



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
CINEMÁTICA COM O AUXÍLIO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS E  
MÉTODOS ATIVOS**

**RENATO LOBO DE CASTRO**

**FORTALEZA**

**2019**

RENATO LOBO DE CASTRO

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
CINEMÁTICA COM O AUXÍLIO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS E  
MÉTODOS ATIVOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C353p Castro, Renato Lobo de.  
Uma proposta de sequência didática para o ensino de cinemática com o auxílio de ferramentas computacionais e métodos ativos / Renato Lobo de Castro. – 2019.  
133 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho.
1. Ensino de física. 2. Tecnologia da informação e comunicação na educação. 3. Just-in-time teaching. 4. Peer instruction. 5. Sequência didática. I. Título.

CDD 530.07

---

RENATO LOBO DE CASTRO

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
CINEMÁTICA COM O AUXÍLIO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS E  
MÉTODOS ATIVOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 26/11/2019

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Bruno Tavares de Oliveira Abagaro  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

---

Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho a minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meus pais e irmãos que são as energias que me fazem continuar diante as adversidades e sempre me incentivam nos projetos que me disponho a realizar.

Ao Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho pela disponibilidade e auxílios cruciais para que este trabalho fosse concluído.

A esta universidade, seu corpo docente, coordenação e administração que notavelmente buscam fazer com que este mestrado venha acontecer apesar de enormes dificuldades, oportunizando um maior crescimento pessoal e profissional.

Ao grupo de colegas que tive a enorme satisfação de conhecer durante esse mestrado profissional que são inspiração no trabalho docente.

Aos alunos e a gestão da Escola Manoel Senhor de Melo Filho que se dispuseram gentilmente a contribuir na realização deste trabalho.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

Paulo Freire

## RESUMO

Neste trabalho busca-se oferecer alternativas para um ensino contextualizado de física, através de uma sequência didática, na qual utilizou-se, como meios auxiliares, a Tecnologia da Informação e Comunicação aplicada à educação e também métodos ativos (Just-in-Time Teaching e Peer Instruction). Este trabalho é focado na Cinemática, reduzindo-se o extensivo tratamento matemático, dando significado ao estudo do movimento a partir do entendimento de conceitos fundamentais da física como: movimento, repouso, referencial, espaço, tempo, velocidade e aceleração. Aqui são encontrados referenciais teóricos que guiam a realização deste Produto Educacional e norteiam as ações pedagógicas, no intuito de proporcionar uma alternativa para aprendizagem de qualidade e significativa para a vida dos alunos. Assim sendo, são propostas estratégias que fazem com que os alunos passem a se preparar adequadamente anteriormente às aulas de física; possibilitem a obtenção dos conhecimentos prévios dos alunos para que o professor organize suas aulas pensando especificamente nas necessidades individuais e coletivas; promovem interação dos alunos com ferramentas computacionais com o intuito de que os discentes tenham mais interesse, motivação e aumento na capacidade de entendimento de fenômenos físicos que não seriam de fácil clareza com o uso apenas da explanação oral do professor; promoção de debates e ações colaborativas na aprendizagem dos conceitos físicos. Logo, considerando-se os resultados apresentados pelos estudantes no final da aplicação desse Produto, leva-se à inferência de que há um alto potencial a ser explorado visando a evolução na aprendizagem em física, à medida que haja sempre aperfeiçoamento do dinamismo dos conteúdos e da experiência do professor e alunos a partir dessa sequência didática.

Palavras-chave: Ensino de Física, Tecnologia da Informação e Comunicação na Educação, Just-in-Time Teaching, Peer Instruction, Sequência Didática.

## **ABSTRACT**

This paper seeks to offer alternatives for a contextualized teaching of physics, through a didactic sequence, which used, as auxiliary means, the Information and Communication Technology applied to education and also active methods (Just-in-Time Teaching and Peer Instruction). This work is focused on Kinematics, reducing the extensive mathematical treatment, giving meaning to the study of motion from the understanding of fundamental concepts of physics such as motion, rest, referential, space, time, velocity and acceleration. Here are found theoretical references that guide the realization of this Educational Product and guide the pedagogical actions, in order to provide an alternative for quality and meaningful learning for students' lives. Thus, they are strategic proposals that make students prepare properly before physics classes; enable students to obtain prior knowledge of the students so that the teacher can organize his classes thinking specifically about individual and collective needs; promote students' interaction with computational tools in order that students have more interest, motivation and increased ability to understand physical phenomena that would not be easy to clarify with the use of the teacher's oral explanation only; promotion of debates and collaborative actions in the learning of physical concepts. Therefore, considering the results presented by the students at the end of the application of this Product, leads to the inference that there is a high potential to be explored aiming at the evolution in the learning in physics, as there is always improvement of the dynamism of the contents and of the experience of the teacher and students from this didactic sequence.

**Keywords:** Physics Teaching, Information and Communication Technology in Education, Just-in-Time Teaching, Peer Instruction, Didactic Sequence.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vetor posição $\vec{r}$ em um sistema de coordenadas retangulares tridimensional	51
Figura 2 – Partícula move-se de $P_1$ para $P_2$ no intervalo de tempo $\Delta t = t_2 - t_1$ .....	52
Figura 3 – Relação entre a velocidade instantânea e a inclinação da reta tangente .....	54
Figura 4 – Página inicial do Blog Física no Ceará, feito para o Produto Educacional .....	60
Figura 5 – Google Forms, utilizado para aplicação do Teste Prévio .....	61
Figura 6 – Percentual das respostas dos alunos a 2ª questão do Teste Prévio .....	73
Figura 7 – Percentual das respostas dos alunos ao item C da 3ª questão do Teste Prévio .	74
Figura 8 – Percentual das respostas dos alunos ao item A da 4ª questão do Teste Prévio .	75

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Acertos e erros na questão 01 do Roteiro de Aperfeiçoamento .....	77
Gráfico 2	– Acertos e erros na questão 03 do Roteiro de Aperfeiçoamento .....	78
Gráfico 3	– Acertos e erros na questão 04 do Roteiro de Especialização .....	79
Gráfico 4	– Acertos e erros na questão 01 do Roteiro de Generalização .....	80
Gráfico 5	– Acertos e erros na questão 02 do Roteiro de Generalização .....	81
Gráfico 6	– Acertos e erros na questão 03 do Roteiro de Generalização .....	81
Gráfico 7	– Nível de apreciação dos alunos pelo estudo de física .....	83
Gráfico 8	– Percepção dos alunos das relações entre Física e Matemática .....	84
Gráfico 9	– Principais dificuldades dos alunos no estudo da Física .....	85
Gráfico 10	– Auxílio da Sequência Didática para a compreensão dos conceitos físicos	86
Gráfico 11	– Contribuição da Sequência Didática nos objetivos estipulados para aula ..	87
Gráfico 12	– O método PI e sua colaboração para o entendimento da aula .....	87
Gráfico 13	– O método JiTT e sua cooperação na preparação do aluno antes das aulas	88

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
PI	Peer Instruction
JiTT	Just-in-Time Teaching

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
2	<b>FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA</b> .....	19
2.1	<b>Ensino de física no Brasil</b> .....	20
2.2	<b>Aprendizagem significativa</b> .....	26
2.3	<b>Método de ensino ativo Just-In-Time Teaching</b> .....	30
2.4	<b>Peer instruction</b> .....	32
3	<b>TECNOLOGIA DA COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO (TIC) NO ENSINO DE FÍSICA</b> .....	35
3.1	<b>Possibilidades e limitações das TICs no ensino de física</b> .....	35
3.2	<b>A modelagem computacional no ensino de física</b> .....	42
3.3	<b>Simulação computacional no ensino de física</b> .....	45
4	<b>CONCEITOS FÍSICOS</b> .....	50
4.1	<b>Cinemática da partícula</b> .....	50
5	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	56
5.1	<b>Escolha do tema</b> .....	57
5.2	<b>Elaboração da sequência didática</b> .....	59
5.3	<b>Etapas do produto educacional aplicado a turma</b> .....	64
5.4	<b>Relatos da aplicação do produto</b> .....	67
6	<b>ANÁLISE E RESULTADOS</b> .....	72
6.1	<b>Análise detalhado dos resultados da primeira aula</b> .....	72
6.2	<b>Relação dos alunos com a física</b> .....	82
6.3	<b>Avaliação dos alunos: o papel da sequência didática</b> .....	86
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	90
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	93
	<b>APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DA RELAÇÃO DO ALUNO COM A FÍSICA</b> .....	97
	<b>APÊNDICE B – PLANO DE AULA</b> .....	98
	<b>APÊNDICE C – FLASHCARD</b> .....	106
	<b>APÊNDICE D – FICHA DE ACOMPANHAMENTO DO PI</b> .....	107
	<b>APÊNDICE E – AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	108
	<b>APÊNDICE F – PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	109

## 1 INTRODUÇÃO

Na maioria das escolas, a prática pedagógica do professor está baseada no modelo de ensino tradicional, no qual os alunos são ouvintes e receptáculos de informações, tendo basicamente a necessidade de memorizar o que lhes é transmitido. Neste formato, o professor, detentor de todo conhecimento, tem a função de repassar informações que estão dispostas nos livros aos estudantes, sendo a maior parte do compartilhamento dessas informações feitas a partir da explanação oral, muitas vezes de forma repetitiva e sem dinamismo, fazendo que muitos alunos desviem sua atenção, diminuindo a eficiência na aprendizagem.

Germano (2016) ratifica que o modelo de ensino tradicional fortalece a perspectiva de alunos assumindo papel passivo frente ao processo de ensino-aprendizagem, sendo eles sobrecarregados de informações transmitidas sem reflexões ou discussões sobre os conteúdos, tendo como consequência uma série de repetições mecânicas.

Nessa perspectiva de aprendizagem, segundo Roberto (2009), as pesquisas em ensino de física demonstram que o ensino tradicional é uma das estratégias na qual a maioria dos estudantes possuem mais dificuldades em aprender. É comum que alguns alunos possam sentir-se atraídos pelas aulas expositivas, no entanto, como afirma o autor, não está diretamente relacionado à abordagem tradicional que eles terão uma aprendizagem significativa.

O processo de ensino da física deve estar sempre relacionado ao que é próximo do estudante, sendo a prática pedagógica do professor um permanente diálogo com a vida diária do aluno. No entanto, boa parte das aulas é pautada pela abstração e descontextualização da realidade da sociedade, com foco na mera aplicação de equações matemáticas de maneira a automatizar a resolução de questões, tendo como meta preparar bem os alunos para avaliações internas e externas.

Apesar da importância da Física no cotidiano das pessoas, isto não é colocado para os estudantes, e o que se vê nas aulas de Física no Ensino Médio é uma realidade de aulas maçantes, em que predomina uma concepção tradicional de educação, usando uma metodologia de ensino ultrapassada e nitidamente conteudista, com uma rotina excessiva de aulas expositivas e resolução de exercícios que, em geral, priorizam a memorização de fórmulas matemáticas. Por causa desse procedimento, os estudantes são levados a repetir as resoluções de questões similares feitas anteriormente pelo professor, ou seja, um modelo

onde lições devam ser decoradas, o que certamente não contribui para motivar os alunos em seu aprendizado. (SANTOS, 2016).

Este modelo de ensino de física não condiz mais com as necessidades da sociedade atual, pois, como aponta as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), o conhecimento de física, no Ensino Médio, ganha um novo sentido à medida que, mesmo depois de concluída essa etapa escolar, e não tenham mais contato com a disciplina, seja no trabalho seja na faculdade, os alunos ainda terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem, formando um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado. (BRASIL, 2002).

Sendo assim, é fundamental propor aos estudantes uma atitude ativa frente ao ensino, oportunizando que tomem gosto pelo estudo, fortalecendo as ideias que eles devem “aprender a aprender”, através de atividades que os motive e oriente para atingirem melhores resultados na aprendizagem de física.

A partir dessa reflexão sobre a necessidade de proporcionar uma aprendizagem de qualidade no ensino de física em harmonia com a enorme oferta de ferramentas computacionais voltadas para educação, que foi elaborado, aplicado e avaliado uma sequência didática com o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) com foco no ensino de cinemática, na pretensão de auxiliar os docentes na prática de sala de aula através de exemplos e sugestões de atividades.

Evidentemente, as ferramentas computacionais não têm razão por si só, pois o seu êxito na aprendizagem dos alunos depende de como é feito o diálogo com eles, as atividades que serão propostas, o currículo elaborado pelo professor e o projeto político pedagógico da escola. Por mais impressionante que seja a estrutura gráfica e os detalhes que respeitam as leis físicas, não promovem um ganho real na aprendizagem se não estimulam os alunos a participarem.

Então, esta sequência didática, buscando ampliar e potencializar o uso da TIC no ensino de física, propõe estratégias de ensino-aprendizagem que tendem a auxiliar a dinâmica do trabalho de sala de aula, mas também procura solucionar algumas problemáticas que o ensino de física impõe. Assim, dois métodos ativos da educação são utilizados neste trabalho: Peer Instruction (PI) e Just-in-Time Teaching (JiTT). Esses métodos auxiliam na redução gradual do pragmatismo das aulas tradicionais, aumentam a interação dos alunos com o assunto visto, estimulam os alunos ao estudo fora da sala de aula, assessoram o professor na organização e planejamento de sua prática pedagógica e por fim, possibilitam aos estudantes protagonizar as suas aprendizagens.

O trabalho tem como foco a construção dos conceitos físicos a partir da sequência didática, que está descrita no plano de aula, detalhando uma série de atividades que serão mediadas pelo uso das TICs, ao qual fortalece a participação ativa dos alunos em sala de aula, proporcionando questionamentos sobre os fenômenos físicos, associando os conceitos teóricos com situações práticas. Além do mais, pensando em alternativas para que os alunos venham a estudar em casa e compreender autonomamente os conceitos, inferindo ponderações em questões ou problemas, inseriu-se na sequência didática a estratégia JiTT. Por fim, viu-se que é bastante enriquecedor para as propostas deste trabalho a inserção do PI, pois tem a função de despertar discussões relevantes em sala, sobre os conceitos físicos trabalhados, promovendo a compreensão destes.

As atividades propostas por essa sequência didática buscam, sempre que possível, ser contextualizada com a vida dos estudantes a partir da compreensão que o professor terá dos conhecimentos prévios que os alunos possuem, obtido através do método JiTT.

Dentre as várias possibilidades de uso da informática no ensino de física, estão presentes nesses roteiros da sequência didática vídeos, animações, conceitos, debates, atividades e simulações. Também são oportunizados aos alunos situações que proporcionam a discussão de ideias e concepções com os outros colegas da turma, buscando desta forma, em cooperação, a busca das respostas corretas dos testes

conceituais, incentivando a interação dos estudantes com o processo de construção do conhecimento científico, permitindo, assim, que compreendam melhor e de forma significativa a física.

Esse trabalho teve como meio de interlocução com os alunos o blog Física no Ceará, o qual contém textos teóricos sobre os conceitos de física que são estudados antes das aulas e os testes prévios que possibilitam ao professor adequar as aulas de acordo com os conhecimentos que os alunos adquiriram anteriormente à aula. Essa sequência didática está descrita nos planos de aula elaborados para este Produto Educacional, detalhando as etapas e ações que seriam implementadas nas aulas.

É discutido neste projeto a aplicação da Sequência Didática de uma das aulas realizada com a utilização dessa sequência didática, buscando-se analisar os pontos altos e baixos de sua aplicação, para que assim, seja possível considerar esse Produto Educacional com elementos relevantes que irão se contrapor as práticas de ensino tradicional e assim proporcionam uma melhora na aprendizagem e no interesse dos alunos pela Física, e mais especificamente, a Cinemática.

Para fundamentar este trabalho, o capítulo 2 desta dissertação discutirá o contexto educacional no qual o ensino de física está inserido e a descrição dos métodos ativos aqui utilizados. Já o capítulo 3 discute a Tecnologia da Informação e Comunicação e os seus benefícios no ensino de física, em especial destaca-se a utilização da modelagem e das simulações como facilitadores da aprendizagem. Por fim, serão discutidas no capítulo 4 as bases teóricas da cinemática.

No capítulo 5, serão descritos os materiais e os métodos utilizados na aplicação deste Produto Educacional, com foco na descrição das etapas da aplicação do Produto e relatos detalhados de umas das aulas realizadas sendo norteadas pela sequência didática, dando a noção da dinâmica que ocorreu em sala de aula. Já no capítulo 6, seguindo a mesma linha da seção anterior, observa-se como os métodos JITT e PI e as tecnologias na educação contribuíram para o aprendizado dos alunos em uma das aulas que foi aplicado a sequência didática.

Por fim, o capítulo 7 irá apontar algumas considerações dos elementos mais relevantes deste trabalho que vem a demonstrar como esta sequência didática pode ser uma alternativa no desenvolvimento da aprendizagem dos alunos e que é viável que este trabalho venha a provocar uma real mudança de paradigmas que o ensino de física necessita, possibilitando ultrapassar a barreira de um ensino centralizador, com alunos

passivos, desmotivados, indiferentes ao que lhes é ensinado e que aprendem cada vez menos.

A parte reservada ao Apêndice, consta do texto teórico, teste prévio, ficha de acompanhamento do método PI, cartões-resposta do PI, o roteiro que será trabalhado durante a aula para explorar os conceitos estudado com o auxílio da TIC e para aprofundar os conceitos vistos, tem-se as questões de generalização.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA

Neste capítulo as concepções pedagógicas são discutidas com o intuito de embasar o Produto Educacional. Assim, a seção 2.1 propõe discutir algumas problemáticas no ensino de física que apontam a necessidade de alteração das práticas pedagógicas, apontando os caminhos que devem ser evitados na elaboração da sequência didática. Além dos mais, esse estudo impulsionou a procura por métodos que venham a auxiliar no enfrentamento desses desafios. No entanto, este trabalho também está assentado nas diretrizes que os documentos do Ministério da Educação (MEC) vieram a corroborar numa nova visão de Ensino Médio e como ela teve influência no ensino de física.

A teoria educacional que se entende ser a mais adequada para este Produto Educacional é da Aprendizagem Significativa, que será discutida na seção 2.2. Esta teoria foi escolhida por apontar que o ensino de Física deve ser feito buscando contextualizar com o mundo vivido pelos alunos e também, por acreditar que a forma como ocorre um novo conhecimento necessita inicialmente que os alunos tenham suas concepções prévias incorporada ao planejamento do professor e este venha a “ancorar” o que eles já possuem em suas estruturas cognitivas com o conteúdo que há de ser aprendido.

Os dois métodos ativos que foram utilizados na sequência didática vieram a dinamizar as ações da sequência didática: O primeiro a ser mostrado na seção 2.3, é Just-in-Time Teaching (JiTT), excelente método para que o aluno crie hábitos de estudo antes das aulas, compõe-se, também, numa estratégia para obtenção do conhecimento prévio dos alunos, favorecendo a elaboração de aulas que compreenda as especificidades da turma para a qual se destina. Já na seção 2.4 abordar-se-á o método Peer Instruction (PI), que inserido nesse Produto Educacional reforçará o desenvolvimento dos conceitos trabalhados em sala de aula devido as interações e discussões dos alunos, a partir de trabalho colaborativos mediado pelo professor.

Desta forma, este capítulo 2 será uma das bases da sequência didática que está sendo proposta nesse Produto Educacional, pois pretende-se relacionar a física presente no cotidiano dos alunos aos métodos JiTT e PI, para que o processo de ensino-aprendizagem tenda a tornar-se muito mais dinâmico, diversificado, interativo e efetivo. Além do mais, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) com foco na educação, no qual será discutido no capítulo 3, vem de fato a contribuir com a melhoria e o crescimento na qualidade do ensino-aprendizagem quando está alinhada com as premissas das teorias educacionais.

## 2.1 Ensino de Física no Brasil

Atualmente, a concepção que se tem sobre a educação, e especificamente, sobre o ensino de física, é que os alunos estão aprendendo cada vez menos e possuem ainda menos interesse pelo que aprendem. Sob esse viés, os autores Ricardo e Freire (2007) afirmam que deve ser exigida das escolas uma proposta que proporcione uma formação compatível com a sociedade contemporânea, assegurando uma preparação para o enfrentamento do que os estudantes vão encontrar depois do término do seu período escolar.

O almejado para um ensino humanista e que dialoga com a sociedade atual é que se tenham cidadãos com formação para entender a importância dos direitos humanos, da igualdade, da liberdade, da preservação da natureza, do combate às injustiças sociais, às desigualdades, à corrupção e aos preconceitos. Assim, para Brasil (2006), não é possível a formação de cidadãos socialmente inseridos e com espírito crítico aguçado, se há jovens sendo treinados apenas para memorizar frases e responder a perguntas com respostas determinadas.

O que se tem visto no ensino de física é o tratamento matemático excessivo para resoluções de exercícios, utilizando-se fórmulas prontas, das quais os alunos não entendem o significado, e que são repetidas diversas vezes, de forma mecânica, tornando todo o processo exaustivo e deficiente.

A ausência de êxito na aprendizagem se dá em virtude de uma abordagem que abdica dos debates acerca do processo histórico da evolução da física, das discussões dos resultados obtidos, dos conceitos teóricos, da prática experimental, dos modelos científicos, dos seminários, dos estudos em grupos e outras situações, seja da disciplina em específico seja da didática, são fundamentais para a formação dos alunos. Esse formato de ensino tenta condicioná-los à automatização a partir de abordagens descontextualizadas do cotidiano, prejudicando os estudantes a desenvolverem uma compreensão de que física está presente em sua vida.

O ensino de física é muito centrado na figura do professor, no qual somente ele detém o conhecimento, fazendo com que o processo de evolução e a responsabilidade da produção do saber sejam apenas focalizados em uma única pessoa, o que retira dos estudantes a oportunidade de expressar suas experiências e impressões sobre o que está sendo estudado, tornando-se receptores de informações mecanizadas daquilo que devem saber para passar de ano.

Ensinar Física significava fazer compreender aos alunos uma série de conhecimentos, ainda que de forma resumida, que seriam mais tarde retomados de forma mais completa na continuação de seus estudos. O conjunto desses conhecimentos estava pré-determinado nos livros didáticos e no coletivo das pessoas, de uma forma tão completa que parecia não haver espaço para outras escolhas: cinemática, dinâmica, estática, eletrostática etc. Essa era a Física. (KAWAMURA e HOSOUKE, 2003).

Nesse sentido, o que é ensinado aos estudantes não encontra apreço fora do contexto de uma avaliação escolar, dando a impressão de que os fenômenos que ocorrem no mundo e os que estão sendo vistos na escola fazem partes de universos totalmente distintos. Assim, o aluno não vê necessidade de reter aquilo que está sendo apresentado para além de suas avaliações, o que provoca um súbito desaparecimento do que deveria ter sido aprendido a partir do momento que não veem mais a necessidade de ter aquela informação. Ou seja, o que lhes é apresentado de forma fria e não participativa, deixando de lado muitas vezes o raciocínio crítico e a presença dos fenômenos na vida diária, são totalmente carentes de significados, tornando-se totalmente dispensável.

Assim, torna-se desnecessário que o ensino seja propedêutico, ou seja, que o sentido do que se está estudando só venha a ser entendido em níveis superiores da escolarização. À vista disso, um Ensino Médio, que seja preparatório para o Ensino Superior, com excessivo foco no vestibular, livros descontextualizados e ausentes de conhecimentos necessários para a compreensão do mundo contemporâneo, não é mais aceitável nos dias de hoje. Da mesma forma, o ensino profissional é considerado dissociável às necessidades atuais se dão ênfase exclusiva a fazeres práticos e saberes específicos, colocando de lado conhecimentos que são fundamentais para a vida do indivíduo e sua formação cultural.

Essas concepções de escola simplesmente preparatória para o ensino superior ou estritamente voltada ao mundo do trabalho precisariam ser transpostas por uma escola mais abrangente no qual todos os alunos possam desenvolver competências para atuar de forma expressiva na sociedade. De fato, a escola deve “preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho.” (Brasil, 2002).

Não se pode mais postergar a intervenção no Ensino Médio, de modo a garantir a superação de uma escola que, ao invés de se colocar como elemento central de desenvolvimento dos cidadãos, contribui para a sua exclusão. Uma escola que pretende formar por meio da imposição de modelos, de exercícios de memorização, da fragmentação do conhecimento, da ignorância dos instrumentos mais avançados de acesso ao conhecimento e da comunicação. Ao manter uma postura tradicional e distanciada das mudanças sociais, a

escola como instituição pública acabará também por se marginalizar. (BRASIL, 2000).

Percebendo que não havia uma concepção de escola que atendia aos propósitos do que a sociedade precisava e muito menos conseguia atender às expectativas dos alunos diante à construção dos seus objetivos de vida, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (LDB/1996) apontou para a necessidade de uma reforma em todos os níveis de escolaridade, inclusive o Ensino Médio.

Nesse sentido, a LDB/1996 atribuiu ao Ensino Médio o último estágio da educação básica, com o objetivo de assegurar ao educando “a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (Art.22, Lei nº 9.394/96).

A reformulação do ensino médio no Brasil, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, procurou atender a uma reconhecida necessidade de atualização da educação brasileira, tanto para impulsionar uma democratização social e cultural mais efetiva pela ampliação da parcela da juventude brasileira que completa a educação básica, como para responder a desafios impostos por processos globais, que têm excluído da vida econômica os trabalhadores não-qualificados, por conta da formação exigida de todos os partícipes do sistema de produção e de serviços. (Brasil, 2002).

Atribuir ao Ensino Médio a etapa final da educação básica é lhe dar um novo caráter. Segundo Ricardo e Freire (2007), exige-se que o Ensino Médio não esteja direcionado unicamente à preparação para o vestibular, tampouco para uma formação profissional, muito embora tais aspectos não sejam ignorados, mas deve-se assegurar a formação geral suficiente para que o aluno decida sobre seu futuro.

Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. (BRASIL, 2000).

Kawamura e Hosoume (2003), fortalecem as concepções sobre o novo Ensino Médio e o que deve ser esperado dos alunos ao afirmar que:

O objetivo da escola média deve, assim, estar voltado para a formação de jovens, independente de sua escolaridade futura. Jovens que adquiram instrumentos para a vida, para raciocinar, para compreender as causas e razões das coisas, para exercer seus direitos, para cuidar de sua saúde, para participar das discussões em que estão envolvidos seus destinos, para atuar, para

transformar, enfim, para realizar-se, para viver. Essa é, portanto, nossa compreensão do que seja uma educação para a cidadania e sobre do objetivo do ensino. (KAWAMURA e HOSOUME, 2003).

Desse modo, é necessário ao estudante reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, saber comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável. Para além do acúmulo de informações, a formação do indivíduo requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a enorme gama de informações disponíveis, atuar com responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades.

A partir da compreensão desse novo Ensino Médio e do que a sociedade espera dos estudantes, é possível ter uma dimensão mais abrangente do que se deseja para o ensino de física e qual deve ser o papel do professor para delinear estratégias e diretrizes que apontem o caminho no qual a física venha de fato a colaborar na formação dos jovens estudantes.

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (BRASIL, 2000).

Dessa forma, o ensino de física deve estabelecer relações existentes entre os conteúdos a serem trabalhados e o contexto pessoal e social vivenciado pelo aluno, dando significado ao que está sendo aprendido. Nessa concepção, a formação do ser humano em todas as suas dimensões deve fazer parte das concepções pedagógicas consistente no planejamento e nas práticas escolares do professor de física.

Numa breve retrospectiva das questões pedagógicas que embasam os processos de ensino e aprendizagem, a educação vem, ao longo dos anos, incorporando à sua prática uma ação que rompe com o modelo tradicional de ensino, cuja concepção ancora-se no modelo behaviorista de conceber o ensino. Esse modelo tende a focar numa aprendizagem mecânica, que acontece quando os alunos não conseguem ter plena

compreensão do que é aprendido, mas apenas uma memorização temporária de conceitos, leis, fórmulas matemáticas. Na maioria das vezes, os assuntos trabalhados não possuem sentido nenhum para o estudante, logo, é previsível que seja esquecido o que lhes foi apresentado.

Ainda hoje, é predominante a prática da abordagem tradicional, na qual o aluno, na condição de recipiente, serve de depósito para os saberes do professor. Sendo assim, os conhecimentos não são construídos; constituem-se em informações transmitidas pelo professor e decoradas pelo estudante. (ANJOS, 2008).

Em contraponto, há métodos que buscam fazer com que as informações venham a interagir com aquilo que o estudante já sabe, tendo para ele muito mais significado. O que é estudado é montado de forma lógica, para que os estudantes tenham alternativas para poder incorporar conhecimentos que já estão associados com algo que está em suas estruturas cognitivas, sendo assim um aprendizado que será mais difícil de ser esquecido.

Dizíamos que os alunos aprendiam quando eles sabiam repetir na prova de avaliação o que o professor tinha falado em classe, o que eles tinham decorado do livro texto e, também, quando o aluno acertava os problemas muito parecidos com a lista de exercício já resolvidos em aulas. Um aluno que estudasse na véspera da prova era um bom aluno. Mas esse padrão de ensino, no qual o professor é o agente que pensa e o aluno é o agente passivo, que segue o raciocínio do professor, mudou. Passou-se a exigir que o professor levasse o aluno a construir ele próprio a estrutura do pensamento. Era importante ter um aluno intelectualmente ativo. E isso não é fácil. A profissão de professor ficou muito mais difícil. (CARVALHO e SASSERON, 2018).

Ao ensinar física, deve-se conceber ao estudante o posto de principal agente do seu aprendizado, utilizando-se como ponto de partida o seu conhecimento acerca do que está sendo trabalhado, que foi previamente adquirido ao longo de toda a sua vivência, tanto dentro quanto fora da sala de aula. Essa abordagem fará com que os alunos sintam-se estimulados ao pensamento crítico e reflexivo, sendo conduzido e incentivado pelo professor, mas sem deixar de ter em mente que, neste processo, de fato, são os alunos que estão na centralidade.

Dessa maneira, cabe ao professor, enquanto mediador do processo de construção de conhecimentos, estimular e promover desafios junto aos educandos. Transmitir informações, ou coisa semelhante, já não deve ser mais papel do professor. Softwares, internet e outros recursos semelhantes podem muito bem realizar tal tarefa. (ANJOS, 2008).

A concepção de possibilitar ao aluno o protagonismo da sua aprendizagem é endossada pelas metodologias ativas, as quais são implementadas de diferentes formas: a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem cooperativa, dentre outras. Contudo, todas elas partem da premissa de estimular o desenvolvimento cognitivo e emocional dos alunos, realizando atividades planejadas pelo professor para promover o uso de diversas habilidades de pensamento, a citar: interpretar, analisar, sintetizar, classificar, relacionar e comparar.

Assim, o principal objetivo deve ser a comunicação com o aluno, buscando a sondagem de suas concepções prévias e compreensões sobre os assuntos abordados com foco na problematização, na contextualização, na investigação e na aplicação prática dos conhecimentos. Nesse sentido, existe uma convergência dos aspectos cognitivos e emocionais que, trabalhados de maneira harmônica, contribuem para o pleno desenvolvimento do educando.

A forma como o conteúdo de física venha ser apresentado, por exemplo, pode partir de um processo de problematização, assumindo um perfil de desafio e, portanto, se desvencilhando de um caráter impositivo. Essa é uma nova concepção do ensino de física, não sendo imposto aos alunos uma ação mecânica promovida, mas que seja uma promoção de oportunidades, que, neste exemplo, pode gerar uma relação entre os próprios estudantes, na qual aquele que já possui um certo domínio sobre o conteúdo se dispõe a partilhar seus saberes e a descobrir novas formas de promover a aprendizagem.

Percebe-se aqui que a questão primeira não é o conteúdo em si, mas a concepção de ensino que o professor construiu ao longo de sua ação docente, norteando o seu trabalho acerca do conhecimento sobre a realidade do aluno, permitindo contextualizar e aproximar o conteúdo com a vida cotidiana. Desta forma, o ensino de física vem a ser um ato de provocar a inteligência e o desejo do aluno.

O educador também precisa garantir que seus alunos possuam cada vez mais acesso, de forma criteriosa, às novas tecnologias, pois o uso criativo das tecnologias tende a auxiliar os professores a transformar o isolamento, a indiferença e a alienação com que costumeiramente os alunos frequentam a sala de aula, em interesse e colaboração, por meio dos quais eles adquiram dependência na hora de estudar, a respeitar o outro, a serem pessoas melhores e cidadãos participativos.

No trabalho em sala de aula, não se faz necessário apenas à diversificação das ferramentas a serem utilizadas, mas também, e principalmente, nos diferentes métodos utilizados para o processo de ensino, porque cada sala de aula encontra-se realidades

distintas de alunos que dispõem variadas compreensões do que está sendo visto, pois cada um possui sua própria interação com outros indivíduos e com o meio, o que gerou experiências e conhecimentos únicos.

