi que as atividades propostas ajudaram na compreensão dos conteúdos. Além disso, alguns alunos apontaram que as aulas foram mais dinâmicas e divertidas e com isso, proporcionaram uma melhor aprendizagem. Um

participante mencionou que as atividades propostas foram muito boas e bem elaboradas e alguns relataram o fato de que neste tipo de atividade, a turma empenhou-se para trabalhar em grupo. Tudo isto nos faz acreditar que as atividades propostas foram bem elaboradas e proporcionaram momentos únicos no processo de ensino e de aprendizagem dos participantes.

No que diz respeito aos pontos negativos, observamos que poucos alunos dissertaram sobre esta situação e alguns participantes informaram não haver nenhum ponto negativo no decorrer da proposta. Entretanto, vale ressaltar algumas das respostas obtidas: um participante informou que “*Nem todo mundo deu seu máximo para fazer o trabalho, deixando para seus colegas fazerem*”. Com esta resposta podemos perceber que alguns participantes se dedicaram mais na elaboração do trabalho do que outros. Isto deve estar relacionado com a participação dos colegas no desenvolvimento do relatório e da apresentação do trabalho sobre a aceleração gravitacional.

Outro ponto negativo a ser destacado é que muitos participantes apresentaram dificuldades em utilizar o *software*, pois era algo que eles nunca haviam utilizado. Reconhecemos que a análise dos vídeos, realizada com o auxílio do *Tracker* demandava muita atenção, pois se qualquer parâmetro fosse alterado ou não executado, a análise não ocorreria da forma esperada.

Esse fato é válido para a análise, visto que o público-alvo desta atividade eram alunos do nono ano do ensino fundamental, que não estavam habituados a utilizar este tipo de recurso nas aulas de Ciências.

Um participante mencionou a seguinte frase: “*Não ter aplicativos como o Tracker para baixar no celular*” como um ponto negativo. Pela resposta é notória a frustração do participante, porém por ser um *software* para análise de vídeos, no qual se necessita de precisão considerável para determinar pontos e referências, cremos ser inviável a utilização nos *smartphones*.

4.5.4 Análise da quarta pergunta do questionário final

A quarta pergunta do questionário foi: **Com base nos seus conhecimentos, repense sobre a seguinte situação: Estou segurando dois objetos na mesma altura, uma esfera de aço e uma bolinha de papel, ambos de mesmo diâmetro. Após solta-los, eles vão chegar ao solo ao mesmo tempo, ou vai existir diferença no tempo de queda? Justifique.**

Lembrando que esta mesma pergunta foi realizada no questionário inicial, no qual todos os participantes responderam que a massa dos objetos interferia no tempo de queda.

Para esta pergunta obtivemos 12 unidades de registro que emergiram 7 categorias iniciais e 2 finais.

A primeira categoria foi composta por 8 unidades e foi denominada “*Os objetos chegarão ao mesmo tempo se for no vácuo, e em tempos diferentes se existir resistência do ar*” na qual destacamos as seguintes respostas:

P3: Vai depender da resistência do ar, se existir, o tempo vai ser diferente, se for solto em um ambiente a vácuo, o tempo vai ser o mesmo, a aceleração é constante para os dois objetos.

P5: Caso não seja no vácuo, vai existir uma diferença, pois mesmo tendo o mesmo diâmetro, a bola de aço tem peso superior ao papel e também vão sofrer com a resistência do ar.

P7: Vai existir uma diferença de tempo, pois a resistência não vai interferir tanto na bola de aço, mas na de papel vai, pois a bola de aço tem mais massa, é mais pesada do que a de papel.

P9: Vai existir diferença no tempo de queda. Por causa da resistência do ar que atua nos objetos. Se fossem jogados no vácuo (lugar sem ar), iriam cair no mesmo tempo.

P12: Se houver a resistência do ar, vai existir uma diferença de tempo na queda dos objetos. Já se houver o vácuo, os dois objetos irão cair juntos

Conseguimos perceber por meio das respostas que a maioria dos os participantes compreendeu o conceito de vácuo. Somente o participante 7 não o mencionou em sua resposta. Entretanto, vale ressaltar que alguns participantes citaram a massa em suas respostas, como é o caso do participante P5 e P7. Isto nos faz acreditar que estes participantes não compreenderam o conceito de queda livre, no que diz respeito à massa dos objetos não interferir no tempo de queda.

Acreditamos que todos os 8 participantes que responderam que o tempo de queda dos objetos mencionados depende da resistência do ar, não entenderam tal conceito. Sendo que, no enunciado da pergunta está descrito que os objetos possuem o mesmo diâmetro, com isso, a resistência imposta pelo ar na queda é a mesma, indiferente da massa, fazendo com que ambos cheguem ao solo no mesmo tempo.

Com a análise das respostas podemos refletir sobre o modo como abordamos o conteúdo de queda livre. Questionamo-nos se foi o mais eficaz para a aprendizagem dos alunos ou se a concepção errônea do peso dos objetos interferir no tempo de queda é difícil de ser modificada. Evidenciamos que somente o participante P7 não informou o termo vácuo em sua resposta, ocorrendo assim um grande avanço nos conhecimentos dos participantes em relação ao questionário inicial, no qual o vácuo não foi citado nenhuma vez.

A segunda categoria “*Mesmo tempo, pois a massa dos objetos não interfere na queda livre*” foi constituída de 4 unidades, das quais destacamos as seguintes respostas: Para P4, As

duas levarão o mesmo tempo, pois a massa dos objetos não interfere na queda livre, como explicado e comprovado com as atividades realizadas em aula. E para P8: As duas chegarão no mesmo tempo, pois como provado, vemos que as massas não interferem na queda, o único fator determinante é resistência do ar.

Acreditamos que esses participantes compreenderam que a massa dos objetos não interfere no tempo de queda, além disso, percebemos que eles citaram que este fenômeno foi comprovado por meio das atividades realizadas. Desta forma, reconhecemos que para estes participantes os materiais utilizados foram potencialmente significativos, pois foram utilizados no decorrer das atividades desenvolvidas, fazendo com que eles reestruturassem suas respostas.

4.5.5 Análise da quinta pergunta do questionário final

O último tópico do questionário final foi: **Relate a sua experiência sobre as atividades realizadas, apontando críticas e sugestões.** De modo geral, os participantes apresentaram respostas positivas em relação às atividades propostas. Destacamos alguns trechos:

P2: A experiência foi boa, consegui compreender melhor as partes da queda livre através da tecnologia. Nenhuma crítica.

P3: Foi uma experiência muito boa, as atividades práticas auxiliaram muito na compreensão do conteúdo, ficou tudo mais claro e o uso do software ajudou para obter melhores resultados.

P5: Foi muito legal realizar a atividade de queda livre com aulas práticas e interativas, porém o trabalho foi muito complexo.

P12: Gostei muito de realizar essas atividades, pois dessa maneira minha compreensão do assunto foi muito maior. Acho extremamente importante atividades experimentais e dinâmicas em aula.

É possível verificar que os 4 participantes mencionados acima gostaram de algum modo das atividades propostas. Também devemos destacar que P2, P3 e P12 apontaram que conseguiram compreender melhor o conceito de queda livre realizando atividades experimentais.

Corroborando a esta ideia, Heidemann, Araujo e Veit (2016, p. 28) ressaltam que ao propormos a utilização de atividades experimentais

[...] os estudantes podem superar a crença de que os conceitos científicos só são empregáveis na resolução de problemas acadêmicos previamente idealizados. Entende-se ainda que, a partir da compreensão de que teorias e realidade são mediadas por modelos científicos, os estudantes podem entender o papel dos modelos no processo de apreensão da realidade em situações que envolvem a representação de eventos reais, aproximando teoria e prática nas aulas de Física.

