

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E**  
**MATEMÁTICA**

**BRENO MÁRIO SILVA PERRONE**

**A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM FÍSICA: UMA  
PROPOSTA DE ENSINO DELINEADA PELA TEORIA DAS AÇÕES  
MENTAIS UTILIZANDO REALIDADE AUMENTADA**

Manaus  
2018

**BRENO MÁRIO SILVA PERRONE**

**A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM FÍSICA: UMA  
PROPOSTA DE ENSINO DELINEADA PELA TEORIA DAS AÇÕES  
MENTAIS UTILIZANDO REALIDADE AUMENTADA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino e aprendizagem

ORIENTADOR: Yuri Expósito Nicot

Manaus

2018

**BRENO MÁRIO SILVA PERRONE**

**A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM FÍSICA: UMA  
PROPOSTA DE ENSINO DELINEADA PELA TEORIA DAS AÇÕES  
MENTAIS UTILIZANDO REALIDADE AUMENTADA**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Expósito Nicot, UFAM

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Yuri Expósito Nicot, UFAM

Prof. Dr. José Luiz de Souza Pio, UFAM

Prof. Dr. Augusto Fachin Teran, UEA

Amazonas, (Jan. de 2018).

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha Esposa Fernanda Rodrigues Leite e minha filha, Gabrielle Rodrigues Perrone. Louvo a Deus pela vida das duas. Minha motivação em concluir essa etapa vem de vocês. Obrigado por vocês existirem em minha vida

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me conceder saúde e sabedoria para concluir mais essa etapa da minha vida acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Yuri Expósito, por sua paciência, dedicação e confiança no trabalho. Sou grato pelos seus ensinamentos e sua amizade. Louvo a Deus por sua vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, PPGCIM, pela oportunidade à realização de trabalhos nessa temática.

Aos colegas do PPGCIM pelo auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso, em especial aos meus amigos: Alberdan, Jerson, Darling, Carmel, Hermina e Carlos.

Agradeço ao meu amigo Felipe Lima, sua ajuda foi de grande valor para realização deste trabalho, sem ele não conseguiria as animações em Realidade Aumentada.

## EPÍGRAFE

*O principal objetivo da educação é criar pessoas capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que as outras gerações fizeram”*

Jean Piaget

## RESUMO

Com a modernização e os avanços significativos na tecnologia a educação e as práticas educativas utilizadas pelos docentes devem estar de acordo com as novas tendências humanas. É enfatizado através dos programas de avaliação como: PROVA BRASIL e ENEM, a falência dos métodos pedagógicos utilizados nas salas de aula pelos professores. Diversos pesquisadores da área da educação buscam determinar elementos que geram dificuldades de aprendizagem a fim de estabelecer novas técnicas e métodos de ensino. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é aplicar uma sequência didática de ensino de Física utilizando a Realidade Aumentada, software instalado no aparelho telefônico (celular), com intuito em proporcionar aos discentes a visualização de problemas da mecânica, focando-se na formação de conceitos científicos. A Realidade Aumentada por ser um dispositivo computacional contemporânea é utilizado na pesquisa para despertar o interesse nas aulas de Ciências, e assim ser alicerce inicial à atividade de aprender. O modelo de ensino proposto pelo trabalho se fundamenta nas teorias psicológicas de Galperín, psicólogo que define o desenvolvimento da psiquê através de etapas mentais organizadas e dirigidas por indivíduo mais experiente, o que chamou de Base Orientadora da ação (BOA). Com recurso da base orientadora da ação e a ferramenta computacional da realidade aumentada, o trabalho investiga se através do sequência didática proposta utilizando a realidade aumentada se encontra formação de conceitos e definições. A pesquisa foi realizada com alunos do curso de Ciências Naturais na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A metodologia utilizada para avaliar os resultados da pesquisa é de caráter qualitativo, de cunho explicativo e exploratório. Para obtenção dos dados foram utilizados instrumentos como: observação participante, questionário, entrevista e diário de campo. Os resultados obtidos através dos dados são produtos da síntese entre os fundamentos teóricos da pesquisa e informações coletadas através das ferramentas metodológicas proposta pelo pesquisador. Com base nos resultados, o trabalho considera a possibilidade na implementação da sequência didática proposta inicialmente, evidenciando indicadores positivos à formação de conceitos científicos no ensino de Física.

Palavras-chaves: Formação de conceitos. Ensino de Física. Realidade Aumentada.

## Abstract

With modernization and significant progress towards technology, education and educational practices used by the teaching staff must be aligned with new trends in Humanities. It is stressed by evaluation programs such as PROVA BRASIL and ENEM the failure of the teaching methods being used in the classroom by teachers. Several researchers in the field of education are trying to determine elements that result on learning difficulties in order to stablish new teaching techniques and methods. Therefore, the aim of this study is to propose a methodology procedure in teaching Physics using Augmented Reality through the telephone device (cell phone), with the intention to provide the students visualization to Mechanic problems, focusing on scientific concepts. Augmented Reality, as a computational tool, is used in the research to attract the interest in Science classes, and thus to be the initial foundation of the learning activity. The teaching model proposed is based on the Galperin's psychological theory, a psychologist who defines the development of the psyche through mental stages organized and guided by an experienced person, called Action-Oriented Base (AOB). With the action-oriented base resource and Augmented Reality computational tool, this work proposes the didactic practice of teaching Physics using Augmented Reality. The research has been conducted among UFAM (Federal University of Amazon) Natural Sciences students. Methodology used to evaluate the research results in qualitative terms, with explanatory and exploratory intent. The instruments employed in order to obtain data were participant observation, questionnaire, interview and field diary. The results obtained through the data are products of the synthesis of the theoretical foundations of the research and data collected through methodological tools by the researcher. Based in the results, this work considers the possibility of the introduction of the previous proposed didactic sequence, highlighting positive indicators to the formation of scientific concepts in teaching Physics.

Key words: Concepts formation, teaching Physics, Augmented Reality



## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

BOA: Base Orientadora da Ação

EAD: Educação à Distância

ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio

INEP: Instituto Nacional de Educação e Pesquisa.

MHS : Movimento Harmônico Simples

M.U : Movimento Uniforme

M.U.V : Movimento Uniforme Variado

PCN: Parâmetros Curriculares Nacional

PPGECIM: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

PeT – UnB: Programa de Educação Tutorial: Universidade de Brasília.

Q.R.C : Quick Response Code ( Resposta Rápida)

R.A : Realidade Aumentada

R.V : Realidade Virtual

## Lista de Figuras

Figura 1. Esquema de funcionamento do QR - Code.....	49
Figura 2. Pêndulo Simples com hastes de comprimentos diferentes.....	50
Figura 3. Aplicação de realidade aumentada em circuitos elétricos - Fonte: Souza (2011).....	54
Figura 4: Modelo didático proposto pelo trabalho.....	59
Figura 5. Resultado da primeira atividade realizada com os alunos.....	72
Figura 6. Satisfação dos alunos quanto a sua formação em física no Ensino Médio.....	74
Figura 7. Satisfação dos alunos que cursaram Ensino Médio em escola pública.....	74
Figura 8. Satisfação dos alunos que cursaram Ensino Médio em escola privada.....	74
Figura 9. Resolução de exercícios recorrendo a definições e conceitos em física.....	75
Figura 10. Definição conceitual sobre movimento.....	81
Figura 11. Definição conceitual sobre movimento periódico.....	86

## Sumário

INTRODUÇÃO.....	11
CAPÍTULO 1 – O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NA CONTEMPORANEIDADE.....	19
1.1 Caracterização do objeto da pesquisa. Situação inicial.....	20
1.2 O processo de formação de conceitos científicos.....	21
1.2.1 Organização Científica em Física na Prática Escolar.....	24
1.3 As dimensões do professor de Física em sua função de orientador do conhecimento.....	27
1.4 Atividade prática no ensino de Física para a formação de conceitos científicos.....	29
1.5 Aprendizagem em Física e as condições contemporâneos do Processo de Ensino Aprendizagem, o que mudou?.....	32
CAPÍTULO 2 -A FORMAÇÃO DE CONCEITOS COMO HABILIDADE INTELECTUAL.....	36
2.1 O Pensamento Sistêmico e a Formação de Conceitos Científicos.....	37
2.2 A Teoria das Ações Mentais de Galperín: Organização e internalização de novos conhecimentos.....	39
2.3 A Utilização de Instrumentos Tecnológicos Contemporâneos para o Ensino de Física.....	44
CAPÍTULO 3 - REALIDADE AUMENTADA: DESENVOLVIMENTO, UTILIZAÇÃO E APLICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....	47
3.1 Aplicação da Realidade Aumentada no Ensino: Por que essa Tecnologia?.....	52
3.2 Proposta metodológica para a implementação da realidade aumentada no ensino de Física no curso de Ciências Naturais.....	54
3.3 Sequência didática para a formação de conceitos científicos a partir da realidade aumentada no Processo de ensino e aprendizagem da Física.....	57
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE PESQUISA.....	61
4.1 Tipo da Pesquisa.....	61
4.2 Os Participantes da Pesquisa.....	62
4.3 Técnica da Pesquisa.....	63
4.4 Procedimento Metodológico da Abordagem.....	64
4.5 Os Momentos da Metodologia da pesquisa.....	67
4.6 A Análise dos Dados e Resultados da Pesquisa.....	68
4.6.1 A Observação do Processo de Ensino e Aprendizagem na Turma de Ciências Naturais.....	68
4.6.2 Atividade aplicada na disciplina de Física Geral e Experimental A (Conhecimentos Prévios).....	71
4.6.3 Questionário aplicado aos alunos após atividade de conhecimentos prévios.....	73
4.6.4 Aplicação da Base orientadora da ação nas atividades de Física.....	76
4.6.5 Entrevista com os alunos participantes.....	86
CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

## INTRODUÇÃO

Nono (2006) afirma que existe uma crescente preocupação com novas abordagens com intuito em desenvolver novas ferramentas didáticas e pedagógicas capazes de moldar-se ao contexto histórico e cultural dos nossos alunos.

Mesmo sabendo desse desbravamento em busca de novas tendências pedagógicas e sua atualização em relação ao momento histórico e político no Brasil, é comum observar a adesão por práticas e técnicas mecanicistas. As práticas chamadas mecanicistas recebe esse nome devido a procedimentos pedagógicos adotados pela escola tradicional. Segundo Gauthier (2014, pag. 162) “É um saber que se adquire principalmente por imitação, no contato com pedagogos experientes” As técnicas mecanicistas são levadas à considerações sobre sua eficiência, sugerindo uma adaptação por Gauthier (2014, pag. 163)

Esse conjunto de respostas prontas, esse repertório de ações pedagógicas a serem repetidas comporta erros, evidentemente. Agora é preciso questionar esse saber, passar pelo pente fino da crítica essas afirmações que datam de três séculos e, possivelmente transformar a tradição em uma pedagogia mais adequada ao novo contexto.

Se tratando da Física, os PCN propõe aos professores formas alternativas de exposição das aulas. Realizar atividades, considerando a vivência e posição social individual dos alunos. Diante das diversas possibilidades de alcançar tal sugestão, a utilização de recursos computacionais se encaixa adequadamente pois faz parte cotidianamente da vida dos nossos alunos, são extremamente educativas se aplicadas com responsabilidade e orientação, além de motivar a aprendizagem pelo manuseio e curiosidade que os aplicativos educativos oferecem atualmente. A utilização dessas ferramentas favorecem um processo ativo, não somente deste ponto de vista da mobilização de fatores volitivos mas desde o plano psíquico mental para a formação e desenvolvimento das capacidades intelectuais dos alunos.

O ato de aprender, o desenvolver do conceito desse ou daquele fenômeno observado, se faz através de um vai e vem de comunicação entre indivíduos socialmente inseridos num mesmo contexto cultural de saberes compartilhados ao longo da história (PACHECO 2012). Freire (2011) afirma que a interação social entre indivíduos de forma cultural, assegura o processo de maturação dos saberes. Sobre isso (PACHECO, 2012),

é de grande importância as formas de comunicação e uso das tecnologias construídas pelo homem, pois o mundo globalizado propicia novos saberes em favor do desenvolvimento do conhecimento científico.

Nesta forma de ensino com formação de conceitos científicos decorre do processo de aprendizagem no qual o indivíduo tem a plena consciência do fenômeno, sendo autônomo na continuidade do desenvolvimento escolar científico já assimilado, possuindo habilidades em propor hipóteses. E para o amadurecimento da forma de pensar é necessário planejamento didático e uma metodologia de ensino capaz em conduzir uma organização mental trazendo a figura do professor como mediador na forma de pensar do aluno que se faz necessária (HENRIQUE, 2004).

Dentre as diversas possibilidades propostas que colaboram com uma formação sistematizada, a prática sobre o objeto de aprendizagem é bastante indicada (MERCADO, 2002), pois em toda história do homem e suas conquistas foram realizadas através da observação da natureza. Se tratando do ensino de Física, a prática experimental além de importante para internalizar conhecimento é uma forma de atrair a atenção dos alunos. A experimentação na sala de aula deve ser além de uma simples aplicação atrativa, mas também explicativa, problematizadora e planejada para que atue no limiar do desenvolvimento potencial (VILLANI, 1999).

Para uma formação crítica sobre o objeto de observação, os cientistas utilizam os métodos científicos<sup>1</sup> para definir o que foi observado. Os métodos são utilizados para fim de comprovação a serem utilizados testes de verificação. Na obtenção de um modelo que descreva uma observação feita da natureza é necessário organizar o pensamento e estabelecer caminhos para obtenção dos resultados. Todo cientista utiliza o pensamento lógico para desenvolver suas teorias e modelos de descrição. A utilização da lógica na vida dos seres humanos é parte do seu processo de construção histórico-social, assim, fazendo a utilização consciente em práticas experimentais na construção de modelos que expressam fenômenos observados será fundamental para a sua construção e formação intelectual.

No caso da aprendizagem escolar os discentes devem ser orientados em como recorrer às habilidades intelectuais na resolução de problemas. Os docentes na postura de mediadores devem colocar-se como mão guia nas atividades, auxiliando no desenvolvimento das habilidades intelectuais.

---

<sup>1</sup> Método científico é o conjunto das normas básicas que devem ser seguidas para a produção de conhecimentos que têm o rigor da ciência, ou seja, é um método usado para a pesquisa e comprovação de um determinado conteúdo.

Uma ação cognitiva dentro dos parâmetros científicos é vista como algo que se estabelece não apenas pelas operações lógicas, mas dentro de uma visão científica. O indivíduo desprovido de conceitos científicos recorre às concepções alternativas, esse tipo de conhecimento baseia-se no senso comum. Diferente das concepções alternativas, o conceito científico segue as evidências de definições âncoras para a formação de uma nova definição, sendo a base dos conceitos ancoradouros os conhecimentos científicos.

Se tratando do ensino de Ciências, especificamente o ensino de Física, a observação, a prática sobre a observação, a lógica e as definições científicas são instrumentos que deveriam fazer parte da vida acadêmica dos discentes, assim como para um cientista que almeja compreender os fenômenos a fim de sintetizá-los na forma de enunciado; deseja compreender assuntos da Física com intuito de internalizá-lo como definição conceitual.

Na busca de compreender a forma que o homem organiza seus pensamentos, Vigotsky apud. Rego (1995) propõe através dos seus estudos psicológicos a ideia de que o homem quando assimila<sup>2</sup> transcorre caminho de aprendizagem o qual chamou zona de desenvolvimento proximal<sup>3</sup>. Nesse processo de desenvolvimento, ocorre várias outras etapas subjacentes à mesma zona, o qual foi tema de pesquisa de Lurian, Leontiev, Davydov e Galperín, apud. Talízina (1988). Galperín em relação aos demais buscou sistematizar como e quais formas o homem aprende, estabelecendo etapas mentais que segundo ele Galperín apud. Talízina (1988) todo ser humano faz inconscientemente ao realizar uma atividade, preocupando-se em estabelecer como essas etapas mentais se relacionavam e se desenvolvem no cognitivo humano, bem como a sua utilização para desenvolvimento da aprendizagem.

Para uma formação conceitual em formato lógico-matemático é preciso que haja organização mental decorrente de um processo de ensino. A interação social de indivíduos mais experientes – neste caso o professor – é de extrema importância para o desenvolver do pensamento do aluno (REGO, 1995). Segundo Talízina (1988), uma formação organizada em etapas mentais estabelecidas no cognitivo serão capazes de proporcionar habilidades intelectuais superiores dos mais diversos tipos, bem como o de cunho lógico. Para aprender é necessário ter disposição. Cada pessoa tem em certo grau um nível de conhecimento sobre as coisas, e sua disposição a aprender está ligado à sua

---

<sup>2</sup> Assimilar os conhecimentos de uma disciplina envolve o estudo dia a dia dessa matéria. O aluno assimila uma explicação de matemática quando entendeu de verdade e pode explicá-la a outra pessoa com suas próprias palavras.

<sup>3</sup> A zona de desenvolvimento proximal é o limiar entre a zona do desenvolvimento efetivo e a zona de desenvolvimento potencial. ( a explicação mais abrangente desse assunto será abordado no capítulo seguinte)

motivação, ou seja, se não houver motivos plausíveis para aprender algo, por que se deve aprender?

A desmotivação é um dos grandes vilões que corrobora o desinteresse pela Física. Motivar e mostrar a relevância sobre o porque deve aprender isso ou aquilo, incentivar e encorajar a não temer o conhecimento são ações importantes que devem fazer parte da prática docente.

Uma ação relevante ao ato de motivação é levá-los a práticas que sejam comum às suas experiências diárias. Por exemplo, para os jovens, a utilização responsável de aplicativos computacionais são boas excelentes recursos que podem ser utilizadas na sala de aula. Com eles, pode-se navegar na internet, sintonizar a estação de rádio de sua preferência, realizar atividades acadêmicas, como escrever textos, preparar artigos etc. Os diversos recursos que essas tecnologias oferecem podem ser exploradas pelo docente de acordo com o objetivo do conteúdo proposto.

É cada vez mais comum a utilização das tecnologias como recurso didático nas aulas de física, seu uso vem para facilitar o Processo de Ensino e Aprendizagem. Como efeito dessa implementação tecnológica na vida humana, os processos educativos contemporâneos têm buscado acompanhar o avanço tecnológico na sociedade, que segundo Pacheco (2012) os modelos teóricos educacionais estão sendo reavaliados e, a ciência, assim como toda a sociedade estão vivendo um momento de efervescência e intensa transformação. O uso das novas tecnologias para o ensino de Ciências é de grande importância para o desenvolvimento do pensamento dos alunos (PCN, 2016), tendo em vista que a geração atual nasce imerso a uma infinidade de instrumentos tecnológicos, no qual, através dessa interação homem - tecnologia muito se assimila e constrói conceitos através da experiência vívida.

Dentre as inúmeras aplicações tecnológicas que se pode adquirir em aplicativos de celulares, tablets e computadores, hoje fala-se da Realidade Aumentada e Virtual. Até algumas décadas atrás, nunca se tinha ouvido falar no Brasil dessas tecnologias. Lançada no Japão, é uma realidade diária a alguns anos. No Brasil o nome desta tecnologia se tornou mais comum em 2014, quando as redes de comunicação divulgaram os jogos com realidade Aumentada e Virtual, um dos jogos mais conhecidos no celular, foi o Pokémon G.O.<sup>4</sup>

O diferencial dos jogos convencionais e os jogos que utilizam Realidade Aumentada é exatamente a participação dos jogadores do real para o virtual, ou seja, a

---

<sup>4</sup> **Pokémon GO** é um jogo de realidade aumentada desenvolvido pela Nintendo em parceria com a Niantic.

interação do mundo físico com o mundo virtual. Nas escolas brasileiras e do mundo, ainda predomina o ensino pautado na repetição e na memorização. Um método de ensino que não garante uma aprendizagem plena e consciente, um método que para haver resolução de problemas o discente deve recorrer a técnicas diferentes para cada problema e isso gera a inconveniente dependência do docente em cada realização de atividade. (GALPERÍN APUD. NUÑES, 1998)

A proposta metodológica conhecida como socioconstrutivista é desenvolvida por Vigotsky e Galperín (VILLANE, 1997). No Brasil, pouco são os professores que fazem uso desse método, seja a não compreensão de como deve proceder para sua aplicação ou pela forma simples de manter tendência tradicional. A realização de uma prática construtivista organizada, sistematizada e planejada, mostra-se diferente da prática tradicional que prega métodos de memorização em relação à aprendizagem do aluno, com possíveis alternativas de ensino rumo a uma nova forma de aprender.

Neste trabalho utilizou-se dos recursos tecnológicos para instigar a curiosidade e a motivação do aprender em conjunto, das práticas orientadas de internalização e externalização dos conhecimentos baseando-se na psicologia de etapas mentais de aprendizagem apresentadas por Galperín.

A sequência didática proposta neste trabalho faz uso da realidade aumentada, como aplicação que não se fecha ao uso exclusivo de animações computacionais. O modelo proposto de ensino é aplicado com uso de instrumentos experimentais em laboratório e durante o processo de resolução de exercícios, e muitos deles dos livros de Física.

Devido as dificuldades dos alunos em definir conceitos científicos a partir dos fenômenos estudados e sua incapacidade em aplicar as equações para resolução de problemas, trabalha-se o seguinte problema científico: ***O sistema de ações interativas professor – aluno, através de recursos didáticos e a tecnologia educativa no processo de ensino e aprendizagem de Física, tem influências cognitivas favorecendo a formação de conceitos científicos?***

O objetivo Geral desta pesquisa consiste em implementar no processo de Ensino e Aprendizagem em Física, no Ensino Superior, um modelo de ensino que favoreça o desenvolvimento da habilidade em definir conceitos científicos o qual se realiza à luz da psicologia socioconstrutivista.

O aprofundamento sobre a psicologia do desenvolvimento do pensamento humano segundo os fundamentos sociointeracionista iniciada por Vigotsky, é uma



extensão das leituras bibliográficas sobre o assunto consideradas pelo pesquisador relevante, a fim que o leitor possa ter uma compreensão ampla e conhecer os caminhos que levam as ações mentais.

Em auxílio a esse modelo de ensino, é incorporado ao trabalho a utilização da Realidade Aumentada, uma importante ferramenta atual das tecnologias educativas. A justificativa para o uso destes aplicativos e softwares que envolvem o tema “realidade aumentada” está na sua capacidade em estimular a motivação e a curiosidade em aprender, Regonha (2015) salienta que é preponderante o indivíduo submeter-se a desenvolver um novo conhecimento, Martins (2012) afirma que o uso da Realidade Aumentada proporciona aos alunos uma oportunidade diferenciada de aprender, gerando motivação sobre o assunto.

Como objetivo específico se tem os seguintes itens: observar o processo de ensino e aprendizagem da Física, elaborar uma sequência didática para a partir da utilização dos recursos da realidade aumentada ativar o processo de ensino e aprendizagem em Física, por fim, estabelecer os indicadores para a formação e desenvolvimento da habilidade em definir conceitos.

A relevância deste tema de pesquisa reside na possibilidade em contribuir para o processo de ensino e aprendizagem em Física, proporcionando uma forma alternativa de ensino dessa ciência numa perspectiva construtivista Laugksch apud. Santos (2007) ao formar indivíduos críticos e autônomos no seu processo de desenvolvimento mental, construindo assim na sociedade, novas possibilidades e contribuições no desenvolvimento científico.

Através da experiência do pesquisador em campo, percebeu-se que muitos alunos decoram as equações e não sabem aplicá-las de forma adequada e não compreendem a relação da equação e a observação do fenômeno. A memorização é uma habilidade necessária na Física, todavia não sendo suficiente para compreensão tem sua totalidade sendo necessário que o discente internalize os conscientemente os conceitos e suas definições de forma adequada.

Diversos estudos na temática de formação conceitual, os principais motivos que geram mal compreensão da Física mostram que a repetição de atividades de forma mecânica capacitam o discente a solucionar diversos tipos de problemas, contudo a compreensão e a definição conceitual que justificam o uso de equações matemáticas ficam obscuras e sem validade quando desafiados explicar a solução do problema. Com

base nessas observações sobre o processo de ensino tradicional, e a experiência do pesquisador, nasceu a motivação para a produção deste trabalho.

Para o desenvolvimento dos resultados e discussões, o pesquisador utilizou da pesquisa qualitativa, o uso de prognóstico para determinação dos conhecimentos prévios, observação, questionários, avaliação e entrevista. A pesquisa assume caráter descritivo exploratório.

No capítulo 1 são tratados aspectos do processo de ensino da Física na contemporaneidade, ele se caracteriza como o ensino de Física e é realizado nas escolas do Brasil. Aborda sobre o ensino tradicional e suas características particulares de ensino, como os conceitos científicos se desenvolvem e seu aceitamento no mundo das ciências.

O capítulo aborda sobre o processo de formação de conceitos numa perspectiva sócio – histórica. Uma prática que se desenvolve através da interação entre indivíduos, pela cultura o qual cada um está inserido. A formação de conceito científico é um processo que ocorre através do intercâmbio entre pessoas ou instrumentos tecnológicos que fornecem informações sobre algo, sendo muito além de transmissão de informação, mas o compartilhamento de ações científicas que evidenciam fenômenos observados, o qual se baseia em métodos científicos; sendo assim, a aprendizagem e conseqüentemente o desenvolvimento intelectual se forma num âmbito social de interação e troca de conhecimentos.

No capítulo 2 define-se o conceito de lógica, ferramenta humana utilizada para solucionar problemas diários, passível de treino que favorece o desenvolvimento de habilidades fundamentais para aprendizagem. Mesmo sendo de suma importância para o homem é pouco compreendida, diversas vezes realizada inconscientemente, desorganizada e na grande maioria das vezes acessada sem planejamento adequado. Aborda-se sobre como as habilidades cognitivas são acessadas através da lógica, sendo tão presente nas elaborações conceituais e definições verbais nas ciências da natureza e da terra.

O capítulo também apresenta os principais referenciais teóricos e reflexões do pesquisador em relação aos trabalhos de outros autores relacionados com o tema da pesquisa, o qual se relaciona aos elementos do processo de desenvolvimento mental e o processo de ensino e aprendizagem, que pretende ser a nossa perspectiva teórica segundo a teoria das ações mentais por estágio. Nele aborda-se os tipos de Base Orientadora da Ação e suas características no ensino, a consequência da base orientadora da ação e o desenvolvimento de conceitos e definições a partir da prática

elaborada pelo docente. O autor faz referência sobre a utilização de instrumentos tecnológicos nas práticas de ensino, sua potencialidade em desenvolver e despertar o interesse em aprender e sua contribuição para as aulas de ciências.

O capítulo 3, após a revisão de como as ações mentais têm sido utilizadas no ensino de ciências, em particular na Física, relacionamos à utilização da Realidade Aumentada como recurso de apoio ao ensino de Física adaptado ao modelo proposto pelo pesquisador e os caminhos dessa aplicação de forma orientada e organizada. Nesse capítulo serão apresentadas definições essenciais para compreensão do que se trata Realidade Aumentada, sua participação e aplicação na ciência, assim como a justificativa de sua utilização no modelo de ensino proposto pelo trabalho.

No capítulo 4 são tratados assuntos sobre a metodologia de trabalho utilizada para coleta de dados e análise da aplicação da pesquisa. Neste capítulo é esclarecido o método utilizado para coleta de dados, os testes de refutação da hipótese, as ferramentas de coleta de dados seguidas dos seus resultados, os quais são analisados à luz dos teóricos que embasam essa pesquisa. Conhecimentos prévios, Questionários, entrevistas e atividades aplicadas ao longo da pesquisa são itens que compõe o referente capítulo, apresenta-se discussão dos resultados obtidos na pesquisa utilizando tabelas e gráficos que foram gerados em resposta aos dados coletados. Por fim, o trabalho finaliza com as considerações e a bibliografia utilizada ao longo deste processo de pesquisa.

# CAPÍTULO 1 – O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NA CONTEMPORANEIDADE

“A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.

**John Dewey** “

A formação de conceitos científicos referentes à Física tem sido cada vez mais desvalorizada pelos professores. Segundo Ricardo (2007), a concepção de uma Física matematizada desestimula os alunos, e vem construindo ao longo dos anos letivos barreira à aprendizagem; apoiam-se em respostas matematizadas sem correlação com as unidades dimensionais do problema

A abstração, o formalismo matemático e o ensino tradicionalista – repetição, resolução de problemas acabados e descontextualizados, que não dão margem para a autocrítica, análise e síntese do aluno, gera um conhecimento teórico ineficaz e isso se justifica pelo mau desempenho dos alunos nas atividades escolares. É comum na sala de aula o professor ser surpreendido por alunos que sabem todas as fórmulas, possui habilidades matemáticas sem dificuldades em aplicá-las (SILVA, 2016), porém não conseguem resolver os exercícios mais simples passado pelo professor. Consoante ao que se observa em sala de aula, pode-se perceber que o motivo está na má formação conceitual sobre o assunto. A compreensão na resolução do problema em sua totalidade somente se faz efetiva se além do domínio da matemática, houver entendimento do conceito inerente ao problema (PEREIRA, 2013).

O Professor, na postura de mediador e orientar tem a responsabilidade de ajudar na organização das informações adquiridas nas aulas, deixando o aluno desenvolver à sua maneira a melhor forma de hierarquização e classificação conceitual no seu cognitivo. O importante nesse processo de desenvolvimento da habilidade em conceituar de forma adequada os fenômenos, é a capacidade do docente se colocar como orientador educacional e não um informante sobre todo o conhecimento humano.

Nos métodos usados atualmente para ensinar nas escolas destacam-se as apresentações de problemas complexos/experimentais, sua utilização permite a prática sobre o próprio problema, sua aprendizagem ser orientada de forma adequada, ganha uma roupagem de ensino centrado no aluno, abrindo margem para a motivação e a criatividade.

## 1.1 Caracterização do objeto da pesquisa. Situação inicial.

A Física é conhecida como o “terror” para muitos alunos (PORTILHO, 2008). Uns alegam abstração, outros alegam sua não-afetividade por ela, há outros que não compreendem a aplicabilidade em suas vidas, gerando desinteresse pela mesma (PORTILHO, 2008)

A apresentação de uma Física “embebida” na matemática, com modelos complexos e abstratos, favorece inúmeras dificuldades de assimilação do conceito e dificuldades na resolução e compreensão dos problemas. Muito tempo se perde em processo cansativo através de fórmulas e “macetes” – por vezes mal compreendidas e descontextualizadas. Coelho (2003, p.34) afirma que:

Teorias modernas da psicologia e da ergonomia, pouco conhecidas, mostram que os físicos aplicam com frequências regras intuitivas, derivadas de seus conhecimentos procedurais, de hábitos adquiridos ou simplesmente do bom senso, ao invés de princípios físicos elaborados.