Logo, diante da proposta de ensino-aprendizagem das metodologias ativas, faz-se necessário que o aluno esteja inserido a diversas estratégias facilitando que haja ressignificação do produto de suas reflexões, tendo sempre em mente que os estudantes devem ser provocados a reconstruírem os conceitos e significados propostos no currículo escolar. Desta forma, será através das metodologias ativas que haverá uma quebra de paradigmas nas formas de ensinar e aprender.

É necessário que a reflexão das práticas leve o docente a buscar inovação em seus métodos, ensino prazeroso e estimulante, buscando resultados relevantes na aprendizagem dos alunos. Quando por exemplo, tem-se que os alunos não são levados a observar os fenômenos físicos, seja através de experimentos reais seja de simulações computacionais, mas apenas sendo tratados como agentes passivos, receptores de ideias prontas, há nesse processo sinais nítidos de uma educação incompleta, pois o aprendizado da ciência está intrinsecamente ligado ao domínio da observação, da elaboração de hipóteses, da verificação experimental, da modelagem do fenômeno.

## **2.2 Aprendizagem significativa**

Conforme Mendes et al (2017), o professor não deixa de ser relevante para o processo de ensino-aprendizagem quando abdica do seu papel de destaque como único detentor do conhecimento, pois em uma proposta de ensino construtiva, o papel do professor consiste em mediar às atividades que ocorrem em sala de aula, buscando que seus alunos tenham um ensino ativo, colocando-os também como responsável pelo seu aprendizado.

Nesse sentido, quando se pratica um ensino ativo, espera-se que ocorra uma aprendizagem significativa, ou seja, a estrutura cognitiva do aluno deve ser alterada de forma duradoura com o que lhe foi ensinado. Para desenvolver o aprendizado, é preciso que o professor utilize o saber que o aluno já possui e relacione-o com o que será estudado, utilizando recursos que proporcionem a reflexão e a interação dos estudantes, na construção de seus conhecimentos.

De acordo com Vicentini (2018), a ideia da Aprendizagem Significativa foi apresentada por David Ausubel na década de sessenta e propõe que aprendizagem somente pode ser considerada significativa a partir do momento em que o estudante

consegue ancorar novos conhecimentos aos conhecimentos pré-existentes. Esse tipo de aprendizado é extremamente relevante para o indivíduo, por ser duradouro e próximo a realidade do estudante, devendo ser buscada prioritariamente por alunos e professor.

O aprendiz possui uma gama de conhecimentos bem estruturados em sua mente de acordo com cada tipo de estrutura cognitiva e dentro desta estrutura estarão os subsunçores, que são conhecimentos específicos previamente adquiridos. Germano (2016) afirma que à medida que o novo conhecimento estabelece uma relação entre os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, para que, a partir dessa relação, possa se estabelecer um novo significado, tem-se aí uma aprendizagem significativa. Caso essa ponte entre o novo conhecimento e o já existente (chamado de subsunçor) não ocorra, a aprendizagem se torna mecânica ou repetitiva, e o novo conhecimento é armazenado por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva do indivíduo.

O subsunçor vai ganhando corpo à medida que o conhecimento é adquirido, por um efeito acumulativo, ficando cada vez mais rico e amplo no processo de aprendizagem, pois cada conhecimento aprendido passa a ser um novo subsunçor e assim o professor segue orientando e mediando os saberes e enriquecendo as subsunções, dando assim um novo significado ao conhecimento aprendido (TAVARES, 2007).

Segundo Felicetti e Pastoriza (2015), aprendizagem significativa é embasada na teoria cognitivista, na qual as informações são armazenadas na estrutura cognitiva, ou seja, um espaço mental em que acontece a significação daquilo que é aprendido. Esses significados são estabelecidos quando as ideias e os conceitos são relevantes e inclusivos para os alunos, e esses novos significados atuam como ponto de ancoragem para retenção de novas ideias e conceitos.

Para que aconteça o melhor desempenho da aprendizagem significativa, são necessárias três condições: primeiro, identificar o que o aluno já sabe, portanto identificar seus subsunçores; a segunda, o aprendiz deve estar disposto a estudar aqueles conteúdos; terceira, a temática a ser aprendida deve ser potencialmente significativa e não arbitrária, ou seja, relacionável à estrutura cognitiva do aluno.

No entanto, aprendizagem significativa nem sempre é possível, pois muitas vezes se faz necessária e inevitável a aprendizagem mecânica quando os conteúdos trabalhados são totalmente novos para o aluno. O aluno, não possuindo nenhum conhecimento prévio sobre o novo conteúdo, deverá aprender seus conceitos iniciais de

forma mecânica, arbitrária, apenas memorizando as informações. Posteriormente, esses conteúdos iniciais que foram apreendidos sem fundamentar-se em adequados subsunçores, irão interagir com novos conteúdos e se tornarão significativos, constituindo a sua estrutura cognitiva, tornando-se assim novos subsunçores.

Outro ponto fundamental está relacionado ao interesse que o aprendiz tenha pelo que está sendo estudado, pois caso contrário, não aprenderá significativamente, e isso deve ser levado muito em consideração na hora de elaborar materiais que sejam estimulantes e motivadores para os alunos, ou seja, deve-se elaborar um material potencialmente significativo. Esses materiais devem instigar os alunos a conseguirem relacionar as informações que pretendem assimilar com aquelas já assimiladas em sua estrutura cognitiva, construindo significados e transformando as informações em conhecimento. Sem contar que é fundamental que sejam relacionados ao conhecimento científico e com as diferentes formas de aprender, sendo os alunos sempre motivados a mobilizar um esforço próprio na resolução dos problemas propostos.

Caso os alunos não possuam subsunçores em sua estrutura cognitiva, devem ser utilizados organizadores prévios, que são materiais introdutórios apresentados antes do material em si, que sirvam para promovê-los. Esses organizadores devem possibilitar que os alunos venham a identificar e relacionar os conteúdos com os quais terão contato, com os conceitos pré-estabelecidos nesses materiais introdutórios. A eficiência dos organizadores é maior quando são apresentadas no início, tarefas familiares aos alunos, exibindo conceitos mais abrangentes e inclusivos para que depois sejam detalhadas as especificidades.

Na aprendizagem significativa, torna-se imprescindível, muitas vezes, o uso de questões totalmente desconhecidas que exija a utilização de todo o conhecimento da estrutura cognitiva relacionada ao tema em questão. Podem também serem apresentados alguns testes de maneira que se envolva uma amplitude de conceitos da estrutura cognitiva do aprendiz, propor atividades dependentes de outras, solicitando a diferenciação de ideias relacionadas entre si.

É papel do professor buscar sempre iniciar identificando a estrutura conceitual do conteúdo, em seguida, conhecer os subsunçores que o aprendiz possui para então ensinar usando recursos que facilitem a aquisição de novos conhecimentos, ancorados, como foi dito, nos subsunçores que o aluno possui. Nesse momento, o uso de simuladores, por exemplo, é bastante útil para colaborar com aprendizagem significativa, pois é absolutamente potencial para reconciliar o modelo analítico com o fenômeno real,

além do mais, promove interatividade, fundamental para promover a aprendizagem significativa. As animações interativas também possuem recursos que podem ser utilizadas em uma etapa intermediária entre o que o aluno conhece sobre determinado tema e o conhecimento que pretende obter.

Ao relacionar a aprendizagem significativa e as atividades demonstrativas e investigativas, é provável verificar que ambas estão fortemente articuladas, uma vez que as atividades fazem com que os alunos se predisponham a aprender significativamente; propõem a resolução de problemas; possibilitam que os alunos utilizem seus conhecimentos prévios; permitem a elaboração dos relatórios, que os alunos sistematizem seus conhecimentos e expressem a maneira como entenderam. Para Felicetti e Pastoriza (2015), as atividades demonstrativas e investigativas tendem a desenvolver habilidades cognitivas, como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados, desenvolvimento da argumentação, proposição de um problema inicial e sua investigação, avaliação por meio de relatórios ou textos, entre outros.

Outro fator que deve ser estimulado é aprendizagem autônoma, uma vez que a aprendizagem significativa é, em última instância, uma construção individual do conhecimento em que as informações adquirem significados psicológicos na estrutura cognitiva dos indivíduos. Para facilitar essa aprendizagem autônoma é importante conhecer detalhes dos indivíduos que pretendem aprender, no que se refere às características pessoais de aprendizagem, objetivos e necessidades específicas.

A organização e a discussão das práticas que abordam os diferentes elementos que irão potencializar o processo de aprendizagem significativa devem estar presentes no planejamento, desenvolvimento e avaliação das práticas. Cabe no planejamento organizar as ações, as metodologias, os materiais, etc. que contemplem os elementos da Aprendizagem Significativa do momento prévio à prática a ser realizada. No desenrolar das atividades, é preciso que ocorra administração de todos os processos, permitindo que, durante a prática pedagógica, seja possível cooperar com o desenvolvimento da atividade, mas também avaliar as aprendizagens produzidas, sendo capaz de realizar as necessárias adaptações e as reorganizações da prática.

O professor deve elaborar estratégias pedagógicas que possibilitem ao estudante uma aproximação inicial entre o conhecimento que o aluno já absorveu e o novo conhecimento o qual o professor tem pretensões de abordar com a turma, para que assim os alunos possam evoluir em seu aprendizado. Nesse sentido, este trabalho implementou o método de ensino conhecido por Just-in-Time Teaching, que baseia-se em duas

premissas: a primeira é estimular os estudantes a preparar-se anteriormente a aula e a segunda, consiste em contribuir com o trabalho didático do professor ao fornecê-los um diagnóstico de qual o nível de conhecimento do seus alunos sobre o assunto, favorecendo ao docente informações no qual poderá preparar suas aulas de acordo com as necessidades da turma.

### **2.3 Método de ensino ativo Just-In-Time Teaching**

De acordo com Santos (2016), o método de ensino Just-in-Time Teaching (JiTT) ou Ensino sob Medida (EsM), foi elaborado pelo professor Gregor Novak da Universidade de Indiana (EUA), para as aulas de física. Segundo o autor, essa estratégia incentiva os alunos a desenvolverem hábitos de estudo, pois anteriormente às aulas, o aluno tem acesso a materiais (textos, vídeos, simulações) sobre o assunto a ser estudado e previamente algumas questões. A partir daí, o professor recolhe as respostas das questões, anteriormente às aulas e pode planejar com antecedência e bem mais adequadamente o que será feito em aula de forma a melhor atender aquele grupo de alunos.

Oliveira et all (2015) também aponta como vantagem o fato do professor poder otimizar o tempo de aula, na medida em que o momento destinado a explicar alguns conceitos simples, os alunos estariam estudando por conta própria em casa, buscando compreensão a partir da leitura de textos fornecidos pelo próprio professor.

Quando os alunos estudam em casa, seja através da leitura do livro, um texto, seja pesquisa na internet, ao final, devem responder a algumas questões (WarmUp) sobre os conteúdos. E é aqui que o JiTT é fundamental, pois, como pode-se ver em Kielt (2017), o professor, ao receber as respostas da turma com certa antecedência, é capaz de analisar em detalhes o que cada aluno está trazendo para sala de aula a partir do que já estudou previamente, assim o docente tem um material que auxiliará na elaboração de uma aula mais produtiva.

As respostas das tarefas preparatórias que os alunos enviam para o professor estabelecem um valioso feedback para o professor ajustar e organizar sua aula, focando nas principais dificuldades manifestadas pelos alunos. Essas atividades que o professor planeja para aula foca em solucionar as dúvidas permanentes, fundamentando-se nos conhecimentos prévios dos estudantes.

O JiTT indica que, após o estudo do material, as respostas devem ser enviadas a partir de meios eletrônicos, assim esse método combina a velocidade de transmissão das

respostas por meio da *web* com a capacidade que o professor deve ter para adequar as informações recolhidas e analisadas, para adequar o conteúdo de maneira a atender as necessidades de uma classe em sala de aula.

Em sala de aula, o início do trabalho do professor consiste em esclarecer os pontos que os alunos não entenderam ou aprofundar a discussão sobre os conhecimentos observados. Com esse retorno, os alunos podem aprender a avaliar melhor a sua própria compreensão durante o processo de aprendizagem, incentivando-os a assumir a responsabilidade por sua própria aprendizagem e aumentar a retenção de conhecimento dos conteúdos em longo prazo.

As atividades domiciliares de leitura e resolução de problemas são estímulos à busca autônoma de conhecimentos, de modo a ampliar a responsabilidade dos estudantes pela sua aprendizagem. O JiTT se mostra excelente opção para levar em consideração o conhecimento prévio dos alunos na elaboração de aulas que enderecem dificuldades específicas da turma para a qual se destina. Além disso, esse método tem se mostrado efetivo para formar o hábito de estudo antes das aulas, por parte dos alunos.

Durante a aula, outra marca do JiTT é selecionar alguma das respostas da turma a fim de abrir uma discussão sobre suas validades, evidentemente sem identificar o autor da resposta. Nesse sentido, os alunos podem vir a se esforçar mais em apresentar suas respostas, pois irão se ver em sala de aula, assim tornando-os muito mais participativos.

Após as aulas, os alunos recebem outros tipos de questões (Puzzles) relacionadas ao conteúdo trabalhado em aula, mas que apresentam uma questão intrigante que envolva um contexto diferente. Nesse momento, ao avaliar as respostas dos alunos, o professor é capaz de perceber como se deu a relação do aluno com o conhecimento.

Sendo assim, JiTT que tem se mostrado bastantes relevantes em alguns trabalhos (Kielt, 2017; Oliveira et all, 2015; Vicentini et all, 2018; Araújo e Mazur , 2013) será adaptado neste Produto Educacional para que possa inicialmente fornecer informações sobre o que os alunos possuem de conhecimento sobre o assunto que será estudado. Ainda mais, este método de ensino ativo será uma ferramenta imprescindível para incentivar os estudantes a estudar fora do âmbito escolar, provocando-os a buscar o conhecimento de forma autônoma.

O JiTT contribui, como se pode ver, na preparação da aula tanto para o aluno quanto para o professor. No entanto, na elaboração desse produto educacional viu-se que o método Peer Instruction complementa a sequência didática imaginada, no sentido de que

há a necessidade de ao final da aula propor um formato dinâmico que colabore com o desenvolvimento da compreensão que os alunos possuem dos conceitos abordados, assim, eles devem conseguir aplicar o conhecimento adquirido durante a aula em situações distintas as que foram abordadas, a partir de testes conceituais que são feitos de forma interativa e coletiva, como poderá se ver seção seguinte.

#### **2.4 Peer instruction**

O Peer Instruction (PI), ou Instrução por Pares, em tradução livre, foi proposto por um professor de física de Harvard, o holandês Eric Mazur no início da década de 1990. Tendo sido educado aos moldes conservadores, sentia-se frustrado em suas aulas de física por não conseguir inspirar em seus alunos interesse pela disciplina. Então, o estudioso decidiu propor mudanças em suas aulas, tornando-as mais dinâmicas, ao promover um ambiente de aprendizagem colaborativa, aumentando a interação dos estudantes entre si, e destes com o professor.

De acordo com Mazur (1997, apud KIELT, 2017), o professor aplica testes conceituais aos alunos, e eles individualmente devem tentar responder tais questões. Depois essas questões serão recolhidas através de um sistema de votação. Obtendo-se o percentual das respostas, são formados grupos pequenos nos quais os componentes irão discutir com outros colegas sobre a resposta correta dos testes conceituais. Assim, promove-se um ambiente no qual aqueles que chegaram à resposta correta ajudam os que erraram, através de argumentos, para que o máximo de alunos venha a convergir à resposta correta.

De acordo com Oliveira et al (2015), o início da aula é uma pequena exposição do primeiro conceito a ser trabalhado. Em seguida é repassada para os alunos a primeira questão conceitual, normalmente de múltiplas escolhas, para que os alunos tenham um tempo para decidirem e votar na alternativa correta. Neste percurso, o essencial é que os alunos sejam incentivados a realmente pensar sobre as justificativas que levam aquele item está correto, pois depois poderá ser chamado a convencer os outros colegas.

Sob essa ótica, o professor, como mediador de todo processo, analisa a porcentagem de erros e acertos para que se possa passar a próxima etapa. Se for identificado que menos de 30% dos alunos acertaram, é sinal que uma parte significativa da turma não entendeu o conceito físico abordado, sendo de bom tom que o professor possa novamente explicar para os alunos, de preferência, com abordagem diferente. No

entanto, se mais de 70% da turma acertarem, então, basta que o professor comente brevemente a questão, assinalando as razões que leva aquele item ser a alternativa correta e apontar no que as demais alternativas estavam incorretas.

No entanto, o grande momento desse método é se o percentual de respostas corretas estiver entre 30% e 70%, assim, há um impasse que o Peer Instruction é chamado a resolver. O professor, sem dá pistas de qual item é correto, pede que os alunos se reúnam em grupos com pessoas que tenham optado por alternativas corretas para que cada aluno, utilizando de seus próprios argumentos possa convencer outro colega. Assim, cria-se um ambiente de debates e discussões para que a cooperação entre os pares venha a contribuir que um número maior de alunos venha a compreender os conceitos físicos desenvolvido na questão.

Após o tempo estipulado para o debate, os alunos são levados novamente a responder às questões e o professor analisar o percentual de erros e acertos das respostas da turma, para então verificar se o número de acertos foi satisfatório e passar adiante. Caso ainda tenha sido baixo, o professor pode pedir que mais uma vez a turma se reúna em grupos, mas antes dando pistas de como devem solucionar a questão. Pode também comentar a questão ou pedir um aluno que tenha respondido corretamente. O professor tem a liberdade até mesmo de explicar novamente o conteúdo com uma nova abordagem, pois não precisa ficar preso às frequências de erros e acertos, mas deve está atento à evolução da turma.

Neste momento de discussão é que ocorrem interações que potencializam a aprendizagem colaborativa. A tarefa de convencer o colega conduz os participantes a atingirem a resposta correta. Durante a discussão em grupos, o professor circula pela sala tirando dúvidas e orientando a resolução dos problemas. Nota-se aqui uma distância da postura tradicional de apenas o professor lançar os conteúdos e orientá-los para a resposta correta das questões.

Ao final, é possível que o professor possa optar em lançar mais um teste sobre o mesmo assunto para se certificar de que os alunos compreenderam o tema ou, se considerar mais conveniente, passar para o próximo conceito a ser exposto.

Kielt (2017) evidencia que o PI ainda prever Tarefas de Leitura (TL), que são pequenos textos para serem lidos de 7 a 10 minutos, fornecidos pelo professor, os quais são acompanhadas de pequenas questões conceituais, curtas e objetivas, com a função de estimular a atenção do estudante durante a leitura e reforçar a compreensão das ideias centrais.

Como se pode ver o método consiste em tirar o foco da transferência de informações e promover a busca por conhecimento de forma autônoma, pois, nesse sentido, o método PI vem a estimular os alunos a terem o compromisso de buscar a interação social na hora do estudo, possibilitando que o coletivo auxilie no aprendizado individual de cada integrante do grupo. Assim, apoiado em leituras pré-aula relacionadas ao tema proposto, faz a mediação do debate entre os alunos, propondo questões conceituais baseadas nas dificuldades da turma – o que torna as aulas direcionadas e efetivas.

### **3 TECNOLOGIA DA COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO (TIC) NO ENSINO DE FÍSICA**

Este capítulo ambiciona discutir quais as possibilidades que a Tecnologia da Informação e Comunicação têm na contribuição no ensino de física. Para isso, logo na seção 3.1, propõe-se que haja uma reflexão, a partir do que foi discutido no capítulo 2, de como as tecnologias digitais na educação devem ser aplicadas, ou seja, quais metodologias, abordagens e princípios teóricos devem ser utilizados para que esses recursos tecnológicos possam de fato a vir contribuir na educação dos jovens.

Dentre as diversas possibilidades que as ferramentas computacionais podem vir a contribuir, neste trabalho serão destacados dois, que são: simulação e modelagem computacional. Esses recursos oferecem a oportunidade ao aluno de ter contato mais concreto com o objeto de estudo, favorecendo o processo de construção do conhecimento. Sendo assim, para que haja uma discussão aprofundada das potencialidades de cada um desses três recursos, nas seções 3.2 e 3.3, será feito um levantamento bibliográfico de como cada um pode contribuir, destacando também as suas limitações.

#### **3.1. Possibilidades e limitações das TICs no ensino de física**

A árdua tarefa de pensar num ensino que desperte o interesse dos alunos nos estudos e que sirva aos interesses da sociedade provoca nos docentes de todos os níveis de ensino a necessidade de buscar métodos, estratégias e propostas diferenciadas e atrativas, que possam ser aplicadas no ensino e tragam resultados relevantes. Nos últimos tempos, o uso dos computadores e das novas tecnologias na educação trouxe impactos, não somente para os paradigmas sociais e culturais da sociedade, mas também na educação.

A atitude de aprender depende do interesse do indivíduo e pode ser motivada quando o material apresentado possibilita ao aprendiz identificar relações com o seu cotidiano, envolvendo-o ativamente no seu processo de aprendizagem, e esse ponto é comum nas diversas propostas metodológicas que estão alicerçadas pelo pensamento construtivista de ensino. A Tecnologia Educacional não foge à regra, pois a sua utilização no contexto educativo enquadra-se na ideia de rompimento dos modelos tradicionais de ensino e proporciona que o sujeito venha a ter experiências e participações na construção do seu próprio conhecimento a partir de suas interações com o meio e com o social.

Não obstante, existe uma grande gama de trabalhos acadêmicos que mostram o quão significativo tem sido a busca por inserção da TIC na educação, pois, a partir de

todos seus recursos e possibilidades, essas tecnologias tendem a despertar muito interesse nos jovens que estão bastante influenciados pelas tecnologias, que ditam muitas vezes sobre o comportamento das pessoas e suas relações pessoais e sociais. Assim, essas tecnologias dialogam muito mais com os estudantes do que as práticas escolares tradicionais.

Tarouco et al (2004), sem esquecer que há diversos fatores que influenciam nos efeitos dos computadores na escola, aponta que há possibilidade de melhoras na flexibilidade cognitiva, desenvolvendo competências como maior responsabilidade dos alunos pelo trabalho, hábitos de persistência no desenvolvimento de desafios e tarefas, laços cooperativos e uma nova relação entre professor e aluno.

Assim, o computador se constitui numa ferramenta poderosa, que pode (e deve) ter todas as suas potencialidades utilizadas com propósitos educacionais, proporcionando ao professor a possibilidade de enriquecer sua prática pedagógica com recursos multimídia, tais como jogos educacionais, vídeos, animações, gráficos e outros materiais que possibilitem ao aluno aprender de forma prazerosa, cativante, divertida e motivadora. (TAROUCO et al, 2004).

Os computadores foram sofrendo ao longo dos anos diversas mudanças que em muito favorecem sua utilização em larga escala no contexto educacional. O avanço tecnológico permitiu barateamento dos computadores fazendo com que houvesse progressivamente enorme acesso dos alunos e dos professores a diversas ferramentas computacionais e softwares educacionais. Nesse sentido, o desenvolvimento não só permite que haja maior acesso às tecnologias, mas também a substituição da tradicional linguagem computacional, inacessível a grande maioria dos alunos, por interfaces gráficas de fácil manuseio, ricas em conteúdo e na interatividade entre alunos e professores, potencializando o ensino a partir métodos de aprendizagem ativos e interativos.

No geral, quando os alunos utilizam na sala de aula seus aparelhos celulares, smartphones ou tablet's, não são para assuntos pertinentes à aula. No geral, os alunos investem muito tempo e energia no uso de seus equipamentos eletrônicos, principalmente com redes sociais e jogos online. Dessa maneira, conforme Araujo et al (2017)

Os alunos desconhecem um mundo sem tecnologias e estão acostumados a usar celulares e computadores cada vez mais avançados, a interagir em ambientes virtuais, a serem líderes nestes ambientes e principalmente a buscar e selecionar os conhecimentos que os atraem. No entanto, este comportamento participativo, muitas vezes não é observado em sala de aula (ARAÚJO et al 2017).

É possível que um bom direcionamento dos estudantes os faça adquirir a compreensão de que o manuseio dos dispositivos em momentos inadequados interfere negativamente no seu aprendizado, pois tende a provocar grande distração. Mas também, é factível imaginar, e diversas bibliografias, incluindo as que são referências neste trabalho, que a utilização desses dispositivos/aplicativos possa atrair atenção dos alunos, colaborando com a melhor absorção dos conteúdos, aumentando as chances de um real aprendizado.

O uso da TIC, como a animação, a simulação ou o modelo gráfico no ensino de física, vem com a responsabilidade didática em auxiliar na explicação do professor e no entendimento dos alunos. Pode-se citar como ilustração o fato de que incorpora a TIC a ideia dos laboratórios virtuais, que são de grande valor para o auxílio do ensino, principalmente nas escolas que não possuem laboratórios adequados para aulas práticas.

O computador, sendo usado como ferramenta de ensino e aprendizagem, traz consigo diversos recursos, que facilitam aos alunos a compreensão de conceitos mais teóricos e as relações matemáticas. Essas novas possibilidades sugerem novas formas de interação entre alunos e os conteúdos que estão sendo trabalhados a partir das ferramentas digitais, provocando processos complexos de trocas e significações, conforme enfatiza os autores Greis e Reategui (2010).

Em física, os computadores podem simular experiências que seriam difíceis, perigosas ou caras para serem feitas de outra maneira. Dessa forma, tendo como base as limitações impostas à realidade das escolas, a utilização do computador como recurso tecnológico educacional possibilita o desenvolvimento de novas estratégias de ensino-aprendizagem que até então seriam impossíveis de serem desenvolvidas.

Vasconcelo (2008) relata que uma animação interativa no computador, por exemplo, possibilita que um sistema físico complexo seja facilitado na percepção dos estudantes por causa da fácil visualização das relações apresentadas pelas grandezas elencadas e como elas se comportam no tempo. Tavares (2008) acrescenta que as animações interativas, além de permitir que os alunos tenham experiências empíricas concretas, conduzem a um nível de abstração da realidade que sem ela seria alcançada apenas por poucos aprendizes.

Isso evidencia que o ensino de física pode tornar-se mais enriquecedor, se o professor, ao invés de utilizar de desenhos ou imagens estáticas, optar por animações interativas, já que, mesmo sendo apenas um modelo idealizado do real, fará que os alunos

tenham ali uma experiência muito mais próxima de suas vivências, visto que, na grande maioria das vezes, os fenômenos físicos são variáveis com o passar do tempo. Esse ganho educacional ainda se torna maior pelo fato de que essas animações possuem uma interatividade controlada, executando o que é ordenado pelo estudante.

Nesse sentido, não é difícil encontrar programas ou softwares voltados para o ensino de física que trazem consigo enorme diversidade de ferramentas úteis ao ensino, podendo incluir, dentre os seus recursos, simulações interativas de experimentos físicos, vídeos explicativos, questionários interativos, jogos envolvendo conteúdo específicos, sugestões de atividades, entre outras.

Nos casos específicos de programas que permitem a modelagem computacional acerca de um fenômeno físico, tem-se uma das formas mais produtivas da aprendizagem do aluno, pois a construção de um modelo requer um estudante que tenha a capacidade de refletir sobre a situação que lhe é posta e construir uma representação a partir de seu conhecimento, interpretando e internalizando as linguagens simbólicas e geométricas, tão importantes na física.

Um exemplo disso é o uso de simulações computacionais aplicadas ao ensino de física por meio de *software* educativo. Essas simulações podem ser úteis para mediar a abordagem de conteúdos por parte do professor, especialmente no contexto das séries iniciais do ensino médio, quando o aluno se depara com situações que exigem um maior grau de abstração além do que ele exercitava no ensino fundamental.

Sob esse viés, a prática de interação com ferramentas computacionais, voltadas à educação amplia a possibilidade de motivação dos alunos, desenvolvendo a cognição dos alunos ao inserirem num ambiente que precisam entender o problema e o ambiente no qual está inserido, aprender a utilizar os instrumentos que tem à disposição, muitas vezes por tentativa e erro, adquirindo, assim, experiência. Haverá ainda cooperação e persistência para o enfrentamento das atividades. Por fim, os alunos devem reunir e refletir sobre todos os seus resultados para estarem capacitados para executar ações que solucionem os problemas propostos.

Ao computador, pode-se ainda incorporar várias mídias e recursos no qual é possível utilizá-lo como instrumento de laboratório, pois após conectar os mais diversos sensores, permite a realização de vários experimentos que dificilmente seriam realizados com os instrumentos usuais de um laboratório de ensino, podendo apresentar os resultados quase imediatamente. A partir disso, como afirma Cavalcante et al (2011), a inserção de métodos experimentais de aquisição de dados por computador, possibilita que

técnicas de análise estatística dos dados experimentais possam ser exploradas no Ensino Médio, viabilizando ao estudante poder observar o fenômeno, predizer o resultado, formular hipóteses, e rapidamente comparar os resultados obtidos com os previstos.

Não se deve pensar na utilização do computador e das novas tecnologias como a única forma para se ensinar determinado conteúdo. Por melhor que seja o recurso que a TIC tenha a fornecer, estará sujeito a limitações, e será quase sempre necessário complementá-lo e/ou integrá-lo com outras propostas e/ou metodologias. É importante ressaltar que o uso do computador e das novas tecnologias são recursos instrumentais, e não conceituais, para serem utilizados no ensino de física. São meios que devem se beneficiar de metodologias como analogia, construção de modelos, experimentos, resolução de problemas, história da ciência, jogos e outros.

Para auxiliar o professor a fim de que os alunos aprendam, as TICs devem ser utilizadas para proporcionar uma interação construtiva entre todos envolvidos no processo de aprendizagem, e para isso é necessário que o professor consiga encontrar meios para atingir o interesse dos alunos, levantando questões que vão além de apenas questionar imprecisamente: “você está entendendo?” ou “alguém tem alguma dúvida?”. Para que o professor consiga extrair todo o potencial da informática educativa a fim que auxilie os alunos a também desenvolverem todo o seu potencial, deve considerar já em seu planejamento a possibilidade de interações dos alunos com o conhecimento, criando ambientes não coercitivos nos quais os alunos possam protagonizar, sendo decisivo e atuante em cada etapa.

O educador tem como grande tarefa elaborar estratégias para que esses equipamentos, dispositivos e tecnologias virtuais, possam contribuir de forma expressiva na vida dos estudantes, trazendo mais dinamismo e atratividade para o ensino-aprendizagem, permitindo aos estudantes vários caminhos que farão o conteúdo ser incorporado de uma maneira interativa, na qual ele faz parte do processo de aprendizagem, não como mero expectador, o que torna o aprendizado mais interessante e agradável.

Quando bem mediado pelo professor, as ferramentas computacionais favorecem que os alunos tenham a oportunidade de desenvolver hipóteses, testá-las, analisar os resultados obtidos e assim, ir construindo os seus conhecimentos. Ou seja, cabe ao docente proporcionar atividades que permitam os estudantes compreenderem conceitos e aspectos das ciências por meio das vivências de práticas investigativas e argumentativas; e elas podem surgir em uma variedade de modos: experiências de

laboratório, leitura de textos históricos, pesquisas bibliográficas, elaboração de sínteses e relatórios, programas de vídeo e computacionais etc.

Esse contexto de ocorrências suscita o estabelecimento de uma nova relação entre o professor e o aluno; uma relação não mais centrada no professor e no seu saber, como ocorre na pedagogia tradicional. Por outro lado, a simples existência dessas novas tecnologias num processo didático-pedagógico, não o torna mais rico, estimulante, desafiador e significativo para o aprendiz. Não saber adequar o uso pedagógico das novas tecnologias, significa permanecer tradicional usando novos e emergentes recursos (ANJOS, 2008).

Há diversos trabalhos que demonstram o quanto os métodos computacionais são ferramentas úteis para o ensino de física, no entanto, o seu uso exclusivo como ferramenta didática não terá impacto na aprendizagem por si só. As práticas pedagógicas precisam sair do velho modelo do professor transmissor do conhecimento, para que não se tenha a continuidade de um ensino tradicional, mas agora mascarado com a utilização desses novos recursos tecnológicos.

Veit e Teodoro (2002), afirmam que não há garantias de uma mudança efetiva nos processos de ensino/aprendizagem, por causa da presença das tecnologias na educação, fazendo-se necessário o seu uso de forma adequada por aqueles que estão envolvidos no processo de aprendizagem. Na mesma linha de pensamento, Anjos (2008) defende a necessidade de uma reflexão crítica e análise acurada para que a informática educativa seja uma ferramenta realmente enriquecedora para o processo educativo.

De fato, não há ganho real na aprendizagem do aluno se o professor troca o quadro negro com giz por uma lousa digital, permanecendo a utilização das mesmas práticas do ensino tradicional, com alunos apenas observando passivamente as explicações do professor, sem nenhuma interação efetiva pelo estudante com a ferramenta tecnológica utilizada. Alinhada com o conceito pedagógico construtivo a tecnologia é uma ferramenta necessária no ensino de física, que apresenta inúmeras vantagens as quais potencializarão a aprendizagem dos alunos, consistindo num meio no qual o professor transpõe didaticamente o conteúdo de física.