Com isso acreditamos que a realização das atividades voltadas à queda livre utilizando a plataforma interativa *Phet*, o trabalho para determinar a aceleração gravitacional de forma experimental com coletas dos tempos de queda e o valor obtido por meio da análise do vídeo, com o auxílio do *Tracker* se mostraram atraentes para os alunos e retornaram resultados positivos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar de que forma, na percepção dos alunos, as tecnologias digitais e as atividades experimentais podem contribuir para o ensino de Física, a partir da aplicação de atividades referente ao conteúdo de queda livre. Para alcançar este objetivo foram elaboradas algumas atividades voltadas à resolução de exercícios, a utilização de tecnologias e ao desenvolvimento de uma atividade experimental com o auxílio de recursos tecnológicos.

Por meio de um questionário inicial, aplicado previamente, buscamos identificar os conhecimentos prévios sobre o conteúdo de queda livre e as percepções dos participantes sobre a utilização de tecnologias e atividades experimentais no ensino de Física.

Constatamos, em linhas gerais, que os participantes possuíam concepções errôneas sobre o conceito de queda livre, afirmando que a massa de um objeto influencia no tempo de queda. Além disso, alguns participantes mencionaram que durante a queda de um corpo, a velocidade permanece constante, o que indicou a falta de compreensão sobre o assunto em questão. Quando questionados sobre a queda de dois corpos de diferentes massas no vácuo, os participantes reforçaram a ideia de que o objeto mais pesado levará menos tempo para tocar o solo. Isso nos mostrou que os conhecimentos prévios dos participantes não condiziam com o princípio físico de queda livre.

Ao serem questionados sobre a utilização de tecnologias nas aulas de Ciências, os participantes ressaltaram que esses recursos podem ajudar no ensino desta disciplina e sua utilização pode ser dada por diferentes enfoques e estratégias. Na percepção dos alunos, podemos utilizar esses recursos para facilitar a abordagem de certos conteúdos, a partir de demonstrações práticas, simulações computacionais e até mesmo apresentando filmes e documentários.

No que se refere as atividades desenvolvidas com o auxílio da simulação computacional da plataforma *PhET*, constatamos que na percepção dos participantes, a gravidade e a resistência do ar influenciam na queda de um corpo. Além disso, os alunos observaram na simulação que a massa de diferentes corpos não influencia no tempo de queda. Constatamos por meio dos relatos que a percepção dos alunos foi modificada, quando comparada com as respostas do questionário inicial.

Em relação a atividade experimental, observamos que houve grande envolvimento e empenho por parte dos alunos. Durante a realização do experimento, percebemos que os grupos se auxiliaram nas medições, na coleta dos dados e na realização do vídeo.

No que diz respeito a apresentação dos trabalhos desenvolvidos com o auxílio do *Tracker*, observamos que todos os valores da aceleração gravitacional encontrados nesse *software* foram bem próximos a realidade, enquanto os valores obtidos com o cronômetro do celular destoaram dos demais. Isso indicou aos participantes que a precisão do *software*, para este caso, é mais significativa do que o tempo para iniciar e finalizar a marcação do cronômetro no celular.

Como resultados do questionário final, observamos que na percepção dos participantes desta pesquisa, a utilização de tecnologias digitais auxilia na compreensão dos conceitos físicos, além de instigar a curiosidade para aprender sobre Ciências. Os participantes também indicaram que ao utilizarmos recursos tecnológicos para a abordagem de tais conceitos, obtivemos resultados mais precisos quando comparados a medições experimentais.

Pela análise, constatamos que na percepção dos alunos, a utilização de tecnologias e de atividades experimentais no ensino de Ciências é fundamental para colocar os conhecimentos em prática, ou seja, por meio destas, os alunos podem visualizar, manipular e compreender os fenômenos físicos tornando-se protagonistas de sua aprendizagem.

Observamos que os participantes reconhecem a importância dos recursos utilizados no decorrer desta pesquisa, mas ressaltam que devem ser propostas resoluções de exercícios no decorrer das aulas para auxiliar na compreensão e memorização dos conceitos.

Os participantes elencaram como pontos positivos destas atividades, a possibilidade de trabalhar em grupo e a participação ativa dos alunos durante o processo; a facilidade para compreender o conteúdo durante a sua aplicação; o auxílio da tecnologia na compreensão do conteúdo de queda livre; dentre outros fatores que foram citados no decorrer da análise. Como pontos negativos, alguns alunos ressaltaram que nem todos os colegas empenharam-se na elaboração do trabalho proposto, e demonstraram dificuldades para utilizar o *software*, pois não estavam acostumados a manusear este tipo de recurso.

Constatamos pela análise do questionário final, aplicado ao término das atividades propostas, que as percepções dos participantes sobre o conceito de queda livre foram modificadas significativamente, à medida que os mesmos reconheceram: o conceito de vácuo, relacionando-o a ausência de resistência do ar e que a quantidade de massa não interfere no tempo de queda. Observamos que apenas dois participantes (P5 e P7) não compreenderam o

conceito de queda livre, pois afirmaram que durante a queda de dois corpos de massas diferentes, o mais pesado chegaria antes ao solo.

Ao término da análise, percebemos que os participantes relataram que as atividades desenvolvidas foram significativas para a sua formação, pois permitiram visualizar os conceitos físicos por meio da prática, facilitando a compreensão dos mesmos.

Diante disso, compreendemos que a utilização de tecnologias e de atividades experimentais pode ser uma alternativa de grande valia no ensino de Ciências, pois possibilita abordar os conceitos de forma dinâmica e diferenciada, mostrando aos estudantes que os conteúdos vistos no Ensino Fundamental e Médio não se restringe a um conjunto de fórmulas e resoluções de exercícios.

Sugerimos aos professores de Ciências e particularmente, aos professores de Física, a utilização de simulações computacionais para a abordagem dos conceitos científicos, que por muitas vezes podem ser difíceis de serem apresentados em sala de aula ou em laboratórios. A plataforma *Phet* pode ser uma alternativa para esta abordagem, pois disponibiliza inúmeras simulações de Ciências e Matemática que permitem aos estudantes visualizar os conceitos de outras formas, além da exposição no quadro.

Para pesquisas futuras, sugerimos a utilização do *Tracker* para a abordagem dos conceitos relativos a lançamentos de projéteis, tanto no ensino fundamental, quanto no ensino médio, dependendo do enfoque adotado pelo professor.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. S.; COELHO, G. R. Tecnologias digitais da informação e comunicação em cursos de licenciatura em física de uma universidade pública federal: “usos” estabelecidos por professores universitários no processo de formação inicial. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 35, n. 3, p. 888-916, dez. 2018.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Revista Física na Escola**. v. 11, n. 1, 2010.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, jun. 2003.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto. 1. ed. Lisboa: Editora Paralelo, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa, 2004.
- BEZERRA JR, A. G.; OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA, N. Videoanálise com o software livre *Tracker* no laboratório didático de física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 29, n. Especial 1: p. 469-490, set. 2012.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1982.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 22 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). LDB – **Lei de Diretrizes e bases da educação Nacional**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017.
- CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A. M.; PÉREZ, D. G.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Editora Cortez, 2005.
- CAMPOS, B. S.; FERNANDES, S. A.; RAGNI, A. C. P. B.; SOUZA, N. F. Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 1, mar. 2012.
- CAVALCANTE, M. A. Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 30, n. 3, p. 579-613, dez. 2013.