A prática errônea dos docentes em admitir que o ensino da disciplina está centrado no conteúdo, faz com que o assunto se resume a atividades de condicionamento de respostas prontas. Devido a especialização do docente e sua insensibilidade aos fundamentos pedagógicos do processo de ensino, aplicações de tratamento pedagógico sem devido valor aos conhecimentos prévios, estrutura dos tipos de aprendizagem requerida e descaracterização da situação estimuladora no processo de ensino, ocorre a obstrução da aprendizagem devido esses elementos.

Para o desenvolver da aprendizagem o tripé professor-aluno-ambiente deve ser caracterizado a todo momento no processo de ensino e aprendizagem. Santos apud. Piaget (2001, pag. 70)

O pensamento é a base em que se assenta a aprendizagem, é a maneira de a inteligência manifestar-se, e a inteligência, por sua vez, é um fenômeno biológico condicionado pela base neurônica do cérebro e do corpo inteiro, sujeito ao processo de maturação do organismo. A inteligência desenvolve uma estrutura e um funcionamento, e o próprio funcionamento vai modificando a estrutura. Isto é, a estrutura não é fixa e acabada, mas dinâmica, um processo de construção contínua. A construção se faz mediante a interação do organismo com seu meio ambiente, visando adaptar-se a ele para sobreviver e realizar o potencial vital deste organismo.

A qualidade da aprendizagem é resultante dos estímulos que o docente proporciona aos seus alunos. A aplicação do ensino dos conteúdos de física sem as

reflexões sobre os fenômenos e sua implicação na vida humana é vazia, sem conexão contextual dos conhecimentos do discente, e por isso abstrata. Segundo Brait ( 2010, p. 6)

Logo, a relação professor/aluno em meio ao ensino/aprendizagem, depende fundamentalmente, do ambiente estabelecido pelo professor, da relação empática com seus alunos, de sua capacidade de ouvir, refletir e discutir o nível de compreensão dos alunos e da criação das pontes entre o seu conhecimento e o deles. Indica também, que o professor, educador da era industrial com exceções, deve buscar educar para as mudanças, para a autonomia no mundo real, para a liberdade possível numa abordagem global, trabalhando o lado positivo dos alunos e para a formação de um cidadão consciente de seus deveres e de suas responsabilidades sociais.

Essa forma de ensinar está consolidado na vida de vários alunos quanto a Física. Atualmente o uso da matemática em questões que não representam situações de empregabilidade na vida do aluno tem contribuído em grande escala na aprendizagem. Os argumentos de que a Física é compreendida em sua totalidade através de fórmulas e aplicação matemática se mantém nos discursos da maioria dos alunos (SILVA, 2016). Esse argumento se sustenta tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior.

Karam (2012) verifica a relação da aplicação Matemática na Física, relatando através do questionário aplicado que 63,6% de uma amostra de 44 alunos do ensino médio acreditam ser impossível aprender Física sem saber Matemática. Sobre isso, Ricardo (2006, p. 255) diz: “[...] a física a que tiveram acesso em sua vida escolar não foi muito além de aplicação de fórmulas.”

Se considerar a forma com que a física é apresentada na maioria dos livros didáticos, [...] predomina a resolução de exercícios pela aplicação de fórmulas, sem qualquer discussão conceitual dos princípios físicos envolvidos. (RICARDO 2006, p. 255)

Para Nuñez (1998), a definição conceitual é extremamente relevante para a solução de problemas teóricos, sem uma definição bem organizada dificilmente uma pessoa será capaz de resolver corretamente atividades que exijam análise. Para que haja formação conceitual de forma correta, não somente a intervenção do professor sendo seu orientador na forma de pensar, mas estímulos em situações que permitam a curiosidade o pensamento sistêmico.

## **1.2 O processo de formação de conceitos científicos.**

Quando se está diante de situações dos quais se precisa utilizar concepções lógicas que requerem raciocínio e retomada de experiências anteriores, está se

adentrando numa região cerebral de desenvolvimento e aprendizagem. Contudo, para que a aprendizagem da nova informação seja considerada como algo científico, é preciso que haja uma intervenção social de outros indivíduos que tenham assimilado conscientemente tal informação. Vigotsky diferencia conceito científico e não científico como espontâneo e não espontâneo. (REGO, 1995)

Segundo Nunéz (1998), os conceitos não científicos são aqueles que se formam no dia a dia, geralmente através da tentativa e erro. Já os considerados científicos, são os internalizados de forma consciente. A participação da escola/professor na formação desses conceitos é de suma importância. Entre os conceitos espontâneos e não espontâneos há de considerar que ambos geram desenvolvimento, mas apenas por meio do processo organizado das ideias que se obtém o desenvolvimento cognitivo.

Os conceitos espontâneos e não espontâneos são considerados por Vigotsky antagônicos, visto o caminho traçado para seu desenvolvimento. O espontâneo de acordo com Nuñez (1998) tem sentido de baixo para cima, já o não espontâneo de cima para baixo. Os conceitos científicos partem do abstrato para o concreto. Entretanto, ainda que tenham direção contrária a do não científico, nada significa para o desenvolvimento cognitivo do discente se não houver consciência do conceito.

Para que o discente tenha plena consciência do conceito e transite para o processo de assimilação, a intervenção na sua prática é elemento fundamental para esse objetivo. Para Nuñez (1998, p. 94)

[...] é necessário que o conceito seja aplicado à solução de tarefas que exijam fazer uso das características essenciais como ponto de referência. Isto traz consigo uma nova visão metodológica na formação de conceitos científicos. Trata-se também de propiciar, nesse momento, situações de aprendizagem que não só permitam a definição do conceito científico, mas também de sua aplicação.

Aqui nesse ponto, vale o alerta de que a formação de conceitos espontâneos, conscientes, sejam meros sistemas de repetição oral transmitido pelo professor. Não deve ser uma atividade fechada, acabada e/ou linear. Não é correto introduzir na mente do aluno a definição de forma pronta. Vigotsky apud. Nuñez (1989, p. 88) se pronuncia quanto a função mediadora do professor nessa etapa.

Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-los e dirigi-los. O signo mediador é incorporado a sua estrutura como parte indispensável, na verdade, a parte central do processo como um todo. Na formação do conceito esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se um símbolo

A definição conceitual se estabelece além do plano mental, externaliza para o mundo sua forma através dos signos que identificam o conceito. Na distinção entre conceitos científicos e não científicos (espontâneos), os científicos são conhecimentos sistematizados, organizados, dos quais pressupõe uma hierarquização dos níveis conceituais adquiridos. Essa tomada consciente de desenvolvimento estabelece a ordenação, subordinação e supraordenação; esse caminho cognitivo que se forma na mente do aluno constitui um sistema concreto para o pensamento. Pozo (2009, pag. 121)

Há numerosos dados que mostram que a Física intuitiva dos adultos está muito mais próxima daquela das crianças do que normalmente se pensa. Inclusive, alguns autores afirmam que entre os novatos e os especialistas em um domínio não existiriam diferenças estruturais radicais e sim mudanças menores na estrutura do conhecimento de domínio, resultado muito mais de uma aprendizagem cumulativa, de uma diferenciação e generalização entre conceitos, que de uma estruturação ou mudança conceitual radical

Sobre a formação de conceitos científicos, esse processo, segundo Pozo é nada mais que uma organização das concepções alternativas, uma atividade cognitiva sistêmica de caracterização do conceito, formação de hierarquias e variação da situação analisada em diversas situações para que se obtenha classificação e por seguinte, assimilação consciente.

A formação dos conceitos consiste na apropriação de saberes acumulados pela humanidade dentro de uma mediatização simbólica, interativa. É importante lembrar que a formação do conceito não está ligada somente a maturação das funções superiores – desenvolve-se e se estabelece no cognitivo – mas pelas relações humanas sociais, na troca de saberes sociais que se compartilham.

O ser humano aprende pelo convívio em sociedade. Os conceitos científicos construídos ao longo da história são repassados sócio historicamente. O professor de Física representa o especialista, possui maior experiência acadêmica que seus alunos, sua experiência de vida e os conceitos devem ser repassados não por fórmulas acabadas, nem por exatidão, mas de forma natural na participação entre professor-aluno. Questionamentos, sugestões, hipóteses e métodos devem “temperos” para formação conceitual científica. Como convívio histórico, o conceito se faz pela experimentação em conjunto, aluno e professor trocando saberes, sentimentos e experiências. Todavia, esses fatores devem ser sistematizados, e previamente planejados pelo docente, a fim de



estabelecer o objetivo principal, o desenvolvimento da forma de pensar e sua autonomia. Pozo (2009, p. 122)

[...] a via principal para aprender ciências no ensino médio, e mesmo na universidade, seria seguir as pegadas dos cientistas [...] seguir os mesmos passos, a mesma metodologia, aplicar os procedimentos da ciência tal como os cientistas aplicam.

Deve-se considerar que sendo a aprendizagem característica de um processo social, não é possível considerá-la como uma via única de troca de saberes. Segundo Pozo (2009) em relação à psicologia moderna, as atividades exercidas pelos cientistas não se diferem de muitas outras tarefas realizadas no cotidiano das pessoas, não se trata de uma formatação da forma de pensar mas de uma organização dos processos psicológicos superiores.

Sendo assim, determinados os fatores psicológicos que se quer alcançar, o docente utiliza da curiosidade, indagação e observação ao lado do discente com intuito de direcioná-lo ao conhecimento científico. Para entender mais sobre essa metodologia de inquietude, falaremos sobre a função docente no campo da organização dos conceitos na estrutura cognitiva no próximo tópico.

#### 1.2.1 Organização Científica em Física na Prática Escolar.

Segundo o que propõe Pozo (2009), os métodos utilizados pelos especialistas em Física não devem divergir dos métodos utilizados pelos discentes para obtenção dos resultados escolares. Sabe-se que os alunos não possuem habilidades suficientes para agir tal como um especialista, entretanto, a figura do professor é o principal responsável pelo desabrochar das funções cognitivas, propondo a organização das estratégias mentais para solução dos problemas em Física, ou seja, a observação, a relação entre variáveis do problema, conjecturas, teste e definição conceitual devem ser presentes em todas atividades. Veja cada uma dessas fases.

##### *1 - Observação*

Grande parte das atividades em Física são resoluções de problemas e exercícios dos livros didáticos – situações que retratam acontecimentos da vida diária –, que faz uso apenas da leitura e interpretação do texto, neste caso não há como materializar o que é descrito no texto. Entretanto, os exercícios retratam acontecimentos experimentados em nossas vidas, excelente representação do que se passa no texto pode ser feito através da

ilustração (desenho). A tomada desta ação é de grande relevância para resolução dos exercícios de Física, pois além de oferecer a oportunidade de “ver” o fenômeno acontecer – observação na psique do discente - é possível identificar as grandezas que compõe o problema (posição, velocidade, tempo, aceleração, gravidade, temperatura, massa, entre outras)

Com o desenho inicial e um pouco de imaginação, o discente pode fazer as possíveis observações de momentos posteriores, realizando sucessivas ilustrações do que é formado no seu cognitivo. E após a construção da situação-problema, deve-se anotar informações pertinentes para solução final, tais como: velocidade, posição, tempo, comprimento, variação de temperatura, período de oscilação, etc. O desenho proporciona ao aluno a oportunidade de investigar as variáveis. (POLYA, 1995)

### *2- Identificar as variáveis e relacioná-las.*

Na Física, a utilização da matemática é essencial para obtenção da explicação quantitativa e uma definição operacional<sup>5</sup> para resolver as atividades. Ao fazer a leitura e identificar as variáveis, o discente deve comparar grandeza a grandeza, com intuito de criar modelagem matemática inicial para a solução do problema. Vejamos o problema proposto por Gaspar (2012, p. 35)

4. A distância entre duas cidades é de 48 km. Um carro percorre a primeira metade do percurso com velocidade escalar média de 60 km/h e a segunda metade com velocidade escalar média de 80 km/h. Qual a velocidade ao longo de todo o percurso?

Este é um exemplo simples de como analisar a relação entre as variáveis. Verifica-se que no problema as variáveis são: velocidade, tempo e posição. Ou seja, (V,S,T)

V – velocidade

S – posição

T – Tempo

Neste problema a variação da posição ( $\Delta S$ ) não se altera entre os dois intervalos pois o problema deixa claro se valor é idêntico para  $t_1$  (tempo da primeira metade) e  $t_2$  (tempo para a segunda metade). Veja que a velocidade contrário a variação da posição nas metades, são variáveis, tal que sua razão é de 4/3. Ou seja,  $v_2 > v_1$  e como consequência disso temos que  $t_2 < t_1$ . Com essas informações podemos propor que

---

<sup>5</sup> Definição operacional é um procedimento que atribui um significado comunicável a um conceito através da especificação de como o conceito é aplicado dentro de um conjunto específico de circunstâncias. De uma outra forma, uma definição operacional é uma descrição precisa de o que algo é e de como se obtém um

<sup>6</sup>. Como o problema deseja determinar a velocidade média ao longo de todo percurso, verificamos de forma trivial que quanto maior a variação da posição mantendo o tempo constante, aumentamos o módulo da velocidade, ou seja:  $V \propto S$ . Sendo assim propondo a solução final para a velocidade temos que:  $V \propto \frac{S}{T}$ , ou ainda:

$$V_T = \frac{X+X}{t_1+t_2} = \frac{2 \cdot X}{\frac{X}{v_1} + \frac{X}{v_2}} \rightarrow V_T = \frac{2 \cdot v_1 \cdot v_2}{v_1 + v_2}$$

velocidade média total é 69 km/h.

Repare que as variáveis que fazem parte do problema já estão relacionadas, a partir disso, pode-se fazer as primeiras relações de proporção matemática. Como se está tratando de grandezas, então se pode estabelecer uma relação de “aumento” ou “diminuição” entre as variáveis do problema. A isso, os matemáticos chamam de grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais.<sup>7</sup>

### 3. Conjecturas sobre o problema

As conjecturas na resolução de exercícios e problemas em Física servem como um pente fino entre as relações já estabelecidas na fase 2. São as sugestões sobre as variações das grandezas independentes que proporcionarão uma mudança particular para cada grandeza dependente. No caso do problema de Gaspar (2012), Observa-se a dependência da velocidade do percurso total em relação às velocidades parciais entre os dois intervalos em questão, a saber,  $v_1=60\text{ km/h}$  e  $v_2=80\text{ km/h}$ , com tais informações verifica-se que o aumento ou diminuição da velocidade gera alternância nos tempos, que consequentemente altera a velocidade média total no percurso total, confirmando a etapa 2.

### 4. Análise

Na análise, o discente comprova através das dimensões físicas das variáveis, relacionado-as com as etapas 2 e 3, verificando se há convergência. No caso dos problemas de Física, utiliza-se a análise de dimensão<sup>8</sup>. Com o uso da análise

<sup>6</sup> O símbolo utilizado nesta equação representa proporção. Ele garante que as unidades físicas que se encontram do lado esquerdo são proporcionais as do lado direito.

<sup>7</sup> Grandezas diretamente proporcionais: São aquelas grandezas onde a variação de uma provoca a variação da outra numa mesma razão. Grandezas inversamente proporcionais Uma grandeza é inversamente proporcional quando operações inversas são utilizadas nas grandezas.

<sup>8</sup> A técnica da análise dimensional e seu conceito para obtenção da unidade de medida das variáveis, ver o apêndice A

dimensional, os físicos podem relacionar as variáveis e fazer uma sugestão quantitativa de como se relacionam. Voltemos para o problema composto por Gaspar (2012) e vejamos qual a unidade física da velocidade na solução proposta.

Se a velocidade possui dimensão  $[L]/[T]$  então a equação  $V_T = \frac{2 \cdot v_1 \cdot v_2}{v_1 + v_2}$

necessariamente deve ter essa dimensão. Como  $V_T$  é uma função de  $v_1$  e  $v_2$ , e 2 é uma

variável adimensional<sup>9</sup> teremos:  $V_T = [L]/[T] = \frac{[L]/[T] \cdot [L]/[T]}{[L]/[T]} \rightarrow \frac{[L]/[T]^2}{[L]/[T]} = [L]/[T]$ ,

comprovando harmonia dimensional com a resposta proposta.

### 5. Definição conceitual

A definição conceitual é o último estágio do processo científico de obtenção de resultado. É nesse momento que o especialista coloca as evidências em questão na forma de uma definição geral. Esse processo é a externalização de princípios lógicos e mentais que se formam após as 4 etapas anteriores. Externalizar o que se construiu no campo mental é uma forma de obtenção do saber a partir da experimentação científica.

Com o uso das etapas os cientistas lapidam o conhecimento e os aplicam nas mais diversas ocasiões. De maneira semelhante os discentes agindo com a mesma linha de raciocínio de pesquisa poderiam elaborar suas próprias estratégias e formas alternativas de recorrência aos saberes internalizados ao longo de sua vida acadêmica.

## 1.3 As dimensões do professor de Física em sua função de orientador do conhecimento

Entregar atividades para serem solucionadas sem a explicação das condutas para a execução é um procedimento vazio. Se não houver conhecimentos prévios sobre determinado assunto a execução correta da atividade será bem mais demorada que uma atividade orientada. Assim como uma atividade da mais simples a ser realizada por um adulto é de extrema complexabilidade para uma criança. Contudo, até mesmo para a criança as atividades que lhes são propostas com auxílio do adulto tornar-se-á simples após uma quantidade de repetições. Para que haja desenvolvimento é preciso que ocorra a aprendizagem. Segundo Leontiev [et.al] (2005, p. 26) “A aprendizagem segue sempre o desenvolvimento” e essa aprendizagem se constrói no homem através de sua interação social com outros indivíduos. Leontiev [et.al] (2005, p 91) “No decorrer da história, os

<sup>9</sup> Unidade matemática que não possui dimensão.

homens governados por leis sociais, desenvolveram características mentais superiores. Milhares de anos de história social conduziram mais, a este respeito, do que milhões de anos de evolução biológica”

Segundo a psicologia de desenvolvimento humano, o homem aprende por meio da interação humana. É a ação do indivíduo mais experiente sobre os instrumentos desenvolvidos ao longo da história agindo sobre outros indivíduos que não possuem experiência de mundo – ou melhor, experiência sobre o contexto do instrumento observado. Leontiev [et.al] (2005, p. 91).

As conquistas do desenvolvimento histórico humano são consolidadas e transmitidas de uma geração para outra de maneira particular, e precisamente de maneira exotérica, externa. Esta nova forma de acumulação da experiência filogenética surgiu porque a forma específica da atividade do homem é a atividade produtiva. Ou seja, a atividade fundamental dos homens é o seu trabalho

Para Leontiev (2005) , as operações mentais superiores se desenvolvem e tomam a estrutura mental na forma de signos<sup>10</sup>, a internalização permite transformar ações externas (observadas), em materiais dentro de um plano mental. Esse processo de internalização origina vários outros atos mentais.

Com o intermédio do ser mais experiente sobre o outro (menos experiente) em realizar atividades com seu auxílio, ocorrem desenvolvimentos dos processos cognitivos superiores. Por exemplo, quando uma criança é submetida a realizar uma atividade no qual tem requisitos físicos e cognitivos, não ocorre uma evolução expressiva na aprendizagem ( zona de desenvolvimento efetivo ); quando a criança é submetida a realizar uma atividade em que estar longe do seu potencial cognitivo, muito dificilmente ela será capaz de executar a ação com êxito (zona de desenvolvimento potencial). Entretanto, quando a criança é orientada por alguém mais experiente que possui habilidades e técnicas já desenvolvidas então provavelmente a criança realizará a tarefa, talvez não com o êxito esperado, mas após a prática desta atividade com orientação, alcance o seu objetivo de forma satisfatória.

Essa ponte transposição o qual a criança foi submetida e conduzida por alguém mais experiente, Vigotsky apud. Rego (1995) chamou de zona de desenvolvimento proximal, que para ele tem mais significado em termos da aprendizagem.

Sobe a maturação cognitiva que desenvolve aprendizagem, no livro escrito por Gaspar (2014), ele afirma que a teoria de Vigotsky é comprovada na neurociência em

---

<sup>10</sup> Vigotsky definiu os signos como sendo os propulsores no processo de desenvolvimento da forma de pensar dos seres humanos. A linguagem humana é representada por códigos, o qual Vigotsky chamou de signos.

várias publicações acadêmicas, Greenough, Merzenich e Taub (1990)<sup>11</sup> são alguns dos pesquisadores que evidenciaram a existência da plasticidade cerebral<sup>12</sup>.

Fica determinado que a participação de atividades em ambientes que estimulam aprendizagem, o desenvolvimento se torna mais favorável. Podemos ver nos estudos abordados por Gaspar (2014), evidências experimentais que comprovam a eficácia do processo de interação e compartilhamento de ideias entre os indivíduos bem como a formação e desenvolvimento cerebral dos mesmos.

Com base no paragrafo anterior, observe que a aprendizagem se molda segundo três aspectos importantes para o seu desenvolvimento: ambiente, ação e a interação social; esses três aspectos é de suma importância para os seres humanos. E neste caso o professor deve proporcionar ambientação adequada e favorável para aprendizagem, colocar-se como orientador do conhecimento e participante ativo no processo de aprendizagem. A concepção de um docente detentor do conhecimento, de uma verdade, restrito a qualquer sugestão e percepção pode até oferecer ferramentas para solucionar problemas a curto prazo (memória volátil), na primeira oportunidade de descarte ou percepção obsoleta do conhecimento sobre um outro problema fará com que deixe de lado e se dispersará em pequenas porções fragmentadas de conhecimento. Ao contrário a essa condição, o conhecimento organizado e sistematizado por um processo de ida e vinda do conhecimento forma uma aprendizagem mais sólida e mais durável no campo cognitivo.

#### **1.4 Atividade prática no ensino de Física para a formação de conceitos científicos**

Quando se é submetido a realizar uma atividade que nunca foi feita, a priori surge a desconfiança e a insegurança. Natural os sentimentos experimentados, mas conforme é desafiado a resolver o problema, mais se internaliza conhecimentos, sobre tudo, vários dos passos seguintes para a conclusão da atividade é mérito daquilo que já possui

---

11 Os cientistas colocaram dois grupos de ratos entre 28 a 32 dias em dois ambientes diferentes, um em gaiolas individuais onde recebiam apenas água e bebida; o outro onde além de bebida e comida, os ratos conviviam entre si e tinha em posse alguns brinquedos. Após os 32 dias, ao analisar o cérebro desses ratos notou-se uma discrepância entre os dois grupos. Gaspar (2014, p. 19). "Os ratos criados no ambiente complexo [gaiolas grandes] tinham neurônios com 60% mais espículas detriticas de múltiplas cabeças do corpo estriado do que os ratos de controle [ que estavam isolados nas gaiolas pequenas]"

12 É a propriedade do sistema nervoso que permite o desenvolvimento de alterações estruturais em resposta à experiência, e como adaptação a condições mutantes e a estímulos repetidos. Este fato é melhor compreendido através do conhecimento do neurônio, da natureza das suas conexões sinápticas e da organização das áreas cerebrais. A cada nova experiência do indivíduo, portanto, redes de neurônios são rearranjadas, outras tantas sinapses são reforçadas e múltiplas possibilidades de respostas ao ambiente tornam-se possíveis. <<http://www.profala.com/artneuro1.htm>>

(conhecimento prévio)! Séculos de desenvolvimento humano estão intrínsecos na atividade, conforme etapas são vencidas a complexidade de cada atividade passa por uma reorganização mental, tornando-se conhecimento âncora para uma próxima etapa.

A utilização de atividades experimentais segue essa linha de raciocínio. A observação e participação na aprendizagem além de formar habilidades motoras no manuseio, estimula a racionalização sobre a prática experimental, proporcionando uma visão mais ampla sobre a teoria.

Segundo a teoria psicológicas do desenvolvimento humano por Galperín, é necessário que as situações problemas sejam aplicadas antes de se obter a “fórmula” para a resolução. Para Davydov (1988) o aluno deve ter a capacidade de construir e formar o conceito que envolve o problema, através dos objetos de aprendizagem - mediação do professor - direcionando a uma generalização da resolução de todos os possíveis problemas.

A experimentação antes da aula teórica é além de motivacional, uma excelente estratégia didática para formação crítica do discente sobre a sua observação. Muito mais que uma ferramenta metodológica, a experimentação proporciona ao docente identificar concepções alternativas e obstáculos epistemológicos, que são fundamentais para o traçar do itinerário metodológico que será utilizado nas aulas teóricas. Grandin (2007, p. 03)

Um dos primeiros estudos aponta como objetivo central do laboratório didático no ensino de Física, permitir aos alunos explorar os aspectos existentes entre a Física e realidade, ou seja, a descrição Física da natureza a partir da própria natureza. Assim, colocando o laboratório como um processo de investigação, deverão ser contemplados basicamente os aspectos de planejamento de experimentos, previsão de resultados e confrontação entre os resultados obtidos e os resultados esperados[...]

Acredita-se, Brown et al. (1989) que ao realizar atividade em conjunto, é possível potencializar a compreensão e as soluções, que durante a aprendizagem individual não seriam possíveis, dando-lhes margem a criatividade, confrontando-os assim, com seus conhecimentos prévios e a inadequação das estratégias dos alunos, ajudando o desenvolvimento de habilidades específicas para esse tipo de trabalho

Apesar da carência nas escolas da rede pública e privada, as instituições de ensino estão se conscientizando que a prática experimental tem grande importância para o desenvolvimento da aprendizagem do aluno. Os PCNs orientam a utilização do laboratório de Física como uma atividade que deve sempre ser realizada em paralelo com

a teoria, afirmando que esse processo de interação aluno – experimento – professor proporcione uma autonomia no processo do pensamento científico. Brasil (2008, p.33)

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

É fácil notar que a orientação dos PCN para o ensino e aprendizagem da Física se faz a luz da teoria socioconstrutivista. Ele salienta o despertar da curiosidade e da autocrítica na atividade exercida, além de colocar o ensino centrado no aluno e não no docente como é característico do ensino tradicional. Sendo assim, a prática experimental segundo os PCN confirma a participação positiva das atividades em laboratório e sua importância na formação do discente.

Quando se fala de aulas experimentais na escola, os alunos e os coordenadores de ensino se animam e valorizam a atitude. Como já mencionado as aulas no laboratório podem ser uma excelente estratégia para o desenvolver de habilidades que serão importantes para a formação do discente, entretanto, deve-se atentar-se para que não ocorra uma simples apresentação de palco, que segundo Gaspar (2014) não se deve configurar num “efeito pirotécnico” o qual se estabelece no cognitivo do discente somente pelo fascínio de sua apresentação.

Dentro de uma visão vigotskiana, esse processo de ensino experimental deve ser orientado e planejado ao ponto de que os aprendizes tenham a capacidade em realizar a atividade nas proximidades da zona de desenvolvimento proximal, ou seja, receber orientações que direcionam para os conhecimentos prévios já estabelecidos sobre o assunto, que sejam âncoras para o desenvolvimento cognitivo. As orientações do docente não devem ser totais, mas no limiar do desenvolvimento do conhecimento.

O planejamento docente deve ser feito com muita cautela, deve-se ter conhecimento dos elementos fundamentais (conhecimentos prévios) dos seus alunos, elementos que serão explorados para a nova aprendizagem.

À medida que os alunos se familiarizam com a prática, a colaboração do professor pode torna-se mais limitada, proporcionando-lhes maior autonomia. Toda prática experimental, em qualquer fase do procedimento metodológico de ensino requer a presença do professor como orientador das ações que devem ser seguidas para obtenção do resultado científico.



A escolha de uma atividade experimental deve ser orientada pelo conteúdo que se quer explorar, o que nem sempre é uma tarefa simples. E em cima desse conteúdo que se quer chegar, deve ser investigado todos os antecedentes epistemológicos de conhecimento do aluno. Saber suas dificuldades e suas concepções alternativas sobre certos fenômenos físicos que serão de grande importância para a prática experimental.

## **1.5 Aprendizagem em Física e as condições contemporâneas do Processo de Ensino Aprendizagem, o que mudou?**

Muitas são as teorias de aprendizagem e os procedimentos metodológicos conhecidos. Nas escolas brasileiras mesmo sendo de conhecimento dos docentes e gestores os diversos métodos e teorias de aprendizagem, predomina o ensino linear, o tradicional. Krüger. ( 2013, p. 226)

O método tradicional de ensino é centrado no professor o qual é o sujeito ativo no processo de aprendizagem, sendo o aluno sujeito passivo. o professor é responsável pelo ensino, e ele apresenta o conteúdo por meio de aulas expositivas. Nesse método, o professor é considerado o proprietário do conhecimento, o qual repassa as informações sobre o conteúdo, assim como seu conhecimento do assunto aos alunos e estes devem memorizar e repetir o que lhes foi ensinado, ou seja, cabe ao aluno a tarefa de assimilar os conhecimentos repassados pelo professor, sem normalmente realizar muitos questionamentos acerca da sua origem e desdobramento

Maciel Leão (1999, p. 191)

O ensino tradicional pretende transmitir os conhecimentos, isto é, os conteúdos a serem ensinados por esse paradigma seriam previamente compendiados, sistematizados e incorporados ao acervo cultural da humanidade. Dessa forma, é o professor que domina os conteúdos logicamente organizados e estruturados para serem transmitidos aos alunos. A ênfase do ensino tradicional, portanto, está na transmissão dos conhecimentos

A familiaridade do brasileiro com o ensino tradicional gera reflexo na formação docente dos alunos de licenciatura. Não obstante, o sistema de ensino que delineia as formas de ensino no sistema público e privado, por mais que considere que o ensino deve ser exploratório, social e crítico, não se vê essas características ocorrerem na sala da maioria das escolas. Brasil (2000, p. 13)

(...) há, portanto, necessidade de se romper com modelos tradicionais, para que se alcancem os objetivos propostos para o Ensino Médio. (...). Prioriza-se a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

O ensino tradicional predomina na maioria das escolas no Brasil e no mundo.  
Segundo Maciel Leão (1999, p. 194)

“[...] o método tradicional continua sendo o mais utilizado pelos sistemas de ensino, principalmente os destinados aos filhos das classes populares. Ao nosso ver, porém, uma análise da escola privada destinada às classes privilegiadas da sociedade chegaria à conclusão de que o ensino tradicional continua a ser o mais utilizado”

Esse método de ensino tem mostrado que não é eficaz em várias ocasiões, Prova Brasil e ENEM são exemplos de insucesso da maioria dos estudantes que prestam essas avaliações. Segundo informação do INEP, o desempenho dos nossos alunos do Ensino Fundamental e Médio estão abaixo dos 30% de rendimento esperado. O motivo da sua ineficácia reside num processo de aprendizagem superficial, descontextualizado, desconexo com as experiências vividas pelos discentes, incompleta. Brasil (2014, p. 116)

A abordagem tradicional, que se restringe à métrica do cálculo de áreas e volumes de alguns sólidos, não é suficiente para explicar a estrutura de moléculas e cristais em forma de cubos e outros sólidos, nem tampouco justifica a predominância de paralelepípedos e retângulos nas construções arquitetônicas ou a predileção dos artistas pelas linhas paralelas e perpendiculares nas pinturas e esculturas. Ensinar Geometria no ensino médio deve possibilitar que essas questões aflorem e possam ser discutidas e analisadas pelos alunos.