Coelho (2002) destaca que o uso da TIC na educação deve vir acompanhado de pesquisas e discussões no campo pedagógico. Para o autor, é inútil que sejam apenas comprados e entregues os computadores as escolas e não entenda a informática educacional como um projeto da escola em todas as disciplinas, além de constante atualização e manutenção dos equipamentos, sem falar na adequação do espaço físico e uma constante discussão dos moldes da avaliação dos processos.

Há de se destacar que o uso de tecnologias encontra algumas barreiras para a sua implementação. Dentre os obstáculos que devem ser superados antes da inserção da ferramenta tecnológica no ensino, está o despreparo da maioria dos professores para trabalhar com esses recursos como aponta Mendes et al (2017) e escassez de recursos tecnológicos necessários para o desenvolvimento nas aulas como indica Araújo (2015). Como afirma Germano (2016), a utilização em sala de aula deve ser feita quando há um domínio na tecnologia implantada, tendo a consciência de suas limitações e possibilidades para que a partir delas seja possível estabelecer uma relação na qual o artefato tecnológico terá uma real utilidade na aprendizagem.

Se, de um lado, encontram-se os estudantes atraídos e até mesmo seduzidos pela tecnologia, de outro lado, encontram-se os professores e as suas dificuldades para acompanhar o atual processo evolutivo. Se considerarmos o professor dentro do novo conceito de educação com boa formação superior e uma forte educação continuada, ele terá segurança para superar a perplexidade diante do novo. Nesse sentido, o processo de melhoria do ensino passa indiscutivelmente pela formação dos professores, sendo necessário, portanto, investir na qualidade da formação desse profissional, além das condições de trabalho oferecidas, incluindo a informatização das escolas, com equipamentos suficientes para o professor desenvolver as atividades docentes com qualidade. (MACEDO et al, 2012)

Portanto, é fundamental que seja observado a formação continuada dos profissionais da educação na área da tecnologia e suas aplicações no Ensino. Em especial, os professores devem se capacitar para utilizar a informática educativa de maneira expressiva, sendo capaz de alterar a concepção epistemológica no qual a educação e o ensino de física estão inseridos. No contexto atual, em que os jovens estão introduzidos em relevantes avanços tecnológicos, é preciso que seja modernizado não somente as ferramentas tecnológicas, mas também o modo como todo o potencial das tecnologias amparado nos conceitos teóricos da educação de fato colabore com o aprendizado dos alunos.

É prejudicial a ideia que o computador seja uma ferramenta mágica que é a salvação da educação. Fazem-se necessárias algumas providências para que a utilização da informática educativa venha amenizar algumas das necessidades que enfrenta a educação. Neste caso é importante que se pense na aquisição de softwares de qualidade, o setor público deve fazer investimento na infraestrutura e na manutenção dos equipamentos, e é fundamental que o uso da informática educativa faça parte do projeto e política da escola.

A busca não deve ser na utilização das ferramentas computacionais como um meio informatizado de ensino aos moldes tradicionais, mas as buscas de implantar que o ensino de física tenha as ferramentas computacionais como um mediador do conhecimento do aluno, aumentando as ocasiões em que o aluno construirá seu saber. E o professor terá condições de analisar os processos mentais, os conceitos e as estratégias utilizadas pelo aluno para que ele venha a qualificar ainda mais suas atividades, intervindo, sempre que necessário no desenvolvimento do ensino que está ministrando. Assim, como afirmou Valente (1999, *apud* Coelho 2002):

[...] a formação do professor envolve muito mais do que provê-lo de conhecimento técnico sobre computadores. Ela deve criar condições para o professor construir conhecimento sobre os aspectos computacionais; compreender as perspectivas educacionais subjacentes aos softwares em uso, isto é, as noções de ensino, aprendizagem e conhecimento implícitas no software; e entender por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica. Deve proporcionar ao professor as bases para que possa superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica, possibilitando a transição de um sistema fragmentado de ensino para uma abordagem integradora de conteúdo e voltada para a elaboração de projetos temáticos do interesse de cada aluno. Finalmente, deve criar condições para que o professor saiba recontextualizar o aprendizado e a experiência vivida durante a sua formação para a realidade de sala de aula, compatibilizando as necessidades de seus alunos e os objetivos pedagógicos que se dispõe a atingir. (VALENTE, 1999).

As limitações na utilização da informática educativa estão diretamente relacionadas à criatividade e ao preparo dos professores de física e de quem trabalha na produção de softwares educacionais. Sendo assim, pode-se esperar que o uso dos computadores na educação é muito amplo, constituindo um mecanismo eficiente para apresentar conceitos científicos e contribuir para tornar as aulas mais dinâmicas, descentralizando o processo e tendo o professor como um facilitador e mediador de todas as ações e os alunos autônomos nos processos de ensino e aprendizagem.

### **3.2. A modelagem computacional no ensino de física**

Há bastante tempo, a comunidade científica utiliza rotineiramente computadores para a realização de seus mais diversos trabalhos, buscando compreender os fenômenos físicos sobre os quais estão destinados a pesquisar. Nesse sentido, os cientistas desenvolvem modelos com elaboradas linguagens de programação computacional e matemáticas, em geral com o intuito de gerar uma simulação na qual terá o propósito de imitar um processo ou operação do mundo real.

Como aponta Macêdo et al (2012), o modelo matemático representa de modo simplificado, um pequeno fragmento de um sistema limitado da realidade, obedecendo determinadas estruturas de conceitos mentais ou experimentais. A construção de modelos computacionais, o desenvolvimento de simulações, a elaboração de teorias e a realização de experimentos estão na centralidade do trabalho científico. Todavia, o sistema educativo não tem incorporado expressivamente a modelagem computacional como ferramenta cognitiva relevante para aprendizagem de física.

Para Melo (2009), os computadores notadamente possuem uma enorme influência na resolução dos grandes problemas da física, seja para questões de natureza teóricas seja experimental, influenciando fortemente no seu desenvolvimento nos últimos anos. Desta forma, a escola não pode ficar alheia a essa realidade, pois, como assegura o autor, ela necessita adaptar-se e buscar ensinar o aluno como utilizar essas novas tecnologias, para que dentro e fora do contexto educacional, eles consigam ser atuantes na sociedade.

Verbeno (2016) sinaliza que a modelagem computacional sofreu transformações quando foi inserida no contexto educacional, pois, enquanto aquela era realizada por meio de linguagens de programação, o avanço tecnológico dos computadores possibilitou o desenvolvimento de softwares que possibilitaram, tanto a professores quanto a alunos, a construção de modelos por meio da interface gráfica.

Além de possibilitar a visualização de sistemas ou fenômenos físicos, dos mais simples aos mais complexos conceitos, Anderson e Barnett (2013, *apud* Fernandes et al, 2017) afirmam que os modelos computacionais auxiliam os estudantes na compreensão de conceitos físicos complexos, desenvolvendo o entendimento matemático-científico do mundo natural.

De acordo com Duarte (2012), os estudantes apresentam dificuldade em evoluir da experiência sensorial e da observação dos fenômenos para a construção e compreensão dos modelos matemáticos. Ou seja, é fácil para os alunos, quando mostrado uma experiência prática ou uma simulação, entenderem as relações qualitativas entre as grandezas envolvidas, no entanto, dificilmente conseguem transpor a prática ali observada e compreendida até certo grau, para equações matemáticas e modelos que descrevem esses fenômenos. No entanto, Andrade (2016) afirma que o aluno ao entrar em contato com atividades que interagem com modelagem computacional pode ser instigado a refletirem sobre os efeitos das ações do formalismo matemático sobre os resultados gerados pelo modelo computacional.

Isso evidencia que a modelagem computacional é uma importante ferramenta para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, pois eles devem ser capazes de sintetizar uma série informações, investigar possibilidades e aplicar em um programa que possui estruturas que podem representar o fenômeno que observado com bastante precisão. Há uma série de etapas ao qual o professor deve gradualmente inserir em sua prática de sala de aula para que o aluno tenha condições de elaborar seus próprios modelos físicos, tornando aprendizagem muito mais significativa do que apenas um aluno que consegue repetir conceitos físicos transmitidos pelo professor.

Em Veit (2005), o autor discorre do fato de hoje ter-se softwares computacionais, principalmente os que são voltados à modelagem, que podem auxiliar no processo de construção do conhecimento, ao invés de serem meras ferramentas de informação como são as páginas da *web*. Com o auxílio dessas tecnologias, equações, funções, vetores e relações geométricas, e outros objetos abstratos da matemática podem ser “manipulados” diretamente, atribuindo diferentes valores e formas aos seus parâmetros.

A modelagem computacional, a partir das variações dos parâmetros das condições iniciais do modelo inicial, utiliza-se de outros componentes relevantes para compor o processo de ensino e aprendizagem de física, tais como: gráficos, animações, diagramas dinâmicos e representações icônicas de processos.

Os alunos devem estar cientes do papel que tem a modelagem na construção do conhecimento científico, no entanto, ela também deve ser inserida no ensino de física na perspectiva de possibilitar o “aprender a fazer”, na qual o aprendiz constrói seus próprios modelos ou simulações, e o “aprender a explorar”, nos quais trabalha com criações de outros. Assim sendo, o aprendiz é agente ativo na construção do seu conhecimento e é capaz de desenvolver atividades que extrapolam os limites impostos por lápis e papel.

Ao apresentar atividades apropriadas para os alunos, a modelagem computacional tende a contribuir para que o estudante consiga, a partir de toda orientação dada pelo professor e os desafios propostos na atividade, internalizar possíveis soluções e assim construir um modelo representativo dos mais diversos fenômenos. Logo, eles devem ser instigados a explorar cada parâmetro, levando-os a tomada de consciência de que essas representações são descrições idealizadas de situações reais que envolvem aproximações com limites de validade, mas que, ao mesmo tempo, proporciona a ampliação do poder de observação dos fenômenos, facilitando a compreensão dos alunos

acerca dos fenômenos estudados, desenvolvendo a capacidade de encontrar relações entre as grandezas envolvidas com suas respectivas equações matemáticas.

A modelagem aplicada ao ensino de Física, como aponta Veit (2005), contribui para que os alunos desenvolvam a capacidade de explorar as várias representações de um mesmo fenômeno, auxilia na capacidade de construção, investigação e tratamento dos problemas que são apresentados aos alunos. Além do mais, o autor sinaliza que a abordagem no uso de ferramentas computacionais, tais como a modelagem, tende a oportunizar que a Física seja vista diferente dos rótulos de uma disciplina difícil, baseada apenas em fórmulas e memorização.

### **3.3. Simulação computacional no ensino de física**

A modelagem computacional, como visto, trata da representação de uma compreensão parcial para um problema científico, que permitirá a análise de um dado fenômeno, desenvolvendo modelos matemáticos que o descreve, e que será escrito em linguagem computacional para obtenção de uma lei ou teoria. Já a simulação consiste em empregar técnicas matemáticas em computadores com o propósito de imitar um processo ou operação do mundo real. Dessa forma, para ser realizada uma simulação, é necessário construir um modelo computacional que corresponde à situação real que se deseja simular.

PoJimoyiannis e Komis (2001, apud Fernandes et al, 2017, p. 120) aponta que as leis físicas e os fenômenos são melhor entendidos pelos alunos a partir da utilização dos simuladores, ensejando aos alunos o exercício de elaboração de hipóteses e teste de ideias. Os autores ainda salientam a variedade de representações, o que aumenta as perspectivas para que os alunos tenham maior entendimento dos conceitos, relações e processos subjacentes. No mais, vale destacar que as simulações estão propícias a facilitar o estudo investigatório de fenômenos de maior complexidade, pois como complementa Sousa (2015), as simulações são alternativas viáveis e dinâmicas para contornar adversidades que são encontradas nos experimentos práticos, como condições climáticas, imprecisão dos instrumentos, custos, periculosidade, e o fato de que alguns experimentos são muito rápidos, impossibilitando qualquer mensuração ou lentos, inviável para o tempo de aula.

Os simuladores possuem grande relevância à medida que possibilitam ambientes potencializadores dos processos educacionais, facilitando para os alunos um engajamento ativo, estabelecendo relação entre os conhecimentos prévios dos alunos e os

novos conceitos físicos aprendidos, desenvolvendo conhecimento científico à medida que os simuladores também colaboram com a reformulação ativa de conceitos que não foram completamente absorvidos pelos alunos.

A simulação, possibilita a criação de animações que são imprescindíveis como ferramenta computacional para o ensino de física, pois esta tende a transpor a abstração ao qual tantos alunos são submetidos a desprender certa energia e tempo imaginando os fenômenos que os professores tentam descrever de forma discursiva. Assim, para Araújo (2015), a forma de ensinar é alterada pelo uso da simulação, pois até aqueles fenômenos complexos, que não há referência no cotidiano dos alunos, é permitido visualizar e relacioná-los com a teoria, reduzindo a necessidade de abstrações.

Em meio às revoluções tecnológicas em que vivemos, as simulações em ambientes computacionais estão ganhando grande espaço nas pesquisas educacionais, pois permitem que os professores conciliem suas experiências didáticas com o uso de tecnologias integradas as suas práticas pedagógicas a fim de promoverem uma aprendizagem potencialmente significativa. (GERMANO, 2016).

As simulações computacionais podem recriar um ambiente conhecido pelos alunos no intuito de cativá-los a participarem da construção dos conceitos físicos e matemáticos de maneira a encontrar significados para o seu cotidiano, a partir da interferência e da interação com os meios que o simulador fornece. Desta forma, a simulação possibilita enriquecimento no ensino da física, à medida que leva os estudantes a participar de todo o processo de construção e análise do conhecimento, partindo de conceitos mais gerais, aos mais específicos, proporcionando uma aprendizagem mais significativa.

A simulação permite um aprendizado mais abrangente do que apenas a animação, pois os alunos não terão somente a visualização do fenômeno, mas também a possibilidade de intervir, alterando os valores das grandezas físicas envolvidas no fenômeno para análises qualitativas e quantitativas. Isso favorece que o aprendizado se torne ainda mais expressivo por envolver os alunos ao objeto de estudo, ou seja, eles deixam de ser meros observadores e passam a protagonizar o processo de ensino.

É também provável que, se bem direcionado, os alunos passem a explorar bem mais os fenômenos físicos a partir de sua interação com o simulador, permitindo uma análise das relações entre as grandezas, para que, dependendo do andamento das atividades, venha a sistematizar leis e conceitos, estruturando o conhecimento e, sem dúvidas, tornando-o mais significativo.

Simulações devem adequar-se aos objetivos que se pretende alcançar, além de não ter pretensões de substituir atividades reais, concretas. Os softwares ou programas, por mais sofisticados que sejam, possuem variáveis, quantitativamente limitadas quando comparadas com o fenômeno real. (ANJOS, 2008).

Coelho (2002) analisa que as simulações podem ser estáticas (ou não interativas), quando os estudantes não possuem nenhuma ou quase nenhuma possibilidade em alterar os parâmetros da simulação. Para o autor, têm-se as simulações dinâmicas (ou interativas), que permitem um alto grau de liberdade para que os alunos possam vir a alterar os parâmetros de modo que o estudantes tenham maior autonomia para verificar relações entre as grandezas do fenômeno, de maneira tal que eles têm um aprofundamento sobre o assunto tanto qualitativamente, quanto quantitativamente.

Estas simulações podem ser utilizadas para a introdução da aula de forma a motivar e chamar atenção dos alunos sobre o assunto que será abordado, além do mais, essa introdução pode ser utilizada para obter os conhecimentos prévios dos alunos. Também, pode ser usada ao final da aula teórica para ilustrar o que foi explanado, para que os discentes encontrem vínculos entre aquilo que foi discutido em sala e aquilo que estão observando na tela do computador. Pode servir como uma avaliação diagnóstica observando-se não somente o aprendizado dos alunos, mas o processo de ensino e buscar corrigi-los.

Já os simuladores interativos, assim como os modelos computacionais que permitem alteração dos parâmetros nas simulações, proporcionam uma potencialização no desenvolvimento acerca do fenômeno que está se estudando, sem que, para tanto, os alunos tenham que se colocar num cenário totalmente abstrato a matemática que está sendo envolvida. Essas simulações possuem mais relevância para o desenvolvimento cognitivo do aluno, pois oportuniza melhores momentos de aprendizagem à medida que permite ao educando a construção do seu aprendizado ao interagir mais ativamente, fazendo com que as informações que vão sendo obtidas passem a integrar a sua estrutura cognitiva de forma muito mais sólida e permanente.

Germano (2016) ressalta que as simulações contribuem para que seja confrontado o senso comum com os resultados obtidos pela simulação, superando os obstáculos epistemológicos, propiciando uma melhor compreensão dos conceitos físicos abordados.

Greis e Reategui (2010) afirmam que auxilia bastante ensino de física o uso das simulações de práticas experimentais reais, pois possibilitam a visualização e a análise dos processos muito lentos ou altamente perigosos, tendo total controle das etapas necessárias para a observação dos fenômenos e até mesmo pela redução dos custos envolvidos no projeto. Evidentemente, essas simulações reproduzem apenas uma parte do ambiente real, o qual o aprendiz irá conhecer, aprender e praticar. Estes simuladores elevam a interatividade entre alunos, professores e o fenômeno, contribuindo para o aumento da aprendizagem.

Características de interação dos mundos virtuais também favorecem a construção de atividades colaborativas. Alunos e professores podem atuar simultaneamente sobre o mesmo objeto simulado, utilizando os mesmos mecanismos de manipulação sobre o ambiente. (GREIS e REATEGUI, 2010)

Há muita dificuldade para os professores transmitirem para os alunos ideias relacionadas a fenômenos abstratos apenas com palavras e gestos. E também, é comum que os alunos não possuam facilidade em compreender os mais diversos conceitos físicos, por não entenderem o básico de matemática. Nesse sentido, com a utilização das simulações, a matemática, que é elemento primeiro no estudo da física, vai sendo inserida de forma gradual, revelando-se importante a partir da percepção que o aluno vai adquirindo de como cada grandeza física estudada relaciona-se com a outra. Utilizando simulações, não somente como uma ferramenta visual para observar o fenômeno, mas também na interação com ela a partir das alterações de parâmetros, é possível contribuir para a superação ou minimização das dificuldades que os alunos têm com a matemática e seu vínculo com a física.

No entanto, como sinalizar Veit e Teodoro (2002), a ciência é um processo de representação do mundo e não de explicá-lo, sendo a matemática a linguagem utilizada. Logo, como dito anteriormente, é sempre importante se ter o cuidado de deixar claro para os alunos que os modelos que elaboram tais simulações reproduzem a realidade de forma esquematizada e simplificada e que, assim, os experimentos realizados por meio de simulações não são equivalentes aos experimentos reais.

A escolha dos simuladores interativos deve estar embasado em alguns elementos: diversidade nas possibilidades de construção de atividades a partir da observação das animações; alta interatividade, possibilitando que o estudante possa variar o que está sendo visto, permitindo a reflexão e o estímulo para que deem suas próprias

soluções; atraia o interesse dos alunos; atenda as diferenças individuais de cada estudante; e sempre que possível, é ainda importante que as atividades possam estar contextualizadas com a vida cotidiana dos estudantes.

As simulações devem, sempre que possível, se guiar nos pressupostos de que, para se obter uma boa aprendizagem, o envolvimento do aprendiz deve ser ativo, os aplicativos devem se prestar a diversas formas de utilização e, dependendo dos objetivos das atividades, a interatividade passa a ser uma característica essencial. No mais, as atividades devem ser feitas de modo que o estudante não perca de vista o significado físico explorado, evitando utilizar as simulações como um simples jogo.

## 4 CONCEITOS FÍSICOS

Este trabalho preocupa-se em como criar alternativas para que os alunos possam a ter maior interesse pela física, em específico a cinemática, e aprendê-la com eficiência. No entanto, é fundamental a discussão dos conceitos físicos aqui abordados, e neste caso, em específico a cinemática. O estudo do movimento dos corpos tem grande relevância na formação dos estudantes, não apenas como um “saber por saber”, mas um conhecimento com aplicações na sociedade como são os casos dos radares e lombadas eletrônicas nas rodovias, testes físicos de atletas olímpicos e até mesmo no mapeamento do fluxo sanguíneo em pacientes para examinar artérias que estão parcialmente obstruídas.

Para conceituar os aspectos relevantes da Física que norteiam esse trabalho, são apresentados na seção 4.1 conceitos relevantes da cinemática que estruturam o Produto Educacional.

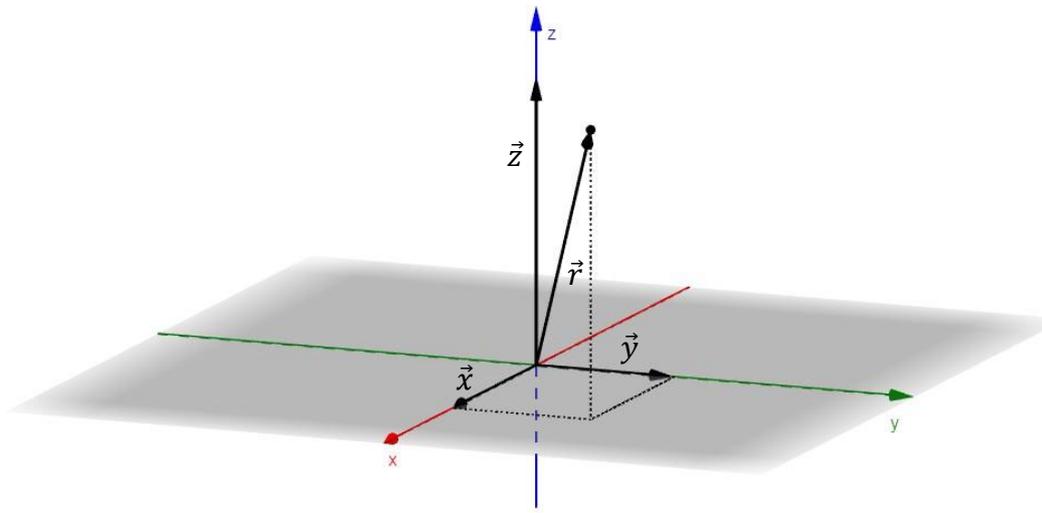
### 4.1 Cinemática da partícula

A cinemática trata de métodos matemáticos que descrevem o movimento dos corpos (e suas trajetórias) em função das grandezas físicas de posição, velocidade, aceleração e tempo de deslocamento, desconsiderando-se os agentes que o produzem, o mantêm ou o modificam — ou seja, sem relevar suas causas.

No estudo da cinemática é preciso levar-se em conta as dimensões do corpo ao qual está sendo analisado o estudo de determinado fenômeno. Se a dimensão do corpo for desprezível em relação às distâncias envolvidas ela é chamada de *ponto material*, no entanto, quando a dimensão deste corpo afeta a aferição das grandezas físicas compreendida, então tem-se um *corpo extenso*.

Para especificar as posições de um corpo num sistema tridimensional utiliza-se como referência um sistema de coordenadas retangulares. Assim, a posição de uma determinada partícula em um dado referencial é caracterizada pelo vetor posição, traçado da origem das coordenadas ao ponto ocupado pela mesma. Por exemplo, a partícula na Figura 01 está sendo localizada pelo vetor posição  $\vec{r}$ , no qual tem um comprimento associado a seu *módulo* (valor numérico ou intensidade), uma *direção* (da reta que passa pela origem e pela partícula e um *sentido* (evidenciado pela ponta da seta).

Figura 1: Vetor posição  $\vec{r}$  em um sistema de coordenadas retangulares tridimensional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O vetor posição  $\vec{r}$  pode ser dado por:

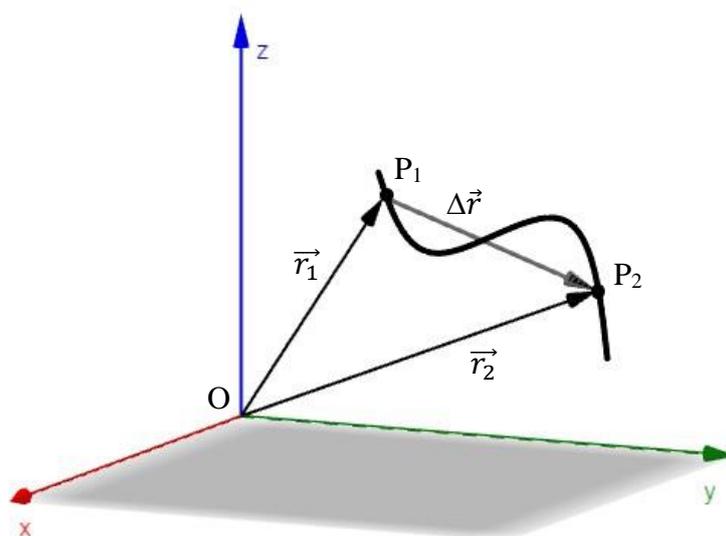
$$\vec{r} = \vec{x} + \vec{y} + \vec{z}$$

Diz-se que uma partícula está em *repouso* em relação a um certo referencial quando todas as suas coordenadas ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), medidas neste referencial, permanecem invariáveis com a passagem do tempo. No entanto, se ao menos uma das suas coordenadas for alterada com o decorrer do tempo, diz-se que a partícula está em movimento em relação ao referencial escolhido. Assim, pode-se concluir que os conceitos de movimento e repouso dependem do referencial adotado ou seja, um corpo pode estar em movimento em relação a um referencial e em repouso em relação a outro.

Um ponto material, que se move em relação a determinado referencial, ocupa sucessivamente diversas posições, descrevendo uma curva que recebe o nome de *trajetória*.

Considere uma partícula em movimento num plano, que descreve uma trajetória entre os pontos  $P_1$  e  $P_2$  em relação a um sistema de referência  $Oxyz$ . Levando-se em conta que a partícula está no ponto  $P_1$  da Figura 02 no instante de tempo  $t_1$ ; sua posição nesse sistema é definida pelo vetor  $\vec{r}_1$ . Em um instante posterior,  $t_2$ , a partícula estará no ponto  $P_2$ , definido pelo vetor  $\vec{r}_2$ .

Figura 2: Partícula move-se de  $P_1$  para  $P_2$  no intervalo de tempo  $\Delta t = t_2 - t_1$



Fonte: Elaborado pelo autor.

O vetor deslocamento  $\Delta\vec{r}$ , que descreve a mudança da posição da partícula quando ela vai de  $P_1$  para  $P_2$  é:

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

O deslocamento, assim como a posição de um corpo, é um exemplo de grandeza vetorial, que é uma grandeza que possui módulo, direção e sentido.

De acordo com Halliday et al (2008), se uma partícula sofre um deslocamento  $\Delta\vec{r}$  em um intervalo de tempo  $\Delta t$ , sua velocidade média  $\vec{v}_{\text{méd}}$ , é dada por:

$$\vec{v}_{\text{méd}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

A grandeza  $\vec{v}_{\text{méd}}$  também é um vetor porque a relação do produto escalar de um vetor ( $\Delta\vec{r}$ ) e um escalar ( $1/\Delta t$ ) é um vetor. Sua direção e sentido são as mesmas do deslocamento e o seu módulo é  $|\Delta\vec{r}/\Delta t|$ . O módulo é expresso em unidades de distância dividida por unidade de tempo.

Como afirma Sears (2016), a velocidade média depende apenas do deslocamento total que ocorre durante o intervalo de tempo, no entanto, ela pode informar nem o módulo, nem o sentido do movimento em cada instante do intervalo. Para isso, é necessário saber a velocidade instantânea, ou seja, a velocidade em um ponto específico ao longo da trajetória.

A velocidade instantânea pode ser entendida como uma velocidade média para um intervalo de tempo  $\Delta t$  muito pequeno, isto é,  $\Delta t$  tendendo a zero ( $\Delta t \rightarrow 0$ ), ou seja,  $t_2$  tendendo a  $t_1$  ( $t_2 \rightarrow t_1$ ). Em outras palavras, a velocidade instantânea  $\vec{v}$  é igual ao valor limite da razão  $\Delta\vec{r}/\Delta t$  conforme  $\Delta t$  se aproxima de zero:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

O limite de  $\Delta\vec{r}/\Delta t$  quando  $\Delta t$  tende a zero recebe o nome de derivada de  $\vec{r}$  em relação a  $t$ , e assim, a velocidade instantânea fica:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{x}}{dt} + \frac{d\vec{y}}{dt} + \frac{d\vec{z}}{dt}$$

Considerando, agora, o movimento em uma direção apenas, escolhido, por conveniência, como sendo no eixo  $Ox$ , tem-se que  $\frac{d\vec{y}}{dt} = \frac{d\vec{z}}{dt} = 0$  e a equação da velocidade instantânea reduz-se a:

$$\vec{v} = \vec{v}_x = \frac{d\vec{x}}{dt}$$

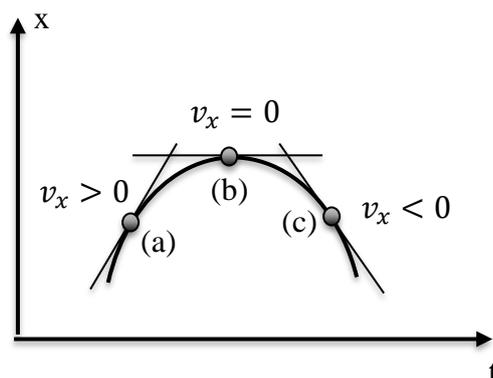
Como o movimento se dá ao longo do eixo  $Ox$ , tem-se uma relação semelhante, porém escalar, na qual o vetor é substituído pela sua correspondente componente:

$$v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Na situação ao qual o vetor  $\vec{v}_x$  tem o sentido da orientação positiva do eixo  $Ox$ ,  $v_x$  será positivo e diz-se que o movimento é *progressivo*, mas se o vetor  $\vec{v}_x$  apontar no sentido contrário a orientação o movimento é denominado retrógrado.

De acordo com Serway e Jewett Jr (2014) a componente da velocidade instantânea pode ser positiva, negativa ou nula. Quando a inclinação do gráfico posição-tempo é positiva, tal como no ponto (a) da Figura 03,  $v_x$  é positiva. No ponto (c),  $v_x$  é negativa porque a inclinação é negativa. Finalmente, a velocidade instantânea é zero no pico  $v_x$  (ponto de retorno), onde a inclinação é zero.

Figura 3: Relação entre a velocidade instantânea e a inclinação da reta tangente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A não ser em certos casos especiais, a velocidade dos corpos móveis varia continuamente à medida que o movimento se processa. Quando isso acontece diz-se que o corpo se move com um movimento acelerado ou que possui uma aceleração.

Quando a velocidade de uma partícula varia de  $\vec{v}_1$  para  $\vec{v}_2$  em um intervalo de tempo  $\Delta t$ , pode-se determinar, como afirma Halliday et al (2008), a aceleração média  $\vec{a}_{\text{méd}}$  durante o intervalo  $\Delta t$ .

$$\vec{a}_{\text{méd}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Quando se faz  $\Delta t$  tender a zero no entorno de um certo instante,  $\vec{a}_{\text{méd}}$  tende para aceleração instantânea (ou, simplesmente, aceleração)  $\vec{a}$  nesse instante, ou seja:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Se o módulo ou a orientação da velocidade varia (ou ambos variam), a partícula possui uma aceleração. Quando a aceleração é constante, a aceleração instantânea é igual à aceleração média. Assim, considerando o movimento ao longo do eixo Ox, tem-se que a aceleração constante  $a_x$  é dada por:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

ou ainda

$$dv_x = a_x dt$$

Integrando indefinidamente em ambos os lados da equação, temos que:

$$\int dv_x = \int a_x dt$$

Como aceleração é constante, pode-se colocar fora do sinal de integração, e assim, tem-se

$$v_x = a_x t + C$$

Para determinar o valor da constante de integração C, faz-se o tempo  $t = 0$ , instante ao qual  $v_x = v_{x0}$ , logo:

$$v_x = v_{x0} + a_x t$$

Quando o valor absoluto da velocidade escalar  $v_x$  aumenta com o decorrer do tempo, o movimento é dito *acelerado*. No entanto, se o valor absoluto da velocidade escalar  $v_x$  diminui com o passar do tempo, então chama-se o movimento de *retardado*.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho apresenta um Produto Educacional elaborado para a conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com Polo na Universidade Federal do Ceará (UFC). Além disso, ele é fruto das necessidades que se apresentam no dia a dia da sala de aula e de expressiva contribuição dos alunos, no qual, à medida que foram participando do projeto apontaram de forma direta ou indireta, ações que tenderiam a melhorar a qualidade do material, tornando-o muito mais significativo.

Com as enormes problemáticas que se apresentam em sala de aula, com especial destaque para o baixo rendimento e interesse dos alunos pela física, foi proposto uma sequência didática no qual fosse realizado um trabalho articulado em vários eixos de ensino (leitura, interação com ferramentas computacionais, debates, resolução de situações-problema entre outros), bem como organizar os alunos de diferentes maneiras (individualmente ou coletivamente), para que, assim, pudesse ser atingido os objetivos didáticos e as necessidades dos estudantes, possibilitando melhorias nas aprendizagens.