- CAVALCANTE, R. B.; CALIXTO, P.; PINHEIRO, M. M. K. Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Informação & Sociedade: Estudos**. v. 24, n. 1, 2014.
- DOURADO, I. F.; SOUZA, K. L.; CARBO, L.; MELLO, G. J.; AZEVEDO, L. F. Uso das TIC no ensino de ciências na educação básica: uma experiência didática. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, Londrina, v. 15, p. 357-365, dez. 2014.
- ERTHAL, J. P. C.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração para o ensino de corrente alternada ao nível do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 23, n. 3, p. 345-359, dez. 2006.
- FIGUEIRA, J. S. Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 33, n. 4, 2011.
- HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de Física?. **Revista Física na Escola**, v. 6, n. 1, p. 69 – 74, 2005.
- HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 38, n. 1, 2016.
- HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 29, n. Especial 2, p. 965-1007, out. 2012.
- HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Modelagem didático-científica: integrando atividades experimentais e o processo de modelagem científica no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 33, n. 1, p. 3-32, abr. 2016.
- KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas – SP: Papirus, 2012.
- LANGHI, R. Projetos Erastóstenes Brasil: autonomia docente em atividades experimentais de astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 34, n. 1, p. 6-46, abr. 2017.
- LANUTI, J. E. O. E.; SCHLÜNZEN JUNIOR, K. Saberes prévios dos estudantes: o ponto de partida para aprendizagem significativa na perspectiva da Educação Inclusiva. **Revista InFor**, São Paulo/SP, v. 1, n. 1, p. 211-226, 2016. Disponível em: <https://infor.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/19/28>. Acesso em: 27 jan. 2020.
- LEAL, T. C. S.; OLIVEIRA, A. A. Utilização de plataformas interativas e novas tecnologias no ensino de física das radiações para cursos da área de saúde. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 41, n. 4, 2019.
- LIMA, S.C.; TAKAHASHI, E. K. Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: GEN, 2013.

MACÊDO, J. A.; PEDROSO, L. S.; VOELZKE, M. R.; ARAUJO, M. S. T. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as tecnologias de informação e comunicação apresentados no XIX simpósio nacional de ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014.

MAGARINUS, R.; BULIGON, L.; MARTINS, M. M. Uma proposta para a introdução do ensino de funções através da utilização do programa *Tracker*. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**. v. 37, n. Especial PROFMAT, p. 481-498, 2015.

MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem significativa em revista**. v. 1, p. 16-24, 2011.

MORAES, R. Análise de Conteúdo. **Educação**, Porto Alegre, v.22, n.37, 1999. Disponível em:
<http://pesquisaeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/fetch/60815562/Analise%20de%20conte%C3%BAdo.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. In: **XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física**, Guayaquil, Equador, jul. 2013.

MOREIRA, M. A. **Linguagem e aprendizagem significativa**. Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, 2003.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Aula inaugural do programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Qurrriculum*, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> Acesso em: 07 jan. 2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 33, n. 3, p. 987-1008, dez. 2016.

MOTA, A. T.; REZENDE JR, M. F. As contribuições das tecnologias da informação e comunicação em um curso de astronomia a distância: uma análise à luz da teoria dos campos conceituais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 34, n. 3, p. 971-996, dez. 2017.

OLIVEIRA, D. C. Análise de conteúdo temático-categorial: uma proposta de sistematização. **Revista Enfermagem UERJ**. v. 16, n. 4, p. 569-576, 2008.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 447 – 454, 2007.

OLIVEIRA, H.; HENRIQUES, A.; GUTIÉRREZ-FALLAS, L. F. A integração da tecnologia na planificação de aulas na perspectiva do ensino exploratório: um estudo com futuros professores de matemática. **Revista do Centro de Ciências da Educação**, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 421 – 446, abr./jun. 2018.

- OLIVEIRA, M. M. L.; COSTA, R. C.; SOTELO, D. G.; ROCHA FILHO, J. B. Práticas experimentais de física no contexto do ensino pela pesquisa: uma reflexão. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.5, p. 29-38, 2010.
- ORTIZ, J. L. R., KRAUSE, J. C., SANTOS, A. V. A formação continuada no processo de atualização de professores de física: Formação para o Software Tracker. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 23, p.90-99, 2019.
- PEREIRA, G. R. *et al.* Atividades experimentais e o ensino de física para os anos iniciais do ensino fundamental: análise de um programa formativo para professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 33, n. 2, p. 579-605, ago. 2016.
- PHET. **Interactive Simulations**: simulações interativas para Ciências e Matemática. 2020. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/ Acesso em: 05 jan. 2020.
- PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de física no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 28, n. 2, p. 241-248, 2006.
- RANGEL, F. O.; SANTOS, L. S. F.; RIBEIRO, C. E. Ensino de física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e literacia científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 29, n. Especial, p. 651-677, set. 2012.
- REIS, W. F.; MARTINS, M. I. Estudo comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de Física coincidentes recomendadas nas edições 2012 e 2015 do PNLD. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 33, n. 2, p. 462-476, ago. 2016.
- RIBEIRO, J. L. P. Duas atividades experimentais sobre associações de espelhos e lentes inspiradas por questões de vestibulares. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 33, n. 1, p. 275-291, abr. 2016.
- RIBEIRO, R. J.; SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. Organizadores prévios para aprendizagem significativa em física: o formato curta de animação. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 167-183, set./dez. 2012.
- ROSITO, B. A., O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES *et al.* **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre, EDIPUCRS, p. 195 – 205, 2008.
- SANTOS, G. B.; CUNHA, S. P. Câmera escura estéreo: construção e atividades experimentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 32, n. 3, p. 879-901, dez. 2015.
- SANTOS, J. C.; DICKMAN, A. G. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 1, 2019.
- SENRA, C. P.; BRAGA, M. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 31, n. 1, p. 7-29, abr. 2014.
- SILVA, C. R.; GOBBI, B. C.; SIMÃO, A. A. O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método. **Organizações rurais & agroindustriais**. v. 7, n. 1, p. 70-81, 2005.

- SILVA, T. Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 26, n. 3, p. 533-546, dez. 2009.
- SOARES, A. A.; MEDINA, R. R.; CARBONI, A.; COSTA, F. W. Usando as tecnologias da informação no ensino de física: o blog da lua. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 1094-1114, dez. 2016.
- SOARES, A. A.; MORAES, L. E.; OLIVEIRA, F. G. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 915 – 933, dez. 2015.
- SOUZA, C. A.; BASTOS, F. P.; ANGOTTI, J. A. P. Resolução de problemas de física mediada por tecnologias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, p. 310-339, ago. 2008.
- STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.
- TRACKER. *Video Analysis and Modeling Tool*. 2019. Disponível em: <https://physlets.org/tracker/>. Acesso em: 15 out. 2019.
- VALADARES, E. C. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.
- VALENTE, J. A. Diferentes usos do Computador na Educação. **Em Aberto**, Brasília, n. 57, jan./mar. 1993.
- VALENTE, J. A. (Org.) **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Nead-Unicamp, 1999.
- WERLANG, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L. Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 30, n. 1, 2008.
- ZARA, R. A. Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. In: II ENINED – **Encontro Nacional de Informática e Educação**. 2011. Disponível em: http://www.inf.unioeste.br/enined/anais/artigos_enined/A29.pdf. Acesso em: 08 jan. 2020.

APÊNDICES

Apêndice A: Questionário Inicial

Prezado(a) aluno(a), sou mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Suas respostas são indispensáveis para o desenvolvimento da minha pesquisa e contribuirão no andamento das nossas atividades.

Prof. Vicente Kinalski Júnior.

1. Idade: _____

2. Sexo: _____

3. Você acha relevante a disciplina de física no 9º ano? Justifique.

4. Você acha que é possível observar fenômenos físicos no seu cotidiano?

5. O que você entende por **queda livre**? Justifique.

6. Considere a seguinte situação: Estou segurando dois objetos na mesma altura, uma esfera de aço e uma bolinha de papel, ambos de mesmo diâmetro. Após solta-los, eles vão chegar ao solo ao mesmo tempo, ou vai existir diferença no tempo de queda? Justifique.

7. Você acha que a resistência do ar interfere no tempo de queda dos objetos?

8. Você acha que um corpo em queda livre, mantém sua velocidade constante? Justifique.

9. Considere a seguinte situação: Se soltarmos uma pena e uma bola de boliche da mesma altura, no vácuo, os objetos chegarão ao solo ao mesmo tempo ou não? Justifique.