O PCN para o ensino de matemática considera inviável o ensino fragmentado e incompleto do ensino tradicional. Sabe-se que esse ensino está obsoleto e atemporal ao contexto histórico que estamos vivendo, por que a insistência de professores e livros didáticos nesse método de ensino? Dentre as diversas sugestões que podem responder a essa pergunta, as que melhor e mais se destacam são: 1 – o comodismo que o método oferece ao docente. O professor tem o trabalho de passar/transmitir as definições e conceitos que na sua visão de especialista do assunto é assegurado como correto, bastando o aluno memorizar esse conhecimento para solucionar as atividades escolares. Um outro aspecto ainda do caso um é o fato que para avaliar se houve aprendizagem, é considerado a resposta unilateral, um único sentido para a resposta certa, onde em todos (os alunos) devem conter a unicidade da resposta de determinado assunto.

2 – O tempo que é dedicado às aulas semanais não é suficientemente grande para uma metodologia que utiliza do diálogo e troca de saberes entre os pares professor – aluno. Às vezes preocupados com o conteúdo, temem o não cumprimento (ementa/conteúdo programático) proposto para o ano/semestre letivo. A essa justificativa

o ensino tradicional seria o mais adequado, pois esse método avalia o desempenho de cada tópico ensinado com base em grupos de exercícios repetitivos e cansativos, do qual, ao ser verificado a frequência de acertos em um grupo de questões “avaliativas”, segundo seus defensores garantem a aprendizagem.

Em se tratando das disciplinas de ciências exatas, Física, Química e Matemática, é comum ouvir de seus defensores que se aprende através do treino e da repetição. É claro que o treino é importante. Sabemos que qualquer atleta que deseja chegar no auge de sua capacidade, dedica horas de treinamento e repetições físicas. Contudo, o bom atleta conhece bem as técnicas e seu fundamentos teóricos sobre cada exercício, não realizando uma série de atividades físicas desconexas com o seu objetivo, todo seu treinamento é orientado e consciente.

Atualmente ainda se mantém essa postura de ensino. Diversos professores do Ensino Médio e Superior apostam que é suficiente a apresentação do conteúdo e suas fórmulas prontas para a plena compreensão das definições e conceitos do assunto, bastando o discente ser capaz em responder as questões que lhes são propostos em suas atividades escolares. As respostas com base no resultado quantitativo em diversos casos, não são compreendidos e não são suficientes para a compreensão qualitativa (definições conceituais). Maciel Leão (1999, p. 203)

[...] por muito tempo se pensou que saber “de có” era o mesmo que conhecer algo. No entanto, sabemos que o fato de decorar não significa que se tenha compreendido o que tentamos aprender. O nosso ver a verdadeira aprendizagem é a que consegue gerar conhecimento e desenvolvimento.

O construtivismo diferente do método tradicional, valoriza a troca de saberes e conhecimentos aprendidos na história dos pares (professor/aluno). O construtivismo não abandona o fato e que o docente deve saber menos, pelo contrário, o docente deve ter total domínio sobre o seu conteúdo de ensino, e além disso, conhecer o limiar de aprendizagem que cada indivíduo ou, pelo menos, do grupo em que trabalha. Para Maciel Leão (1991, p 2001)

O professor deve saber que a criança e o adolescente aprendem em interação com o outro, que pode ser o próprio professor ou seus colegas de classe. Novas figuras são introduzidas nesse processo; a supremacia do professor deve dar lugar à competência para criar situações problematizadoras que provoquem o raciocínio do aluno e resultem em aprendizagem satisfatória

O fato é que não se têm um procedimento linear para aplicação da metodologia construtivista. E isso às vezes gera desânimo por parte dos docentes. Os professores dão preferência para o ensino tradicional pois ele não precisa de muita coisa para a sua aplicação – exposição do saber, atividades sobre a informação e avaliação – sendo vantajoso e prático.

Para o desenvolvimento de uma abordagem construtivista o docente deve recolher informações sobre o grupo de alunos que pretende aplicar essa abordagem; conhecer os conhecimentos prévios, identificar obstáculos epistemológico e nível de conhecimento a cerca do conteúdo que pretende ensinar, são elementos essenciais para a abordagem construtivista, o que geralmente para professores defensores do ensino tradicional isso é irrelevante.

Aos professores que defendem o construtivismo, o domínio do conteúdo é parte elementar para o progresso dessa abordagem. Propor atividade – problema para os alunos, tal que sejam no limiar da zona de desenvolvimento proximal, consomem tempo e horas de planejamento. As atividades são organizadas em etapas bem estabelecidas, ao contrário do que críticos a essa metodologia acreditam, o ensino construtivista é planejado e sistêmico.

No Brasil, devido a um plano de ensino que estabelece um grupo 11 disciplinas que devem ser vencidas no Ensino Médio, onde dedica-se 20 horas semanais, seja um dos obstáculos da aplicação do ensino socioconstrutivista. Deve-se esclarecer que a dificuldade reside na quantidade de horas que devem ser divididas entre 11 disciplinas, sendo dedicado uma quantidade de horas insuficiente para realização dessa metodologia de ensino.

Outro fator que agrava a possível dificuldade na aplicação de atividades socioconstrutivista esteja na escassez de trabalhos acadêmicos. Em Física encontra-se poucos trabalhos nessa linha, mesmo assim não se apresentou um método unilateral, um procedimento padrão de uma linha socioconstrutivista. Estabelecer um padrão inicial despertaria o interesse nessa abordagem metodológica e quem sabe assim converter o pensamento de críticos, esclarecendo dúvidas ainda obscura de muitos professores mecanicistas quanto a essa linha de ensino.

## CAPÍTULO 2 -A FORMAÇÃO DE CONCEITOS COMO HABILIDADE INTELECTUAL

“O raciocínio é um argumento em que, estabelecidas certas coisas diferentes se deduzem da primeira.

Aristóteles “

Desde a infância, os seres humanos são desafiados a tomar decisões a todo instante. Ao tomar uma medida sobre certo problema, tenta-se buscar o melhor caminho para sua solução. O ser humano faz isso de forma natural, faz parte do seu sistema de sobrevivência encontrar formas mais ágeis e benéficas na sua tomada de ação.

As ações mentais em decidir pela melhor forma de agir é chamada de decisão lógica. A lógica é passiva de treino. Assim pode ser potencializada, basta que seja estimulada, como também o músculo do halterofilista que passam por horas de treino, o nosso cérebro também pode ser treinado com a finalidade em desenvolver a habilidade da lógica. Na internet existem várias definições do que seja lógica<sup>13</sup>

1. “Modo de raciocinar coerente que expressa uma relação de causa e consequência; raciocínio, método: falta lógica nesta obra. “

2. “É a organização coerente e estruturada do pensamento, é o raciocínio ordenado; a capacidade de relacionar as ideias de forma consciente e encadeada do que se deseja expor, expressar com palavras ou não; a capacidade racional e clara de expressar as ideias ou algo de forma que se compreenda sem dar vazão a ambiguidade. Raciocínio lógico; a harmonia entre o pensamento e a ação. “

Em 2, esclarece que lógica é o processo organizado de pensar e a capacidade de relacionar ideias conscientes, e expressá-las. No ensino escolar, em vários momentos da vida acadêmica do discente, mesmo desde muito pequeno já se faz uso dessa habilidade. Decidir se deve acrescentar ou tirar, se deve lavar as mãos antes de ir ao banheiro ou depois de ir ao banheiro, ou se deve lavar antes e depois. Se deve substituir o certo valor de  $x$  para determinar a imagem na função ou se deve fazer a imagem ser igual a zero para achar o domínio da função. Se deve evidenciar o tempo para determinar a velocidade, ou se deve determinar a velocidade em função da posição. São muitos os momentos da vida em que se utiliza o raciocínio lógico, você não percebe às vezes, mas seu uso é diário.

---

13 1. <https://www.dicio.com.br/logica/>; 2. <http://www.dicionarioinformal.com.br/l%C3%B3gica/>

Em muitas situações você não percebe mais o uso dessa lógica pelo fato de estar tão habituado com a prática diária da ação, isso devido à experiência, mas com toda certeza, um dia já foi em algum grau de dificuldade algo que lhe rendeu tempo para tomada de decisão.

O pensamento lógico é pedra fundamental para construção de saberes científicos e definições conceituais corretas, sendo a lógica uma habilidade em expressar verbalmente ou matematicamente a observação. A expressão antes de se tornar externa é expressa internamente na forma de signos, significados que caracterizam a forma como a lógica se ajusta a observação.

## **2.1 O Pensamento Sistêmico e a Formação de Conceitos Científicos**

Verbalizar uma definição conceitual de forma correta advém de etapas mentais bem sistematizadas, procedentes de atividade orientada, e embasamento teórico-científico comum dos especialistas, o qual já faz parte da forma de pensar dos mesmos. Para um físico, as fórmulas matemáticas que descrevem fenômenos naturais são mais que um aglomerado de números e constantes. Para ele, cada equação fala por si. As grandezas Físicas se relacionam uma a uma em um certo nível de proporcionalidade, pois as equações são resultados de interações dimensionais de unidades. Sendo assim, é de extrema importância mais que saber a equação, é conhecê-la e compreender a relação entre elas.

Quando Evangelista Torricelli em 1653 construiu o barômetro, tinha a intenção de estudar os possíveis motivos em que, estando a água a uma altura de aproximadamente 10 metros, ocorria o “rompimento” da vazão de água que era transferido para cima por uma bomba hidráulica. Torricelli sendo um bom físico, investigou o fenômeno com base na observação do seu instrumento. Para isso, fez uso de diversas substâncias, – achou mais adequado o uso do mercúrio – variou as suas observações em posição e altura, anotou cada variação, relacionou cada alteração no experimento e sua implicação a observação, e por fim, após uma série de variações de substância, posição e altura, tratou em estabelecer uma definição operacional de como as variáveis que estavam relacionadas na observação se comunicavam.

Para Torricelli, os processos de construção do saber científico, assim como para qualquer bom cientista deve seguir o processo de teste e validação. A isso chamamos de métodos científicos. Segundo Lakatos (2010, p. 57) “[...] conhecimento obtido de forma

racional, conduzido por meio de procedimentos científicos. Visa explicar “por que” e “como” os fenômenos ocorreram, na tentativa de evidenciar os fatos que estão correlacionados.”

Lakatos (2010, p. 62), sobre a organização das etapas e procedimentos factuais do conhecimento científico diz: *“É sistemático, já que se trata de um saber ordenado logicamente, formando um sistema de ideias (teorias) e não conhecimentos dispersos e desconexos.”*

Assim como para o cientista, o discente deve familiarizar-se com os métodos científicos de obtenção de saberes, ou melhor, enraizar no hábito do pensamento crítico, métodos capazes de delinear a construção do saber.

O procedimento científico em síntese divide-se em: observar, coletar informação, relacionar as variáveis em questão, fazer conjecturas sobre a relação entre as variáveis, testar e conceituar a nova informação. Essas etapas de formação de conceito científico devem estar amparadas sobre um embasamento teórico já consolidado. Ao saber desses procedimentos, discentes, assim como os mestres devem fazer uso dessas etapas de formação de saber científico para uma plena compreensão das equações, bem como a relação das variáveis que compõe as equações.

É comum nos ambientes escolares terem alunos que decoraram de forma exemplar as equações matemáticas\físicas, resolvem as atividades propostas pelos professores. Entretanto, quando lhes é solicitado uma explicação qualitativa sobre o assunto, na grande maioria dos casos a dificuldades em responder, apresentam respostas insuficientes e desconexas com a realidade observada.

No Brasil, o ENEM faz usos de questões tanto de caráter quantitativo quanto qualitativo. Gonçalves Junior (2014) mostra em sua pesquisa de desempenho de alunos no Enem de 2009, que os mesmos apresentam maiores dificuldades nas questões que exigem raciocínio matemático – no artigo em questão, raciocínio matemático está categorizado nas questões que o autor chamou de qualitativa. Além dessa informação o autor mostra na sua pesquisa que o desempenho diverge bastante da média em relação as disciplinas que exigem conhecimento teórico em Física.

Segundo as evidências acima descritas, milhares de alunos que estão saindo do Ensino Médio e não compreendem as relações matemáticas entre as variáveis, prova disso é a formação conceitual teórica insuficiente.

## **2.2 A Teoria das Ações Mentais de Galperín: Organização e internalização de novos conhecimentos.**

A Teoria das Ações Mentais por Estágios conforme destaca Rezende (2006), referem-se ao modelo de ensino tradicional utilizado pelos professores, no qual detalham todo o processo do ensino, não deixando margem ao exercício mental. Num processo de ensino de aprendizagem tradicionalista o aluno tem que tirar suas dúvidas pertinentes ao assunto tratado pelo professor através de ações de memorização de fórmulas e “macetes” predefinidos para resolver problemas. Rezende apud. Galperín (1989, p. 67), a necessidade de memorização dos conceitos teóricos, apresentados pelo professor de uma forma abstrata, dissociada da realidade prática, compromete a qualidade da aprendizagem obtida por meio do modelo de ensino tradicional.

[...] quando o aprendiz tem acesso ao significado operacional do conceito e à oportunidade para experimentar sua utilidade na solução dos problemas, não precisa memorizar um conjunto de fórmulas e suas possíveis aplicações. O processo de internalização dos conceitos assume uma dimensão funcional e não apenas informativa, além de, progressivamente, tornar o aprendiz capaz de deduzir as fórmulas sempre que for necessário. (REZENDE 2006, p. 08).

Para Galperín o conceito se estabelece na estrutura cognitiva não somente pelo processo de compartilhamento de saberes mediatizados, mas como um processo organizado, sistematizado de atividades externas, seguidas de verbalização e internalização no plano mental. Nuñez (1998, p. 97) “Para aprender conceitos, generalizações, conhecimentos e habilidades, a criança deve assimilar ações mentais adequadas. Isso supõe que tais ações se organizem ativamente”

Galperín divide o procedimento de formação conceitual no que ele chamou de estágios mentais. A organização desses estágios se faz em: motivação, base orientadora da ação, execução e internalização.

A teoria desenvolvida por Galperín é uma contribuição às pesquisas desenvolvidas por Vigotsky, Leontiev e Davidov. Galperín quando procurou entender a forma que ocorre assimilação e os caminhos que levam a aprendizagem de novas informações, ele dividiu de forma didática os elementos que levam a essa internalização.

A possibilidade do professor direcionar o estudo para a formação das ações mentais, das representações e dos conceitos é muito importante. Por via delas o docente não só dirige o processo de estudo, mas propicia ao discente adquirir seu próprio método de estudo.



Os elementos que direcionam o processo de internalização consistem em três etapas; subsistemas de condições para correta realização da ação, subsistema de condições para cultivar conceitos e subconjunto de condições para assimilação e internalização. Pereira (2013, p. 95) diz: “[...] o processo de formação de uma ação começa com apoio de objetos concretos ou reais (objetos materiais) ou sua representação (objetos materializados) e passa para etapas subsequentes (linguagem e mental)”

As ações mentais são formadas segundo as atividades externas que se desenvolvem devido as condições materiais, conseguinte passam para o plano mental – assimilação. Segundo a teoria de Galperín, ação para a formação do plano material para o plano mental está dividida em duas partes: orientação e execução. Neste caso, a atribuição do professor quando deseja a transposição desses planos é planejar uma orientação de qualidade, pois a execução resulta da orientação, e a orientação direciona a ação. Pereira (2013) declara que através de uma atividade planejada, a formação de processos mentais se estabelece em órgãos funcionais da atividade.

Na teoria da formação das ações mentais por estágio, a orientação assume papel central, é através dela que se objetiva a ação. Segundo Talízina (1988) a orientação tem papel motivacional, explicar o porquê? O para que? Como fazer? É de extrema importância para a aplicação da ação. A orientação é sugerida por Galperín como a etapa que inicia o desenvolvimento das ações, essa primeira etapa é mediada pela linguagem, assim a linguagem para Galperín assume elemento de grande importância ao processo de materialização no plano mental através dos signos, que para Vigotsky, gera nos seres humanos a capacidade de expressar suas experiências dentro do plano mental.

O segundo elemento que compõem a teoria de Galperín é a execução, que como já foi dito, a qualidade da orientação vai direcionar a forma da ação. Galperín dividiu a execução em três níveis, e os chamou de BOA (base orientadora da ação) de acordo com Bassan (2014) “[...] definida como o conjunto de circunstâncias pelo qual o estudante se orienta durante a realização da ação [...] em orientá-lo na interpretação da situação proposta. ” De acordo com Talízina ( 1988, p. 109 - 110) o professor deve agir da seguinte maneira na construção da base orientadora.

La particularidad de la actividad del profesor en esta etapa consiste en que exterioriza sus acciones mentales, las descubre ante lo alumnos en forma material materializada. En cambio el alumno, no dominado aún en ningun medida esta acción, utiliza las acciones formadas anteriormente y elabora la base

orientadora de la nueva acción, sino sólo su conocimiento tanto dela como de las condiciones de su exito cumplimiento, que asegura la comprensión.

Talízina esclarece que o professor descobre e desenvolve agregado ao aluno a base orientadora da ação, o qual é tema principal do estudo. A base orientadora da ação é um sistema de condições o qual o discente se apoia para execução da atividade, Galperín Apud. Nuñez ( 1998, p. 101)

A parte orientadora é a instância diretiva e, precisamente, no fundamental, depende dela a qualidade da execução. Se elaborarmos um conjunto de situações em que se deva aplicar essa ação que se forma e, com elas, um grupo de propriedades que respondem a essas exigências e estão sujeitas à formação.

A BOA I, é incompleta pelo fato de não oferecer informações essenciais para a execução da ação. Nuñez (1998) o processo de assimilação conforme esse tipo de orientação, caracteriza-se por ser lento e por conter um grande número de erros na solução da tarefa; BOA II, característica do ensino tradicional, as formas de solução são acabadas e são dadas todas as condições necessárias para a resolução correta do problema. Contudo, as condições são limitadas, dando apenas a solução para um caso específico. Essa base orientadora do tipo II não é vantajosa pois para cada caso particular deve-se estruturar uma nova base orientadora da ação. A formação da ação ocorre rapidamente e com pouco erros. GAPERÍN apud. NUÑES (1998, p. 102)

As vantagens da aprendizagem conforme o segundo tipo de orientação em comparação com o primeiro é evidente e significativo, especialmente quando o trabalho está limitado à assimilação de diferentes tarefas. Mas o ensino escolar, as tarefas em geral se reportam a uma esfera determinada e constituem uma série mais ou menos extensa. Em relação a essa série, manifesta-se claramente a deficiência fundamental da aprendizagem conforme o segundo tipo: para cada nova tarefa, deve-se destacar novamente a base orientadora, e ela é encontrada empiricamente

Com relação a BOA III, Galperín define como sendo característico do ensino sistêmico – teórico (generalizada). O aluno age de fora independente sob a orientação do professor que orienta a base da ação que atua na zona de desenvolvimento proximal do aluno e orienta o processo de aprendizagem. É importante na elaboração da BOA, deixar claro a invariante relacionada ao problema. Bassan apud. Nuñez (2009, p. 103)

A invariante se refere à essência que justifica um conjunto de situações – problemas e os procedimentos gerais de sua solução: invariante conceitual e invariante procedimental. A invariante se relaciona com o conjunto de situações

segundo o par de categorias dialéticas: essência – fenômeno. Essas invariantes constituem o conteúdo da BOA do tipo III

Pela possibilidade de problemas mais gerais (situação – problema), a sua aplicação promove ao estudante orientar-se de forma sistêmica quanto ao assunto estudado. Segundo Talízina, (1988) o aluno que assimila a atividade de acordo com a base orientadora do tipo III, tem total possibilidade em tornar-se autônomos não somente às invariantes do sistema, mas também as novas.

A última etapa, chamada de etapa verbal, o aluno se apropria do conteúdo da ação. A etapa verbal é direcionada pela linguagem, a representação de meios materiais é substituída pela oralidade, a ação passa a ser verbalizada. Assim, tanto para Galperín quanto para Vigotsky a linguagem assume função mental em expressar o mundo exterior, a linguagem externa é substituída pela linguagem interna.

Para a compreensão dos conceitos inerentes à Física, não é suficiente a repetição, a memorização de processos matemáticos que solucionam problemas – a memorização é uma habilidade que se desenvolve após a repetição e execução de uma certa quantidade de vezes da atividade, contudo não é o elo principal para compreensão dos conceitos em Física – o importante na formação conceitual do discente é sua capacidade de externalizar os fenômenos observados, a priori, verbalmente e depois na psiquê. Os alunos do ensino superior por mais que já tenham certas experiências adquiridas ao longo de sua trajetória acadêmica – sua formação no ensino Fundamental e Médio – chegam nas universidades, nas aulas de Física, com a ideia de que estudar Física é na verdade, ter a habilidade de lembrar da fórmula e aplicá-la no problema, obtendo uma solução “x” que corresponde a resposta correta. Lamarque & Terrazzan (2009, p. 03)

Frequentemente os alunos não aprendem a resolver problemas, e sim apenas memorizam soluções para situações que são apresentadas pelos professores, como exercícios de aplicação na prática tradicional, é bastante comum os alunos conseguirem resolver problemas similares aos anteriores, mas fracassarem diante de novas situações. Esse fracasso é geralmente justificado pelos professores, à falta de conhecimentos teóricos sobre os temas, conceitos e leis que os problemas abordam e também ao pouco domínio matemático exigido para resolvê-los, por parte dos alunos

Como foi dito, a memorização é uma habilidade que se desenvolve após a repetição de uma execução de atividade bem-sucedida. Mas se não houver compreensão da ligação entre as variáveis e o conceito, a aprendizagem é falha. A organização das

ideias deve ser ponto forte para uma boa compreensão dos fenômenos físicos. Clement & Terrazan (2012, p.100) afirmam a insistências dos professores em acreditar que a memorização é suficiente para que ocorra assimilação

Durante a prática tradicional de Resolução de Problemas esta situação fica bem evidenciada, pois é bastante comum os alunos conseguirem resolver problemas similares aos anteriores, mas fracassarem ou desistirem frente a novas situações. Isto é consequência do tipo de Ensino de Ciências ainda predominante em nossas escolas, qual seja, um ensino fundado na crença de que o conhecimento pode ser “transmitido verbalmente” e assim ser “assimilado” pelos alunos.

A relação entre as equações Físicas com os fenômenos observados no dia a dia do aluno deve estar relacionada, ou melhor, entrelaçada, pois as equações são códigos numéricos que expressam o que é observado. Entretanto, é comum ver alunos serem surpreendidos a resolver questões de Física e não saberem organizar suas ideias; não conseguem identificar as variáveis, nem se quer determinar as incógnitas do problema, ou seja, não possuem um plano de ação para a atividade capaz de responder o problema proposto, estando limitados e dependentes das orientações para cada etapa de desafios, características da base orientadora da ação do tipo II.

A execução bem-sucedida é sustentada por uma orientação clara e acessível a qualquer momento pelo discente. Para isso, o professor deve planejar e organizar a base orientadora da ação; ter indicadores bem determinados dos conhecimentos anteriores dos alunos, suas limitações cognitivas momentâneas e motivações. É através dessa triagem prévia, e dos objetivos que se quer alcançar – neste caso, está se falando da expectativa do professor – que se deve o planejamento da ação capaz de fazer com que o aluno seja autônomo na compreensão do conceito, que obtenha o desenvolvimento da lógica como habilidade para novas aprendizagem.

Em se tratando de habilidades desenvolvidas, a memorização antecede a lógica, entretanto a lógica é a habilidade cognitiva que liga a racionalização. É por meio do pensamento lógico que os seres humanos diferem dos animais, ocupando um degrau acima dos outros seres da natureza. É a habilidade da lógica que promove a comparação do resultado correto com do absurdo, por muitas vezes colocado em problemas de Física sem reflexão.

A teoria de Galperín deve ser bem planejada pelo docente pois para alcançar com êxito as etapas dessa teoria, deve-se ter atenção para os conhecimentos prévios de cada indivíduo ou do grupo que quer desenvolver esse trabalho. Caso não haja um

planejamento que identifique a passagem do desenvolvimento proximal, a aplicação dessa teoria será ineficaz. Ou ainda sem significado para o discente.

## **2.3 A Utilização de Instrumentos Tecnológicos Contemporâneos para o Ensino de Física**

A tecnologia é parte integrante da história da evolução humana. Quando o homem percebeu que poderia fazer uso da natureza que o cercava para fins de sobrevivência (ferramentas, machados, lanças, etc...), a aplicação desses instrumentos na vida humana transformou a sociedade dos homo sapiens. Quando um grupo de cientistas noticiam o mundo de uma nova tecnologia, o mundo já fica na expectativa de quais mudanças tecnológicas, sociais e culturais que a nova descoberta trará à sociedade. Castells apud Werthein (2000, p. 72) diz: “Os efeitos das novas tecnologias têm alta penetrabilidade porque a informação é parte integrante de toda atividade humana, individual ou coletiva e, portanto todas essas atividades tendem a serem afetadas diretamente pela nova tecnologia”

Visto o impacto das tecnologias e sua evolução ao longo da história humana gerar um desequilíbrio na sociedade, suas aplicações são de extrema relevância nas atividades cotidianas no homem. Sendo assim, há de considerar que a tecnologia impacta significativamente na educação.

A utilização das novas tecnologias tem sido de grande valor para as aulas de ciências. Sua capacidade de proporcionar a observação de fenômenos, antes vistos de forma estática em livros, podem ser analisados por animações computacionais e simuladores. Com um simples “click” do teclado, encontramos uma diversidade de materiais de apoio didáticos capazes de auxiliar na sala de aula. As orientações do PCN enfatizam a necessidade em utilizar as tecnologias na formação dos conceitos científicos e sua importância na transmissão de conhecimentos adquiridos ao longo da história humana. BRASIL (2011)

A cosmologia, no sentido amplo de visão de mundo, e inúmeras tecnologias contemporâneas, são diretamente associadas ao conhecimento físico, de forma que um aprendizado culturalmente significativo e contextualizado da Física transcende naturalmente os domínios disciplinares estritos.

Dentre as várias ferramentas tecnológicas que se pode utilizar para desenvolver uma aula de Física. A utilização desses meios tecnológicos para o desenvolvimento das aulas é de grande valor para o processo de aprendizagem, favorece uma interpretação

contextual de fenômenos que poderiam ser difíceis de serem observados em meio real, ou ainda, por apresentar dificuldade em apresentá-los por falta de recursos financeiros. Fazer a recorrência ao momento histórico das tecnologias contemporâneas e a experiência de vida dos discentes, seria uma forma de motivar alunos a aprender. Como já apresentado anteriormente, a motivação é de suma importância para o desenvolver de uma boa Base Orientadora da Ação.

Em 2013, o site *Todos Pela Educação*<sup>14</sup>apresentou pesquisa relatando que apenas 2% dos professores das escolas brasileiras utilizam tecnologia para o desenvolver de suas aulas. A pesquisa evidencia que em vez de utilizar as tecnologias para desenvolver de práticas pedagógicas, os professores se limitam a ensinar procedimentos de utilização do computador ou softwares.

Rosa (1995) destaca as potencialidades do uso de computadores no ensino de Física tal que, corroboram em 5 itens que ela destaca: 1. *Coleta e análise de dados em tempo real*, 2. *simulação de fenômenos físicos*, 3. *instrução assistida pelo computador*, 4. *administração escolar*, 5. *estudo de processos cognitivos*. Dentre os destacados, o de número 5. (O que mais nos interessa em relação ao desenvolvimento deste trabalho). A autora declara que o quinto é o mais importante, pois através da interação aluno – computador, o discente é protagonista do seu desenvolvimento lógico para a resolução dos problemas. - software em que o aluno é desafiado a pensar na solução possível do problema, ou ainda desenvolver ferramentas lógico – matemáticas para determinar uma solução.

O uso de animações e simuladores computacionais podem proporcionar uma compreensão mais geral de sistemas físicos complexos, sistemas que são compostos por uma matemática mais “dura”<sup>15</sup> Medeiros & Medeiros (2002) justifica o uso do simulador criado por Kamishina (1996), utilizado no Ensino Superior para compreensão no estudo de ondas forçadas; destaca também o simulador de Sperandeo-Mineo (1996), o qual o aluno têm a oportunidade através da manipulação do número de elementos de uma substância, estudar o conceito de entropia. Aqui vale lembrar que os conteúdos abordados por Medeiros e Kamishina são de extrema complexabilidade, os mesmos são de conceitos extremamente abstratos e com um certo grau de sofisticação matemática, sendo por vezes elemento de grande desmotivação na graduação.

---

14 <http://www.todospelaeducacao.org.br/educacao-na-midia/indice/27028/so-2-dos-professores-usam-tecnologia/>

15 Gíria científica para expressar o estudo de certa ciência de forma mais profunda, composta de uma complexidade particular.

Em se tratando de animações computacionais, as mesmas não podem ter suas variáveis alteradas ao longo da observação, fazendo que o aluno seja apenas um espectador que observa o fenômeno. Mas isso não significa que a animação não desenvolva atributos (habilidades) cognitivos à formação conceitual do fenômeno, basta que se tenha planejamento orientado, voltado para observação de certos detalhes que caracterizam variáveis importantes na modelagem da animação. Para isso, é importante a mediação do professor para que se obtenha maturação cognitiva. É o docente que traçará os pontilhados que indicam o caminho do pensamento, conseqüentemente gerando uma formação científica que se internalizará significativamente no plano mental do aluno, formado o conceito.

Uma pesquisa realizada por Araújo (2004), relata que no universo de 109 artigos pesquisados por ele, os quais ele categorizou em 4 tipos, os que mais se destacaram foram em produção: 1º lugar - modelagem e simulação computacional; 2º lugar - coleta e análise de dados em tempo real; e em 3º lugar - instrução e avaliação mediadas pelo computador. Muitos são os trabalhos realizados para a simulação computacional, apenas a manipulação e desenvolvimento de ferramenta em apoio didático ao professor. Não se observou um resultado significativo aos trabalhos que utilizam a tecnologia com o intuito de desenvolver habilidades críticas capazes de proporcionar um desenvolvimento cognitivo por meio do software.

Atualmente a tecnologia está chamando a atenção, ela proporciona ao observador a oportunidade de experimentar o mundo virtual dentro do mundo real. Essa nova tecnologia é conhecida como Realidade Aumentada. Uma forte candidata para o desenvolvimento do ensino de ciências nas escolas de Ensino Fundamental, Médio e Superior.