A sequência didática foi pensada como um trabalho pedagógico que permite montar uma estrutura no qual os alunos criem determinados hábitos de estudos, provocando-os a uma participação ativa na busca de seu aprendizado, sendo acompanhado durante todas as etapas pelo professor, tendo o cuidado de monitorar e mediar o desenvolvimento do projeto, mobilizando diferentes conhecimentos e estimulando diferentes habilidades.

A sequência didática, a qual será discutida neste trabalho, foi aplicada em uma turma de 30 alunos, na Escola Ensino Médio Manoel Senhor de Melo Filho, localizada no distrito de Justiniano de Serpa, na cidade de Aquiraz, Ceará, com jovens do primeiro ano do ensino médio, dos turnos da manhã e da tarde. As aulas aconteceram no laboratório de informática, 25 computadores, sendo que apenas 19 estavam em condições de uso. O convite feito a esses alunos se deu através da promoção de um projeto intitulado “Curso de Cinemática” que iria ocorrer uma vez por semana, as quarta-feira no turno da noite.

Assim, na seção 5.1 deste capítulo, está justificada a escolha da cinemática como conteúdo de referência desse projeto, além das diretrizes e dos objetivos que estão sendo contempladas para serem exploradas pela sequência didática.

Na seção 5.2 será demonstrado como foi sendo elaborado o Produto Educacional, os materiais e as estratégias pedagógicas que foram utilizadas no projeto pedagógico. Aqui, à medida que foi sendo pensado como deveria ser feito o projeto,

alguns materiais e técnicas foram sendo incorporados por possibilitar uma maior interação com o material de estudo e por diversificar nos métodos de ensino, fomentando as transformações desejadas, e sua efetiva inserção em sala de aula. Deve ficar claro que esta seção se limitará em descrever o que algumas das principais ferramentas utilizadas contribuiu no desenvolvimento deste projeto, não discorrendo sobre todas as suas potencialidades, pois suas participações estão relacionadas ao auxílio que prestaram no desenvolvimento da sequência pedagógica.

Na seção 5.3 será explicado quais as etapas e ações que foram idealizadas para a aplicação do produto educacional em todas as aulas, especificando o que seria pretendido para a sequência didática. Esta parte é importante pois os métodos ativos utilizados (JiTT e PI) são adaptações que atendem as necessidades que surgiram em um determinado momento na elaboração do projeto, visando que os alunos viessem a atingir determinados objetivos.

Já na seção 5.4 foi detalhado como ocorreu aplicação de fato na primeira aula da sequência didática exemplificando as experiências vivenciadas em sala de aula para que possa ser dimensionado o que será encontrado durante as aulas, além de dar margens para alternativas que podem ser adotadas diante das situações que possam vir a ocorrer.

## **5.1 Escolha do tema**

A escolha pela cinemática está na crença da sua importância para o estudo do movimento. Esse ramo da física faz parte de dois extremos na concepção dos professores de física. Alguns professores se debruçam longamente sobre a cinemática, deixando que assuntos, como Gravitação e Energia, sejam negligenciados. Já outros docentes abdicam totalmente de abordar esse tema, por considerar que outros assuntos de física trarão os mesmos conceitos e são mais relevantes;

Para exemplificar, até mesmo os livros didáticos possuem concepções distintas em relação ao ensino de cinemática, pois é comum observar que eles destinam quantidade de capítulos diferente do livro para a cinemática. Para ficar em alguns exemplos: Conexões com a Física (2016) disponibiliza 33%, Física (2016) aproximadamente 29% e o livro Física: Interação e Tecnologia (2016) são apenas 20%. Aliás, o último livro citado, os dois capítulos voltados para cinemática são considerados complementares, ficando como últimos capítulos, diferentemente dos demais que são os primeiros a serem abordados.

Evidentemente, se for comparado a um livro que disponibiliza oito capítulos com outro que disponibiliza apenas dois, haverá uma enorme diferenciação da quantidade de informação entre eles, mas o foco aqui não está na mera distinção entre quantidades de conteúdo, mas as diferentes concepções pedagógicas dos autores dos livros, da escola e dos professores que adotaram os livros de física. Por exemplo, seria o foco a formalização matemática do conteúdo, voltando-se prioritariamente para a realização de provas olímpicas da área ou a busca de uma formação cidadã que proporciona um ensino da física no cotidiano, sem a necessidade das abstrações características da disciplina. Uma visão de ensino não é excludente da outra, mas abordagem utilizada indica quais materiais devem ser escolhidos.

Para Brasil (2002) a cinemática deve ser abordada dando significado para às variações dos movimentos, através dos conceitos de velocidade e de aceleração. Nessa perspectiva, o formalismo matemático e a mecanização na resolução de exercícios darão espaço para um estudo contextualizado, sendo discutidos os principais conceitos da cinemática. Logo, os conteúdos aqui escolhidos são basicamente norteados pelos objetivos abaixo:

Identificar diferentes movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distâncias, percursos, velocidade, massa, tempo, etc.), buscando características comuns e formas de sistematizá-los (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.). (BRASIL, 2002).

Caracterizar as variações de algumas dessas grandezas, fazendo estimativas, realizando medidas, escolhendo equipamentos e procedimentos adequados para tal, como, por exemplo, estimando o tempo de percurso entre duas cidades ou a velocidade média de um entregador de compras. (BRASIL, 2002).

Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas. (BRASIL, 2000).

Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões. (BRASIL, 2000).

Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem. (BRASIL, 2000).

Outro ponto que se considerou fundamental abordar na cinemática, e que influenciará bastante no seu desempenho que os alunos terão física, é o comportamento dos gráficos. Nos gráficos, há uma grande capacidade de resumir um grande número de informações, e ser capaz de extrair essas informações é uma habilidade imprescindível para os estudantes.

Quando os alunos estão no primeiro ano, momento em que a cinemática é estudada, eles possuem bastante dificuldade com a matemática, principalmente quando se refere ao assunto Funções, que será trabalhada com eles durante todo o primeiro ano. Assim, com o auxílio das TICs deseja-se que os alunos venham a ter compreensão dos conceitos, leis e fórmulas, de forma articulada com o mundo vivido pelos alunos, mas também é necessário favorecer condições para que os estudantes possam aprender interpretar os gráficos e utilizá-los como uma das formas de representar o comportamento dos fenômenos físicos. Assim, inspirado no PCN, um dos objetivos deste Produto será “Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.” (BRASIL, 2000).

## **5.2 Elaboração da sequência didática**

O produto tem como foco central uma sequência didática aplicada ao ensino da cinemática com o auxílio da Tecnologia da Informação e Comunicação. Aqui será realizado um conjunto de atividades desenvolvido em etapas continuadas e conectadas entre si para tornar mais eficiente o processo de aprendizado da cinemática. Essa estratégia não tem por finalidade passar a limpo todos os tópicos da cinemática, mas atingir objetivos que atendem as necessidades do aluno frente a um aprendizado de qualidade e significativo.

A utilização da sequência didática se justificou por auxiliar na organização do trabalho pedagógico do professor em sala de aula de forma gradual. Neste trabalho, o ponto de partida para a sequência foi uma atividade de leitura, no qual os alunos tem a possibilidade de chegar em sala de aula com a compreensão do que será visto. Em seguida, foi pensado em uma estratégia que permite o professor conhecer os níveis de conhecimento que os alunos chegam em sala de aula, após o estudo inicial de leitura, auxiliando o docente a elaborar meios para que os alunos possam alcançar os objetivos traçados para o produto.

Logo, idealizado uma maneira ao qual os alunos possam adquirir o costume de estudar antes das aulas e o professor possa obter com antecedência as concepções prévias dos alunos, viu-se que seria adequado o uso do método JiTT, no qual os alunos em casa venham a estudar e se familiarizar com o material, preferivelmente com uma certa primazia, para que o professor, a partir da leitura das respostas dos alunos, possa ter tempo hábil para preparar a aula da semana. Este momento indica uma necessidade de

um canal que os estudantes possam interagir e que ao mesmo tempo seja um ambiente convidativo e de fácil acesso. Assim, este produto foi integrado a um blog, elaborado a partir do auxílio do Blogger, que é um serviço gratuito do Google, o qual possibilita a criação, a edição e o gerenciamento de blogs.

Assim, foi criado o Blog Física no Ceará, no qual os alunos devem acessar, estudar os conteúdos de cada aula e depois resolver um teste conceitual. Assim, cada página do Blog, em que a página inicial está representada na Figura 04, está dividida em duas partes: 1 – Material de leitura, contextualizado com o cotidiano dos alunos e também com a TIC que são utilizadas para que os alunos enriqueçam a sua compreensão sobre o assunto. Como foi dito, essa parte foi chamado de “Texto teórico”; 2 – Uma avaliação diagnóstica do conhecimento dos estudantes denominado de “Teste prévio”, conectado ao Google Forms, que os alunos devem resolver baseado na compreensão de sua leitura do material teórico e de seus conhecimentos anteriores, para que depois possa enviar ao professor a fim de que seja feita uma análise das respostas da turma e de cada aluno.

Figura 4 – Página inicial do Blog Física no Ceará, feito para o Produto Educacional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao Google Forms, Figura 05, é um serviço gratuito, online e nele o professor poderá produzir questionários com perguntas de múltipla escolha e discursivas entre outras opções. Além do mais, ela conecta-se ao Google Sheets para gerar uma planilha de resultados. Assim, o professor terá muito mais facilidade para analisar o conjunto das informações, tanto de forma quantitativas como qualitativas.

Figura 5 – Google Forms, utilizado para aplicação do Teste Prévio

← INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO MOVIMENTO - PARTE I

PERGUNTAS RESPOSTAS 30 Total de pontos: 0

**INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO MOVIMENTO - PARTE I**

Essas questões buscam conhecer o que você entende por Movimento, Repouso e Trajetória. Essas questões se configuram como um diagnóstico que irá auxiliar na aula da próxima semana, logo é fundamental que você faça todas as questões com o maior empenho possível.

Nome:  Resposta curta

Texto de resposta curta

CHAVE DE RESPOSTA (0 pontos) Obrigatória

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Google Forms permite um retorno das respostas imediatas, resumidas ou individual para cada pergunta. Sua escolha tá no fato de dispor de ferramentas que permitem ao professor rápida obtenção das informações sobre os alunos, facilitando seu planejamento e a organização das suas aulas, norteadas pelas necessidades individuais de cada aluno e da turma, explorando as diversas experiências que eles possuem.

Já o Blogger além da estrutura simples para elaboração de um blog, possibilita que o professor insira uma caixa de comentários, permitindo aos discentes tirar suas dúvidas tanto com o professor, como entre os próprios alunos, numa espécie de fórum de debates.

Já na aula expositiva feita pelo professor, alguns instrumentos da TIC foram utilizados de acordo com as necessidades que os conteúdos pedem, e também considerando, a maturidade que os alunos já possuem com as ferramentas computacionais apresentadas. Logo, por exemplo, na necessidade da elaboração de modelos computacionais, foi utilizado o software educacional Modellus, o qual também contribuiu para a construção de diversas simulações utilizadas.

A vantagem do Modellus, em detrimento outras possibilidades, está na liberdade de construção da simulação que melhor se a aula elaborada pelo professor. Encontrar uma simulação pronta ou utilizar as que já são disponíveis podem esbarrar em dificuldades, sejam de tempo que o professor tem para o planejamento da aula, até o fato de o professor e a aula ter que se adequar ao simulador, quando deveria ser o contrário.

Para o estudo da introdução a cinemática, em que são abordados conceito de posição, localização, deslocamento, velocidade média, entre outros, foi proposto o Google Maps, pois é uma ferramenta bastante presente na sociedade atual, mas que os alunos não conseguem perceber o quão a física está presente.

Por conseguinte, é de se destacar que não há uma única ferramenta computacional que foi explorada no seu máximo potencial neste produto educacional, mas foram utilizados em suas particularidades e diversidades para que pudessem contribuir com o desenvolvimento da sequência didática.

Nos momentos em que os alunos não pudessem ter acesso às simulações em ambientes nos quais os softwares não estivessem instalados, foram gravados vídeos e feito upload no YouTube para que depois fossem inseridos no Blog ou no Google Forms. A captura das simulações para que pudessem ser transformadas em vídeos foi feito pelo programa Camtasia e os cenários foram feitos no software Paint.

A escolha dos softwares educacionais está no fato de contribuírem para uma aprendizagem fundamentada por métodos ativos e interativos (aprender fazendo, aprender explorando, aprender a aprender, aprender a pensar), evitando-se não seguir a concepção de alunos passivos e o professor centralizador do processo de ensino.

As atividades propostas nesse Produto têm como interesse inicial, questões que levem aos alunos a habilidade de sistematizar conceitos que foram lidos no blog ou explicado em sala de aula. Foi proposto que as atividades fossem inicialmente simples, para que os alunos se sentissem estimulados a progredirem. Todavia, também se espera que os alunos pudessem se deparar com questões que necessitavam de uma maior reflexão ou, um pouco mais além, situações-problema que requereriam deles, a capacidade de investigar alternativas de solução, e, a partir de intuições empíricas, pudessem vir a elaborar hipóteses sobre os fenômenos vistos, alcançando, deste modo, as suas próprias conclusões.

Ao final da sequência didática, há necessidade de generalizar o que já foi estudado, saindo de situações já vista em sala de aula, para questões mais abrangentes, que possam ser resolvidas a partir dos conceitos que já foram vistos e discutidos. Algumas das questões foram adaptadas de vestibulares e outras elaboradas a partir dos recursos da TIC, com propostas diferentes dos que eles já viram.

Para que esse momento de generalização fosse mais rico e dinâmico, e além de tudo, houvesse um ambiente colaborativo, introduziu-se o método PI, no qual os alunos, portando cartões-resposta (*flashcards*), levantava a cartela correspondente à

alternativa escolhida, toda a vez que o professor colocar um teste conceitual em votação. Esses *flashcards* são cartelas com letras (A, B, C, D...) correspondentes a cada uma das alternativas de resposta.

Após a votação, são analisados os percentuais de acertos, e em um dos casos, quando a turma tenha acertos entre 30% e 70%, são chamados a organizarem-se em grupos para debater as alternativas e, assim, num clima de cooperação, aumentar a qualidade do aprendizado através da interação entre os colegas e o tempo para que pensem e discutam sobre as alternativas em aula.

Vale destacar que a comunicação nesse projeto é fundamental por ser uma novidade no qual surgem muitas dúvidas, o que pode provocar resistência, desmotivação e, com isso, os alunos deixem de participar. Desta forma foi criado também, um grupo num aplicativo de mensagens instantâneas para que houvesse outro canal além do blog, para que os estudantes pudessem interagir, e também, por ser bastante corriqueira a participação dos jovens nesses grupos, é uma das ferramentas mais rápidas para que o professor possa orientá-los.

Para exemplificar, observando o Google Forms, foi possível ver quem havia feito o teste prévio, e, assim, era possível cobrar dos alunos que passassem a executar as tarefas. Esse recurso ainda se torna mais satisfatório no caso em que os professores têm pouquíssimos dias naquela escola em específico.

Nesse sentido, para que a sequência didática venha a funcionar, como dela se espera, é preciso que haja um instrumento no qual o professor tenha uma referência de como deve ser sua abordagem em sala de aula, detalhando suas atividades e como será sua execução, assim como a relação dos meios que ele utilizará para realização delas. Ou seja, é preciso uma ferramenta que preveja tudo que ocorrerá em sala de aula num determinado período, apresentando uma sequência lógica dos temas trabalhados e quais seus objetivos. Assim, esse Produto Educacional fornece um plano de aula que descreve toda a Sequência Didática, indicando como o professor deve proceder diante das suas propostas para turma.

O plano de aula é um reflexo do planejamento e das intencionalidades para este Produto, sendo previamente estabelecida todas as ações, buscando sempre uma boa dose de precisão do tempo estimado para cada atividade, para que seja concluído em tempo todos os objetivos. Também está incluída a lista de recursos que serão utilizados e repassados para que a escola (direção, coordenação, professores dos laboratórios de

ciências e de informática) possa se organizar com antecedência, a fim de garantir as ferramentas e os espaços necessários para a aplicação das aulas.

### **5.3 Etapas do produto educacional aplicado a turma**

A sequência didática foi aplicada no laboratório de informática da escola, organizando os alunos em dupla e, em alguns casos, trios, nos computadores. Os estudos que levaram a elaboração deste produto culminaram em uma divisão de quatro momentos pedagógicos que irão dinamizar as ações e potencializar a participação dos alunos, possibilitando que eles consigam se desenvolver na disciplina.

O projeto foi iniciado com a Aula Zero, que é apenas uma aula de abertura, mas que não faz parte da sequência didática proposta, sendo necessária para explicar todas as etapas que compõe este produto, além de apresentar algumas das ferramentas que seriam utilizadas por eles antes mesmo da primeira aula de cinemática. Foi mostrado aos alunos como deveriam utilizar o blog Física no Ceará, além de ter sido entregue aos alunos um roteiro dos dias que seriam estudados determinado assunto e os prazos que eles deveriam estudar e responder o teste prévio.

Assim sendo, o *Primeiro Momento* pedagógico da sequência didática está na proposta do JiTT, no qual os alunos, ao acessarem o blog Física no Ceará, tem acesso a um material de leitura que consiste em conceitos, definições, imagens animadas, gráficos, tabela entre outros, para que os alunos possam chegar bem mais qualificados para a aula, tendo alguma ideia do que iriam estudar em sala de aula. Esse material de leitura, texto teórico, foi inserido no blog Física no Ceará. Após o estudo desse material, com foco nos principais tópicos a serem discutidos em aula, os alunos deveriam responder através do Google Forms, inserido também no blog, na sequência do texto teórico.

Esse teste prévio possui questões subjetivas e objetivas, para que fosse analisado tanto a compreensão que os alunos tiveram do texto teórico, quanto os conceitos próprios que os alunos trazem consigo. Ao recolher as respostas do teste prévio, o professor pôde elaborar a aula com materiais potencialmente significativos que facilitassem o aprendizado dos alunos. Além disso, com esse material foi possível para o professor avaliar a evolução dos alunos ao confrontar diferentes visões e opiniões, permitindo a transição da visão intuitiva, de senso comum, para visão de caráter científico.

Isto posto, o *Segundo Momento* da sequência didática ocorreu em sala de aula, com a aula expositiva, que teve como base as respostas recolhidas dos alunos no Google

Forms, possibilitando a elaboração da aula com as principais demandas da turma e, também, compreendendo os subsunçores da maioria dos alunos, para que fossem criadas estratégias que aproximam das ideias dos alunos, a fim de que, dessa maneira, o professor conseguisse extrair o máximo potencial dos alunos.

Na primeira ocasião da exposição do professor, é revisto junto à turma os conceitos visto no blog Física no Ceará, retirando as dúvidas e acrescentando ideias complementares do fenômeno estudado. Porém, as respostas não só guiarão o planejamento das aulas, mas também participam da explanação teórica do professor, na proporção em que são selecionadas algumas respostas a fim de se debater tantos os erros quanto os acertos, instigando ainda mais a participação dos alunos.

Para aumentar o dinamismo da aula expositiva e aproveitar-se de todas as vantagens discutidas no capítulo 3 em relação a TIC no ensino de Física, tem-se também no segundo momento da sequência didática a utilização das simulações, das animações, modelagem computacional e outras ferramentas computacionais, fundamentais para contribuição no desenvolvimento da aula. Neste momento, também é ensinado aos alunos como operar as tecnologias propostas, para que, no momento pedagógico seguinte, os alunos possam por conta própria resolver questões ou situações-problema, utilizando como fonte de pesquisa, além do que foi discutido em sala, também o que eles conseguem compreender das informações contidas nos próprios softwares educacionais.

Sendo assim, ao término da exposição do professor sobre os conceitos trabalhados naquele dia, foi entregue aos alunos um roteiro de atividades, que foi denominado de “Roteiro de Aperfeiçoamento”, a serem desenvolvidas com o auxílio de ferramentas computacionais. Cada roteiro é acompanhado de várias questões, que devem ser respondidas com base na utilização de simulações, modelos, vídeos, animações entre outros. Essas atividades buscam resgatar o que foi visto na exposição do professor e também, aprofundar-se no que foi estudado. Esse *Terceiro Momento* da Sequência Didática é fundamental, pois consiste no período de maior interação dos alunos com a TIC e com o conteúdo estudado.

O papel do professor, durante o *Terceiro Momento* em sala de aula, traduz-se em mediar as problemáticas que vem a surgir: o mais recorrente foram dúvidas na interpretação do enunciado das perguntas e dificuldades no manuseio do software. Entretanto, é necessário ao professor continuamente estar incentivando os alunos para que todos participassem, instigando-os a refletirem sobre as questões que se apresentam.

Ou seja, cabe ao professor o papel de facilitador, estando à disposição dos alunos para que tenham condições e confiança para protagonizar os seus conhecimentos.

O encerramento dessa etapa consistiu numa minie Exposição do professor e dos próprios alunos, discutindo algumas das questões do roteiro, para que fosse possível sintetizar todos os conceitos e as definições abordados naquele dia. Para otimizar o tempo, aquelas questões que foram compreendidas por mais de 80% da turma, foram apenas reforçadas alguma ideia, mas nada que pudesse ser estendido. No entanto, aquelas mais complicadas teve-se o aprofundamento necessário para que a maioria viesse a aprender.

O professor já tendo organizado a turma para a minie Exposição de encerramento do *Terceiro Momento* em sala de aula, pediu-se aos alunos que se mantivessem nos seus lugares para iniciar o *Quarto Momento* da sequência didática. Aqui, os alunos recem os flashcards com as letras A, B e C, para responder as questões de múltipla escolha do que foi denominado de “Teste Conceitual”.

Inicia-se, desse modo, o método Peer Instruction, que foi adaptado neste trabalho e consistiu, de um modo geral, nessas seguintes etapas:

1ª - As questões do teste conceitual foram projetadas na lousa e os alunos tinham cerca de 2 minutos para pensar sobre o item correto;

2ª - Finalizado o tempo, o professor deu o sinal para que os alunos levantassem seus cartões com a letra do item que julgavam ser o correto;

3ª – Pediu-se a três alunos que auxiliassem na contagem de cada uma das alternativas. Ao final, repassaram para o professor, que anotou os dados na ficha de acompanhamento, um instrumental elaborado para acompanhar os erros e acertos da turma, e, assim, após a verificação da contagem, teve-se três possibilidades:

a) Percentual de **acertos foi entre 30% e 70%**, ocorre a etapa que dar nome ao método, Peer Instruction, ou Instrução pelos Colegas. O professor sem dá pista de qual a resposta correta, ele reorganizou a turma para que os alunos saíssem de suas duplas ou trios, para pequenos grupos de até cinco alunos, no quais teriam integrantes com as três opções (A, B e C) quando foi possível, para que eles pudessem debater entre si, e com bons argumentos, cada um buscou convencer o colega, que havia escolhido uma alternativa diferente da sua, optar pelo mesmo item que o seu. Os alunos foram chamados a votar novamente, em seguida, passou-se para 4ª etapa;

b) Quando identificado que o número de **acertos foi menor que 30%** dos alunos, foram explicados novamente à turma os conceitos abordados na questão e depois pediu-se que votassem novamente. No geral, os acertos na segunda votação sempre foram

maiores que os percentual inicial, ultrapassando os 30%: Caso não tivesse obtido um valor superior a 70%, foram utilizadas duas possibilidades: ou os alunos iriam reunir-se em grupo como descrito anteriormente na condição a) da 3ª etapa ou pulou-se para 4ª etapa;

c) No caso em que o número de **acertos foi maior que 70%**, comentou-se brevemente questão, argumentando sobre a pertinência da alternativa correta e apontando o que estava incorreto nas demais alternativas. Após, passou-se para 5ª etapa.

4ª - Nesta etapa, a evolução da turma diante suas respostas sempre foi positiva. Ou seja, a cada votação o percentual de acertos sempre foi maior que a votação anterior. Neste caso, quando não se atingiu um valor acima de 70%, pediu-se que um ou no máximo dois alunos de cada uma das alternativas, expusesse para turma toda seus argumentos que levaram a escolher aquela alternativa. Com as intervenções dos alunos, o professor mediando, pediu-se que a turma votasse novamente, e assim, chegar ao item correto. Algumas vezes, foi necessário que o professor fizesse um breve comentário das questões, para sanar qualquer dúvida que a turma tenha;

5ª - A última etapa consiste de reforço dos conceitos visto na questão anterior, para assim passar para próxima Questão Conceitual.

Estes três momentos foram divididos da seguinte forma: 30 minutos para a exposição oral do professor, além das discussões relativo as respostas dos alunos. O momento de interação dos alunos com as ferramentas computacionais para resolver o roteiro que lhes foi entregue e depois comentários de algumas das questões 40 minutos foram destinados. Por fim, o último momento em que foi aplicado o Peer Instruction levou-se em média 30 minutos. Ou seja, totalizou-se 100 minutos, equivalente a duas aulas consecutivas. À medida que os alunos foram aprendendo a dinâmica da Sequência Didática, se perdia menos tempo na organização sendo aproveitado mais nas discussões.

#### **5.4 Relatos da aplicação do produto**

Na Aula Zero, foi explicada a turma que essa sequência didática faria parte de um trabalho de conclusão do mestrado e que esse trabalho seria importante para contribuir tanto para compreensão dos alunos sobre o estudo da física, quanto para que eles pudessem ajudar a aprimorar a sequência didática.

Foi discutido com os alunos como as ferramentas computacionais podem contribuir para aprendizagem deles e, para ilustrar o dinamismo que as tecnologias têm a oferecer, foram mostradas à turma algumas das ferramentas utilizadas, com o intuito de apresentá-los o que viria pela frente, motivando-os a comparecer no Curso de Cinemática.

Inevitavelmente, algumas explicações do funcionamento de um ou de outro foram feitos, sem nenhum aprofundamento, mas com o intuito de demonstrar que não se tratavam de ferramentas tão complexas, podendo muito bem todos os alunos trabalhar.

Antes da continuidade da aula, foi pedido aos alunos que se apresentassem e falassem um pouco sobre si, sua relação com os estudos e com a Física. Também foi combinado com eles alguns compromissos que deveriam ter no decorrer do Curso como a assiduidade, a disciplina e a pontualidade.

Vale destacar que a turma relatou não terem estudado com o professor titular da disciplina os conteúdos da cinemática, pois as aulas já tinham se iniciado com as leis de Newton. Em diálogo com o professor da turma, ele indicou que muito provavelmente não conseguiria trabalhar com suas turmas o conteúdo referente à cinemática neste ano letivo.

A partir daí, foi explicado detalhadamente como seria a metodologia da sequência didática. Pelo fato de o projeto iniciar pela JiTT, o primeiro passo que foi explicado estava relacionado ao blog Física no Ceará. Ao entregar o cronograma das aulas, acompanhou-se junto à turma cada um dos textos teórico presente no blog junto com o teste prévio. À medida que se ia apresentando as estruturas do blog, os alunos retiravam suas dúvidas.

Também foi mostrado como funciona a análise das questões do teste prévio pelo Google Forms, para que os alunos entendessem a importância de serem fiéis em suas respostas, para que fossem feitos os diagnósticos da turma condizentes com suas dificuldades e o que eles já sabiam. Ademais, foi explicado aos alunos que a avaliação seria pautada no desenvolvimento deles no decorrer do projeto, sendo observado todo o envolvimento com os estudos durante as aulas.

Ao final da Aula Zero, foi passada uma lista para que os alunos pudessem colocar o número de seus telefones com a finalidade de criar um grupo de mensagens instantâneas. Esse grupo se mostrou fundamental para que houvesse uma comunicação mais direta entre uma aula e outra, o que facilitou o acompanhamento dos alunos durante toda a semana. Além disso, foi passada uma avaliação diagnóstica com quatro questões que buscam entender qual a relação que os alunos possuíam com a física.

A aula inicial da sequência didática foi a que mais necessitou de correções, pois como os discentes não tinham vivenciado as dinâmicas propostas para aula, fez-se necessário orientá-los de qual ação deveriam realizar naquele momento, por exemplo, se, em determinada etapa, eles deveriam organizar-se individualmente ou em grupos. Nas

demais aulas, os alunos se adaptaram à proposta e foi necessário bem menos intervenções. Foi mostrado aos alunos que todas as atividades seriam cronometradas, desde os momentos pedagógicos da sequência didática até o tempo para se organizarem nos grupos. Essa organização, otimizou o tempo de aula, visto que, se a turma ao invés de levar 5 minutos, levarem apenas 1 minuto pra sentar, haverá um tempo extra para fortalecer com um outro exemplo o conceito de velocidade.

Na Aula 01, aborda-se a introdução ao estudo do movimento e os conceitos de movimento, repouso e trajetória. A primeira etapa da aula teve como objetivo, contextualizar e mostrar a importância do estudo da cinemática a partir de exemplos práticos do cotidiano que mostram o quanto o conhecimento desse ramo da física se mostra fundamental para a evolução cultural e tecnológica da sociedade.

Em seguida, foram mostradas respostas de alguns alunos da turma à primeira questão do teste prévio acerca da importância que eles viam ao estudo do movimento dos corpos. As respostas dadas pelos alunos foram discutidas de uma forma geral com todos.

Foi discutida a importância do conceito físico de referencial, instigando os alunos a partir dos exemplos do cotidiano e simulações a compreenderem a importância da ideia de referencial para análise do movimento de um corpo.

Tendo conseguido confiança de que a turma entendeu o que venha a ser *referencial*, iniciou-se a discussão acerca do conceito de *movimento* e *repouso*. Voltou-se a definir esses dois conceitos, neste caso, relacionando à mudança de posição ou não do corpo no tempo de acordo com um referencial. Logo, a partir de alguns exemplos, e junto ao professor, que mediou todo processo, chegou-se ao consenso de que o estado de movimento ou não de um corpo, depende de quem está observando, ou seja, de um *Referencial*.

Assim como anteriormente, contou-se com a participação dos alunos para debater novamente as respostas dadas no teste prévio. Com o destaque, que, dessa vez, abriu-se somente para aqueles que erraram as questões com o intuito de analisar se mudaram de concepção ou não.

Ainda foram mostrados aos alunos alguns vídeos de filmes e jogos, alguns até apontados pelos próprios alunos, que ilustram bem que, dependendo do referencial o qual se observa, pode-se considerar que um corpo está em movimento ou repouso.

Em seguida, iniciou-se um novo tema, mas agora com o uso do Google Maps, o qual facilitou bastante a compreensão de alguns conceitos que vieram a ser abordados principalmente tratando de grandezas físicas espaciais. Dessa maneira, antes de abordar

a Física, foi mostrado o funcionamento do Google Maps, apresentando as suas principais ferramentas.

Para fechar a aula expositiva, aborda-se o conceito de *Trajatória*, agora com duas ferramentas a mais para auxiliar nesse conceito, o simulador *Physics and Chemistry by Clear Learning* e o software de modelagem computacional *Modellus*. O Google Maps contribuiu para definição de *Trajatória*. Dessa forma, usando a ferramenta de rota entre dois ou mais lugares, pode-se demonstrar com um instrumento prático, usado bastante no dia a dia, esse conceito. Já com *Physics and Chemistry by Clear Learning* e o *Modellus*, pode-se corroborar a ideia de que a trajetória ser expressa a luz de um determinado referencial.

Depois foram discutidas com a turma as três últimas questões dos alunos. Na questão seis, foi discutido o Google Maps, já na questão sete consiste numa simulação retirada do *Modellus*. Neste caso, foi explorada novamente a simulação para que, junto aos comentários do professor, pudesse ser reforçado o conceito de que a trajetória também depende do referencial. Aproveitou-se a interação com o *Modellus* para mostrar algumas de suas funções para que os alunos já fossem se habituando ao programa.

O encerramento da exposição foi com a simulação *Frame of reference*, ainda com a mesma pretensão da questão anterior. A partir daí, foi entregue os Roteiros de Fixação, para que pudesse ser iniciado o Terceiro Momento da Sequência pedagógica.

Anteriormente ao início da aula, os computadores já haviam sido preparados para o uso. Também estavam instalados todos os programas que se fariam necessários e arquivos separados em pastas para utilização. A organização foi combinada que fosse rápida e pediu-se foco aos alunos para que não desviassem a atenção da aula, pois, por terem acesso à internet, poderiam facilmente se distrair com outras ferramentas que não estavam no projeto.

Depois que os alunos iniciaram a resolver o roteiro de aperfeiçoamento, coube ao professor apenas mediar todo o processo, acompanhar cada equipe, motivando-os para que leve o trabalho a sério e tirando as dúvidas de eventuais dificuldades de interpretação das questões. Em alguns momentos foi importante reforçar algum conceito já discutido para que eles pudessem continuar.

Durante ainda o Terceiro Momento, foram sendo entregues os *flashcards*, e quando oportuno, explicou-se rapidamente como iria ocorrer. Nesse primeiro dia de aula, o tempo de 30 minutos estipulado passou-se um pouco do previsto. Ao término do tempo

estipulado para os alunos resolverem, foi pedido aos alunos que se organizassem para que fosse debatida alguma das questões e tirado eventuais dúvidas.