10. Você acha importante a utilização de tecnologias no ensino de ciências?

11. Você acha que a utilização de atividades experimentais contribui no processo de ensino e aprendizagem?

Apêndice B: Apresentação do conteúdo: texto introdutório

O texto a seguir está disponível no material criado por Freitas (2000), intitulado: “Movimento de queda livre”. Para acessá-lo, busque o *link*: <https://ufrb.edu.br/pibid/documentos/category/53-cinematica?download=169:apostila-de-fsica>

MOVIMENTO DE QUEDA LIVRE

- **A experiência de Galileu**

Observando a queda de um objeto podemos notar que a sua velocidade aumenta à medida que ele cai. Ao jogarmos um corpo verticalmente para cima, sua velocidade vai diminuindo progressivamente. O famoso cientista italiano Galileu Galilei (1564 - 1642) realizou experiências para tentar entender o movimento de queda dos corpos. Até a época de Galileu, acreditava-se que se dois corpos de pesos diferentes fossem abandonados juntos de uma mesma altura, o corpo mais pesado chegaria primeiro ao chão. Era essa a previsão do grande filósofo grego Aristóteles (384 - 322 a.C.), cujas ideias prevaleceram durante muitos anos. As propostas de Aristóteles, porém, não se fundamentavam em experiências.

Galileu Galilei foi um dos cientistas que introduziram o método experimental no estudo dos fenômenos físicos. O método experimental consiste em realizar experiências e observações cuidadosas, aplicar sobre elas um raciocínio lógico e, então, tirar as conclusões.

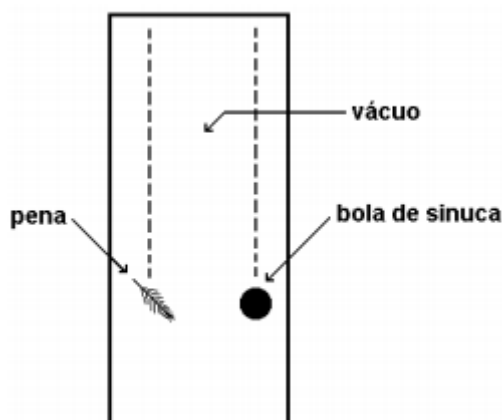
Conta à lenda que Galileu reuniu algumas pessoas de renome e levou-as a uma torre. Subindo ao alto da torre, Galileu tomou duas esferas de pesos diferentes e abandonou-as juntas daquela altura para que caíssem. Esperava-se que o corpo mais pesado caísse mais rapidamente que o corpo mais leve, como havia previsto o filósofo Aristóteles, alguns séculos antes. Para o espanto de Galileu, os dois corpos atingiram o chão juntos. Galileu concluiu que *se um corpo pesado e um corpo leve forem abandonados juntos de uma mesma altura, eles cairão juntos, chegando ao mesmo tempo no chão.*

- **Resistência do ar e queda livre**

Frequentemente vemos corpos pesados caírem mais rapidamente do que corpos mais leves, o que aparentemente contraria a conclusão de Galileu. Uma manga cai da árvore mais rapidamente do que uma folha seca. Isso se deve à força de resistência do ar, que atua sempre

no sentido contrário ao movimento do corpo. Todos os corpos, ao caírem no ar, sofrem o efeito dessa força, porém, nos corpos mais leves, esse efeito é mais forte e, por isso, no ar, os corpos muito leves demoram mais tempo para caírem. A palavra *vácuo* significa vazio. No *vácuo*, isto é, na ausência de ar, dois corpos de pesos diferentes cairiam simultaneamente, de acordo com o que previu Galileu. Assim, se fizermos *vácuo* em um recipiente, e deixarmos cair uma pena de passarinho e uma bola de sinuca, ambas chegarão ao chão juntas, pois não haverá ar para oferecer resistência ao movimento de queda desses corpos.

Figura 1: exemplificação da queda dos dois corpos



A conclusão de Galileu também é válida em situações onde a resistência do ar é tão pequena que pode ser desprezada. Esse movimento de queda que ocorre sem a interferência da resistência do ar é chamado de *queda livre*.

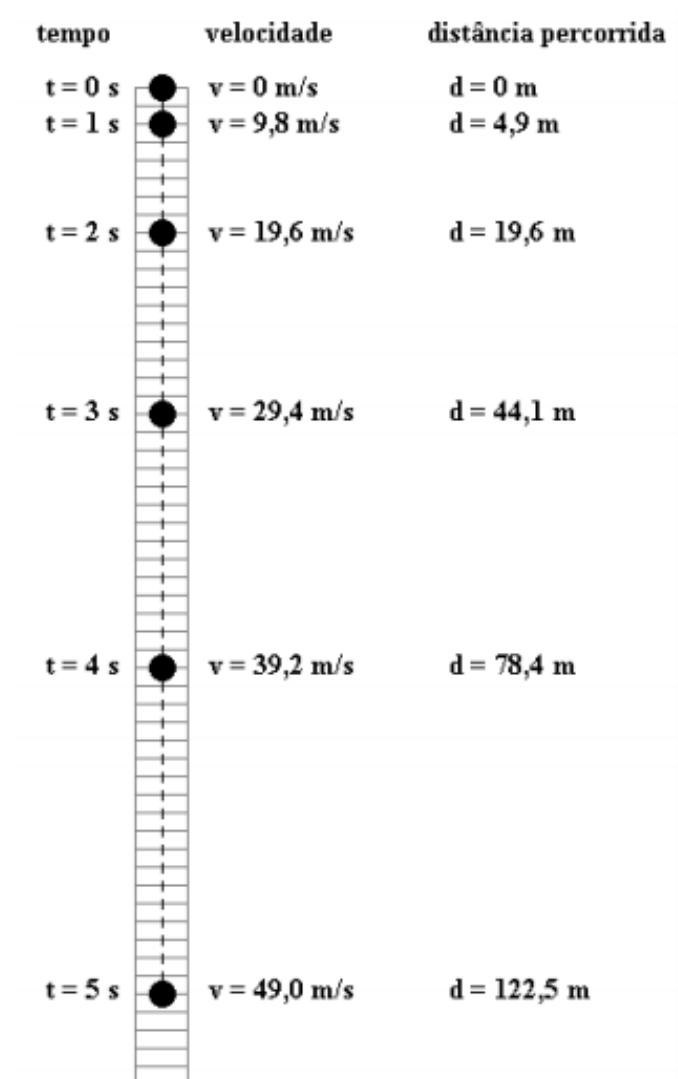
- **Aceleração da gravidade**

O movimento de queda livre é um movimento uniformemente acelerado, isto é, a velocidade do corpo aumenta sempre numa mesma proporção, ou, dizendo de maneira mais exata, a aceleração sofrida pelo corpo é sempre constante. Como corpos de pesos diferentes caem com a mesma aceleração, esse valor será constante para qualquer corpo em queda livre. A essa aceleração damos o nome de aceleração da gravidade. A aceleração da gravidade é representada pela letra *g*. Fazendo medidas precisas, chegou-se à conclusão de que o valor da aceleração da gravidade vale aproximadamente:

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

isto é, quando um corpo cai, sua velocidade aumenta 9,8 m/s em cada segundo. Assim, quando um objeto é abandonado com velocidade inicial nula e sofre uma queda livre, sua velocidade aumenta em cada segundo conforme mostra o esquema a seguir.

Figura 2: Objeto em queda livre.

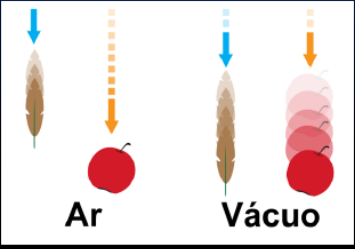


Sua velocidade aumenta $9,8 \text{ m/s}$ em cada segundo. Atrás do objeto uma fita graduada mostra que a distância percorrida aumenta proporcionalmente ao quadrado do tempo.

Fonte: FREITAS, P. L. Movimento de queda livre. **Apostila de Física** – 1ª versão – Versão provisória – setembro 2000. Disponível em: <https://ufrb.edu.br/pibid/documentos/category/53-cinematica?download=169:apostila-de-fsica> Acesso em: 17 fev. 2020.