## **CAPÍTULO 3 - REALIDADE AUMENTADA: DESENVOLVIMENTO, UTILIZAÇÃO E APLICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.**

Antes de abordar sobre o desenvolvimento da realidade aumentada, utilização e suas aplicações no ensino, há necessidade em esclarecer ao leitor o seu significado. Entende-se por Realidade Aumentada, um termo utilizado no mundo da informática para reunir um conjunto de software e hardware capaz de proporcionar ao observador animações e simulações computacionais em ambientes reais, que antes, estavam limitadas à tela de computadores. Por exemplo, suponha que se visualize um carro que se movimenta frente a um prédio. Agora, imagine que você possa ver essa mesma animação na palma de sua mão, e ao mesmo tempo possa ver o movimento de sua outra mão interagindo com a animação computacional. Isso é Realidade Aumentada.

Iniciado por Ivan Sutherland em 1959, foi feita a primeira pesquisa no que se refere a possibilidade da interação homem e máquina dentro do mundo real, o que hoje chamamos de Realidade Aumentada. Mas foi somente em 1990 com Tom Caudell, que o nome Realidade Aumentada foi utilizando, quando o mesmo desenvolveu um sistema de interação computacional para operadores de manutenção de aviões boing. A utilização da Realidade Aumentada se estendeu a várias áreas do conhecimento, e tem contribuído a muitos trabalhos de pesquisas dentro da educação. Já é possível encontrar com facilidade diversos artigos científicos que utilizam essa ferramenta tecnológica no ensino de ciências, em particular no ensino de Física vários trabalhos na mecânica, termodinâmica e eletromagnetismo se encontram na internet.

A exemplo da aplicação dessa tecnologia, serão citadas algumas: Souza Ribeiro (2013) aplicou o uso da Realidade Aumentada para o ensino e aprendizagem do campo magnético de um ímã na forma de uma ferradura. Em sua pesquisa, ela esclarece que ao questionar os alunos sobre a formação e ilustração do campo magnético os alunos não compreendiam sobre esse assunto. Os alunos confirmam que já tinham ouvido falar sobre campo magnético pelos seus professores, mas não compreendiam a formação das linhas de campo. Além de evidenciar o maior interesse pela aula – atividade motivacional – os alunos afirmam ser mais fácil compreender o campo elétrico quando se pode vê-lo “acontecer” através dos polos.

Regonha (2015) aplicou a Realidade Aumentada como auxílio nas aulas sobre sistema solar. Os dados coletados no questionário mostram-se evidentes aos resultados



potenciais desse recurso. Segundo a pesquisa, na pergunta 2. “*O uso de realidade aumentada facilitou o entendimento de como é formado o sistema solar?*” 94,4% dos alunos afirmaram a pergunta. Na pergunta 3. “*A utilização de realidade aumentada facilita a memorização do conteúdo?*” 94,4% disseram que gostaria sim que fosse implementado em outras disciplinas o uso da Realidade Aumentada, no caso destacaram Química e Biologia na maioria das respostas. Tentando justificar quais os motivos que a maioria dos alunos destacaram Química e Biologia - poderíamos acrescentar aqui a Física como a tríade do estudo das ciências naturais. Fiolhais (2003, p. 206)

Uma característica da Física que a torna particularmente difícil para os alunos é o facto de lidar com conceitos abstratos e, em larga medida, contraintuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. Em consequência, muitos deles não conseguem apreender a ligação da Física com a vida real.

A possibilidade de oferecer a oportunidade em observar fenômenos antes difíceis de serem observados em laboratórios e ambientes de pesquisas, a realidade aumentada é um aliado à formação dos discentes, Werthein (2000, p. 74)

“A RV oferece-nos a possibilidade de uma turma encontrar-se na Floresta Amazônica ou no topo do Monte Everest; poderá permitir expandir nossa perspectiva de observação até ver o sistema o sistema solar operando como um jogo de bolas de vidro à nossa frente [...]”

Já é uma realidade atual a afirmação de Werthein. A escola de idiomas Up Time é uma das escolas que aderiram ao uso da Realidade Aumentada no ensino. Numa pesquisa realizada pela Extreme Network - empresa multinacional especializada em T.I - em escolas dos Estados Unidos, 23% das escolas pesquisadas já fazem uso da Realidade Aumentada nas práticas diárias da escola e 55% pretendem implementar essa ferramenta tecnológica na sala de aula.

Hoje a Realidade Aumentada é uma ferramenta de apoio em muitas áreas da ciência, como por exemplo sua utilização na medicina. Coimbra (2013. p. 20) “No ano de 2000, Weidenbach e a sua equipe desenvolveram um sistema com conteúdos em Realidade Aumentada para a área médica, em particular para o treino na análise de ecocardiografias em duas dimensões “ Coimbra (2013, p. 20)

[..] desenvolveram ambientes virtuais com a imersão de um AVATAR (apresentação pictórica de si mesmo que o internauta usa em ambientes virtuais), para o ensino da matemática, no contexto dos conteúdos de aprendizagem. No referido trabalho, com o objetivo de motivar a aprendizagem, desenvolveram-se

funções matemáticas tridimensionais e ambientes virtuais, em que alunos e professores poderiam estar presentes em forma de AVATAR

É possível notar que a realidade aumentada está em expansão na área do ensino. Ao fazer um levantamento das pesquisas relacionadas ao desenvolvimento e aplicação da Realidade Aumentada no ensino e aprendizagem, por mais que a realidade aumentada no Brasil esteja em estágio embrionário é claramente evidente o seu potencial e auxílio no desenvolver das ciências e em particular, um aliado ao processo de aprendizagem. A Realidade Aumentada está tomando espaço nas apresentações de arquitetura, imóveis, simuladores entre outros.

Esclarecendo melhor o que é Realidade Aumentada, em termos mais técnicos, temos que: ao fazer uso da Realidade Aumentada o observador interage o virtual dentro do real, ou seja, contrário da virtualização, onde a observação se faz exclusivamente dentro do hardware, a realidade aumentada se desenvolve “fora” do hardware – é a impressão que dá ao observador. Kirner (2007) o computador ou até mesmo um celular reconhece padrões do mundo real, captura essas informações para o mundo virtual, devolvendo para o mundo real. Através da Realidade Aumentada é possível criar estruturas animadas e fenômenos de vários ramos da ciência a fim de esclarecer conceitos e melhor visualização, Reis e Kirner (2012).

Para utilização da Realidade Aumentada como recurso didático no processo de ensino aprendizagem, é preciso que haja um instrumento de captura das informações a serem processadas, deve haver um dispositivo de software e um instrumento de saída (hardware) que permitam fazer a leitura, decodificação e geração de informações guardadas na gestão de um QRC e através de um aplicativo especializado para esses fins. Confira na no esquema abaixo o funcionamento da realidade aumentada.

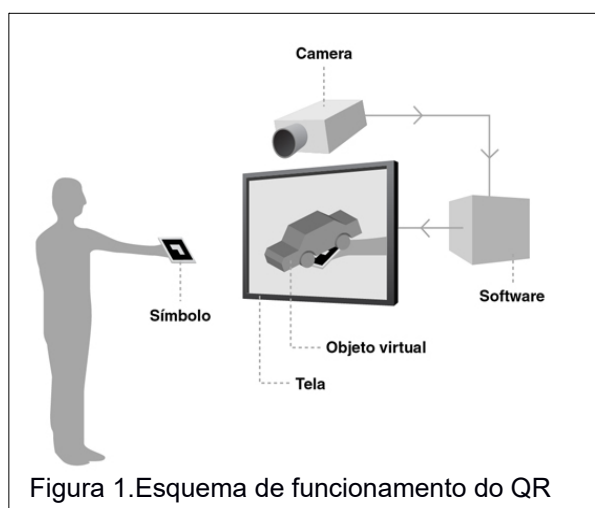


Figura 1. Esquema de funcionamento do QR

O QRC<sup>16</sup> pode ser criado em conjunto com outros especialistas da área da informática, favorecendo a relação interdisciplinar das ciências. Este dispositivo consiste num código de barras bidimensional, um dispositivo que possua a capacidade de armazenar dados que sejam inicializados por um QRC, interpreta a imagem que lhe será apresentado, armazenando na memória do decodificador a aplicação que deverá ser executada ao ser captado por um dispositivo de entrada (webcam). Após o reconhecimento do código o dispositivo de saída (tela de celular, tablet ou computador) processa a imagem para o operador.

A diferença de outros recursos didáticos provenientes das tecnologias da informática e da comunicação, o emprego da Realidade Aumentada no processo de ensino aprendizagem não necessita de manuseio de mouse ou teclado, basta que se tenha um codificador previamente programado (QRC), um software para decodificar as informações (AR-Media), um dispositivo de entrada (webcam) para a captura da informação que posteriormente será processada por meio dos aplicativos de um aparelho eletrônico de comunicação (celular, tablet ou computador) como afirmam Kopp, Tepper e Ferriman (2006)

A capacidade de gerar objetos que interagem com o ambiente e sua riqueza tridimensional de imagem propícia ao usuário a observação em todos os ângulos, inúmeros detalhes que se perderiam em uma imagem bidimensional. Ao fazer desse recurso é possível explorar com minúcia a riqueza de um fenômeno.



<sup>16</sup> QR code, ou código QR, é a sigla de "Quick Response" que significa resposta rápida. QR code é um código de barras, que foi criado em 1994, e possui esse nome pois dá a capacidade de ser interpretado rapidamente pelas pessoas. <<http://www.significados.com.br/qr-code/>>

Como existem vários programas livres que oferecem a visualização de animações em Realidade Aumentada, se torna de fácil aquisição essa ferramenta tecnológica. Para o caso do trabalho em questão, o software para construção das animações é o 3DS-Max. Esse software possibilita a construção de animações sem que seja necessário ter como requisitos conhecimentos de programação. Para o desenvolvimento das animações é necessário que o desenvolvedor tenha conhecimentos básicos de vetorização<sup>17</sup>. O software em questão oferece como plugin<sup>18</sup> Ar-media<sup>19</sup>, responsável em decodificar a imagem salva do QRC em animação computacional por meio de um aparelho de saída.

Contudo, para se obter uma aprendizagem eficaz e sólida, que não seja apenas uma atividade atrativa, o aluno deve ser capaz de compreender o processo teórico do assunto dentro de uma sequência organizada de ideias – etapas mentais – que desenvolvam a habilidade de formar o conceito do fenômeno observado dentro do plano mental. Para isso se deve entender que a aprendizagem se dá pelo desenvolvimento da forma do pensar, que por sua vez, é através das ações e etapas pelas quais transcorre o pensamento que acontece a maturação cognitiva, aliás a formação das capacidades intelectuais.

O uso de softwares como recursos para o ensino é extremamente relevante, visto a capacidade de prender a atenção do usuário ao manuseio e sua observação, a isso Taylor Apud. Mendonça & Mustaro ( 2011) chama de imersão Diegética; é o momento em que o usuário volta toda sua atenção para a sua observação e participação ao programa em que se faz uso. A diegética é então o prender da atenção do usuário, podendo ser por meio de textos e imagens.

A imersão diegética é de suma importância para as propostas de ensino que buscam centrar o conhecimento no aluno, a curiosidade em compreender ou até mesmo a fascinação pelo que é observado é considerado degrau para motivação.

---

17 Vetorizar é transformar linhas e contornos de uma foto ou imagem em representações numéricas, é como, por exemplo, pegar uma imagem jpeg e fazer com que algum programa reconheça suas linhas e cores, podendo assim animá-las, colorir de forma diferente respeitando os contornos reconhecidos e por uma imagem vetorizada

18 Na informática define-se plugin todo programa, ferramenta ou extensão que se encaixa a outro programa principal para adicionar mais funções e recursos a ele. Geralmente são leves e não comprometem o funcionamento do software e são de fácil instalação e manuseio. <<http://www.tecmundo.com.br/hardware/210-o-que-e-plugin-.htm>>

19 O **Ar-media** é um plugin criado para a execução de projetos em realidade aumentada, onde você pode desenvolver seus projetos junto ao 3DS Max com execução de áudio e vídeos, tanto para PCs como plataforma iOS <>

### **3.1 Aplicação da Realidade Aumentada no Ensino: Por que essa Tecnologia?**

As TICs têm tomado conta do nosso cotidiano, a utilização de aplicativos tecnológicos é uma realidade mais comum nos nossos dias. Visto efervescência tecnológica, é de boa hora levar essa experiência de vida dos discentes para a sala de aula. É comum alunos justificarem sua falta de vontade em aprender Física ou Matemática por ser uma matéria “chata”, complicada, abstrata, etc. A falta de empenho dos professores dessas áreas, no que diz respeito a busca de novas metodologias de ensino, novos recursos metodológicos é um dos fatores que mais contribui para a desmotivação. A mesma aula, o mesmo procedimento, as mesmas atividades que não instigam a curiosidade e a criatividade são os fatores que mais se evidencia nos alunos ao questionarem sua insatisfação ao conteúdo das ciências exatas.

A realidade Aumentada por ser uma ferramenta tecnológica contemporânea, próxima ao contexto histórico dos nossos alunos, acostumados com Pokémom G.O, é uma excelente ferramenta para despertar o interesse pelo conteúdo ao fazer uso desta tecnologia no ensino. A utilização das novas tecnologias, em particular o uso da Realidade Aumentada é de grande valor para o desenvolvimento do ensino de ciências. Forte (2009) ao aplicar o questionário que compõe sua dissertação de mestrado sobre a utilização de um aplicativo educacional que faz uso da Realidade Aumentada, evidencia no questionário o efeito potencial da utilização desse recurso, e sua capacidade de gerar motivação em aprender e curiosidade sobre o conteúdo ministrado. Destaca na pesquisa que o uso da Realidade Aumenta propicia ao aluno a oportunidade de observar os fenômenos repetidas vezes em vários tipos de situações que podem ser construídos para análise.

Mendonça & Mustaro (2011) complementam Forte na justificativa do uso da realidade aumentada no ensino e aprendizagem de reações químicas; eles explicam que estudar reações químicas com marcadores pré-definidos e interagir com as animações permitem uma aproximação do abstrato.

Todo e qualquer método utilizado para o ensino deve ser planejado. Um procedimento sistematizado é o ponto chave para aprendizagem. A Realidade Aumentada sem o professor para orientar e sem um delineio de um processo elaborado de ensino não tem significado algum. Alguns professores mais antigos temem o uso das tecnologias em sala de aula. Forte (2009) ressalta que a abordagem utilizando a ferramenta proposta

por ele é de grande importância, o mesmo reconhece que a Realidade Aumentada utilizada apenas para visualização, sem uma intermediação pelo professor não tem valor para o processo de ensino e aprendizagem. Portanto, não descarta a participação do professor no processo de aprendizagem. Rolim (2011) após utilizar o recurso de Realidade Aumentada para alunos do curso de Agroindústria, sobre o ensino de Biologia, afirma que 50% dos alunos que participaram da aplicação de seu projeto obtiveram aprendizagem conceitual sobre o assunto, em nível muito bom. Os outros 50% dos alunos em nível bom e regular. Um crescimento satisfatório para o processo de aprendizagem.

Os alunos submetidos a essa pesquisa declararam que o instrumento de ensino facilita a compreensão de conceitos e definições sobre micro-organismos de forma mais clara e objetiva. Declaram também, a possibilidade em interagir com as animações por meio do movimento das mãos.

A Realidade Aumentada além oferecer a oportunidade em visualizar fenômenos da natureza por meio de animações computacionais, com programação avançada pode se assim o fizer, ser aplicado em simulações. Ambas as formas de apresentação de fenômenos são de baixo custo, oportunizando aos discentes a visualização de situações que são abstratas, sem que sejam necessários laboratórios e/ou experimentos caros. A exemplo disso, Souza (2011) desenvolveu animação computacional aplicada à Realidade Aumentada. Criou um circuito elétrico RLC<sup>20</sup> que demonstrava os efeitos da corrente elétrica em um circuito de corrente alternada (produção de campo magnético). Nem sempre há materiais suficientes para a construção de experimento desse porte, e mesmo que houvesse, a visualização sistemática do que ocorre teoricamente na animação não é possível por meio do experimento tradicional.

No trabalho de Souza (2011), ele apresenta a possibilidade de explorar todos os fenômenos inerentes ao eletromagnetismo em um circuito RLC, sem que seja necessária a utilização de equipamentos físicos para observação do experimento. Os laboratórios virtuais apresentam a possibilidade de fazerem uso dos recursos experimentais sem que seja necessário tê-los de forma Física, e ainda obter os mesmos resultados esperados após observação. Souza (2011, p. 03) “A aplicação torna-se mais acessível: os usuários não precisam ter nenhum equipamento muito sofisticado e caro tais como os usados em RV: apenas um computador, uma webcam, e imprimir os marcadores numa folha de papel. ”

---

<sup>20</sup> Circuito RLC (também conhecido como circuito ressonante ou circuito aceitador) é um circuito elétrico consistindo de um resistor (R), um indutor (L), e um capacitor (C)



Figura 3. Aplicação de realidade aumentada em circuitos elétricos - Fonte: Souza (2011)

Fica claro em perceber que a realidade Aumentada não só favorece a motivação ao discente, mas oferece a oportunidade de observar fenômenos com riqueza em detalhes com poucos recursos de programação. Seu baixo custo, sua capacidade motivacional, se for planejado em conjunto à tomada de ação sistêmica pelo docente, será uma excelente ferramenta a ser empregada nos processos educacionais no ensino de ciências.

### **3.2 Proposta metodológica para a implementação da realidade aumentada no ensino de Física no curso de Ciências Naturais.**

Nos cursos de Ciências naturais, sua grade é composta pelas disciplinas Matemática, Física e Química, das quais compõe a área das ciências exatas e da terra. As disciplinas exatas, em sua maior parte apresenta conteúdos de difícil visualização quando demonstrados sem recursos adequados, se não houver técnicas e estratégias docentes para facilitar a visualização e compreensão, os conteúdos ficam estagnados, sem representação lógica no cognitivo do aluno

A prática contínua de um ensino baseado na repetição e decorar de fórmulas é um dos fatores que mais aflige os nossos estudantes, e isso não é diferente nos estudantes do ensino superior. Sabendo desses agravantes no ensino de ciências a proposta consiste em implementar nas aulas de Física voltada para o curso de Ciências Naturais o uso da realidade aumentada nas atividades acadêmicas e na resolução de problemas.

Aplicar a realidade aumentada na sala de aula tem como objetivo proporcionar aos alunos a possibilidade em interação com o objeto de pesquisa e sua visualização

para a coleta de informações, tais como velocidade, variação da posição tempo, força, massa, período, etc. Vale ressaltar que o uso da realidade aumentada não se sobrepõe a outros recursos utilizados comumente nas escolas como equipamentos de laboratórios, vídeos, animações etc., ou seja, a realidade aumentada entra como uma ferramenta de apoio às aulas de Ciências naturais, o que faz a diferença no processo de ensino é a metodologia utilizada para alcançar os resultados esperados pelo professor.

Fazendo confirmação ao capítulo 2, a proposta consiste da implementação de uma forma organizada, pautada nas teorias socioconstrutivistas delineada pela teoria das ações mentais por estágio de Galperín.

Seguindo as ideias de Galperín quanto a formação de conceitos, a observação ocupa posição inicial de sua teoria. Assim como para um cientista, todos os modelos de equações matemáticas que determinam os fenômenos são reflexo da observação e da coleta de informação adquiridas. Sendo assim, o uso da realidade aumentada traz à sala de aula a oportunidade de observar os fenômenos na palma da mão!

O procedimento inicia-se pela observação do fenômeno. Este é o momento em que o discente retoma os conhecimentos adquiridos anteriormente a fim de tentar responder os motivos que levam àquela situação. Após a observação o discente é orientado a identificar as variáveis e fazer variações da observação. Nesta etapa as variações são realizadas a fim de evidenciar as relações entre as variáveis que estão intrinsecamente inseridas no problema na forma de grandezas físicas. A variação é o momento inicial de uma tomada consciente do que se observa. Etapa fundamental para a construção de conceitos e definições científicas.

A variação é necessária para que o observador (discente) possa evidenciar as variáveis e então após essa identificação passar para o próximo passo, relacionando-as com a finalidade em perceber relações lógicas entre elas. Esse processo se chama análise das variáveis. É o momento em que o observador procura padrões, funções de dependências entre elas, fase de grande importância para a formação de hipóteses do que está acontecendo na observação.

Para o aluno, as conjecturas sobre o que se observa tomam parte importante no processo científico. As hipóteses são tratadas como uma suposta verdade – pelo menos inicialmente – para que seja verificada através de testes de validade. Assim como para o cientista, esse processo de sugestão inicial deve ser atividade comum no cotidiano acadêmico do discente.



Sobre as hipóteses/conjecturas iniciais, deve-se estar atento para que as mesmas não sejam realizadas com base no senso comum - termo utilizado quando as pessoas fazem suposições sobre fenômenos com base no seu conhecimento empírico – não, pelo contrário, no caso de investigação na área das ciências exatas, todas as sugestões devem ser realizadas à luz dos conhecimentos lógicos de proporcionalidade, os quais estão vinculadas a conceitos científicos matemáticos.

Com as hipóteses/conjecturas prontas, devemos validá-las, sendo assim, precisamos utilizar ferramentas ou instrumentos de medidas que possam verificar as hipóteses sugeridas. Para isso, utiliza-se a análise dimensional. A análise de dimensão é utilizada por cientistas, professores e nessa proposta, deve ser utilizada pelo discente para comprovar sua sugestão inicial. O recurso a essa ferramenta matemática proporciona a verificação de validade da hipótese inicial declarada pelo discente na etapa anterior

O processo de passo três apresenta dinamismo de comunicação entre a observação, identificação das variáveis, relação lógica das variáveis e verbalização do conceito. Se os resultados obtidos através da análise dimensional estiverem de acordo com a hipótese inicial, então passa-se para a próxima parte do procedimento didático, neste caso, verbalização do conceito, se não, deve retornar corrigindo os possíveis erros de observação, relação entre variáveis e sugestão de hipótese.

Sendo assim, ao passar por todas as etapas anteriores, a última consiste do processo de externalizar os conhecimentos adquiridos ao longo do processo de aprendizagem. É neste momento que o discente coloca na forma de signos (palavras) o que entendeu sobre a atividade realizada, ou seja, é o momento de definição dos conceitos adquiridos sobre o instrumento de aprendizagem.

Os passos realizados ao longo da atividade são processos cotidianamente utilizados por pesquisadores, prática que valida observações científicas. A presença do professor neste procedimento é para a sistematização do processo de resolução do problema proposto, conhecida como base orientadora da ação. Para tanto a postura do professor da disciplina deve ser de orientador, explicando os passos em cada etapa e fazendo com que os alunos possam desenvolver seu conhecimento com base na observação e participação no processo de ensino.

### 3.3 Sequência didática para a formação de conceitos científicos a partir da realidade aumentada no Processo de ensino e aprendizagem da Física.

Para implementação de uma proposta de ensino construtivista, antes de sua aplicação o docente responsável pela disciplina precisa conhecer em qual nível encontra-se seus alunos. Fazer o diagnóstico dos alunos proporciona ao discente traçar o itinerário para alcançar o objetivo da aula. A profundidade do diagnóstico permite ao docente organizar sua base orientadora da ação a fim de interligar a zona de desenvolvimento proximal à zona de desenvolvimento efetivo do discente.

Utilizando os 5 passos descritos no tópico anterior, a orientação sobre o como fazer é determinada pelo professor. A organização da base orientadora da ação dividi-se em elementos conceituais e procedimentais. Confira o quadro abaixo.

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO	
ELEMENTOS CONCEITUAIS	ELEMENTOS PROCEDIMENTAIS
Definir os cinco passos do conceito científico que serão tratados na atividade proposta	Estabelecer de forma organizada os procedimentos que devem ser adotados em cada um dos momentos dos cinco passos.

O quadro acima representa a forma material de expor como os processos sistematizados devem ser seguidos. As cinco etapas da aprendizagem e formação de conceito científico utilizado por pesquisadores e cientistas é colocado numa forma organizada e orientada pelo docente.

No quadro da esquerda o docente elabora o itinerário de como aluno deve se comportar para chegar na verbalização do conceito. Nas etapas a serem seguidas pelos discentes estão: Observação, variação da situação-problema, conjecturas, análise e verbalização. Esses itens que compõe o quadro da esquerda após uma certa quantidade de vezes aplicados passam a ser acessados cognitivamente pelo discente de forma natural, desenvolvendo a habilidade em montar estratégias para aprendizagem e resolução de problemas. Na habilidade de montar estratégias para solução de problemas surge outra habilidade que é essencial para êxito da anterior, estamos falando da lógica matemática, habilidade que fará toda a diferença no momento de relacionar as variáveis e analisá-las.

No lado direito, em elementos procedimentais, os discentes são orientados de forma clara como devem realizar cada etapa. Neste momento cada passo deve estar interligado com o próximo, pois o processo de aprendizagem deve ser linear, direcionando para um produto final, a verbalização.

Confira dois exemplos de procedimento de aprendizagem orientado pela BOA para observação de uma animação com Realidade Aumentada.

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO	
ELEMENTOS CONCEITUAIS	ELEMENTOS PROCEDIMENTAIS
1 - Observação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observe o movimento do carrinho no seu celular e o tempo de percurso para animação</li> </ul>
2 - Variação da Observação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faça observação das outras animações com respeito ao movimento</li> </ul>
3 -Relação posição e tempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observe como cada caso se comporta em posição e tempo.</li> </ul>
4 -Hipóteses de relação entre as variáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compare cada situação e escreva a relações entre posição e tempo para cada caso.</li> </ul>
5 - Verificação da hipótese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilize análise dimensional para verificar a hipótese</li> </ul>
6 – Definição do conceito.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declare a relação entre as variáveis e verbalize essa relação na forma de conceito. (uma explicação geral sobre sua observação)</li> </ul>

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO	
ELEMENTOS CONCEITUAIS	ELEMENTOS PROCEDIMENTAIS
1 – Observação, Variação da Observação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observe o movimento do pêndulo simples e o tempo que ele leva para realizar ida e volta no seu movimento</li> </ul> <p>Faça observação das outras animações com respeito ao movimento do pêndulo (comprimento de hastes diferentes, massas diferentes, gravidade diferente)</p>
2 -Relação posição e tempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observe como cada caso se comporta em relação: massa x período; comprimento da haste; período, gravidade x período; frequência x período</li> </ul>
3 -Hipóteses de relação entre as variáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compare cada situação e escreva as relações entre posição e tempo para cada caso.</li> </ul>
4- Verificação da hipótese	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilize análise dimensional para verificar a hipótese do item 3.</li> </ul>
5 – Definição do conceito.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Declare a relação entre as variáveis e verbalize essa relação na forma de conceito. (uma explicação geral sobre sua observação)</li> </ul>

Conhecido os elementos que compõem o procedimento didático, apresenta-se abaixo o modelo de investigação desenvolvido.

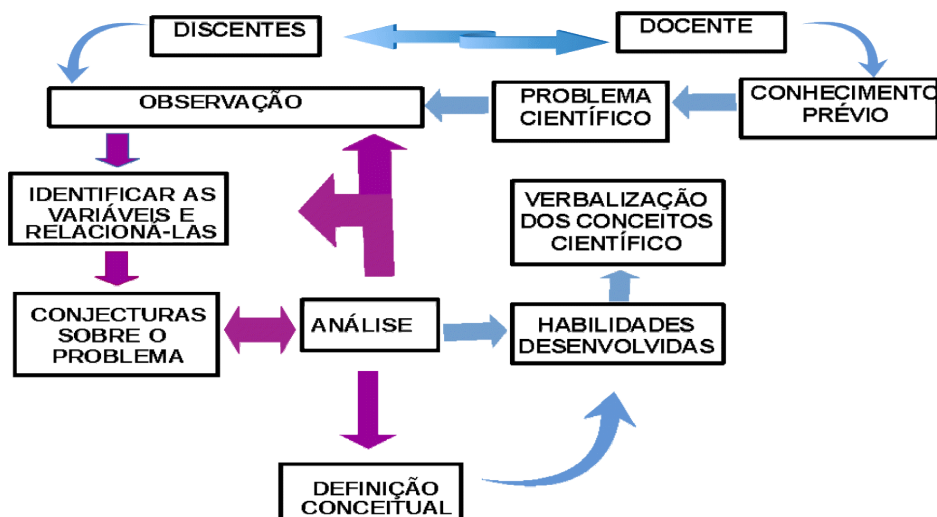


Figura 4: Modelo didático proposto pelo trabalho

Nele é possível observar a dinâmica de interação entre o docente e o discente. O Processo começa pelo professor a partir dos conhecimentos prévios, seguindo para apresentação do problema científico e sua complexidade em solução para o discente, este por sua vez realiza as observações, identificação das variáveis e hipóteses– todas delineadas pela base orientadora da ação – a fim de resolver o problema proposto pelo professor. Observe que a análise no modelo estabelece comunicação tanto com a definição do conceito, quanto a possibilidade em retornar para as observações e realizar ajustes nas variáveis que direcionaram as hipóteses. Tanto na análise quanto na verbalização o docente coleta as informações importantes a respeito das habilidades adquiridas ao longo do processo de aprendizagem do discente, avaliando a capacidade de solução da atividade proposta e sua maturidade cognitiva em estabelecer critérios para resolver problemas científicos.

A rigorosidade nas etapas estabelecidas para o discente e a elaboração de uma base orientadora da ação de qualidade favorece uma verbalização completa e científica. É claro que bons resultados é consequência de treinamento, não obter-se-á na primeira aplicação resultado favorável em 100% da turma. - isso é um reflexo do planejamento didático e da qualidade da base orientadora da ação – com a aplicação diária nas atividades acadêmicas será natural o desenvolvimento da habilidade da lógica e da forma organizada de pensar.

O modelo que representa o procedimento didático baseado pela base orientadora da ação, demonstrada sistematicamente, pode ser aplicada a qualquer disciplina, com qualquer outra ferramenta didática que estabeleça ligação observacional entre ferramenta e discente.

O que se espera nesta proposta é que após sucessivas atividades delineadas pela base orientadora da ação, o discente internalize os procedimentos para solução das atividades e construa a sua própria base orientadora da ação, tornando-o independente e capaz de ser autônomo na sua construção de saberes.

## CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente capítulo aborda os métodos de pesquisa utilizado para obter dados e informações sobre o desenvolvimento de habilidades intelectuais em formar conceitos e definições em Física. Para tal foram utilizados os fundamentos teóricos de aplicações socioconstrutivista, em contraste às etapas mentais proposta por Galperín. A pesquisa inicia-se pelo problema científico que direcionou o olhar do pesquisador: “***O sistema de ações interativas professor - aluno através de recursos didáticos e a tecnologia educativa no processo de ensino e aprendizagem da Física, tem influências cognitivas para os alunos, favorecendo a formação de conceitos científicos? “***

- **Objetivo Geral:**

Propor ao processo de Ensino de Física no Ensino Superior, um procedimento didático que utiliza a realidade aumentada como recurso computacional que favoreça o desenvolvimento da habilidade em definir conceitos científicos

- **Objetivos Específicos:**

1- Identificar os conhecimentos prévios dos discentes, a partir da observação inicial do objeto de pesquisa.