Iniciando-se o PI, a ideia foi seguir o plano indicado na seção 5.3. Quando os grupos foram formados para debate, pediu-se que cada um falasse o que os levou a considerar que aquele item estava correto e/ou por que os demais itens estariam errados. Foi combinado que todos deveriam comentar algo que os fizeram escolher determinada alternativa. Também foi pedido aos alunos que buscassem discordar com respeito para que nenhum aluno se sentisse constrangido em opinar.

Buscou-se sempre que os alunos reunissem, quando necessário, em grupos para poderem debater sobre as alternativas. No entanto, o método PI foi utilizado com flexibilidade para que o reflexo do desenvolvimento da turma e o tempo que se tinha para o término da aula indicassem qual deveria ser a melhor estratégia para o momento. Para exemplificar, houve casos em que a turma teve acertos em torno de 65%, logo se optou apenas por fazer uma discussão da questão e em outros casos, com valores próximos a 70% foi pedido que alguns alunos defendessem seus pontos de vista para, em seguida, abrir uma nova votação.

Ao final da aula, foi proposto aos alunos uma avaliação diagnóstica do processo para que eles pudessem avaliar a sequência didática, apontando se o método pode vir a ser útil para ser aplicado futuramente em outros conteúdos e até mesmo, outras disciplinas.

## 6 ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo na seção 6.1 são analisados os efeitos que aplicação da sequência didática tem na aprendizagem dos alunos. Assim, será especificado quão significativo foram os resultados da aplicação deste Produto, pois toda a sequência foi pensada para não haver assunto inacabado ao final da aula. Todos os assuntos têm fim em si mesmo, não sendo feito uma abordagem propedêutica. Na seção 6.2 é avaliado como os alunos encaram a física, anteriormente aplicação da sequência didática e na seção 6.3 é ponderado quais impressões os estudantes estiveram da sequência didática.

### 6.1 Análise detalhado dos resultados da primeira aula

Na primeira aula da sequência didática, buscou-se logo de início demonstrar aos alunos a importância do estudo do movimento. O texto teórico do blog Física no Ceará, no qual os alunos leram antes de responder, não trazia em seu corpo informações que poderiam alterar as concepções prévias que os alunos tinham sobre a importância de se estudar o movimento dos corpos.

A maioria absoluta dos alunos afirmou positivamente, ainda que com apenas um “sim”, que é importante o estudo do movimento dos corpos. Grande parte dos alunos expôs uma concepção de que esse conhecimento terá uma aplicação em seus cotidianos, o que evidenciou que seria importante convencê-los ao estudo da cinemática a partir de situações concretas, preferivelmente que sejam próximas ao seu cotidiano. Então, quando os alunos foram perguntados na primeira questão do teste prévio se considerava que estudar o movimento dos corpos fosse importante para o seu desenvolvimento dentro e fora da escola, essas foram algumas das respostas obtidas:

“Sim, pois temos explicação científica de coisas que acontecem no nosso cotidiano. muito daora”

Aluno 1

sim, é importante para algumas profissões com médicos, geólogos, engenheiros entre outras profissões que utiliza o estudo da movimentação.

Aluno 2

Sim. É um estudo que tem aplicações em diversos setores da sociedade.

Aluno 3

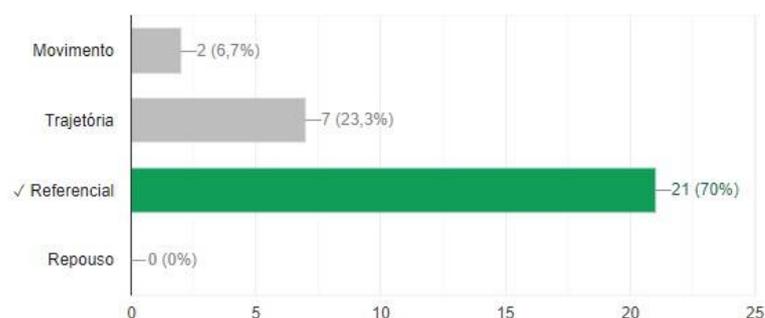
Quando se iniciou a abordagem sobre o conceito de referencial, houve uma explanação teórica abordando situações do cotidiano que se mostravam necessário à presença do referencial, por exemplo: *A empresa X fica à esquerda ou à direita na Rodovia? Ela fica perto ou longe?* Essas questões levantam a necessidade de uma

referência, pois dependendo do sentido que se esteja na BR ela pode está à direita ou à esquerda, já está perto ou longe depende do lugar que está tomando como referência. Esse debate é relevante para que os alunos percebam não só a definição, mas também entendam o quão importante é a ideia de *Referencial* para análise do movimento de um corpo. Nesse sentido, pelos resultados obtidos na segunda questão do teste prévio, a definição de referencial foi bem compreendida pelos alunos, como mostra a Figura 03.

Figura 6: Percentual das respostas dos alunos a 2ª questão do Teste Prévio.

2ª) "É um corpo ou um objeto em relação ao qual podemos determinar a localização dos objetos e assim determinar se há repouso ou movimento." Essa definição se aplica a qual conceito?

21 / 30 respostas corretas



Fonte: Elaborada pelo autor.

Após a discussão sobre referencial, foi proposta aos alunos a discussão sobre as ideias de movimento e repouso. Analisando as respostas da terceira questão, como é possível se ver na Figura 04, pode-se notar que os alunos compreenderam bem os conceitos de movimento e repouso, no entanto, uma boa parte dos alunos tiveram dificuldades em conceber que corpos fixos na Terra podem estar em movimento para um referencial.

O método JiTT foi relevante para mostrar que havia a necessidade de discutir com os alunos a ideia de *simetria* dos conceitos de repouso e movimento. Logo, além de ser bem mais debatido com os alunos, foram propostas outras questões que reforçassem essa ideia tanto no roteiro de especialização quanto no teste conceitual.

Figura 7: Percentual das respostas dos alunos ao item C da 3ª questão do Teste Prévio.

3ª) A imagem a seguir foi retirada do Google Maps nas proximidades da escola. Pode-se ver que um homem está encostado na parede da escola observando um carro e uma moradora passando pela rua em direções opostas. Analise as afirmações abaixo e marque V (Verdadeiro) ou F (Falso) para os itens a seguir.

15 / 30 respostas corretas



Fonte: Elaborada pelo autor.

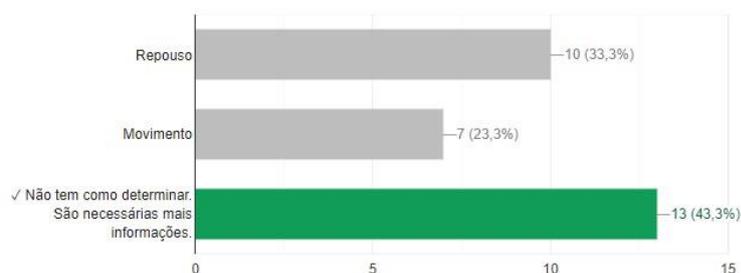
Também foi anotado o nome dos alunos que vieram a responder erroneamente a terceira questão, para que, ao solicitar a resposta a esses alunos, novamente pudesse ser comparado com suas respostas anteriores. No entanto, é preciso enfatizar que foi uma dinâmica bastante rápida, pois é difícil o controle avaliativo quando se pede para que os alunos venham a responder, pois outros alunos que não tiveram seu nome chamado buscam responder e/ ou comentar algo que pode comprometer a percepção do colega. Ainda assim, é perceptível que houve uma melhora na compreensão dos conceitos, se comparado às respostas dadas no teste prévio e o que foi assinalado pelos alunos durante a aula.

A quarta questão mostrou a necessidade de se enfatizar aos alunos que a determinação do estado de movimento ou repouso de um corpo só pode ser feita quando se aponta um referencial. É um momento de quebra da concepção de senso comum que os alunos possuem para uma visão técnica da disciplina. É normal que os alunos vejam um objeto que se move em relação ao solo e já apressadamente aponte que ali é um corpo em movimento, no entanto, é preciso criar alternativas para que eles superem esse modelo e passem adotar a concepção científica. A Figura 08 mostra bem que uma considerada parte dos alunos apontou que o corpo estava em movimento ou repouso, sem que a questão indicasse qual referencial estava se tratando.

Figura 8: Percentual das respostas dos alunos ao item A da 4ª questão do Teste Prévio.

a) Você considera que o Dinossauro está em repouso ou movimento?

13 / 30 respostas corretas



Fonte: Elaborada pelo autor.

Logo, essa compreensão fez que, durante a aula expositiva, fosse discutida com eles a necessidade de interpretar bem o contexto do problema e verificar se é fornecido um referencial, para, só assim, definir se um corpo está em repouso ou movimento. Vale destacar que, após a discussão inicial sobre a importância do referencial abordado na terceira questão, quando se colocou no projetor o item A da questão quatro, a maioria deles apontou corretamente que a questão não especificava o referencial.

A quinta questão pedia que os alunos definissem o que levou eles a responderem se um corpo estava em movimento ou repouso. A grande maioria dos alunos citou o conceito de referencial. Ainda que internamente, nota-se que levaram muito em conta as concepções que possuem em suas vivências, é claro que os alunos utilizaram-se das ideias presentes no texto teórico, muito embora, não tenham feito uma cópia, mas sim internalizaram a ideia e expressaram da sua forma. Segue algumas das respostas obtidas.

Tá em movimento se para um referencial ele muda de lugar.

Aluno 4

Fixo um dos pontos e analiso o outro em relação ao fixado. Se mudar tá em movimento se não mudar tá parado.

Aluno 5

Um referencial

Aluno 6

Referencial, se a distância entre objeto e referencial se alterar, ambos estão em movimento.

Aluno 7

Quando se abordou o conceito de trajetória na questão seis, os alunos utilizaram de argumentos em sua maioria utilizando “deslocamento” e “caminho” para

descrever suas opiniões sobre trajetória, como pode-se notar nas afirmações abaixo. Deu-se para notar que esse é um conceito muito mais visual, pois, quando se fez no roteiro de especialização uma questão sobre trajetória, no qual eles precisariam afirmar que ali o conceito físico retratado na imagem se tratava da trajetória de um móvel teve-se que 87% da turma acertou.

é o deslocamento de um ponto a outro

Aluno 7

um caminho onde há deslocamento de um ponto a outro.

Aluno 8

é o caminho percorrido pelo corpo em movimento

Aluno 9

A questão sete, que busca verificar como os alunos entendem a trajetória de um caso particular, pode-se considerar que teve um resultado positivo, pois, nos três itens da questão, os números de acertos foram superiores a 65%. O número de acertos alto atribui-se ao texto teórico que trouxe exemplo muito parecido com a questão utilizada. Mesmo assim, foi bastante reforçado com outros exemplos por considerar que não é tão trivial a ideia de que a trajetória do corpo também depende do referencial.

Já a última questão, utilizando-se do simulador Physics and Chemistry by Clear Learning, analisou-se a simulação Frame of reference, para que os alunos pudessem observar como há uma diferença na concepção das trajetórias entre um quadro de quem observa dentro do trem e de quem observa do lado de fora. Quando perguntado nos testes prévios aos alunos se haveriam visões diferentes da trajetória que um corpo está seguindo, devido a diferentes referenciais, majoritariamente disseram que sim. Seguem algumas respostas utilizadas que foram mais elaboradas.

Sim, para a pessoa no trem a bolinha "quica" no mesmo ponto, para pessoa em terra firme, a bolinha "quica" indo para frente ( criando um ondulação ).

Aluno 10

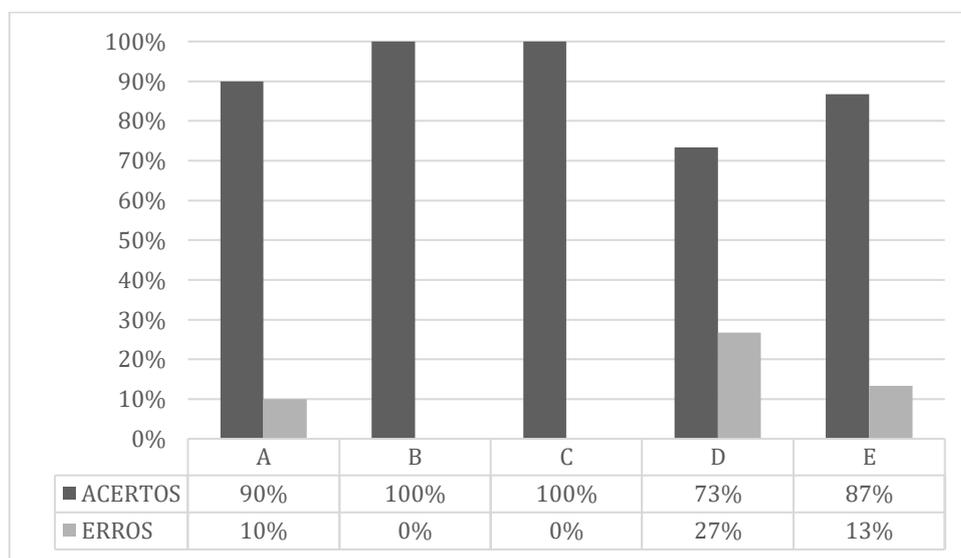
Sim. Quem está fora do trem possui uma visão diferente em relação a quem estão dentro do trem

Aluno 11

Iniciado o terceiro momento da sequência didática, os alunos, em suas duplas ou trios posicionados junto aos computadores que auxiliaram nas respostas, tiveram que responder um roteiro de questões. Os roteiros foram entregues individualmente a cada aluno. Ao final foram recolhidos os roteiros para poder analisar a evolução da turma.

A primeira questão do roteiro trazia uma situação mais abrangente que os alunos haviam visto no teste prévio, mas os conceitos foram bem discutidos na aula expositiva, com ampla participação dos alunos. Os resultados foram bem positivos, como se pode ver no Gráfico 1. Em alguns itens o percentual de acerto foi de 100% e o pior rendimento teve 73%.

Gráfico 1 – Acertos e erros na questão 01 do Roteiro de Aperfeiçoamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

A segunda questão explorou habilidade dos alunos de observarem o que ocorreu numa cena de filme e a partir disso observarem sobre os conceitos físicos de movimento, repouso e referencial. Nessa questão, os pontos mais emblemáticos que se busca explorar dos alunos são as suas percepções de que dois corpos que estão com velocidades iguais, movimentando-se na mesma direção e sentido, estão em repouso um em relação ao outro. Uma considerável parte das turmas respondeu nesta linha de raciocínio.

Velocidade igual

Aluno 12

Mesma velocidade. Mais rápido ia ta mais em baixo e se mais lento mais em cima.

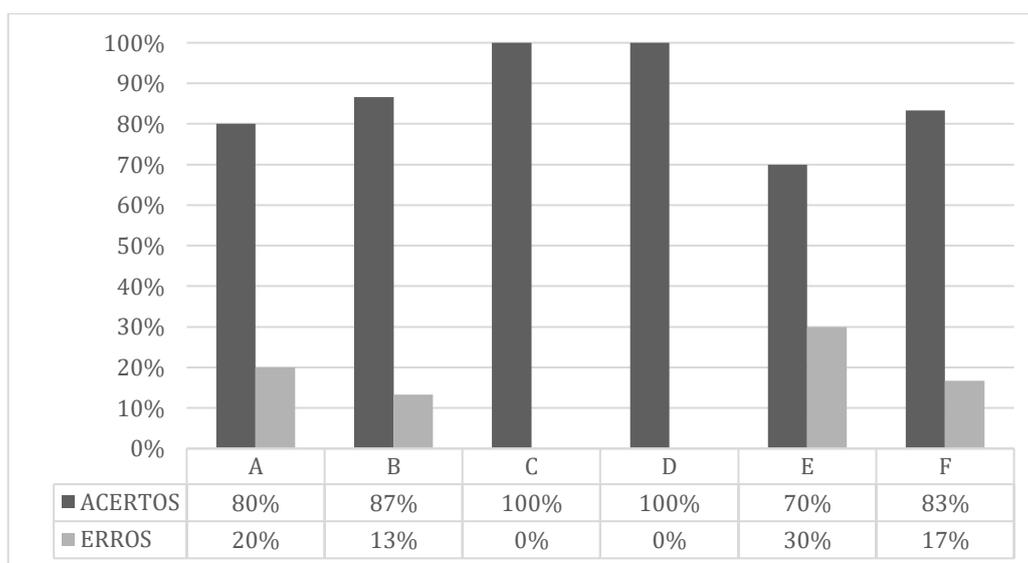
Aluno 13

Quando os paraquedista estão juntos é porque tao com a mesma velocidade.

Aluno 14

A terceira questão só poderia ser resolvida com o uso de uma simulação que estava armazenada no computador que eles estavam. Os alunos deveriam executá-las, observar e assinalar as respostas corretas. O Gráfico 2, ilustra resultados satisfatórios, pois o menor percentual de acertos foi de 70%, e uma análise mais apurada desses erros apontam na pressa que os alunos tiveram em definir se um corpo estava em movimento ou repouso, sem ser especificado o referencial. A alternativa com maior dificuldade dos alunos está relacionada à capacidade de definição que os alunos devem ter de repouso entre dois corpos que, mesmo estando em movimento em relação à Terra, estão com velocidade relativa nula entre si.

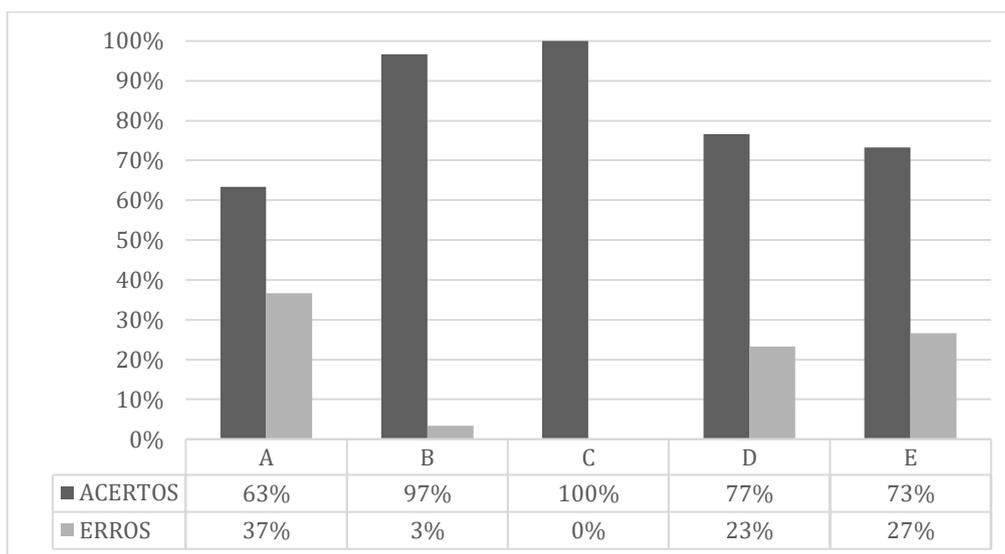
Gráfico 2 – Acertos e erros na questão 03 do Roteiro de Aperfeiçoamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

A questão quatro tem a pretensão de fazer um bom resumo sobre os conceitos discutidos durante a aula. Assim, explora-se que os alunos investiguem e cheguem a definições sobre os conceitos de movimento e repouso tanto relacionado à velocidade relativa entre os corpos quanto também a ideia de simetria do estado de movimento. Houve-se várias intervenções nessas questões no sentido de esclarecer melhor o enunciado, no entanto, pode-se afirmar que houve aproveitamento expressivo, como demonstra o Gráfico 3, em que os alunos, junto aos seus colegas conseguiram notar algumas regularidades presentes na simulação e chegar algumas conclusões.

Gráfico 3 – Acertos e erros na questão 04 do Roteiro de Especialização



Fonte: Elaborado pelo autor.

A questão cinco, mesmo sendo subjetiva, exigia observação dos alunos de outro simulador que mantinha a velocidade relativa entre dois corpos nulos e que depois era alterada. Os alunos, na sua grande maioria, conseguiram responder corretamente, ou seja, indicaram aquilo que de fato se observava e conseguiram notar as relações de movimento e repouso. No entanto, as respostas não estão focadas em termos de velocidade relativa, mas na variação da posição do corpo analisado em relação ao referencial.

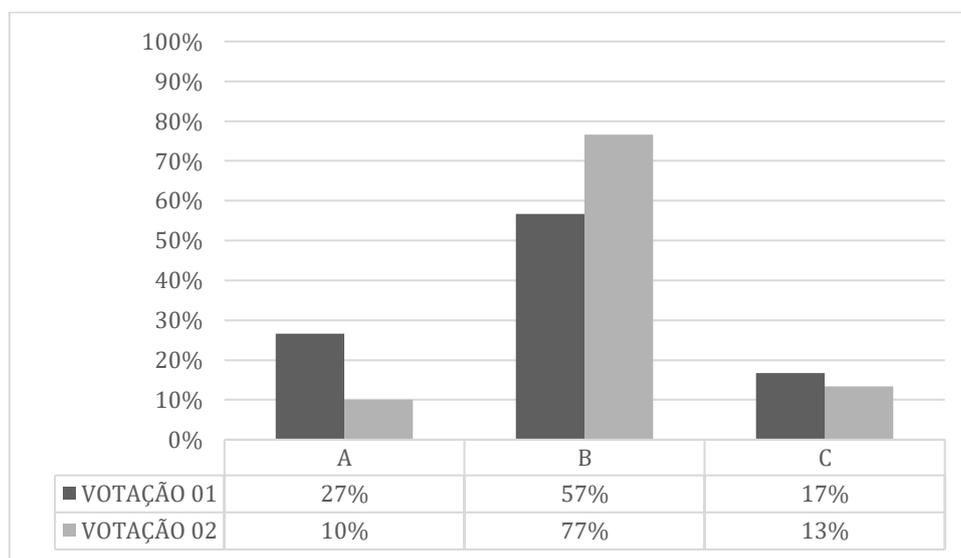
A questão seis houve 100% de acertos, ou seja, todos os alunos conseguiram identificar que num mapa do Google Maps, a ilustração se referiria à trajetória de um corpo. Já a questão sete, as respostas deveriam ser pessoais, já que se referiria o trajeto da casa de cada aluno a sua escola. Além de fortalecer a compreensão de trajetória, foi importante para que os alunos pudessem manusear o Google Maps.

Ao final, os alunos foram chamados a comentar alguma das questões, em que novamente foi colocado como um momento de aula expositiva, mas com interação total dos alunos, o que ocorreu facilmente, pois os alunos já conheciam as questões e já haviam as debatido em grupo, logo foram bastante participativos.

Encerrando a discussão sobre algumas das questões do roteiro de aperfeiçoamento, iniciou-se o quarto momento, para que os alunos respondessem às questões do teste conceitual através do método PI. Logo, na primeira questão, fez-se necessário que os alunos tivessem que debater em grupo. A melhora nos resultados foi

substancial, pois saiu de 57% na primeira votação para 77% na segunda, como se ver no Gráfico 4. Ainda foi pedido que alguns alunos indicassem o porquê de suas escolhas, e os argumentos de um dos alunos, o que eventualmente acertou a questão, estava nas palavras “todos” ou “para qualquer” que foi debatido na aula expositiva que não há referenciais absolutos, logo esses itens não seriam possíveis.

Gráfico 4 – Acertos e erros na questão 01 do Roteiro de Generalização

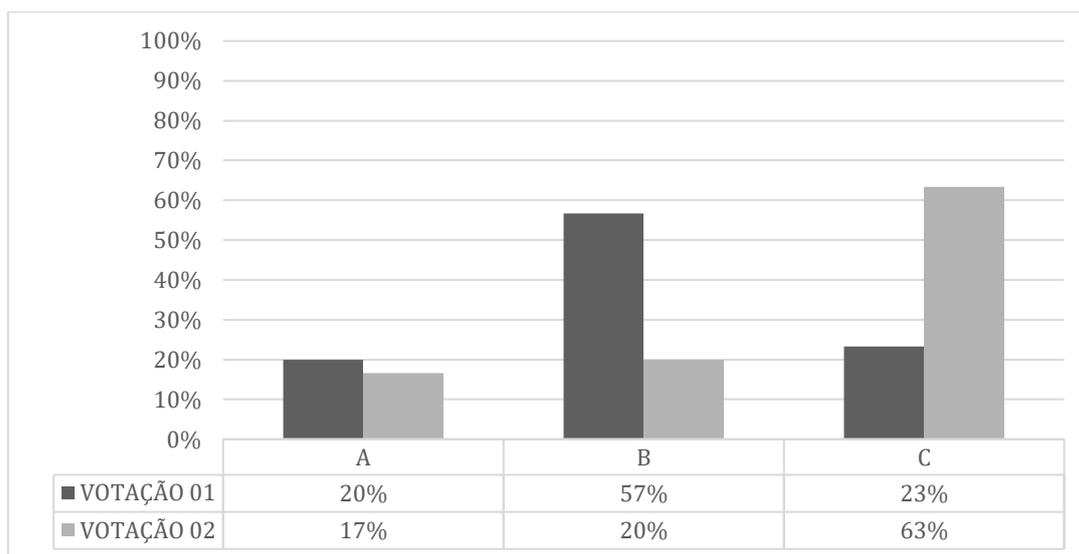


Fonte: Elaborado pelo autor.

A segunda questão houve um valor abaixo dos 30% de acertos, e foi necessária uma breve discussão dos conceitos, mas utilizando-se de uma abordagem diferente. Feito uma leitura da questão e de qual havia sido o item com maior resposta, viu-se que explorar a percepção deles através de outros exemplos do cotidiano poderia fazer com que eles observassem os erros e optassem pelo item correto.

Em boa medida, após a segunda votação, ocorreu um avanço significativo, pois notaram que uma pessoa sobre um skate, estando ambos a mesma velocidade, um está em repouso relação ao outro. Desta forma, mesmo não sendo atingido um valor acima de 70% das respostas corretas, como se pode ver no Gráfico 5, não foi pedido aos alunos uma terceira votação, mas foram chamados alguns alunos para que pudessem defender para turma toda suas respostas e por fim foi dito qual a questão correta. Um dos alunos defendeu bastante bem que uma das afirmativas estava falsa, logo sobrou-se apenas um item correto a ser respondido. O professor, assinalando a resposta correta, ainda comentou sobre os itens correto.

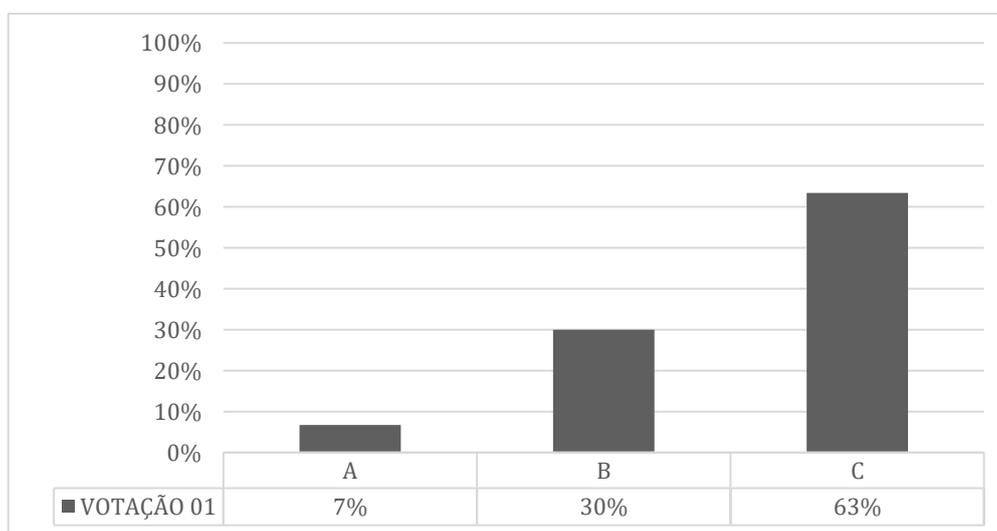
Gráfico 5 – Acertos e erros na questão 02 do Roteiro de Generalização



Fonte: Elaborado pelo autor.

A questão três, foi facilitada, pois os alunos conseguiram bem transpor o que havia sido discutido com a turma durante a aula expositiva sobre a trajetória de um corpo para diferentes referenciais, de acordo com o Gráfico 6, eles conseguiram relacionar o que foi dito no caso do avião que soltou um paraquedista com essa terceira questão em que um ciclista deixa cair uma moeda. Mesmo ficando abaixo de 70% na votação, por questão de tempo, escolheram-se alguns alunos que pudessem justificar suas escolhas e assim, apontou-se o item correto e comentaram-se as demais alternativas. Para finalizar, discutiu-se um pouco como seria caso houvesse resistência do ar.

Gráfico 6 – Acertos e erros na questão 03 do Roteiro de Generalização



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados positivos têm relação direta com a simplicidade do conteúdo. Por outro lado, é notável uma diferença que o método tradicional não proporciona: a participação e o envolvimento dos alunos. Até mesmo no momento de exposição do professor, havia uma grande participação muito mais efetiva dos alunos, pois eles poderiam comentar a resposta de um colega ou debater com o seu grupo, ou seja, os alunos tinham muito mais protagonismo do que utilizando uma estratégia em que os estudantes são passivos, apenas ouvintes e o professor, por longos momentos, explicando para uma pequena parcela da turma.

Além do mais, no modo tradicional, não é possível ver se os alunos estão de fato aprendendo, pois o único momento que se tem uma avaliação é no final de todo um bimestre, sem que, ao menos, seja possível determinar quais objetivos foram e quais não foram alcançados. Aqui, além da intensa participação dos alunos, a maior virtude está na efetividade da avaliação, no acompanhamento que é feito durante todo o processo e o retorno que é dado às dificuldades enfrentadas pelos alunos.

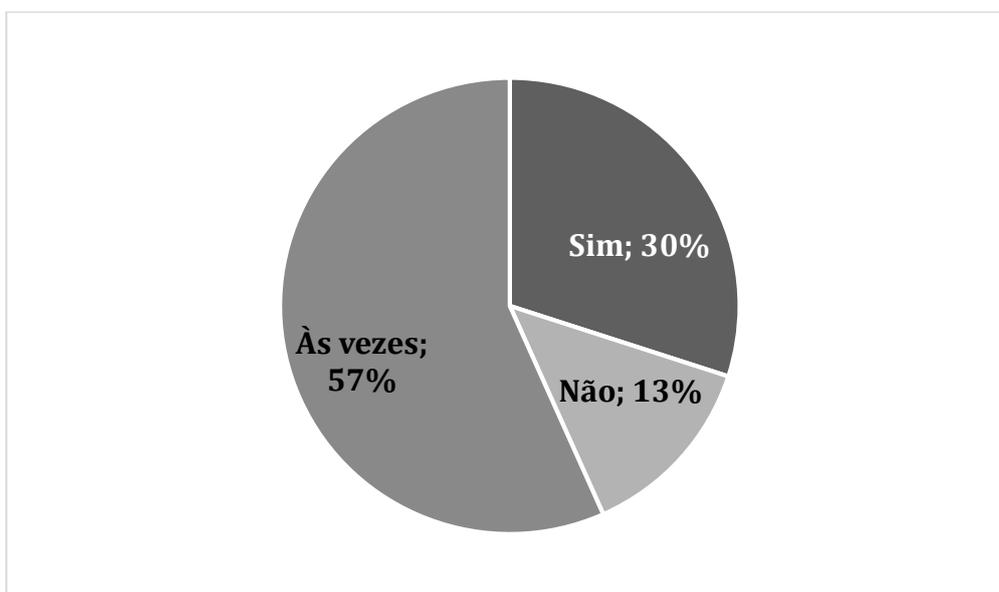
## **6.2 Relação dos alunos com a física**

Ao final da Aula Zero foi repassado para os alunos uma pequena avaliação diagnóstica da relação que os alunos possuem com a física. Para que se tivesse uma pequena ideia de como os alunos encaravam a física e até mesmo poder observar quais as principais problemáticas enfrentadas por eles, para que também fosse possível pensar em caminhos que viessem reduzir as dificuldades enfrentadas pela turma.

Como foi especificado na aprendizagem significativa, uma das exigências para que os alunos tenham uma boa aprendizagem está no fato deles quererem entender um determinado assunto, sentir prazer em estar dentro de sala de aula e está disposto a aprender. É muito difícil, por mais diversificado que seja os métodos utilizados pelo professor, conseguir fazer que um estudante aprenda se ele não estiver predisposto a estudar.

Então, foi questionado se eles gostavam de estudar física, para que pudesse, desse ponto de partida, elaborar as aulas. O resultado, ilustrado no Gráfico 7, apresenta que 13% dos alunos não gostam de física, ainda que seja um número baixo, aponta que haverá uma parcela que dificilmente o professor poderá esperar desse grupo de alunos características como dedicação, interesse e disciplina se utilizar apenas os métodos convencionais. Então, faz todo sentido que o produto educacional venha a dinamizar as atividades, e, a partir disso, eles possam aumentar seu nível de admiração pela disciplina.