Apêndice C: Apresentação do conteúdo: sequência de slides

Queda Livre



1º Momento:
Apresentação do conteúdo.

2º Momento:
Lista de exercícios

Ar Vácuo

Vicente Kinalski Jr

Funções horárias

➤ Iniciamos pela função horária da velocidade do MRUV.

$$v = v_0 + at$$

➤ Substituímos a constante aceleração [a] por aceleração gravitacional [g], e levando em consideração que na queda livre não temos velocidade inicial, chegamos na seguinte equação:

$$v = gt$$

Funções horárias

➤ Com a função horária do deslocamento do MRUV.

$$\Delta s = v_0 t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

➤ Novamente substituímos a constante aceleração [a] por [g], levando em consideração que na queda livre não temos velocidade inicial e substituindo a constante deslocamento [ΔS] por altura [h]. Chegamos na seguinte equação:

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Equação de Torricelli

➤ Equação de Torricelli.

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

➤ Novamente substituímos a constante aceleração [a] por [g], levando em consideração que na queda livre não temos velocidade inicial e substituindo a constante deslocamento [ΔS] por altura [h]. Chegamos na seguinte equação:

$$v^2 = 2gH$$

Resumo

$$v = v_0 + at \rightarrow v = gt$$

$$\Delta s = v_0 t + \frac{a \cdot t^2}{2} \rightarrow h = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S \rightarrow v^2 = 2gH$$

Exemplos:

- Um objeto é abandonado do alto de um prédio e inicia uma queda livre. Sabendo que esse objeto leva 3s para atingir o chão, calcule a altura desse prédio, considerando a aceleração da gravidade como 10m/s^2 .
- (Unisc 2015) Um corpo de massa é largado de certa altura. Considerando que e desprezando o atrito do ar, podemos afirmar que após um tempo de segundos a distância percorrida pelo corpo e a sua velocidade são iguais, respectivamente, a:

Apêndice D: Exercícios sobre queda livre

1. (UFPR 2018) Um canhão efetua um disparo de um projétil verticalmente para cima, a partir do chão, e o projétil atinge uma altura máxima H medida a partir do chão, quando então retorna a ele, caindo no mesmo local de onde partiu. Supondo que, para esse movimento, a superfície da Terra possa ser considerada como sendo um referencial inercial e que qualquer tipo de resistência do ar seja desprezada, considere as seguintes afirmativas:

1. A aceleração no ponto mais alto da trajetória, que fica a uma altura H do chão, é nula.
2. O deslocamento total do projétil vale $2H$.
3. O tempo de subida até a altura H é igual ao tempo de queda da altura H até o chão. Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- e) As afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.

2. (UPF 2017) Um vaso de cerâmica cai da janela de um prédio, a qual está a uma distância de 31m do solo. Sobre esse solo, está um colchão de 1m de altura. Após atingir o colchão, o vaso penetra 0,5m nesse objeto. Nessas condições e desprezando a resistência do ar durante a queda livre, a desaceleração do vaso, em m/s^2 depois de atingir o colchão é de, aproximadamente
(Adote: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 600 b) 300 c) 15 d) 150 e) 30

3. (IFSC 2016) Joana, uma dedicada agricultora, colocou várias laranjas sobre uma mesa cuja altura é 0,80 m. Considerando que uma dessas laranjas caiu em queda livre, isto é, sem a interferência do ar, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) A laranja caiu com energia cinética constante.
- b) A laranja caiu com velocidade constante.
- c) A laranja caiu com aceleração constante.
- d) A laranja caiu com energia potencial constante.
- e) O movimento da laranja foi retilíneo e uniforme.

4. (UNISC 2015) Um corpo de massa m é largado de certa altura. Considerando que $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando o atrito do ar, podemos afirmar que após um tempo de 2,5 segundos a distância percorrida pelo corpo e a sua velocidade são iguais, respectivamente, a.

- a) 12,5 m; 12,5 m/s
- b) 31,25 m; 12,5 m/s
- c) 125 m; 12,5 m/s
- d) 6,25 m; 2,5 m/s
- e) 31,25 m; 25 m/s

5. (UFMS 2015) A castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) é fonte de alimentação e renda das populações tradicionais da Amazônia. Sua coleta é realizada por extrativistas que percorrem

quilômetros de trilhas nas matas, durante o período das chuvas amazônicas. A castanheira é uma das maiores árvores da floresta, atingindo facilmente a altura de 50m. O fruto da castanheira, um ouriço, tem cerca de 1kg e contém, em média, 16 sementes. Baseando-se nesses dados e considerando o valor padrão da aceleração da gravidade $9,81 \text{ m/s}^2$, pode-se estimar que a velocidade com que o ouriço atinge o solo, ao cair do alto de uma castanheira, é de, em m/s, aproximadamente,

- a) 5,2 b) 10,1 c) 20,4 d) 31,3 e) 98,1

6. (UTFPR 2007) Uma pedra inicialmente em repouso, é abandonada do alto de um edifício, situado a 20 m do solo. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando as influências do ar, determine a velocidade com que a pedra chega ao solo.

- a) 10 m/s b) 20 m/s c) 40 m/s d) 0,2 m/s e) 200 m/s

7. (CFTPR 2006) Sobre o movimento de queda livre de um corpo, considere as seguintes afirmações:

- I) Em queda livre, um corpo cai com velocidade constante.
 II) Em queda livre, um corpo cai com aceleração constante.
 III) Se o corpo cai de uma altura de 2 m, gasta o dobro do tempo para chegar ao solo do que gastaria se caísse de uma altura de 1 m.

Está(ão) correta(s) somente:

- a) a afirmação I.
 b) a afirmação II.
 c) a afirmação III.
 d) as afirmações I e II.
 e) as afirmações II e III

8. (PUCPR 2005) Em um planeta, isento de atmosfera e onde a aceleração gravitacional em suas proximidades pode ser considerada constante igual a 5 m/s^2 , um pequeno objeto é abandonado em queda livre de determinada altura, atingindo o solo após 8 segundos.

Com essas informações, analise as afirmações:

- I. A cada segundo que passa a velocidade do objeto aumenta em 5 m/s durante a queda.
 II. A cada segundo que passa, o deslocamento vertical do objeto é igual a 5 metros.
 III. A cada segundo que passa, a aceleração do objeto aumenta em 4 m/s^2 durante a queda.
 IV. A velocidade do objeto ao atingir o solo é igual a 40 m/s .
 a) Somente a afirmação I está correta.
 b) Somente as afirmações I e II estão corretas.
 c) Todas estão corretas.
 d) Somente as afirmações I e IV estão corretas.
 e) Somente as afirmações II e III estão corretas.

9. (PUCPR) Dois corpos A e B, sendo a massa de A maior que a massa de B, são lançados verticalmente para cima com a mesma velocidade inicial e de um mesmo plano horizontal.

Apêndice E: Atividades na plataforma *Phet*

A atividade a seguir será desenvolvida a partir da visualização do fenômeno de queda livre com o auxílio da plataforma *Phet*. Para isso, siga o passo a passo abaixo.