2 - Elaborar uma sequência didática utilizando a Realidade Aumentada como ferramenta de apoio para o ensino de Física.

3 – Comparar às habilidades desenvolvidas pelos alunos após a utilização da sequência didática em relação ao seu estado inicial

4 – Analisar o desenvolvimento da habilidade em resolver problemas.

### 4.1 Tipo da Pesquisa

Este trabalho trata de fatores psíquicos do desenvolvimento humano, bem como a sua busca por indicadores que evidência desenvolvimento de habilidades. Para obter resultados mais gerais, mais que informações quantitativas, sentimentos, expressões e discussão, escolheu-se a pesquisa qualitativa como tipo de pesquisa a ser desenvolvida.

Neste tipo de pesquisa os dados se configuram nas qualidades intrínsecas dos dados, dos julgamentos observacionais do pesquisador e dos relatos individuais dos sujeitos submetidos à pesquisa. (MARCONI, 2010)

Na pesquisa qualitativa, a preocupação não está nos resultados numéricos, mas na qualidade intrínsecas aos números. Essa qualidade se forma a partir de um contato prolongado e direto com o ambiente de pesquisa (GODOY, 1995)

Além de ser qualitativa, a forma de pesquisa tem características descritivas dos acontecimentos e exploratória dos resultados coletados, essa dinâmica é observada a todo momento ao longo dos resultados, formando elementos para resultados finais sempre a luz dos teóricos que embasam este trabalho.

Os dados coletados aparecem na forma de transcrição de documentos: entrevistas, fotos, vídeos, anotações de campo, questionários, etc, o qual busca uma compreensão mais ampla de pesquisa. Os indivíduos submetidos a esse processo de pesquisa devem ser vistos de forma holística e não como meros resultados expressivos de números. (MARCONI, 2010)

## **4.2 Os Participantes da Pesquisa**

Para realização do trabalho, foram submetidos à pesquisa 26 alunos do curso de Ciências Naturais – UFAM, do 2º período. A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) encontra-se localizada na Av. Rodrigo Otávio, s/n, no bairro Coroado. O curso de Ciências Naturais da Ufam possui 50 anos de atividade, o mesmo foi criado junto à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Amazonas, pela Resolução nº 30/66, de 14 de novembro de 1966, para cobrir, na época, a falta de professores de Ciências, Física e Biologia nos estabelecimentos de ensino básico do Estado.

A escolha deste curso como campo de pesquisa foi determinado mediante a proposta prevista pelo curso de ciências naturais, dos quais os discentes que fazem parte deste curso serão preparados a atuarem com alunos do Ensino Fundamental e Médio, sendo assim, necessitarão de conhecimentos básicos sobre ciências para atuarem com segurança na sala de aula. Além disso, por se tratar de discentes do 2º período do curso, ainda estão fortemente ligados às práticas educativas tradicionais das escolas, resolvendo cálculos mas não sabendo para que serve esses resultados.

### 4.3 Técnica da Pesquisa

Na busca da coleta de dados o trabalho optou por uma pesquisa de cunho investigativa fenomenológica. A técnica com características fenomenológicas proporciona ao pesquisador o contato mais aproximado com o objeto da pesquisa e seus participantes. (MARCONI, 2010)

Devido a diversas participações nas aulas de turmas anteriores do curso de Ciências Naturais, o pesquisador motivou-se aos questionamentos por ele feito sobre como os discentes massificam e definem os conceitos ensinados nas aulas de Física Geral e Experimental A. Para registro dos dados utilizou-se: observação, registro textual, aplicação de atividades e perguntas (questionários semiaberto) e entrevista.

A observação empregada na pesquisa tem característica assistemática, não possui planejamento e controle previamente elaborado. Para Marconi (2010) a observação assistemática é obtido de uma experiência causal, sem que se tenha um planejamento antecipado dos aspectos relevantes a serem observados na pesquisa.

O diário de registro textual permitiu registrar as práticas desenvolvidas em sala de aula pelo pesquisador, além de “guardar” questionamentos/críticas feitas pelos discentes no momento das aplicações, o qual modificou o dinamismo e a sistemática de aplicações das futuras atividades.

Na aplicação de atividade inicial ( obtenção de conhecimentos prévios ), seu registro foi primordial para avaliar como os alunos traçam estratégias, bem como os recursos que utilizam para resolver os problemas em Física. Nesta etapa, o pesquisador levou em consideração principalmente as ferramentas que eles recorrem (equações físicas, relações matemáticas de proporcionalidade, lógica matemática etc.) e sua conectividade à prática em resolver o problema.

A obtenção de conhecimentos prévios nesta etapa da pesquisa faz o papel do prognóstico inicial, o qual orientará o pesquisador de quais atividades e como essas atividades devem ser elaboradas a fim traçar a melhor orientação para a solução do problema.

Tendo em posse os conhecimentos necessários para dar seguimento ao trabalho, aplica-se a proposta da sequência didática junta a Realidade Aumentada, para obter resultados da verbalização do conceito.

Após o término da atividade aplica-se os questionários (quantiquantitativo) com objetivo de coletar informação e dados. O questionário é uma ferramenta metodológica



utilizada nas pesquisas quantitativas e qualitativas, é constituído por uma quantidade de perguntas definida pelo pesquisador, que devem ser respondidas sem a presença do pesquisador (MARCONI, 2010). Para a pesquisa desenvolvida o pesquisador faz usos de perguntas abertas e fechadas, que segundo Marconi (2010, p. 187) “ [...] Perguntas abertas são as que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria, e emitir opiniões. ” Marconi (2010, p. 187) “Perguntas fechadas são aquelas que o informante escolhe sua resposta entre duas opções: *sim* ou *não*”

Na entrevista consiste em coletar informações dos pesquisados por meio de perguntas elaboradas com finalidade de confirmar os dados coletados ao longo da pesquisa (observação e questionário). Desta forma, utilizou-se a dialética entre o grupo pesquisado e pesquisador, assim fortalecer e/ou identificar algum tipo de informação que não foi observado ou registrado ao longo do Trabalho( MARCONI, 2010)

O trabalho realizado pretende evidenciar indicadores que respondam o questionamento feito pelo pesquisador através do problema de pesquisa. Entre os indicadores destacam-se: motivação, estratégias lógicas empregadas adequadamente para solução do problema, verbalização do conceito observado e satisfação quanto a sua aprendizagem após utilização da metodologia proposta pelo trabalho; esses são alguns dos elementos que indicam a formação conceitual. Dessa forma os elementos conceituais e procedimentais descritos na base orientadora da ação faz o papel de organizar cada momento da atividade, direcionando-os aos indicadores citados acima.

#### **4.4 Procedimento Metodológico da Abordagem**

Este trabalho foi realizado à luz das teorias das ações mentais de Galperín, com o objetivo de desenvolver habilidades necessárias para formar conceitos científicos, baseando-se num procedimento metodológica socioconstrutivista, com o qual o pesquisador buscou organizar de forma sistemática os processos no qual os discentes devem direcionar suas ações, focando em 5 passos.

O procedimento metodológico utilizado partiu de um planejamento didático focado na formação de conceitos. Foram explorados definições da mecânica, em particular o movimento retilíneo uniforme, uniformemente variado e movimento periódico. A escolha desse tema se fez devido proposta pedagógica do curso de ciências naturais e pela disciplina Física Geral e Experimental A, visto que ambas tendem a formar discentes capazes em explorar os conceitos e definições das ciências naturais com direcionamento

ao ensino de crianças do Ensino Fundamental. Sendo assim, a abordagem das definições conceituais e sua internalização na estrutura cognitiva do alunado é parte dos objetivos a serem conquistados tanto pelo curso quanto por esse trabalho.

A aplicação metodológica é composta por 5 etapas, sendo dividida em 11 momentos. O período para cada etapa se distribui entre 1 (uma) hora e 4 (horas).

O pesquisador se apresentou à turma e de imediato levou aos alunos uma atividade com objetivo em explorar quais os conhecimentos iniciais que os discentes possuíam no momento – conhecimentos prévios sobre os conceitos de movimento, tais como definição, relações matemáticas, equações etc. A duração do prognóstico inicial da turma teve duração de 2 duas (horas). Foi esclarecido que a atividade não possuía caráter avaliativo, não constituinte de nota, sendo assim apenas uma medida para verificar o grau de conhecimento dos alunos, e que não seriam obrigados a realizar as mesmas – em toda a pesquisa empregada a essa turma em questão foi deixado claro que todas as atividades eram voluntárias.

Após o recolhimento da atividade para determinar os conhecimentos prévios, o pesquisador prosseguiu com o conteúdo programático da disciplina com o tema: introdução à Física. Neste momento o professor explorou algumas relações matemáticas tais como: relação de proporção, unidades de medidas, grandezas físicas, história da Física, descobertas científicas e elaboração de leis e teoremas com base na observação da natureza, com o tempo de aproximadamente 4 (quatro) horas.

Com os resultados do prognóstico, o pesquisador levou aos alunos resultados estatísticos de pesquisas contemporâneas de como os alunos têm se saído nas avaliações do ENEM. Enfatizou o desempenho dos alunos do ensino médio em relação às questões de cunho qualitativo, os quais representam cerca de 60% das questões de Física. Essa apresentação foi realizada com objetivo de incentivar por meio da motivação em aprender para que possa ensinar corretamente os conceitos inerentes à Física aos seus futuros alunos. O pesquisador enfatizou fortemente que o maior motivo em não se ter êxito nas avaliações como ENEM reside no fato de não dominar as definições conceituais, ou seja, a não compreensão qualitativa do fenômeno.

Tendo despertado – pelo menos essa era a intenção – a motivação em aprender, o pesquisador então apresenta seu procedimento de ensino com base na interação entre os estudantes e professor, num processo dinâmico de ensino, onde a aprendizagem se realiza através do vai – e – vem, orientado pela base orientadora da ação, professor – aluno.

A base orientadora da ação é uma organização na forma de pensar, é um recurso que após aplicações sucessivas de forma orientada, o indivíduo que experimenta essa abordagem passa a criar a sua própria base orientadora da ação. Desenvolvendo a habilidade de construir sua própria estratégia de resolução de problema. A base apresentada aos discentes é dividida em 5 etapas fundamentais: Observação/variação, relação entre variáveis, hipóteses/conjeturas, análise e verbalização/ definição conceitual. Antes de aplicar a base orientadora da ação do tipo III para solução de problemas em Física, o pesquisador explica o que é cada um desses elementos, lembra que já foi apresentado aos alunos na aula inicial sobre conceitos introdutórios de Física, em que o pesquisador explicou os elementos que compõe etapas da ciência.

Como recurso para aplicação de sua pesquisa, utilizou-se da Realidade Aumentada como ferramenta didática para aplicação das atividades do movimento uniforme, uniforme variado e movimento periódico.

Após apresentação da animação, sua observação/variação e sua busca por relações entre pares de variáveis ( relação de grandezas diretamente proporcionais e inversamente proporcionais), é disposto ao aluno a etapa de lançamento de hipóteses. Nessa etapa o aluno busca unificar as relações já encontradas na etapa anterior afim de determinar uma relação de proporcionalidade entre as grandezas físicas numa única relação. Por exemplo, no caso da animação do M.U determina-se que :  $V \propto \frac{S}{T}$  .

Com etapa 3 já estabelecida, parte-se para etapa de verificação da hipótese, nesta fase os alunos utilizam a análise de dimensão<sup>21</sup>. Com a análise em mãos, o aluno confirma se a hipótese inicial está correta ou não. Ela garante que as variáveis que foram evidenciada na atividade e sua aplicação na elaboração da hipótese está correta e que a lógica aplicada pela observação foi utilizada de forma correta, o qual determinou uma relação que concorda com o uso da análise dimensional.

Com a confirmação em mãos de que as 4 etapas da base orientadora da ação estão em concordância, o discente é sugerido a fazer uma reflexão sobre as etapas anteriores e generalizar uma definição conceitual sobre as atividades realizadas, essa etapa se chama verbalização. A verbalização é o momento que o aluno põe de forma materializada o que se formou no campo cognitivo do aluno através da experiência e manuseio sobre o objeto de trabalho. Materializar o que é imaterial é o momento de maior importância das etapas

---

21 Informações sobre análise dimensional, verificar o tópico 3.2 desta obra.

da BOA. A forma como o discente verbaliza, a qualidade da forma material que é colocada pelo discente é resultado da ação da BOA.

Além da animação do M.U, foram aplicados aos alunos animações do M.U.V e movimento periódico. O procedimento para essas animações são idênticos aos utilizados na animação do M.U. Mas que isso, o procedimento foi em vários momentos utilizados em problemas de cunho qualitativo ou quanti-qualitativo, tal como problemas de lançamento oblíquo e vetores em questões do ENEM.

Após todas as animações serem realizadas, e um conjunto de atividades serem resolvidos em sala de aula, o trabalho passa para a coleta de informação por meio de questionário, finalizando com entrevista com os participantes da pesquisa.

#### **4.5 Os Momentos da Metodologia da pesquisa.**

##### **1) 4 Horas.**

- Aula inicial – apresentação dos conceitos iniciais ou introdutórios à Física.
- Aplicação de atividade conhecimentos prévios.

##### **2) 4 Horas**

- Base Orientadora da ação – como utilizar e seus momentos.
- Relação entre variáveis Matemáticas e grandezas Físicas (Razão, Proporção e Análise Dimensional). - o pesquisador realizou essa atividade pois é de suma importância para o desenvolvimento de etapas elementares na aplicação da BOA.

##### **3) 2 Horas**

- Etapa motivacional – Apresentação de dados estatísticos e trabalhos realizados sobre o tema: Desempenho dos Alunos do Ensino Médio nas Avaliações do ENEM.
- Apresentação e de Aplicação da BOA na animação do M.U com intuito em definir o que é rapidez.

##### **4) 4 Horas**

- Apresentação e de Aplicação da BOA na animação do MU e MUV

##### **5) 2 horas**

- Aula sobre os conceitos de movimento periódico, frequência, relação entre período e frequência, movimento harmônico simples e sua relação com movimento circular.

##### **6) 4 Horas**

Apresentação e de Aplicação da BOA na animação do Movimento Periódico (Pêndulo Simples) com intuito em definir a relação entre Período e as variáveis comprimento da haste e gravidade.

#### **7) 2 Horas**

- Resolução de atividades qualitativas do ENEM utilizando a BOA (Lançamento oblíquo)

#### **8) 1 (uma semana)**

- Questionário pós-teste para coleta de informação sobre as etapas anteriores

#### **9) 1 Hora**

- Entrevista com os participantes da pesquisa.

Além dos 9 (nove) momentos anteriormente, ressalta-se que a todo momento o pesquisador utilizou de anotações textuais sobre comportamento, aceitação da pesquisa, frustrações e satisfação dos alunos referentes às atividades, além de outros aspectos que foram considerados relevantes pelo pesquisador para contribuição da análise dos dados da pesquisa.

### **4.6 A Análise dos Dados e Resultados da Pesquisa**

Neste momento será apresentado os resultados e reflexões sobre o que foi coletado ao longo da pesquisa, o qual será de extrema importância a triangulação entre pesquisador, participantes da pesquisa e teóricos que fundamentam o trabalho.

#### **4.6.1 A Observação do Processo de Ensino e Aprendizagem na Turma de Ciências Naturais.**

O pesquisador realizou um conjunto de atividades orientada e em cada uma das etapas da atividade foram feitas observações sobre as respostas que os alunos passavam através de suas atitudes, gestos e indagações.

Os estudantes que participaram da pesquisa receberam códigos de identificação :  $E_N$ ,  $E \rightarrow$  Estudante;  $N \rightarrow$  Número de 1 à 26. Esse procedimento foi determinado pelo pesquisador para que fossem omitidos as identidades dos participantes, mantendo assim o anonimado dos sujeitos submetidos ao trabalho.

A observação iniciou-se desde o primeiro momento quando o pesquisador se apresentou à turma com um procedimento didático na forma de proposta de ensino a ser aplicada. Desde o momento em que se fez aplicação da atividade de conhecimentos prévios, até o momento em que se obtém a entrevista dialética com o grupo, a observação registrada no diário de campo foi de grande importância para comparação com os dados dos questionários e registros auditivos.

Os alunos no primeiro momento mostraram-se surpresos com o discurso do pesquisador, demonstrando-se interessados em conhecer mais sobre o procedimento didático e sua significância para o seu processo de ensino e aprendizagem.

De início, logo após a apresentação do plano de ensino que seria utilizada na sala, o pesquisador aplicou uma atividade a fim de verificar alguns conhecimentos sobre conceito de movimento (conhecimentos prévios). Os alunos demonstraram-se espantados, alguns até se posicionaram contra, pois não sabiam nada! O pesquisador prontamente orientou a turma que a atividade não tinha caráter de avaliação (pontuação), era apenas para conhecer alguns conceitos de Física e aplicações básicas sobre movimento – como se trata de alunos do ensino superior, imagina-se que os quesitos essenciais sobre movimento e algumas equações matemáticas não sejam algo tão complicado. A turma prontificou-se na realização da atividade, o que colaborou significadamente nessa etapa.

Em relação aos conhecimentos iniciais, a maioria dos alunos tiveram grandes dificuldades em responder questões que tratavam de proporção entre grandezas físicas, definição de movimento (rapidez) e gráficos. Com tudo, mesmo com dificuldades, foi observado empenho de todos os participantes presentes. Todos realizaram a atividade como se fosse uma avaliação, com muita determinação e vontade em acertar.

No segundo encontro com a turma, o pesquisador realizou a fase da motivação. Quando foi mostrado o desempenho dos alunos do Ensino Médio nas provas do ENEM, e que as mesmas atividades realizadas na aula anterior tinham sido tiradas desta mesma prova, os alunos mostraram-se surpresos, e um pouco decepcionados com o seu desempenho individual. O pesquisador reforçou que há necessidade de que os alunos do Ensino Médio sejam capazes de pensar “certo”, compreender os fenômenos de forma qualitativa, recorrer às habilidades superiores sistematizados de forma lógica e organizada.

Com o resultado da atividade – conhecimentos prévios e motivação em aprender - , foram realizadas as aulas de Física Geral Exp. A, com objetivo de cumprir a ementa da disciplina, todavia sem esquecer em momento algum do que estava sendo proposto.

Nessa parte, o pesquisador tratou em compartilhar e explicar algumas ferramentas matemáticas que seriam importantes para dar prosseguimento nas próximas etapas, dentre as ferramentas estão: o tratamento de grandezas proporcionais e análise dimensional. Em relação à análise dimensional poucos alunos compreenderam o seu uso, e no que se observou, a dificuldade reside na incompreensão das operações de potência de bases iguais e definição de equação, o que gerou um pouco na demora da aplicação do procedimento didático.

Em relação da aplicação do procedimento didático proposto os alunos apresentavam-se bem diferente do contato inicial. Neste momento os alunos demonstravam falta de empenho nas atividades pelo fato desta prática, segundo eles ser demorada e cheia de passos para determinação do resultado.

Tabela 1: Comentários de dois alunos sobre aplicação da base orientadora da ação.

ESTUDANTE	TRANSCRIÇÃO
$E_3$	“Professor, por que não fazemos as atividades só aplicando a fórmula e pronto!”
$E_{16}$	“Com a fórmula é mais fácil! É só aplica...”

Fonte: Próprio autor

### Discussão do resultado

O desinteresse pelos procedimentos adotados na sala de aula é produto da forma mecânica já adquirida pelos discentes ao longo de sua jornada acadêmica em resolver problemas com base em fórmulas prontas e acabadas, como se toda a Física fosse apenas um conjunto de equações matemáticas sem fundamentos conceituais e procedimentos experimentais.

Entretanto, após seguida utilização do método proposto, os alunos foram adaptando-se e compreendendo os elementos que compõe os procedimentos proposto pelo pesquisador. Aos poucos os alunos foram percebendo que não se tratava de um procedimento “demorado”, mas que não tinham a prática sobre esse procedimento de solução, que com a prática cada vez mais os resultados “saíam” mais rápido, evidenciando aos discentes que a participação nas atividades geravam aprendizagem, e o que era considerado complexo tornou-se simples e de fácil execução. Com isso a aprendizagem foi fluído e ganhando característica que o pesquisador esperava para seu trabalho.

#### 4.6.2 Atividade aplicada na disciplina de Física Geral e Experimental A (Conhecimentos Prévios)

Com objetivo em conhecer como os alunos elaboram planos para solucionar problemas, o pesquisador aplicou aos alunos uma atividade composta por duas questões. As questões escolhidas foram retiradas das edições do ENEM 2009 e 2011, com pequenos ajustes realizado pelo pesquisador com objetivo em deixá-las com características quantitativa e qualitativa.

Tabela 2: Atividade prognostica aplicada aos alunos da disciplina Física Geral e Experimental A

1. Uma das razões para pensar sobre física dos super-heróis é, acima de tudo, uma forma divertida de explorar muitos fenômenos físicos interessantes, desde fenômenos corriqueiros até eventos considerados fantásticos. A figura seguinte mostra o Super-homem lançando-se no espaço para chegar ao topo de um prédio de altura  $H$ . Seria possível admitir que com seus superpoderes ele voaria com propulsão própria, mas considere que ele tenha dado um forte salto. Neste caso, sua velocidade final no ponto mais alto do salto deve ser zero, caso contrário, ele continuaria subindo. Considere  $g=10\text{ m/s}^2$  a gravidade no local.



KAKALIOS, J. *The Physics of Superheroes*. Gotham Books, USA, 2005.

A baixo temos a tabela da altura em função da velocidade e do tempo

ALTURA (H)	VELOCIDADE (V)	TEMPO (T)
0,0m	$V_0= 10\text{m/s}$	0
1,0m	$V_1= 8,9\text{ m/s}$	0,11s
2,0m	$V_2=7,7\text{ m/s}$	0,23s
3,0m	$V_3= 6,3\text{ m/s}$	0,37s
4,0m	$V_4= 4,5\text{m/s}$	0,55s
5,0m	$V_5= 0\text{ m/s}$	1s

- Explique como as variáveis **altura, velocidade e tempo** se relacionam.
- Construa o gráfico entre as variáveis: **altura x velocidade; altura x tempo**. Explique o gráfico
- faça uma previsão da fórmula matemática da relação **altura x velocidade; altura x tempo**.



**2. Um certo carro se movimenta com velocidade constante ao longo de uma reta. O carro realiza vários percursos ( $L/2$ ,  $L$ ,  $3L/2$  e  $2L$ ) e variações de tempo ( $T/2$ ,  $T$ ,  $2T$ ). Vejamos as situações:**

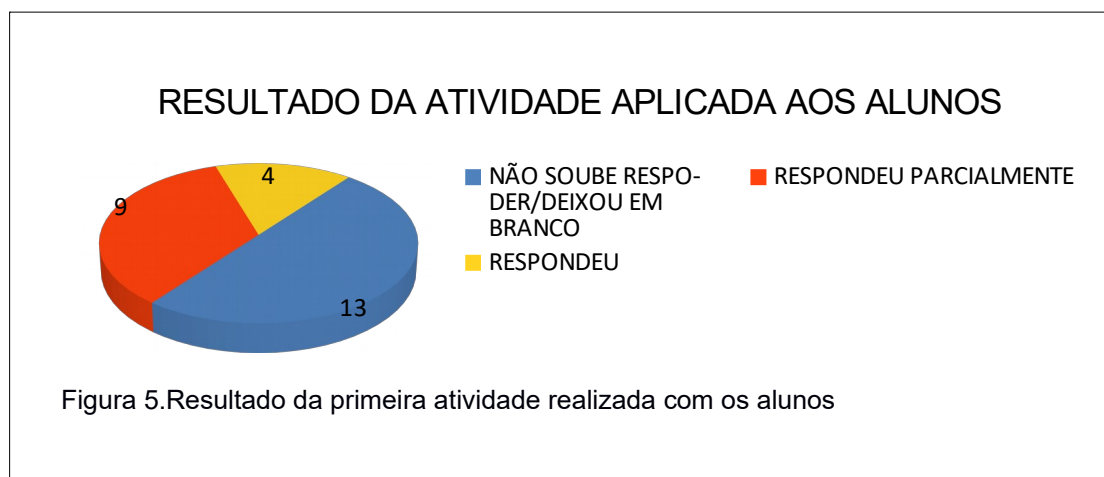
- |   |  |
|---|--|
| 1) O carro percorre $L$ gastando tempo $T$      | 6) O carro percorre $2L$ gastando tempo $T/2$  |
| 2) O carro percorre $L$ gastando tempo $T/2$    | 7) O carro percorre $L/2$ gastando tempo $T/2$ |
| 3) O carro percorre $3L/2$ gastando tempo $T/2$ | 8) O carro percorre $L/2$ gastando tempo $2T$  |
| 4) O carro percorre $L$ gastando tempo $2T$     | 9) O carro percorre $3L/2$ gastando tempo $T$  |
| 5) O carro percorre $2L$ gastando tempo $2T$    | 10) O carro percorre $2L$ gastando tempo $T$   |

Sem utilizar fórmulas, apenas pela relação entre as variáveis e sua experiência, analise cada situação e responda:

- Há situações que possuem a mesma velocidade? Quais?
- Coloque em ordem crescente a velocidade de cada situação.
- Explique com suas palavras como que as variáveis se relacionam em suas dimensões.
- Faça a previsão da fórmula que relaciona as variáveis. Explique o procedimento que você utilizou.

Fonte: próprio autor

Dos alunos submetidos a essa atividade, 50% dos alunos não souberam responder nenhum dos itens das questões ( ou deixaram em branco), 34,6% responderam parcialmente a atividade apresentando alguns pequenos erros ou conflito com as suas definições quantitativas e qualitativas, apenas 15,4% souberam resolver todos os itens, ou a maioria dos itens apresentando pequenos erros.



Dentre a população de alunos que corresponde a fatia vermelha, verificou-se que os discentes possuem compreensão da definição operacional<sup>22</sup> de rapidez<sup>23</sup>, contudo, os discentes não conseguem transformar o resultado quantitativo em expressão verbal própria de sua compreensão.

### **Discussão dos Resultados**

Um fato de destaque nesta atividade é que os alunos constroem gráficos de relações funcionais entre grandezas físicas mas não conseguem explicitar com suas próprias palavras as variáveis, fato que chama a atenção pois para que seja construído um gráfico é necessário que estabeleça a lei matemática  $f(x)$ , ou seja, entender como que a imagem alterna seu valor em função de uma variável  $x$ .

Um fator importante que deve ser considerado para o desenvolvimento desta obra é que os alunos que encontram-se inseridos no grupo dos que não tiveram êxito na atividade de conhecimentos iniciais, 63,8% deles afirmam não gostar de física e que apesar de estarem fazendo ciências naturais gostariam de não poder pagar essa matéria na faculdade. Com unanimidade, 100% desses mesmo grupo afirmam que a física é uma disciplina abstrata, de difícil interpretação.

Dos fatores salientados no último parágrafo, fica evidente mais uma vez o resultado do ensino mecanicista, método de ensino que não permite – pelo menos é que se observa nos alunos - o desenvolvimento das operações mentais superiores, tais como observação, classificação, hierarquização, definição, verbalização, etc.

#### **4.6.3 Questionário aplicado aos alunos após atividade de conhecimentos prévios.**

Com a aplicação da atividade proa gnóstica aplicada aos discentes para compreender como os alunos organizam seus pensamentos, como relacionam as variáveis e suas grandezas, o pesquisador aplica aos alunos um questionário com objetivo de verificar os conhecimentos que eles possuem sobre movimento. Equações, definições e condições de aplicação desse tema com base em argumentação qualitativa, são as questões que se quer identificar no questionário.

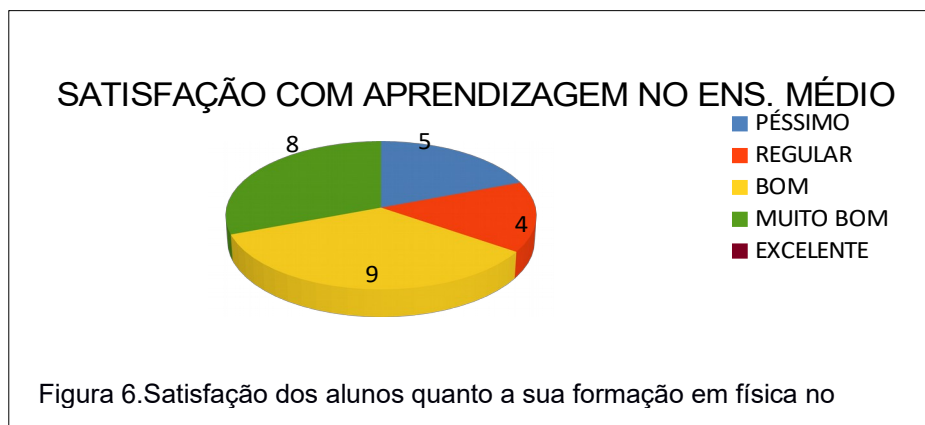
Foi aplicado questionário a alunos de ambos os sexos (masculino e feminino), com idades que variam entre 23 a 35 anos.

---

<sup>22</sup> Equação utilizada para representar fenômeno da natureza.

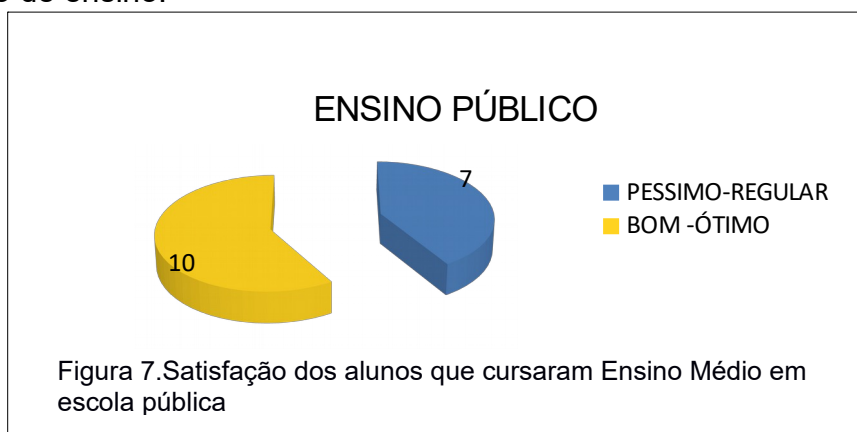
<sup>23</sup>  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$

Além dessas variáveis que compõe o questionário, foi perguntado aos alunos quais classificações dão ao seu aprendizado e satisfação às aulas em Física no Ensino Médio e em qual seguimento de ensino concluiu. No gráfico abaixo temos os dados referentes ao grau de satisfação e aprendizado.