Gráfico 7 – Nível de apreciação dos alunos pelo estudo de física.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda sobre o resultado acima, vê-se que a percepção dos alunos sobre a física é, em geral, negativa, pois somente 30% pode-se dizer que irá para aulas interessado pelo que o professor irá trabalhar. Essa mudança de paradigmas deve passar por alunos que venham a compreender a importância da física em seus cotidianos. O ensino de física não pode ser um reflexo de aulas tradicionais, cansativas, com alunos passivos e conteúdos abstratos que não tem um real significado para o dia a dia do estudante. Logo, esse resultado mostra que é necessário haver mudanças na forma e no conteúdo com o qual os professores devem lidar com o ensino de física.

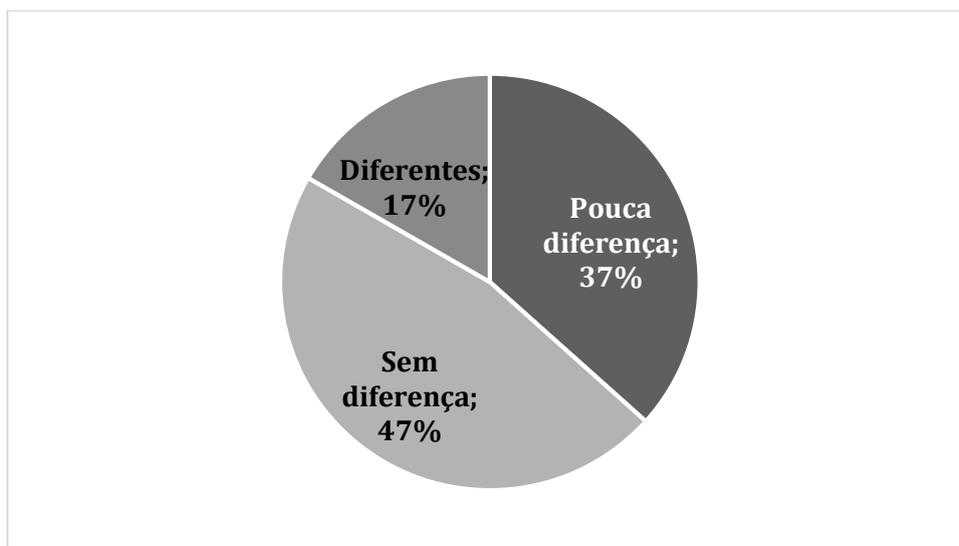
A segunda questão dessa atividade buscava verificar se o uso da matemática nas aulas é um dos fatores determinantes para que os alunos tenham dificuldade no aprendizado de física. Então, foi questionado aos alunos se eles percebiam diferenças entre as disciplinas de física e matemática. Nesse modelo, com excessivo uso da matemática, a física adquirirá um considerável número de alunos resistentes e desinteressados, pois muitos destes consideram a matemática ausente de significado, ou seja, sem relação alguma com a realidade vivida por eles.

Bastante da atitude passiva dos alunos está em práticas corriqueiras do ensino de física, como por exemplo, as enormes listas de exercícios, em sua maioria questões quantitativas, apenas com aplicação direta em fórmulas, muitas delas sem nenhum compromisso com a realidade. Essa estratégia que visa alunos memorizando informações para resolução de questões, é descartado neste trabalho, uma vez que é priorizado um

menor número de questões, mas contextualizada, na medida do possível, com o cotidiano dos alunos.

Analisando-se o Gráfico 8, é provável que a maior parte da física que os alunos estudam seja baseada na utilização excessiva de fórmulas matemáticas, já que apenas 17% dos alunos observam diferença entre as duas disciplinas. Dessa forma, aspectos metodológicos precisam ser revistos, pois o uso demasiado da matemática nas aulas de física priva um ensino voltado a discussões conceituais dos fenômenos envolvidos, da análise dos resultados alcançados na resolução das questões e de uma conexão entre a teoria que é ensinada com o cotidiano dos alunos.

Gráfico 8 – Percepção dos alunos das relações entre física e matemática.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Outro momento no qual se viu que o ensino tradicional, com ênfase na matematização da física, se mostrou prejudicial à aprendizagem dos alunos foi quando se indagou a turma qual o principal empecilho enfrentado no estudo da física. Os dados obtidos, como pode-se ver no Gráfico 9, apontam que 63% dos alunos sentem dificuldade principalmente na resolução de cálculos, deixando para trás a abstração dos conceitos físicos e a relação das teorias físicas com o cotidiano. Esse estilo de aula acaba atraindo pouquíssimos, pois a maioria dos estudantes, de uma forma geral, possuem dificuldades com conteúdos de álgebras e geometria e de interpretação de gráficos. Isso é bastante para que eles venham a sentir-se desmotivados e incapazes de dar continuidade nas aulas de física por achar-se limitados matematicamente.

Gráfico 9 – Principais dificuldades dos alunos no estudo da Física.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É preciso que as aulas de Física tenham elementos matemáticos, mas também precisam ser contextualizadas com a vida dos alunos e com a evolução histórica da ciência. Também é preciso investir em práticas experimentais, simulações computacionais e outras estratégias. A Matemática é fundamental para Física, mas uma não pode ser confundida com a outra. É preciso que o professor consiga demonstrar para o seu aluno qual o papel da Matemática para Física, deixando bem claro as delimitações de cada uma delas.

Assim, no planejamento feito para essas aulas, foi omitida, sempre que possível, a utilização de equações prontas para que os alunos não viessem a ter que se deter a resolver problemas sem que, para isso, anteriormente tenham consciência do significado de cada uma das grandezas presentes.

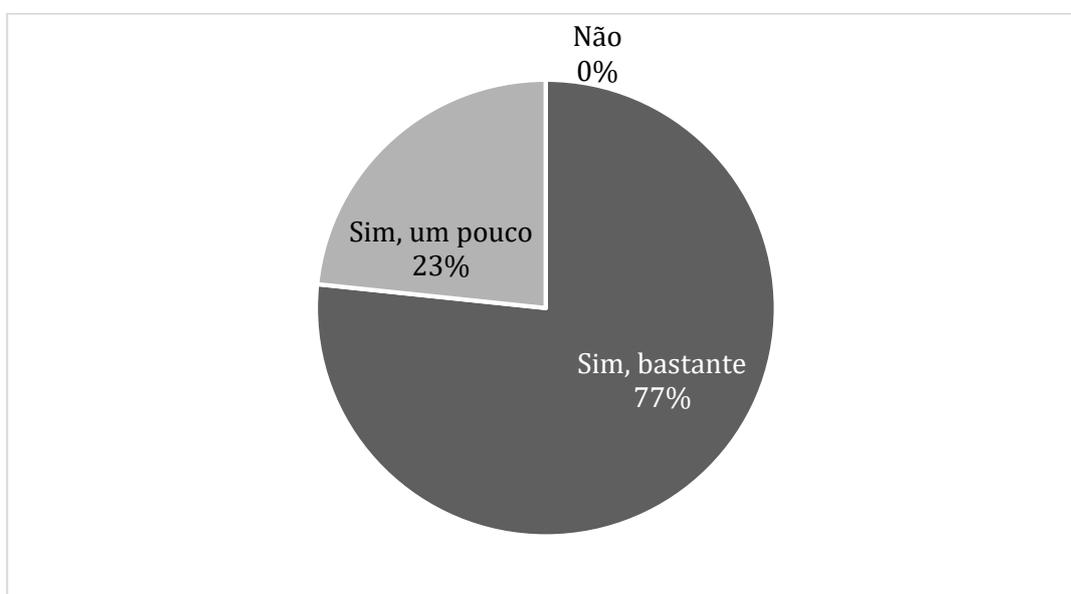
Um estímulo para que os alunos possam ser atraídos pela Física pode estar no uso dos computadores e das tecnologias, e todos os alunos, quando perguntados se essas ferramentas podem contribuir, afirmaram positivamente. Ou seja, 100% dos alunos acreditam que o uso da TIC torna as aulas mais atrativas que as aulas tradicionais, caracterizada somente pela exposição oratória do professor, quadro branco e pincel.

### 6.3 Avaliação dos alunos: o papel da sequência didática

Outra avaliação que foi passada aos alunos ocorreu no final da aula para que os alunos pudessem fazer um diagnóstico de como o Produto Educacional influenciou na motivação dos alunos e principalmente na sua concepção de terem compreendido o conteúdo.

A primeira questão dessa avaliação busca observar o quanto a Sequência Didática contribuiu para o entendimento que os alunos tiveram do conteúdo e o Gráfico 10 mostra o quanto se mostrou relevante para facilitar na aprendizagem dos alunos, tornando a aula mais interessante e que vieram a atrair os alunos para se dedicarem em Física, mas, sobretudo, tendo um material em que 100% dos alunos acreditam que veio a facilitar em algo na sua aprendizagem.

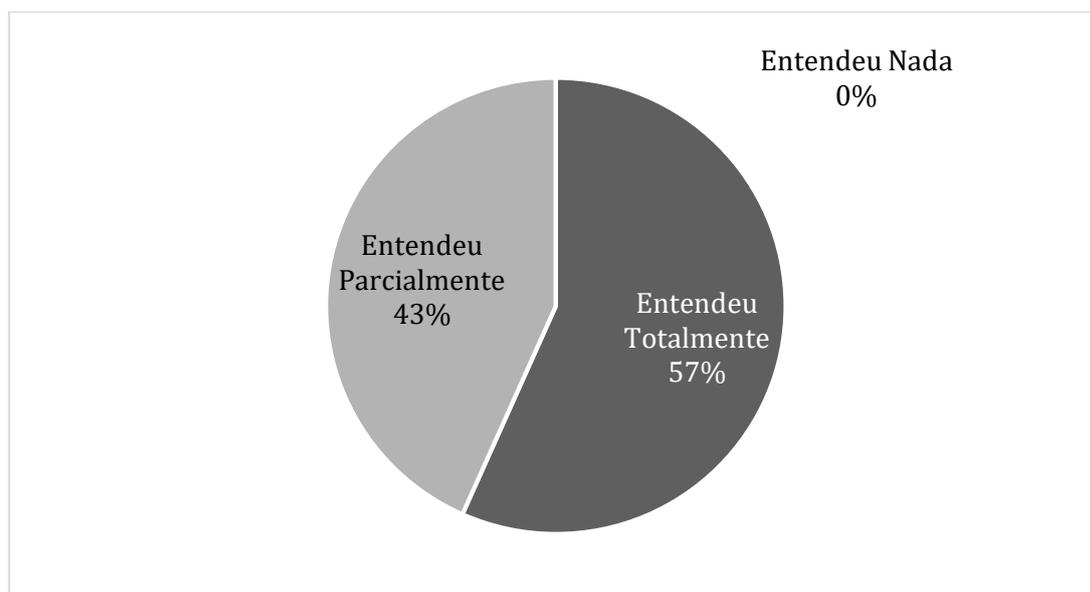
Gráfico 10 – Auxílio da Sequência Didática para a compreensão dos conceitos físicos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi questionado aos alunos se o uso da sequência didática contribuiu para que os alunos alcançassem os objetivos estipulados para aula. Como pode-se ver no Gráfico 11, nenhum aluno saiu de sala com a impressão de que não aprendeu nada, ou seja, o Produto Educacional colaborou de alguma forma com o aprendizado dos alunos, e isso é bastante considerável, pois é a oportunidade de aproximar os alunos da física e, se ainda for possível relacioná-la com o dia a dia dos estudantes, ajuda-os a entenderem a teoria com uma facilidade maior, do que se tivessem submetido apenas aos métodos tradicionais.

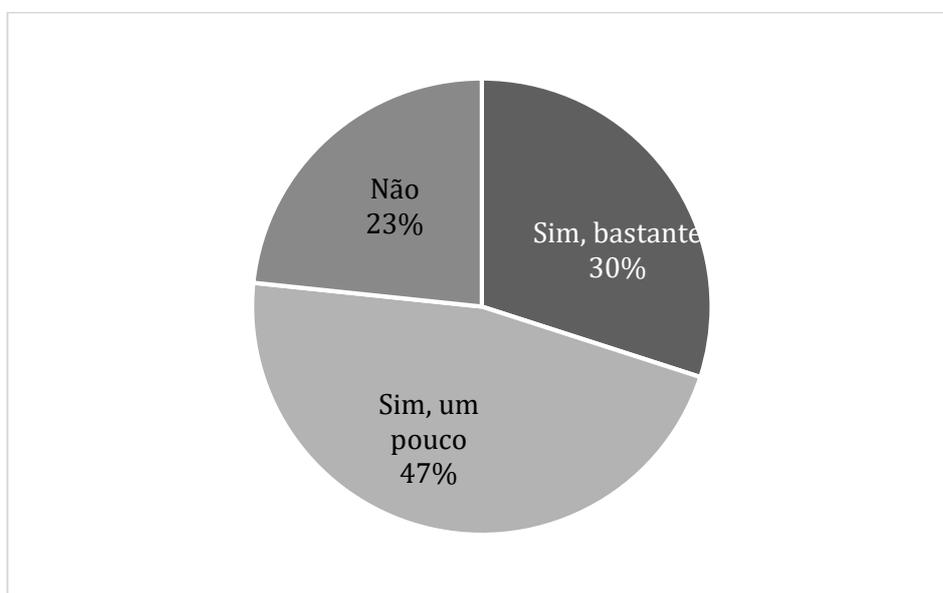
Gráfico 11 – Contribuição da Sequência Didática nos objetivos estipulados para aula.



Fonte: Elaborada pelo autor

Para saber da eficiência do método PI foi perguntada a turma se os debates em grupos foram relevantes para o desenvolvimento dos alunos ao teste conceitual, e mais uma vez, como mostra o Gráfico 12, se mostrou positivo, pois apenas 23% dos alunos apontaram não considerá-la importante no auxílio aprendizagem em física, mas boa parte dos alunos indicaram sua importância para o entendimento dos conceitos cinemáticos propostos.

Gráfico 12 – O método PI e sua colaboração para o entendimento da aula.

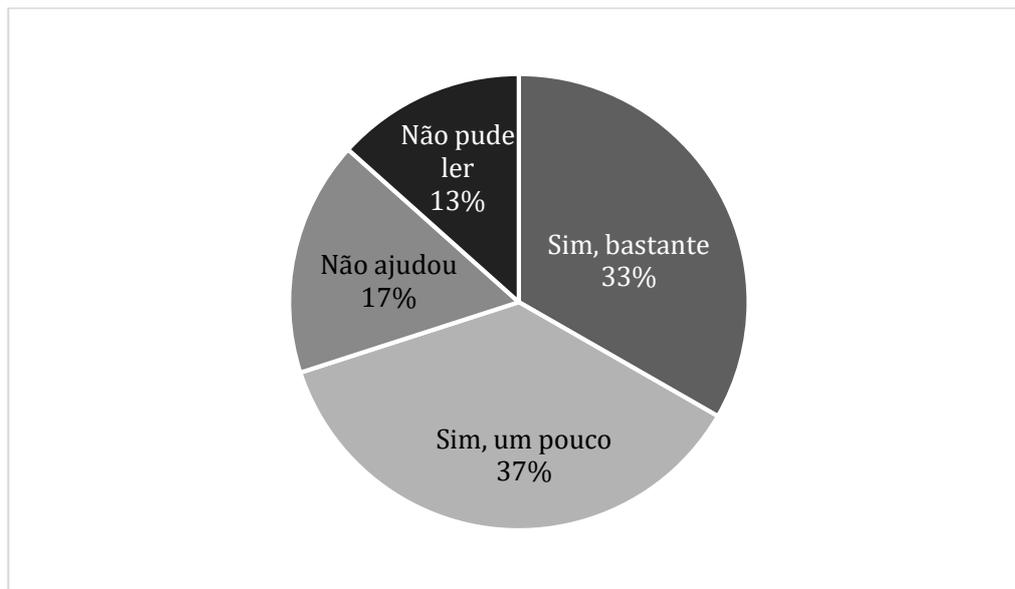


Fonte: Elaborada pelo autor

Neste caso, nem todos os alunos gostaram, o que não é surpreendente, pois não é hábito nas escolas o trabalho em equipe, em que os alunos possam junto aos seus colegas construir os seus conhecimentos. Mas esse é o típico caso em que o professor deve insistir, pois as atividades cooperativas são vitais não só para o aprendizado de física, como também para desenvolver nos alunos habilidades sociais.

Por fim, questionou-se aos alunos sobre a importância do estudo domiciliar e como ele contribuiu para a compreensão dos conteúdos durante as aulas. Alguns alunos apontaram que não leram o texto, no entanto, é um percentual muito pequeno, o que aponta a necessidade de investir no incentivo a leitura, discutir com eles a importância do estudo anterior as aulas, tudo feito aliado a um acompanhamento próximo do professor aos estudantes. No geral, como pode-se ver no Gráfico 13, 70% dos alunos apontaram que ajudou, seja pouco ou bastante, e esse resultado também pode ser visto pelas respostas que os alunos deram no teste prévio. Assim, fica claro que se mostrou importante para que os alunos chegassem em sala tendo noção do que estava por vir em sala de aula e mais capacitados para responder o teste prévio.

Gráfico 13 – O método JiTT e sua cooperação na preparação do aluno antes das aulas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados indicam que a mudança da estrutura da aula colaborou para que os alunos tivessem aproveitamentos e motivação para estudar maior se comparada com as aulas tradicionais, mas, em educação, é preciso mais tempo para que os alunos possam

se adaptar à sequência didática e que o professor possa adequar da melhor forma as adversidades e as variedades que os alunos apresentam.

É muito difícil, seja qual for o método, fazer com que alunos, a partir somente das aulas na escola, entendam completamente os objetivos propostos. Sem o estudo em casa, os alunos não irão aprender o que deles se é exigido, pois a aprendizagem completa deve ser construída pelo aluno, e não como muitos acreditam, numa simples transmissão de conhecimentos do professor para o aluno. Nesse sentido, o método JiTT deve ser ainda bastante testada para que os alunos possam adquirir autonomia e avançar nos estudos. Sem dúvidas, um dos grandes legados que uma escola pode deixar aos alunos, além de uma formação que os prepare para a vida na sociedade, é o gosto pelo estudo, e assim, permitirá que o aluno aprenda a aprender.

Certamente, melhores resultados podem ser obtidos, pois é um trabalho inicial e sempre há problemas metodológicos a serem corrigidos, no entanto, o trabalho aqui apresentado é uma alternativa relevante para que os alunos sintam-se atraídos cada vez que as ferramentas utilizadas adquiram ainda mais sofisticação e possa cativar os alunos para que eles estejam sempre dispostos a estudar com afinco a física.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dificuldades estabelecidas no ensino de física, aqui discutidas, exigem que o professor encontre meios para que a aula se torne cada vez mais dinâmica. Os métodos a serem utilizados devem buscar alternativas que promovam a aprendizagem e propiciem aos alunos estabelecer conexões entre as estruturas existentes com o objetivo de construir novas e mais complexas estruturas.

A obtenção do conhecimento prévio do aluno anteriormente à aula é necessária, pois esse conhecimento guia todo trabalho do professor, ao reconhecer as características, concepções e comportamentos peculiares de cada turma, facilitando o planejamento da aula e moldando o ensino de física, levando-se em conta as individualidades de cada aluno. O professor, ao conhecer bem a turma e a realidade dos estudantes, é capaz de elaborar com muito mais efetividade um material atrativo. Daí a sensibilidade para observar o perfil dos alunos, o que gostam e aquilo que pode chamar suas atenções e, assim, sentirem-se motivados a participar das aulas.

O JiTT deve ser aperfeiçoado tanto no texto teórico quanto no teste prévio tornando-os cada vez mais significativo para aprendizagem do aluno. Assim, sua continuidade é fundamental, pois, além de oportunizar a obtenção do conhecimento prévio dos alunos, é um caminho para que os alunos possam estudar também fora da sala de aula, incentivando a autonomia do estudante que busca, desta forma, a construção do próprio conhecimento.

O hábito dos jovens de estudar em casa não é comum e certamente não vão adquiri-los de imediato. É preciso que haja insistência, estratégias e materiais que estimulem-os a isso. Nesse sentido, é indicado que os textos, os vídeos, as questões sejam curtas, ou seja, cada assunto venha ser trabalhado em bloco pequenos, pois caso contrário a resistência por parte dos alunos se tornará ainda maior. Não se pode esperar que alunos que não tenham costume de estudar fora do ambiente escolar passem a ler textos densos e longos sem que anteriormente haja uma evolução gradual a partir de textos mais acessíveis.

Já o método PI contribui para que os alunos passassem a ter muito mais interação com os colegas e o professor, possibilitando uma maior troca de conhecimentos. Evidentemente em uma aula não foi possível que os alunos tenham se mostrado totalmente à vontade com trabalhos em grupos já que muitos deles não possuem praxes de trabalhos em grupos, muito menos construir argumentos explicativos que auxiliem na compreensão do colega sobre o tema. Mas é necessário que haja incentivo às discussões

e à cooperação dos participantes, em que os alunos sintam-se confiantes em poder se expressar, dialogar, perguntar, afirmar, defender suas respostas. Assim, evita-se que a sala de aula seja um ambiente competitivo ao estimular atividades colaborativas, dessa forma, os alunos passarão a ter suas potencialidades bastante exploradas, vindo a se desenvolver como cidadãos e aprender significativamente.

Tanto os debates quanto as avaliações precisam ser permeadas de questões conceituais, pois é importante que os conceitos básicos sejam muito mais pretendidos para a aprendizagem do que os excessivos problemas quantitativos. O uso do Google Maps, por exemplo, é a pretensão de fazer que o conteúdo a ser estudado não seja apenas repetição daquilo que está nos livros, mas que consiga dialogar com a realidade dos alunos e vá além dos moldes tradicionais, permitindo que os alunos venham a conhecer e interpretar além do que lhe é fornecido na escola.

É essencial que o professor use sempre o mundo que circunda o aluno, pois sendo a comunicação elemento fundamental nesse processo, é preciso que o professor utilize-se da linguagem que os estudantes entendam, para ser capaz de estimulá-los, incentivá-los, instigá-los. No entanto, não deve ser pretensão limitar a abrangência do assunto somente ao uso cotidiano daqueles alunos, mas ser o ponto de partida de dar significado ao aprendizado, garantindo um diálogo efetivo. A partir daí é primordial que sempre se desenvolva atividades que possam envolver conhecimentos de alcance mais gerais.

As questões conceituais devem ser significativas e exigir dos alunos o pensamento crítico, a investigação, o raciocínio e, sempre que possível, evitar a memorização. Um dos passos futuros para os projetos a serem desenvolvidos em física deve constituir na criação de um banco de questões conceituais que apresentem as características aqui citadas e também possam dialogar com as ferramentas computacionais e até mesmo as práticas experimentais. Ademais, a elaboração de testes conceituais deve passar por alternativas incorretas plausíveis, para que os alunos sintam-se desafiados a respondê-las.

As questões também devem ser pensadas acompanhando o ritmo dos alunos, ou seja, apareçam inicialmente bem mais simples e venham paulatinamente ter seu nível elevado com a finalidade de não desmotivar os alunos logo no início das aulas. É preciso que os alunos tenham a certeza que estão progredindo para que assim venham adquirir confiança na sequência didática e principalmente, em si mesmo, adquirindo mais estímulos para continuar a estudar.

O professor deve explorar situações específicas, próximas ao cotidiano do aluno, para que ao definir determinados conceitos, ele possa progressivamente as utilizar em situações mais amplas, ou melhor, parte-se de conceitos mais específicos e dirige-se para conceitos mais gerais. No entanto, o professor para dinamizar, como por exemplo, ao verificar que necessita explicar novamente um conceito, pode socorrer-se do processo inverso, ou seja, partir dos conceitos mais gerais para ideias mais específicas. O dinamismo das aulas é fundamental para que não haja limitações no aprendizado dos alunos.

O uso de uma sequência didática desenvolvida através das ferramentas computacionais pode ser considerado satisfatório, pois permitiram, em certa medida, estabelecer relações entre os fenômenos observados no cotidiano e conceitos fundamentais da física, no qual a observação e a discussão de fenômenos simples levaram os alunos a terem uma noção muito maior das ideias físicas e como ela está conectada a suas realidades.

Uma extensão desse trabalho consiste na incorporação das mais diversas ferramentas computacionais para que os alunos possam ser capazes de resolver as mais diversas situações-problemas, se possível com familiaridade com o cotidiano deles. Desta forma eles são incentivados a pesquisar, analisar e solucionar as diversas atividades propostas a partir das ferramentas e conhecimentos adquiridos até então. E mais, a qualidade da construção dessa sequência didática pode ser elevada se for introduzido durante o processo de resolução das situações-problemas a construção de modelos físicos em softwares educacionais, para que o aluno consiga ter a real evolução de sua aprendizagem nas mais diversas fases do processo de ensino.

Não são simples as tarefas aqui propostas, mas não tem sido banal o descaso que muitos alunos tem feito da disciplina de física, logo se faz necessário que novos métodos e projetos sejam aplicados, pois assim é possível potencializar aprendizagem em física através de roteiros bem elaborados, sequências didáticas condizentes com o contexto que os alunos estão inseridos para que a médio e longo prazo os alunos consigam adquirir conhecimentos amplos, abstratos e práticos, sempre contextualizados com a sociedade atual, respondendo as mais diversas necessidades da vida contemporânea.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. L.; BARNETT, M. Learning Physics with Digital Game Simulations in Middle School Science: *Journal of Science Education and Technology*. v. 22, n. 6, pp 914–926, dez 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10956-013-9438-8>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

ANDRADE, M. E. Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: aplicações práticas para o ensino de física - São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

ANJOS, A. J. S. As Novas Tecnologias E O Uso Dos Recursos Telemáticos Na Educação Científica: A Simulação Computacional Na Educação Em Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 3: p. 569-600, dez. 2008.

ARAÚJO, F. A. G.; OLIVEIRA, M. M.; NOBRE, E. F.; PINHEIRO, A. G.; CUNHA, M. S. Estudo Do Movimento Com O Aplicativo Vidanalysis: Possibilidades No Estudo De Lançamento De Projéteis. *Revista do Professor de Física*. Brasília, vol. 1, n. 2. 2017.

ARAÚJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.30, n.2, p.362-384, 2013.

ARAÚJO, J. D. O Software Modellus como ferramenta potencialmente significativa no ensino da cinemática. 89 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino; volume 2. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Senado Federal. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 9394/96. Brasília: 1996.

CARVALHO, A. M.; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 43-55, 12 dez. 2018.

CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. *Rev. Bras. Ensino Fís.* vol.33 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2011.

COELHO, R. O. O uso da informática no ensino de física de nível médio. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2002.

DUARTE, S. E. Física Para O Ensino Médio Usando Simulações E Experimentos De Baixo Custo: Um Exemplo Abordando Dinâmica Da Rotação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. Especial 1: p. 525-542, set. 2012.

FELICETTI, S. A.; PASTORIZA, B. S. Aprendizagem Significativa e ensino de ciências naturais: um levantamento bibliográfico dos anos de 2000 a 2013. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*. (2), 01-12, 2015.

FERNANDES, J.C.L.; SOUZA, M. A .F. D.; DENIS, E. A utilização do Scratch como ferramenta de apoio no ensino da disciplina de Física. *Revista EDaPECI, São Cristóvão (SE)* v. 17, n. 2, p. 119-130, mai/ago. 2017.

GERMANO, E. D. T. O software Algodoo como material potencialmente significativo para o ensino de física: simulações e mudanças conceituais possíveis. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

GREIS, L. K.; REATEGUI, E. Um Simulador Educacional para Disciplina de Física em Mundos Virtuais. *RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, n. 2, 2010.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; Walker, Jearl. *Fundamentos de Física: v.1 - Mecânica*. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

JIMOYIANNIS, Athanassios; KOMIS, Vassilis. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers&education*. pp. 184-203, nov. 2000. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455.1401&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 23 set. 2016.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. *Física na Escola*, v. 4, n. 2, p. 22-27, Nov. 2003.

KIELT, E. D. utilização integrada do just-in-time teaching e peer instruction como ferramentas de ensino de mecânica no ensino médio mediadas por app. 2017. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2017.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de eletricidade. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: A user's manual**. Pap/Dskt ed. [S.l.] Prentice Hall, Inc., 1997.

MELO, R. B. F. A Utilização das TIC's no processo de Ensino e Aprendizagem da Física. Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação, 3., 2009. Pernambuco. Anais [...]. Pernambuco: UFP: Núcleo de Estudos de Hipertexto e Tecnologias na Educação, 2009. p. 1-12.

MENDES, E. S.; REHFELDT, M. J. H.; NEIDE, I. G. Exploração de simulações como forma de estimular o aprendizado de conceitos da Cinemática Escalar. Revista brasileira Ensino de Ciências e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 10, n. 2, p. 1 -29, mai./ago. 2017.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida ( Just- in -Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 1, p. 180-206, abr. 2015.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 29, n. 2, p. 251 - 266, jun. 2007.

ROBERTO, E. V. Aprendizagem Ativa em Ótica Geométrica: Experimentos e demonstrações investigativas. 2009. 141 p. Dissertação (Mestrado – Pós-Graduação em Física). Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2009.

SANTOS, M. B. Uma sequência didática com os métodos Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) e Ensino sob Medida (Just-in-time Teaching) para o estudo de Ondulatória no Ensino Médio. 2016. 174 f. Dissertação (Mestrado Profissional Em Ensino De Física) - Pós-Graduação Em Ensino De Física. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre, 2016.

Serway, Raymond A. e Jewett Jr, John W., **Princípios de Física Volume 1 Mecânica Clássica**. 5. Ed. - São Paulo : Cengage Learning, 2014.

Souza, G. M. R. Uso de simulações computacionais no ensino de conceitos de força e movimento no 9º ano do ensino fundamental. 192 f. Dissertação (Mestrado Profissional

de Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2015.

TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. C. J. M.; KONRATH, M. L. P. Jogos educacionais. *RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 2, n. 1, 2004, p. 1-6.

TAVARES, R. Ambiente colaborativo on-line e a aprendizagem significativa de física. In: 13º Congresso Internacional de Educação a Distância ABED, Curitiba. (S.l.: s.n), 2007.

TAVARES, R.. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a Aprendizagem Significativa em ciências. *Ciências & Cognição*, vol. 13, n. 2, 2008, p. 99-108.

VALENTE. J. A. Diferentes usos do computador. <http://www.proinfo.gov.br>. Em 03/08/1999

VASCONCELOS, F. H. L. Objeto de aprendizagem como ferramenta de modelagem computacional exploratória aplicada ao ensino de física. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

VEIT, E. A. Modelagem computacional no Ensino de Física. In. *Contribuição à Mesa Redonda sobre Informática no Ensino de Física*, Porto Alegre, 2005. Anais. Porto Alegre. UFRGS: XVI SNEF, 2005

VEIT, E. A; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 24, no. 2, Junho, 2002, p. 87-95.

VERBENO, C. H. S.; SILVA, R. M. A.; MAZIERO, R.; GOMES, T. S.; e FERRACIOLI, L., A Modelagem Computacional no Ensino de Física: Um Estudo Exploratório sobre o Oscilador Harmônico Simples, *Revista brasileira Ensino de Ciências e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, mai./ago. 2016, p. 24-42.

VICENTINI, A.; MIYAHARA, R. Y.; BASTOS, R. O Uso Das Metodologias Peer Instruction E Just-In-time Teaching Para O Ensino De Modelos Atômicos. In: *Simpósio Nacional De Ensino De Ciência E Tecnologia*, 6., 2018, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: UTFPR, 2018. p. 1-12.

YOUNG, H. D. e FREEDMAN, R. A. Física I, Sears e Zemansky: mecânica. 14. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

**APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DA RELAÇÃO DO ALUNO  
COM A FÍSICA**

Nome: \_\_\_\_\_

1ª) Você gosta de estudar física?

( ) Não      ( ) Às vezes      ( ) Sim

2ª) Aponte, das opções abaixo, a diferença que você vê entre a física e a matemática?

( ) Nenhuma diferença      ( ) Tem diferença      ( ) Pouca diferença/Parecidas

3ª) Qual a sua maior dificuldade em estudar física?

( ) Conceitos abstratos;

( ) Resolver os cálculos;

( ) Relacionar a teoria com situações do cotidiano;

4ª) O uso de computadores e ferramentas computacionais:

( ) São mais atrativas e auxiliam na aprendizagem de Física;

( ) São menos atrativas e não contribuem com aprendizagem de Física;

( ) Não mudam nada em relação as aulas tradicionais.

## APÊNDICE B – PLANO DE AULA

### I. TÍTULO:

Conceitos Básicos de Cinemática.

### II. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

**II.1 Professor:** Renato Lobo de Castro

**II.2. Disciplina:** Física

**II.3 Duração:** 100 minutos

### III. TEMA

**III.1 Tema geral:** Cinemática;

**III.2 Tema específico:** Conceitos básicos.

**III.3 Nível:** Médio;

**III.4 Série:** 1º ano.

### IV. OBJETIVOS

O1 – Relacionar aspectos do cotidiano com a Física;

O2 – Entender que movimento, repouso e trajetória dependem do referencial adotado;

O3 – Compreender os conceitos de movimento, repouso e trajetória.