- Acesse a plataforma de simulações interativas *Phet*;

Figura 1: Tela inicial da plataforma



Fonte 1:

- Selecione a opção “Física”;
- Digite o termo “Movimento de Projétil” no campo de busca;

Figura 2: Simulações da área da física



Fonte 2

- Selecione a opção “Lab”;

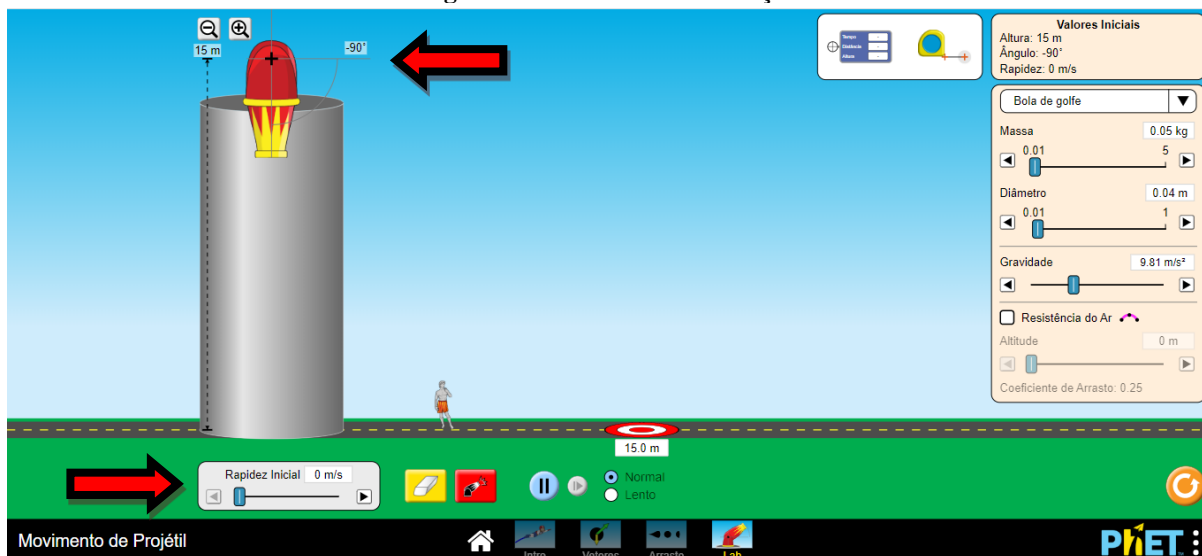
Figura 3: Tela inicial da simulação escolhida.



Fonte 3

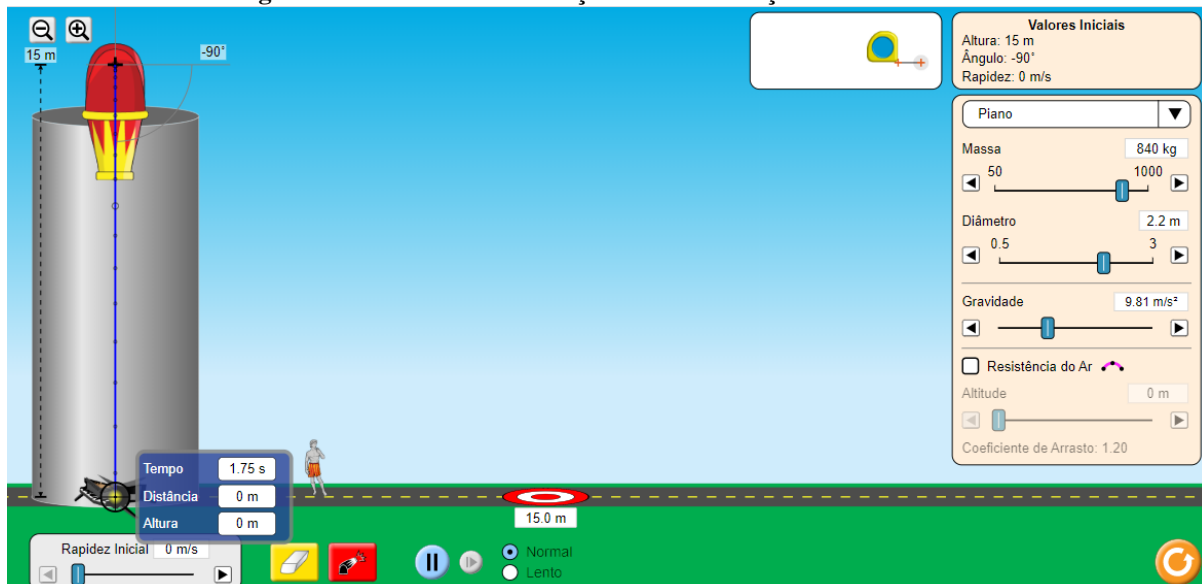
- Para se ambientar com a simulação, explore as funções disponíveis, observando o ocorrido;
- Como o objetivo da simulação é observar o fenômeno de queda livre, deve-se **direcionar o canhão para baixo** e colocar **0** no campo “*Rapidez inicial*”, conforme imagem a seguir.
- Posicione o canhão em uma determinada altura;

Figura 4: Ambiente da simulação.



- Selecione diferentes objetos e utilize as ferramentas disponíveis para verificar o que acontece.

Figura 5: Ambiente da simulação com a utilização de ferramentas.



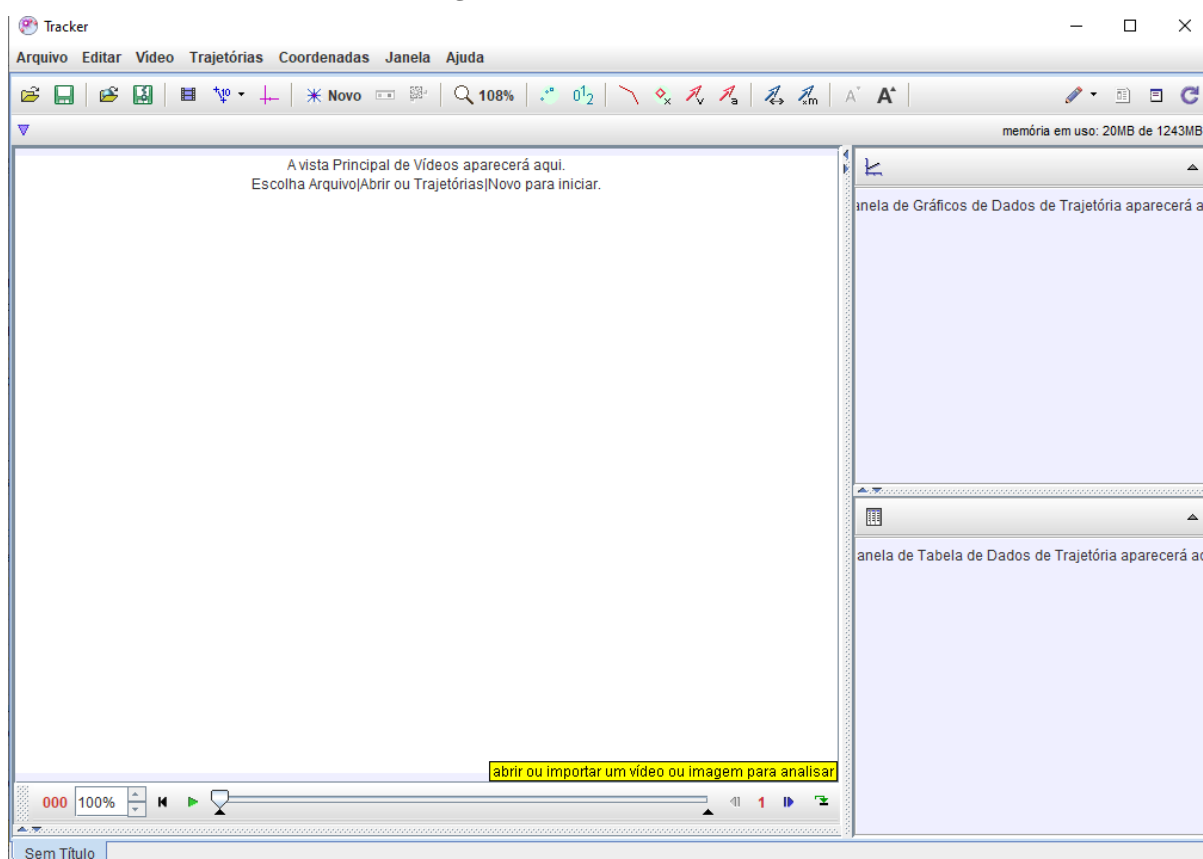
Apêndice F: Atividades com o *software Tracker*

Como utilizar o *software Tracker*:

- O *software Tracker* está disponível para *download* no endereço: <http://physlets.org/tracker/>
- Para baixá-lo em seu computador, selecione o seu sistema operacional e siga o passo a passo de instalação que está disponível no *site* <http://trackernoensinodafisica.blogspot.com/2015/05/download-e-instalacao-do-tracker-no.html>.