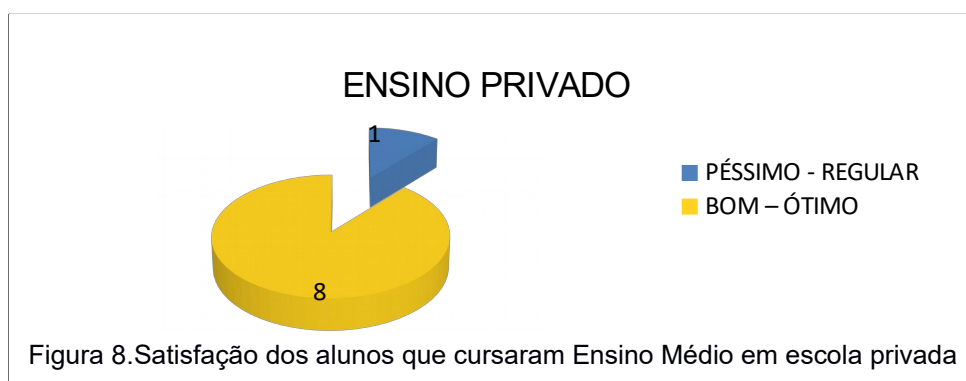


Com base no questionário, observa-se que há maior grau de aceitação e satisfação Ensino Médio, apenas 9 alunos do universo de 26 colocam como péssimo e regular

Foi identificado no questionário que quase metade dos alunos que estudaram no Ensino Médio em escola pública afirmam grau péssimo/regular de sua aprendizagem neste seguimento de ensino.

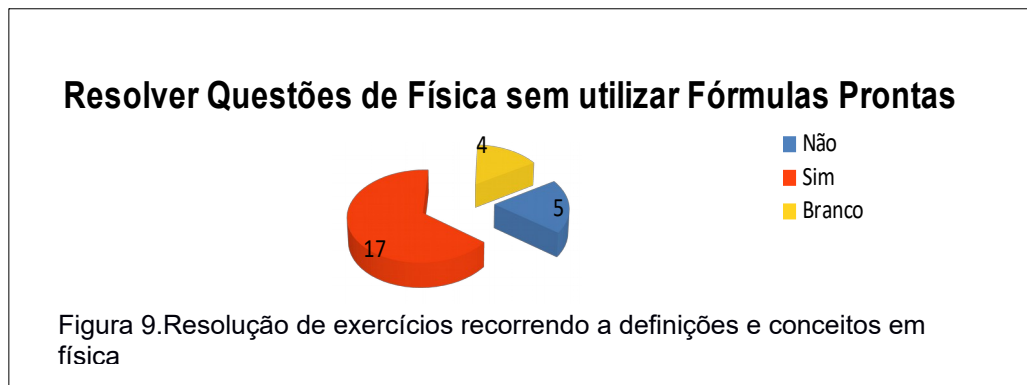


Já na análise feita com alunos que estudaram em escolas de seguimento privado ocorre uma observação contrária. Quase todos os alunos declaram que o ensino e aprendizagem foi satisfatória às suas expectativas.



O pesquisador com o objetivo em desenvolver habilidades intelectuais que proporcionam a resolução de problemas em Física a partir de definições conceituais e procedimentos lógico – matemático, perguntou aos alunos sobre a possibilidade em resolver problemas que envolvam o estudo da mecânica, questões de cunho qualitativo.

Sobre as respostas, foram obtidos os seguintes resultados:



Verifica-se pelo gráfico que os alunos afirmam a possibilidade em resolver problemas sem equações prontas e acabadas, resultado que confirma as observações de campo realizada pelo pesquisador, quando questionou sobre esse assunto nas aulas iniciais, logo após aula sobre introdução à Física.

Com base nisso, esperava-se com resultado das respostas, uma explicação conceitual bem compreendida pelos discentes sobre a ideia de movimento. Contudo, não foi o que se observou quando foram perguntados como explicaria a rapidez de um corpo que se movimenta com velocidade constante. Do universo de 26 alunos apenas 4 alunos souberam explicar o conceito de movimento e rapidez.

O que chama a atenção é que dos 22 alunos restantes, 15 deles em outra pergunta responderam de forma quantitativa o conceito de rapidez, ou seja, afirmam que é possível responder questões de Física com base em argumentos qualitativos, mas apresentam dificuldades em utilizar esses argumentos para responder um problema básico da cinemática, mas quando é para utilizar argumentos quantitativos (definição operacional da rapidez) eles expressam sem dificuldade. A isso só é possível inferir que os alunos decoram as “fórmulas”, conhecem as variáveis mas não sabe explicar o porquê do uso desta ou daquela fórmula; uma característica comum do ensino mecanicista.

Abaixo é possível acompanhar algumas respostas dos alunos que responderam o questionário após o prognóstico de conhecimentos iniciais.

Table 3: Definições de movimento sugeridas pelos alunos

ESTUDANTE	ALGUMAS DEFINIÇÕES DE MOVIMENTO DADA PELOS ALUNOS
$E_2$	$m/s\ m/s^2$
$E_8$	É UM PROCESSO (AÇÃO) ONDE ESTÁ OCORRENDO UMA FORÇA SOBRE UM CARRO E ESSA FORÇA GERA UM DESLOCAMENTO EM UM INTERVALO DE TEMPO, OU SEJA, MOVIMENTO É A AUSÊNCIA DO REPOUSO. SE UM CORPO ESTÁ EM MOVIMENTO É POR QUE ELE SAIU DO SEU ESTADO DE INÉRCIA.
$E_9$	FÍSICA DE MOVIMENTO É O ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE CORPOS, LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO SUA MASSA, VELOCIDADE, ACELERAÇÃO, ANGULAÇÃO ENTRE OUTROS”
$E_{10}$	É QUANDO SE EXERCE UMA DETERMINADA FORÇA EM UM CORPO PARA QUE OCORRA MOVIMENTO.
$E_{11}$	É UMA VARIÁVEL QUE RELACIONA ESPAÇO FINAL E INICIAL $(L - L_0)$ COM O PRODUTO DA VELOCIDADE PELO TEMPO. $L - L_0 = VT \rightarrow L = L_0 + VT$
$E_{17}$	A DEFINIÇÃO CORRETA OU EXATA EU NÃO SEI, MAS TEM HAVER COM A ACELERAÇÃO, DESLOCAMENTO E ENTRE OUTRAS COISAS

Fonte: próprio autor

Observe que ocorre um padrão nas respostas dos alunos  $E_8$ ,  $E_9$ ,  $E_{10}$ ,  $E_{11}$  e  $E_{17}$ . Todos estes alunos relacionam o movimento com efeitos da força. Deve-se considerar que para que ocorra rompimento do estado de inércia do corpo deve haver uma força que cause esse movimento, contudo essa definição representa apenas o movimento uniforme variado.

Se repara na resposta dada pelo aluno  $E_{11}$  a utilização das fórmulas para responder o que se pergunta sobre movimento. Sua resposta é a mais comum dentre os alunos quando os alunos são questionados as respostas é mais comum relacionada com o conceito de velocidade, o que confirmando a presença do ensino mecanicista.

#### 4.6.4 Aplicação da Base orientadora da ação nas atividades de Física.

As atividades deste trabalho foram elaboradas focando nos processos cognitivos naturais que os seres humanos utilizam na maioria das vezes inconscientemente, a fim de solucionar problemas no seu dia a dia. Como já mencionado nesta literatura, a recorrência à lógica matemática feita sem orientação e organização sobre a forma de pensar gera uma solução demorada mal compreendida e as vezes errada sobre os fenômenos.

Foram realizadas 3 atividades com o recurso da B.O.A, em duas delas utilizou-se realidade aumentada. Na outra atividade foi demonstrado ao aluno a possibilidade em utilizar a B.O.A como recurso para resolver problemas dos livros didáticos e vestibulares.

Como o trabalho sugere o uso da base orientadora da ação através da animação com realidade aumentada, serão apresentados neste trabalho as duas atividades que fizeram uso desta tecnologia computacional e seus respectivos resultados, em relação à terceira atividade usando a base orientadora da ação, mas sem o uso da realidade aumentada, você pode acompanhar algumas soluções feitas pelos alunos no apêndice C.

### **Resultado de cada etapa na primeira atividade utilizando a base orientadora da ação nas animações com realidade aumentada**

A atividade proposta pelo modelo didático tem o objetivo de desenvolver habilidade em compreender o conceito mais básico do movimento, o de rapidez; através dos resultados do prognóstico verificou-se a dificuldade dos alunos em transformar a definição operacional de rapidez em uma abordagem qualitativa. Para isso foi usado como instrumento de orientação aos discentes sobre como proceder em cada momento, os elementos conceituais e procedimentais na base orientadora da ação (BOA).

Tabela 4: Modelo de base orientadora da ação

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO	
ELEMENTOS CONCEITUAIS	ELEMENTOS PROCEDIMENTAIS
1 – Observação e Variação da Observação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observe o movimento do carrinho no seu celular e o tempo de percurso para animação. Faça observação das outras animações com respeito ao movimento.</li> </ul>
2-Relação posição e tempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observe como cada caso se comporta em posição e tempo.</li> </ul>
3 -Hipóteses de relação entre as variáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compare cada situação e escreva a relações entre posição e tempo para cada caso.</li> </ul>
4 - Verificação da hipótese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilize análise dimensional para verificar a hipótese</li> </ul>
5 – Definição do conceito.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declare a relação entre as variáveis e verbalize essa relação na forma de conceito. (uma explicação geral sobre sua observação)</li> </ul>

#### **Etapa 1 – Observação / variação da observação**

Primeiramente os alunos apresentaram bastante receptividade e se surpreenderam com as animações que estavam na tela dos celulares. Por vezes se deixavam levar pela

empolgação e se dispersavam nas ideias – o pesquisador a todo momento buscou orientar a atenção dos alunos nas variáveis do problema para evitar que a atividade se transformasse num “show” de distração

Ao realizar a variação da observação os alunos colocaram os acontecimentos que ocorriam em cada animação em seus cadernos e separavam as variáveis que estavam presentes nas animações – variação da posição, tempo e rapidez – para depois relacionar como elas se comunicam em proporção.

Nesta etapa a maior parte dos alunos conseguiram realizar esse procedimento sem muita dificuldade, talvez devido suas experiências anteriores no Ensino Médio e suas experiências diárias sobre movimento favoreceu tal resultado.<sup>24</sup>

## **Etapa 2 – análise das variáveis**

No momento em que a atividade passou para o próximo estágio, foi observado uma certa confusão sobre o que de fato deveria ser feito! O pesquisador lembrou que esse momento é quando o observador analisa o que foi relatado por eles (discente) na etapa 1 (um) e compara todas as observações, como as variáveis que foram destacadas na etapa 1 se relacionam na etapa 2.

Com a aplicação do modelo de ensino proposto para solucionar problemas de Física, foi evidenciado algumas mudanças cognitivas sobre o entendimento do conceito de movimento.<sup>25</sup>

O grupo formado pelos alunos  $E_2$  e  $E_3$  introduziram nesse momento a forma verbal de descrever o movimento, essa definição de movimento é muito comum de ser encontrada nos livros didáticos e representa uma forma bem direta e clara de expressar a definição de velocidade constante. A preocupação sobre essa forma de expressar movimento reside no fato do aluno decorar esse conceito e não compreender na essência sua definição. - o aluno  $E_2$  em vários momentos da aplicação buscava “atropelar as etapas estabelecidas pela atividade, pois o mesmo afirmava que já sabia o que tinha que escrever. Essa característica em querer solucionar o problema sem refletir sobre atividade são vestígios de ensino dado pela repetição mecanicista, o qual não abre margem para definição pessoal de cada indivíduo que observa o problema em questão.

---

<sup>24</sup> Ver tabela 1, apêndice A

<sup>25</sup> Confira as respostas dos grupos na tabela 2, no apêndice A

Observe que os alunos  $E_4$ ,  $E_6$ ,  $E_9$ ,  $E_{23}$  e  $E_{26}$  também anteciparam a verbalização do conceito na etapa 3. Porém podemos observar uma resposta mais própria do grupo do que uma resposta já pronta por livros didáticos. - a evidência que se deve ter sobre essa resposta é que não se trata do espaço percorrido, e sim da variação da posição do carro. Espaço é uma região, área ocupada por algo! ”

### **Etapa 3 – hipótese/conjetura.**

Eis que a maior parte dos alunos apenas repetiram o que foi falado na etapa 2. Como antes mencionado, os alunos ficaram confusos sobre a etapa 2 e 3, por esse motivo talvez tenha apenas repetido os resultados da etapa anterior.<sup>26</sup>

Dentro de um padrão científico sobre movimento apenas último grupo apresentou corretamente a relação entre as variáveis. Todas as relações de rapidez estão corretas, faltando somente a confirmação dessa etapa.

### **Etapa 4 – Verificação da hipótese.**

Sobre o processo de verificação da hipótese, momento em que alunos relacionam as variáveis que foram determinadas na etapa 1 e analisadas nas etapas 2 e 3, são agora testadas através da análise dimensional. Dos quatro grupos formados para atividade, apenas dois grupos apresentaram resultado correto, que concorda com as etapas anteriores.<sup>27</sup> Os outros grupos que não apresentaram resultados correto da análise dimensional se justifica pela pouca experiência e dúvidas no procedimento matemático utilizado essa técnica

Através da análise de dimensão os alunos  $E_2$  e  $E_5$ , eles puderam confirmar o resultado sugerido na etapa anterior. Foi verificado a relação de proporção entre as variáveis posição e tempo com relação à rapidez. Esses alunos foram mais adiante, fizeram a relação entre as variáveis posição e velocidade em relação ao tempo.

Observe que na figura os alunos encontraram a mesma relação, comprovando que sua hipótese inicial dada pela etapa 3 estava correta.

O outro grupo que apresentou resultados coerentes tiveram informações parecidas com dos alunos  $E_2$  e  $E_5$ . Estes alunos fizeram análise para as três variáveis e

---

<sup>26</sup> Verificar tabela 3, Apêndice A

<sup>27</sup> Ver atividade no apêndice B, figura 1.



comprovaram três relação entre elas:  $S \propto V.T$ ;  $V \propto \frac{S}{T}$ ;  $T \propto \frac{S}{V}$ , o que comprova sua proposta feita na etapa 3 está correta e de fato as variáveis se relacionam conforme o sugerido.<sup>28</sup>

### **Etapa 5 – Definição conceitual**

As definições conceituais realizadas pelos grupos é uma consequência da qualidade da base orientadora da ação. Neste caso, observou-se que dentre os grupos que realizaram a atividade proposta apenas os alunos  $E_2$ ,  $E_4$ ,  $E_5$ ,  $E_6$ ,  $E_9$ ,  $E_{23}$  e  $E_{25}$  realizaram as etapas 1, 2, 3 e 4; devido a isso, somente esses alunos apresentaram verbalização do que foi observado e comprovado em sala de aula. A definição conceitual científica se faz por meio de um processo organizado, sistematizado de atividades. O resultado do produto da base orientadora da ação é nada mais externalizar de forma verbal o que se construiu no campo cognitivo do discente. Com isso, somente esses alunos que concluíram todas as etapas anteriores puderam externalizar sua aprendizagem verbalizando de forma correta

Alunos  $E_2$  e  $E_5$  → “QUANTO MAIS RÁPIDO O CARRO ANDAR, MENOR SERÁ O TEMPO QUE GASTARÁ PARA CHEGAR NO DESTINO FINAL. ISTO QUER DIZER QUE A VELOCIDADE É INVERSAMENTE PROPORCIONAL AO TEMPO. SE O TEMPO É O MESMO E O COMPRIMENTO VARIA, ISSO INDICA QUE A VELOCIDADE TAMBÉM VARIA COM O TEMPO. SE O COMPRIMENTO É O MESMO E O TEMPO VARIA, ISSO IMPLICARÁ QUE A VELOCIDADE TAMBÉM VARIARÁ”

Alunos  $E_4$ ,  $E_6$ ,  $E_9$ ,  $E_{23}$  e  $E_{25}$  → “QUANTO MAIOR O ESPAÇO PERCORRIDO MAIOR É A VELOCIDADE E MENOR O TEMPO.

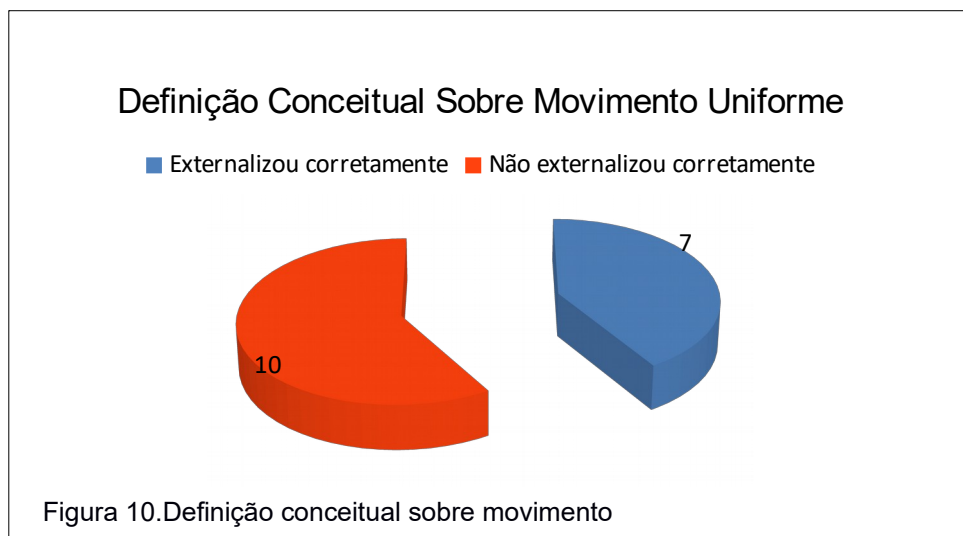
Ambas as respostas estão de acordo com o que se espera para o conceito de movimento e definição de rapidez. As respostas concordam com o que se lê em livros didáticos, aqui reside um diferencial, como a formação da definição surgiu de dentro para fora - de campo cognitivo para campo externo por meio da verbalização – existe maior tendência de que a nova informação seja melhor internalizada e de fato compreendida pelo discente. Observe que não foi dado ao aluno uma resposta pronta e acabada. O resultado da etapa 5 é o produto de uma aprendizagem que está centrada no aluno, onde o discente é o ator principal do seu processo de aprendizagem. Os alunos  $E_2$ ,  $E_5$ ,  $E_4$ ,  $E_6$ ,

---

<sup>28</sup>Ver atividade no apêndice B, figura 2.

$E_9$ ,  $E_{23}$  e  $E_{25}$  conseguiram colocar o que estava no seu cognitivo e expressar sua aprendizagem já assimilada, o qual se realizou por uma prática ativa sobre a realidade aumentada.

Como resultado quantitativo, 37% (7 aluno) dos alunos submetidos à atividade proposta pelo pesquisador concluíram com êxito todas as etapas, externalizando de forma adequada a definição conceitual sobre movimento. Os 63% (10 alunos) restantes não concluíram todas as etapas, fazendo com que não obtivessem a resposta final (verbalização), conforme a figura abaixo.



O fato que se observa como justificativa desse alto percentual, reside na resistência que os alunos apresentam à nova técnica empregada para ensinar sobre movimento. Os alunos estão marcados com o método de repetição e substituição de valores em fórmulas prontas e acabadas, sem que seja necessário uso da reflexão e análise lógica sobre os resultados.

### **Resultado de cada etapa na segunda atividade utilizando a base orientadora da ação nas animações com realidade aumentada**

Para aplicação da segunda atividade, o pesquisador abordou com os alunos a definição de movimento periódico realizado por um pêndulo ideal<sup>29</sup>. Nesta atividade deseja-se verificar a capacidade dos discentes em identificar qual a relação entre as variáveis: Período, comprimento do pêndulo, massa e frequência de oscilação, além de obter uma resposta conceitual (verbalização) sobre o assunto

<sup>29</sup> Pêndulo ideal é um conceito utilizado pelos físicos para um pêndulo que obedece alguns critérios hipotéticos para sua observação. Por exemplo, um pêndulo com massa da haste desprezível; pêndulo que oscila sem a resistência do

Vale lembrar que assim como na atividade anterior ( movimento uniforme ), o pesquisador realizou uma aula antes da aplicação, abordando o significado de período e frequência, qual a relação entre essas duas variáveis e o que tem a ver o movimento periódico com o movimento circular uniforme. Para orientar as etapas a serem realizadas mais uma vez se utilizou dos elementos conceituais e procedimentais da base orientadora da ação (BOA)

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO	
ELEMENTOS CONCEITUAIS	ELEMENTOS PROCEDIMENTAIS
1 – Observação/variação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observe as três animações e compare-as. Identifique suas principais diferenças.</li> </ul>
2 -Relação entre variáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifique as grandezas físicas e as variáveis que estão inseridas no problema (com base nas observações das três animações encontre essas possíveis variáveis)</li> </ul>
3 -Hipóteses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com base nos itens 1 e 2, procure estabelecer uma relação entre pares de variáveis. Como o pêndulo se comporta em relação a cada variável.</li> </ul>
4 - Verificação da hipótese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exponha todas as variáveis encontradas no papel e utilize análise dimensional para identificar uma relação geral entre as variáveis</li> </ul>
5 – Definição do conceito.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbalize os conhecimentos adquiridos com a observação e a verificação da hipótese. Escreva com suas palavras como o pêndulo se comporta em relação ao período e a frequência de oscilação.</li> </ul>

### **Etapa 1 – Observação / variação da observação**

Sobre aplicação da observação e variação na etapa 1 da B.O.A, não houve dificuldades, seja no manuseio das animações, seja na coleta de informação. Observe a tabela do apêndice B.

As anotações feitas pelos discentes estão de acordo com o esperado pelo pesquisador e com os fundamentos teóricos que embasam a pesquisa, valendo considerar que o último grupo composto pelos alunos  $E_{12}$ ,  $E_{14}$ ,  $E_{16}$  colocaram como observação do movimento a força; segundo eles, fundamental para que haja movimento

do pêndulo. A observação do grupo está correta, A força que realiza esse movimento é dada pela projeção da força gravitacional, que no caso de um pêndulo ideal opera como força restauradora, mantendo-o em movimento perpétuo.

Percebe-se um padrão entre as respostas. Ao fazer a comparação entre as respostas que constam na tabela 2 do apêndice B, nota-se que eles (alunos) perceberam a diferença no período de oscilação do pêndulo quando colocados às variações do comprimento da haste e aceleração da gravidade, destacando a influência do comprimento na oscilação.

### **Etapa 2 – relação entre variáveis**

Na segunda parte da atividade a maioria dos participantes não tiveram problemas em identificar as variáveis e como elas se relacionam; as variáveis declaradas pelos discentes foram: (  $T \rightarrow$  Período,  $F \rightarrow$  frequência,  $V \rightarrow$  velocidade,  $P \rightarrow$  força peso,  $L \rightarrow$  Comprimento,  $g \rightarrow$  gravidade,  $M \rightarrow$  massa,  $\phi \rightarrow$  ângulo.)

O único grupo que declarou as grandezas velocidade e peso foram os alunos:  $E_{12}$ ,  $E_{14}$  e  $E_{16}$ , o que fica de acordo com suas observações. Como nas animações que lhes foram apresentados, os pêndulos realizavam oscilações com ângulos maiores que  $5^\circ$ , ocorriam uma variação em sua velocidade, o que não caracterizavam MHS<sup>30</sup>.

### **Etapa 3 – hipótese/conjectura.**

É observado que alguns alunos representaram as relações entre variáveis através de códigos, como setas, onde as setas que estão orientadas com mesmo sentido representa proporção direta entre as variáveis e as que apresentam setas com sentidos contrários apresentam relação inversa entre as variáveis. Apesar de não utilizarem representações matematizadas, os símbolos apresentados estão de acordo com o que se espera da teoria cognitiva proposta por Galperín. Cada discente apresenta formas individuais para expressar suas concepções mentais adquiridas pela atividade. Mesmo que seja uma atividade composta por mais de um integrante, houve consenso entre eles, compartilhando entre os participantes um resultado que está de acordo com o que se espera. É possível ver no último grupo o esforço para determinar uma relação entre as variáveis através de uma manipulação matemática que não faz parte em nenhuma etapa do processo de formação de conceito – pelo menos não ainda - numa tentativa desesperada para resolver o problema a qualquer custo. Observa-se a resistência dos discentes em não fazer uso do procedimento proposto por apresentar, segundo

---

30 Movimento Harmônico Simples

comentários deles, demora para determinação da equação; característica mecanicista enraizada fortemente em nossos alunos.

#### **Etapa 4 – Verificação da hipótese.**

Na verificação da hipótese, observa-se um pouco mais de familiaridade com a análise dimensional – esse resultado é produto de treino sobre a técnica apresentada aos alunos ao longo das aulas ministradas. Neste ponto os alunos já estão adeptos aos procedimentos de análise dimensional das variáveis em questão. Sua aplicação nas atividades deixaram seu grau de complexidade ora observada anteriormente na atividade anterior, sendo agora um aliado de fácil manipulação.

#### **Etapa 5 – Definição conceitual**

Os resultados obtidos na última etapa, depende das etapas anteriores, a qualidade de cada uma das etapas proporcionará externalização conceitual mais adequada. Como resultado desta atividade os alunos que participaram escreveram:

*E<sub>20</sub> → “A OBSERVAÇÃO DOS 4 PÊNDULOS NOS PERMITIU IDENTIFICAR AS PRINCIPAIS DIFERENÇA ENTRE ELES E RELACIONAR AS GRANDEZAS FÍSICAS ESUAS VARIÁVEIS, ASSIM LEVANDO A HIPÓTESE DE COMO O PÊNDULO SE COMPORTARIA A CADA VARIÁVEL, VARIAMOS ESTA HIPÓTESE AO FAZER A ANÁLISE DIMENSIONAL PARA VERIFICAR A RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS.”*

Ao ler a etapa 5 (verbalização) deste aluno pode-se observar que se trata de uma descrição das etapas anteriores. Devido a realização individual – o qual o pesquisador defende sugestivamente a interação entre indivíduos que compõe o mesmo meio social – seja uma variável que tenha contribuído à realização errada desta etapa, ou até mesmo tenha faltado mais orientações sobre esse procedimento por parte do pesquisador.

Os alunos *E<sub>5</sub>, E<sub>18</sub>, E<sub>19</sub>, E<sub>3</sub> e E<sub>4</sub>* responderam:

*“ATRAVÉS DA OBSERVAÇÃO E VERIFICAÇÃO DA HIPÓTESE, PODE-SE CONCLUIR QUE O PERÍODO DE UM PÊNDULO SIMPLES IDEAL DEPENDE APENAS”*

*DO COMPRIMENTO DA HASTE E DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE .  $T=K\sqrt{\frac{L}{g}}$  E*

*COMO CONSEQUÊNCIA DISSO, A FREQUÊNCIA ( REPETIÇÕES) DO PÊNDULO É*

*DADO POR:  $v=1/K\sqrt{\frac{g}{L}}$  . POIS O PERÍODO E A FREQUÊNCIA SÃO INVERSAMENTE*

*PROPORCIONAIS.*

$E_{11}, E_{13}$  e  $E_{23} \rightarrow$  O PERÍODO DO PÊNDULO DEPENDE DO COMPRIMENTO DA HASTE E DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE. E O PERÍODO E A FREQUÊNCIA SÃO INVERSAMENTE PROPORCIONAIS.

Percebe-se que os alunos  $E_5, E_{18}, E_{19}, E_{11}, E_{13}$  e  $E_{23}$  após as etapas anteriores cumpridas, geraram um resultado conceitual que segundo eles, o período se relaciona somente com o comprimento da haste e com a gravidade. Mesmo que na etapa 2 esses alunos tenham colocado a massa como uma variável importante no processo de observação, no final chegaram a conclusão que o movimento do pêndulo não depende da massa. Esse resultado está de acordo com o esperado na equação teórica. Além disso, foi identificado que os alunos determinaram a relação do período com a frequência de oscilação, retomando o que foi lecionado na aula anterior. Levando em consideração os processos psicológicos construídos socialmente, a frase gerada pelos alunos condiz com o que se é esperado ao externalizar aquilo que assimilou, estando de acordo com os fundamentos teóricos que embasam a pesquisa.

Segundo a teoria das ações mentais de Galperín apud. Talízina (1988), e da ação através da atividade proposta por Leontiev (2005), a apropriação do processo cognitivo se torna mais sólido e estável – mais difícil de esquecer o que se aprendeu – na memória do agente da atividade. Ou seja, a participação na sua própria prática favorece a compreensão de forma mais espontânea.

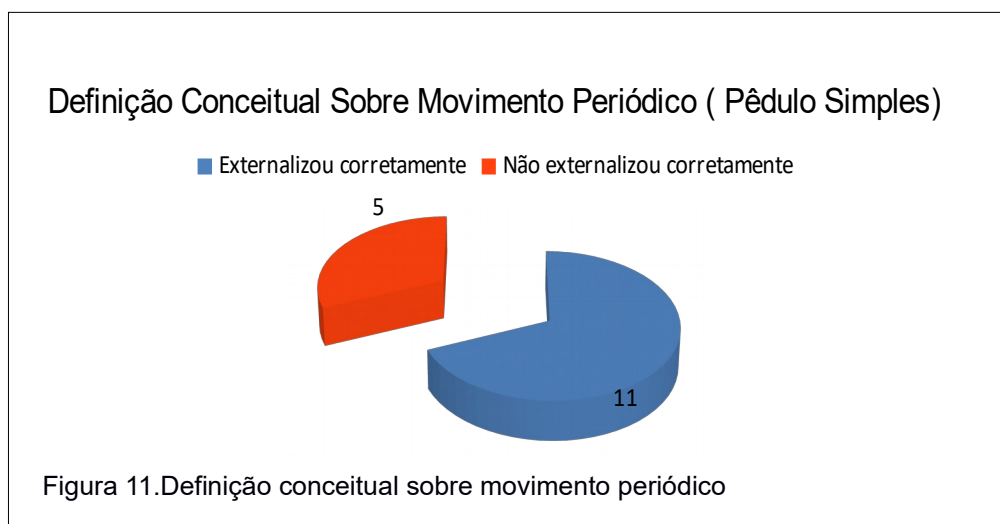
$E_9, E_{17}$  e  $E_{21} \rightarrow$  COM ESSA ANÁLISE OBSERVADA FOI POSSÍVEL NOTAR QUE O 1º PÊNDULO TEM MAIOR INTERFERÊNCIA DA GRAVIDADE EM SEUS MOVIMENTOS FAZENDO COM QUE ELE FIQUE MAIS LENTO. JÁ O PÊNDULO 2 TEM SUA VELOCIDADE A MESMA, NÃO HÁ INTERFERÊNCIA A VELOCIDADE DEVIDO A GRAVIDADE. O PÊNDULO DE Nº 3 APRESENTA DOIS PÊNDULOS COM COMPRIMENTOS DIFERENTES E PERÍODO DE TEMPOS ALTERNADOS. DEIXANDO BEM CLARO NA OBSERVAÇÃO QUE O COMPRIMENTO L DA HASTE INTERFERE O PERÍODO DE OSCILAÇÃO.