O4 – Entender que movimento, repouso e trajetória dependem do referencial adotado;

### V. CONTEÚDO

- Repouso, movimento;
- Trajetória;
- Referencial;

### VI. ESTRATÉGIA

O estudo dos Conceitos Básicos de Cinemática aqui trabalhado envolve concepções que são bem comuns para os alunos. Muitos deles já ouviram falar em Movimento, Repouso, Trajetória entre outros conceitos aqui discutidos. Logo, é interesse inicial do professor conhecer o que os alunos trazem consigo sobre essa temática. Para obtenção dos conhecimentos prévios do aluno será utilizado o método *Just-in-Time Teaching* (JiTT), que induz os alunos a estarem preparados para as aulas, pois anteriormente, devem estudar os conceitos presente no Blog *Física no Ceará* e as

questões prévias, também presente no Blog. Recolhido as respostas dos alunos através do JiTT, o professor analisa e utiliza de acordo com as principais necessidades da turma e o planejamento do professor ao longo da aula.

Esse reconhecimento das experiências dos educandos é o início de uma sequência didática, que buscará ampliar a compreensão dos estudantes, partindo do que ele já conhece, para o desenvolvimento de conceitos e definições que serão alcançadas a partir da interação com ferramentas computacionais e resolução de situações-problemas adjacentes a realidade dos estudantes, mas que permitirão à medida que a aula evolua, possibilite a saída do senso e lugar comum, para um amplo entendimento que possibilitará a generalização de situações não limitantes apenas a situações do cotidiano, mas buscando aproximar-se cada vez mais de conhecimento científico.

Para viabilizar o desenvolvimento da aula são utilizadas ferramentas computacionais que auxiliarão os alunos a seguirem um roteiro que fará com que eles fixem e ampliem sua visão do que foi discutido em sala de aula. Para finalizar a aula, aprofundando o que foi estudado para situações mais gerais, usou-se o método *Peer Instruction* (PI) que promove cooperação e debates no estudo de questões conceituais.

Assim, espera-se que essa sequência didática, as ferramentas computacionais e os métodos ativos PI e JiTT, instigaram a estudarem não só durante a aula, mas também previamente as aulas. Também permitirá refletirem e argumentarem sobre os conteúdos alvo.

## **VII. DESENVOLVIMENTO DA AULA**

### **1º MOMENTO – DIAGNÓSTICO [*Just-in-Time Teaching* (JiTT)]**

Com a elaboração do Blog Física no Ceará, os alunos deveriam ler o Texto Teórico da Aula 01 e em seguida devem responder o questionário no próprio Blog, que utiliza como plataforma para recolher as respostas o *Google Form*. No questionários é possível interagir com vídeos e simulações que possibilitam que os alunos venham a explorar muito melhor os conceitos de Movimento, Repouso e Trajetória do que figuras estáticas. A partir da obtenção das informações do Teste Prévio é possível analisar como se trabalhar nas aulas para poder incorporar na estrutura cognitiva do aluno tendo em vista a construção de uma aprendizagem efetiva. Esse questionário foi enviado, uma semana antes, para que houvesse tempo hábil para o professor tenha tempo suficiente para adequar as respostas dos alunos em consideração no planejamento da aula. Abaixo, a

tabela irá mostrar como cada questão irá se conectar com os objetivos proposto e qual o seu papel no desenvolvimento da aula.

<b>Questões</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Detalhamento do Teste Prévio</b>
<b>01</b>	O1	Essa questão visa explorar se os alunos entendem a importância do estudo do movimento dos corpos. É pedido que os alunos participem, com suas vivências, apontando os momentos em que o conceito de Movimento está presente em seus cotidianos.
<b>02</b>	O2	Pretende-se ver a capacidade que o aluno tem para retirar do texto a diferenciação dos conceitos estudados.
<b>03</b>	O1, O3 e O4	Utilizando o Google Maps, retirou-se um caso próximo da escola para observar como os alunos compreendem e analisam situações em que um corpo está em repouso ou em movimento.
<b>04</b>	O3 e O4	Utilizando-se de um jogo conhecido, propõe-se aos alunos que reflitam sobre o conceito de repouso e movimento e vejam que a percepção de movimento pode existir uma certa “ambiguidade”.
<b>05</b>	O3 e O4	Formular uma definição a partir dos critérios que os alunos usaram nas questões anteriores para identificar se um corpo está em <i>Repouso</i> ou <i>Movimento</i> .
<b>06</b>	O3	A partir do exemplo do Google Maps, tenta-se extrair dos alunos sua concepção do que venha a ser Trajetória.
<b>07</b>	O3 e O4	Com o vídeo de uma simulação elaborada no Modellus, pretende-se observar se os alunos conseguem perceber que a <i>Trajetória</i> seguida por um corpo depende de um referencial.
<b>08</b>	O3 e O4	Com o vídeo de uma simulação elaborada no Modellus, pretende-se observar se os alunos

		conseguem perceber que a trajetória seguida por um corpo depende de um referencial.
--	--	---

## 2º MOMENTO – EXPOSIÇÃO [30 minutos]

A primeira etapa da aula expositiva tem como foco contextualizar e mostrar a importância do estudo da Cinemática a partir de exemplos práticos do cotidiano que mostram o quanto o conhecimento deste ramo da física se mostra fundamental para a evolução cultural e tecnológica da sociedade. Em seguida, discutir com os alunos as respostas de alguns alunos a 1ª questão, ou seja, sobre o que acham da importância do estudo do Movimento.

A segunda etapa da aula, deve ser reforçado o conceito físico de Referencial, a partir de situações do cotidiano os alunos devem refletir sobre a necessidade da ideia de *referencial* para análise do movimento de um corpo. A segunda questão abordada essa questão a fim de observar se os alunos compreenderam a definição de Referencial.

Durante a aula, propõe-se diversas situações que permitam a análise e abra-se discussão com a turma, possibilitando que ocorra um consenso acerca do estado de movimento ou não de um corpo, chegando a ponto de entenderem que está em Movimento ou Repouso depende de quem está observando, ou seja, de um *Referencial*. Discutir as questões 03 e 04 e mostrar aos alunos algumas das respostas da questão 05, comparando com o conceito definido durante a aula.

Por fim, aborda-se o conceito de *Trajatória*, com auxílio das ferramentas computacionais Google Maps, Physics and Chemistry by Clear Learning e o Modellus. O primeiro ajudará a mostrar a definição de *Trajatória* e o segundo permitirá que os alunos consigam verificar que ela só pode ser expressa a luz de um determinado referencial.

## 3º MOMENTO – APERFEIÇOAMENTO [40 minutos]

Este 3º Momento será disponibilizado aos alunos um roteiro com uma sequência de questões que exija dos alunos a capacidade de articular as informações recebidas e as consolida-las, fortalecendo o conteúdo visto desde o 1º Momento. É também aqui que os alunos terão contato com as ferramentas computacionais, afim de explorar seus recursos para poder fixar e ampliar sua compreensão do assunto abordado, cabendo o professor ir avaliando se os objetivos estão sendo parcialmente ou totalmente alcançados.

Nessa dinâmica também deve ser pedido aos alunos que trabalhem em grupo, favorecendo que ocorra a cooperação e debate, estimulando que venham a retirar dúvidas ainda presente entre si e, intuitivamente ou não, sistematizem o que foi estudado. Segue abaixo o detalhamento das questões de Fixação.

<b>Questões</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Detalhamento do Roteiro de Aperfeiçoamento</b>
<b>01</b>	O1, O2 e O3	A partir de uma imagem e uma situação genérica, trabalhada durante a aula, os alunos devem indicar o estado de movimento do corpo para um dado referencial.
<b>02</b>	O1, O2 e O3	Analisando um vídeo, novamente os alunos devem observar o estado de movimento do corpo.
<b>03</b>	O2 e O3	A partir da interação com o simulador, verificar assertividade das afirmações e ver quando um objeto está em repouso ou movimento.
<b>04</b>	O2 e O3	A partir da interação com o simulador, verificar assertividade das afirmações e ver quando um objeto está em repouso ou movimento.
<b>05</b>	O2 e O3	A partir da interação com o simulador, verificar assertividade das afirmações e ver quando um objeto está em repouso ou movimento.
<b>06</b>	O2	Com o uso do Google Maps, explora se o estudante reconhece o que é Trajetória.
<b>07</b>	O2	Manuseando o Google Maps eles devem encontrar a distância percorrida e o tempo de trajeto. Esse momento é relevante, também para que os alunos possam

		interagir e praticar com o Google Maps e toda sua funcionalidade.
--	--	---

#### 4º MOMENTO – GENERALIZAÇÃO [30 minutos]

Para que a teoria aprendida não se torne objeto de uma única situação, deve-se existir a preocupação de elaborar um aprofundamento de tudo que foi visto, sem que seja uma repetição dos exemplos dado. É ausente neste caso, o objetivo da mera manipulação matemática, mas sim, a busca de situações-problema em contextos distintos, que permitirá ao professor discorrer sobre uma grande diversidade de situações e propor inúmeras problematizações. Neste caso podem ser elaboradas questões autorais e/ou procedentes de vestibulares e olimpíadas, cuja finalidade é estender os limites da teoria e propor outras situações que permitam tratar de detalhes que normalmente escapam a um primeiro estudo da disciplina.

Para que essas questões sejam objetos de discussões argumentativas e debates entre professor e alunos, será proposto que elas sejam aplicadas numa adaptação do método Peer Instruction tem como principal característica instigar os alunos a discutirem entre si questões conceituais em sala de aula.

Logo, foi buscado questões conceituais relacionada ao assunto e, adaptou-se para que tivessem apenas 3 alternativas (A, B e C). Tentou-se diferenciar, sempre que possível, essas questões das que vinham sendo trabalhado para que os alunos tenham habilidade em resolver problemas diversos, não os limitando. É por meio desses problemas, que ter-se-á mais um momento para que os alunos possam compreender melhor a teoria e estabelecer os limites ou contornos de sua utilização. Ao diversificar os cenários destas questões também possibilita ao aluno abordar um determinado conceito em sua forma mais ampla, sistematizando noções que lhe permitem resolver problemas em diferentes situações que requeiram os mesmos princípios ou leis. A seguir as etapas do método Peer Instruction, que será adotado.

ETAPAS	AÇÕES
1ª Etapa	Apresentar a turma a questão conceitual, de múltipla escolha.
2ª Etapa	Dá-se um tempo de 3 a 4 minutos, dependendo da complexidade da questão, para que o aluno possa ler, entender e responder à questão.
3ª Etapa	Pede-se aos alunos respondam as questões levantando placas A, B ou C.

4ª Etapa	O professor irá contabilizar a porcentagem de erros e acertos da turma.
5ª Etapa	<p>- Caso os acertos sejam maiores que 70%, o professor deve comentar as questões ponderando o que está certo na questão correta e sinalizando os erros nos itens questão errada; E então, passa-se para a próxima questão, iniciando as etapas.</p> <p>- Caso os acertos sejam inferiores aos 30%, o professor deve explicar novamente os conceitos, e ao final, volta novamente para 3ª Etapa.</p> <p>- Se o número de acertos se encontra entre 30% e 70%, passa-se para a 6ª Etapa.</p>
6ª Etapa	Divide-se a turma em grupo e dá-se um tempo em torno de 3 minutos para que eles possam trocar ideias entre si, na busca que aqueles que chegaram as respostas corretas, consigam com argumentos, convencer os demais ao item correto. Após essa etapa retorna-se para 3ª Etapa.
Observação	Cabe ao professor a compreensão de qual o momento mais adequado intervir e sinalizar qual a resposta correta e suas justificativas, pois caso o contrário pode ocorrer um momento de repetições extensivas de etapas. Aqui o que deve ser levado em conta é a evolução da turma frente aos conceitos discutidos.

Questões	Objetivos	Detalhamento do Teste
		Conceitual
01	O1, O2 e O3	Pretende explorar que os alunos verifiquem no ambiente de sala de aula ele verifiquem se o corpo está em repouso ou movimento para o referencial dado. Fonte: UEPB.
02	O1, O2 e O3	Com o uso de uma tirinha da turma da Monica, deseja-se que eles digam quais afirmativas estão certas ou erradas contado com o conhecimento obtido sobre os conceitos de repouso de movimento. Fonte: PUC-SP

03	O1, O2, O3 e O4	A partir de uma situação do cotidiano, extrapolando a uma situação sem a presença da resistência do ar, eles deveriam descrever a trajetória de um corpo para diferentes referenciais. Fonte: UFMG
----	-----------------	--

### VIII. Recursos didáticos

- Softwares (Google Maps, Modellus, Geogebra, Physics and Chemistry by Clear Learning);
- Youtube;
  - Link dos vídeos:
    - [https://www.youtube.com/watch?v=IIKmJ\\_SHBic](https://www.youtube.com/watch?v=IIKmJ_SHBic);
    - <https://www.youtube.com/watch?v=V9wotFgfdU4&t=4s>.
- Computador;
- Data show;

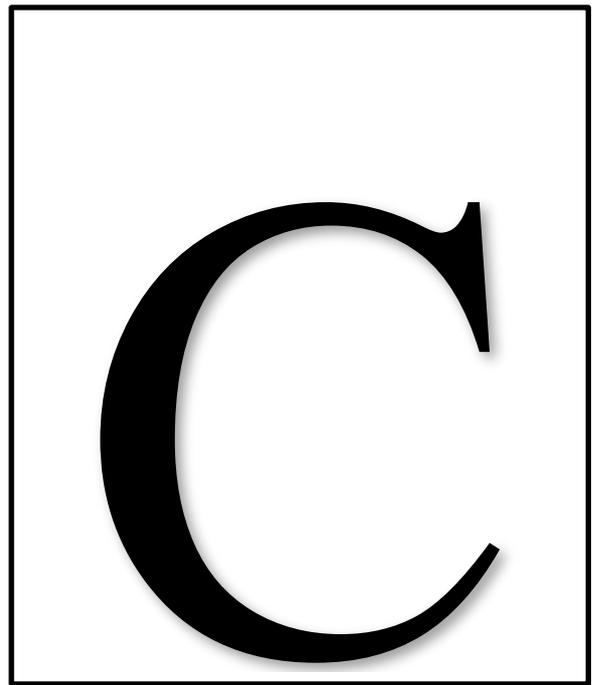
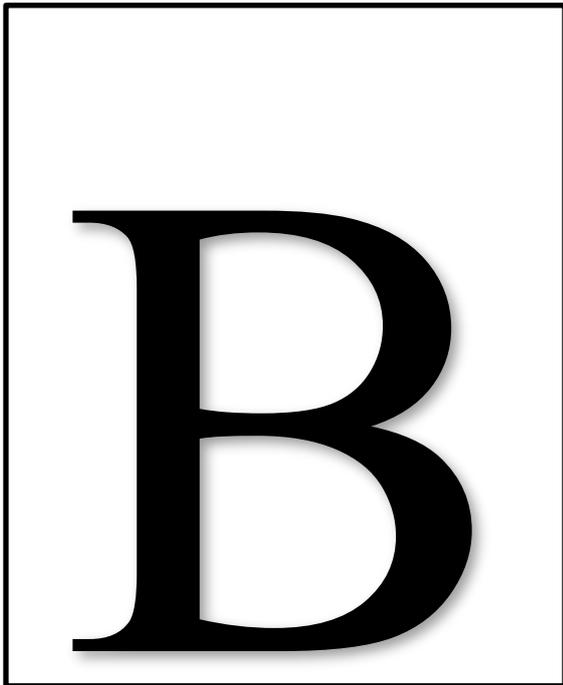
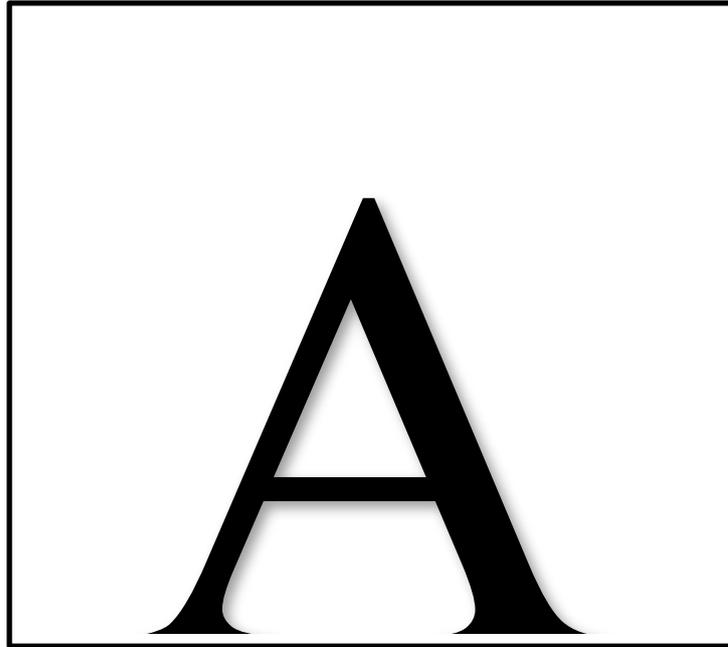
### IX. Avaliação

Participação e interação dos alunos entre si e em relação a execução das atividades;

Análise das respostas dadas ao Teste Prévio, ao Roteiro de Aperfeiçoamento e o Teste Conceitual;

Discussões realizadas acerca durante o PI;

## APÊNDICE C – FLASHCARD



**APÊNDICE D – FICHA DE ACOMPANHAMENTO DO PI**

<b>EEM MANOEL SENHOR DE MELO FILHO</b>				
<b>DISCIPLINA:</b> Física				
<b>CONTEÚDO:</b> Conceitos básicos da Cinemática				
<b>SÉRIE:</b> Primeiro Ano				
<b>TURMA:</b> Curso de Cinemática				
<b>Questão 01</b>		<b>VOTAÇÃO 01</b>	<b>VOTAÇÃO 02</b>	<b>VOTAÇÃO 03</b>
	<b>A</b>			
	<b>B</b>			
	<b>C</b>			
<b>Questão 02</b>	<b>A</b>			
	<b>B</b>			
	<b>C</b>			
<b>Questão 03</b>	<b>A</b>			
	<b>B</b>			
	<b>C</b>			
	<b>OBSERVAÇÕES:</b>			

**APÊNDICE E – AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Nome: \_\_\_\_\_

1ª) O uso da Sequência Didática facilitou que você compreendesse os conceitos de movimento e repouso relacionado a um referencial?

( ) Sim, bastante    ( ) Sim, um pouco    ( ) Não

2ª) Considere os seguintes objetivos que foram estipulados para a aula de hoje:

I – Relacionar aspectos do cotidiano com a Física;

II – Entender que movimento, repouso e trajetória dependem do referencial adotado;

III – Compreender os conceitos de movimento, repouso e trajetória.

IV – Entender que movimento, repouso e trajetória dependem do referencial adotado;

Desses objetivos, você pode afirmar que:

( ) Entendeu-os totalmente;

( ) Entendeu parcialmente;

( ) Entendeu nada;

3ª) Você considera que os debates colaboram para aprender os conceitos físicos?

( ) Sim, bastante    ( ) Sim, um pouco    ( ) Não

4ª) Ter lido o Texto Teórico antes da aula e do Teste Prévio auxiliou?

( ) Sim, bastante    ( ) Sim, um pouco    ( ) Não ajudou    ( ) Não pude ler

**APÊNDICE F – PRODUTO EDUCACIONAL**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
CINEMÁTICA COM O AUXÍLIO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS E  
MÉTODOS ATIVOS**

**RENATO LOBO DE CASTRO**

**FORTALEZA**

**2019**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 METODOLOGIA DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	2
2.1 PRIMEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO: DIAGNÓSTICO - JITT .....	2
<b>2.1.1 Texto Teórico</b> .....	4
<b>2.1.2 Google Forms</b> .....	6
<b>2.1.3 Teste Prévio</b> .....	8
2.2 SEGUNDO MOMENTO PEDAGÓGICO: AULA EXPOSITIVA .....	12
2.3 TERCEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO: ROTEIRO DE APERFEIÇOAMENTO .....	14
<b>2.3.1 Roteiro de Aperfeiçoamento</b> .....	14
2.4 QUARTO MOMENTO PEDAGÓGICO: GENERALIZAÇÃO – PI .....	19
<b>2.4.1 Etapas do método PI na aplicação do Produto Educacional</b> .....	19
<b>2.4.2 Teste Conceitual</b> .....	21

## 1 INTRODUÇÃO

Ensinar física, de um modo geral, tende a enfatizar a memorização de fórmulas e definições, fazendo com que o ensino seja ausente de significado para o aluno. Essa estratégia pode ser considerada como um dos elementos responsáveis pela aversão dos alunos a essa disciplina e essa prática faz com que os alunos não consigam apropriar-se de conceitos e termos específicos da física. Dessa forma, dificilmente conseguirão observar que o conhecimento adquirido está presente em seus cotidianos.

Este produto educacional propõe alternativas que debatam a prática em sala de aula do ensino de física, em que os professores estejam atentos tanto às dificuldades que os discentes enfrentam para aprender, quanto às barreiras que os docentes têm para lecionar física, apontando para necessidade de inspirar-se em materiais teóricos educacionais que salientam a aprendizagem significativa e duradoura para a vida em sociedade.

O produto educacional composto de uma sequência didática dialoga com o uso da Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC), sendo utilizado aqui no intuito de potencializar e motivar os alunos ao ensino de física. No entanto, esse se reforçou de métodos ativos para que o equipamento tecnológico não fique desamparado, pois somente a TIC não resolve os problemas educacionais, mas ações planejadas e concretamente desenvolvidas podem auxiliar ainda mais o uso das ferramentas computacionais e, desta forma, contribuir com um ensino de física de qualidade.

Foi implementado a essa sequência didática os métodos ativos Just-in-Time Teaching (JiTT) e Peer Instruction (PI) que tornam o produto educacional mais dinâmico, mais participativo e mais eficiente do que o formato tradicional de ensino. Cada um desses métodos agrega, com suas particularidades, num conjunto de ações que fará com que os alunos tenham a oportunidade de interagir com o conteúdo trabalhado, proporcionando um ambiente propício ao estudo autônomo e a obtenção dos conhecimentos prévios através do JiTT e a construção coletiva de conceitos a partir da promoção de debates com a ajuda do PI, com o intuito de tornar as aulas mais ricas, proativas e eficazes, melhorando o desempenho da aprendizagem.

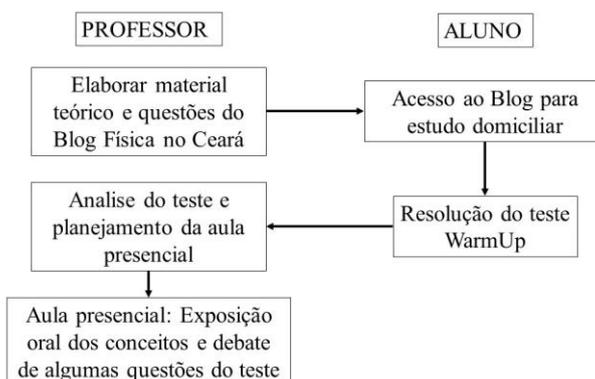
## 2 METODOLOGIA DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este produto educacional consiste em uma sequência didática com quatro momentos pedagógicos os quais compõem de um conjunto de atividades, testes e ações que tentam dinamizar as aulas. Esse produto foi aplicado em uma escola estadual pública do município do Aquiraz, a jovens do 1º ano do Ensino Médio no turno da noite, no laboratório de informática. O curso foi intitulado de curso de cinemática. A sequência didática utilizada será pormenorizada aqui a partir da divisão dos quatro momentos: diagnóstico, exposição, aperfeiçoamento e generalização.

### 2.1 PRIMEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO: DIAGNÓSTICO [JUST-IN-TIME TEACHING (JITT)]

Na primeira etapa, os alunos acessaram o blog Física no Ceará, elaborado para este projeto a fim de auxiliar no método JiTT, o qual propõe que professor prepare um material para os alunos consultarem antes das aulas. O Blog foi o ambiente escolhido para expor o material elaborado a partir da concepção da Aprendizagem Significativa, cujos conteúdos deveriam ter relação com o cotidiano dos estudantes. Em outras palavras, no Blog deveria ser feita uma leitura prévia do conteúdo, chamada de "texto teórico", em seguida a resolução de questões, nomeada de "teste prévio". Ambos têm função bastante definida, que vem a fortalecer o aprendizado dos alunos e constitui o método JiTT. A Figura 01 ilustra as etapas do primeiro momento pedagógico utilizado nesta sequência didática que foi inspirada no método JiTT.

Figura 01 – Fluxograma das etapas do primeiro momento da sequência didática



Fonte: Elaborado pelo autor.

Enquanto o texto teórico vem a possibilitar que os alunos se preparem com antecedência a aula, estudando inicialmente o conteúdo em casa; o teste prévio tem a missão de diagnosticar o que o aluno compreendeu do texto e, também, o que traz de vivências anteriores, tudo para que o professor consiga mapear como se apresentará os alunos em sala de aula e, dessa forma, planejar sua aula de tal forma que venha a atender os alunos da melhor forma possível.

O blog foi criado, editado e gerenciado através do Blogger, serviço oferecido pelo Google, simples de ser administrado, até por quem nunca teve experiência com esse tipo de recurso. Em termos pedagógicos, o blog facilitou muito a interação com os alunos, pois é um ambiente familiar aos jovens, que estão diariamente imersos à tecnologia. Outra vantagem determinante para a escolha do blog para este trabalho, ao invés de livros ou textos impressos, é a capacidade de atualização dos conteúdos, tornando o material uma ferramenta dinâmica. A Figura 02 está a página inicial do Blog Física no Ceará, ao qual a ilustração que remete o físico alemão Albert Einstein, foi feito por um dos alunos que participou do curso de Cinemática.

Figura 02 – Blog Física no Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor.

O texto teórico utilizado na primeira aula está relacionado aos conceitos básicos da cinemática e trata de assuntos como movimento, repouso, trajetória e referencial. Para melhorar a qualidade do material, foram utilizadas situações do cotidiano para que os alunos tivessem mais facilidade para compreender o conteúdo. o

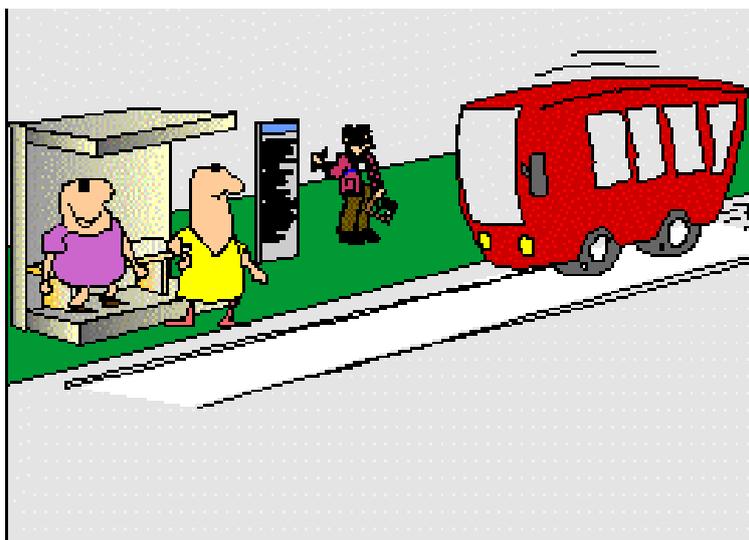
Link da aula: <https://fisicanoceara.blogspot.com/2019/07/introducao-ao-estudo-do-movimento-parte.html>.

### 2.1.1 Texto Teórico

## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO MOVIMENTO - PARTE I

Quando é possível que um corpo está em repouso ou em movimento?

Observe a situação a seguir e analise.



Fonte: <https://todateen.com.br/possiveis-temas-redacao-enem-2018/>

Na imagem, duas pessoas (Sra. Amarela e Dona Roxa) estão na parada de ônibus. Imagine que as duas entraram no coletivo e foram embora. No entanto uma pessoa terceira pessoa (Sr. Rosa) ainda ficou na expectativa de seu coletivo aparecer. Em sua opinião, quando Dona Roxa fala com Sra. Amarela dentro do ônibus, ela ver amiga em repouso ou em movimento? Sr. Rosa, ao ver partindo Sra. Amarela, ele a vê em repouso ou movimento? Se Dona Roxa não ver Sra. Amarela saindo do seu lado dentro do ônibus, ela dirá que a amiga está em repouso. No entanto, Sr. Rosa ver Sra. Amarela partindo, se distanciando dela, logo considera que ela está em movimento. Observe que Dona Roxa e Sr. Rosa possuem visões diferentes da concepção de *movimento* e *repouso* da mesma pessoa. Um corpo está em movimento quando sua posição varia ao longo do tempo. Se a posição do corpo não varia com o passar do tempo, ele está em repouso. Para identificar se um corpo está em repouso ou em movimento, é necessário adotar outro corpo ou uma posição como referência, o que é conhecido como **referencial** ou **sistema de referência**.

**Referencial** é um corpo ou uma posição de referência utilizados para identificar se um corpo está em movimento ou em repouso em relação a esse referencial.



Fonte: <http://blog.fisicaresolvida.com.br/2012/11/referencial-reposo-e-movimento.html>

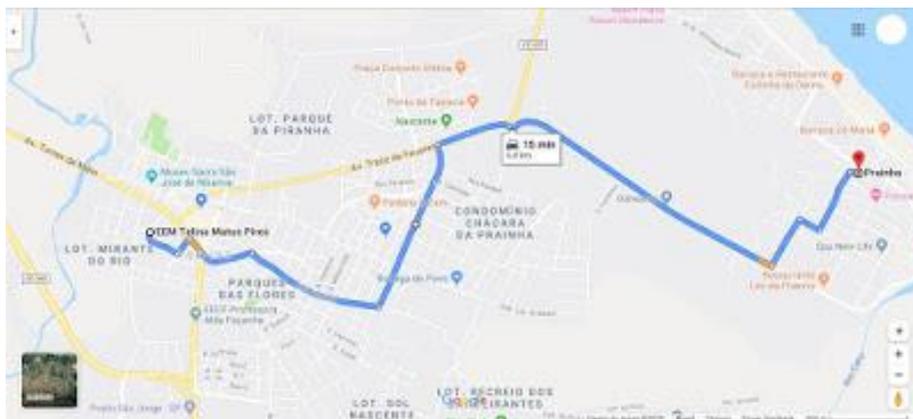
Quando um ponto material se movimenta em relação a certo referencial, ele ocupa diferentes pontos à medida que o tempo passa, descrevendo, assim, uma linha que pode ser reta ou curva.



Fonte: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/o-que-fazer-no-distrito-federal/noticia/2018/09/01/base-aerea-de-brasilia-abre-portoes-para-o-publico-neste-domingo.ghtml>

Na fotografia acima, os rastros deixados no ar pelos seis aviões revelam lugares por onde eles passaram momentos antes de estarem nas posições em que os vemos. Dentro dos limites da fotografia, pode-se perceber as várias posições que os aviões ocuparam por um determinado tempo, definindo assim os “caminhos” seguidos por ele. Esses “caminhos” são as *trajetórias* dessas aeronaves em relação à Terra

**Trajetória** é a linha constituída, durante certo intervalo de tempo, pelo conjunto das posições sucessivas de uma partícula em relação a um determinado referencial. Para se deslocar de um lugar para outro deve-se percorrer um determinado caminho. Nos dias de hoje, esse itinerário é facilmente feito a partir de aplicativos para smartphones. Esse caminho também é a trajetória que o corpo deve percorrer para chegar ao lugar de destino. Abaixo, uma imagem do trajeto de um ponto do Centro de Aquiraz à Prainha.



Fonte: Elaborado pelo autor, retirado do Google Maps.

A partir da definição de trajetória, tendo em vista que uma mesma partícula pode exibir trajetórias diferentes se observada de referenciais distintos. Observe a imagem abaixo e analise.



Fonte: <http://deverdecasafisica.blogspot.com/2016/06/cinematica.html>

A simulação acima ilustra um avião que está em movimento em relação ao solo. O observador, que está no solo, enxerga a bomba, lançada pelo avião, caindo, descrevendo uma curva — um arco de parábola. No entanto, a trajetória da bomba solta pelo avião é um segmento de reta vertical em relação a um referencial fixo do avião.