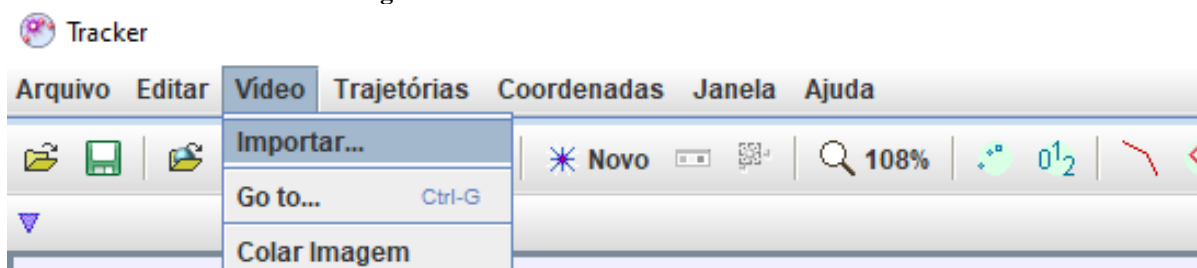
Após a instalação, vamos explorar a tela inicial dessa ferramenta. Ao iniciá-lo, você encontrará a seguinte tela:

Figura 1: Tela inicial do *Tracker*



Nesse ambiente, você pode inserir vídeos para analisar alguns movimentos. Para isso, clique no ícone “**Vídeo**” e selecione a opção “**Importar...**”. Em seguida, selecione o vídeo que você criou.

Figura 2: Como inserir um vídeo no *Tracker*

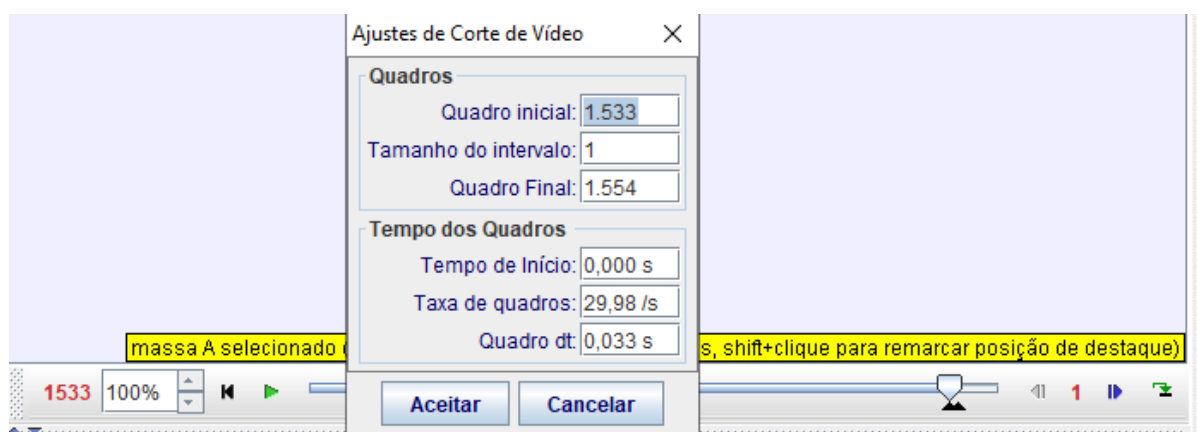


Depois de inserir o vídeo, você pode cortar o mesmo para analisar 1 processo de queda. Para isso, clique com o botão direito do *mouse* na barra de rolagem do vídeo e selecionar a opção “**Ajuste de Corte de Vídeo**”.

Nesse campo, é possível escolher o quadro inicial da análise, bem como o quadro final para analisar uma parte específica do vídeo.

Para demonstrar esse processo, exemplifica-se na Figura 3, um ajuste já realizado. Pela figura, é possível observar que o vídeo era longo e a parte analisada se encontra no final do mesmo, entre os marcadores.

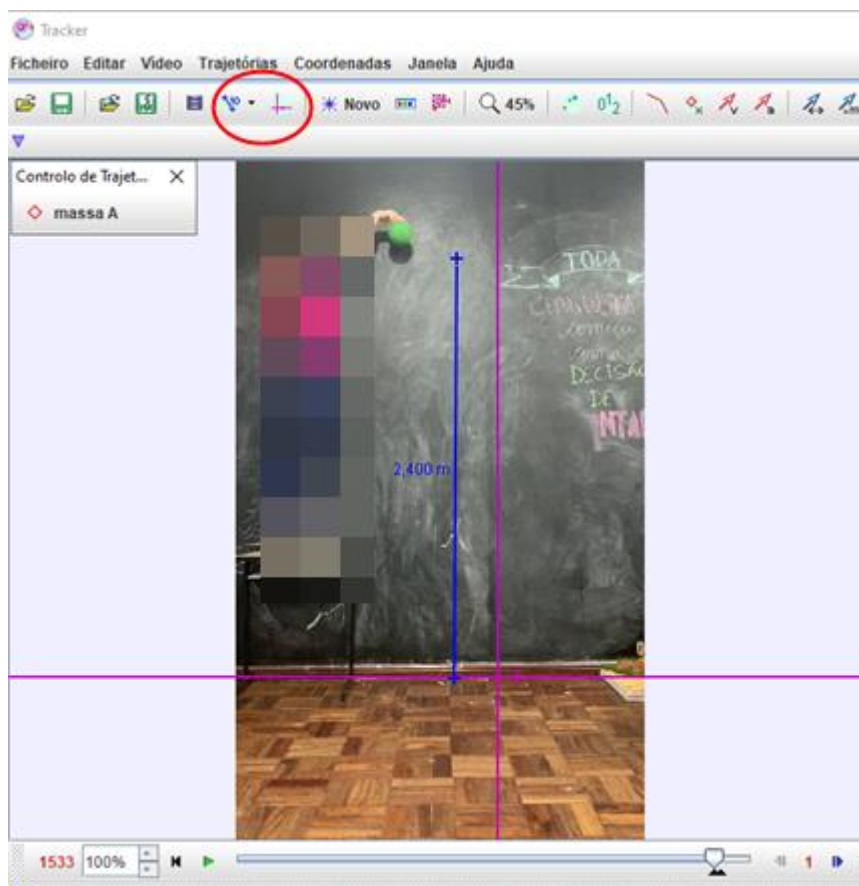
Figura 3: Como ajustar um corte de vídeo



Com o corte realizado, inicia-se o processo de calibração da escala do vídeo e inserção de eixos de coordenadas, que consiste em indicar uma medida pré-estabelecida para que seja possível iniciar a análise.