Os alunos  $E_9, E_{17}$  e  $E_{21}$ , verbalizaram o que foi observado nas etapas anteriores, contudo não fica claro o que se encontra no plano mental do grupo. Fica implícito a relação do período com a haste e a gravidade. Mesmo assim é possível perceber que

houve compreensão da influência da haste e da gravidade no pêndulo, resultado que se espera dos participantes.

Os alunos  $E_{12}$ ,  $E_{14}$  e  $E_{16}$  não apresentaram a forma verbal (externalização).

Considerou-se correto os alunos que externalizaram na forma verbal segundo o que se esperava como resposta adequada. 68,7% dos que participaram da pesquisa (11 alunos) obtiveram resultado satisfatório, externalizando de forma correta as definições científicas baseadas na observação do fenômeno, o restante dos participantes, 31,2% (5 alunos) não externalizaram de forma satisfatória, ou não chegaram à etapa 5. Confira a figura abaixo.



O gráfico a cima nos dá a informação de que houve uma apropriação significativa pelos participantes desta pesquisa, os mesmos expressaram de forma verbal os conhecimentos adquiridos no externamente e retidos no plano cognitivo. Veja que é possível notar uma boa diferença entre o número de alunos que conseguiram expressar de forma esperada pelo pesquisador. Após a participação em atividades diárias utilizando esse mesmo princípio de solução de problemas os alunos foram se adaptando ao procedimento proposto pelo pesquisador.

#### 4.6.5 Entrevista com os alunos participantes

Foi realizado com os alunos uma entrevista contendo algumas perguntas que se referiam sobre as atividades que foram realizadas ao longo das aulas, as perguntas feitas pelo pesquisador tinham como interesse saber o que os alunos acharam das atividades e quais suas opiniões sobre a atividade (pontos positivos e negativos).

ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 1.

1. O que vocês acharam da metodologia utilizada em nossas aulas, da organização e do processo de ensino utilizado para resolver problemas em Física.

**ALUNO A** “ACHEI LEGAL”

**ALUNO B** “ ACHO QUE É MUITO BACANA A FORMA DE ENSINO, MAS ACHO QUE DEVE SER UMA PROPOSTA DE ENSINO QUE DEVA SER APLICADO LOGO NO INÍCIO, DESDE CRIANÇA. COMO APRENDEMOS DE UMA FORMA NA ESCOLA, NO ENSINO MÉDIO, ENTÃO EU TIVE MUITA DIFICULDADE EM RESOLVER OS PROBLEMAS UTILIZANDO OS CINCO PASSOS, NÃO ESTAVA ACOSTUMADO E TIVE DIFICULDADE DE ACOMPANHAR OS PASSOS LÓGICOS”

**ALUNO C** “ EU ASSIM, SENTIR MUITA DIFICULDADE, POR QUE ASSIM, A MINHA FÍSICA ERA DE DECORAR FÓRMULAS E FAZER...! AÍ ASSIM, EU SENTI DIFICULDADE POR QUE..., É..., EU DECORAVA A FÓRMULA E ESTUDAVA PARA PROVA, TANTO QUE EU NÃO LEMBRO DE MUITAS FÓRMULAS QUE ESTUDEI NO ENSINO MÉDIO. JÁ AQUI NAS SUAS AULAS, VOCÊ NOS FORÇA A COMPREENDER A FÓRMULA ATRAVÉS DA REFLEXÃO. AÍ ASSIM..., SE APLICAR DESDE A SEXTA SÉRIE ACHO QUE NÃO TERÍAMOS TANTA DIFICULDADE! SE FOR APLICADO DESDE CRIANÇA, ACHO QUE FICARIA MAIS FÁCIL DE APRENDER.

**ALUNO D** - E(...) EU VI QUE É UMA PEDAGOGIA BOA, MAS SE DEPOIS DE UM TEMPO DEIXAR NÃO DE UTILIZAR O PAPEL ESCRITO ( **BOA** ), O ALUNO ACABA SE PRENDENDO À BASE ORIENTADORA DA AÇÃO, AÍ ELE FICA DEPENDENTE DESSE PAPEL. AÍ SIM SERIA UMA METODOLOGIA SATISFATÓRIA, POR QUE SE FOR USAR SEMPRE O PAPEL, É UMA FORMA DE MACETE DO QUE ELE TEM QUE FAZER PARA SOLUCIONAR O PROBLEMA DELE.

**ALUNO C** – PROFESSOR, MAS ACHO DE QUE A PARTIR DE QUE ELE VAI FAZENDO VÁRIAS VEZES, POR EXEMPLO, UMA CRIANÇA QUE ESTÁ NO SEXTO ANO, QUANDO ELE CHEGAR NO 3º DO ENSINO MÉDIO, ISSO JÁ VAI SER NORMAL PARA ELE. COMO AGENTE TÁ VENDO ISSO AGORA EM POUCO TEMPO, AINDA NÃO FICAMOS AUTÔNOMOS E INDEPENDENTES DESSA ORIENTAÇÃO. COMO É O CASO DO ENEM, QUE TEM UM TEXTO GIGANTESCO E QUASE NÃO SE USAR FÓRMULAS, SE NÃO TIVER UM PLANO DE PARA SOLUCIONAR O PROBLEMA E PLENA COMPREENSÃO DA FÍSICA EM QUESTÃO DIFICILMENTE VAI ACERTAR.

ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 2.

2. Qual a diferença entre o método utilizado no Ensino médio e a proposta realizada nas nossas aulas?

**ALUNO E** – ESSA METODOLOGIA PERMITE QUE VOCÊ CONSTRUA O CONHECIMENTO, DESDE O INÍCIO E ACABA SE SE APROPRIANDO DELE, NÃO SOMENTE DECORANDO AS COISAS, AÍ VOCÊ CHEGA NO FINAL E CONSEGUE CONCEITUAL O PRÓPRIO CONTEÚDO. EU PARTICULARMENTE COMPREENDI MELHOR O CONCEITO TÃO BÁSICO DO MOVIMENTO, E AGORA FICOU MAIS CLARO A RELAÇÃO.



**ALUNO F** – ESSA METODOLOGIA NOS ENSINA A DISTINGUIR AS DIFERENÇAS E ANOTAR AS RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS. ATRAVÉS DESSE MÉTODO DE QUESTIONAMENTO DOS 5 PASSOS, NOS AJUDA A NÃO RECORRER A FÓRMULAS PRONTAS.

ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 3

3. O fato de utilizar essa abordagem de ensino, você acredita ter melhorado seu conceito de movimento.

**ALUNO G** – *POSSO SER SINCERA? NÃO(..) EU ACHO ASSIM, MUITO BOM ESSA METODOLOGIA, AJUDA BASTANTE VOCÊ RESPONDER, É(..), POR EXEMPLO, NA QUESTÃO TE AJUDA A COLOCAR A RESPOSTA CERTA. MAS O MEU APRENDIZADO, DEPENDEU MUITO MAIS DE MIM! TIPO... EU TIVE QUE FAZER TUDO QUASE SOZINHA, E BATE CABEÇA... MAS AJUDA A DÁ UMA RESPOSTA MAIS CORRETA.*

ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 4

4. Como você a relação entre matemática e física?

**ALUNO C** – *MUITA IMPORTANTE!*

**ALUNO B** – *UMA DEPENDE DA OUTRA!*

**ALUNO H** – *PRECISA SABER MATEMÁTICA PARA SABER FÍSICA, MAS TAMBÉM PRECISA SABER BEM O PORTUGUÊS, POR QUE SE NÃO NÃO ADIANTA NADA!*

**ALUNO D**– *A MATEMÁTICA É O COMPLEMENTO DA FÍSICA, SÃO DUAS DISCIPLINAS INTERDISCIPLINARES. AS DUAS SÃO UMA CIÊNCIA, A FÍSICA UTILIZA A FERRAMENTA DA MATEMÁTICA PARA APRESENTAR MELHOR OS FENÔMENOS NATURAIS*

ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 5

5. como você avalia o método apresentado pelo professor com o método científico, comum dos cientistas.

**ALUNO E**– *O PRÉ REQUISITO PARA O MÉTODO CIENTIFICO É A OBSERVAÇÃO, A METODOLOGIA UTILIZADA NAS NOSSAS AULAS COMEÇAM COM A OBSERVAÇÃO.*

**ALUNO G** – *COMEÇA PELA OBSERVAÇÃO, TEM AS HIPÓTESES, E NO FINAL COMPROVAMOS SE AS HIPÓTESES SÃO VERDADEIRAS.*

ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 6

6. Sobre a utilização dos recurso computacionais, o que você acha da influência deles no ensino.

**ALUNO D** – *DEVERIA SER MAIS UTILIZADA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E SUPERIOR. OS PROFESSORES NÃO UTILIZAM AS TECNOLOGIAS E PERDEMOS MUITAS COISAS LEGAIS QUE TEM POR AÍ...*

**ALUNO I** – *PROFESSOR, PRINCIPALMENTE COMO PRIMEIRO CONTATO DO ALUNO COM ESSAS QUESTÕES DE MOVIMENTO... COM O COMPUTADOR E UM DATA SHOW PODE TER UMA COMPREENSÃO MELHOR COM OS SIMULADORES...*

ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 7

7. A realidade aumentada é um bom recurso educacional para o ensino de ciências?

**ALUNO E** – *MUITO IMPORTANTE O USO DESSA TECNOLOGIA POR QUE PODE SUBSTITUIR O LABORATÓRIO DE FÍSICA E DE OUTRAS CIÊNCIAS.*

**ALUNO A** – *É VERDADE... TENDO A REALIDADE AUMENTADA NÃO PRECISA MAIS DE MUITA COISA. É POSSÍVEL VER CERTOS FENÔMENOS DA NATUREZA SEM SAIR DA SALA DE AULA, TENDO APENAS O CELULAR.*

**ALUNO F** – *FALTA UM POUCO MAIS DE DEDICAÇÃO NESSA ÁREA PELOS PROFESSORES. A MAIORIA NÃO SE ATUALIZA E FICA NA “MESMICE”*

ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 8

8. Por que é importante utilizar o raciocínio lógico na observação para resolver problemas de Física.

**ALUNO D** – *É IMPORTANTE PRA VIDA NÉ PROFESSOR... USAMOS A LÓGICA A TODO MOMENTO!*

**ALUNO I** – *É MUITO IMPORTANTE POR QUE ISSO NÃO ME FAZ FICAR PRESO A UMA ÚNICA FORMA DE FAZER UM PROBLEMAS, POSSO PENAR EM DIVERSAS FORMAS DE RESOLVER E ESCOLHER A QUE MELHOR ME CONVÉM. É LOGICO QUE VOU ESCOLHER A MAIS FÁCIL.*

## ENTREVISTA COM OS ALUNOS – PERGUNTA 9

9. Nas nossas aulas fizemos previsões (suposto resultado correto do problema) dos problemas que foram propostos. Qual a importância em fazer previsões?

**ALUNO E** – *É IMPORTANTE, POR QUE ISSO TE DÁ A CHANCE DE VERIFICAR SE VAI CHEGAR NA RESPOSTA CERTA. ISSO DIMINUI A POSSIBILIDADE DE ERRO. FAZEMOS TESTE E VERIFICAMOS SE A HIPÓTESE ESTÁ CORRETA.*

Ao fazer a leitura das respostas dadas pelos participantes, pode-se notar que a aceitação do procedimento didático proposto é vista como positiva na percepção dos alunos. Gerou bastante trabalho e rendeu muitos desafios.

Percebe-se que os alunos de fato não estão condicionados a pensar sobre os processos de solução de problemas, estão mais preocupados em resolver os problemas com procedimentos instantâneos, como se tivesse uma forma especial para todos os problemas. Os alunos consideram importante a técnica importante e afirmam que deveria aplicá-la desde os anos iniciais, no ensino básico. Explicam que deveria haver mais práticas dessa natureza para que haja melhor adaptação à técnica, o qual proporcionaria melhor desempenho sobre as questões teóricas/conceituais da física.

O Aluno C na pergunta 1, afirma que compreendeu a importância da base orientadora da ação na formação do conceito, muito além disso percebeu que após sucessivas aplicações desta técnica o discente não precisa se limitar a base orientadora da ação dada pelo professor, podendo gerar posteriormente a sua própria base orientadora para resolver suas atividades. A perspectiva do aluno C é por vezes repetidas nas literaturas que tratam as teorias cognitivas de Galperín. A ideia principal dessa abordagem de ensino reside em estabelecer momentos mentais divididas de forma organizada, proporcionar ao aluno a capacidade de se tornar autônomo em suas atividades em problemas futuros. Quando o indivíduo trabalha suas operações mentais dentro do campo de desenvolvimento proximal há maior chance de internalização da ação. (REGO, 1995)

Outro fato importante que foi identificado na entrevista, foi o relato do aluno G, que ao responder à pergunta 3, afirma que a sua aprendizagem em relação ao conceito de movimento e oscilação dependeu muito mais do esforço dele do que do professor. A resposta do aluno alegrou o pesquisador pois confirma uma característica particular do ensino construtivista, o qual diferente do ensino mecanicista, a aprendizagem estar centrada no aluno e não no professor. O desenvolvimento cognitivo é realizado de dentro

para fora, da forma interna (campo cognitivo) para externa (verbalização do campo cognitivo)

Os alunos entenderam que o método científico não está dissociado da prática na sala de aula. Os métodos científicos devem ser seguidos com rigor, claro que no caso da sala de aula adaptado às ferramentas dispostas no ambiente, do qual são delineados caminhos organizados e pré-definidos pelo docente.

## **CONCLUSÃO.**

Com a finalização das atividades planejadas para este trabalho, bem como os discursos dos participantes da pesquisa, o pesquisador concorda com as opiniões dos discentes do curso de ciências naturais quando disseram que a prática educativa proposta pelo pesquisador deveria ser empregada desde muito cedo na vida acadêmica dos alunos do ciclo básico. Foi observado a dificuldade na aprendizagem da nova técnica de ensino e a resistência que alguns alunos apresentam devido já possuírem precedentes baseados em fórmulas prontas e acabadas.

A aquisição desta prática pedagógica de ensino quando aplicada no início da caminhada científica, momento que começa nos primeiros anos escolares, contribuiriam para o desenvolvimento de funções superiores cognitivas na forma de habilidades, tais como a observação, estratégia de resolução de problemas, lógica matemática, verbalização de conceitos e definições.

Baseado nos resultados deste trabalho, conclui-se que as práticas socioconstrutivista exige planejamento, empenho e horas de aplicações. Isso por vezes foi indagado de forma indiretamente pelos participantes da pesquisa, preocupando-se com o conteúdo da ementa e não se preocupando em aprender de fato os fenômenos físicos, sendo assim, é preciso que se planeje com muita cautela, definido o que é essencial para o desenvolvimento das habilidades, e assim otimizar o tempo e concluir as práticas planejadas para as aulas.

Mesmo com o empenho do docente em planejar suas atividades para que alcance o percentual de conteúdo proposto pelo ementário, o pesquisador acredita que seja necessário uma reestruturação do plano de ensino nas escolas de todos os níveis de ensino, pois a aplicação do construtivismo na sala de aula necessita de autocrítica, seja dos discentes quanto dos docentes, fazendo com que o consumo de tempo para o término de um conteúdo se amplie mais do que é previsto atualmente.

Sobre as tecnologias o pesquisador considera de grande influência para a motivação e despertar da curiosidade, a aplicação de atividades que utilizam ferramentas computacionais de interação homem – máquina. A interação dos discentes com as animações em realidade aumentada foi fundamental para o desenvolver da crítica e análise dos fenômenos físicos. O participar sobre o processo de aprendizagem modifica a compreensão do indivíduo que aprende, sua ótica está voltada para a curiosidade e descoberta. No momento que se utilizava da Realidade Aumentada nas aulas de Física Geral e Experimental A, após sucessivas atividades, a surpresa que inicialmente os alunos apresentavam na primeira animação tornou-se comum. A partir daí, o aluno estava mais focado e interessado na observação científica e orientada, passou a ter seu interesse em desvendar o que se passava naquela animação. Ou seja, quando as tecnologias são aplicadas com responsabilidade e planejamento, a diversão e o entusiasmo pelo novo é deixado de lado e a prática educativa assume orientação focada no objetivo de aprendizagem, no caso deste trabalho, a formação de conceitos científicos.

Fazer uso das mais diversas tecnologias existentes hoje na educação é um passo para o desenvolvimento das práticas pedagógicas e sua eficácia no desenvolvimento cognitivo, preparando seres humanos capazes de resolver problemas atuais com criatividade e independência científica.

Submetida a alunos do Ensino Superior, os resultados obtidos ao longo da pesquisa foram satisfatórios, evidenciando além das habilidades que se adquiri ao longo do processo de aprendizagem, a formação de conceito físicos. Os discentes que concluíram todas as etapas internalizaram de forma significativa os conceitos de movimento, prova disso, é a conclusão verbal do conceito. De acordo com a teoria galperiana, esse é o ápice da aprendizagem do indivíduo, o momento que torna externo o que e estabeleceu no seu campo mental.

A técnica empregada pelo pesquisador para desenvolver a base orientadora da ação (BOA), pode ser utilizada não necessariamente em conjunto com a realidade aumentada, pode ser empregado a qualquer outro recurso que disponha de observação. – veja o apêndice C – mais além disso, o pesquisador acredita ser possível sua utilização nas mais diversas áreas da ciência, como química, matemática, biologia, geografia, entre outras.

Por fim, baseado nos referenciais bibliográficos que fundamentam as pesquisas educativas socioconstrutivistas e nos resultados obtidos neste trabalho, chega-se a conclusão que as metodologias de ensino que promovem o socioconstrutivismo ainda tem

muito que avançar. Descrevem sobre essa prática pedagógica de ensino mas pouco abordam como deve ser realizada na sala de aula. Essa é a grande dificuldade na difusão dessa prática pedagógica. Não há uma organização didática e sistêmica de ensino clara àqueles que desejam desenvolver trabalhos nessa temática, prova disso são os inúmeros trabalhos encontrados na internet que abordam técnicas de ensino socioconstrutivista que não definem um itinerário linear de aplicação, levando a confusão e má interpretação dessa pedagogia de ensino, caracterizando antagonismo entre as obras espalhadas pelo mundo, dissociados pela sua aplicação entretanto interligado pelos seus fundamentos teóricos.

Este trabalho é o começo de uma pesquisa que se comprometeu em direcionar de forma clara e organizada uma proposta de ensino socioconstrutivista. Abordou a problemática educativa de não compreender os fundamentos conceituais e científicos em Física, bem como a prática pedagógica ineficaz aplicada por professores, todas baseada em relatos e de professores e alunos. Buscou relatar com fidedignidade os dados coletados, oferecendo uma proposta pedagógica de ensino diferenciada. Esta obra é fruto de uma inquietação acadêmica e desejo em contribuir com a educação no Brasil, avaliando sua aplicabilidade em sala de aula e de certa forma orientar futuros pesquisadores que desejam explorar em profundidade essa pedagogia e aplicá-la em suas turmas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I.S. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física** - Brasileiro de Ensino de Física. 2004

BRASIL - **Parâmetros Curriculares Nacionais** disponível em: . Acessado em :05 maio.2016 .

BROWN, J.S., COLLINS, S. & DUGUID, P. Sitated Cognition and the Culture of Learning. Educational Researcher, 1: p 32-42, 1989.

COELHO, S.; NUNES, A. D. O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA 1. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p.31-43, abr. 2003.

CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E.A. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE LÁPIS E PAPEL NUMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA. **Experiências em Ensino de Ciências**, Santa Catarina, v. 2, n. 7, p.98-116, out. 2012.

ENGEL ,T. G.; DENISE T. S. **Métodos de pesquisa** / ; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009

FIOLHAIS, C. (2003) - **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências clássicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003. disponível em: em:10 maio 2016.

FILHO, J. A. **A necessária relação entre Física e Matemática**/ José de Alcântara Filho – Manaus: Editora Valer, 2013.

FORTE, C. E.. **Software educacional potencializado com realidade aumentada para uso em Física em matemática**. 2009. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2009.

GRECA, L. M. **Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da Física e da química** (Difficulties in generalizing modelling strategies in science: the case of physics and chemistry). Investigações em Ensino de Ciências – V10(1), pp. 31-46, 2005.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p.20-29, jun. 1995.

GONÇALVES JUNIOR, W. P.; BARROSO, M. F.. As questões de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p.1-11, 26 fev. 2014.

GRANDINI, N. A.; GRANDINI, C. R.. **A Importancia e Utilização do Laboratorio Didatico na Visão de Alunos Recém Saidos do Ensino Médio**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, ed. 12º, Bauru: Unesp, 2007. p. 23 – 24.

HENRIQUE, J.. **Processos Mediadores do Professor e do Aluno: Uma abordagem quali-quantitativa do pensamento do professor, da interação pedagógica e das percepções pessoais do aluno na disciplina de Educação Física.** 2004. 586 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2004. Cap. 10.

KIRNER C. (2007). **Tecnologias para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada** – capítulo 1, Editora Universitária – UFPE, Recife-PE, Brasil, 2007.

KOPP, S.; TEPPER, P.; FERRIMAN, K. (2006). **Trading spaces: How humans and humanoids use speech and gesture to give directions.** In: Nishida, T. (Ed), Conversational informatics: An engineering approach, chapter 8, West Sussex, England, John Wiley & Sons Ltd, 2006.

LAMARQUE, T.; TERRAZZAN, E. A.. **CARACTERIZAÇÃO DE “QUESTÕES” DE FÍSICA EM PROVAS DE VESTIBULAR.** Curitiba: Sbf, 2008.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M.. **Fundamento de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2010. 320 p.

MENDONÇA, R. L; MUSTARO, P. N. **REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA: APLICAÇÕES E TENDÊNCIAS: Como Tornar aplicações de realidade virtual e aumentada, ambientes virtuais e sistemas de realidade mista mais imersivos.** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação Sbc, 2011.

MERCADO, L. P. L. **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática.** Maceió: Edufal, 2002. 210 p.

NONO, M. A.; MIZUKAMI, M. G. N.. **PROFESSORAS INICIANTES E ENSINO DE CONTEÚDOS MATEMÁTICOS.** *Contrapontos*, Itajaí, v. 6, n. 2, p.339-356, ago. 2006.

OSTERMMAN, **Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores** - *cad.cat.ens.fís.*, v. 18, n. 2: p. 135-151, ago. 2001.

PACHECO, D.S.; JANARI.R.R (Organizadores). **Educação e Tecnologia – Um estudo sobre a interatividade de tecnologias na escola : Experiências Interativas no ensino de ciências.** Manaus: BK EDITORA, 2012.

PEREIRA, J. E.. **FORMAÇÃO DA HABILIDADE DE INTERPRETAR GRÁFICOS CARTESIANOS EM LICENCIANDOS EM QUÍMICA SEGUNDO A TEORIA DE P. YA. GALPERIN.** 2013. 334 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de PÓs-graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

PORTILHO, O; PEDROZA, A. C. **UM ESTUDO DA EVASÃO NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA DA UnB.** Brasília: Universidade de Brasília, 2008.



POLYA, G.. **A arte de resolver problema**: um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência, 1995. 196 p.

ROSA, P. R. S. **O uso de computadores no ensino de Física. Parte I: potencialidades e uso real**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 17, n.2, p.182-195, Jun. 1995

REGONHA, G. M.; **Potencializando o Ensino e Aprendizagem com Realidade Aumentada**. - Anais do I Simpósio Interdisciplinar de Tecnologias na Educação [SInTE] – IFSP Câmpus Boituva 24 a 26 de junho de 2015 – Boituva SP – Capital Nacional do Paraquedismo

REGO, T. C.. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1995. 138 p.

RICARDO, E. C; JANAÍNA C. A F. **"A Concepção Dos Alunos Sobre A Física Do Ensino Médio: Um Estudo Exploratório**. *Revista Brasileira de Ensino de Física* V. 29.2 (2007): 251-266

ROLIM, A. L. S; RODRIGUES, R. L; OLIVEIRA, W. **Realidade aumentada no ensino de ciências: tecnologia auxiliando a visualização da informação**. In: VIII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Rio de Janeiro. Anais... . Rio de Janeiro: Enseñanza de Las Ciencias, 2011. p. 54 – 63.

ROSA, P. R. S. **O uso de computadores no ensino de Física. Parte I: potencialidades e uso real**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 17, n.2, p.182-195, Jun. 1995

SILVA, E. L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**/Edna Lúcia da Silva, Estera Muszkat Menezes. – 4. ed. rev. Atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SILVA, A. M. ; MARQUES, A. L. F. ; **Evasão em um curso de licenciatura em Física, modalidade a distância**. disponível em: . Acesso em: 10 jun.2016

TIPLER, P. A., 1933 – **Física moderna**/ Paul A. e Ralph A. Llewellyn; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. - 6. ed. - Rio e Janeiro: LTC, 2014

TALÍZINA, N. F. **Psicologia de la enseñanza**. Moscou: Progreso, 1988. 366 p.

VELASCO, S M.. **Fundamentos Metodológicos da Pesquisa em Análise Experimental do Comportamento**. Periódico Eletrônico em Psicologia, Juiz de Fora, v. 04, n. 02, p.150-155, dez. 2010.

VILLANI, A.; ALMEIDA, J. L.. **CONSTRUTIVISMO, CONHECIMENTO CIENTÍFICO E HABILIDADE DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS**. *Revista da Faculdade de Educação*, São Paulo, v. 23, n. 2, p.76-87, jul. 1997.

WERTHEIN, J.. A sociedade da informação e seus desafios. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 29, n. 2, p.71-77, ago. 2000. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-19652000000200009>.

## APÊNDICE A

**tabela 1.**

ESTUDANTE	TRANSCRIÇÃO DA ETAPA UM
$E_4, E_3, E_{10}, E_{12}$	<p>I- CARRO 1 CHEGA NO TEMPO CERTO                      II – O CARRO NÃO CHEGA NO MESMO TEMPO QUE O CARRO 1                      III – CARRO 3 CHEGA DO CARRO 1 E 2”</p>
$E_2, E_{11}, E_{25}$	<p>“OBSERVAÇÃO 1 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME; TEMPO DE DESLOCAMENTO 10s; <math>L_I = 1^\circ</math> ÁRVORE <math>L_F = 3^\circ</math> ÁRVORE</p> <p>OBSERVAÇÃO 2 – MESMO TEMPO DE DESLOCAMENTO EM RELAÇÃO AO OBSERVAÇÃO 1; <math>L_I = 1^\circ</math> ÁRVORE <math>L_F = 2^\circ</math> ÁRVORE</p> <p>OBSERVAÇÃO 3 – NESSA OBSERVAÇÃO, O CARRO FAZ O PERCURSO COM METADE DO TEMPO EM RELAÇÃO AS ANTERIORES.  <math>L_I = 1^\circ</math> ÁRVORE <math>L_F = 2^\circ</math> ÁRVORE”</p>
$E_2, E_5,$	<p>“PONTO A = TEMPO X                      PONTO A/2 = TEMPO X; VELOCIDADE MAIOR                      PONTO A TEMPO X/2; VELOCIDADE MAIOR”</p>
$E_7, E_8, E_{13}, E_{22}, E_{26}$	<p>“1º O CARRO PERCORRE ATÉ A TERCEIRA ÁRVORE; O RELÓGIO MARCA 30s DE TEMPO.</p> <p>2º O CARRO PERCORRE ATÉ A SEGUNDA ÁRVORE; O RELÓGIO MARCA 30s</p> <p>3º O CARRO PERCORRE ATE A TERCEIRA ÁRVORE; O RELÓGIO MARCA 15s”</p>
$E_4, E_6, E_9, E_{23}, E_{25}$	<p>“ 1 - O CARRO ESTÁ EM UMA VELOCIDADE LENTA E ANDA ATÉ A 2º ÁRVORE NUM TEMPO DE +/- 30s</p> <p>2 – O CARRO ESTÁ EM UMA VELOCIDADE LENTA E ANDA ATE A 3º ÁRVORE NUM TEMPO DE +/- 30s.</p> <p>3 – O CARRO ESTÁ EM UMA VELOCIDADE MAIS RÁPIDA E ANDA ATÉ A 3º ÁRVORE EM UM TEMPO DE +/- 15s.</p>

**Tabela 2**

ESTUDANTE	TRANSCRIÇÃO DA ETAPA DOIS
$E_4, E_3, E_{10},$ $E_{12}, E_{24}$	<p><i>“I- POSIÇÃO DO CARRO 1 É IGUAL AO TEMPO                      II – A POSIÇÃO DO CARRO 2 É RELATIVA À METADE DA POSIÇÃO DO CARRO 1 EM RELAÇÃO AO TEMPO                      III – O CARRO 3 ATINGE A POSIÇÃO DO CARRO 1 NA METADE DO TEMPO”</i></p>
$E_2, E_{11} E_{25}$	<p><i>“PODEMOS NOTAR MAIOR VELOCIDADE NA 3ª DEMONSTRAÇÃO, O QUE SIGNIFICA MENOR TEMPO PARA FAZER O MESMO DESLOCAMENTO</i></p>
$E_2, E_5$	<p><i>“A VELOCIDADE É DIRETAMENTE PROPORCIONAL AO ESPAÇO E INVERSAMENTE PROPORCIONAL AO TEMPO.”</i></p>
$E_7, E_8, E_{13}, E_{22},$ $E_{26}$	<p><i>“<math>S \propto V \cdot T</math>; <math>V \propto S \cdot T</math>; <math>T \propto S \cdot V</math>. VA VELOCIDADE DETERMINA O TEMPO PERCORRIDO.</i></p>
$E_4, E_6, E_9,$ $E_{23}, E_{25}$	<p><i>“<math>S \propto V</math>.; <math>V \propto S</math>; <math>V \propto \frac{1}{T}</math>; <u>QUANTO MAIOR O ESPAÇO PERCORRIDO MAIOR É A VELOCIDADE. QUANTO MAIOR O TEMPO, MENOR É A VELOCIDADE.</u></i></p>

**Tabela 3**

ESTUDANTE	TRANSCRIÇÃO DA ETAPA TRÊS
$E_4$ , $E_3$ , $E_{10}$ , $E_{12}$ , $E_{24}$	<b>DEIXOU EM BRANCO</b>
$E_2$ , $E_{11}$ $E_{25}$	$S \propto V.T; V \propto S.T; T \propto V.S$
$E_2$ , $E_5$	<p><i>“A VELOCIDADE É DIRETAMENTE PROPORCIONAL AO ESPAÇO E INVERSAMENTE PROPORCIONAL AO TEMPO.”</i></p>
$E_7$ , $E_8$ , $E_{13}$ , $E_{22}$ , $E_{26}$	$S \propto V.T; V \propto S.T; T \propto S.V$
$E_4$ , $E_6$ , $E_9$ , $E_{23}$ , $E_{25}$	<p>“.</p> $S \propto V.T; V \propto \frac{S}{T}; T \propto \frac{S}{V};$

## Apêndice B

Figura 1

$S \propto v \cdot t$   
 $[L] \propto [L \cdot T^{-1}]^a [T]^b$   
 $L \propto L^a \cdot T^{-a} \cdot T^b$   
 $L \propto L^a \cdot T^{-a+b}$   
 $a=1$   
 $-a+b=0$   
 $-1+b=0$   
 $b=1$   
 $S \propto v^1 \cdot T^1 \Rightarrow S = v \cdot T$

---

$v \propto s \cdot t$   
 $[L \cdot T^{-1}] \propto L^a \cdot T^b$   
 $L \cdot T^{-1} \propto L^a \cdot T^b$   
 $a=1$   
 $b=-1$   
 $v = \frac{S}{t}$

---

$t \propto v \cdot s$   
 $[T] \propto [L \cdot T^{-1}]^a L^b$   
 $T \propto L^a \cdot T^{-a} \cdot L^b$   
 $T \propto L^{a+b} \cdot T^{-a}$   
 $a=-1$   
 $a+b=0$   
 $-1+b=0$   
 $b=1$   
 $t = \frac{S}{v}$

Figura 2

3)  $\frac{X}{2} = t \rightarrow$  onda até a 2ª árvore  
 $X \rightarrow$  onda até a 3ª árvore  
 $2x - t \rightarrow$  onda até a 3ª árvore

4)  $\frac{X}{2} = t \rightarrow$  onda até a 2ª árvore v.L. 30x  
 $X \rightarrow$  onda até a 3ª árvore v.M. 30x  
 $2x - t \rightarrow$  onda até a 3ª árvore v.R. 15x

5)  $\frac{X}{2} = t$   
 $S \propto v \cdot T$   
 $d \propto [L \cdot T^{-1}]^a [T]^b$   
 $L \propto L^a \cdot T^{-a} \cdot T^b$   
 $d \propto L^a \cdot T^{-a+b}$   
 $a=1$   
 $-a+b=0$   
 $-1+b=0$   
 $b=1$   
 $S \propto v \cdot T$

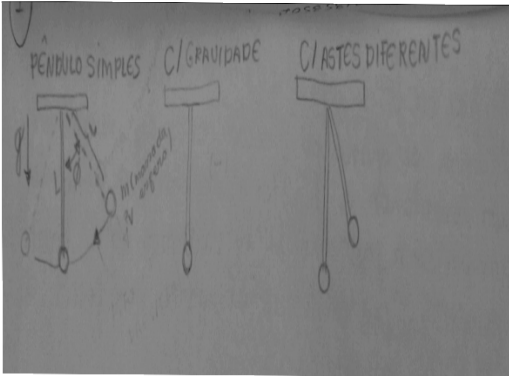
$v \propto \frac{S}{T}$   
 $L \cdot T^{-1} \propto [L \cdot T^{-1}]^a [T]^b$   
 $L \cdot T^{-1} \propto L^a \cdot T^{-a} \cdot T^b$   
 $a=1$   
 $b=-1$   
 $v \propto S^1 T^{-1}$   
 $v \propto \frac{S}{T}$

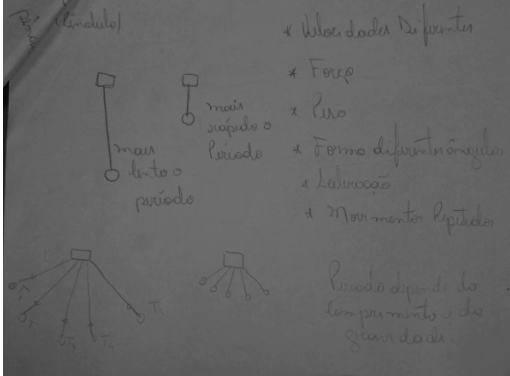
$T \propto \frac{V \cdot S}{V}$   
 $T \propto [L \cdot T^{-1}]^a [L]^b$   
 $T \propto L^{a+b} \cdot T^{-a}$   
 $a=-1$   
 $a+b=0$   
 $-1+b=0$   
 $b=1$   
 $T \propto V^1 S^{-1}$   
 $T \propto \frac{V}{S}$

Quanto maior o espaço percorrido maior é a velocidade e menor o tempo.