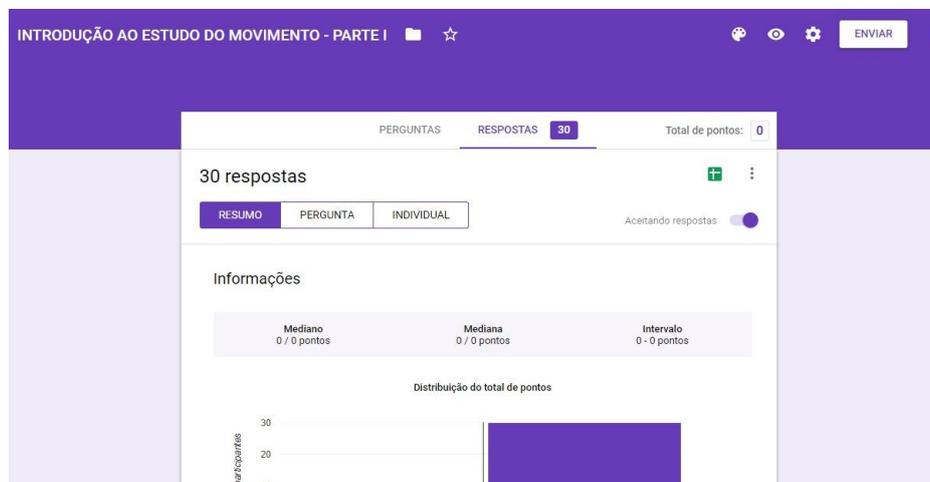
Pode-se concluir que a trajetória do corpo abandonado no trem depende do referencial adotado.

### 2.1.2 Google Forms

O Google Forms é o serviço oferecido pela Google que contribui para a elaboração de testes eletrônicos, em que o professor possui a capacidade de avaliar as

respostas de maneira rápida e precisa, a partir das ferramentas de análise que o software fornece. Além disso, os estudantes ainda podem interagir com o professor através de perguntas que são enviadas pelo próprio canal. A análise do professor pode ser feita de forma geral através do resumo e específica de cada aluno.

Figura 03 – Área inicial do Google Forms



Fonte: Elaborado pelo autor

A plataforma ainda oferece todos os dados em uma planilha para que aumente as possibilidades de leitura dos dados e o professor possa escolher a melhor forma para trabalhar o conteúdo com os alunos, focando no que os alunos têm mais dificuldades e utilizando as respostas dos alunos para debatê-las em sala de aula. Essa ferramenta é conhecida como Google Sheets.

Figura 04 – Planilha dos dados obtidos pelo Google Forms

The screenshot shows a Google Sheet with the following data:

Nome	1*) "Um dos propósitos de 2*) "É um corpo ou um ot 3*) A imagem a seguir foi a) Voc
NOMES DOS ALUNOS	Sim, pois temos explicaçã Referencial Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Falso Verdadeiro Movin
	sim, é importante par algu Movimento Verdadeiro Falso Verdadeiro, Falso Falso Falso Movin
	Sim, pois podemos comp Referencial Verdadeiro Falso Verdadeiro Falso Verdadeiro Falso Movin
	A física não é apenas um Referencial Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Falso Verdadeiro Repot
	Sim Referencial Verdadeiro Falso Falso Verdadeiro Falso Não ti
	Sim. Já que se trata de m Referencial Verdadeiro Falso Verdadeiro Falso Verdadeiro, Falso Não ti
	Sim. É um estudo que ter Referencial Verdadeiro Falso Falso Verdadeiro Falso Repot
	Sim Referencial Verdadeiro Falso Falso Falso Falso Repot
	Estudar o movimento dos Referencial Verdadeiro Falso Verdadeiro Verdadeiro Falso Não ti
	Estudar o movimento é fu Trajetória Verdadeiro Falso Falso Verdadeiro Falso Não ti
	Pra saber quanto tempo l Trajetória Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Repot
	Sim Referencial Verdadeiro Falso Falso Falso Falso Repot
	Sim. Pois como citado no Referencial Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Falso Não ti
	Evidentemente, entender Referencial Verdadeiro Falso Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Movin
	No sabo Movimento Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Falso Verdadeiro Movin
	Sim Trajetória Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Verdadeiro Falso Repot
	Sim, pois a importância d Referencial Verdadeiro Falso Falso Falso Falso Não ti

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.1.3 Teste Prévio

1ª) "Um dos propósitos da Física é estudar o movimento dos objetos: a rapidez com que se movem, por exemplo, ou a distância percorrida em um dado intervalo de tempo. Os engenheiros da NASCAR são fanáticos por esses aspectos da física quando determinam o desempenho dos seus carros antes e durante uma corrida. Os geólogos usam essa física para estudar o movimento de placas tectônicas na tentativa de prever terremotos; os médicos necessitam dessa física para mapear o fluxo de sangue em um paciente quando examinam uma artéria parcialmente obstruídas; e os motoristas a usam para tentar reduzir a velocidade e escapar de uma multa quando percebem que existe um radar à frente." (HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. Fundamentos de Física: mecânica. Volume 1. 8ª edição. Editora LTC, 2009). A partir do texto e de suas experiências anteriores, você considera que estudar o movimento dos corpos é importante para o seu desenvolvimento dentro e fora da escola? Justifique.

---



---



---

2ª) "É um corpo ou um objeto em relação ao qual podemos determinar a localização dos objetos e, assim, determinar se há repouso ou movimento." Essa definição se aplica a qual conceito?

a) Movimento      b) Trajetória      c) Referencial      d) Repouso

3ª) A imagem a seguir, retirada do Google Maps, é da fachada da Escola de Ensino Médio Manoel Senhor de Melo. Pode-se se ver que um homem está encostado na parede da escola supostamente observando um carro passando pela rua para a sua esquerda e uma moradora passando pela rua pela sua direita.



Analisar as afirmações abaixo e marque V (Verdadeiro) ou F (Falso) para os itens a seguir:

- a) em relação ao poste, o carro está em movimento; (    )
- b) para o motorista do carro, que passa pela rua, a mulher está em movimento e o homem em repouso; (    )
- c) para a senhora que caminha na rua, o muro da escola está em repouso; (    )
- d) para o homem que está na calçada, o Sol está em movimento; (    )
- e) as calçadas sempre estarão em repouso. (    )

4ª) O **T-Rex Running**, o famoso jogo do dinossauro do Chrome, pode ser um ótimo passatempo quando se está sem internet, basta digitar **chrome://dino** na barra de endereço. O objetivo é simples: saltar sobre o cacto e obter a melhor pontuação possível. A tecla de espaço serve para pular. A pontuação fica armazenada e você pode estar sempre se aprimorando. Quando você ultrapassa aproximadamente 400 pontos, uns pterodáctilos começam a aparecer voando. O computador estará a sua disposição a fim de que você possa jogar e saber como funciona o jogo. Análise o vídeo (link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=Hmh2PyG2XsQ>) e responda os itens abaixo:



a) Você considera que o Dinossauro está em repouso ou em movimento?

- (    ) Repouso
- (    ) Movimento
- (    ) Não tem como determinar. São necessárias mais informações.

b) Para que tenhamos a sensação que o Dinossauro está correndo para frente, podemos usar uma técnica em que o personagem fica parado, mexendo apenas as pernas e o cenário se movendo trás. Essa afirmativa é verdadeira? Se sim, justifique com outros exemplos em que essa técnica pode ser utilizada.

---



---



---

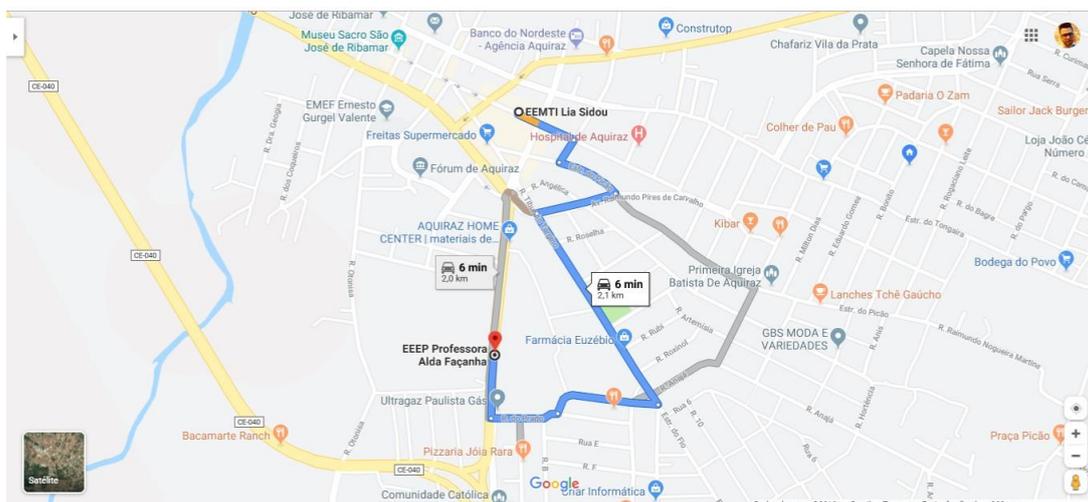
5ª) Quais critérios você utiliza para dizer que um corpo está em movimento e em repouso?

---

---

---

6ª) O mapa abaixo foi retirado do Google Maps e mostra um dos caminhos (em azul) que um motorista de um determinado carro deve percorrer para ir da Escola Lia Sidou para Escola Professora Alda Façanha. O Google Maps chama esse caminho de trajeto. O que você entende por Trajetória?



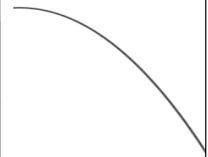
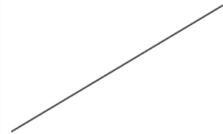
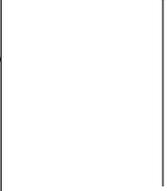
---

---

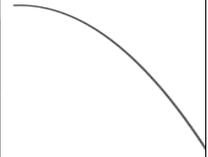
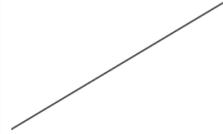
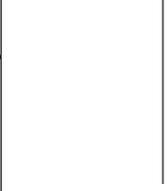
7ª) O vídeo abaixo mostra uma simulação elaborada no Software Modellus. Nela se desejava representar a ideia de um paraquedista saltando do avião em direção ao chão. O rastro do avião e do paraquedista mostram o caminho que cada um percorreu. Assista o vídeo (link: <https://www.youtube.com/watch?v=IKyhEt9jUe0>) e responda os itens que seguem:



a) Qual dos itens abaixo, melhor descreve a trajetória que você observa do paraquedista que saltou do avião na Simulação?

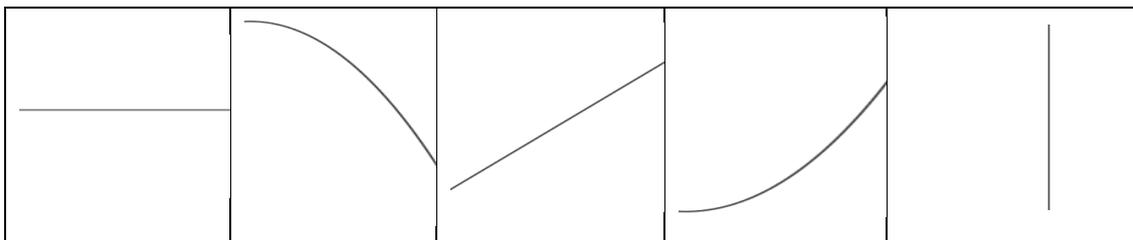
Reta na Horizontal	Parábola com concavidade para baixo	Reta inclinada	Parábola com concavidade para cima	Reta na Vertical
				

b) Qual dos itens abaixo, melhor descreve a trajetória que você observa do avião na Simulação?

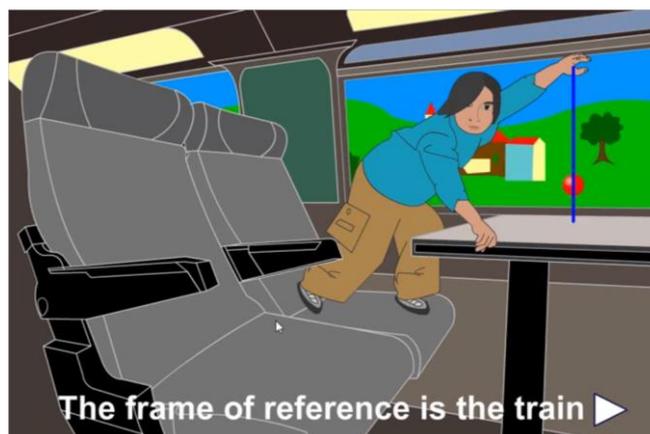
Reta na Horizontal	Parábola com concavidade para baixo	Reta inclinada	Parábola com concavidade para cima	Reta na Vertical
				

c) Suponha que haja um piloto que observa a queda do paraquedista. Qual das imagens abaixo melhor descreve a trajetória do paraquedista em direção ao chão de acordo com a observação do piloto?

Reta na Horizontal	Parábola com concavidade para baixo	Reta inclinada	Parábola com concavidade para cima	Reta na Vertical



O vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=oaJwMw-5kFk>) foi gravado do site Physics and Chemistry by Clear Learning (PCCL). Nele, um garoto solta uma bola verticalmente dentro de um trem. São mostrados dois planos de referência: o primeiro plano é de dentro do trem, o segundo fora do trem, fixo na Terra.



8ª) A partir do vídeo ilustrado acima, é possível que pessoas, em referenciais distintos, tenham uma visão diferente da trajetória que um corpo está seguindo?

---



---

## 2.2 SEGUNDO MOMENTO PEDAGÓGICO: AULA EXPOSITIVA

A partir das respostas dos alunos ao Teste Prévio, coube ao professor adequar as situações que melhor se atenderia à turma a qual pertenciam os educandos. Mesmo já tendo uma base de como seriam as aulas, é possível perceber em quais pontos os alunos têm mais dificuldade, necessitando de um reforço maior na explicação. Já os casos em que os alunos já conseguem compreender bem, o professor despenderá bem menos tempo. Ou seja, a obtenção dos conhecimentos prévios dos alunos é a melhor estratégia para otimizar o tempo de aula e torná-la mais objetiva.

Dessa forma, no segundo momento pedagógico, o professor irá explicar o conteúdo visto no Texto Teórico, reforçando alguns pontos discutidos e aprofundando os

conceitos através da utilização de um projetor multimídia e ferramentas computacionais. Na primeira aula, os softwares mais utilizados foram: Google Maps, Modellus, Geogebra, Physics and Chemistry by Clear Learning e Youtube.

O Google Maps, junto ao Google Street View, é um recurso do próprio Google Maps que possibilita a vista de várias regiões do mundo ao nível do solo, portanto a ferramenta foi importante para que os alunos percebessem diversas situações do cotidiano em que o corpo está em repouso ou em movimento para um determinado referencial. Também, foi fundamental para definir o conceito de referencial.

O Modellus foi outro recurso bastante utilizado para diversas simulações e vídeos que colaboraram com os conceitos e objetivos para a aula. Esse software de modelagem computacional permite a elaboração de diversas simulações que venham a ser elaboradas de acordo com a necessidade que a aula pede. Assim, na exposição, essas simulações foram fundamentais para compreender melhor o conteúdo abordado, pois é muito mais fácil a observação do que se fosse utilizado apenas desenhos no quadro e explanação oral.

No presente trabalho, a aula expositiva foi utilizada como uma parte do processo, nessa parte, os alunos tiveram sua participação respeitada, ou melhor, o Google Forms permitiu que as diversas respostas dos alunos fossem recolhidas e expostas para a turma para serem debatidas. Enfim, é importante sempre pensar nos estudantes fazendo parte do processo e que suas vozes sejam ouvidas por todos.

Figura 05 – Respostas dissertativas dada pelos alunos no Google Forms

b) Para que tenhamos a sensação que o Dinossauro está correndo para frente, pode-se usar uma técnica em que o personagem fica parado, mexendo apenas as pernas, e o cenário movendo para trás? Se sim, justifique com outros exemplos onde essa técnica pode ser utilizada.

30 respostas

- Em alguns videogames mas antigos essa tecnica e utilizada, principalmente em jogos de carro ou de nave.
- Sim, em desenhos animados
- Sim. Tal técnica é também utilizada no cinema para fazer as cenas na qual o personagem está dirigindo e se tem algum diálogo.
- Sim. Jogos de video game.
- Sim, Nos filme por exemplo, quando o carro não se mexe, apenas os cenário dá a ideia de movimento.
- Naquele jogo dos carrinhos no minigame, o carro ficava parado se mechendo apenas para os lados e o cenário que ia descendo
- Quando no filme a pessoa tá numa esteira correndo, mas tá parado e o cenário que se move
- Sim. Em algumas cenas de filmes em carros, o veiculo fica parado e o cenário externo que se movimenta, pois filmar o carro em movimento seria muito dificil.
- Quando se está dentro de um carro a impressão que se tem é a de que você está parado e a paisagem está se movendo. Essa técnica também é utilizada em outros jogos e até mesmo no cinema
- Sim, inclusive essa mesma técnica era e ainda é usada em produções cinematográficas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.3 TERCEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO: ROTEIRO DE APERFEIÇOAMENTO

Ao final da explicação do professor, foi entregue aos alunos uma série de atividades que deveriam ter o suporte de ferramentas computacionais para que os alunos chegassem a alguma conclusão. Neste trabalho, essa etapa foi chamada de Roteiro de Aperfeiçoamento, na qual os alunos em grupo deveriam se organizar em grupos e buscar resolver as questões interagindo com as TICs, na observação, elaboração de hipóteses, tomada de decisões, investigação e outros meios que o uso da tecnologia aperfeiçoasse o que até então havia sido discutido.

A utilização de ferramentas computacionais deve ser pensada sempre como um ganho no potencial pedagógico, um complemento à didática proposta, ao invés de ser vista como a finalidade do trabalho. No entanto, se proposto que os alunos passem a trabalhar com computadores e softwares é necessário que haja tarefas de adaptação do ambiente virtual, o que deve ser aproximado ao máximo do contexto pedagógico inserido. Assim, não é possível pedir que os alunos passem a modelar uma determinada situação problema sem etapas que permitam o domínio dos recursos do programa e de sua linguagem.

Durante o processo final deste Terceiro Momento, quando os alunos terminaram todas as questões, foi debatido com eles algumas questões para verificar como eles tinham se saído e, ao final, recolheu-se os papéis para avaliar como teria sido o rendimento e posteriormente ser visto a necessidade ou não de uma revisão dos conceitos trabalhados. A seguir, o Roteiro de Aperfeiçoamento.

### 2.3.1 Roteiro de Aperfeiçoamento

1ª) As imagens abaixo ilustram momentos distintos de grupos de paraquedistas.





Na Imagem A, temos um avião que está voando os ares e, em um determinado momento, um dos paraquedistas a bordo salta e o outro permanece dentro do avião. Já na Imagem B, os três paraquedistas saltaram do avião e caem juntos.

Nas afirmações a seguir complete com Movimento ou Repouso.

- a) O paraquedista que ficou dentro do avião, na Imagem A, observa que o paraquedista que saltou está em \_\_\_\_\_.
- b) Na Imagem A, o paraquedista que ficou no avião verá o piloto que os leva em \_\_\_\_\_.
- c) Alguém que observa o avião do solo, na Imagem A, considera que o avião esteja em \_\_\_\_\_.
- d) Na Imagem B, o observador do solo, utilizando um binóculo, enxerga que os paraquedistas estão em \_\_\_\_\_ e para o piloto do avião que ficou olhando eles estão \_\_\_\_\_.
- e) O paraquedista do meio, na Imagem B, estará em \_\_\_\_\_ na concepção seus colegas paraquedistas.

2ª) O pequeno trecho do filme Point Break (1991), apresentado durante a aula, ocorre no momento em que os personagens estão praticando paraquedismo. Após a análise das cenas, responda os itens abaixo.

Link do filme no YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=V9wotFgfdU4&feature=youtu.be>

- a) Em alguns momentos do vídeo, os paraquedistas estão praticamente parados em relação ao cinegrafista. Para que isso ocorra, o que se faz necessário?

---



---

b) Quando é formado uma estrela com os 5 paraquedistas, em relação a uma pedra localizada no solo, eles estariam em movimento ou repouso?

---



---

c) Em relação ao último paraquedista a completar a formação da estrela, seus colegas estão em movimento ou em repouso?

---



---

d) Quando sobra apenas 2 paraquedistas sem terem aberto os paraquedas, eles ficam disputando quem irá abrir primeiro. Um deles puxa o paraquedas do outro e isso faz com que ele apareça subindo no vídeo. É possível subir descendo? Comente o que ocorreu na cena final.

---



---



---

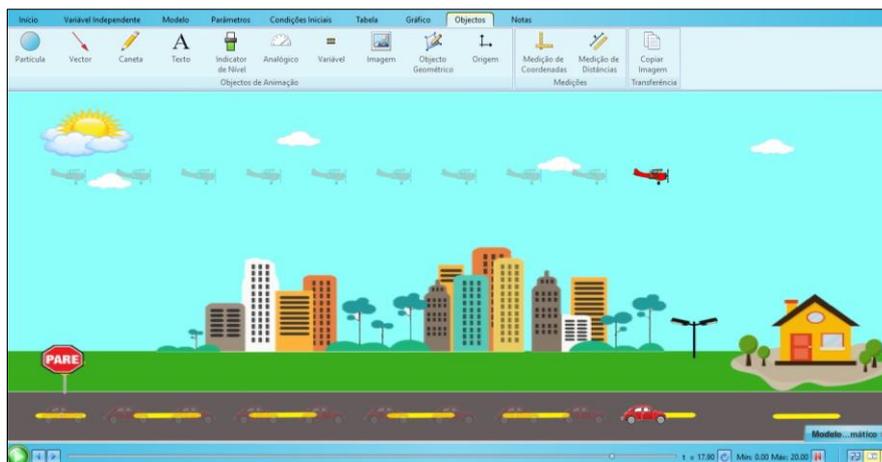


---

3ª) Na área de trabalho, você irá encontrar uma pasta chamada **Cinematática**, em seguida **Aula 01** e escolha a **Simulação 02**. Aparecerá para você a simulação representada abaixo.

Para que a simulação inicie, você deve clicar no Play .





Utilize o *cursor de tempo*, para você observar em mais detalhes o comportamento tanto do carro, quanto do avião. Considerando a animação anterior, responda as questões abaixo:

a) Durante a simulação, o automóvel está em repouso ou movimento?

( ) Repouso, ( ) Movimento. ( ) Não é possível responder, pois falta informar o referencial.

b) Durante a simulação, o avião está em repouso ou movimento, em relação a casa?

( ) Repouso. ( ) Movimento. ( ) Não é possível responder, pois falta informar o referencial.

c) Durante a simulação, a distância do avião para a Casa:

( ) Mudou com o tempo. ( ) Não mudou com o tempo.

d) Durante a simulação, a distância do automóvel para a placa de trânsito:

( ) Mudou com o tempo. ( ) Não mudou com o tempo.

e) Durante a simulação, o automóvel está em repouso ou movimento, em relação a placa de trânsito?

( ) Repouso. ( ) Movimento. ( ) Não é possível responder, pois falta informar o referencial.

f) Durante a simulação, a distância do automóvel para o avião:

( ) Mudou com o tempo. ( ) Não mudou com o tempo.

4) Ainda utilizando o Software Modeller e a **Simulação 02**, indique se as afirmações são Verdadeiras (V) ou Falsas (F).

a) Quando a distância de um corpo muda no decorrer do tempo para um determinado referencial, logo este corpo estará em movimento para este referencial. ( )

- b) É possível afirmar que um corpo se encontra em movimento ou em repouso, sem a necessidade de especificar o referencial. ( )
- c) Tendo a casa como referencial, pode-se dizer que o avião está em repouso. ( )
- d) Se num movimento retilíneo, a distância entre dois corpos não mudam, um em relação ao outro, pode-se considerar que estejam em movimento ( )
- e) Se o carro estiver em repouso em relação ao avião, o avião também estará em repouso em relação ao carro. Se o carro estiver em movimento em relação a placa de trânsito, logo a placa de trânsito estará em movimento em relação ao carro. ( )

5ª) Retome a pasta *Cinemática* → *Aula 01* → *Simulação 03*. Clique no Play  para iniciar a simulação e responda as questões abaixo:

a) O que ocorreu entre a distância do avião ao carro entre o início e o fim da simulação?

---



---



---

b) Durante toda simulação o avião está em movimento em relação ao carro? Justifique a sua resposta.

---

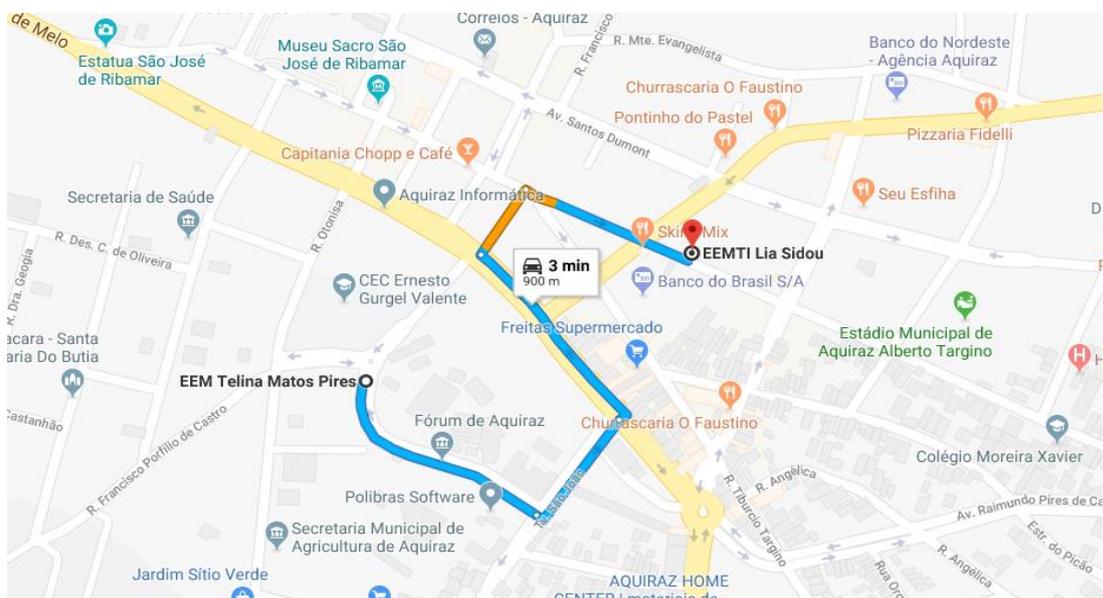


---



---

6ª) A partir da figura abaixo, assinale o conceito físico que melhor representa o traçado que mostra o caminho que é feito de uma escola para outra no centro de Aquiraz.



- a) Posição
- b) Trajetória
- c) Deslocamento
- d) Distância percorrida
- e) Orientação

7ª) Utilizando o Google Maps, trace 3 caminhos da sua casa para escola. Para cada trajeto, anote a distância e o tempo que será gasto se tiver que percorrê-lo num carro, a pé ou bicicleta. Coloque a distância em metros e o tempo em segundos.

<i>TRAJETO</i>	<i>DISTÂNCIA</i>	<i>TEMPO CARRO</i>	<i>TEMPO A PÉ</i>	<i>TEMPO BICICLETA</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				

## 2.4 QUARTO MOMENTO PEDAGÓGICO: GENERALIZAÇÃO – PI

Tendo toda turma finalizado o Roteiro de Aperfeiçoamento e debatido as questões, chegou o momento da utilização do método PI, no qual haveria questões conceituais propostas para toda a turma e eles deveriam votar nelas com o auxílio dos Flashcards (Apêndice C). Esses Flashcards contém as letras A, B e C para que os alunos erguessem no momento da votação de acordo com o item que consideravam correto.

Esse método contribui para uma atitude colaborativa entre os alunos, pois em determinado momento eles devem se organizar em grupos para discutir as alternativas escolhidas e isso provoca um momento muito rico de interação entre os colegas.

Ao professor, cabe a tarefa de ir mediando todo processo, estimulando os alunos a participarem, a pensar criticamente sobre as suas respostas e registrar os resultados na Ficha de Acompanhamento (Apêndice D).

### 2.4.1 Etapas do método PI na aplicação do Produto Educacional

O método PI aqui utilizado foi uma adaptação para que adequasse da melhor forma possível a realidade da turma. Para isso, seguiu-se as seguintes etapas:

**1ª Etapa**

Apresentar a turma a questão conceitual a ser trabalhada, sendo necessariamente de múltipla escolha.

**2ª Etapa**

Espera-se um tempo de três a quatro minutos, dependendo da complexidade da questão, para que o aluno possa ler, entender e responder à questão. Nesse momento, os alunos podem até anotar o porquê dá escolha desse item e o porquê dos outros não estarem corretos.

**3ª Etapa**

Dá-se o sinal que irá ocorrer a votação e quando o professor indicar os alunos, estes devem responder as questões levantando placas A, B ou C.

**4ª Etapa**

O professor irá anotar na Ficha de Acompanhamento o número de erros e acertos da turma. Para facilitar a contagem, os alunos podem auxiliar e informar ao professor quantos alunos responderam cada item.

**5ª Etapa**

Caso os acertos sejam maiores que 70%, o professor deve comentar as questões ponderando o que está certo na questão correta e sinalizando os erros nos itens da questão errada. Depois, passa para a próxima questão, iniciando as etapas.

Caso os acertos sejam inferiores aos 30%, o professor deve explicar novamente os conceitos e, ao final, voltam novamente para terceira etapa. Ou seja, os alunos devem voltar terceira etapa para que o professor observe se houve ou não algum desenvolvimento após a sua explicação.

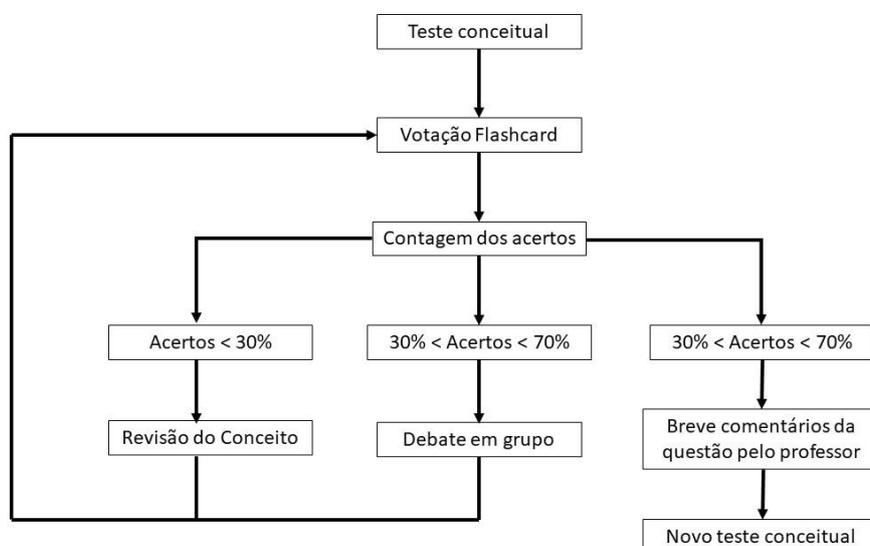
Se o número de acertos for entre 30% e 70%, vai para a 6ª Etapa.

**6ª Etapa**

Divide-se a turma em grupo e lhes dá um tempo, em torno de três minutos para que eles possam trocar ideias entre si, procurando influenciar na decisão dos outros colegas para que tenham a mesma resposta que a sua e, assim, consigam convencer os demais através de bons argumentos. Após essa etapa, os alunos devem votar novamente e o professor observar os números e decidir sobre o que deva ser feito em seguida, pois cabe ao docente, decidir qual o momento de intervir e sinalizar qual a resposta correta e suas justificativas, pois, caso o contrário, pode ocorrer um momento de repetições

extensivas de etapas. Aqui o que deve ser levado em conta é a evolução da turma frente aos conceitos discutidos.

Figura 06 – Fluxograma das etapas do quarto momento da sequência didática



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 2.4.2 Teste Conceitual

1ª) Um professor de física, verificando em sala de aula que todos os seus alunos estão sentados, passou a fazer algumas afirmações para que eles refletissem e recordassem alguns conceitos sobre movimento. Das afirmações seguintes formuladas pelo professor, a única correta é:

- a) Pedro (aluno da sala) está em repouso em relação aos demais colegas, mas todos nós estamos em movimento em relação à Terra.
- b) Mesmo para mim (professor), que não paro de andar, seria possível achar um referencial em relação ao qual eu estivesse em repouso.
- c) A velocidade dos alunos que eu consigo observar agora, sentados em seus lugares, é nula para qualquer observador humano.

2ª) Leia com atenção a tira da Turma da Mônica mostrada a seguir e analise as afirmativas que se seguem, considerando os princípios da Mecânica Clássica.



I. Cascão está em movimento em relação ao skate e também em relação ao amigo Cebolinha.

II. Cascão se encontra em repouso em relação ao skate, mas em movimento em relação ao amigo Cebolinha.

III. Em relação a um referencial fixo fora da Terra, Cascão jamais pode estar em repouso.

Estão corretas:

- a) I e II      b) I e III      c) II e III

3ª) Júlia está andando de bicicleta com velocidade constante, quando deixa cair uma moeda. Tomás está parado na rua e vê a moeda cair.



Considere desprezível a resistência do ar. Assinale a alternativa em que melhor estão representadas as trajetórias da moeda, como observadas por Júlia e por Tomás.