Antes de calibrar, observe a imagem a seguir:

Figura 4: Exemplo de calibração de escala de vídeo

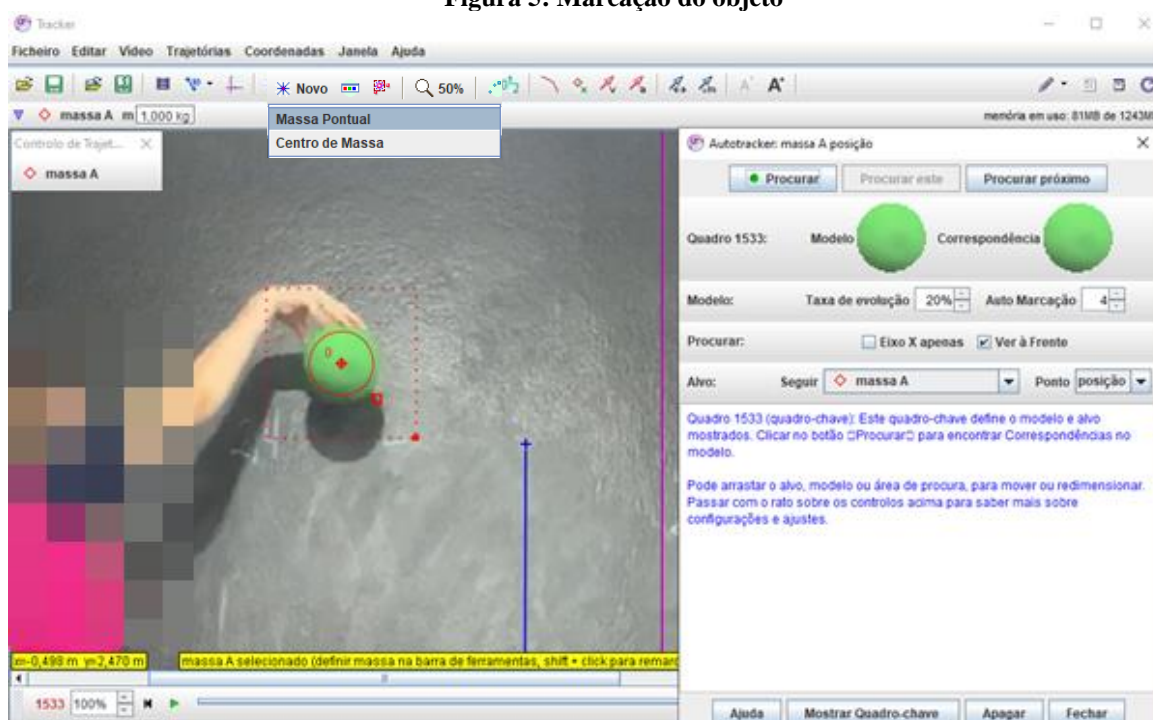


Para calibrar o vídeo, clique na função azul, destacada na Figura 4. Ao seleccionar essa opção, o *software* indicará uma faixa azul que deve ser posicionada pelo usuário entre o chão e um ponto pré-determinado. Nesse caso, a medida de 2,4 metros foi estipulada previamente, por meio de uma marca na parede, para diminuir possíveis erros de medição.

Após calibrar o vídeo, clique na função rosa, que também está grifada na figura, para inserir os eixos de coordenadas. Ao inseri-los, você deve posicioná-los paralelamente ao eixo de calibração.

Após esse processo, identifique o objeto em análise (nesse caso a bola verde). Para isso, clique em “Novo”, “Massa pontual” e segure as teclas “Ctrl e Shift” do teclado. Em seguida, marque o objeto em análise, conforme imagem a seguir:

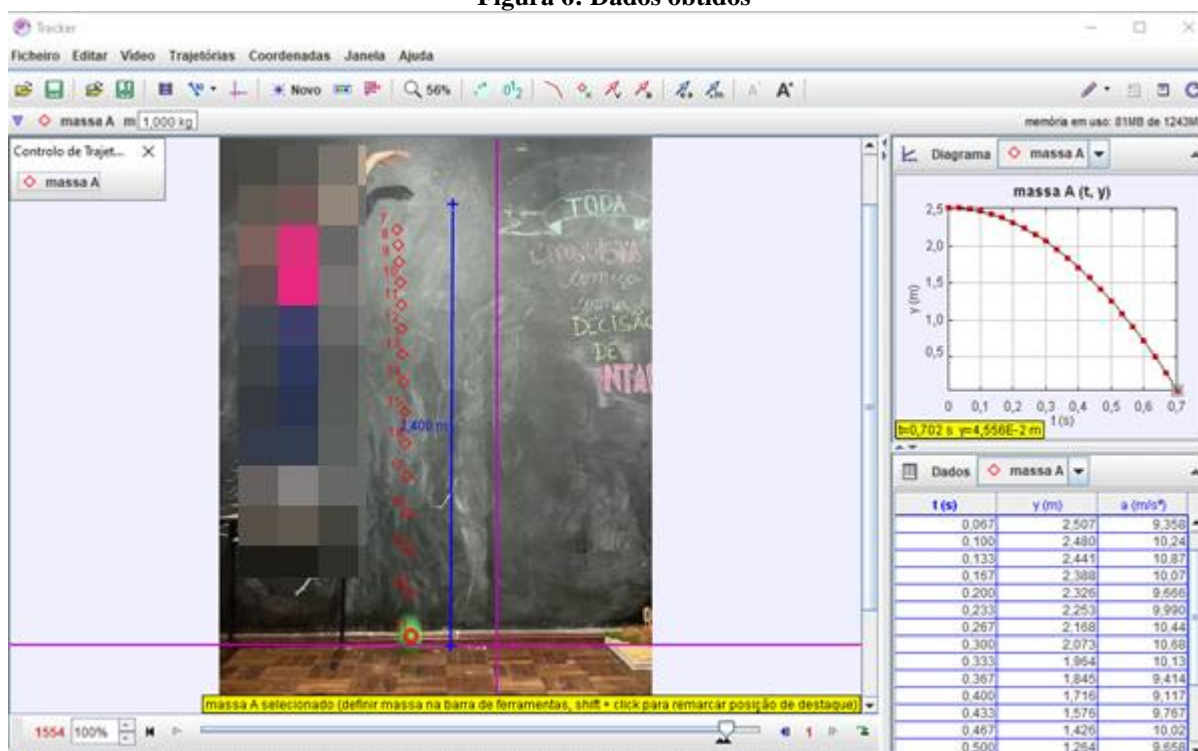
Figura 5: Marcação do objeto



Após a marcação do objeto em questão, automaticamente aparece o campo “Autotracker: massa A posição”. Nesse campo, clique no item “Procurar Próximo” para que *software* grave os dados quadro a quadro até o último *frame* desejado.

Como resultado, você pode observar os seguintes dados:

Figura 6: Dados obtidos



Diante desses valores, você pode visualizar o tempo de queda até o objeto tocar o chão, a velocidade em cada instante e a aceleração gravitacional do objeto, em cada *frame*.

Para encontrarmos um valor experimental da constante g , copie a coluna da tabela que contém os valores da aceleração gravitacional e cole em uma planilha. Em seguida, calcule a média desses dados para obter o valor experimental da constante g .

Com base nesses dados, crie um relatório experimental com base nos tópicos a seguir:

Roteiro para a elaboração do trabalho:

- 1) Capa;
- 2) Introdução: com a descrição do objetivo do trabalho, um resumo sobre o conteúdo e uma breve explicação sobre o *software Tracker*.
- 3) Metodologia: deve relatar como o trabalho foi desenvolvido e quais foram os recursos utilizados.
- 4) Resultados/considerações finais: contendo os dados registrados, as observações realizadas, bem como uma comparação do valor encontrado utilizando o cronômetro, com o valor fornecido pelo *software Tracker*, referentes à constante “ g ”. Além do erro experimental de ambos os valores.
Utilizar: $\% \text{ erro} = \left(\frac{\text{Valor teórico} - \text{Valor experimental}}{\text{Valor teórico}} \right) 100$.
- 5) Referências.

Apêndice G: Questionário final

- 1- Você acha que a utilização de recursos tecnológicos facilitou na compreensão do conteúdo de queda livre? Justifique.

- 2- Na sua percepção, o desenvolvimento de atividades práticas, aliado a utilização dos recursos tecnológicos pode instigar a curiosidade para aprender Ciências no Ensino Fundamental? Ou a resolução de exercícios e a memorização dos conceitos são suficientes para o estudo de tais conteúdos?

- 3- Descreva com suas palavras, quais foram os pontos positivos e negativos encontrados no decorrer das atividades propostas.

- 4- Com base nos seus conhecimentos, repense sobre a seguinte situação: Estou segurando dois objetos na mesma altura, uma esfera de aço e uma bolinha de papel, ambos de mesmo diâmetro. Após solta-los, eles vão chegar ao solo ao mesmo tempo, ou vai existir diferença no tempo de queda? Justifique.

- 5- Relate a sua experiência sobre as atividades realizadas, apontando críticas e sugestões.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br