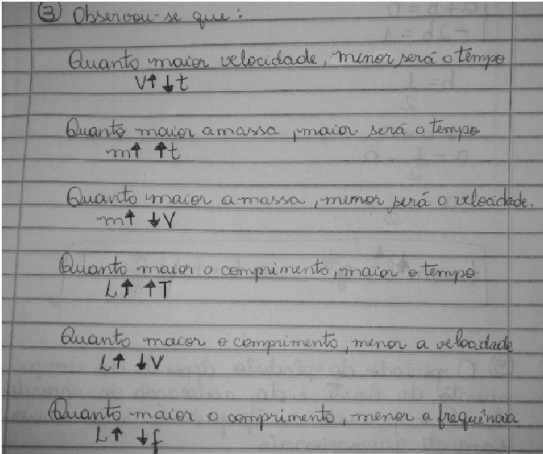
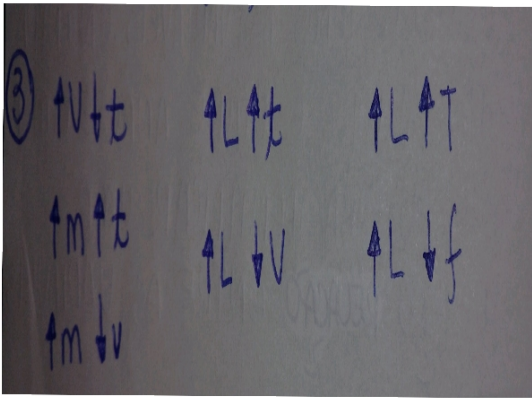
## Apêndice C

### Tabela 1

ESTUDANTE	TRANSCRIÇÃO DA ETAPA UM
$E_{20}$	
$E_5$ , $E_{18}$ , $E_{19}$ , $E_3$ , $E_4$	<p>1 – PÊNDULO SIMPLES E GRAVIDADE MODIFICADA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SOMENTE UM PÊNDULO</li> <li>• MOVIMENTO MAIS LENTO</li> <li>• TEMPO DO PÊNDULO DE UMA EXTREMIDADE À OUTRA – 05:99 SEGUNDOS</li> </ul> <p>2 – PÊNDULO COM COMPRIMENTO DIFERENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DOIS PÊNDULOS</li> <li>• PÊNDULO DA DIREITA É MAIS CURTO QUE O DA ESQUERDA</li> <li>• TEMPO DO PÊNDULO MAIS CURTO DE UMA EXTREMIDADE A OUTRA – 02:10 SEGUNDOS</li> <li>• TEMPO DO PÊNDULO MAIOR DE UMA EXTREMIDADE À OUTRA – 03:74 SEGUNDOS.</li> </ul> <p>3 – PÊNDULO SIMPLES IDEAL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SOMENTE UM PÊNDULO</li> <li>• TEMPO DO PÊNDULO DE UMA EXTREMIDADE À OUTRA – 03:13 SEGUNDOS.</li> </ul>
$E_{11}$ , $E_{13}$ , $E_{23}$	<p>1º PÊNDULO SIMPLES COM GRAVIDADE MODIFICADA: APRESENTA UMA VELOCIDADE MENOR E LENTA.</p> <p>2º PÊNDULO SIMPLES IDEAL: APRESENTA UMA VELOCIDADE CONSTANTE E MAIS RÁPIDA QUE A 1º</p> <p>3º PÊNDULO COM COMPRIMENTO DIFERENTES: O MENOR COM VELOCIDADE MAIS RÁPIDA E O MAIOR COM VELOCIDADE MENOR.</p>
$E_9$ , $E_{17}$ , $E_{21}$	<p>1 – NO ARQUIVO COM PÊNDULO SIMPLES MODIFICADA, OBSERVOU-SE QUE ESSE PÊNDULO FAZ UM ÂNGULO DE 180° EM 7 SEGUNDOS E 21 MILÉSIMOS DE SEGUNDOS</p> <p>2 – NO ARQUIVO COM PÊNDULO SIMPLES IDEAL, OBSERVOU-SE QUE ESSE PÊNDULO FAZ ÂNGULO DE 180° EM 2 SEGUNDOS E 7 MILÉSIMOS DE</p>

	<p><b>SEGUNDOS</b></p> <p>3 – NO ARQUIVO COM PÊNULO COM COMPRIMENTO DIFERENTES, NO PRIMEIRO PÊNULO ( MAIS CURTO), ELE É MAIS LENTO POIS DEMOROU 3 SEGUNDOS E 17 MILÉSIMOS DE SEGUNDOS PARA FORMAR 180°. NO 2º PÊNULO ( MAIS LONGO), ELE FOI MAIS RÁPIDO, LEVANDO 1 SEGUNDO E 85 MILÉSIMOS DE SEGUNDO PARA FORMAR UM ÂNGULO DE 180°</p>
<p><math>E_{12}</math>, <math>E_{14}</math>, <math>E_{16}</math></p>	<p>PÊNULO 1 – VELOCIDADE CONSTANTE, CHEGA A UM DETERMINADO PONTO <math>V=0</math>, POSSUI UMA FORÇA DE TRAÇÃO, UMA MASSA QUE QUANDO EM MOVIMENTO FORMA DIFERENTES ÂNGULOS; <b>UMA FORÇA AGE SOBRE O OBJETO</b></p> <p>PÊNULO 2 – VELOCIDADES DIFERENTES, ACELERAÇÃO DIFERENTES</p>  <p>PENDULO – SE DIMINUIR A GRAVIDADE O PERÍODO DO MOVIMENTO FICA MAIS LENTO (AUMENTA O PERÍODO) SE AUMENTAR A GRAVIDADE, O PERÍODO DO MOVIMENTO FICA MAIS RÁPIDO (DIMINUI).</p>

**Tabela 2**

ESTUDANTE	TRANSCRIÇÃO DA ETAPA TRÊS
$E_{20}$	<b>DEIXOU EM BRANCO</b>
$E_5$ , $E_{18}$ , $E_{19}$ , $E_3$ , $E_4$	
$E_{11}$ , $E_{13}$ , $E_{23}$	
$E_9$ , $E_{17}$ ,	



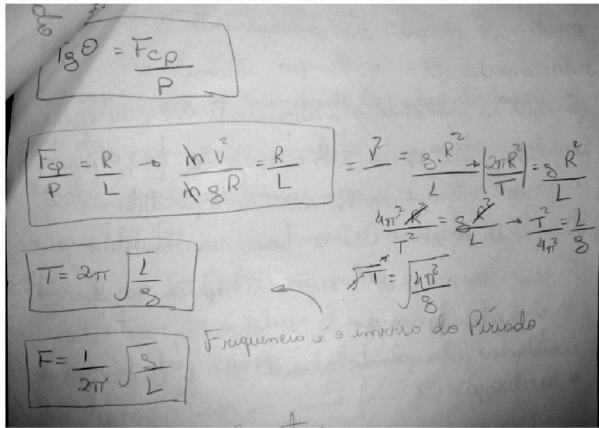
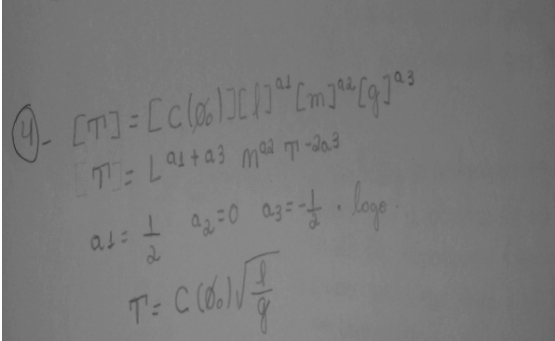
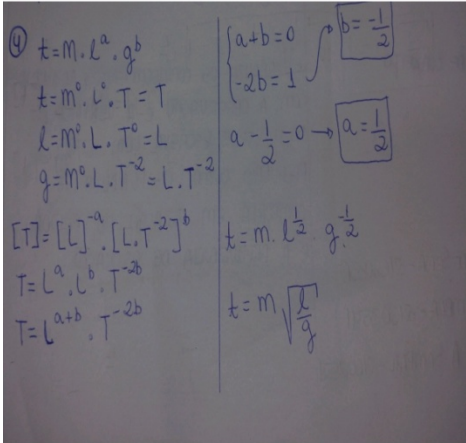
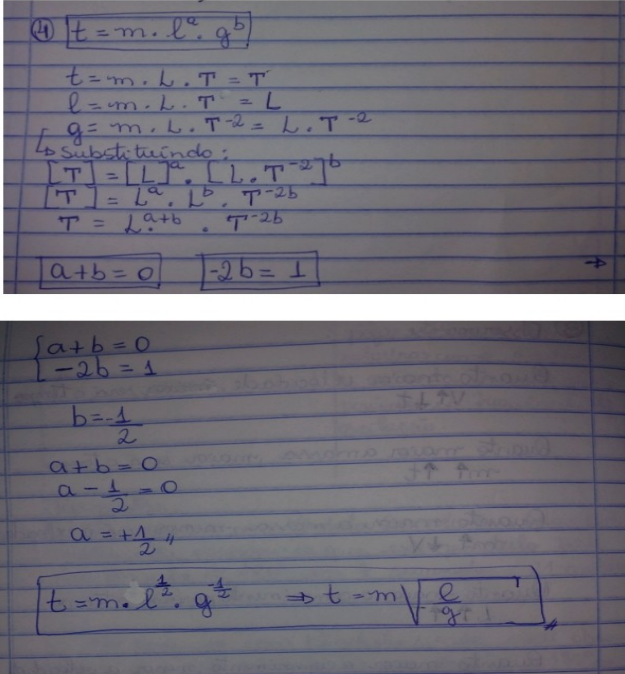
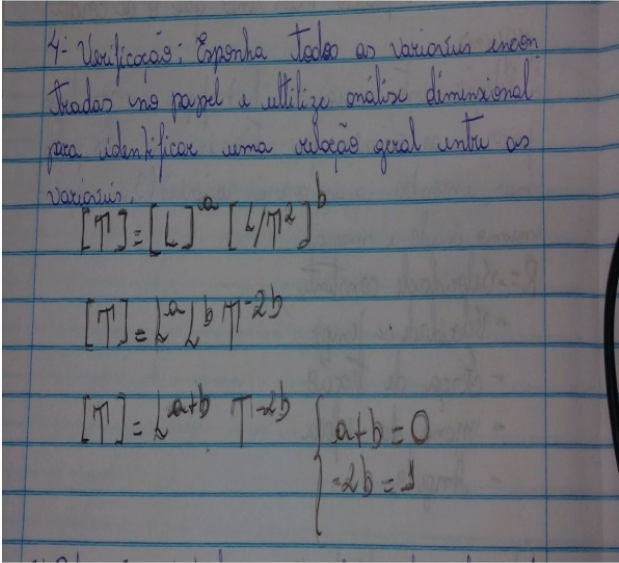
$E_{21}$	$V \propto g ; V \propto \frac{1}{T} ; T \propto L ; T \propto \frac{1}{g}$
$E_{12}, E_{14}, E_{16}$	 <p>Handwritten derivation for a conical pendulum:</p> <p> <math display="block">F_{cp} = \frac{R}{P} \rightarrow \frac{m \cdot v^2}{m \cdot g \cdot R} = \frac{R}{L} \Rightarrow v^2 = \frac{g \cdot R^2}{L}</math> <math display="block">T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}</math> <math display="block">F = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}</math> </p> <p>Frequencia e o inverso do Período</p>

Tabela 3

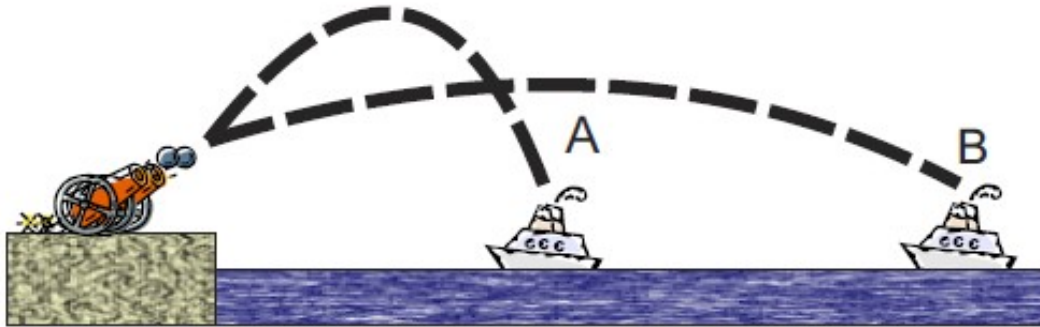
ESTUDANTE	TRANSCRIÇÃO DA ETAPA QUATRO
<p><math>E_{20}</math></p>	 <p> <math display="block">\textcircled{4} - [T] = [C(0_0)] [L]^{a_1} [m]^{a_2} [g]^{a_3}</math> <math display="block">[T] = L^{a_1+a_3} m^{a_2} T^{-2a_3}</math> <math display="block">a_1 = \frac{1}{2} \quad a_2 = 0 \quad a_3 = -\frac{1}{2} \cdot \log_0</math> <math display="block">T = C(0_0) \sqrt{\frac{L}{g}}</math> </p>
<p><math>E_5</math>, <math>E_{18}</math>, <math>E_{19}</math>, <math>E_3</math>, <math>E_4</math></p>	 <p> <math display="block">\textcircled{4} \quad t = m^a \cdot L^b \cdot g^c</math> <math display="block">t = m^a \cdot L^b \cdot T = T</math> <math display="block">L = m^a \cdot L^b \cdot T^0 = L</math> <math display="block">g = m^a \cdot L^b \cdot T^{-2} = L \cdot T^{-2}</math> <math display="block">[T] = [L]^a \cdot [L \cdot T^{-2}]^b</math> <math display="block">T = L^a \cdot L^b \cdot T^{-2b}</math> <math display="block">T = L^{a+b} \cdot T^{-2b}</math> <math display="block">\begin{cases} a+b=0 \\ -2b=1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} b = -\frac{1}{2} \\ a = \frac{1}{2} \end{cases}</math> <math display="block">a - \frac{1}{2} = 0 \rightarrow a = \frac{1}{2}</math> <math display="block">t = m \cdot L^{\frac{1}{2}} \cdot g^{-\frac{1}{2}}</math> <math display="block">t = m \sqrt{\frac{L}{g}}</math> </p>
<p><math>E_{11}</math>, <math>E_{13}</math>, <math>E_{23}</math></p>	 <p> <math display="block">\textcircled{4} \quad t = m \cdot L^a \cdot g^b</math> <math display="block">t = m \cdot L \cdot T = T</math> <math display="block">L = m \cdot L \cdot T^0 = L</math> <math display="block">g = m \cdot L \cdot T^{-2} = L \cdot T^{-2}</math> <math display="block">\hookrightarrow \text{Substituindo:}</math> <math display="block">[T] = [L]^a \cdot [L \cdot T^{-2}]^b</math> <math display="block">[T] = L^a \cdot L^b \cdot T^{-2b}</math> <math display="block">T = L^{a+b} \cdot T^{-2b}</math> <math display="block">\begin{cases} a+b=0 \\ -2b=1 \end{cases} \rightarrow</math> <math display="block">\begin{cases} b = -\frac{1}{2} \\ a + b = 0 \\ a - \frac{1}{2} = 0 \\ a = \frac{1}{2} \end{cases}</math> <math display="block">t = m \cdot L^{\frac{1}{2}} \cdot g^{-\frac{1}{2}} \Rightarrow t = m \sqrt{\frac{L}{g}}</math> </p>

$E_9$ , $E_{17}$ , $E_{21}$	
$E_{12}$ , $E_{14}$ , $E_{16}$	<p style="text-align: center;"><b>DEIXOU EM BRANCO</b></p>

## Apêndice D

### Lançamento oblíquo: atividade utilizando base orientadora da ação.

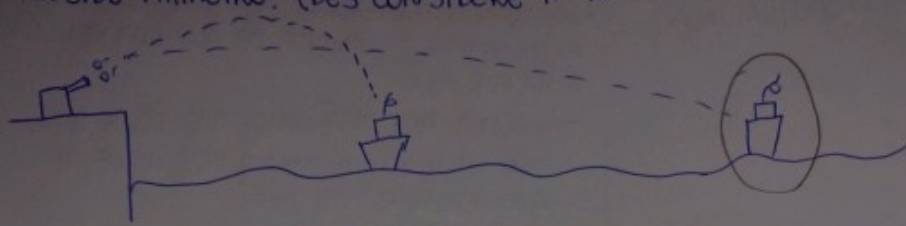
Problema: Dois canhões disparam simultaneamente projéteis em direção a dois navios. As trajetórias parabólicas dos projéteis são mostradas a seguir. Qual dos navios é atingido primeiro? (Desconsidere a resistência do ar)



BASE ORIENTADORA DA AÇÃO	
ELEMENTOS CONCEITUAIS	ELEMENTOS PROCEDIMENTAIS
1 – Observação/variação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observe a trajetória descrita por ambos os projéteis e lembre de algum exercício resolvido por você</li> <li>- Imagine que você lança os dois projéteis para cima, com mesma velocidade, o que acontece? Por quê?</li> </ul>
2 -Relação entre variáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais as variáveis (grandezas físicas) existente no problema? Existem grandezas físicas invariantes (que não dependem de “ninguém”)? As grandezas invariantes afetam as outras grandezas do problema?</li> </ul>
3 -Hipóteses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como que as grandezas que variam em função de outra se comportam? Coloque a relação entre as variáveis na forma de proporção</li> </ul>
4 - Verificação da hipótese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilize análise dimensional e verifique a hipótese inicial entre as grandezas físicas</li> </ul>
6 – Definição do conceito.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbalize o que você entendeu sobre o tempo no lançamento de projéteis. Escreva como que o tempo se relaciona com as outras variáveis do problema.</li> </ul>

Resolução da atividade feita por alguns alunos.

① Dois canhões disparam, simultaneamente, projeteis em direção a dois navios. As trajetórias parabólicas dos projeteis são mostradas a seguir. Qual dos navios é atingido primeiro? (Des considere a resistência do ar).



① Os dois atingiriam o solo simultaneamente, pois tem a mesma velocidade e sofrem da mesma ação da gravidade

②  $\uparrow v \downarrow t$   
 $\uparrow v \uparrow h$   
 $\uparrow h \uparrow t$

③  $v \propto t^{-1}$   
 $v \propto h$   
 $h \propto t$

④  $t \propto v \cdot h$

$$[t^1] = [L \cdot T^{-1}]^a \cdot [L]^b$$

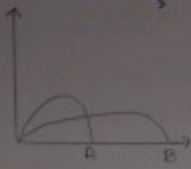
$$[t^1] = L^a \cdot t^{-a} \cdot L^b$$

$$t^1 = L^{a+b} \cdot t^{-a} \Rightarrow t \propto v^{-1} \cdot h^1$$

$$\begin{matrix} -a = 1 & a+b=0 \\ \boxed{a=-1} & -1+b=0 \\ & \boxed{b=1} \end{matrix} \quad \boxed{t = \frac{h}{v}}$$

⑤ O tempo pode se relacionar com a velocidade e a altura; quanto maior a velocidade, menor será o tempo. Quanto maior a altura, maior será o tempo. Ou seja, determinará quem será atingido primeiro.

## Base orientadora da ação

Elementos Conceituais	Elementos Procedimentais
<p>1- Observação / Associação</p>  <p>Se os dois projéteis forem lançados para cima, com mesma velocidade, pode-se afirmar que no seu ponto mais alto sua velocidade seria igual a zero.</p>	<p>Observe a trajetória descrita por ambos os projéteis e lembre de algum exercício resolvido por você.</p> <p>Imagine que você lança os dois projéteis para cima, com mesma velocidade, o que acontece? Por quê?</p>
<p>2- Relação entre variáveis</p> <p><math>v, h, t</math> e <math>g \rightarrow</math> Sem, a grandeza varia ou é constante, neste problema, é a grandeza</p> <p style="text-align: center;"> <math>\begin{matrix} \uparrow &amp; \uparrow \\ g &amp; g \end{matrix}</math> </p>	<p>Quais as variáveis (grandezas físicas) existente no problema? Existe grandeza física invariante? (Que não depende de "ninguém") As grandezas invariantes afetam outras grandezas do problema?</p>
<p>3- Hipóteses</p> <p>A grandeza <math>t \propto h</math>  é constante <math>v \propto h</math>  <math>v \propto \frac{1}{t}</math></p>	<p>Como que as grandezas que variam em função de outra se comportam? Coloque a relação entre as variáveis na forma de proporções.</p>
<p>4- Verificação da hipótese <math>t = ?</math></p> <p><math>t \propto v^2 h</math> <span style="float: right;"><math>-a = 2</math></span>  <math>[T] \propto [L \cdot T^{-1}]^a \cdot [L]^b</math> <span style="float: right;"><math>a = 2</math></span>  <math>[T]^1 = L^a \cdot T^{-a} \cdot L^b</math> <span style="float: right;"><math>a + b = 0</math></span>  <math>[T]^1 = L^{a+b} \cdot T^{-a}</math> <span style="float: right;"><math>b = +2</math></span></p> <p><math>t \propto v^2 h \rightarrow \boxed{\frac{t \propto h}{v}}</math></p>	<p>Utilize análise dimensional e verifique a hipótese inicial entre grandezas físicas.</p> <p>Se utilizo a grandeza física "t" pois é o tempo que vai dizer o primeiro navio que avistará o projétil.</p>
<p>5- Definição do conceito</p> <p>O tempo aumenta, a altura aumenta</p> <p>O tempo aumenta, a velocidade diminui</p> <p>O tempo é diretamente proporcional à altura e inversamente proporcional à velocidade</p>	<p>Verbalize o que você entendeu sobre o tempo no lançamento de projéteis. Explique como que o tempo se relaciona com as outras variáveis do problema.</p>



Dois canhões disparam simultaneamente em direção a dois navios. As trajetórias parabólicas dos projéteis são mostradas a seguir. Qual dos navios é atingido primeiro? (desconsidere a resistência do ar).



Base Quadrada.

1. Observação/Análise: Observe a trajetória descrita por ambos os projéteis e lembre de algum exercício resolvido por você. Imagine que você lança os 2 projéteis para cima com mesma velocidade, o que acontece? Por quê?

O outro projétil vai para baixo a velocidade  $v$  no instante em que o primeiro projétil atinge o navio.

2. Relação entre variáveis: Quais as variáveis (grandezas físicas) existente no problema? Existe grandezas físicas invariantes? As grandezas invariantes afetam as outras variáveis do problema?

1) velocidade, grandeza, altura tempo 2) grandeza 3) não pois é constante.

3. Hipóteses: Como que as grandezas que variam em função de outra se comportam? Coloque a relação entre as variáveis na forma de proporção.

4. Verificação da hipótese: Utilize análise dimensional e verifique a hipótese inicial entre as grandezas físicas:

5. Definição do conceito: Verbalize o que você entendeu sobre o tempo no lançamento de projéteis. Escreva como que o tempo se relaciona com as outras variáveis do problema.

Quanto maior o tempo maior a distância percorrida e maior a velocidade. No lançamento dos projéteis, pelo tempo e velocidade sua movimento é pro- **FONOM**



**APÊNDICE E**  
**Questionário prognóstico**

<b>QUESTIONÁRIO 1.</b>
CURSO : LIC. QUÍMICA ( ) LIC. CIENC. NAT. ( ) ENG. PROD. ( ) OUTROS ( )
SEXO: MASCULINO ( ) FEMININO ( )
IDADE: 17 A 22 ANOS( ) 23 À 28 ANOS ( ) 29 À 34 ANOS ( ) MAIS DE 35 ANOS ( )
QUAL SEGMENTO DE ENSINO VOCÊ CURSOU NO ENSINO MÉDIO
PÚBLICO ( )      PRIVADO ( )      PÚBLICO/PROVADO ( )
NUMA ESCALA DE 1 A 5, QUAL A SUA SATISFAÇÃO EM RELAÇÃO ÀS AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO
1.( )    2.( )    3.( )    4.( )    5.( )
NUMA ESCALA DE 1 A 5, COMO VOCÊ AVALIA SEU CONHECIMENTO CONCEITUAL EM FÍSICA?
1.( )    2.( )    3.( )    4.( )    5.( )
EM SUA OPINIÃO É POSSÍVEL RESOLVER CERTOS PROBLEMAS DE FÍSICA, EM PARTICULAR, PROBLEMAS DA MECÂNICA SEM UTILIZAR FÓRMULAS “PRONTAS”?
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
QUAL A DEFINIÇÃO FÍSICA DE MOVIMENTO? (FALE O QUE VOCÊ SOUBER)
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
VOCÊ CONHECE AS EQUAÇÕES DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E RETILÍNEO UNIFORME VARIADO? QUAIS SÃO?
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

VOCÊ CONSEGUE EXPLICAR CADA VARIÁVEL QUE COMPÕE ESSAS EQUAÇÕES? SABE EXPLICAR COMO ELAS SE RELACIONAM? (APENAS PARA OS QUE RESPONDERAM O ITEM ANTERIOR)

IMAGINE QUE VOCÊ OBSERVA UM MÓVEL QUE AUMENTA SUA VELOCIDADE A CADA INSTANTE. SEM CONHECER A EQUAÇÃO DO MOVIMENTO RETILÍNEO E UNIFORME, SOMENTE COM OBSERVAÇÃO E ANOTAÇÃO DE DADOS, SERIA POSSÍVEL PREVER A PRÓXIMA POSIÇÃO DO MÓVEL EM UM TEMPO  $t$  QUALQUER?





VOCÊ ACHA VIÁVEL A UTILIZAÇÃO DESSA METODOLOGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO? POR QUÊ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE F

### Perguntas da entrevista após aplicação da atividade

#### Entrevista com os participantes da pesquisa

1. O que vocês acharam da metodologia utilizada em nossas aulas, da organização e do processo de ensino utilizado para resolver problemas em Física.
2. Qual a diferença entre o método utilizado no Ensino médio e a proposta realizada nas nossas aulas?
3. O fato de utilizar essa abordagem de ensino, você acredita ter melhorado seu conceito de movimento.
4. Como você a relação entre matemática e física?
5. Como você avalia o método apresentado pelo professor com o método científico, comum dos cientistas.
6. Sobre a utilização dos recursos computacionais, o que você acha da influência deles no ensino.
7. A realidade aumentada é um bom recurso educacional para o ensino de ciências?
8. Porque é importante utilizar o raciocínio lógico na observação para resolver problemas de Física?
9. Nas nossas aulas fizemos previsões (suposto resultado correto do problema) dos problemas que foram propostos. Qual a importância em fazer previsões?